

98
8

MEMORIAS
DE LA
REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FISICAS Y NATURALES
DE
MADRID

SERIE DE CIENCIAS NATURALES

TOMO XVI (PRIMERA PARTE)



MEMORIAS
DE LA
REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FISICAS Y NATURALES
DE
MADRID

SERIE DE CIENCIAS NATURALES

TOMO XVI (PRIMERA PARTE)

FISIOGRAFIA
DEL
SOLAR HISPANO
POR

EDUARDO HERNANDEZ-PACHECO

De la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Presidente de Honor de la Real Sociedad Española de Historia Natural.



MADRID
DOMICILIO DE LA ACADEMIA: VALVERDE, 24
TELEFONO 21-25-29
1 9 5 5

P R E A M B U L O

El presente libro, primer tomo de la obra FISIOGRAFÍA DEL SOLAR HISPANO, corresponde al conjunto de publicaciones geográfico-geológicas, y, en general, de Ciencias de la Naturaleza pertinentes al solar hispano, que el autor publica bajo los auspicios de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Comprende esta serie de publicaciones, denominada «El Solar Hispano», tres obras fundamentales, que son:

a) Una ya publicada, titulada *El Solar en la Historia Hispana*. Aunque en el preámbulo de tal libro se relatan sus características, creemos no esté de más exponer sucinta nota pertinente a su significado dentro del conjunto bibliográfico denominado «El Solar Hispano». Comprende la citada primera publicación un volumen de 758 páginas, con 380 grabados pertinentes a mapas y reproducción de fotografías de paisajes hispanos en su mayor parte, más seis láminas plegables, en negro o en color, de mapas de la Península, o de parajes de ella. Madrid, 1952.

Es a modo de un volumen de introducción a la serie, constituyendo una síntesis de la evolución y transformación de la cultura y de la civilización hispanas en relación con el ambiente presentado en cada caso por la Naturaleza. En los acontecimientos de preponderante importancia en la historia hispana se procura, al exponerlos, reseñar el ambiente natural en que se desarrollaron, especialmente el del terreno si se refieren a hechos bélicos, factor en estos casos de gran interés, que, conjuntamente con el humano y el armamento, son decisivos; tales como, por ejemplo, en las batallas de Sagradas, Alarcos, Navas de Tolosa, Aljubarrota, campo atrincherado de Torres Vedras, etc.

Se analiza, pues, el ambiente natural en que se desarrollaron

los acontecimientos históricos al modo como en la obra pictórica se atiende al fondo del cuadro, o en la representación teatral al decorado escénico; los cuales, en uno y otro, son esenciales, aunque lo fundamental sean los personajes y su acción.

b) Otra obra, en publicación es la presente *Fisiografía del Solar Hispano*, compuesta por dos volúmenes, comprendiendo el tomo primero (que es el presente) el conocimiento del relieve, de la litología, de las costas, de la red fluvial y de la climatología; correspondiendo al tomo segundo (que está imprimiéndose) el estudio de la vegetación hispana, el de las regiones naturales, las características económicas de la naturaleza hispana, las características naturales comparadas del ámbito mediterráneo, y, en último capítulo, el paisaje hispano.

c) La tercera obra (actualmente en preparación) es la titulada *Geología del Solar Hispano*, que formará un volumen, en el que se describirá la constitución geológica del conjunto peninsular y de sus diversas regiones naturales; la historia evolutiva del solar hispano, con sus variaciones paleogeográficas en el transcurso de los tiempos geológicos; las revoluciones orogénicas que se han producido y las transgresiones y regresiones marinas ocasionadas por los movimientos corticales epirogénicos; las faunas y flores características de cada época, con los fósiles típicos de los yacimientos paleontológicos hispanos; las emisiones de rocas eruptivas y volcánicas, y la reseña de las investigaciones geológicas y paleontológicas en las diversas comarcas y yacimientos.

En apéndice de carácter histórico se hará el relato del progreso científico pertinente al conocimiento y desarrollo en la patria hispana de las ciencias geográfico-geológicas, y, en general, de las ciencias naturales, terminando la obra con extenso índice general bibliográfico de autores, pertinente al desarrollo de las ciencias geológicas, en el solar hispano.

Expuestos los anteriores datos pertinentes al conjunto de la serie «El Solar Hispano», creemos oportuno decir algo como cuestión previa y aclaratoria respecto a la denominación que empleamos para expresar el conjunto del territorio ocupado por las dos naciones, España y Portugal. Hace bastantes años la

Real Sociedad Geográfica, de Madrid, acordó unánimemente que la denominación más acertada y acomodada a la realidad geográfica e histórica era la de Hispania o Península Hispánica en vez de la más generalizada de Iberia y Península Ibérica, siendo aquéllas las que hemos empleado en el libro *El Solar en la Historia Hispana* y en otras de nuestras publicaciones.

Las denominaciones de Iberia y de la Península Ibérica son a todas luces inadecuadas, pues no corresponden sino a la zona litoral mediterránea con avance hacia el valle del Iber, o sea del Ebro; territorio ocupado por pueblos de estirpe racial ibera, aunque no todo el litoral mediterráneo, pues no pequeña parte del Norte de Cataluña, conjuntamente con las vertientes meridionales de los Pirineos Orientales (según expone claramente Estrabón), no estaba [habitada por iberos, los cuales se extendían por las vertientes septentrionales de dicha zona pirenaica y por extensa zona del litoral mediterráneo de Francia, al Oeste de los liguros.

La denominación de Iberia es de origen griego y pertinente al litoral en el que establecieron estos navegantes sus factorías comerciales, ampliando tal denominación de Iberia al país de tierra adentro, en el que no penetraron.

El nombre Hispania se considera como de origen púnico, o sea cartaginés; ocupando los cartagineses la mayor parte del litoral mediterráneo y el Sur peninsular, con toda Andalucía, y mucha tierra adentro del Sureste. La denominación de Hispania se supone que significa «tierra o país de conejos», pues es sabido que tal especie zoológica es originaria de España, país que fué su centro de aparición específica, efectuándose la expansión de la especie en época histórica antigua, mediante acción humana, a los países del Mediterráneo Occidental, y muy posteriormente a territorios muy alejados del área de expansión mediterránea.

Los romanos aceptaron el hecho de la denominación cartaginesa y la ampliaron a todo el ámbito peninsular, y tan Hispania es el conjunto de la nación española como el de Portugal. Lo ibérico, pues, es tan sólo la zona oriental peninsular y tierra adentro en la cuenca del Ebro, según se ha dicho.

El pueblo hispano con características raciales mas antiguas es el vasco, con rasgos étnicos de los cromañones de la época prehistórica del paleolítico superior; raza, la vasca, extendida antiguamente a mayor extensión del territorio de Vasconia, que ocupa actualmente.

Tampoco son de estirpe iberica los primitivos tartesios, con sus míticos reyes, cual Argantonio, y su elevada cultura, muy superior a la de los rudos iberos, según testimonios de los geógrafos de hace dos milenios; tartesios que en las épocas antiguas históricas constituían los turdetanos del valle bético. Los lusitanos, habitantes de la mayor extensión de Portugal y de parte de la Extremadura española, tampoco son iberos; los galaicos y cántabros son, principalmente, de estirpe céltica, que se corre meridionalmente por tierra de Portugal y de León a la Extremadura española. Los habitantes de la extensa altiplanicie del Duero procedían de la fusión de iberos y de celtas, o sea celtíberos, cual los numantinos. Los beturios de Extremadura Central y meridional, según Hoyos Sáinz, presentan características célticas y de los antiguos cromañones.

En la época romana es cuando la Península se unifica en un conjunto de pueblos que al romanizarse adquiere un tipo de civilización común y da al imperio figuras destacadas de alta intelectualidad en las diversas ramas del saber y en la gobernación del Estado, incluso emperadores de los más distinguidos y eximios, tales como Trajano, Adriano y Teodosio.

En el transcurso del imperio romano la acción del medio ambiente acabó de fusionar en unidad étnica de pueblos las no acentuadas diferencias raciales de los habitantes de los diversos territorios de la Península de tal modo que, según opinión de Olóriz y de Hoyos Sáinz, entre los antropólogos hispanos, y de Ripley y de Madison Grant, entre los extranjeros, consideran que de los tres tipos raciales fundamentales de Europa: nórdicos alpinos y mediterráneos, el pueblo hispano es el de tipo étnico mediterráneo más uniforme, pues carece de representación de estirpe nórdica y apenas existen tipos raciales alpinos en la cordillera Pirenaica y en la Cantábrica.

Por otra parte, las avalanchas invasoras de pueblos nórdicos, que derrumbaron al imperio romano, no dejaron huella racial por su aislamiento de clase social y por la acción absorbente del medio ambiente. Tampoco ejerció influjo étnico apreciable en la masa popular la sangre semita árabe; clase aristocrática muy reducida que pronto fué absorbida, y porque la masa invasora era de tipo étnico bereber, de estirpe mediterránea como la del pueblo invadido, y tanto como invasión, fué la conquista revolución social, aceptada de buen grado por la generalidad de la masa popular.

De lo expuesto en tales respectos deducimos que en la unidad territorial del conjunto peninsular, de tan gran complejidad en sus características naturales, tanto geográficas como fisiográficas, existe asimismo unidad étnica y variedad regional de agrupaciones humanas, de más carácter político que étnico; agrupaciones que en los tiempos prerromanos eran asociaciones tribales, y en los postromanos constituían reinos, de extensión en extremo variables, según las diversas épocas históricas; reinos que se fueron fusionando entre sí, hasta alcanzar los tiempos actuales, en que las dos naciones hermanas, España y Portugal, ocupan el ámbito peninsular en concordia y en asociación mutua cordial. Tan Hispania fué y es una como la otra; ambas presentan características geográficas y fisiográficas comunes, y han seguido en su trayectoria histórica gloriosos destinos paralelos.

Refiriéndonos concretamente al contenido del presente libro, primer tomo de la obra *FISIOGRAFÍA DEL SOLAR HISPANO*, comienza por un capítulo preliminar titulado «Constitución de la tierra» en el que se describe sintéticamente la organización general y funcionamiento vital del mundo terráqueo; ser viviente de naturaleza cósmica en plena fase de actividad funcional y en constante evolución cosmológica. En tales respectos se analiza sumariamente la constitución y funcionamiento de las envolturas terrestres, atmósfera, hidrosfera y biosfera. Se exponen los conocimientos respecto a la litosfera, envoltura sólida, a modo de fina cáscara, en continuo estado de formación, destrucción y transformación por el juego constante del dinamismo externo e

interno, analizándose la composición litológica fundamental de aquella por rocas de origen exógeno y endógeno, y en la zona profunda de la litosfera las masas del «sial» y del «sima» y sus combinaciones magmáticas. En cuanto a las actividades del interior de la corteza terrestre, se exponen los conceptos de geotermia, volcánismo y sismicidad, orogenia e isostasia.

Se examina la supuesta constitución del interior o núcleo terrestre, o sea de la barísfera, comparándola con la composición mineral de los meteoritos, para deducir la reconstrucción hipotética del globo meteorítico, señalando deducciones respecto a la unidad de componentes del sistema solar. Comprende también el capítulo de introducción el examen de la litogenesis y del metamorfismo litológico y del continuo nacer, acabar y revivir del mundo lapídeo.

Se trata de un capítulo que creemos conveniente que anteceda al estudio expositivo de la presente obra, pues la serie de publicaciones que componen «El Solar Hispano» está redactada para conocimiento, no tan sólo de los doctos y competentes en Ciencias geológicas, sino también para las personas de cultura media no especializadas en las Ciencias Naturales de que aquí se trata.

Entrando en el desarrollo descriptivo de las características geográficas y fisiográficas del solar hispano, se hace en el capítulo segundo un estudio sintético del relieve peninsular. Se expone la situación privilegiada de Hispania, país hespérico, o sea del remoto occidente, en el antiguo ecúmeno, y actualmente en situación céntrica entre las áreas continentales y las amplitudes marinas del mundo moderno. Siguen las características generales del complejo relieve de la Península, con su divisoria de aguas entre Mediterráneo y Atlántico; el escalonado geográfico desde el área central a la periferia, y el eje orográfico que se presenta en la Península a modo de columna vertebral hispana, según la acertada frase del geólogo gaditano Macpherson. A continuación de tales antecedentes se establece la moderna concepción distributiva del relieve peninsular, concepción tan diferente de como se entendía hasta que estudios más detenidos, con el auxilio de la detallada cartografía actual, han permitido comprender la rea-

lidad de la topografía hispana. El contenido del epígrafe «La evolución orográfica» expone la teoría pertinente a la transformación del relieve mediante ciclos evolutivos a lo largo de los tiempos geológicos.

Para el estudio de la constitución topográfica del solar hispano se establece una clasificación de grandes componentes territoriales, los cuales se describen en el contenido de epígrafes especiales. Son tales componentes: Altoplanicies centrales, Serranías interiores, Penillanuras, Llanuras exteriores, Cordilleras y zonas montañosas periféricas.

Desarrolla el autor su teoría del «Escudo Hespérico», amplia extensión del interior peninsular, antigua, estable y rígida, alrededor de la cual, mediante adiciones periféricas de terrenos geológicos, emergidos en diversas épocas geológicas y mediante acciones orogénicas, ha llegado a constituirse la Península con sus características actuales.

Termina el capítulo con el contenido del epígrafe «Edad y formación de las montañas hispanas». Acompañan a la exposición del texto dos cuadros de clasificación y resumen: Uno, titulado «Elementos geográfico-geológicos del conjunto peninsular»; el otro, es el relativo a «Orogenia peninsular».

El capítulo tercero está destinado a la litología hispana. La litología de un país es de gran importancia para su productividad y riqueza natural, especialmente agrícola, forestal y ganadera, en relación con los suelos que se forman por la descomposición y erosión de los materiales lapídeos. Si se tiene en cuenta, además de la composición, la edad geológica y la tectónica producida por las acciones orogénicas, pueden deducirse las posibilidades de obtención de primeras materias minerales, tales como cal, cemento, mármoles, yeso, sal gema, sulfatos y cloruros potásicos; carbones minerales, carburantes líquidos y gaseosos, como petróleo y metano, etc., y también yacimientos metálicos de volframio, estaño, etc., o minas de oro, plata, compuestos de manganeso, sulfuros de cobre y cinc, piritas, etc.

Comprende el capítulo destinado a la litología hispana la distribución en el ámbito peninsular, edad geológica y característi-

cas típicas. Cada uno de los tres grandes conjuntos litológicos del solar hispano: La Hispania silícea, la Hispania calcárea y la Hispania arcillosa, terminan en consideraciones respecto a sus particularidades típicas y su influjo en la historia hispana. Acaba el capítulo por un breve estudio respecto a la ponderación litológica del solar hispano, de los rasgos fundamentales edafológicos, y con una síntesis agropecuaria de Hispania.

Se refiere el capítulo cuarto al estudio y descripción de las costas hispanas. Es a modo de la explicación de las características observadas en un periplo circumpeninsular desde la desembocadura del Bidasoa y desde el cabo Higuer, en el país vasco, hasta el cabo de Creus, en la terminación del Pirineo Oriental; describiéndose las características y particularidades de la costa, del litoral y de la plataforma continental.

Se hace especial estudio del interesante relieve submarino del Cantábrico entre Bilbao y Gijón, según los recientes sondeos del Instituto Oceanográfico de la Marina Española. Se describen las singulares rías gallegas y su formación geológica. En la costa portuguesa son objeto de atención los accidentes geotectónicos y el especial relieve submarino del sector central costero situado entre Nazaré y el cabo Espichel, con el archipiélago de las isletas Berlengas, deduciéndose de tal disposición geotectónica consideraciones en relación con la sismicidad de tal zona litoral.

Se analizan las características morfológicas de las costas del Algarve y del golfo de Cádiz. Es objeto de especial atención la morfología submarina del Estrecho de Gibraltar y su prolongación geotectónica por los relieves insulares y submarinos volcánicos del Atlántico, correspondientes a Macaronesia, y en el Mediterráneo, la tectónica del mar de Alborán, cuyo origen y formación se analiza.

Las costas mediterráneas del Levante español son estudiadas en sus características geomorfológicas y en relación con la presencia de costas levantadas de época cuaternaria en la zona del Sureste y de movimiento submersivo en el golfo de Valencia. Se describen las variadas costas catalanas, con los deltas del Ebro y

del Llobregat, la denominada Costa Brava y el golfo y península de Rosas.

El capítulo quinto, «La Red fluvial» es uno de los de mayor extensión de la obra FISIOGRAFÍA DEL SOLAR HISPANO y el más extenso del tomo primero. Es un estudio descriptivo del conjunto de la red fluvial hispana, de gran interés por las obras que con gran intensidad se vienen realizando para regularizar el caudal de los ríos mediante construcciones de altas presas y grandes embalses para crear riqueza agrícola de regadíos y obtención de energía eléctrica.

Precede a la descripción de la red fluvial hispana el contenido de varios epígrafes de carácter general pertinentes al concepto de ciclo fluvial, en donde se expone lo relativo a las denominadas «aguas juveniles» y el fenómeno geológico de las «terrazas fluviales». También es epígrafe de carácter general, el en que se reseña la constitución, porciones y funcionamiento de un río típico normal, la edad y características generales de los ríos hispanos.

El estudio de la red fluvial hispana se desarrolla atendiendo primero a los cinco principales ríos caudales, teniendo en cuenta, por una parte, la divisoria de aguas entre Mediterráneo y Atlántico, y, también, la existencia del sistema orográfico central que constituye divisoria de la Península; en atención a lo cual se descompone el conjunto de ríos caudales en dos grupos: Uno, Ebro y Duero. Otro, Tajo, Guadiana y Guadalquivir. La descripción comprende, primero la del tronco fluvial, y, a continuación, los afluentes en cada caso, contando desde el origen o cabecera hasta la desembocadura.

Los ríos medianos y menores, independientes de los cinco caudales, se estudian y describen por grupos de los situados en las grandes extensiones territoriales que se indican, ordenándose la descripción desde el Norte de Cataluña, rodeando la Península por Mediterráneo, Atlántico y Cantábrico, hasta terminar en el Bidasoa, fronterizo con Francia.

En el final del capítulo pertinente a la red fluvial hispana se

exponen algunas características generales de dicha red fluvial y deducciones de su estudio, respecto a paleogeografía y geotectónica.

El sexto y último capítulo del presente libro está destinado al estudio de la «Climatología Hispana». No tiene pretensiones de constituir un tratado, ni siquiera un compendio de metereología, si bien se ha procurado exponer los fundamentos de la ciencia meteorológica para hacerle fácilmente comprensible a los lectores de cultura media no especializados en meteorología y climatología.

Para tales efectos en la exposición de los fundamentos de las ciencias mencionadas, en lo que se refiere a las zonas subtropical, tropical y ecuatorial, escogemos para ejemplos de regiones típicas los territorios españoles o de influjo español escalonados hacia el Sur, en el Atlántico y en Africa Occidental, hasta rebasar la línea ecuatorial, con lo que conseguimos el doble objeto de tener buenos ejemplos territoriales para la exposición didáctica de meteorología y completar el estudio climatológico del solar hispano peninsular con el de los territorios españoles exteriores a la Península.

Después del estudio meteorológico general y de los factores que establecen y regulan las condiciones meteorológicas hispanas, se aborda en el capítulo VI, el estudio pertinente a los tipos de clima de la zona intertropical (Guinea Continental Española y las islas Fernando Poo y Annobón). Siguen los tipos subtropicales (especialmente Canarias) y las del litoral occidental Atlántico de Africa, especialmente el de Ifni y Sáhara español. El tercer grupo son los tipos climatológicos de la zona templada boreal, en los tres subtipos de clima mediterráneo, clima de Europa media atlántica y clima de Europa media continental.

Del estudio desarrollado y de los datos aducidos en el conjunto del capítulo se obtienen las deducciones contenidas en el epígrafe «Modalidades climatológicas hispanas» y la exposición de las características de las nueve zonas o áreas climáticas, que creemos deben distinguirse en el ámbito del solar hispano, en el que están distribuidas según se indica en el adjunto mapa, y cu-

yas características meteorológicas están expresadas en los cuadros estadísticos de las láminas plegables situadas en el final del volumen; cuadros formados con los datos que suministran las detalladas observaciones realizadas desde antigua fecha y contenidas en las numerosas publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional de España; complementadas, en lo pertinente a Portugal, con los datos de institución análoga de la nación hermana.

En las publicaciones pertinentes a las Ciencias Naturales y de la índole y tipo de la presente, la parte gráfica tiene gran importancia e interés, en atención a lo cual hemos procurado atenderla acompañando al texto 325 grabados aclaratorios, de los que 70 son de mapas y 240 reproducciones de fotografías de paisajes del ámbito hispano peninsular de las provincias españolas insulares y de territorios africanos de dominio español, complementando la parte gráfica seis láminas plegables de mapas.

Desea hacer constar el autor la importante cooperación que para la realización de la presente obra le ha prestado su hijo, discípulo y colega, el profesor de Geografía Física y de Geología Aplicada de la Universidad de Madrid y profesor-geólogo adjunto en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta; pues, además de su eficaz ayuda para llevar a buen fin la preparación del presente libro, las ilustraciones a que nos hemos referido, pertinentes a paisaje, proceden, en su gran mayoría, del archivo fotográfico común, pertinente al solar hispano, que comencé a formar en los primeros años del presente siglo, archivo que aumentó por la labor conjunta con mi citado hijo, y que en estos últimos años es él quien principalmente le acrecenta. Además de tal cooperación, ha sido mi colaborador en diversidad de investigaciones y expediciones de carácter científico por el ámbito peninsular, Marruecos, Ifni y Sáhara. De sus exploraciones y publicaciones pertinentes a la Guinea Española continental e insular están tomados los datos que aquí se consignan respecto a tales territorios.

EDUARDO HERNÁNDEZ-PACHECO.

CAPITULO PRIMERO

Constitución de la Tierra

SUMARIO: Envolturas terrestres. La Atmósfera. Hipotéticas variaciones en la constitución de la atmósfera y consecuencias de orden geológico.—La Hidroesfera. Distribución de la Hidroesfera. Persistencia geológica de las áreas oceánicas y continentales. Areas y alineaciones de mínima resistencia terrestre. Volcanismo y sismicidad de las áreas de mínima resistencia terrestre. Distribución batimétrica de los sedimentos marinos.—La Litosfera. Geotermia. Sial y sima.—La Barisfera y el hipotético globo meteorítico. Magnetismo terrestre. Isostasia. La Biosfera.—Composición litológica de la corteza terrestre. Rocas endógenas o eruptivas. Rocas y metamorfismo. Características litológicas del arcaicozoico.—El continuo nacer, acabar y revivir del mundo litológico.

LAS ENVOLTURAS TERRESTRES: LA ATMÓSFERA

Resumiendo lo pertinente de la constitución del esferoide terrestre se establece que el globo terráqueo está formado por un conjunto de capas concéntricas, de creciente densidad, desde la más externa hasta el interior del núcleo terrestre.

La envoltura o capa terrestre más exterior es la Atmósfera; de naturaleza gaseosa, compuesta por la mezcla de dos gases, el oxígeno y el nitrógeno, que componen el 99 por 100 de la envoltura: el nitrógeno, 78 por 100, y el oxígeno, el 21 por 100. A estos gases acompañan, en proporciones mínimas, el argón, 0,94 por 100; y, en cantidades variables, el anhídrido carbónico, con una media de 0,08 por 100, y, además, diversidad de «gases raros» pesados, tales como neón, kriptón, etcétera; gases cuyas funciones son poco conocidas. En las zonas altas de la atmósfera se ha reconocido la existencia de una envoltura en la que predomina el ozono, la cual es objeto actualmente de estudios en relación con determinados fenómenos atmosféricos. Componente de la

atmósfera, en proporciones variables, según las circunstancias de tiempo y lugar, es el vapor de agua, de gran importancia en la fisiografía terrestre.

Carácter fundamental de la atmósfera es la disminución de su densidad en relación con la altitud, desde el nivel del mar hasta las altas zonas, en donde la densidad y el enrarecimiento del aire son cada vez más intensos. Análogamente ocurre con la temperatura, calculándose que, en las zonas inferiores de la envoltura gaseosa de la Tierra, la temperatura disminuye desde el nivel del mar un grado termométrico por una media de 180 metros de altitud.

Tal disminución en la densidad y en la temperatura atmosférica, en relación con la altitud, se realiza paulatinamente, variando también la cantidad y naturaleza de los componentes gaseosos.

El conjunto de fenómenos meteorológicos que dan lugar a los cambios de tiempo: los vientos, las nubes, las nieblas, las lluvias, las tempestades, etc., se engendran y realizan en las zonas bajas de la atmósfera, en altitudes inferiores a los diez kilómetros; en su mayor parte a más bajo nivel de las más altas cumbres de las grandes cordilleras (cumbre del Everest, en el Himalaya, alcanzada en la ascensión de 1953, 8.743 metros). Próximamente a los 5.000 metros de altitud cesa el vapor de agua contenido en la atmósfera.

La disminución gradual de la temperatura en relación con la altitud se detiene en una zona atmosférica situada entre los diez y los veinte kilómetros del nivel del mar, «capa isoterma» que establece separación entre la zona inferior o «tropoesfera», y la superior o «estratoesfera».

La Tropoesfera, en contacto con la superficie terrestre o marítima del Globo, es paraje de continua actividad funcional, donde se realizan los cambios de presiones y variaciones de temperatura; rupturas de equilibrio atmosférico y condensaciones del vapor de agua.

En la Estratoesfera existe gran uniformidad y constancia; y, sin evaluación exactamente conocida del espesor, se considera que acaba difundiéndose en tenue masa gaseosa en los espacios interplanetarios.

Al centenar de kilómetros de altitud los fenómenos de refracción de la luz solar, indican en la estratoesfera la existencia de gases en estado de extrema tenuidad; pero el aire, allí, no contiene oxígeno ni vapor de agua, ni ácido carbónico, como el de las zonas inferiores, siendo tenue conjunto gaseoso, en el que prepondera el nitrógeno y el hidrógeno. Tampoco retiene el calor solar, con cuyo influjo se desarrolla en la superficie terrestre la vida vegetal y animal.

*Hipotéticas variaciones en la constitución de la atmósfera
y consecuencias de orden geológico*

Se ha supuesto que en el transcurso de los tiempos geológicos pudo producirse en la composición gaseosa de la atmósfera, y en su constitución, variaciones respecto a la proporción de determinados componentes, especialmente en mayor cantidad de la actual, de ácido carbónico, produciéndose aumento en el poder absorbente de la atmósfera, del calor solar; y, al originarse mayor densidad atmosférica, más retención de vapor de agua, y, como consecuencia, gran atenuación de las diferencias climáticas y tendencia a la uniformidad de clima cálido en la superficie terrestre.

Lapparent atribuyó a tales causas la uniformidad de la flora hullera y su igual desarrollo en aquella época, en la diversidad de regiones terrestres. Por causa análoga se ha explicado la presencia en regiones hiperbóreas, tales como el Spitzberg, y en otros países polares, durante determinadas épocas del mesozoico y del neozoico, de floras fósiles con características de climas templados, y aún subtropicales.

En otros períodos de la historia terrestre se advierten características de uniformidad de clima de tendencia contraria a los anteriores casos, tales como la desertización en ciertas fases de la época triásica, y, también, de desarrollo universal de los mismos tipos de *Arqueociatidos* en el período cámbrico.

Entre las explicaciones de las causas de la sucesión de períodos glaciales e interglaciales, durante los tiempos cuaternarios o pleistocenos, se ha supuesto que tales fenómenos pueden haberse producido por la disminución alternativa del 55 al 67 por 100 de la mínima cantidad del ácido carbónico contenido en el aire, lo cual supone el decrecimiento de la temperatura media de la atmósfera terrestre de cuatro a cinco grados, con diferenciación mayor que la actual, entre las regiones ecuatoriales y polares, y el consiguiente mayor desarrollo de los glaciares montañosos y de los casquetes de hielos polares.

Tales explicaciones hipotéticas no abarcan a las derivaciones que por tales causas se produjeran en la fisiografía de la superficie terrestre, y, por otra parte, debe tenerse en cuenta que otras causas de índole climatológica, ocasionadas por variaciones geográficas en la distribución de tierras y mares, explican, en parte, tales hechos geológicos, aún no satisfactoriamente resueltos; estando actualmente la ciencia geológica, en la fase de prospección y estudio de tales acontecimientos geológicos, aún enigmáticos en gran parte.

LA HIDROSFERA

La segunda envoltura terrestre es la Hidroesfera, de naturaleza líquida, formando la gran masa oceánica con sus diversas porciones marinas. Corresponden también a la hidroesfera las acumulaciones de aguas continentales de los mares cerrados, tales como el Caspio y el Aral; los grandes lagos situados entre el Canadá y los Estados Unidos, del Africa oriental, los lagos medianos y menores y los cursos fluviales de todo tipo. La hidrosfera, en su conjunto, está en relación directa entre sus diversas porciones y con la atmósfera, y, con la envoltura lapídea, sobre la que descansa.

Constituye la hidrosfera compuesto químico de hidrógeno y oxígeno, y, en disolución, diversidad de sales en proporciones variables, según se trate de aguas continentales, en donde la salinidad está generalmente atenuada (aguas dulces), o en gran cantidad (aguas saladas).

En las aguas oceánicas la proporción de sales en disolución es más constante, pudiéndose calcular en cerca de 34 gramos el peso del residuo salino por litro de agua del Atlántico, siendo la sal más abundante el cloruro sódico, que representa tres cuartas partes del residuo salino; sigue en proporción el cloruro magnésico, que equivale al 10 por 100; el sulfato magnésico, que da al agua del mar su sabor amargo, está en proporción que no llega al 5 por 100; algo menos significa el sulfato cálcico y el potásico, y menos aún, por cuanto no supone el 1/2 por 100, el bromuro magnésico y el carbonato cálcico.

Análisis delicados de las aguas del mar han comprobado en ellas la presencia de la mayor parte de los elementos químicos, aun de metales pesados, como el cobre, plata, cinc, plomo, oro, etc., generalmente al estado de cloruros y bromuros. Además de sustancias salinas, contiene el agua del mar gases en disolución: oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico, etc., que influyen y regulan la vida de los organismos marinos.

Debido a las sales disueltas, el agua del mar posee densidad más elevada que las aguas manantiales y de ríos, que puede estimarse en un término medio de 1.027 en el conjunto de océanos y diversos mares.

La temperatura de los océanos, en la superficie, está sujeta a oscilaciones estacionales del año, a la influencia de la latitud, y, en general, a las mismas que afectan a la atmósfera. Desde la superficie el calor se propaga al interior de la masa oceánica, con tan gran lentitud, que a los 50 metros de profundidad no se advierten las oscilaciones de la

temperatura, adquiriendo el agua de las grandes profundidades grado de calor constante, que es de cuatro grados, desde los 700 metros a los 1.200 metros, variando según los mares de 0° a —2°, a partir de la profundidad de 2.000 metros, lo cual hace ver que aun a las grandes profundidades llegue la acción del calor solar. Teniendo en cuenta esta propiedad de los océanos de acumular el calor y conservarle a tempera-

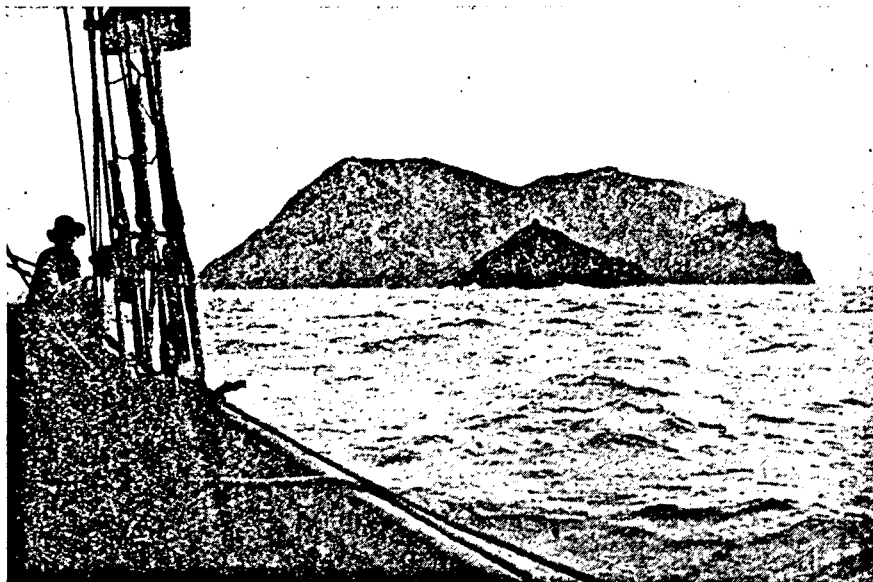


Fig. 1.—Isleta Montaña Clara, al norte de Lanzarote (Canarias).

(Foto Hernández-Pacheco, 1907.)

tura constante, se explica la acción del mar como regulador del clima.

La temperatura y otras circunstancias influyen directamente en la cantidad y proporción de sustancias disueltas en las aguas marinas, que es lo que constituye el grado de salinidad.

Movimientos generales a los océanos son el oleaje y las mareas (figuras 1 a 3). El oleaje, aun en las grandes tempestades, no se siente a profundidad superior a los cincuenta metros. Las mareas son producidas por la atracción combinada del sol y de la luna; son movimientos acompasados y rítmicos al modo de la respiración pulmonar de los mamíferos. La altura de la marea depende de la configuración de la costa y de la extensión del mar; en el Mediterráneo, apenas es apreciable, mientras que en el Atlántico, en ciertas costas con bahías en condiciones

adecuadas, puede llegar la marea a un máximo de 18 metros, entre el límite de la bajamar y el de la pleamar; en alta mar la marea es pequeña, como se aprecia en las islas pelágicas.



Fig. 2.—Playa de la Franca (Asturias orientales). Marea baja.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII, 1933.)



Fig. 3. Playa de la Franca (Asturias orientales). Marea alta.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII, 1933.)

Movimientos de gran interés en la hidrosfera son las corrientes marinas con desplazamientos de lugar de las partículas líquidas, pudiéndose dividir en corrientes superficiales y corrientes de fondo, existiendo en todas las grandes extensiones marinas. Las primeras pueden compa-

rarse a grandes ríos dentro del mar. Su velocidad es, a veces, suficiente para facilitar o dificultar la antigua navegación a vela. La profundidad a que se dejan sentir sus efectos no suele pasar de los quinientos metros.

Es buen ejemplo de corriente marina la del Gulf Stream, o corriente del Golfo, que empujó a las naves de la escuadrilla de Colón, cuando partió de Palos, en viaje de descubierta de las tierras ultraatlánticas. Establece un circuito en la mitad septentrional del Atlántico, en torno a la extensa zona tranquila denominada Mar de los Sargazos, por las algas flotantes de esta clase que allí se acumulan. Las corrientes marinas ejercen influjo muy grande en el clima de los países costeros próximos a donde pasan, de tal modo que lo templado de las costas europeas, en contraste con las de América del Norte, situadas a la misma latitud, es debida a que la corriente del Golfo hace, en las de Europa, el efecto de un calorífico, mientras que las costas americanas están influenciadas por la contracorriente fría procedente de las regiones polares. Arrastra la corriente del Golfo abundante «plancton», alimento vivo de los peces, que se acumulan en importantes bancos migratorios a lo largo de las costas occidentales hispanas y entre Canarias y la costa africana (fig. 4).

Los océanos tienen la superficie superior de equilibrio perfectamente horizontal, con nivel constante en toda su extensión, según han determinado las más delicadas medidas de nivelación; de tal modo, que las efectuadas en los Estados Unidos, desde el Atlántico al Pacífico, no han acusado diferencia superior a 19 centímetros en tan largo trayecto; diferencia que ha sido considerada debida a errores posibles en tan extraordinariamente larga distancia. Tales mediciones, de orden geodésico, han determinado, por otra parte, la perfecta estabilidad de las líneas de costa en el transcurso de los tiempos históricos. Los cambios de nivel producidos en los mares corresponden a fenómenos de la dinámica terrestre ocurridos durante el largo transcurso de los tiempos geológicos.

Respecto al fondo de los mares en lo que atañe a profundidad, relieve y naturaleza de los sedimentos depositados, es asunto conocido actualmente, en sus líneas generales:

Repetidos sondeos han permitido levantar la carta batimétrica de los océanos, en la que están señalados los grandes relieves submarinos. Un hecho que se deduce de esta carta es que, bordeando a las masas continentales, existe una zona sumergida a profundidad inferior a los 200 metros, que constituye la denominada plataforma continental y que se extiende, a veces, muchos kilómetros mar adentro; plataforma continental a modo de zócalo sumergido, que es tanto más extensa cuanto

más llana y baja es la parte del continente que bordea. Así, en el mar del Norte, que hace frente a las bajas tierras de Flandes y Dinamarca, está la plataforma continental, de tal modo dispuesta, que si el nivel del

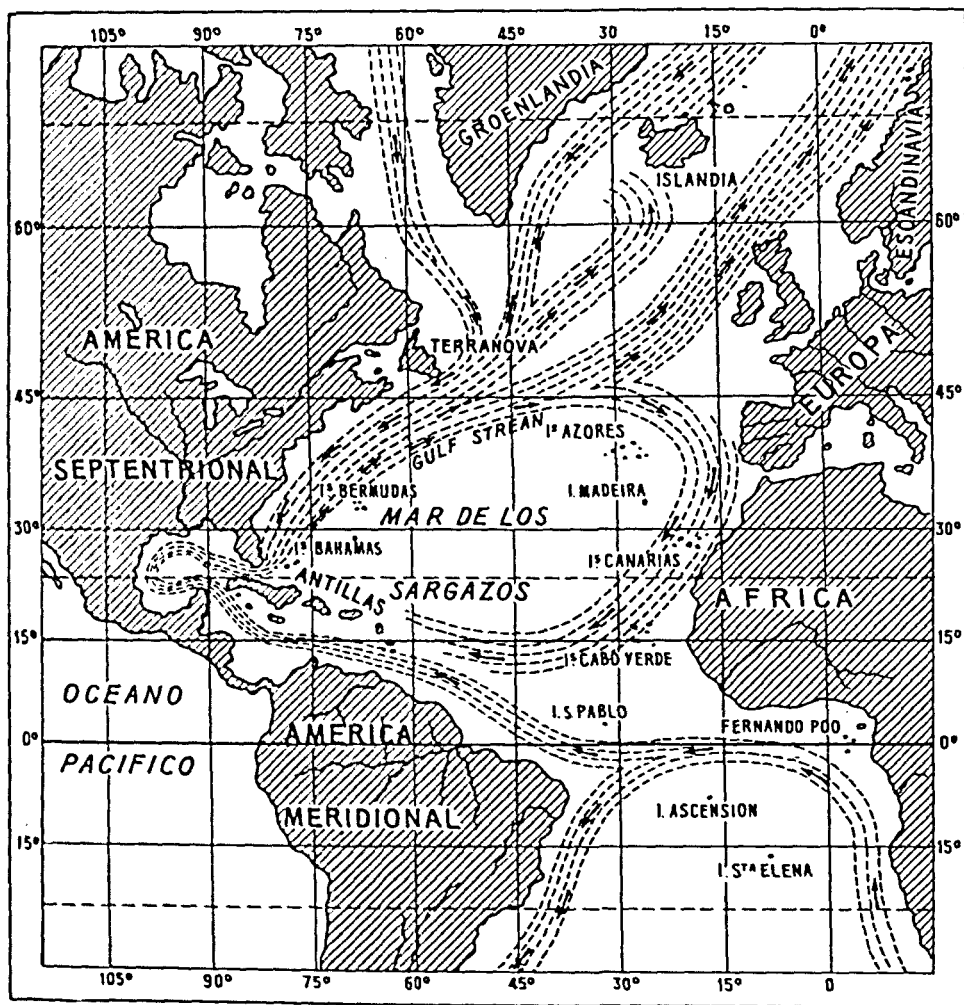


Fig. 4.—Corrientes marinas del Atlántico septentrional y ecuatorial.

mar descendiese 100 metros las islas británicas quedarían unidas al continente; el mar del Norte se convertiría en un estrecho golfo, y el mar Báltico quedaría en seco y reducido a una alineación de lagos. Por el contrario, un descenso de 200 metros en el nivel del Cantábrico ape-

nas haría aumentar la extensión de las tierras, constituidas por montañas, cuyas vertientes continúan bajo el mar.

Desde el borde externo de esta especie de acera o zócalo de las grandes áreas terrestres, a partir de la plataforma continental, el fondo de los mares desciende, con gran frecuencia, por un talud abrupto, a profundidades submarinas de 1.000 y más metros, que es el verdadero borde de las cuencas oceánicas, las cuales se extienden por las zonas centrales de los océanos con profundidades del orden de los 4.000 metros. Las fosas profundas submarinas no suelen estar en las zonas centrales oceánicas, sino en parajes próximos a las costas continentales, como ocurre con la alargada fosa del Pacífico, situada junto a la costa chileno-peruana. En otros casos, están en el lado oceánico de los archipiélagos que bordean a las áreas continentales, como es el caso de la fosa de las Filipinas, en el Océano Pacífico, y la de las Bermudas, en el Atlántico.

Distribución de la hidrosfera. Persistencia geológica de las áreas oceánicas y continentales

En la distribución de la hidrosfera en el ámbito terrestre creemos ver tres zonas, caracterizada cada una por especial modalidad tipológica, que son:

a) Áreas centrales oceánicas, de gran profundidad; en general, superior a la media batimétrica de 4.000 metros; siendo pocas las islas que, en general, son de origen y constitución volcánica, tales como la del conjunto denominado Macaronesia, en el Atlántico (Azores, Madeira, Canarias, Cabo Verde, Ascensión, Santa Elena), o de formación madreporica, en el Indico y Pacífico. Corresponden a este primer tipo hidrosférico las áreas centrales del Atlántico, Pacífico e Indico. Característica común es el fondo marino de relieves suaves y atenuadas escabrosidades.

b) Áreas marinas cercanas a los bordes continentales, intercaladas entre grandes penínsulas e islas, archipiélagos en guirnalda, que aislan, entre ellos y el continente, importantes áreas de la hidrosfera. Tal es el caso de los mares de la Insulindia, entre Asia y Australia; el mar Polar Ártico; el mar del Japón y los de la China, en el Oriente Asiático. Análoga característica tiene la zona del mar Indico, entre Madagascar, con el archipiélago de las Seicheles y la costa oriental de Africa. En América Central, el mar de las Antillas con el golfo de Méjico. En Europa, corresponde a tal tipo el mar del Norte. Quedan comprendidos en tal conjunto marino los mares adentrados en las áreas continentales.

como el Mediterráneo, y sus atines el Báltico, Mar Rojo, Golfo Pérsico, etc.

c) El tercer grupo de componentes de la hidrosfera lo forman las acumulaciones acuosas situadas en el interior de las tierras actualmente emergidas, sin comunicación directa con el mar, tales como el Caspio; los extensos lagos de áreas continentales endorreicas o semiendorreicas, como el Aral; los grandes lagos africanos y de América del Norte, y toda la red fluvial de las áreas continentales.

Si análogamente a lo expuesto respecto a distribución de las áreas oceánicas atendemos a la que presentan las áreas terrestres, que sobresalen en las zonas marítimas de la hidrosfera, se observa que el conjunto de masas continentales y de grandes islas están agrupadas en el hemisferio boreal, alrededor del mar Glacial Ártico, prolongándose hacia el ecuador con dos grandes conjuntos territoriales: el del hemisferio oriental, formado por las masas continentales de Eurasia, África, la Insulindia y Australia, y el del hemisferio occidental, con la extensa área del continente americano y la masa insular de las Antillas.

Tales conjuntos de tierras, actualmente emergidas, rebasan hacia el Sur la línea ecuatorial, prolongándose en punta hacia la masa territorial de la Antártida, a la cual no llegan las tres prolongaciones: de Australia, con Tasmania; del África Austral, con el cabo de Buena Esperanza, y América Meridional, con el cabo de Hornos.

Se establecen, así, dos hemisferos de características diferentes: el Septentrional, de predominio terrestre, y el Meridional, de predominio marino.

El estado de desarrollo a que han llegado los conocimientos geológicos, especialmente en lo que se refiere a paleogeografía, estratigrafía, geotectónica y orogenia, permite intentar exponer algunas consideraciones respecto a características geológicas, especialmente en relación con la historia evolutiva terrestre.

Se refiere una de ellas a la existencia en las amplitudes continentales de grandes áreas territoriales, estabilizadas y permanentes desde tiempos muy antiguos de la historia geológica. Tal ocurre con el denominado «escudo canadiense», en el Norte del Continente americano, y, análogamente, con el «escudo báltico», en el Norte de Europa; constituidos, uno y otro, por muy antiguos terrenos, anteriores al paleozoico, y, actualmente, metamorfizados; áreas continentales que permanecen rígidas y estables desde los tiempos del arcaicozoico, en las que, se supone, se formaron. Hecho semejante se ha deducido de la existencia en los territorios rusosiberianos de gran área estabilizada desde antiguas épocas paleozoicas. En su mayor parte el continente africano (salvo la zona

mediterránea) desde el Sáhara hacia el Sur, está constituido por un substrato prepaleozoico y del paleozoico inferior, que fué arrasado por las acciones erosivas de la dinámica externa, y que permanece estable e inalterado, sin haber experimentado posteriores plegamientos, aunque sí grandes roturas y dislocaciones. Constitución semejante se observa en la gran área brasileña de América Meridional.

Tales zonas estabilizadas y de permanencia inalterada de los continentes durante la gran duración de los tiempos geológicos son comparables y equivalentes a las áreas submarinas, que con semejantes características geomorfológicas hemos señalado en las zonas centrales profundas de los océanos; hechos, unos y otros, que conducen lógicamente a la deducción de la permanencia, a lo largo de la duración de los tiempos geológicos, de tales extensiones oceánicas y continentales.

Pero sería en extremo hipotético y aventurado suponer que tal constitución alcanzara, en antigüedad, hasta la formación de la primitiva corteza terrestre, pues, en tales respectos, el horizonte de los conocimientos científicos se entenebrece y la oscuridad y el enigma dominan, hasta el presente, en este problema geológico.

Áreas y alineaciones de mínima resistencia terrestre

En contraste con las áreas de gran persistencia a lo largo de los tiempos geológicos, existen otras, de constitución marina y terrestre, que, por sus características geomorfológicas, se deben considerar inestables y sometidas a importantes cambios geográficos en el transcurso de los tiempos de la historia evolutiva de la Tierra; áreas de mínima resistencia, modificadas por las revoluciones geológicas de índole orogénica y por movimientos epirogénicos del suelo, originadas, tales transformaciones, por la actividad funcional de la dinámica interna del Globo.

Corresponde a extensión terrestre de tales características el gran conjunto de territorios formados por grandes islas y archipiélagos que bordean en guirnalda, por Oriente, el continente asiático, del que están separadas por mares de extensión reducida y no gran profundidad, haciendo frente exteriormente las guirnalda insulares de las Kuriles, del Japón, Formosa, Filipinas, etc., a las grandes extensiones del Océano Pacífico, y, prolongándose por el Sur hacia Australia, las alargadas penínsulas asiáticas y las grandes islas de la Insulindia, en mares someros, epicontinentales, de profundidad, en general, inferiores a los 200 metros, y, que excepcionalmente, rebasan los 2.000 metros.

Al mismo tipo de áreas inestables de la corteza terrestre corresponde

el conjunto de tierras y mares que comprende la estrecha zona continental de América Central, las grandes islas de Cuba, Santo Domingo, Jamaica, Puerto Rico, con los archipiélagos de Bahama y de las islas de Barlovento, que cierran, en arco, el mar de las Antillas y que, desde la península de la Florida, avanzada desde América del Norte, se prolongan hasta la isla de la Trinidad, destacada de la costa de Venezuela, en América Meridional, dando frente el conjunto insular exterior, a las amplitudes del Océano Atlántico (fig. 5.^a).

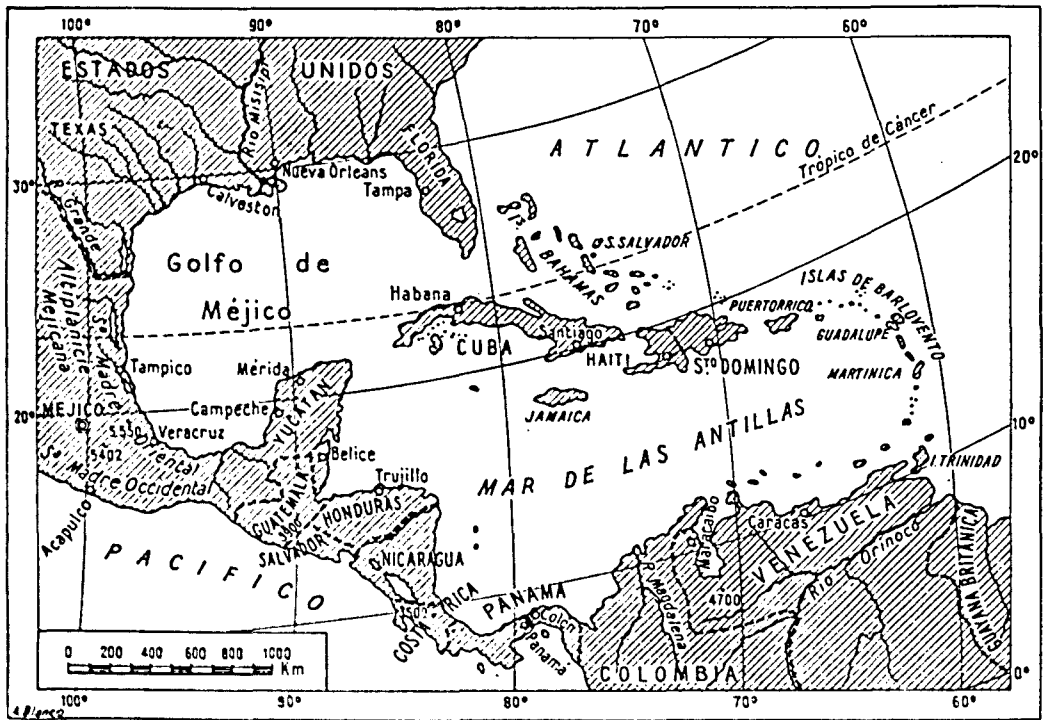


Fig. 5.—Mapa de América Central, mar de las Antillas y Golfo de Méjico.

Todo a lo largo del litoral americano, de la inmensidad del Océano Pacífico, se presenta con arrumbamiento meridiano, casi de polo a polo. la gran cordillera de los Andes, con altos relieves, en la que se escalonan de Sur a Norte, entre otras, las siguientes cumbres: *Monte Darwin*, 2.130 m., en la Tierra del Fuego; *Tupungato*, 6.570 m., en Chile; *Aconcagua*, 7.040 m., en la Argentina; *Sorata*, 6.620 m., en Bolivia; *Huascaran*, 6.760 m., en Perú; *Chimborazo*, 6.310 m., en Ecuador; *Tolima*, 5.620 m., en Colombia; *Irazu*, 3.500 m., en Costa Rica; *Fue-*

go, 3.900 m., en Guatemala; *Orizaba*, 5.577 m., y *Popocatepetl*, 5.420 metros, en Méjico; *Monte Whitney*, de Sierra Nevada, de 4.541 m., en California; *Monte Columbia* y *Monte Mackinley*, 6.240 m., en Alasca. Tan larga alineación montañosa indica zona de mínima resistencia del Globo, en la que las actividades orogénicas del dinamismo interior terrestre han producido la rotura, arrugamiento, dislocación y amontonamiento de los materiales litológicos componentes de la corteza terrestre; la cual, en contraste y compensación de lo elevado, aparece a lo largo de la costa de Chile y del Perú formando alargada fosa submarina en longitud de unos 2.400 kilómetros, con profundidades que, en diversas partes, rebasan los 6.000 metros.

Otra zona terrestre de mínima resistencia es la que, con arrumbamiento general meridiano de sus accidentes, está localizada entre el occidente asiático y el oriental africano; señalándose por el mar Rojo, que constituye alargada fosa geotectónica, limitada lateralmente por fracturas en falla, depresión ocupada por las aguas marinas. Más al Sur, en Africa Oriental, los extensos y alargados lagos Nyasa, Tanganika y, al Norte de éstos, los lagos Alberto y Rodolfo, presentan caracteres tectónicos de corresponder a depresiones encuadradas lateralmente por fracturas. En el lado occidental, hacia el interior africano, se eleva la alta montaña del Rubenzori, con 5.120 metros de altitud, y, en el lado del Africa Oriental, el Kilimandjaro, de 5.890 metros, y el Kenia, de 5.520 metros.

El mar Rojo, entre su salida al golfo de Aden y Suez, tiene unos 2.300 kilómetros de longitud, por anchura media de unos 200 kilómetros. En el extremo hacia el Mediterráneo, la península granítica del Sinaí establece la bifurcación en dos estrechos golfos, el de Suez y el de Akaba. Este último se prolonga a lo largo de Palestina por la fosa geoclástica del Jordán. El mar Muerto es la depresión terrestre más profunda que existe, con el nivel de sus aguas, de gran salazón, situado a — 334 metros y, el fondo, a 794 metros bajo el nivel del Mediterráneo. El conjunto del valle del Jordán con el mar Muerto, el golfo de Akaba, el mar Rojo y los grandes lagos del Oriente africano, forma extensa zona de fractura de la corteza terrestre, que, en grandes porciones, está invadida por mares o lagos, componentes de la hidrosfera.

El Mediterráneo, conjuntamente con la diversidad de los territorios que le encuadran, con las irregulares y extensas penínsulas que en él se adentran, y con sus grandes islas y variados archipiélagos, es una de las áreas terrestres mejor conocida y más típica de zona inestable y cambiante en el transcurso de los tiempos geológicos.

Constituyó el conjunto mediterráneo, en las épocas mesozoicas, predominante extensión de mares epícontinentales, con sucesivas transgresiones y regresiones, o sea de lentas invasiones y retiradas del mar de los compartimientos terrestres inmediatos, los cuales pausadamente oscilaban: hundiéndose, en el primer caso, y levantándose, en el segundo. En ciertas partes del fondo submarino predominó movimiento más o menos persistente de submersión, originándose las zonas denominadas «geosinclinales», cuyo fondo cedía con el peso de los sedimentos que sobre él se acumulaban, aumentándose gradualmente el espesor de aquéllos; fenómeno que tuvo largo proceso de continuidad, con mayor o menor intensidad en el transcurso, principalmente, de los períodos jurásico y cretáceo. La naturaleza de los sedimentos y los fósiles que éstos contienen, permite reconocer si se trata de mares en geosinclinal o epicontinentales; pudiéndose determinar, más o menos aproximadamente, el recorrido de las zonas marinas geosinclinales.

El estudio y determinación de las variaciones ocurridas en la gran extensión del Mediterráneo, rebasando, en Asia, la amplitud del mar Negro, y, comprendiendo amplia superficie terrestre, cambiante en el transcurso de las épocas geológicas, ha sido magistralmente descrito por el geólogo E. Suess, en su célebre obra «La Faz de la Tierra».

Las épocas neozoicas, principalmente desde avanzados los tiempos paleogenos, se caracterizan por revolución geológica de carácter orogénico, que alzó las cadenas montañosas alpinas, plegando los terrenos, principalmente los correspondientes al relleno de las geosinclinales. Las cadenas orográficas de tipo alpino comprenden no solamente los Alpes, sino también diversidad de alineaciones montañosas de los contornos mediterráneos y de los países del Asia Occidental y el Himalaya. Los grandes trastornos geológicos de la revolución alpina persistieron con diversas etapas paroximales, incluso hasta la época pliocena, y son los que han dado la contextura actual a la geomorfología de los países mediterráneos y circunmediterráneos.

Las geosinclinales, según lo expuesto, deben considerarse como alineaciones de mínima resistencia de la corteza terrestre, en las que han actuado con más facilidad las acciones orogénicas.

Volcanismo y sismicidad de las áreas terrestres de mínima resistencia.

En los movimientos orogénicos se consideran como fenómenos concomitantes y derivados las erupciones volcánicas y las acciones de la sismicidad, o sean los terremotos. Son ejemplos notables de intensas

erupciones volcánicas la del Vesubio, que permanecía sin señales importantes de actividad en los comienzos de la era cristiana, y que el año 23 entró en actividad con violenta erupción, que sepultó con cenizas y demás productos volcánicos a las ciudades de Pompeya y de Herculano.

Por lo que se refiere a la vulcanología americana, el Cotopaxi (Ecuador), en sus erupciones, lanzó al aire la parte superior de la montaña.



Fig. 6.—Nube ardiente de las emitidas en la erupción de 1902 por el volcán del Monte Pelado, de La Martinica (Antillas), que destruyeron la ciudad de San Pedro.

(Foto A. Lacroix, 1902.)

Las islas del gran lago de Managua (Nicaragua) son, en opinión del profesor Salvador Calderón, que las reconoció, fragmentos del cono volcánico lanzados por la erupción del Momotombo. El volcán del Monte Pelado de la Martinica (Antillas), en la violenta erupción de 1902, emitió ingentes y densas nubes de cenizas con gases a elevada temperatura que destruyeron instantáneamente la ciudad de San Pedro con sus habitantes; un monolito de roca eruptiva surgió del cráter, elevándose lentamente y alcanzando en pocos meses la altura de cerca de 400 metros (figs. 6.^a y 7.^a). En 1883, la isla volcánica Krakatoa, situada entre Java y Sumatra, y muy poblada, hizo explosión, desapareciendo más

de la mitad de ella; las tenues cenizas de la erupción llegaron a las altas zonas de la tropoesfera, y arrastradas por los vientos contraalísios fueron reconocidas en Madrid por el geólogo José Macpherson, estudian-

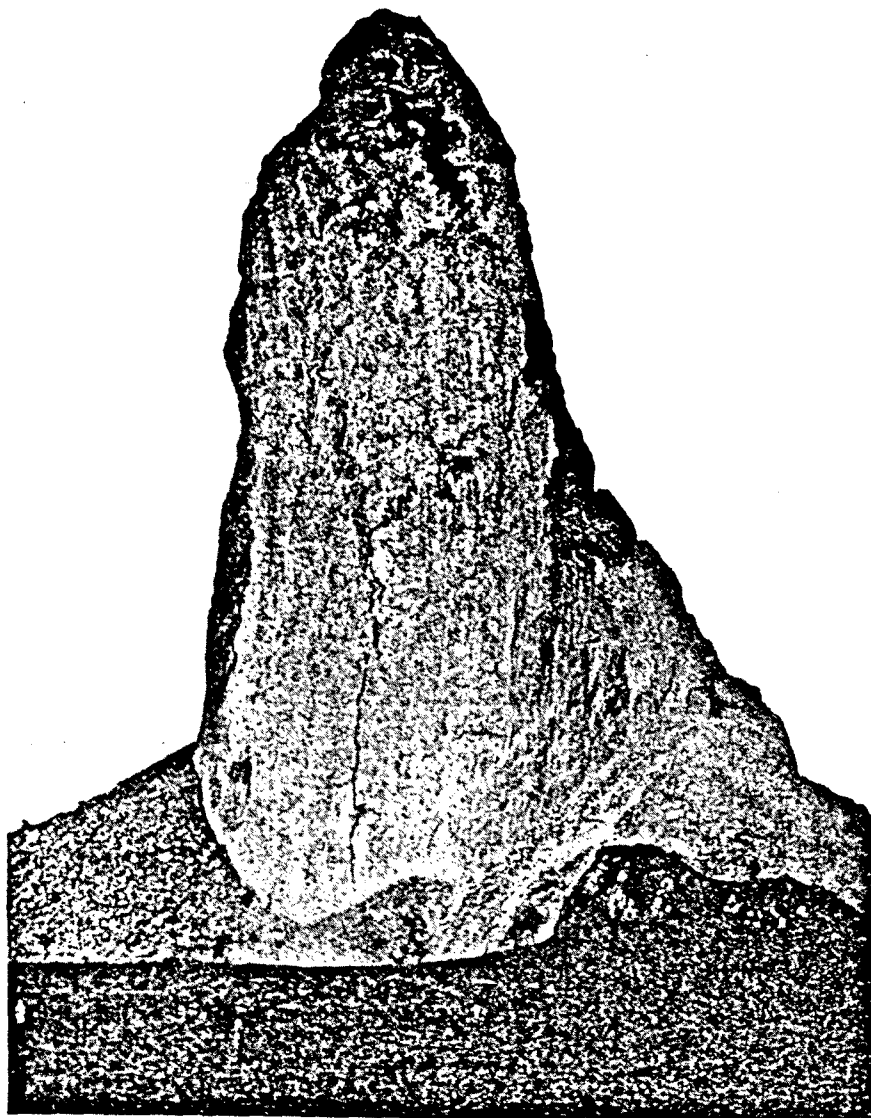


Fig. 7.—Monolito de lava solidificada que surgió lentamente por el cráter del volcán del Monte Pelado, de La Martinica (Antillas), en la erupción de 1902.

(Foto A. Lacroix, 1902.)

do al microscopio los corpúsculos pétreos arrastrados al suelo por una nevada; la ola formada por la explosión invadió la costa de Java y ocasionó la muerte a 40.000 personas (fig. 8.^a).

La inestabilidad de las áreas terrestres se señala por la frecuencia y, a veces, intensidad de los terremotos; tales como en Italia meridional y archipiélago griego, en las guirnaldas de islas del Oriente y Sureste



Fig. 8.—El vapor «Barrow», transportado al interior del litoral de Java por las ingentes olas producidas por la explosión volcánica de la isla Krakatoa, en 1883. (Copia del grabado de la referencia del profesor Vilanova, publicada en los Anales de la Sociedad Española de Hist. Nat.; reproducción gráfica de la Memoria del Gobierno holandés.)

asiático, como Japón y Filipinas; a lo largo de la cordillera Andina, tanto en el Sur, Chile y Perú, como en el Norte, en California.

Se ha supuesto que las manifestaciones del volcanismo y la sismicidad son fenómenos en decrecimiento de las actividades paroxismales de las revoluciones geológicas de la constante actividad del dinamismo endógeno terrestre. Pero cabe también la hipótesis que los volcanes, en muchos casos, desempeñan el papel de válvulas de seguridad de la continua actividad en el interior de la Tierra y los terremotos sean manifestaciones localizadas de tal dinamismo.

Por lo que respecta a la Península hispana, en lo que se refiere a sus áreas de estabilidad o de inestabilidad, deben considerarse territorios firmes y estables, desde muy antiguo, los arcaicozoicos y graníticos del territorio galaico y los de algunas otras regiones, sobre los que se asientan los estratos del paleozoico inferior. Sigue en orden de estabilización el extenso conjunto que forma el gran témpano cortical del Escudo Hes-

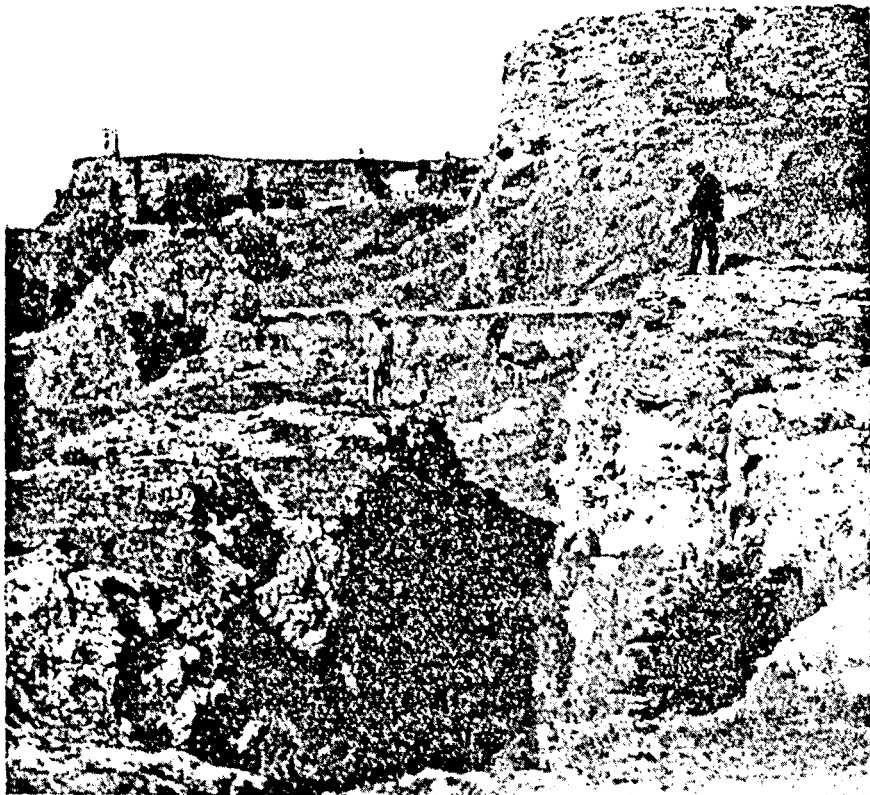


Fig. 9.—Falla abierta y con desplazamiento en la vertical, en el Alcázar de Carmona y en la campiña de los Alcores (Sevilla), producida por el terremoto de 1504.

(Foto Hernández Pacheco, 1925.)

périco, consolidado por los efectos de la gran revolución hercínica de fines del paleozoico, reducido a superficie de arrasamiento geológico por los efectos erosivos durante el largo transcurso de la era mesozoica y comienzos de la neozoica: Escudo Hespérico en el que se dejó sentir acciones de rejuvenecimiento por al influjo de la revolución geológica de los tiempos neozoicos.

A la revolución geológica alpinica se debe en el ámbito peninsular el principal relieve de los Pirineos, de la Cordillera Cántabro-Astúrica y de la Cordillera Bética, y, como derivación especial, la constitución y relieve de la orla mesozoica portuguesa y los accidentes geoclásticos de las Lusitánidas.

Corresponden a áreas inestables del ámbito hispano tres principales territorios, que son: *a)* El Sureste peninsular.—*b)* La Cordillera Bética con la zona del Estrecho de Gibraltar.—*c)* La penillanura litoral portuguesa entre Sado y Vouga. En estas tres áreas los movimientos del suelo se señalan por costas levantadas durante el transcurso del plioceno y del cuaternario.

Acompañan a estos movimientos, en épocas históricas, importantes y frecuentes fenómenos sísmicos, de los que son ejemplos: en el Sureste, los catastróficos y repetidos terremotos de Játiva y valle del Montesa, en 1748, descritos por Cavanilles en su «Historia Natural del Reino de Valencia» y por el cronista de Játiva Sarthou Carreres en 1922. En el territorio portugués citado son frecuentes los terremotos, destacando por su importancia y extensión el que destruyó Lisboa en 1755. En la Cordillera Bética fué asimismo catastrófico el de finales de 1884, que afectó intensamente a extensa zona de las provincias de Granada y Málaga. A estas tres zonas sísmicas debe agregarse la del borde frontal de Sierra Morena, provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, en donde los movimientos sísmicos son frecuentes, destacando por su importancia el terremoto de 1504, que ocasionó grandes daños en Carmona y en la comarca de los Alcores sevillanos, con producción de larga falla, aún abierta (fig. 9.^a).

Respecto al volcanismo comprende la Península cuatro principales zonas, que son: *a)* La del litoral portugués, entre Sado y Mondego, volcanismo iniciado a fines del paleogeno, y actualmente extinguido; sus rocas son de naturaleza preponderante basáltica (fig. 10).—*b)* La de la provincia de Gerona, en el Noreste hispano, de naturaleza basáltica, estudiada por la Comisión de la Sociedad Española de Historia Natural, formada por Calderón, Fernández Navarro y Cazurro, y posteriormente, con otras formaciones volcánicas españolas por M. San Miguel de la Cámara: zona de desarrollo eruptivo, durante el neozoico, alcanzando algunas manifestaciones, según parece, a tiempos históricos.—*c)* La del Centro peninsular, provincia de Ciudad Real, de época neozoica y del cuaternario inferior, según determinó el autor de este libro por el estudio del yacimiento fosilífero de Valverde de Calatrava. El conjunto de esta zona volcánica es de naturaleza basáltica y ha sido estudiada y descrita por el profesor F. H.-Pacheco de la Cuesta, en

importante obra editada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—*d*) Extensa área del Sureste hispano (Mar Menor, Campo de Cartagena, Cabo de Gata, isla de Alborán, etc.), cuyo volcanismo es de época neogena, y de constitución petrográfica muy compleja.

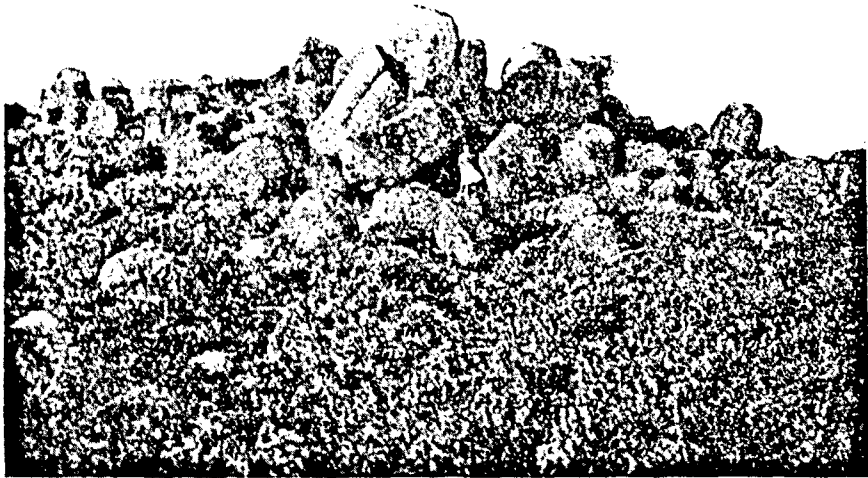


Fig. 10.—Cerrillo de peñones de basalto en la comarca de Lisboa, cerca de Alvarinhos, entre Cintra y Ericeira.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

Distribución batimétrica de los sedimentos marinos

Las acciones mecánicas de la hidrosfera están en las amplitudes oceánicas concentradas en la zona superficial, de tal modo, que a los 50 metros bajo la superficie no llega el impulso del oleaje de las violentas tempestades ni a los 500 metros de profundidad, la acción de las corrientes marinas. En éstas, las corrientes frías de retorno avanzan con gran lentitud, pudiéndonlas considerar de convección, restauradoras del equilibrio de la masa líquida.

En contraste con el intenso dinamismo que existe en las zonas superficiales de la hidrosfera y con su abundante desarrollo y variedad de organismos, en las zonas profundas todo es quietud y estable permanencia.

Según los datos adjuntos, en los océanos se han reconocido las siguientes profundidades:

Atlántico Oriental del Norte....	Al Norte de Cabo Verde.....	6.435 m.
Atlántico Oriental del Sur....	Cerca de Santa Elena.....	6.013 »
Atlántico Occidental del Norte..	Fosa Hiti.....	9.209 »
Atlántico Occidental del Sur...	Fosa Sandwich.....	8.264 »
Pacífico Oriental.....	Al N. de Nueva Zelanda.....	9.427 »
Pacífico Occidental.....	Al E. de Filipinas.....	10.830 »
.....	Al SE. de Yeso.....	10.535 »
Indico Oriental.....	Al S. de Sumatra.....	7.455 »
Indico Occidental.....	Al SE. de Madagascar.....	5.883 »

Las amplitudes oceánicas, consideradas con estabilidad geológica, tienen las siguientes profundidades:

Atlántico.....	Prof. máxima 9.209 m.	Prof. media 3.800 m.
Pacífico.....	» » 10.830 »	» » 4.100 »
Indico.....	» » 7.455 »	» » 4.000 »

Pudiendo asignarse al conjunto oceánico profundidad media de 4.000 metros.

En la distribución batimétrica de los océanos se distinguen las siguientes áreas:

a) *Nerítica*, correspondiente a la plataforma continental, con profundidades inferiores a los 200 metros o algo más, cuyo fondo está cubierto por depósitos terrígenos, o sea cantos, arenas y cienos procedentes del continente y arrastrados al mar por los ríos o resultantes del deshecho de la costa por los embates del oleaje.

b) *Pelágica*, o de alta mar, hasta de 5.000 metros, en la que se distinguen dos partes: una, descendente, frecuentemente en talud, hasta los 3.000 metros o más, con depósitos «batiales» de fondos finos terrígenos, y otra, desde los 3.000 metros, en la gran extensión de las cuencas oceánicas, en donde el fondo está cubierto por depósitos de cieno, debido a la acumulación de los restos esqueléticos de innumerables organismos microscópicos, que viven nadando en la superficie, y cuyos esqueletos caen al fondo, dando lugar, por alteración, a un depósito calizo, en los mares cálidos y templados, llamado «barro de globigerinas», por cuanto es debido a los caparazones de estos foraminíferos. En los más fríos, el cieno del fondo es silíceo y constituido por esqueletos de los organismos unicelulares, denominados «radiolarios», y también al acúmulo de caparazones de las algas unicelulares, denominadas «diatomeas», las cuales viven en toda clase de aguas.

c) *Abisal*, o sea zona de los grandes fondos, superiores a los 5 000 metros; fondos cubiertos, principalmente, por una especie de arcilla roja, de formación lentísima, y resultante, en gran parte, de la descomposición del polvo volcánico, y también meteórico, que cae en el mar.

La gran presión de las aguas a tal profundidad hace que se disuelva la caliza de los esqueletos de animales microscópicos, antes de alcanzar el fondo.

LA LITOSFERA

Comprende la litosfera la envoltura sólida y continua, situada inmediatamente bajo la hidrosfera, o directamente, en grandes extensiones, en contacto con las capas inferiores de la atmósfera. La parte de la li-



Fig. 11.—Terreno granítico de la Pedriza del Manzanares, en la Sierra de Guadarrama (Madrid).

(Foto Hernández Pacheco.)

tosfera asequible a la observación directa, o sea la zona más exterior, está compuesta de rocas que, adelantando ideas, son de dos clases: unas, procedentes del interior de la Tierra, como las rocas eruptivas granudas y las emisiones de rocas porfídicas (figs. 11 y 12), y las volcánicas, tales como el basalto y, en general, las lavas (fig. 13). Otras rocas, componentes de las zonas más exteriores de la litosfera, son las denominadas detríticas y sedimentarias, formadas por las acciones dinámicas

externas, que destruyen las rocas preexistentes, sean de la clase que sean, acumulándose los restos detríticos en la superficie terrestre, en capas horizontales.

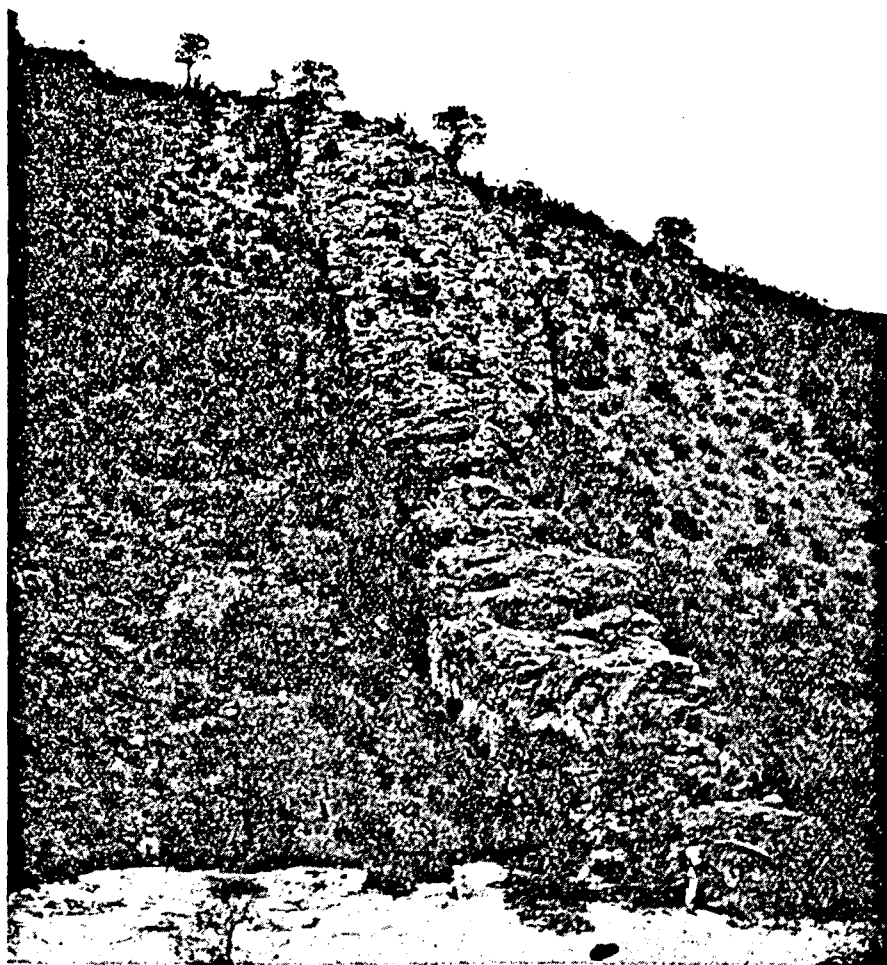


Fig. 12.—Masa eruptiva de porfírita inyectada en forma fiónica, atravesando las pizarras carboníferas de Cerro Muriano, en la Sierra de Córdoba.

(Foto Hernández-Pacheco, 1906.)

Fenómenos geológicos alteran la disposición primitiva de los sedimentos, presentándose las capas litológicas inclinadas (fig. 14), plegadas, rotas y dislocadas, y, a través del conjunto rocoso, se inyectan nuevos

materiales lapideos procedentes del interior terrestre, generalmente en estado fundido o pastoso. Está, pues, el conjunto de las capas externas de la litosfera en continuo estado de transformación

Al tratar de la hidrosfera se expuso las profundidades medias y máximas de las zonas oceánicas. Por lo que se refiere a las áreas continentales de la litosfera, se observa que hay más disparidad, respecto a la distribución de altitudes, en las áreas continentales, que la que existe

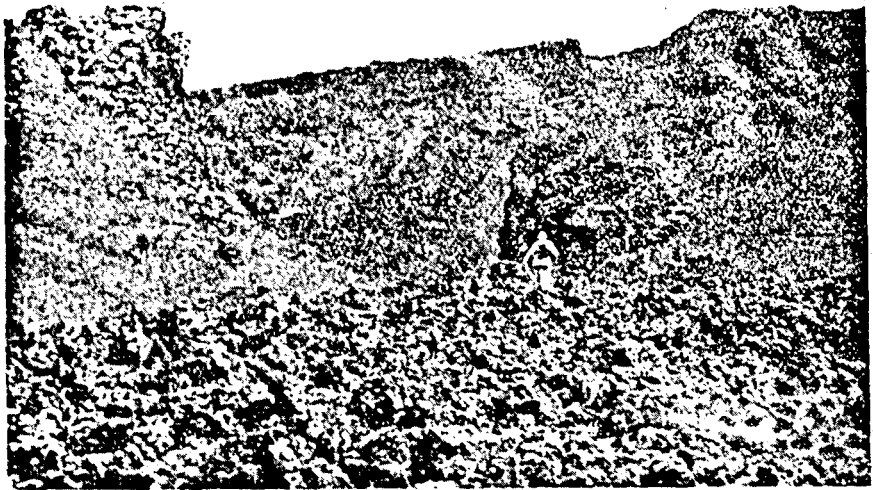


Fig. 13.—Volcán de los Cuervos y colada de lava, del periodo eruptivo de 1730 a 1736, en la isla de Lanzarote (Canarias).

(Foto Hernández-Pacheco, 1907.)

en las áreas oceánicas, respecto a distribución de profundidades. En tales respectos, Martonne ha expuesto que las tres cuartas partes de la extensión de Europa están por bajo de los 500 metros de altitud, con una media de 330 metros. Una tercera parte de Africa está comprendida entre los 500 y los 2.500 metros y altitud media de 660 metros. En Asia, sobrepasa del millar de metros más de la tercera parte de la extensión total, asignándose al continente asiático elevación media de 1.010 metros sobre el nivel del mar. En el hemisferio austral, el extenso territorio australiano alcanza tan sólo la altitud media de 210 metros; mientras que América Meridional presenta la de 650 metros, a causa de la intumescencia orográfica de la Cordillera Andina.

El desnivel de la litosfera asequible a la observación directa es de 19.679 metros, comprendida entre la más alta cumbre terrestre, la del Everest, en el Himalaya, y el fondo de la más honda fosa submarina.

El espesor de la zona litológica exterior de la litosfera no está determinado. La observación directa hacia el interior de la corteza terrestre es de muy escaso alcance, pues los medios actuales de prospec-

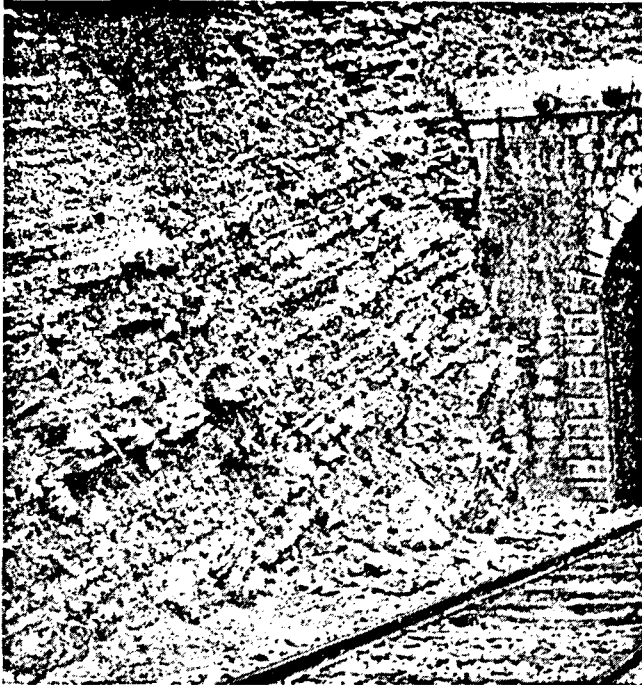


Fig. 14.—Terreno sedimentario formado por alternancia de estratos de caliza y de marga correspondiente al jurásico de Gaucín, en la serranía de Ronda.

(Foto Hernández-Pacheco.)

ción, mediante sondeos, no pasan mucho de los tres kilómetros a que alcanzan los modernos métodos de perforación empleados en las investigaciones petrolíferas, ni lo resuelven tampoco los métodos geofísicos de prospección de los terrenos geológicos. Algo puede deducirse de la evaluación en espesor de los conjuntos de terrenos apilados en los grandes relieves orográficos.

En todo caso, por estos, y otros métodos, se llega a la deducción que el espesor de la capa exterior de la litosfera con las características litológicas que se observan en la superficie es de muy pocos kilóme-

tros; espesor relativo de una tenue e irregular película, la de la capa externa de la litosfera, con las características que en el exterior pueden examinarse mediante observación directa.

Geotermia

En los estudios de investigaciones relativas a la litosfera son de gran interés las deducciones derivadas de la geotermia. Se ha observado que en la denominada «corteza terrestre», o sea el conjunto de terrenos que constituyen la zona externa de la litosfera, las variaciones estacionales de la temperatura, no se hacen sentir más abajo de una zona muy superficial, que no pasa de la profundidad máxima de 20 metros de la superficie del terreno; zona en la cual la temperatura es constantemente igual a la media del lugar en que se hace la observación. A partir de esta «zona isogeoterma», la temperatura va aumentando regularmente hacia el interior de la Tierra, denominándose «grado geotérmico» a la profundidad en metros, a partir de dicha zona, en que la temperatura va aumentando de grado en grado del termómetro centígrado; grado geotérmico que es variable de un paraje a otro, en relación con la naturaleza de las rocas que forma el terreno y de diversidad de características locales, siendo la media el aumento de un grado por cada 33 metros que se profundiza.

F. Rinne ha recogido importantes datos respecto a este hecho; según los cuales, en el sondeo de Czuchow (Silesia), a los 2.221 metros de profundidad, la temperatura era de 83° 4, siendo el grado geotérmico de 31.80 metros. En la perforación del túnel del Simplón la temperatura era 54°, bajo un espesor de rocas de 2.135 metros. En Paruschowitz (Alta Silesia), bajo un espesor de 2.300 metros, el grado geotérmico era de 29 grados, y, en Speremberg, de 33 grados. En parajes de minas metálicas, la medida reconocida fué de 60 metros por grado de temperatura; y, por el contrario, en la comarca francesa de volcanes extinguidos, aumentó la temperatura a un grado por cada 14 metros de profundidad, y, en algunos sondeos de Alsacia, se observó el excepcional aumento de un grado por cada 10 metros.

Suponiendo la constancia en profundidad de la media geotérmica de un grado por cada 33 metros, resulta que a profundidad tan sólo de seis kilómetros existiría temperatura superior a 150 grados, y, a los 66 kilómetros, de 2.000°, suficiente para que todos los minerales y rocas de aquella zona de la corteza terrestre estén en estado de fusión.

De lo expuesto se ha deducido que, a profundidad muy pequeña con relación al radio terrestre, debe existir una zona de elevada temperatu-

ra; zona no uniforme, sino irregular, donde existan grandes cantidades de materiales fundidos, que son las «magmas», que en determinadas circunstancias pueden salir a la superficie por las aberturas volcánicas, en forma de lavas y ser inyectadas entre las grietas y capas de la corteza lapídea terrestre.

Las enormes presiones que experimentarán los materiales de las zonas profundas de la litosfera por el peso de las capas suprayacentes hace suponer que, a pesar de la elevada temperatura que allí exista, los magmas habrán adquirido un grado de viscosidad considerable, condición en la que no existe diferencia práctica entre los estados gaseoso, líquido y sólido.

Sial y sima

Las diversas rocas de origen endógeno, o sea las denominadas «eruptivas», y «volcánicas» si son emitidas al exterior por los conductos y aparatos volcánicos, procederán de la diversificación de los magmas, mediante cambios de presión, causas y procesos no conocidos en su esen-



Fig. 15.—Roca granítica de estructura cristalina. Granito de mica negra, de Martorell (Barcelona): cristales de cuarzo, feldespato y biotita. Aumento 50 diámetros, luz polarizada.

(Microfoto Hernández-Pacheco.)

cia; sabiéndose que los minerales que las constituyen presentan grandes diferencias respecto a densidad y volumen, según el estado físico que tengan, fundido o cristalizado.

Los petrógrafos distinguen diversas clases de magmas, agrupándoles en dos tipos fundamentales de magmas y rocas de origen magmático: uno, ácido, silíceo-aluminico, del que es prototipo el granito. Otro básico, silíceo-magnésico, del que puede considerarse como prototipo al basalto (figs. 15 y 16). Suess, en su célebre obra «La faz de la Tierra», ha



Fig. 16.—Roca basáltica de estructura vítrea con cristales. Limburgita de El Retamar (Ciudad Real); feno cristales de olivino y de augita; microlitos de augita; granos de magnetita; fondo, masa vítrea. Aumento 50 diámetros; luz polarizada.

(Microfoto Hernández-Pacheco.)

deducido que uno y otro grupo magmáticos, con sus rocas directamente derivadas, ocupan, cada uno de ellos, especial situación en las zonas profundas de la litosfera; encima, los silíceo-aluminicos, constituyendo la zona del «sial»; debajo, los silíceo-magnésicos, constituyendo la zona del «sima».

Sial y sima, con sus materiales rocosos derivados, aparecen en la corteza terrestre; creyéndose que el sial predomina entre los componentes litológicos de las grandes áreas continentales; y el sima en las extensas áreas sobre las que se asientan las cuencas oceánicas, forman-

do las rocas basálticas, preponderantes componentes de las islas volcánicas de los océanos, tales como las que forman el conjunto de la Macaronesia (del griego «macaros», afortunado), Azores, Madeira, Cabo Verde, y bancos basálticos del Dacia, de la Concepción, etc., en el Atlántico. Es suposición, asimismo admitida por muchos geólogos, que el fondo de los océanos está formado por rocas de tipo basáltico.

F. Rinne, en su tratado «La ciencia de las rocas», resume lo que se supone más probable respecto a características de la litosfera. El espesor de la litosfera será de unos 1.600 kilómetros, estando constituida por silicatos y teniendo densidad media de 3,4. De este espesor corresponderá a la zona externa unos 60 kilómetros (componiendo el «sial» de Suess), que estará formada por rocas magmáticas, que pasarán gradualmente, en profundidad, desde el granito, a un «gabro» básico. Bajo esta zona continúa la peridotita (equivalente al «sima» de Suess), formado por silicatos ferromagnésicos, cuya densidad irá aumentando en profundidad desde la de 3,3 hasta la de 4,35 a los 1.600 kilómetros, siendo de 4 la densidad media de esta segunda zona.

LA BARISFERA Y EL HIPOTÉTICO GLOBO METEORÍTICO

Para la determinación de la constitución y composición hipotética del interior de la tierra se ha partido del estudio de dos conceptos fundamentales: uno es el pertinente a la densidad general del globo terrestre, y la de los minerales, rocas y envolturas que le forman. Otro es relativo al estudio de los meteoritos que constantemente caen en la superficie terrestre, procedentes del espacio interplanetario.

Respecto a lo primero son conocidas las densidades de los materiales componentes de la Tierra y la del conjunto de ella, que es de 5,56, determinación efectuada a finales del siglo XVIII. Las densidades de la atmósfera e hidrosfera se han expuesto en epígrafes anteriores, y también las de los componentes de la litosfera, a cuyo conjunto se asigna la de 3,4 para la zona del sial, y la de 4,35 para la del sima. Para alcanzar la de 5,56, que es la del conjunto terrestre, se ha supuesto que las zonas más interiores del globo terrestre, o sea la «barisfera», estaría formada de metales pesados, tales como hierro y níquel, cuyas densidades, en el conjunto que forman, sería de 7,8, que es la que correspondería al núcleo terrestre, para compensar la poca densidad de las otras envolturas y tener el conjunto terrestre la citada de 5,56. Derivada de tal composición hipotética, de ferroníquel, es la denominación de «nife» empleada por Suess para designar al núcleo o zona más interior de la Tierra.

Los meteoritos que en estado fragmentario caen con relativa frecuencia en la superficie de la Tierra, aunque de procedencia extraterrestre, presentan composición mineralógica y petrográfica semejante a la que forma el globo terráqueo. Son los meteoritos a modo de mensajeros violentos y ruidosos, cuyas características muestran la unidad constitutiva del mundo solar, al que pertenecen y del que, conjuntamente con ellos, forma también parte la Tierra.

El origen y procedencia de los meteoritos es discutido. La hipótesis más admitida es que, en su conjunto, formarían un planeta situado entre las órbitas de Marte y Júpiter, cuerpo planetario que en un paroxismo de su actividad interna estalló y se fragmentó en pedazos múltiples e irregulares conjuntamente con gran cantidad de polvo meteorítico; conjunto fragmentario todo él en circulación, en ancha banda orbital alrededor del Sol, entre las órbitas de los dos planetas mencionados. Fragmentos y polvo cósmico, que por choques accidentales se desvían y caen en la esfera de atracción de la Tierra: polvo meteorítico que en parte se disipa en la atmósfera terrestre o cae en constante lluvia en la superficie de la litosfera y se acumula en los grandes fondos oceánicos. En el gran conjunto fragmentario, algunos de los asteroides circulantes en dicha órbita destacan por el superior tamaño, y al observárseles en su giro, desde la Tierra, se aprecia su figura irregular; tales son, entre otros, los asteroides denominados Pallas y Vesta.

La no existencia de meteoritos con características litológicas sedimentarias, la existencia en algunos de materia vítrea y lo inalterado de los minerales y componentes rocosos, son datos que inducen a admitir la no existencia del agua en el globo meteorítico; que debe considerarse como aborto de un astro que no llegó a completa formación; en el que no pudo desarrollarse la vida orgánica, y que se deshizo sin alcanzar completo desarrollo, al modo del que se realizó en la Tierra. Pero de lo que llega en fragmentos a la Tierra, puede deducirse la muy probable analogía existente entre la constitución interna de las capas profundas del globo terrestre y las que formaban el globo meteorítico.

Todos los elementos que se encuentran en los meteoritos existen en las rocas terrestres, predominando en aquéllos el hierro en asociación con el níquel, constituyendo compuestos muy magnéticos. Además de los cuerpos metálicos son predominantes los silicatos, principalmente el olivino, hiperstena, piroxenos y, entre los feldespatos, las plagioclasas. La estructura petrográfica es granitoide, ofítica o porfirica, y típica de los meteoritos, la condritica, abundante en los pétreos y no frecuente en las rocas terrestres.

Se pueden agrupar los meteoritos en tres grandes conjuntos, con

tránsito de uno a otro, que son: *a*) Piedras meteóricas o «litosideritos», con muy escaso hierro.—*b*) «Litosiderobolitos», con masa pétrea esponjosa que aloja hierro níquelífero entre los huecos, o con abundante granalla de hierro.—*c*) Hierros meteóricos o «siderolíticos», con casi todo hierro en asociación con níquel. Se ha deducido que, atendiendo al orden de densidades, la zona más externa del globo meteorítico estaría formada

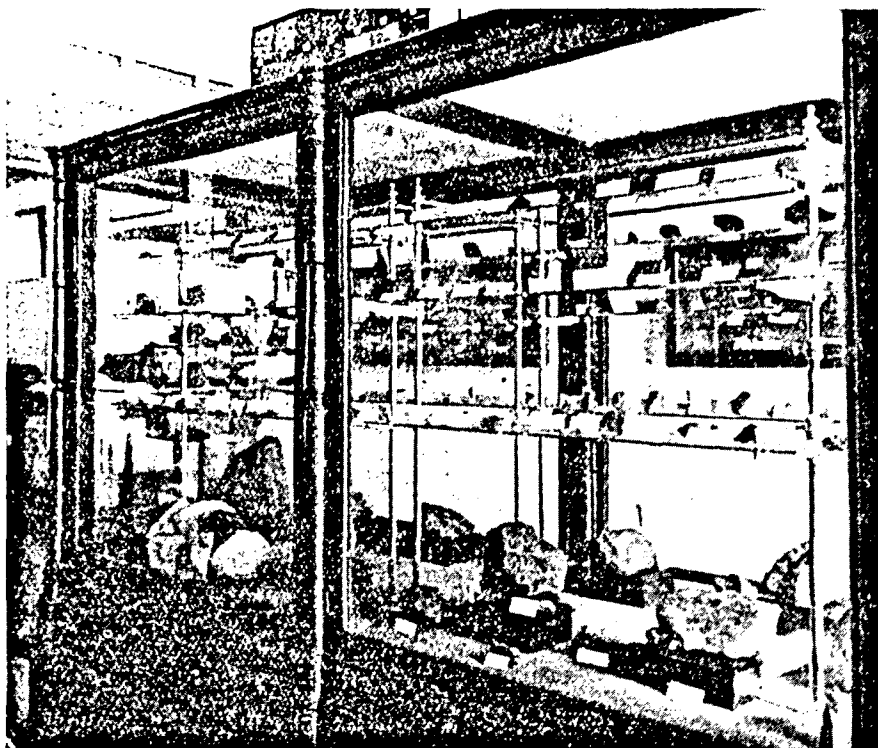


Fig. 17.—Vitrina de meteoritos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, de Madrid.

por las piedras meteóricas, y, la más interna, por los hierros meteóricos y en situación intermedia los de composición pétrea con intercalaciones de minerales ferroníquelíferos, existiendo tránsitos de una zona a otra.

La colección de meteoritos del Museo Nacional de Ciencias Naturales es muy importante, compuesta principalmente, de ejemplares caídos en España y en América (figs. 17 y 18). La mayoría son litosideritos y compuestos de silicatos, con abundante granalla de hierro níquelífero; destacando, entre éstos: Un ejemplar de 2 kilos 227 gramos, de los caídos en

Sigena (Huesca) el 17 de noviembre de 1773. El de Nules (Tarragona); de 7 kilos 862 gramos, caído el 9 de noviembre de 1851. Varios ejemplares, el mayor de 115 kilos 725 gramos, de los caídos en Molina (Murcia), el 24 de diciembre de 1858. Varios ejemplares, el mayor de 29

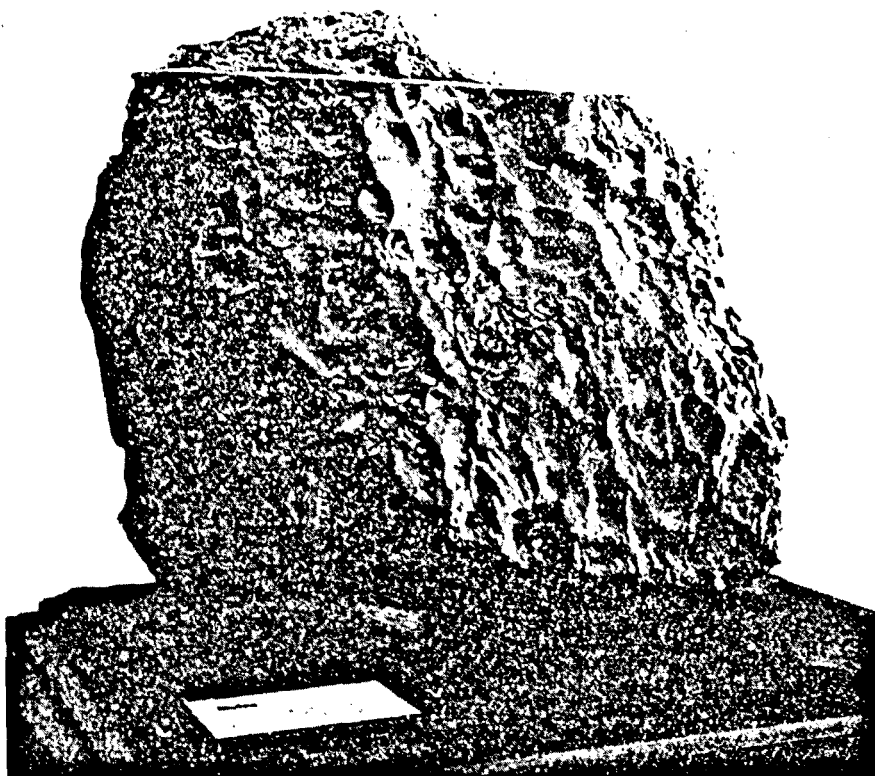


Fig. 18.—Meteorito caído en Molina (Murcia) el 24 de diciembre de 1858, con peso de 115 kilos y 725 gramos. (Se ha destacado de la parte superior una porción para presentar la constitución interna y hacer el estudio petrográfico y el análisis químico.)
Colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales, de Madrid.

kilos 400 gramos de los caídos en Guareña (Badajoz) el 20 de junio de 1892. Diversos ejemplares del que, con gran estampido estalló sobre Madrid, desmenuzándose, el 10 de febrero de 1896, etc. Los ejemplares de Cangas de Onís (Asturias) procedentes de la caída, con explosión y fragmentación, el 6 de diciembre de 1866; tiene el mayor, que se

conserva en el Museo, 10 kilos y 812 gramos y presenta cierta estructura brechoide, indicadora de presiones y dislocaciones en su masa, en el período de formación y consolidación. El gran ejemplar caído en Quesa (Valencia) el 1 de agosto de 1898, corresponde a hierro meteórico, existiendo el ejemplar mayor en el Museo de Viena, y un fragmento pequeño en la colección de Madrid. De la piedra meteórica caída en Olivenza (Badajoz) el 19 de junio de 1924, figuran en la colección del Museo Nacional dos grandes ejemplares fragmentarios de 4 kilos 250 gramos y 3 kilos 200 gramos, respectivamente; es muy pobre en hierro y de estructura condritica, suponiéndose debe corresponder a la zona exterior del hipotético globo meteórico.

Se ha deducido de la manera de transmitirse las vibraciones de la onda sísmica a través del globo, que el estado físico de la barisfera o núcleo terrestre se comporta prácticamente como un cuerpo sólido que tuviese la rigidez y elasticidad del acero. También se ha deducido del examen de los sismogramas, en los que queda registrada la transmisión de la onda sísmica, que ésta experimenta una alteración al llegar a la zona de contacto entre la litosfera y la barisfera, lo que hace suponer que no existe paso gradual e insensible de una a otra zona, sino contacto brusco entre ellas, al modo del que se observa entre la hidrosfera y la litosfera.

El arrugamiento y dislocación que se produce en la superficie terrestre por efecto de las acciones orogénicas del dinamismo terrestre se ha supuesto que era efecto de la pérdida constante del calor del globo terrestre y consiguiente adaptación de la corteza al conjunto, y que, por tal causa, aquélla disminuía de tamaño y se arrugaba; pero la evaluación que se ha hecho, suponiendo desarrollada la zona montañosa de los Alpes, hizo comprender que era mucho arrugamiento para tan pequeña disminución del volumen de la Tierra. Por otra parte, se ha llegado a la deducción que la Tierra adquiere calor de fuentes de energía, internas o externas, tales como la radioactividad y las desintegraciones atómicas; cuyo mecanismo en tal proceso del conjunto terrestre es aún enigmático.

Magnetismo terrestre. Isostasia

Como es sabido, la aguja magnética no se orienta según la dirección meridiana, sino que existe un polo magnético que rige en las variaciones denominadas «declinación magnética», la cual es variable en el tiempo y en el espacio. Tales variaciones en la declinación preocuparon a los dirigentes de la expedición marítima de descubierta ultraatlántica, a Colón, a los Pinzones y a Juan de la Cosa, competentes nautas y expertos pilotos. Otra variación magnética es la «inclinación», según la cual

la aguja magnética tiende a inclinarse, buzando de la situación horizontal. Actualmente se supone que tales actividades y variaciones magnéticas proceden de que la Tierra actúa magnéticamente en su conjunto y es la fundamental fuente de energía magnética, cuyas variaciones dependen, en parte, de la presencia localizada en el interior terrestre de masas de minerales magnéticos, especialmente ferríferos. Las variaciones en el tiempo de la energía magnética se estima que son debidas a variaciones externas, tales como la energía solar manifestada por las manchas solares, no existiendo completa claridad en tales respectos. Deducción hecha acerca de estas cuestiones es la de que la constitución en las zonas profundas de la Tierra de materiales pesados y más ricos en hierro es mayor que en las zonas exteriores.

Por lo que se refiere a los fenómenos terrestres correspondientes a la denominada «isostasia», las investigaciones en tal respecto fueron iniciadas en el último tercio del siglo XIX por el geodesta Pratt, que emitió la hipótesis de las variaciones en la densidad de los diversos compartimientos de la corteza terrestre, enunciando el principio según el cual «la densidad de la corteza terrestre es mayor en las depresiones que en las elevaciones». Hayford, en 1909, estableció que a los 114 metros por bajo el nivel de los mares existía una «superficie de compensación isostática», a partir de la cual hay isostasia, o sea existe igualdad de presión en cada uno de los elementos de la masa, como en un fluido.

Por encima de tal «nivel isostático» los materiales componentes de la litosfera están sujetos a presiones diferentes en distintas direcciones, y, por consecuencia, a tensiones y a posibles desplazamientos, señalándose anomalías en la pesantez, en las inmediaciones de las grandes áreas de relieve y de las profundidades marinas; anomalías de carácter positivo, o sea en más, y anomalías de carácter negativo, o sea en menos. En Europa, el Mediterráneo es área de anomalías positivas, y el conjunto de relieves alpinos, de anomalías negativas. El mar Tirreno y el mar Jónico son parajes de anomalías positivas. Por lo que se refiere a la Península Hispana, el Escudo Hespérico es región de anomalías negativas, y el Sureste español y el litoral portugués, de anomalías positivas. Las características isotáticas suelen estar en relación con las formaciones orogénicas.

La Biosfera

Corresponde a la Biosfera la zona superficial terrestre de la litosfera, comprendiendo a la hidrosfera y a la tropoesfera, o sea a la porción inferior de la atmósfera; constituyendo la Biosfera la zona de la super-

ficie terrestre en la que se manifiestan las actividades de la dinámica interna y externa del Globo; zona en perpetuo cambio y variación por las acciones y fenómenos de dos conjuntos meteorológicos, el externo de la atmósfera, y el interno de las zonas profundas de la litosfera. Además de estas dos acciones complejas, está afectada la biosfera por las radiaciones del mundo extraterrestre, de lo que apenas se llega a vislumbrar algo pertinente a las causas que producen muchos de los fenómenos que se manifiestan en la superficie terrestre.

La biosfera es el asiento de la vida vegetal y animal; asimismo, en continua renovación y evolución en el tiempo y en el espacio; mundo viviente en perpetua lucha con el medio ambiente; lucha entre lo vegetal y lo zoológico, de grupos de plantas contra otros grupos de plantas; de grupos de animales contra otros grupos de animales; de las especies biológicas unas contra otras, y de los humanos contra el mundo inorgánico y el orgánico, para poner a su servicio y utilidad a las fuerzas de la naturaleza y al mundo biológico, y de lucha unos grupos humanos contra otros, para su mayor utilidad y conveniencia.

COMPOSICIÓN LITOLÓGICA DE LA CORTEZA TERRESTRE

Ampliando consideraciones anteriormente expuestas, resulta que los materiales que forman la corteza de la Tierra tienen dos orígenes: unos son procedentes del interior, de las zonas profundas corticales, en donde se supone que existen, al estado de fusión parcial o total, constituyendo los que se denominan magmas, los cuales emigran al exterior, solidificándose y cristalizando, constituyéndose asociaciones de especies minerales, quedando, o no, en la masa, residuo vítreo sin cristalizar, según los casos y especies de rocas que se originan. Estas son las «rocas endógenas», por haberse engendrado en el interior de la corteza terrestre, denominándose también «rocas intrusivas o eruptivas», pues salieron al exterior mediante intrusión o erupción a través de las capas corticales del Globo.

Otras rocas componentes de la corteza terrestre se formaron en el exterior y son resultado de la alteración, descomposición y acumulación de los detritos de las rocas endógenas y también de los materiales disgregados de otras rocas más antiguas, sea de la clase que sean, pero cuyos restos se acumulan en capas en la superficie terrestre o en el fondo de los mares por efecto de las acciones dinámicas marinas y atmosféricas. A tales materiales detríticos se unen, en mayor o menor cantidad, a veces casi exclusivamente, sedimentos químicos de las aguas marinas y continentales y restos esqueléticos de animales y residuos o

impresiones de vegetales. Tal conjunto de rocas, formadas en la superficie de la Tierra, por el juego de las acciones dinámicas exteriores, son las «rocas exógenas», así denominadas por haberse formado al exterior, y también «rocas sedimentarias o estratificadas», por ser resultado de acúmulo de sedimentos y detritos, y por estar dispuestas en capas o estratos.

Rocas endógenas o eruptivas

En las rocas eruptivas el silicio es el elemento químico fundamental, que en el mundo mineral es de importancia equivalente al carbono, en el vegetal, y al nitrógeno, en el animal. Silicio, que entra en la constitución de los minerales petrográficos componentes de las rocas, denominadas por esto «silicatos»; quedando en muchas especies de rocas eruptivas un remanente de sílice, generalmente en forma de granos cristalinos de cuarzo; mientras que en otras rocas todo el silicio se consume en la formación de los silicatos. Las rocas pertenecientes al primer grupo son las denominadas «ácidas», de las que es prototipo el granito. Las del segundo tipo son las rocas denominadas «básicas», de las que es prototipo el «basalto».

Tal diferencia respecto al grado de acidez silicea ocasiona que las segundas, o sea las básicas, tengan un grado de fusión menor que las primeras, y, al salir al exterior por las grietas de la corteza terrestre, corran fundidas por la superficie, formando corrientes, coladas o extensos campos de lavas. Las rocas ácidas necesitan un grado de fusión mucho mayor, y sus lavas se solidifican más fácilmente y no se expansionan, sino que quedan junto a las aberturas de salida, formando acúmulos y pitones rocosos; no forman conos volcánicos de lavas, con cráter, sino amontonamientos informes en los parajes de salida de los gases, lavas y escorias.

En todo caso los volcanes, sean de los tipos que sean, funcionan a modo de válvulas de seguridad en la corteza terrestre, dejando salir los gases acumulados, que a gran presión están en los magmas infracorticales, arrastrando a la masa fundida, que, al salir y solidificarse, forman las lavas, escorias, lapilis y cenizas volcánicas. Los magmas ácidos se solidifican pronto, junto a la salida, y, a veces, forman taponamientos y obstrucciones que son rotas violentamente por los gases acumulados, originándose explosiones de gran fuerza expansiva; de lo que son casos extraordinarios, muy conocidos, la explosión del Krakatoa de 1883, en la Insulindia, que hizo desaparecer la mitad de la isla, y la erupción de la Montaña Pelada, de la Martinica, cuya erup-

ción de 1902 destruyó con nubes ardientes la ciudad de San Pedro, con sus habitantes.

Generalmente el magma ácido, por cuyo enfriamiento y cristalización se origina el granito, no sale al exterior de modo explosivo, sino que la masa magmática cristaliza y se solidifica lentamente en el interior de la corteza terrestre, y sobre ella se depositan los materiales formativos de las rocas sedimentarias, o queda la superficie externa granítica al descubierto en grandes extensiones de la superficie terrestre, actuando la masa granítica superficial como material pasivo en los movimientos orogénicos, o es empujada hacia el exterior, formando intumescencia y constituyendo núcleo axial de los plegamientos montañosos por causa orogénica.

De los estudios geológicos se ha deducido que, bajo el conjunto de rocas sedimentarias que forman la parte más extensa de la corteza terrestre, existen dos envolturas terrestres en mantos continuos o discontinuos: la superior es de magma granítico, a modo de escoria ácida, y debajo de esta capa otra envoltura de magma silíceo básico, de tipo basáltico.

De las partes fundidas de estas envolturas magmáticas es de donde proceden las emisiones volcánicas que, respecto a las de tipo básico, ocupan en superficie amplitudes enormes, de muchos miles de kilómetros cuadrados en las áreas continentales; de lo que son ejemplos la gran extensión del país basáltico del Dekan, en el occidente de la gran península Indostánica. Gran amplitud tienen también los mantos basálticos del Idaho, en los Estados Unidos. En el Atlántico debe existir extensa área del fondo de tipo basáltico, de la que son porciones emergidas la gran área insular de Islandia, y más meridionales los archipiélagos de las Azores, Madeira, Canarias, Cabo Verde, los bancos del Dacia y de la Concepción, etc.

Rocas exógenas o sedimentarias

En el conjunto de rocas de origen externo, dispuestas en estratos, se distinguen tres grupos litológicos, en relación con su procedencia y modo de formarse, grupos que son: a), rocas detríticas;—b), rocas de sedimentación química;—c), rocas de origen orgánico.

Rocas detríticas.—Proceden las rocas detríticas de la descomposición, fragmentación y desmenuzamiento de los materiales lapídeos pre-existent, restos o detritos que, arrastrados y transportados por las aguas y el viento, se depositan y acumulan en capas al exterior o en los fondos marinos.

Los relieves terrestres originados por los impulsos orogénicos, atacados por las acciones erosivas del dinamismo externo, destruyen lentamente las montañas y las transforman en penillanuras, siendo la red fluvial el principal factor de la modificación de los relieves. A los procesos de erosión y arrastre siguen los de depósito y sedimentación de los detritos rocosos, y la formación de nuevas capas o estratos terrestres.

Por tal proceso se originan los acúmulos de canturrales, formados de piedras más o menos redondeadas de cuarcita, tales como las de las

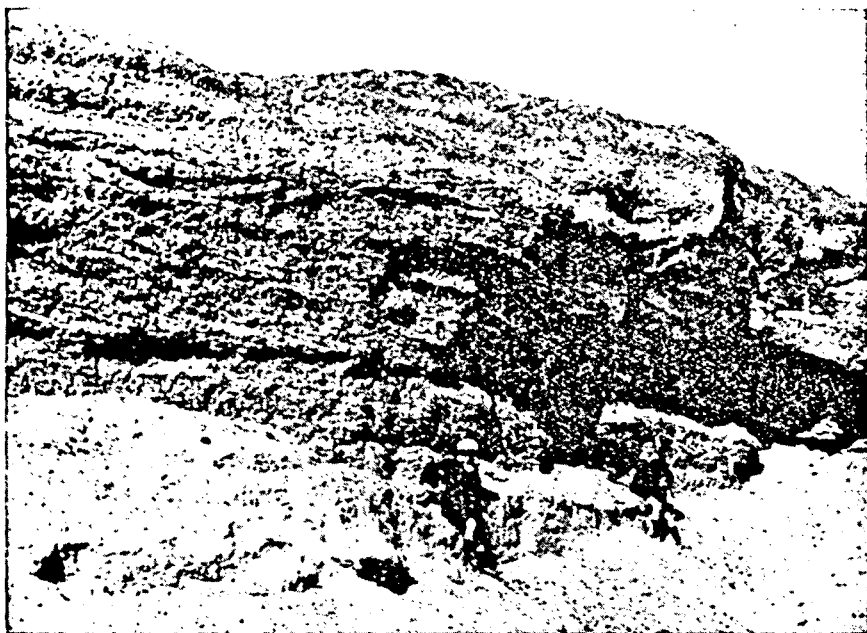


Fig. 19.—Conglomerado de origen fluvial de la segunda terraza del Pisuerga, en Valladolid.

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

rañas de los montes de Toledo, en Extremadura y Sierra Morena. Un mayor desmenuzamiento deja libre los granos de cuarzo de las rocas eruptivas, como los granitos, originándose los mantos de aluviones arenáceo-arcillosos, tales como los que ocupan las llanuras situadas al pie de la Cordillera Central, de la que proceden. Productos arcillosos resultantes de la alteración de los silicatos, u originados por otra causa, se acumulan en formaciones arcillosas. Los detritos rocosos resultantes de tal proceso destructor son la base de nuevas rocas, formándose con-

glomerados por cementación de cantos sueltos (fig. 19) · areniscas a expensas de las arenas, y pizarras arcillosas, con las arcillas.

Rocas de sedimentación química.—Las sustancias disueltas en las aguas, principalmente marinas, tales como cloruros, sulfatos y carbonatos, se concentran en las albuferas y lagunas costeras, depositan las sales que contienen con tanta más facilidad cuanto más solubles son; originándose capas de tales sustancias, de calizas terrosas, de yeso y anhidrita, de sal gema y de sulfatos y cloruros potásicos y magnésicos.

Las aguas circulantes por el interior de los terrenos disuelven diversidad de sustancias, principalmente carbonato cálcico, y, al surgir al exterior y extenderse en superficie, abandonan el anhídrido carbónico que contienen, precipitándose grandes cantidades de caliza, que constituyen las «tobas»; recubriendo el depósito calcáreo a las plantas acuáticas e incrustando en la masa travertínica porciones de vegetales. Tal ocurre en el río Piedra, entre las provincias de Guadalajara y Zaragoza.

En muchos lagos y zonas pantanosas, la evaporación determina el depósito de caliza pulverulenta en capas que cubre el fondo. En otros lagos, cual el de Bañolas (Gerona), el depósito tobáceo es de gran potencia y extensión alrededor de la actual extensión de las aguas.

En los mares cálidos de poco fondo y de aguas agitadas se origina la precipitación del carbonato cálcico en acúmulo de diminutas esferulas, denominadas «oolitas», fenómeno que adquirió gran desarrollo en los mares de los tiempos mesozoicos; de cuyas características procede la denominación de «oolítico» a una de las grandes divisiones estratigráficas del sistema jurásico.

A los depósitos de arcilla originados en las amplitudes terrestres suele acompañar al carbonato cálcico, originándose las «margas», abundantes en las formaciones geológicas mesozoicas y neozoicas. Caso análogo sucede con el sulfato cálcico, bajo la forma de capas de yeso o de cristales de este mineral en la masa arcillosa de las margas.

Rocas de origen orgánico.—A las formaciones calizas por sedimentación química se añaden los depósitos y rocas calcáreas que tienen origen orgánico principalmente animal. La cal, como la sílice, con los dos componentes litológicos más abundantes en la composición de la corteza terrestre: la sílice, procedente en casi su totalidad de la destrucción de las rocas de origen interno; la cal, en muy gran parte, producida por los organismos animales marinos y terrestres y, por lo tanto, formando sedimentos y rocas de origen externo.

No obstante el hecho de la gran abundancia de formaciones litológicas calizas de origen marino, el agua del mar tiene cantidades pequeñas de carbonato cálcico, en relación con las mucho mayores de cloru-

ros, carbonatos y sulfatos sódicos, potásicos y magnésicos, estando la cal, principalmente, al estado de sulfato. Se explica tal contradicción entre la abundancia de depósitos de caliza y escasez de carbonato cálcico en las aguas marinas porque éste se forma a expensas del sulfato cálcico y del carbonato amónico producido en los restos de organismos

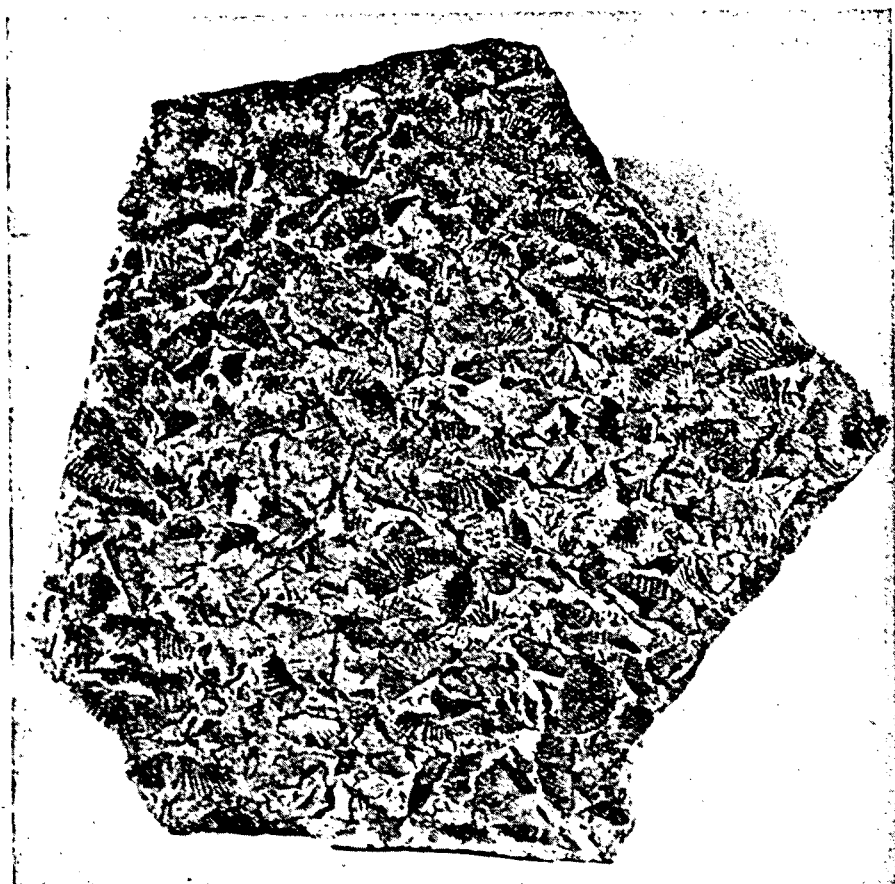


Fig. 20.—Arenisca roja devónica, de Almadén, con branquiópodos (*Spirifer Bouchardi* y *Rhynchonella Orbigniana*). 2/3 del natural.

en descomposición, en cantidad tanto mayor cuanto éstas son más abundantes en sulfato amónico, y en relación con temperaturas más elevadas de las aguas; razón por la cual los depósitos marinos de caliza son mucho más abundantes en las zonas intertropicales que en las polares.

Tal acumulación de carbonato cálcico la realizan los organismos marinos para formar su esqueleto. Hace contraste el gran tamaño y espesor de la concha de los moluscos de los mares ecuatoriales, tales como las gigantescas *Tridacneas* de los mares de Filipinas (utilizadas en algunas iglesias españolas para pilas de agua bendita), con la tenuidad de las conchas de los moluscos de la zona ártica. Caso análogo es el de las conchas de los moluscos de los mares hispanos de la época neozoica, como el colosal tamaño del caracol *Cerithium giganteum* del mar eoceno, y la enorme concha de la *Ostrea crasissima*, del mar mioceno; tamaños y abundancias de moluscos que son indicadores de mares cálidos en aquellas épocas geológicas, en su ubicación hispana. Por las causas mencionadas se originan grandes formaciones madreporicas, con sus islas en «attoll» y la cintura de arrecifes de Australia, y también los «cayos» y formaciones arrecifales de políperos, del mar de las Antillas, constituyendo potentes depósitos calizos de origen animal; formaciones madreporicas que en los mares de las zonas templadas y frías están reducidos a políperos aislados, y que en los mares polares faltan por completo.

En los océanos, tales como el Atlántico, los microscópicos protozoarios del «plancton» de fauna superficial, forman por el proceso indicado su esqueleto o jaula celular, de naturaleza caliza; microesqueletos que caen en constante lluvia al fondo, en donde forman extensos depósitos de foraminíferos planctónicos. En los mares fríos, en lugar de foraminíferos, forman parte del plancton protozoarios del grupo taxonómico de los «radiolarios», cuyo esqueleto no es calizo, sino silíceo. Son equivalentes a los depósitos actuales de foraminíferos de especies vivientes las rocas del período carbonífero, formadas por especies de dicho grupo, tales como las *Fusulinas*; en los mares mesozoicos, las *Orbitolinas*, y en el eoceno marino, las *Nummulites*, en tan gran abundancia, que al período eoceno marino se le denomina Numulítico.

Los braquiópodos, organismos que tienen esqueleto en caparazón calizo de forma externa semejante a la concha de los moluscos bivalvos; en los mares de las épocas geológicas, en que por su abundancia eran equivalentes a los bivalvos de los mares actuales, el acúmulo de sus conchas, aumentadas unas con otras, formaron rocas componentes de grandes extensiones y de mucho espesor (fig. 20).

Las rocas calizas de origen marino están formadas, con gran frecuencia, por los caparazones de moluscos, constituyendo las calizas mármóreas denominadas «lumaquelas». Las especies de moluscos fósiles pueden considerarse como la moneda corriente en las determinaciones de índole geológica y paleontológica, y de su estudio se deducen las prin-

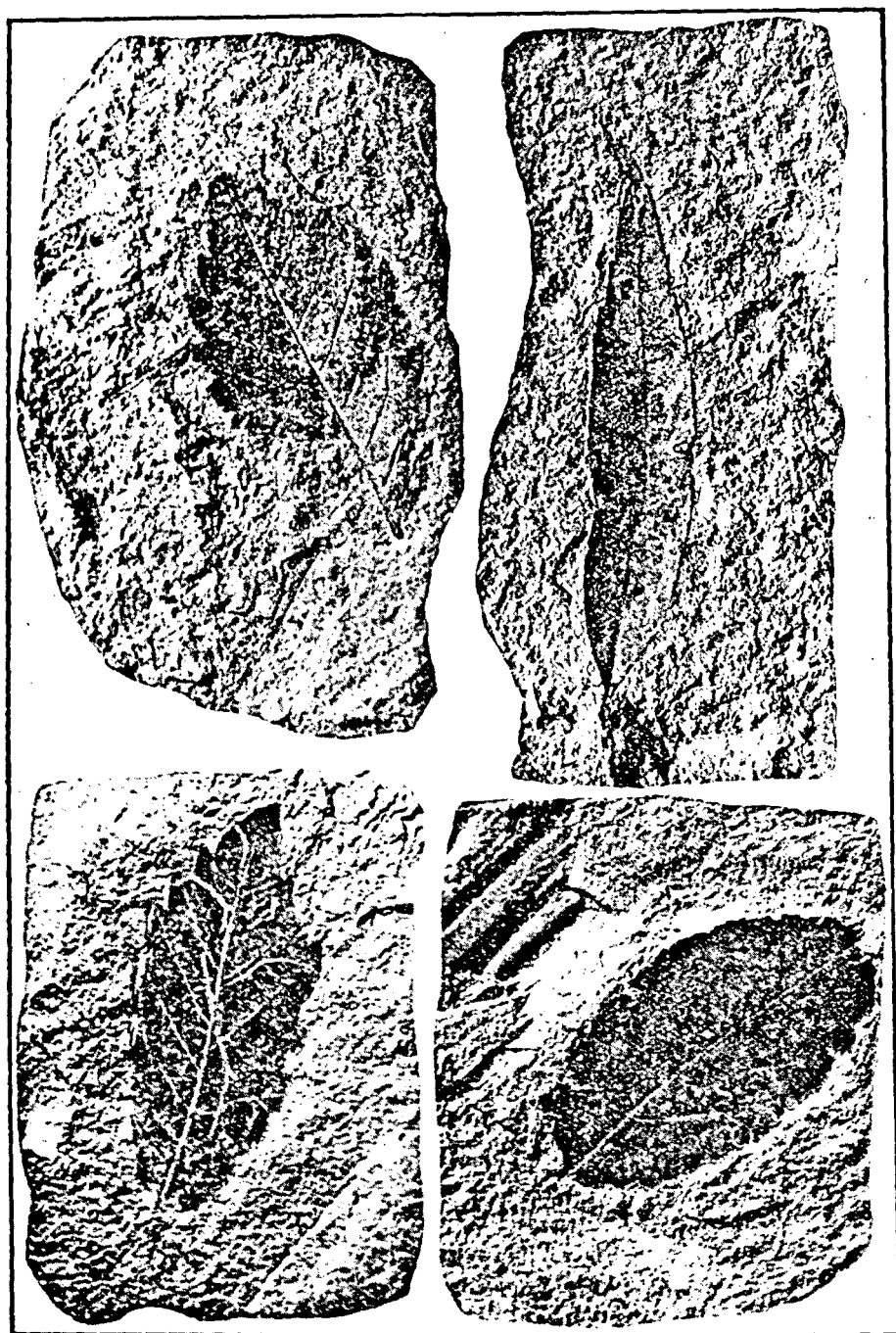


Fig. 21.—Formación arcillosa del neogeno de la Cerdeña, con impresiones de hojas, según investigaciones de Josefina Menéndez Amor: 1.^a, *Zelkova Unger* Ett.; 2.^a, *Quercus drimeja* Ung.; 3.^a, *Quercus hispanica* Rer., y 4.^a, *Alnus occidentalis* Rer.

cipales características de las zonas marinas en que se originaron respecto a profundidad, clima y edad de los mares en que se formaron. Análogas, en tales respectos, son las especies de moluscos de aguas terrestres contenidas en las rocas de formación continental.

Entre las formaciones geológicas de origen vegetal destacan por su importancia los carbones minerales, resultantes de la acumulación de masas vegetales entre capas de constitución arenáceoarcillosa; produciéndose fermentación que las transforma en «hullas» o en «lignitos». La formación actual de la «turba» en parajes pantanosos y en condiciones especiales respecto a temperatura, entra en el grupo litológico de los carbones minerales. Restos vegetales e impresiones foliares son frecuentes en determinados depósitos arcillosos, permitiendo tales restos determinar las características de la flora de las épocas en que se depositaron (fig. 21).

Litogénesis y facies geológicas

Los sedimentos formados por los procesos relatados se consolidan y cementan, adquiriendo compacidad y consistencia, en el transcurso de los tiempos geológicos, por las acciones complejas del largo proceso de la «litogénesis»; que, en general, es de resultado tanto más intenso cuanto más tiempo han permanecido los sedimentos y conjuntos detríticos sujetos a las acciones litogénicas de presión, cementación y consolidación.

El grado de litogénesis, apreciado por la simple observación del terreno, permite al geólogo deducir aproximadamente la época a que corresponde el roquedo que se observa: pues, en general, los conjuntos rocosos de los sistemas de la era paleozoica presentan características, en tales respectos, más intensas que las correspondientes a las de tiempos posteriores. Análogamente, los complejos litológicos pertinentes a los tiempos de la era terciaria o neozoica, especialmente los de la mitad más moderna, presentan grados atenuados de litogénesis, presentándose los materiales detríticos sin coherencia y poco cementados. Un término intermedio en el proceso de la litogénesis, es la característica predominante en las formaciones de la era secundaria o mesozoica.

Además de la observación litogénica en los diversos conjuntos litológicos, el geólogo se orienta en sus investigaciones, atendiendo a la naturaleza y tipo de las capas rocosas, para deducir por los caracteres que presentan a qué tipo de «facies» corresponden, y, de éstas, las características geográficas y climatológicas que tenía el país, dónde y cuándo se depositó el complejo litológico objeto de estudio.

Las facies son terrestres y marinas, y en cada caso sus diversos tipos se reconocen por caracteres especiales. Así, por ejemplo: Las formaciones de areniscas y arcillas rojas del terreno triásico indican un país seco y subdesértico, mientras que los depósitos de pizarras arcillosas negruzcas y areniscas con abundantes restos carbonosos son típicas de las formaciones pantanosas de las cuencas hulleras del carbonífero. Un conjunto formado por calizas conchíferas o por esqueletos de foraminíferos indica un depósito marino, correspondiente al terreno cretáceo, si los foraminíferos son *Orbitolinas*, mientras que si son *Nummulites* se está en presencia de depósito marino del eoceno. Si los estratos arcillosos y areniscosos encierran abundancia de capas de yeso, lentejones de sal gema y de sulfatos y carbonatos sódicos y potásicos, la facies de la formación litológica indica albuferas y lagunas costeras, con aguas en proceso de concentración y desecación, y si se trata de depósitos continentales, clima subdesértico y formaciones esteparias salinas.

El geólogo en sus investigaciones procede al modo del médico de «buen ojo clínico», para documentarse y encaminarse a la determinación del diagnóstico. Lo que determina la época que trata de averiguar el geólogo es, además del orden de superposición normal de los estratos, el conocimiento específico de los fósiles y de sus características biológicas, por comparación de especies análogas vivientes; las especulaciones geológicas están fundamentadas en los conocimientos de la Paleontología.

La historia evolutiva de la Tierra y de cada uno de sus grandes compartimientos y regiones naturales exige como principal conocimiento el de la «geotectónica» o transformaciones producidas por las acciones orogénicas ocasionadas por las grandes revoluciones geológicas.

Rocas estratocristalinas y metamorfismo

Según lo expuesto respecto a procedencia de las rocas del interior o del exterior de la corteza terrestre, resulta que las primeras, o sea las endógenas, se presentan en intrusiones a través del conjunto litológico preexistente, o en masas al exterior o en el interior del complejo litológico; presentando otra característica especial, cual es, que están formadas de cristales casi exclusivamente de silicatos y de sílice, de cuya propiedad viene la denominación de «rocas en masa» o «cristalinas».

Las de procedencia y formación al exterior, o sea las rocas exógenas o sedimentarias, tienen por carácter fundamental presentarse en capas o estratos, aunque hayan adquirido avanzado grado de cohesión por lito-

génesis, procediendo de tal disposición la denominación de «rocas estratificadas».

Cuando a fines del siglo XVIII y primeros del XIX comenzaron los estudios geológicos a concretarse en cuerpo de doctrina, el geólogo Hutton hizo observar que existían territorios del norte de Europa correspondientes a complejos litológicos que presentaban a la vez constitución cristalina y disposición estratificada, deduciendo que eran conjuntos de terrenos sedimentarios que, por acciones del calor y de la presión en las zonas profundas de la corteza terrestre, habían experimentado tal transformación. «Hutton, contemporáneo de Werner, empezó a enseñar en Escocia que el granito y el trap eran de origen ígneo y que en varios períodos habían penetrado por diferentes puntos de la corteza terrestre. Reconoció y describió fielmente muchos de los fenómenos debidos a las venas graníticas y las alteraciones por ellas producidas en los estratos invadidos. Sentó, además, la opinión de que los estratos cristalinos llamados primitivos no habían sido precipitados en un océano primordial, sino que eran estratos sedimentarios alterados por el calor.» (Lyell, traducción de J. Ezquerro del Bayo, 1847.)

El geólogo Carlos Lyell fué quien designó con la denominación de «metamorfismo» a tal conjunto de fenómenos, y añadió el tercer grupo de «rocas metamórficas» a las otras dos, de cristalinas y de sedimentarias.

El geólogo español Joaquín Ezquerro del Bayo, en su traducción de los «Elementos de Geología», de Carlos Lyell, en 1847, expone en las notas pertinentes a geología de España las características que tales rocas presentan en diversas localidades hispanas, tales como las calizas cristalinas situadas entre las pizarras de la sierra de los Filabres, en la provincia de Almería, y en otros pasajes alude al metamorfismo de las rocas de Farena (Tarragona) y de Hiendelaencina (Guadalajara).

En el metamorfismo hay que distinguir dos tipos o modalidades del fenómeno: Uno es el denominado «metamorfismo de contacto». El otro es el «metamorfismo general». En el primero la acción y efectos se observan en las aureolas de transformación que se originan en los terrenos sedimentarios, especialmente del paleozoico, a cuyo través se inyectó, o con los que se puso en contacto, el granito y otras rocas afines granitoides en las profundidades de la corteza terrestre, consistiendo el metamorfismo en la alteración del terreno sedimentario en una zona o aureola, desde el contacto con el granito, con producción de minerales, tales como micas y silicatos, denominados de metamorfismo, aureola en la que decrece la intensidad del fenómeno en relación con la distancia al contacto.

Al mismo tipo de metamorfismo corresponde la alteración y transformación que se observa en los fragmentos pizarrosos de terrenos paleozoicos englobados en la masa granítica, que constituyen los denominados por Macpherson «gabarros», aceptando la denominación dada por los canteros del Guadarrama a tales, enclavados en el granito.

Cuando la intrusión del granito o de rocas afines granitoides son pequeños filones, es mínima la alteración de las rocas atravesadas. También es de muy poca intensidad la alteración producida por inyecciones de rocas volcánicas en fusión.

Se refiere el metamorfismo general a la alteración que experimentan en su conjunto los terrenos sedimentarios que por acciones de índole orogénica, o por el gran espesor y potencia del conjunto estratigráfico, llegan a encontrarse a profundidades de varios kilómetros en el interior de la corteza terrestre, en donde por las circunstancias especiales que allí concurren es transformado el conjunto estratigráfico en terrenos metamórficos, adquiriendo cristalinidad y conservando rasgos claros de disposición estratigráfica; constituyendo por tales caracteres masas litológicas estratocristalinas y metamórficas.

Se comprende que sean los terrenos paleozoicos, que son los más inferiores del conjunto estratigráfico fosilífero, los que presentan mayor probabilidad de alcanzar la zona cortical de producción metamórfica, mientras que los terrenos mesozoicos y neozoicos, en superposición normal a los conjuntos anteriores, sólo alcanzan situación adecuada para el metamorfismo cuando englobados en los plegamientos orogénicos ocupan disposición anormal profunda, favorable para las acciones metamórficas.

El metamorfismo general presenta diversos grados en la alteración de los terrenos afectados por el fenómeno, pudiéndose constituir series de un mismo tramo geológico con ejemplares lapídeos procedentes de diversas zonas; desde las pizarras normales sin señal alguna de transformación, hasta las que han adquirido textura granítica; serie que comienza por pizarras maclíferas, micáceas o sericíticas y con otros minerales de metamorfismo, continuada por pizarras cristalinas, neis micáceos y sericíticos, neis granular, neis granitoide, granitos neísicos y granitos normales, último término de la transformación litológica.

Las rocas del terreno afectado por el metamorfismo, constituidas por un solo mineral, tales como las cuarcitas experimentan metamorfismo sencillo, recrystalizando y adquiriendo gran compacidad la masa cuarzosa. Análogamente acontece con los bancos de caliza, que se transforman en calizas cristalinas, más o menos cargadas por diminutas hojuelas de mica y de algunos minerales de metamorfismo.

A tales transformaciones litológicas en el interior de la corteza terrestre concurren conjuntamente tres principales órdenes de factores: grandes presiones, altas temperaturas y acción de aguas juveniles, o sea, de nueva formación, sobrecalentadas y con la presencia de álcalis. La presión depende del espesor de los sedimentos acumulados y de su densidad. La acción de las aguas juveniles se comprende por las características de muchos manantiales termales en todos los conjuntos litológicos de los terrenos, incluso en el granítico, aguas que se reconocen en los fenómenos eruptivos. Según A. Gautier, un kilogramo de granito reducido a polvo y desecado en el vacío a la temperatura de 200 grados, produce por destilación seca a alta temperatura 10 gramos de agua juvenil y un volumen de gases seis o siete veces al de la roca.

Hay que tener, además, en cuenta fenómenos de transformación muy profundos que sufren los materiales sedimentarios, especialmente de la base de las formaciones geológicas paleozoicas, los cuales, a veces, pasan a constituir rocas cristalinas, apareciendo así en contacto las formaciones sedimentarias más o menos metamorfizadas y las rocas cristalinas, dando origen a una banda de materiales entremezclados sedimentarios metamórficos y cristalinos o «zona de migmatización» (del griego, mezcla). De este modo por un proceso complejo geoquímico no bien conocido aún, las masas metamorfizadas del conjunto pueden, hasta determinada zona, haberse convertido en migmatitas, pasando, finalmente, a granitos de migmatización. Tal proceso puede ser de edad diversa, pero fundamentalmente paleozoica, y en relación con las grandes revoluciones orogénicas.

En la transformación litológica y metamorfismo realizado en las zonas interiores corticales debe ser factor de importancia la acción radioactiva, según hace suponerlo el alto grado de radioactividad de las aguas termales juveniles de muchos manantiales.

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y PALEONTOLÓGICAS DEL ARCAICOZOICO

Debajo de los terrenos más antiguos de las series sedimentarias, o sea del cámbrico, que es el sistema más inferior del paleozoico, suele observarse un conjunto de terrenos que presentan dos características fundamentales: Respecto a litología, estar más o menos metamorfizados, y respecto a paleontología, carecer de fósiles o ser sumamente escasos, de dudosa significación y, en todo caso, referibles a grupos que se dicen de organización sencilla.

Tales terrenos aparecen al descubierto, ocupando amplias extensio-

nes terrestres, formando los denominados «Escudo Canadiense» y «Escudo Báltico». En el continente africano forman el subestrato, sobre el que se asienta el gran conjunto rígido de terrenos paleozoicos. En España, bajo los depósitos del paleozoico inferior y al descubierto, forman parte del solar de Galicia, y de las Sierras de Gredos y Guadarrama en la Cordillera Central. Se señala también el conjunto arcaicozoico en otras regiones hispanas, como en el norte de la provincia de Sevilla, separado del cámbrico por un nivel de conglomerados y por discordancia angular.

En tales conjuntos de terrenos antiguos es roca predominante el granito, y constituyen el resto, neis glandulares y micáceos, pizarras cristalinas, pizarras silíceas metamorizadas y calizas cristalinas, en algunos parajes, tales, por ejemplo, como en Robledo de Chavela (Madrid). Algunos escasos restos fósiles han sido descritos de tales terrenos en el Canadá, y en el «Escudo Báltico» se han señalado lentejones de antracita muy metamorizada.

En el gran conjunto del arcaicozoico la parte superior está menos metamorizada que la inferior. Se señalan también varias discordancias angulares en el conjunto del estratocristalino, lo cual supone otras tantas revoluciones geológicas con movimientos orogénicos en el transcurso del depósito de las series litológicas que forman los terrenos en cuestión.

Tan potente depósito se ha determinado como correspondiente a primitivas series de formaciones sedimentarias que fueron totalmente metamorizadas. Considerando el total litológico, al que cabe la denominación de «arcaicozoico», se llega a deducir espesores formidables de sedimentos y de tiempo, para la formación del conjunto, muy superiores a los que comprende el total de las eras paleozoica, mesozoica y cenozoica.

En general, los granitos y rocas eruptivas, como asimismo los neis, pizarras cristalinas y demás rocas estratocristalinas del arcaicozoico, son muy semejantes, si no idénticas, a los granitos y demás materiales pétreos de los terrenos metamorizados del paleozoico inferior, lo que dificulta, en gran número de casos, la distinción de la edad de uno y otro conjunto litológico.

El arcaicozoico constituye lo más inferior de la zona de terrenos sedimentarios de la corteza terrestre. El metamorfismo hace que la primitiva corteza sólida del Globo escape a nuestra observación directa, a no ser que consideremos que está formada por granito. Pero la identidad de esta roca con los otros granitos y rocas afines emitidos por las acciones orogénicas y durante el arcaicozoico y el paleozoico, hace, en muchos casos, difícil la distinción entre ellos, como también suele ser

difícil la distinción entre una y otra era geológica, dificultad que se extiende a los conjuntos litológicos metamorfozados.

La existencia en las rocas arcaicozoicas de restos fósiles de organismos animales y de capas carboníferas indica que un mundo biológico, animal y vegetal, se había desarrollado en aquellos remotos tiempos de la historia terrestre con formas ya diferenciadas en varios grupos taxonómicos; pero el metamorfismo litológico de los estratos deshizo casi por completo los restos fósiles existentes, no pudiéndose juzgar del desarrollo de aquellas primitivas formas vitales componentes de la fauna del arcaicozoico, antecesoras de las del paleozoico inferior, o sea del cámbrico, en donde aparecen abundantes fósiles de faunas muy diferenciadas y evolucionadas.

Tal falta de fósiles, o sea de documentación paleontológica, impide conocer cómo serían las faunas primitivas, y se está, en tales respectos, en el caso del libro de la Historia de la Humanidad, en que los primeros capítulos hubieran sido borrados y los documentos y restos arqueológicos de aquellos tiempos fuesen en extremo incompletos y defectuosos. Los orígenes del mundo biológico son, por tales motivos, únicamente hipotéticos. La esfinge pétrea de los transformados sedimentos primitivos guarda actualmente el misterio de los orígenes de las primitivas formas vegetales y animales, y las investigaciones científicas de carácter geológico y paleontológico, en estudio de prospección, llegarán algún día a que la luz se haga en el oscuro problema.

EL CONTINUO NACER, ACABAR Y REVIVIR DEL MUNDO LITOLÓGICO

En el mundo lapídeo el conjunto litológico que forma la corteza o cáscara pétrea de la Tierra, las rocas, con su dureza y morfología montañosa, dan sensación de lo inmutable, persistente y perpetuo en el transcurso de los tiempos, de lo definitivo y de lo estable. Pero el estudio de su origen, constitución y composición, hace ver que no escapa a la ley de la Naturaleza, según la cual, todo es cambiante, proteico, transformable y perecedero; al igual el mundo litológico que el biológico, en continuo nacer, acabar y revivir, en una forma o en otra, con unos caracteres o con otros. La consideración atenta de la Naturaleza hace ver que lo que hay en ella de eterno es la continua transformación, según las leyes por las que se rige.

El conjunto litológico que forma envoltura terrestre es, en todo caso, producto del dinamismo del Globo, cuyas causas primordiales son, en su esencia, desconocidas, y, cuando más hipotéticas. Son las causas deriva-

das y secundarias, y, principalmente sus efectos, el sujeto de atención y de estudio que cae claramente en el campo de conocimiento del geólogo.

Refiriéndonos, como ejemplo, a las rocas silíceas, se observa que todas las formaciones litológicas cuarzosas tienen como origen el deshecho de los materiales pétreos de las antiguas rocas, o sea de los granitos, neis y pizarras cristalinas. Mediante series de erosiones, arrasres, acumulaciones, depósitos y consolidaciones de sedimentos arenáceos, efectuadas en épocas geológicas diferentes, las rocas silíceas se



Fig. 22.—Formas de erosión en la arenisca silícea triásica «rodano» de Boniches, serranía de Cuenca.

(Foto Hernández-Pacheco, 1918.)

han ido formando a expensas de la destrucción de otras anteriormente formadas por análogo procedimiento.

Así sucede que el grano de cuarzo que originariamente formó parte de una masa néisica en alguna montaña de los primitivos territorios que fueron la base de lo que llegó a ser la actual Península hispana, disgregado de su matriz rocosa por las acciones de las intemperies durante la época paleozoica, pudo formar parte de las arenas de una playa de los

tiempos silúricos, y llegar a constituir elemento formativo de una cuarcita, al cementarse y consolidarse los sedimentos arenáceos.

Esta roca, a su vez, pudo ser deshecha y disgregada en otro periodo; por ejemplo, en los comienzos de los tiempos secundarios, y el viejo grano de arena mediante un proceso análogo al que experimentó antes pudo llegar a ser parte integrante de otra arenisca, tal como la arenisca roja o «rodeno» del triásico (fig. 22). De este modo, y por proceso semejante, el grano de arena que formó parte de una masa de rodено pudo entrar en la constitución de una arenisca formada con los sedimentos costeros de la gran transgresión del mar mesocretáceo.



Fig. 23.—Médanos en la zona litoral del Sáhara español, cerca del Aiun y de la zona de desembocadura de la Segúia-el Hamra.

(Foto Hernández-Pacheco, 1941.)

La pequeña partícula silícea, aprisionada y sujeta de nuevo en la masa pétrea, libre y viajera otra vez, pudo todavía ser parte integrante de las capas de arena que componen las formaciones miocenas de los terrenos que forman el solar de las Castillas. Merced a nuevas acciones erosivas, disgregadas las capas miocenas, arrastrados los minúsculos granos silíceos por los vendavales, formaron parte integrante de las dunas movedizas (fig. 23), o pudieron ser transportados por los cursos

fluviales de la época y llegar a un amplio estuario o a la playa, y allí quedar con los demás sedimentos arenáceos en espera de su cimentación y consolidación rocosa en futuras edades de la Tierra.

Así como en las viejas y antiquísimas edificaciones el arqueólogo reconoce distintas épocas y deduce que el vetusto edificio fué rehecho sobre la misma ubicación, en diversos periodos históricos, utilizándose los materiales pétreos de la primitiva edificación. Del mismo modo, en el edificio geológico peninsular que la naturaleza ha construído mediante sucesivas reedificaciones, en el largo transcurso de las edades geológicas, se reconoce que los materiales silíceos, resistentes en extremo y casi inalterables, tales como los cantos de cuarcita, que integran los conglomerados, y, las arenas que forman las areniscas, pudieron pasar sin destruirse ni alterarse de una roca a otras, formadas en periodos muy distanciados en el tiempo por incontables milenios, mientras la vida evolucionaba en el planeta, las faunas sucedían a las faunas, las floras a las floras, los climas cambiaban, y el emplazamiento de los mares y de las tierras se modificaba, en la continua transformación y cambio que experimenta la superficie del Globo.

CAPITULO II

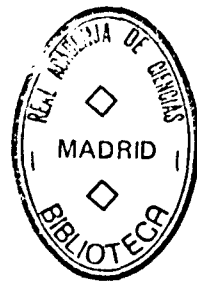
El relieve hispano

SUMARIO: Situación geográfica: Hispania, país hespérico. Características generales del relieve peninsular. La divisoria de aguas. Escalonado geográfico. Eje orográfico peninsular.—Altiplanicies centrales. Altiplanicie del Duero. Altiplanicies Carpetana y de la Mancha.—La evolución orográfica. Penillanuras del occidente hispano. Penillanuras portuguesas litorales.—El escudo o témpano cortical hespérico. Límites del escudo hespérico.—Llanuras exteriores al escudo hespérico. Llanura ibera, Llanura bética. Llanura litoral portuguesa. Plana costera valenciana.—Alineaciones orográficas exteriores al escudo hespérico. El Pirineo. Cordillera cántabro astúrico-leonesa. Cordillera Bética. Las Catalánidas.—Elementos geográfico-geológicos del conjunto peninsular. Edad y formación de las montañas hispanas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA: HISPANIA, PAÍS HESPÉRICO

En la superficie terrestre existen dos grandes conjuntos territoriales y marítimos que por su situación geográfica y características geológicas y fisiográficas constituyen áreas privilegiadas y favorecidas en su naturaleza, en las que se originaron tipos de cultura que, expansionándose por amplios sectores mundiales, fueron base y fundamento de las civilizaciones, que al evolucionar en el transcurso de los tiempos históricos, han creado la actual, extendida por todo el haz de la Tierra.

Corresponden estas dos áreas territoriales, que fueron focos de civilización, al hemisferio boreal, en el que la concentración de las tierras es mucho mayor que en el austral, en el que la masa oceánica es muy predominante. Tales regiones boreales están en la zona templada, situadas entre el trópico y el paralelo terrestre de los 45°, y, respectivamente, en los extremos del Oriente y Occidente, allí donde las tierras se expansionan en el océano mediante extensas e irregulares penínsulas,



grandes y pequeñas islas y costas de variados relieves; conjuntos terrestres mediante los cuales el gran continente euroasiático se prolonga en el océano; el que, a su vez, penetra hacia el interior de las tierras mediante adentrados mares mediterráneos, que llevan a los países que bañan el influjo bienhechor marino, suavidad de clima y amplitud de comunicaciones. Los mares de uno y otro territorio extremos son de gran fecundidad en peces por la acción vivificante de las corrientes marinas; el terreno es de complejidad litológica y riqueza metalífera; la vegetación, variada en sus tipos y en grupos botánicos; la población humana, abundante; la agricultura, intensa, y la ganadería, próspera.

Corresponde el foco territorial oriental de la cultura y de la civilización a China y al archipiélago del Japón, con los mares interiores, entre el continente y la guirnalda de islas, desde la de Yeso a Formosa. Corresponde al foco occidental de Eurasia, las islas, penínsulas y tierras que circundan el Mediterráneo o mar interior.

Al exterior de tales territorios, creadores de la civilización, se extienden las amplitudes oceánicas: Frente al extremo oriente de Eurasia, las inmensidades del océano Pacífico. Frente las costas occidentales europeas, el Atlántico, con sus lejanías ignotas, hasta que los hispanos, avanzando con sus naves, resolvieron el enigma y descubrieron el nuevo continente americano, extendido de polo a polo; lo exploraron y le llevaron la cultura y la civilización europeas, complementando el conocimiento geográfico, circundando por vez primera la Tierra.

En el extremo occidental del Viejo Mundo están las tierras de Hesperia, en el hēspero de los antiguos pueblos mediterráneos, o sea, hacia donde el sol se pone, hacia el Mundo Nuevo. Conjunto de países hespéricos (fig. 24) de gran unidad geográfica, constituidos por la Península Hispánica, Marruecos y los territorios situados al sur del Atlas, perdiéndose meridionalmente en las soledades del Sáhara. Comprende, pues, Hesperia el conjunto peninsular europeo, ocupado por las dos naciones hispanas, España y Portugal, y el país del Noroeste africano, al que denominaban los antiguos Mauritania Tingitana, o sea el actual Marruecos, que los musulmanes occidentales que habitaron Hispania y habitan Marruecos designaron con la denominación de «Gesirat-el-Mogreb», la «Isla de Occidente», pues tal país africano hespérico forma a modo de una isla en tierra firme, limitada por Norte y Oeste por el mar, y por Este y Sur por el Sáhara o Gran Desierto, que, en ciertos respectos, es como el mar por lo inmenso, y porque tanto en uno como en otro, el hombre no tiene hábitos de fijeza y sedentarismo, sino que es ambulante y caminante: nómada en el Sáhara, navegante en el mar.

El conjunto hespérico es el país euroasiático y del ecúmeno clásico,

más occidental, el más adentrado en el Atlántico; ubicado entre dos áreas continentales: Europa y Africa, y entre dos mares, el Mediterráneo y el Atlántico, o sea, entre el Mar Interior y el Mar Exterior de los antiguos; Hispania es puente entre Europa y Africa, pues el Estrecho de Gibraltar más une que separa.

Hesperia, por sus características fisiográficas, no es completamente país europeo en su porción hispana, porque fisiográficamente, y en especial por su climatología, sólo es europea la zona septentrional de-

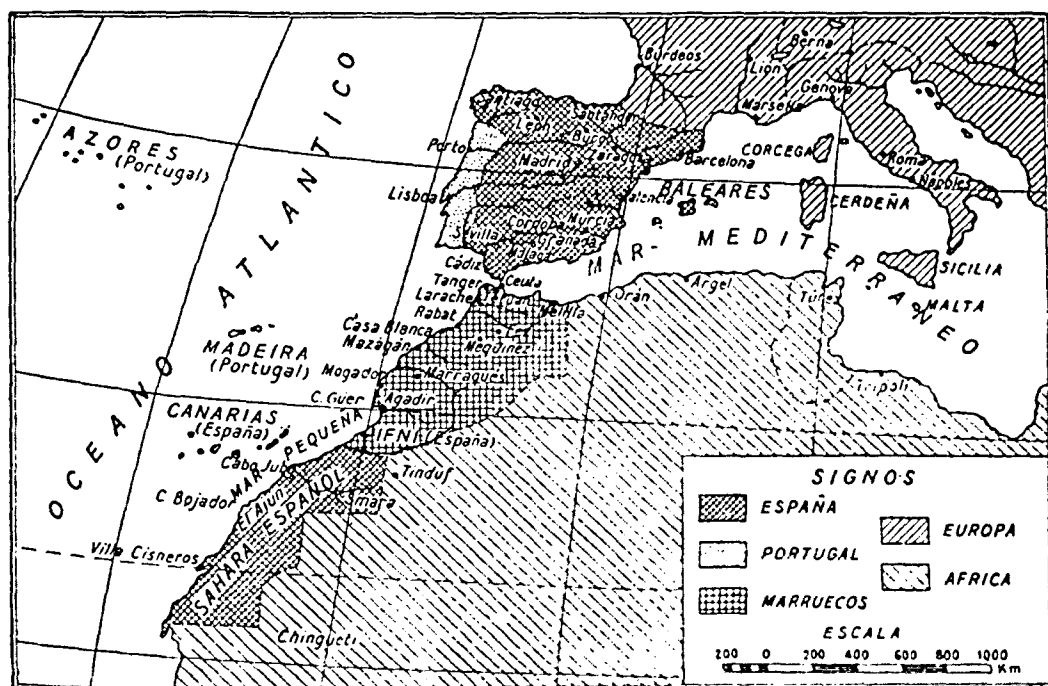


Fig. 24.—Mapa del conjunto hespérico euroafricano.

nominada Hispania higrofita o húmeda, pero no la de mucha mayor extensión, la Hispania xerofita o seca. Por otra parte, orográficamente, los Pirineos establecen frontera natural geopolítica.

Tampoco el Gesirat-el-Mogreb es completamente Africa, sino tierra ecuménica mediterránea; pues la diferencia de lo africano de lo europeo no lo señala, a uno y otro lado del Estrecho, ni la fisiografía, ni la fauna y flora; ni la etnografía, ni las culturas históricas; ni el mar interior o Mediterráneo, sino el Sáhara o gran desierto, que verdaderamente establece separación entre dos mundos biológicos diferentes: al Norte,



Fig. 25.—Mapa en relieve de la Península Hispánica, por Federico de Botella, a escala de 1:1.000.000, cuyo original se conserva en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. Construido de 1888 a 1890.

los pueblos de raza blanca ; al Sur, los pueblos de raza negra. Al Norte, la flora y fauna paleártica ; al Sur, la flora y fauna etiópica.

En el conjunto territorial hespérico monta tanto lo occidental europeo como lo norteafricano. A la frase, que quiso tener intención despectiva, «El Africa empieza en los Pirineos», se puede oponer, sin segunda intención, sino en atención a las características naturales : «Europa empieza en el Atlas.»



Fig. 26.—Punta de la Estaca de Vares, en Santa Marta de Ortigueira (Coruña) ; extremo septentrional de la Península Hispana.

(Foto Hernández-Jacheco.)

Hesperia está situada en la faja circunterrestre comprendida entre los paralelos geográficos donde surgieron todas las culturas históricas que se han expandido por la superficie de la Tierra : la chinojaponesa ; las originarias de la India ; las persas, caldea y fenicia ; las egipcias y cartaginesas ; la griega y romana. En Hispania nacieron también culturas engendradoras de aumento y desarrollo en la civilización. Fué la cuna del arte representativo, con las pinturas y grabados rupestres, en los lejanos tiempos prehistóricos del paleolítico y del mesolítico, y de las pictografías, en el neolítico. Centro cultural el protohistórico país

tartesio, en las edades del metal. Faro resplandeciente de la cultura occidental, en el califato cordobés. Difusora de la cultura europea por el nuevo mundo, en los siglos xv y xvi.

Tiene el conjunto peninsular hispano (fig. 25) contorno irregularmente pentagonal; los geógrafos de la antigüedad clásica, griega y romana, compararon su figura a la de una piel de toro extendida, y, efectivamente, alguna semejanza tiene. Está el conjunto territorial desviado algo hacia Occidente, lo cual hace que el litoral atlántico esté más avan-

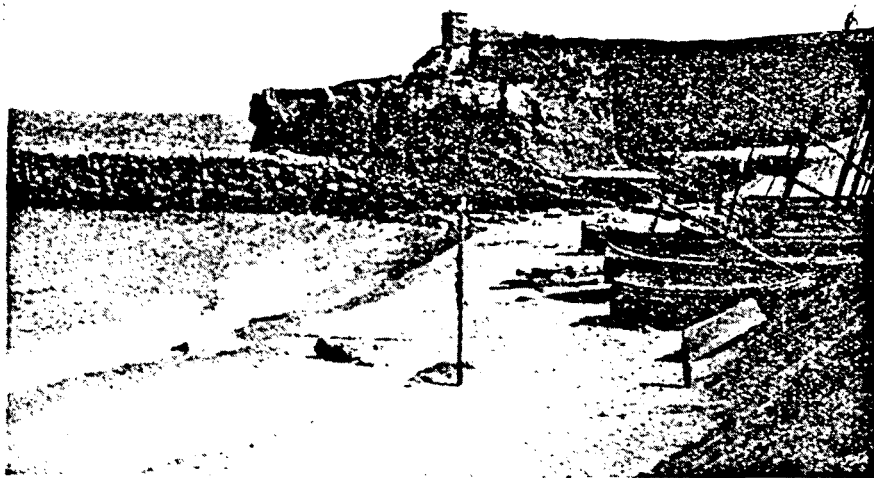


Fig. 27.—Punta de Tarifa; extremo meridional de la Península Hispana.

(Foto Hernández-Pacheco, 1912.)

zado y adentrado en el océano que las otras costas del conjunto europeo, incluso que las Islas Británicas. Situada la Península entre los paralelos 36° y 44°, tiene por extremo Norte la punta del cabo denominado Estaca de Vares, en la granítica y frondosa Galicia (fig. 26); mientras que el extremo meridional es la punta de Tarifa (fig. 27), que es la que se aproxima más a África, en el Estrecho de G'braltar. Lo más adentrado de la Península en el Mediterráneo es el saliente que en la provincia de Alicante hacen el conjunto de las cabos de San Antonio (figura 28), San Martín y de la Nao, de abruptos roquedos, como también el cercano peñón de Ifach; más sobresale hacia el Este en Cataluña

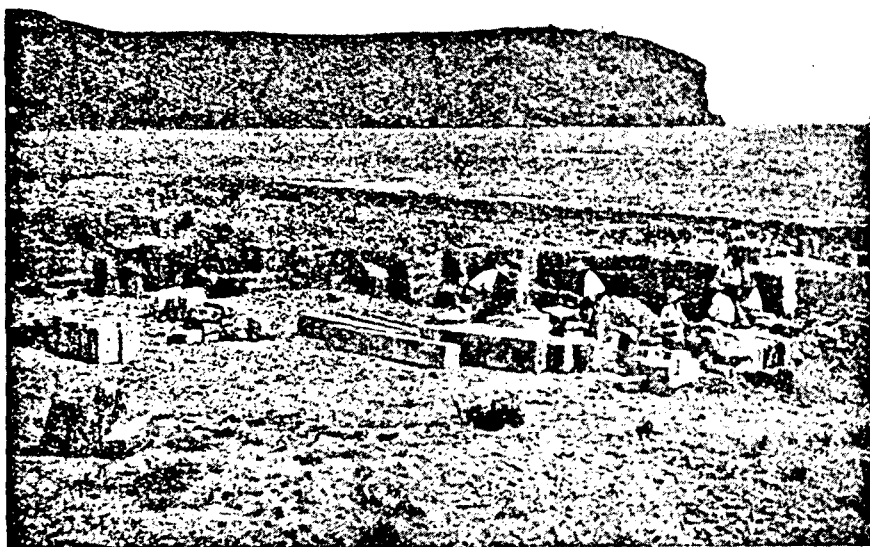


Fig. 28.—Cabo de San Antonio, en el saliente oriental alicantino, mediterráneo. En primer término, cantera de arenisca cuaternaria de la playa levantada en época «tirreniense».

(Foto Hernández Pacheco, 1939.)



Fig. 29.—Cabo Finisterre, promontorio granítico, de la costa occidental de Galicia, adentrado en el Atlántico.

(Foto Hernández Pacheco.)

el cabo de Creus, donde se origina la alta cordillera del Pirineo, que limita Hispania del resto de Europa.

El litoral atlántico presenta como promontorios más salientes: en Galicia, el granítico de Finisterre (fig. 29); el cabo Carboeiro, en la península portuguesa de Peniche; el cabo Roca, en la comarca lisbonense de Cintra, que es el más saliente del litoral, y, en el extremo meridional portugués, el promontorio del cabo de San Vicente, el «promotorium sacrum» de la antigüedad clásica.

De mar a mar tiene el conjunto peninsular, en línea recta, de 800 a 1.000 kilómetros, siendo la máxima distancia, de Noreste a Suroeste, del cabo de Creus al de San Vicente, separados por unos 1.200 kilómetros.

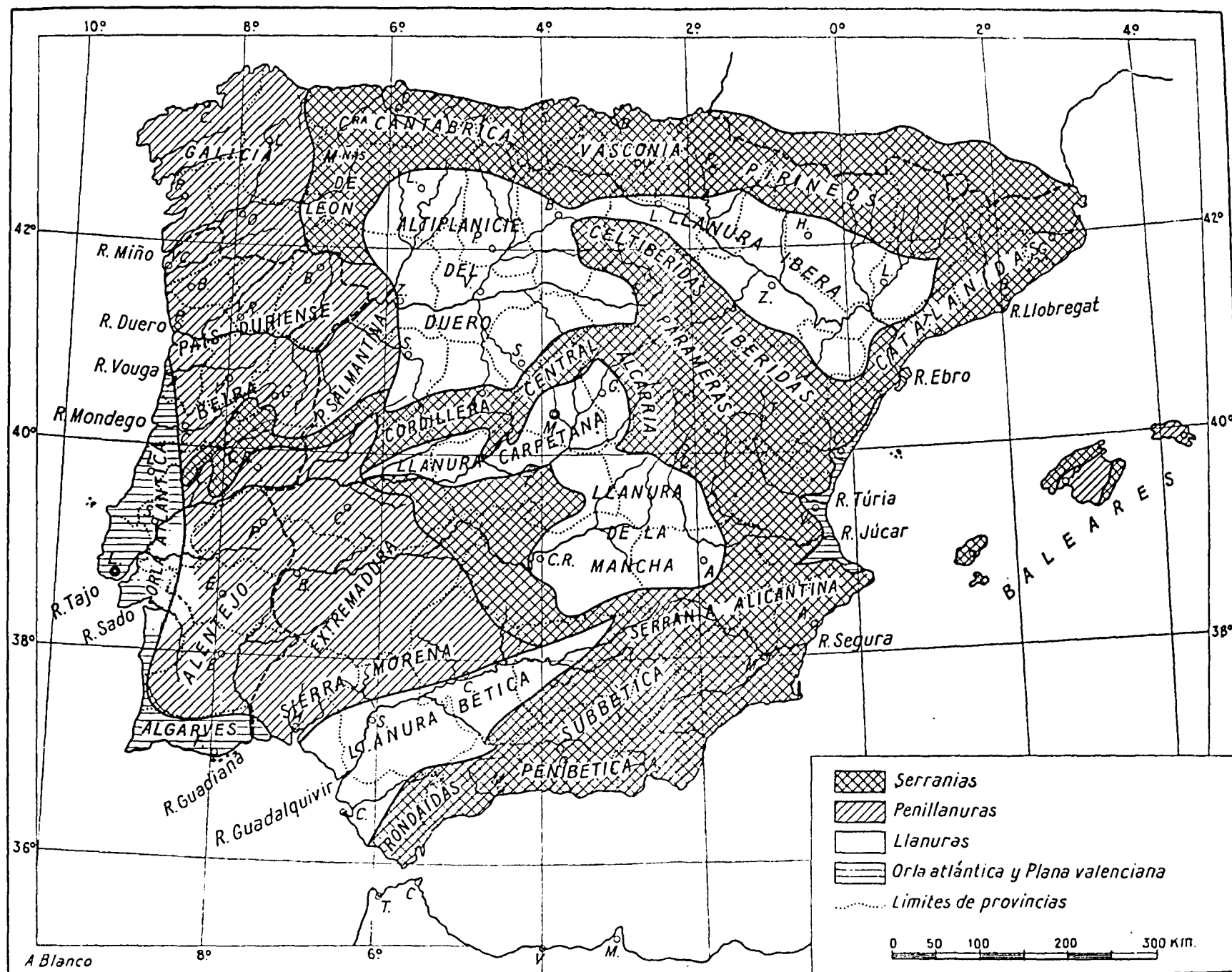
La extensión de la Península hispana es de 581.605 kilómetros cuadrados, y la población peninsular del conjunto de España y Portugal va acercándose a los 40 millones de habitantes, que corresponde a una densidad de población de cerca de 70 habitantes por kilómetro cuadrado.

Hispania es país en extremo complejo y variado en sus características naturales, dentro de una perfecta unidad geográfica, aún más acentuada que en muchos grandes territorios insulares.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RELIEVE PENINSULAR

Hispania es territorio, en general, abrupto y montañoso (lám. I), alzado en su conjunto a gran elevación respecto a la media de los países europeos, de tal modo que tan sólo la Suiza montañosa es de mayor altitud, y únicamente los Alpes superan la del Mulhacén (3.481 m.), en Sierra Nevada, y la del Anato (3.367 m.), en el Pirineo.

Pero no todo en Hispania es montañoso, sino que existen extensas llanuras, en altiplanicie, como la central de Castilla la Vieja, con altitud media cercana a los 800 metros, recorrida por la red fluvial del Duero; como la de Castilla la Nueva, 150 metros más baja, correspondiente a gran parte de la cuenca del Tago, y la de la Mancha, por encima de los 700 metros, recorrida por la red fluvial que forma el Guadiana. No todo lo llano de Hispania está a gran altitud, sino que externas a las altiplanicies mencionadas existen llanuras no muy elevadas sobre el nivel del mar; como la Ibera, del Noreste, con altitud media de unos 250 metros, recorrida por la red fluvial del Ebro. La llanura Bética o de Andalucía está ampliamente abierta al mar, por el Sur, llanura de altitud media del centenar de metros. La portuguesa del Alentejo, al Sur del tramo lusitano del Tago, en general no rebasa la altitud de los 100 metros.



Distribución del relieve en la Península Hispánica.

La complejidad del relieve peninsular es grande, predominando lo montañoso, lo áspero y abrupto, respecto a lo llano. En otras regiones, la morfología geológica y del relieve es la perillanura, constituida por territorios suavemente ondulados, en los que destacan sierras aisladas escabrosas y montes islas.

El predominio de lo montañoso respecto a lo llano, y el enlace que entre sí tienen las diversas cordilleras y serranías, hizo que se considerase, en la antigüedad romana, al conjunto orográfico peninsular, constituyendo un único sistema orográfico, el Pirenaico, en compleja ramificación montañosa por el ámbito hispano; concepto orográfico clásico, que es al que hay que atribuir la denominación, por los geógrafos modernos alemanes, de «Pirenaische Halbinsel» a la Península hispánica, en varias ediciones del famoso Atlas de Justus Perthes.

Tal concepción clásica romana persistió durante gran transcurso de la Historia, designándose a las diversas serranías hispanas con nombres locales que se refieren, por lo general, al de los territorios o comarcas en que estaban ubicados los relieves montañosos, o con el de las ciudades y pueblos asentados en ellos. A principios del siglo XIX se estableció la concepción de diversas alineaciones orográficas, o cordilleras, bautizándose con denominaciones derivadas de las que tuvieron las tribus de los pueblos indígenas que se suponía habitaron los diversos sistemas montañosos durante la época de la romanización de Hispania. Tales designaciones toponímicas fueron debidas a la erudición de historiadores y geógrafos, contribuyendo a las no pocas denominaciones erróneas la falta de abundante y buen material cartográfico y a lo equivocado del concepto de que la red fluvial estaba coordinada y dependía de la situación de pretendidos sistemas orográficos o cordilleras fundamentales; cuando la realidad es, en múltiples casos, la no existencia de tales alineaciones montañosas constituyendo cordilleras, sino complejos orográficos a los que muchas veces no está supeditada la red fluvial.

Tal error persistió todo el siglo XIX, y todavía persiste en muchas publicaciones, especialmente en libros de carácter general y en obras elementales de tipo didáctico; error que lentamente se va rectificando.

Las cuencas y valles fluviales, en gran número de casos, no están encuadrados por alineaciones montañosas, sino que es frecuente que los ríos hispanos atraviesen las supuestas cordilleras y penetren entre los relieves orográficos, traspasando las serranías. No tiene absoluta realidad la concepción orográfica según la cual, el conjunto de macizos montañosos y parameras que forman la extensa serranía del Idúbeda, se considere como alineación orográfica de cordillera, aunque establezca divisoria hidrográfica entre Atlántico y Mediterráneo; a lo que escapa

el Júcar, que, al avanzar por la planicie manchega hacia el Océano, tuerce el curso y vierte en el Mediterráneo. Menos realidad tiene que las cuencas de los ríos caudales de la Península que vierten al Atlántico estén separados por alineaciones montañosas, o sea cordilleras arrumbadas de Este a Oeste. La orografía y el relieve del solar hispano dista mucho de tal concepción teórica, a la que pudo llegarse por incompleto conocimiento del relieve y falta de cartografía altimétrica de la Península.

Entre las alineaciones orográficas es muy frecuente que se indique como divisoria montañosa de aguas entre Gadiana y Guadalquivir una pretendida cordillera, a la que unos denominan Mariánica y otros Bética, arrumbada de ENE. a WSW.; cordillera que no existe, pues toman como tal al plano, más o menos escarpado, del frente de falla que da cara a la llanura del Guadalquivir; río que en largo tramo corre adosado a la base del escarpe del accidente geoclástico. Si desde la llanura Bética se asciende a la zona alta del escarpe, se observa que no hay arista montañosa, ni ladera o vertiente hacia el otro lado, sino una extensa penillanura, con relieves de erosión y ríos encajados, que están arrumbados, unas y otros, de NW. a SE., en cuya penillanura (denominada en su conjunto Sierra Morena) se originan los respectivos afluentes al Gadiana, por la margen izquierda, y al Guadalquivir, por la derecha.

La divisoria de aguas

En el conjunto peninsular observamos algunas características geomorfológicas, en las que creemos conveniente parar la atención. Se refiere una a la división de la Península en dos zonas desiguales, perteneciente, la menor u oriental, a la vertiente mediterránea; correspondiendo la mayor u occidental, a la vertiente atlántica. La divisoria entre ellas (que no debe denominarse cordillera) está constituida por ancha banda oblicua, con dirección general de Noroeste a Sureste, constituida por un conjunto de montañas, serranías, altas parameras y macizos montañosos, con frecuencia inconexos unos con otros (fig. 30).

Se origina tal conjunto orográfico más allá de donde el Pirineo acaba por Occidente y comienzan los relieves de la cordillera Cantábrica, pasada la depresión orográfica del país vasco, que queda a Oriente de Cantabria. Termina la ancha banda montañosa divisoria, en la península que forma la provincia de Alicante, adentrándose en el Mediterráneo por los promontorios, o cabos, de San Antonio, San Martín, de la Nao y el ingente peñón de Ifach; pero no en terminación clara

y definida, sino fusionada y enmascarada por las terminaciones orientales de la serranía Subbética.

En el conjunto orográfico del Idúbeda se señala un estrechamiento o paso transversal recorrido por el Jalón, afluente al Ebro, vallonada

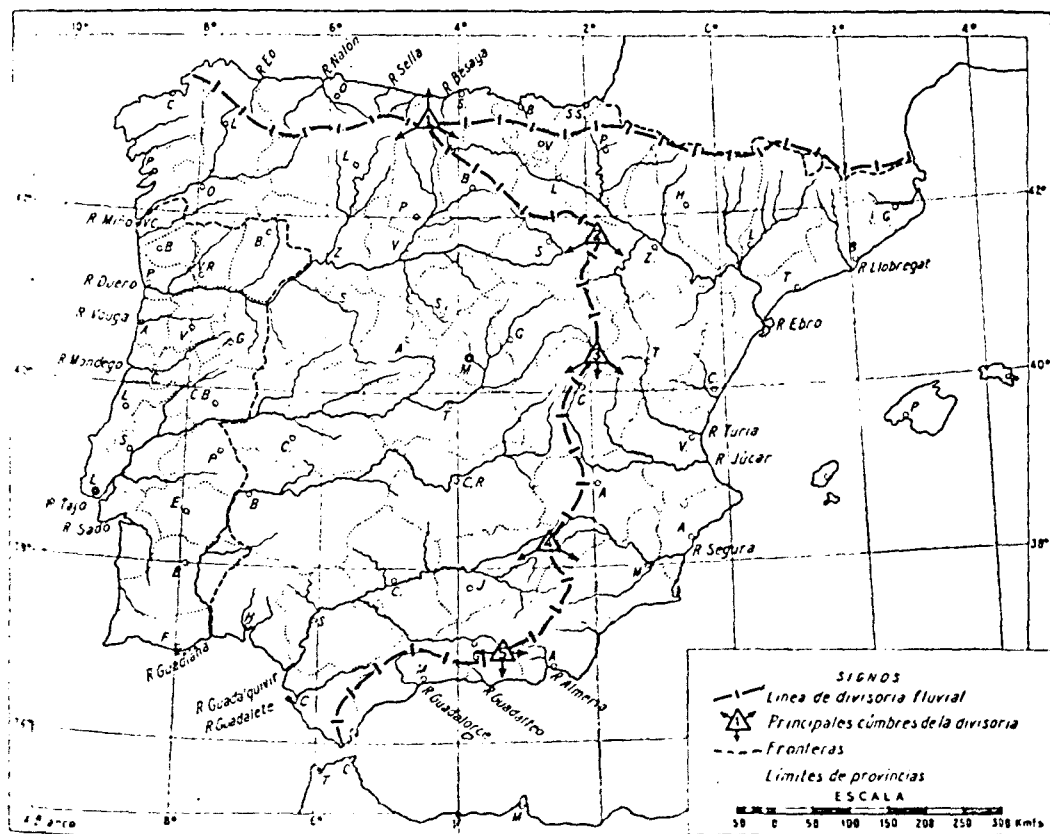


Fig. 30.—Mapa esquemático de la divisoria fluvial a los mares peninsulares. Altitudes de las principales cumbres de la divisoria: 1, Pico de Tres Mares, 2.175 m.; 2, Moncayo, 2.316 m.; 3, Montes Universales, 1.853 m.; 4, Sierra de Segura, 1.808 m.; 5, Mulhacén, 3.842 m.

que divide al conjunto del Idúbeda en dos porciones: la del norte o serranía Celtibérica, y la meridional o serranías Ibéricas.

Tal sistema orográfico (no cordillera), que se alarga casi desde el Cantábrico al Mediterráneo, fué claramente señalado y descrito por los geógrafos de la antigüedad clásica, Pomponio Mela, Polibio y Estrabón, y de ellos procede la denominación de Idúbeda (fig. 31).

El principal río de la vertiente mediterránea del Idúbeda es el Ebro, con otros dos de menor caudal, el Turia y el Júcar. También es mediterráneo el Segura, pero no originario del Idúbeda, sino procedente del Sur, de las serranías Subbéticas.

Los cuatro ríos caudales de la vertiente atlántica, a poniente del Idúbeda, son Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir. El territorio for-

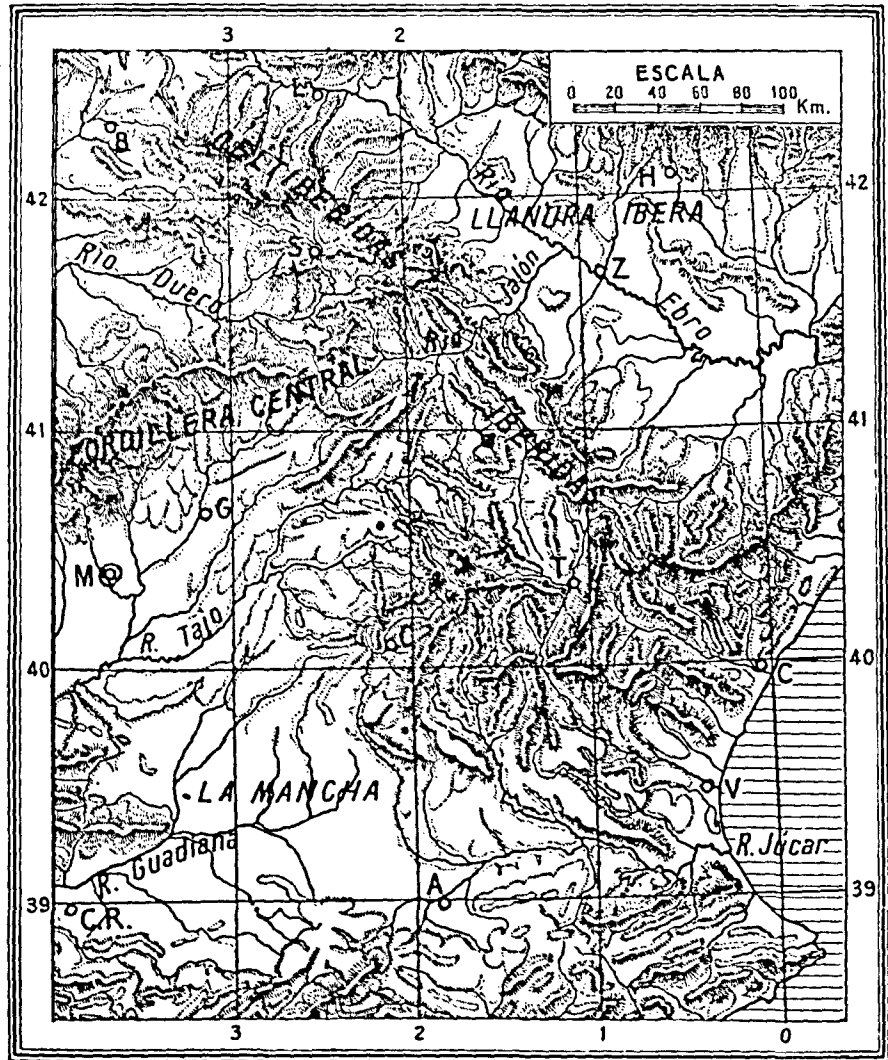


Fig. 31.—Relieve topográfico de las serranías de Idúbeda.

mado por las extensas serranías del Idúbeda y su litoral mediterráneo fué el país de los iberos, en el que establecieron los griegos sus factorías comerciales o «emporios», sin penetrar al interior peninsular situado al otro lado del Idúbeda, designando al país de ellos conocido con la denominación de Iberia, la cual, erróneamente, se ha generalizado al conjunto peninsular; razón por la cual preferimos para el conjunto peninsular la de Hispania y la de Península Hispánica, que desde la época de la romanización, y a través de todos los tiempos históricos posteriores, hasta el presente, fué la denominación corriente y exacta del conjunto del ámbito peninsular.

Escalonado geográfico

Otra característica geomorfológica del conjunto del relieve hispano, es el escalonado que se advierte en el ámbito peninsular, descendiendo de Norte a Sur. Los principales escalones son 1.º El situado entre la altiplanicie de Castilla la Vieja y la de Castilla la Nueva, separadas por la alineación montañosa de las sierras de Guadarrama y de Gredos, escalón prolongado hacia Poniente, entre la altiplanicie de Salamanca y la penillanura extremeña correspondiente al valle del Alagón, separadas en esta parte por la sierra de Gata. 2.º El que forma la penillanura en la que se alzan los Montes de Toledo y la meseta Trujillano-Cacereña, situadas más en alto que la llanura central extremeña por la que corre el Guadiana, de Este a Oeste. 3.º El en muchos parajes acentuado escalón que forma el borde frontal de la penillanura denominada Sierra Morena, hacia la baja llanura Bética, por la cual, adosado al borde bajo del escalón, corre el Guadalquivir en largo tramo.

Tal característica escalonada del conjunto peninsular se aprecia, también, en otros rumbos, desde las altiplanicies centrales a las llanuras bajas periféricas. Así, desde el alto borde de la Virga, en tierra burgalesa, o de la Valdavia, en tierra de Palencia, se descende por fuerte rampa al litoral santanderino, en el primer paraje, y al hondo valle de La Liébana, en el segundo. Las parameras soriana y de Molina de Aragón se alzan escarpadas sobre la baja llanura ibera. Desde la elevada y fría planicie manchega de Chinchilla se descende por rampas escalonadas con valles muertos de una red fluvial inmediatamente anterior a la actual, hasta la plana costera valenciana.

Otro accidente topográfico del conjunto peninsular hispano es la flexión que a lo largo, y más o menos inmediata a la frontera portuguesa, existe entre las llanuras o penillanuras centrales y el territorio portugués, más en bajo: flexión que se señala, entre otros acciden-



tes, por los siguientes: a) El cambio de dirección de la corriente del Duero, torciendo el curso de Este a Oeste, por el de Noreste a Suroeste, en la honda foz de los «Arribes» y recuperando el arrumbamiento castellano al descender a la baja penillanura portuguesa. b) El desenganche geotectónico, entre el segmento de la sierra de Gata y el de la sierra de la Estrella. c) La zona de rápidos del Tajo, entre Garrovillas (Cáceres) y los Portas de Rodam. d) El cambio que en Badajoz experimenta la corriente del Guadiana, cambiándola de Este a Oeste, por la de Norte a Sur, hasta la desembocadura.

Eje orográfico peninsular

La Península hispana presenta en la zona media transversal, o sea casi de Este a Oeste, una extensa alineación orográfica, que divide el territorio peninsular que está al Oeste del Idubeda en dos mitades: la

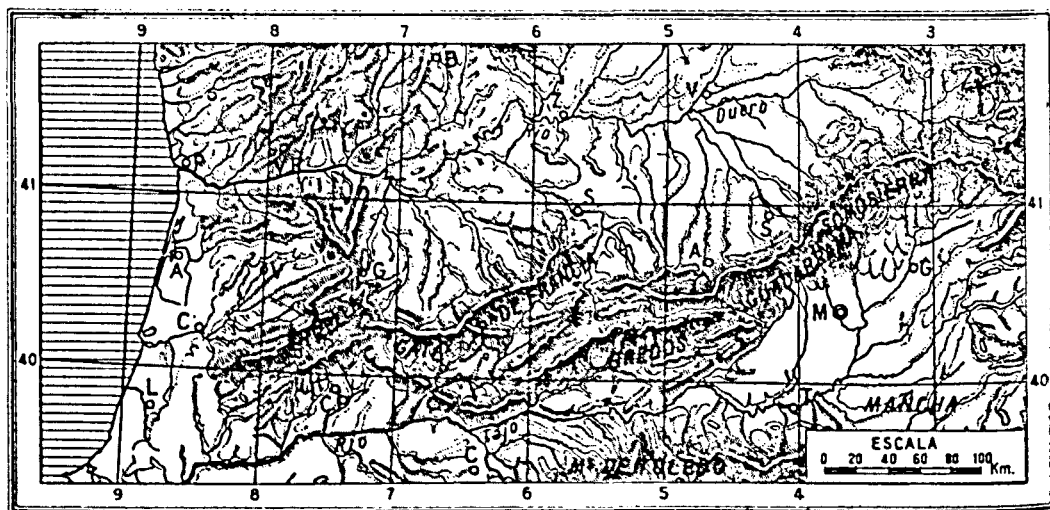


Fig. 32.—Relieve topográfico del sistema montañoso central divisorio entre Duero y Tajo.

del Norte y la del Sur. Tal Sistema Orográfico es de constitución geológica y litológica muy uniforme, pues está formada por materiales graníticos, neis y pizarras cristalinas y, en algunos tramos, por pizarras y cuarcitas del paleozoico inferior.

Se inicia esta divisoria orográfica peninsular, en el Idubeda, por altas parameras, en tierra de Soria, que pronto se individualizan en alineacio-

nes montañosas, alargándose el sistema orográfico hacia el Oeste, con arrumbamiento general de ENE. a WSW., atravesando la anchura de Castilla y adentrándose en Portugal. Tal cadena orográfica divisoria, es el Sistema Central o Lusocastellano, con altitud máxima de 2.661 metros en el pico Almanzor, de Gredos. Está formado por diversidad de segmentos montañosos, desenganchados unos de otros, desplazados y empujados hacia el Norte, existiendo entre ellos pasos o soluciones de continuidad a modo de los espacios que existen entre las vértebras, por lo que el geólogo gaditano Macpherson designó a tal conjunto montañoso «columna vertebral de la Península» (fig. 32).

ALTIPLANICIES CENTRALES

A uno y otro lado del Sistema Orográfico Central existen extensas altiplanicies, y, al Oeste de éstas, amplias penillanuras, y en las respectivas zonas litorales del Norte y del Sur, abruptas montañas, de compleja constitución orogénica, orográfica y geológica. La más septentrional de tales alineaciones orográficas litorales es la cordillera Cantábrica, en la que se incluyen las Montañas de León y Zamora, formando acentuada curva hacia el Suroeste, Sur y Sureste, por la desviación que en su arrumbamiento de Este a Oeste experimenta el extremo occidental de la cordillera al chocar con el estable macizo gallego.

La alineación orográfica periférica, meridional, es el sistema montañoso Bético, que forma el litoral del mar de Alborán, o sea de la porción más occidental del Mediterráneo.

Altiplanicie del Duero

La más elevada altiplanicie central de Hispania es la situada al Norte del Sistema Orográfico Lusocastellano, o sea la altiplanicie de Castilla la Vieja, recorrida por la red fluvial del Duero (fig. 33), con elevación sobre el nivel del mar de 750 a 1.000 metros, y circundada de montañas, presentándose a modo de extensa plaza de armas de un castillo y defendida por bastiones orográficos, que son: al Sur, el Sistema Central; al Norte, la Cantábrica; al Este, la serranía Celtibérica; al Oeste, las Montañas de León y Zamora; la honda cava de los Arribes del Duero; cerrando circuito las prolongaciones septentrionales de los segmentos orográficos de Gata y Estrella, correspondientes al Sistema Orográfico Lusocastellano.

Tal circunvalación de relieves montañosos presenta tres entradas al interior de Castilla: en el ángulo Noreste, la de La Bureba; en el del

cedentes del Atlántico, salvar fácilmente el obstáculo topográfico y penetrar en el interior de la altiplanicie, en donde, condensándose las humedades que traen, las precipitan en lluvias beneficiosas.

Altiplanicies Carpetana y de la Mancha

Al Sur de la cordillera Central contribuyen a formar la denominada Meseta Española otras dos altiplanicies: la Carpetana y la de la Mancha (fig. 34).

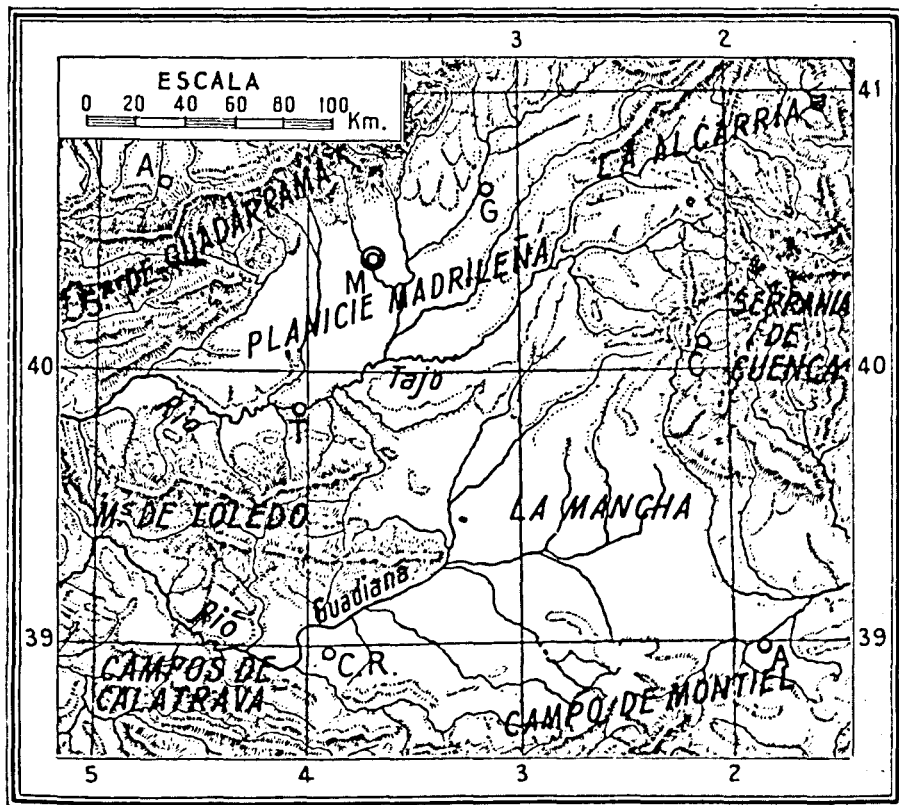


Fig. 34.—Situación de la altiplanicie Carpetana o Madrileña y de la Mancha y relieves limitantes.

La altiplanicie Carpetana corresponde a la llanura hispana, que fué habitada en los tiempos protohistóricos por las tribus de los carpetanos. Llanura limitada al Norte por las sierras de Guadarrama y de Gredos. Meridionalmente por la corriente del Tago, que avanza de Este a Oeste

por la base septentrional de los Montes Oretanos o de Toledo. Está limitada al Este por el borde occidental de la penillanura alcarreña, la cual se va elevando en altitud hacia Oriente, o sea hacia el Idúbeda, hasta culminar en las parameras de Molina y en los Montes de Albarracín y Universales, constituyendo alta intumescencia, divisoria de aguas a uno y otro mar peninsular. Occidentalmente la llanura Carpetana se estrecha y termina frente a los cordales derivados de la serranía de Guadalupe, que están arrumbado al Noroeste; son cruzados por el Tajo y terminan uniéndose con los contrafuertes del Sistema Orográfico Central, en tierra de Plasencia.

Comprende la altiplanicie Carpetana parte de las provincias de Guadalajara, Madrid, Toledo y Cáceres. Entre el Alberche y el Tiétar se señala en Talavera de la Reina un estrechamiento de la llanura formado por la sierra de San Vicente, destacada de la de Gredos, que divide a la planicie en dos partes muy desiguales: la mayor es la llanura madrileña, y la otra, mucho más pequeña y situada al Oeste del estrechamiento de Talavera, está recorrida a lo largo, por el Tiétar, importante afluente al Tajo. La llanura madrileña está en su prolongación de Aranjuez atravesada por la corriente del Tajo, prolongándose meridionalmente la planicie y fusionándose, por esta parte, con la extensa llanura de la Mancha.

La altiplanicie de la Mancha es la más llana de las tres centrales de la Península. Comprende la mayor parte de la extensión de la provincia de Ciudad Real y Albacete y pequeña parte de las de Toledo y Cuenca. Por el Norte, la zona que no se une con la llanura Carpetana, es limitrofe con las alcarrias de Guadalajara y de Cuenca.

Al Oeste limitan la llanura manchega, las penillanuras de los Montes de Toledo y de los Campos de Calatrava, en la provincia de Ciudad Real. Por el Este termina la Mancha en los bordes occidentales de la serranía del Idúbeda, en su porción ibérica, o desciende desde Chinchilla, cerca de Albacete, mediante rampas escalonadas, a la depresión litoral mediterránea de Valencia y de Murcia. La banda meridional de la altiplanicie manchega forma el Campo de Montiel, con altitudes que sobrepasan el millar de metros; en donde, mediante las lagunas de Ruidera, se origina el Alto Guadiana. La altiplanicie de la Mancha termina por el Sur, adosada a las serranías Subbéticas, o cae en acentuado escalón, por Despeñaperros, a la baja llanura andaluza.

Las tres altiplanicies centrales, como asimismo las bajas llanuras periféricas de Andalucía y de Aragón, la litoral del Alentejo y la plana costera valenciana, están todas ocupadas por sedimentos neozoicos: oli-

gocenos, miocenos y pliocenos de origen continental, en unas; en otras, marino, y en algunas, en parte continentales y en parte marinos.

LA EVOLUCIÓN OROGRÁFICA

La banda occidental de la Península, desde el meridiano de Zamora y Salamanca, en la mitad septentrional peninsular, y desde el meridiano de Madrid y Ciudad Real, en la meridional, corresponde en muy gran



Fig. 35.—Penillanura de berrocales de granito, entre Malpartida y Arroyo de la Luz, en la comarca al Noroeste de Cáceres.

(Foto Hernández-Pacheco.)

parte al tipo de morfología topográfica denominado penillanura; forma de relieve producida por la continuidad durante múltiples milenios de épocas geológicas, de acciones erosivas de destrucción y arrasamiento de antiguos territorios montañosos, resultando, de tal proceso evolutivo, la desaparición de las viejas serranías y la transformación del país en otro tipo geomorfológico de relieve topográfico, que es el de penillanura.

Se caracterizan los países que han llegado al estado evolutivo de penillanura por las formas suaves del relieve, en general ondulado, con lomas, colinas y pequeñas montañas de culminaciones embotadas y, en

general, situadas a casi las mismas alturas; puertos orográficos muy rebajados y con frecuencia al mismo nivel general del país.

Si la constitución del terreno presenta gran diferencia en los materiales litológicos que lo forman, respecto a dureza y cohesión, tales como pizarras y cuarcitas o intercalaciones de masas rocosas, fuertes y resistentes de origen eruptivo, como el granito (caso frecuente en las penillanuras del occidente hispano), o de rocas duras endógenas, volcánicas, las acciones erosivas multimilenarias destruyen con más fa-

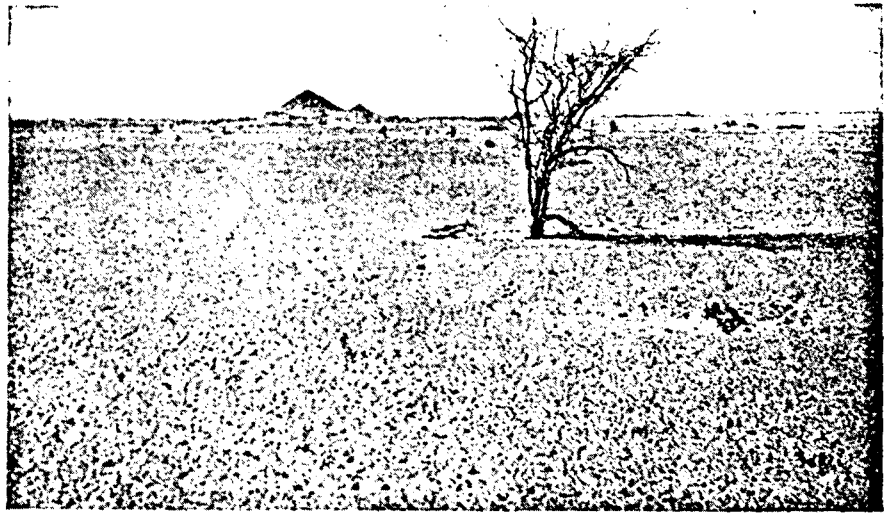


Fig. 36.—Planicie de arrasamiento geológico, con montañas islas residuales, en el territorio del Tírig, región de Tisla, del Sáhara meridional español.

(Foto *Hernández-Pacheco*, 1943.)

cilidad y rapidez a unos materiales que a otros, arrasándose más prontamente el conjunto pizarroso, mientras que las cuarcitas y los materiales duros resisten y persisten formando relieves ásperos y escarpados, constituyendo montañas islas, y los granitos destacan también formando berrocales en la ondulada planicie pizarrosa (figs. 35 y 36).

La penillanura es la fase final del ciclo evolutivo de un sistema orográfico, iniciado en época muy anterior mediante proceso orogénico; de la vieja cordillera o sistema orográfico no queda nada, sino pequeños relieves y las raíces de los pliegues de los terrenos que formaban el ingente conjunto montañoso, de lo que se puede deducir la ubicación que éste tendría, y el rumbo de sus alineaciones, por la direc-

ción que llevan los pliegues del terreno correspondientes a las raíces de la desaparecida cordillera.

Un nuevo ciclo geológico producido por movimientos de los compartimientos, bloques o témpanos de la corteza terrestre, modificando la red fluvial, puede, por la intensa acción erosiva de ella, producir rejuvenecimiento en las formas orográficas de las penillanura, como acontece en Galicia. Pueden también las acciones erosivas del nuevo ciclo, al intensificar el escavado y arrastre de los terrenos, hacer que sobresalgan más y destaquen porciones radicales o del esqueleto de la arrasada orografía, produciéndose nuevas formas montañosas por efecto de tales acciones formativas del modelado terrestre, como acontece en los Montes de Toledo.

El dinamismo interior del Globo (por causas sospechadas, pero aún no claramente conocidas) produce en determinadas épocas geológicas, territorios y circunstancias, empujes tangenciales en la corteza terrestre, con arrugamientos y roturas de los estratos litológicos que la forman, apilado y cabalgamiento de unas capas sobre otras, emisiones e inyecciones del substrato rocoso, especialmente granítico, sobre el que descansa el edificio sedimentario cortical, produciéndose intumescencias y elevaciones en la superficie terrestre, y, como fenómenos concomitantes, emisiones de carácter eruptivo y volcánico.

Tal proceso de la actividad terrestre es el orogénico, correspondiente al nacimiento de un nuevo sistema orográfico. Modificada la superficie terrestre por el complejo conjunto de las actividades de la dinámica interna, se origina en el territorio afectado por las variaciones producidas nueva red fluvial y comienza la actuación intensiva de ésta y la general de dinamismo geológico externo, produciéndose el modelado orográfico, surgiendo la cordillera y la montaña, al modo como mediante el cincel del escultor, la estatua surge del bloque marmóreo. Al período orogénico de actividades intensas sucede otro u otros de atenuación y estabilidad en el dinamismo geológico interno, y el edificio orográfico, por actuación perpetua del dinamismo externo, avanza hacia las formas topográficas de la penillanuración, hasta que nuevo cambio en la vitalidad del planeta produce otra modificación orogénica o epirogénica.

Hay, pues, en el transcurso de las edades geológicas continuado cambio y modificación en las características de la superficie terrestre, sistemas orográficos, relieves topográficos y paisajes terrestres. Hay cordilleras nuevas y viejas; montañas que nacen, se modelan en formas abruptas, se suavizan sus accidentes topográficos, se desgastan, disminuyen, envejecen y desaparecen. Montañas en las que se rejuvenecen

las formas orográficas. El final de la elevada y abrupta cordillera es la penillanura de suaves oteros y campiñas apacibles.

Penillanuras del occidente hispano

El Oeste hispano, según la demarcación que de él se ha señalado, está en casi todo su conjunto constituido por formaciones topográficas de penillanura. Casi todo Portugal es de países de tal tipo topográfico y morfológico. Galicia es una extensa penillanura rejuvenecida; lo

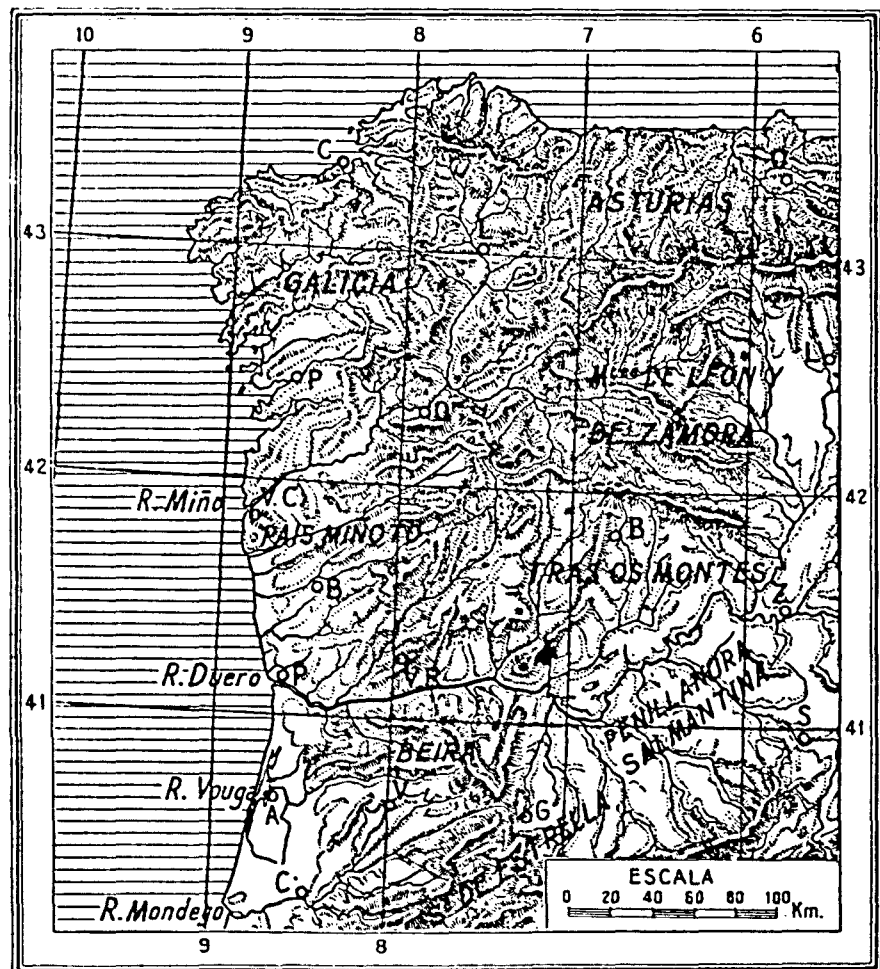


Fig. 37.—Relieve topográfico de Galicia y Norte de Portugal.

mismo que el Norte de Portugal, entre Miño y Duero, y Tras os Montes (fig. 37). La zona occidental zamorana y salmantina es asimismo una penillanura antigua, que en su mayor parte está casi libre de sedimentos neógenos, que han sido barridos por acciones erosivas mult milenarias. Penillanura es también la región Cauriense (de la antigua Cauria [Coria], situada al Sur de las Sierras de la Peña de Francia y de Gata y recorrida por el Alagón. El amplio territorio portugués de la

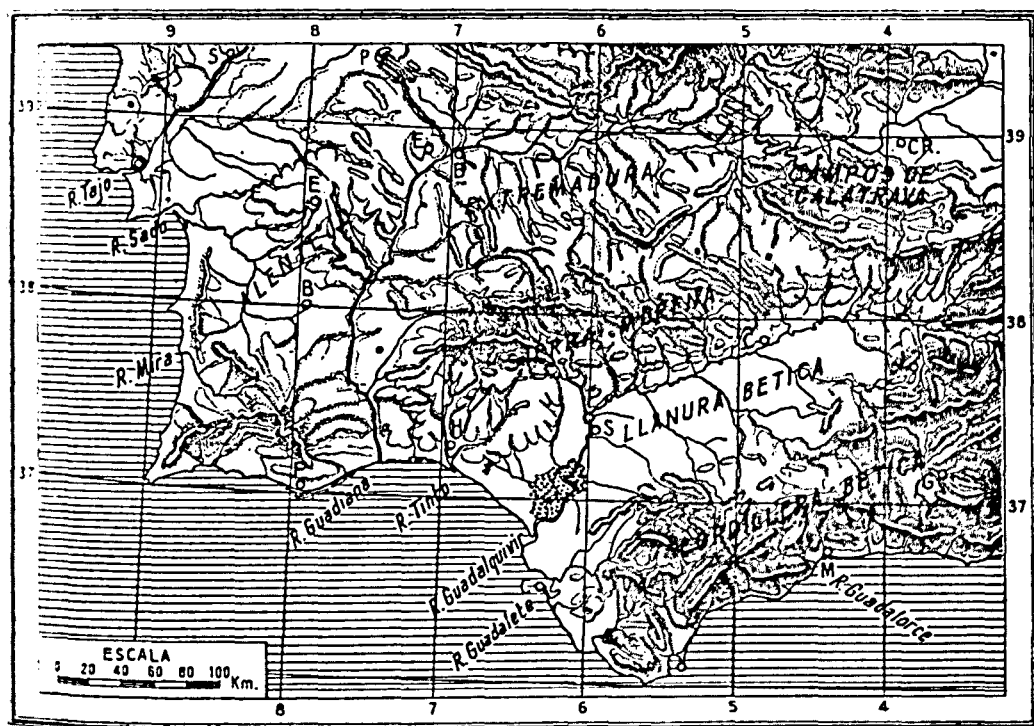


Fig. 38.—Penillanuras del Oeste peninsular: Extremadura, Sierra Morena y Alentejo y llanura Bética.

Beira, entre Duero y Tajo, es una penillanura en la que está enclavado el segmento orográfico del Sistema Central correspondiente a la Sierra de la Estrella y sus dependencias orográficas. Extremadura es típico ejemplo de extensa penillanura, con viejas montañas de erosión; como asimismo el Alentejo, con típicos montes, islas y grandes berrocales graníticos; penillanuras de arrasamiento de los estratos paleozoicos y graníticos que en ancha banda atlántica han sido cubiertos por depósi-

tos de sedimentos pliocenos, transformando tal zona peninsular en llanura (fig. 38).

Los amplios territorios de la mitad occidental peninsular, situados hacia el centro, entre Tajo y Guadiana, correspondientes a los Montes de Toledo y Campos de Calatrava, son penillanuras rejuvenecidas, en las que destacan, cerca del Tajo, montes islas, y más al Sur, las serranías oretanas, constituidas por duras cuarcitas resistentes a la erosión: relieves montañosos que son restos orográficos rejuvenecidos de la vieja cordillera Hespérica, arrasada y desaparecida, pero de la que aún

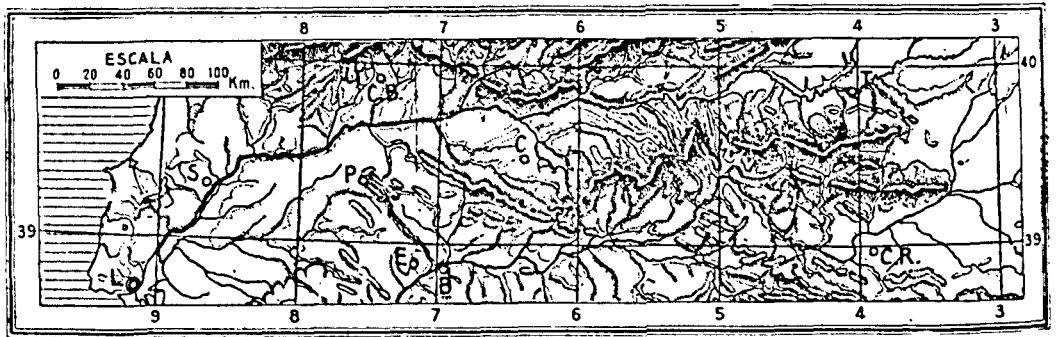


Fig. 39.—Serranía de las Oretánidas, entre Tajo y Guadiana: típica formación orográfica de penillanura rejuvenecida.

persisten, a modo de osamentas orográficas, desenterradas entre los pliegues radicales de la arrasada cordillera, las montañas cuarcitosas que se alzan hasta los 1.448 metros de altitud en el «Corocho de Rocigalgo», de los Montes de Toledo, y a los 1.558 metros en la serranía de Guadalupe (fig. 39).

La antigua alineación hacia rumbos NW y WNW es típica del antiguo sistema orográfico, de época paleozoica y de orogenia hercínica. Los tramos cuarcitosos disminuyen hacia el Sur de la principal alineación de los Montes Oretanos, y de acuerdo con tal particularidad, la intensidad del relieve se atenúa en la zona del Guadiana, correspondiente a los Campos de Calatrava.

Otra extensa penillanura interior es la ancha banda de Sierra Morena, situada entre la altiplanicie de la Mancha, Campos de Calatrava y Extremadura, y la llanura Bética, de más bajo nivel, y a la que da frente mediante fuerte escarpe del borde meridional, roto y desgajado por efecto de la falla producida por el más patente y colosal accidente geoclástico de la Península. Cortando transversalmente la pe-

penillanura de Sierra Morena existen diversas sierras de alineación NW, o sea la misma de la vieja cordillera Hespérica, a cuyos pliegues radicales corresponden los de tales sierras, de las que son las principales las de Alcudía con Sierra Madrona (1.160 m.), las de Epiel y Bélmez y las de los Santos (760 m.). Entre ellas la erosión ha excavado hondos cauces fluviales, que han alcanzado casi su perfil de equilibrio y desembocan en el Guadalquivir por la margen derecha.

También es país de penillanura rejuvenecida el extremo Suroeste peninsular, comprendiendo la mayor parte de la provincia de Huelva y los Algarves, la sierra de erosión de Tudía, Aroche, Aracena, Caldeirao y Monchique.

Penillanuras portuguesas litorales

El litoral atlántico de Portugal forma orla de terrenos mesozoicos y neozoicos al exterior de los accidentes geoclásticos que limitan al extenso témpano cortical hespérico, del que forma parte la Beira interior, constituida por terrenos paleozoicos, con arrumbamiento de los pliegues al Noroeste. El conjunto litoral mesozoico portugués presenta máxima anchura en la denominada Extremadura portuguesa, que al sur del tramo final del Tajo termina por la transversal sierra costera de la Arrábida, que bordea al golfo de Setubal por la costa septentrional.

El territorio de la Extremadura portuguesa presenta constitución geomorfológica de llanura recorrida por relieves orográficos de no grandes altitudes, con arrumbamientos predominantes paralelos a la alineación general de la costa; emisiones de rocas volcánicas, principalmente básicas, tales como basaltos, forman cerros y coladas lávicas. Característica geomorfológica de la Extremadura portuguesa es también la abundancia de áreas de hundimiento, originando depresiones tectónicas denominadas por Paul Choffat «fosas tifónicas».

La orla meridional del Algarve, desde la desembocadura del Guadiana al cabo de San Vicente, está formada por depósitos mesozoicos y neozoicos, dispuestos en bandas estrechas, tanto más modernas cuanto más próximas al mar. El arrumbamiento de los estratos coincide con el de la costa, o sea de Este a Oeste.

El litoral de la Beira, como el del Algarve, deben considerarse de formación geotectónica correspondiente a la revolución geológica que afectó al conjunto peninsular durante el terciario, y su relieve incluirse en el tipo geomorfológico de penillanura; la cual, en su origen orogénico, es mucho más moderna que la de las Hespéridas.

EL ESCUDO O TÉMPANO CORTICAL HESPÉRICO

El conjunto territorial formado por la cordillera Central, los cuarcitosos y pizarrosos montes de Toledo y Guadalupe, las penillanuras occidentales, las alcarrias y parameras centrales, los extensos territorios graníticos y prepaleozoicos del Noroeste, la ancha banda de terrenos antiguos de la Sierra Morena y las complejas y amplias serranías del Idúbeda; todo ello forma un compartimiento central hispano, con unidad geotectónica, un bloque o témpano de la corteza terrestre, al que hemos denominado «Escudo Hespérico». Témpano cortical, que es el viejo núcleo de lo que en el transcurso de los tiempos geológicos y de las transformaciones evolutivas y vicisitudes de la historia de la Tierra, llegó a constituir la mayor parte del terreno de lo que es actualmente la Península Hispana. Al antiguo territorio del Escudo Hespérico se le fueron añadiendo, en diversas épocas geológicas, compartimientos de terrenos emergidos, que aparecen adosados al viejo núcleo por el Oeste, Norte y Sur, constituyéndose, en tiempos geológicos recientes, la Península actual, con sus peculiares características.

Se caracteriza el Escudo Hespérico por estar constituido por un sustrato prepaleozoico o paleozoico, en grandes extensiones, al descubierto, formando la superficie del solar hispano, como es regla general en las zonas de serranía o de penillanura, y por estar cubierto en las altiplanicies por depósitos superficiales de origen continental correspondientes a épocas neozoicas, dispuestas, por lo común, en capas horizontales. En otras partes, especialmente en las zonas orientales del Idúbeda, cubre al sustrato paleozoico potente cobertera de terrenos mesozoicos, pero aun aquí asoman en mayor o menor extensión por ventanas formadas por las erosiones, el sustrato con las mismas características estratigráficas y geotectónicas que en las penillanuras centrales y occidentales.

Es típico de las alineaciones y plegamientos del sustrato paleozoico del escudo hespérico los arrumbamientos orogénicos de tipo hercínico, o sea, de NW a SE o de NNW a SSE, que hemos designado con la denominación de hespéridos.

Fuera del ámbito del área a que nos referimos la constitución estratigráfica y geotectónica es otra, debiendo considerarse tales territorios, constituyendo bloques o témpanos corticales independientes del hespérico, al que están adosados, señalándose, generalmente, la línea de contacto por importantes accidentes geoclásticos. Por otra parte, la

diferente constitución geológica, estratigráfica y tectónica. indica la individualidad de unos y otros bloques corticales. Así, en la orla lusitana mesozoica del Oeste, falta el substrato paleozoico, y un gran accidente geoclástico, en falla, de arrumbamiento meridiano, establece contacto entre uno y otro témpano cortical.

En el Sur, en las serranías Béticas, falta el paleozoico medio y superior, y el inferior, referible al Cámbrico, es de tipo diferente, por lo intensamente metamorfozado que está; como también es metamórfico el silúrico, señalado recientemente por algunos fósiles de trilobites del género *Calymene*; lo que indica la presencia de tal sistema geológico, constituido por pizarras metamorfozadas. Las rocas eruptivas de uno y otro compartimiento cortical son totalmente diferentes: granitos, en el compartimiento hespérico; rocas básicas, cual las peridotitas y serpentina, en el bético. Respecto al estratocristalino de las serranías Béticas, ya le consideraron los geólogos del siglo XIX como de tipo diferente del de la Cordillera Central y de Galicia.

En cuanto al compartimiento del Noreste, los terrenos paleozoicos coinciden con los del Escudo Hespérico por sus características estratigráficas y paleontológicas, pero los arrumbamientos orogénicos son otros en general; correspondiendo Cataluña, por tales caracteres, a compartimiento o témpano cortical diferente del Central y del Occidental peninsular.

Según lo dicho, el Escudo Hespérico, componente fundamental del solar hispano, está limitado y en contacto con los otros compartimientos peninsulares mediante alineaciones geotectónicas, que se manifiestan al exterior por contactos anormales de terrenos geológicos, por geoclasas, fallas y acentuadas flexiones; de tal modo que resalta en superficie la disparidad de constitución geológica y del relieve entre la zona que forma el Escudo Hespérico y las externas a éste.

Límites del Escudo Hespérico

El Escudo Hespérico (fig. 40) queda limitado al Sur por el borde frontal de Sierra Morena, con alineación general de E N E a W S W. que en su porción central da frente a la llanura Bética, corriendo el Guadalquivir adosado al borde bajo del escalón. La alineación del accidente geoclástico, situado entre uno y otro bloque cortical terrestre (el hespérico y el meridional de Andalucía), se prolonga hacia el Este hasta alcanzar el Mediterráneo, en el Sur de la provincia de Valencia, señalando el contacto, la depresiva transversal del valle del Montesa, con diferente arrumbamiento orográfico y geotectónico, entre las alineacio-

nes valencianas, situadas al Norte de tal vallonada (dirigidas de NNW a SSE o de Norte a Sur), y las alineaciones montañosas y tectónicas alicantinas, pertenecientes al conjunto orográfico subbético, tales como la Sierra Grossa, de Játiva, que forma la ladera meridional del valle del Montesa, con arrumbamiento de WSW a ENE.

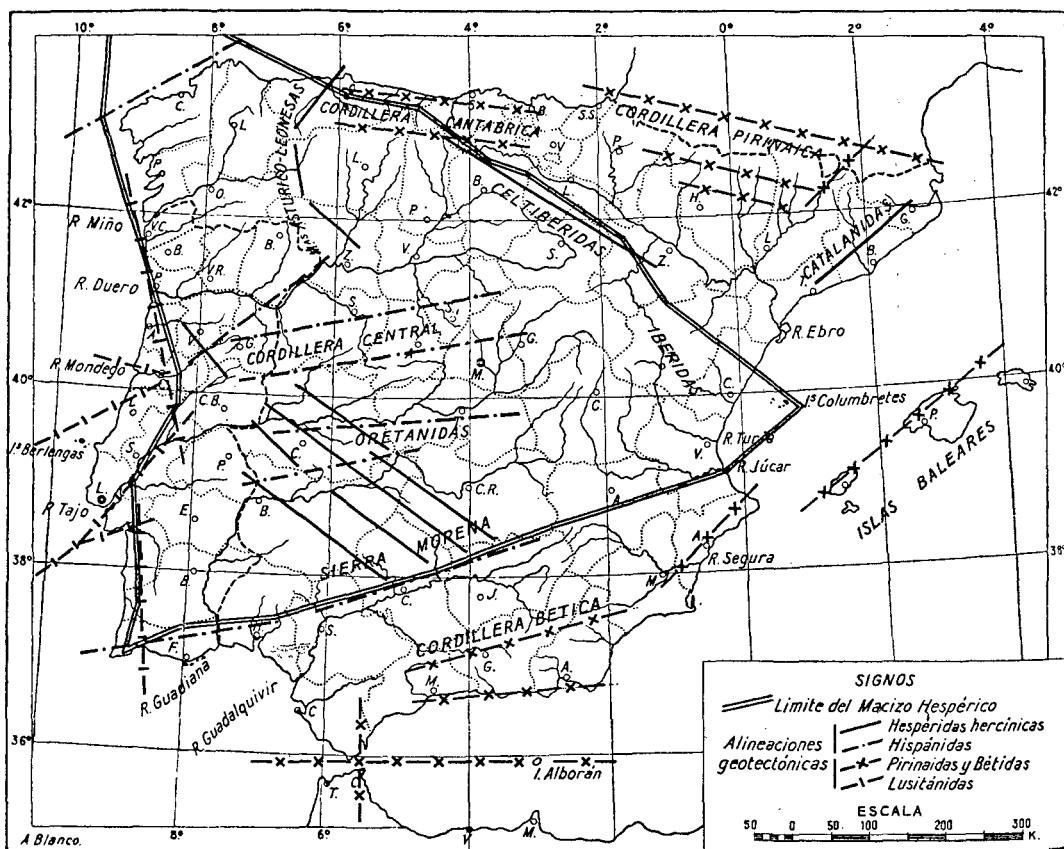


Fig. 40.—Esquema del témpano cortical terrestre del Escudo Hespérico y alineaciones orogénicas, hercínicas y alpinas.

Corresponde, pues, el valle del Montesa a un importante accidente geoclástico de la Península, al que consideramos como la prolongación hasta el Mediterráneo del tan notorio en el borde frontal de Sierra Morena. Tal particularidad de la disposición diferente entre los arrumbamientos orográficos valencianos y los meridionales alicantinos fué apercebida por Cavanilles en su mapa topográfico del reino de Valencia. Macpherson indicó la importancia que tiene, en sus publicaciones de

finis del XIX y principios del XX. Nosotros, en varias de las muestras, expusimos la significación geotectónica de tal accidente; y Brinkmann, en publicación posterior, reconoció la importancia y antigüedad del fenómeno geoclástico.

Hacia el Oeste se prolonga la alineación geotectónica del borde frontal de Sierra Morena, próximamente por los contactos de la penillanura paleozoica de Huelva con la llanura Bética; penetrando en Portugal por la base meridional de las montañas del Algarve, dejando del lado marino la estrecha banda litoral de terrenos mesozoicos hasta terminar en el rocoso promontorio del cabo de San Vicente.

El borde occidental del Escudo Hespérico corre en dirección, próximamente meridiana, a lo largo del litoral portugués, según alineación que comenzando en el cabo de San Vicente avanza hacia el Norte rozando la costa, señalándose por complejos afloramientos mesozoicos, dejando del lado marino la península de Setúbal con la transversal sierra mesozoica y volcánica de la Arrábida; prolongándose la alineación divisoria desde el comienzo del estuario del Tago y remontando el último tramo del río caudal, en dirección al Noreste, hasta la desembocadura del Zézere, en el paraje donde el Tago cambia el rumbo que trae a través de Portugal. Desde dicho sitio la alineación divisoria entre macizo hespérico y orla litoral mesozoica avanza al Norte por Coimbra, alcanzando el Atlántico entre Aveiro y Oporto; dejando al interior los terrenos graníticos, estratocristalinos y paleozoicos, y al exterior los mesozoicos y neozoicos de la Extremadura portuguesa.

El límite Noreste del Escudo Hespérico está señalado, en líneas generales, por el borde bajo del lado externo del Idúbeda, cuyos relieves y pliegues caen lateralmente hacia la depresión del valle del Ebro. La delimitación en la zona extrema septentrional de la línea divisoria es imprecisa a causa de la perturbación ocasionada por los accidentes orográficos del origen de la cordillera Cantábrica y el comienzo del sector orográfico celtibérico, pudiéndose situar la zona delimitante por el paso de la Bureba y su prolongación por el borde septentrional de la cordillera Cantábrica, al Oeste de la depresión orográfica vasca, hasta el meridiano del cabo de Peñas, siguiendo hacia Poniente por el litoral cantábrico, dejando del lado del mar los terrenos mesozoicos del cabo; pasado el cual se prolongará el borde septentrional hespérico por el fondo marino en dirección Noroeste a cerrar circuito en la conjunción con la línea del borde occidental.

El límite Noreste del témpano o Escudo Hespérico se prolonga hacia el Mediterráneo a lo largo del borde bajo de las serranías que

encuadran a la llanura del Ebro y al exterior de los afloramientos de terrenos paleozoicos y de cordales silúricos de la serranía Ibérica.

El límite costero mediterráneo le enmascaran lo continuo de la cobertura de terrenos cretáceos, pudiendo servir de guía para determinar la los pequeños afloramientos del paleozoico inferior de la provincia de Castellón y los meridionales de la provincia de Tarragona; de tal modo que pudiera situársele al Sur del delta del Ebro, estableciéndose la separación con el origen de las Catalánidas, próximamente entre el Norte de la provincia de Castellón y el Sur de Cataluña política, según una línea cuya prolongación, perdiéndose en el mar, cerraría circuito con la alineación tectónica divisoria por el Sur, junto a los islotes volcánicos de los Columbretes.

El Escudo Hespérico queda ampliamente abierto al mar en el Noroeste. Hipotéticamente puede suponerse llegue hasta el borde submarino, donde comienza la pendiente rápida hacia los fondos superiores al millar de metros; línea alejada de la costa actual menos del centenar de kilómetros.

LLANURAS EXTERIORES AL ESCUDO HESPÉRICO

Cuatro llanuras bajas ocupan situación exterior al Escudo Hespérico, que son: a) La Ibera, o del Ebro, en el Noreste. b) La Bética, o del Guadalquivir, de situación meridional. c) La litoral portuguesa del Ribatejo y del Sado. d) La plana costera valenciana, de situación oriental, en el litoral mediterráneo.

Llanura Ibera

Es extensa, de figura triangular alargada, rodeada de alineaciones montañosas. Está recorrida la llanura Ibera por la red fluvial del Ebro (fig. 41). La altitud media es de 250 metros (Zaragoza, 184 metros), estrechándose hacia el Oeste y ascendiendo suavemente hasta la altiplanicie de Burgos. Constituye la llanura Ibera un área de depresión encuadrada: al Norte, por la base meridional del Pirineo. Al Sur, por el borde septentrional de las serranías Ibéricas y Celtibéricas del Idúbeda. Al Este, por la alineación orográfica interior de las Catalánidas. El Ebro, en su zona de origen en los relieves orientales cantábricos, tiene curso por entre ellos, al Norte del extremo occidental de la llanura Ibera, que se reduce a la estrecha rampa de la Bureba, por la que se asciende hasta alcanzar la altiplanicie castellana en tierra burgalesa.

La longitud del lado oriental de la depresión Ibera, a lo largo del

Segre, en la provincia de Lérida, entre Camarasa y Mequinenza, junto al Ebro, es de unos 80 kilómetros, y desde Mequinenza a Valderrobles (Teruel), remontando el Matarraña, de unos 60 kilómetros, o sea, unos 130 kilómetros en línea recta por el lado catalán, entre las localidades extremas citadas. La distancia del alargamiento máximo de la llanura del Ebro, entre Cervera (Lérida) y Briviesca (Burgos), es de unos 330 kilómetros.

La depresión del Ebro es una fosa tectónica, cuyo substrato, probablemente mesozoico, está cubierto por depósitos oligocenos y neogenos. Los primeros son, en parte, de facies de marismas costeras con depósitos salinos. Mayor extensión tienen los terrenos oligocenos y neogenos de facies detrítica continental, que suelen ser también yesíferos.

Llanura Bética

Está comprendida entre Sierra Morena y los bordes septentrionales y occidentales de la serranía Bética (fig. 42). Está recorrida por la red fluvial del Guadalquivir y ampliamente abierta al atlántico golfo de Cádiz. Tiene altitud media de unos 150 metros y longitud de unos 330 kilómetros desde Menjíbar al Norte de Jaén, en la confluencia con el Guadalimar, al pie de Sierra Morena, hasta la desembocadura. Como acontece con la llanura Ibera, la Bética es de forma triangular, alargada, estrechándose en ángulo agudo hacia la base del paso de Despeñaperros, en Sierra Morena. La anchura del valle Bético, entre Andújar y Jaén, es de 45 kilómetros. Entre Córdoba y Cabra, de 60 kilómetros. A lo largo del Genil, su principal afluente, entre Palma del Río y Rute, de 100 kilómetros.

El Guadalquivir, desde que sale a la llanura, corre adosado a la base del borde frontal de Sierra Morena, con arrumbamiento ENE a WSW hasta cerca de Sevilla, donde el río tuerce al Sur por amplia llanura baja de caños y marismas. La altitud del río es de 200 metros en Andújar (Jaén), de 100 metros en Córdoba, de 50 metros en Palma del Río (Sevilla) y de 10 metros en Sevilla, adonde llega el impulso de la marea.

Análogamente a la llanura Ibera, la Bética está ocupada por depósitos de época neozoica, que ocultan al substrato, que, por algunas ventanas de erosión, se ve está constituido por terrenos triásicos, al Sur de Despeñaperros, y en alguna otra parte por paleozoico. A diferencia del valle del Ebro, en el del Guadalquivir los depósitos neozoicos que le rellenan son de facies marina, con mayor extensión el mioceno, y, sobre éste, con menor amplitud, el plioceno. La amplia zona del bajo Guadalquivir es de depósitos pleistocenos y modernos.

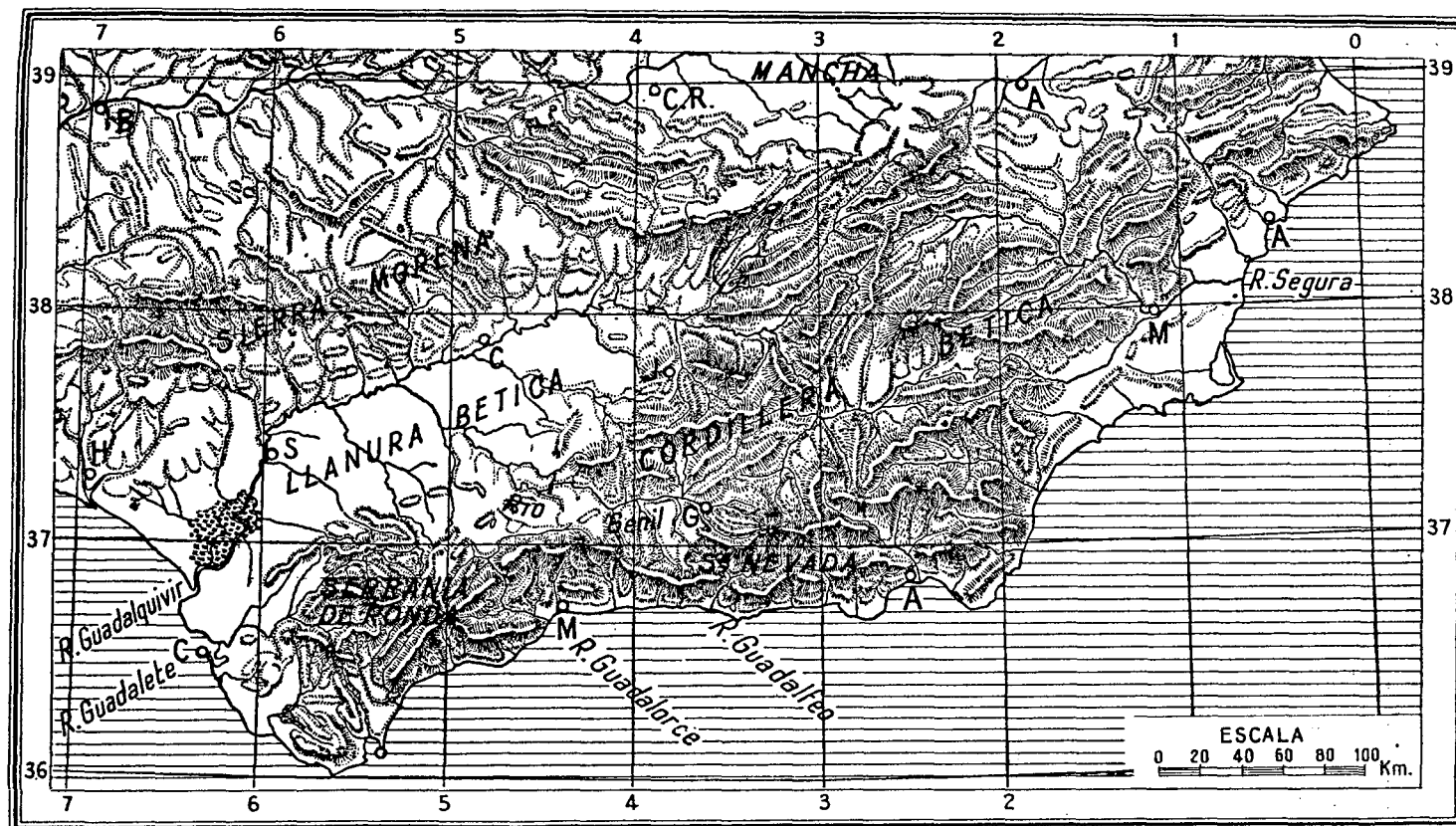


Fig. 42.—Llanura del Guadalquivir y serranía Bética.

Otra diferencia esencial entre las dos llanuras externas al macizo hespérico es que mientras la del Ebro está limitada por las serranías Catalánidas, que la aíslan del mar, la del Guadalquivir está ampliamente abierta al Atlántico. Desde Sevilla (distanciada del mar unos 80

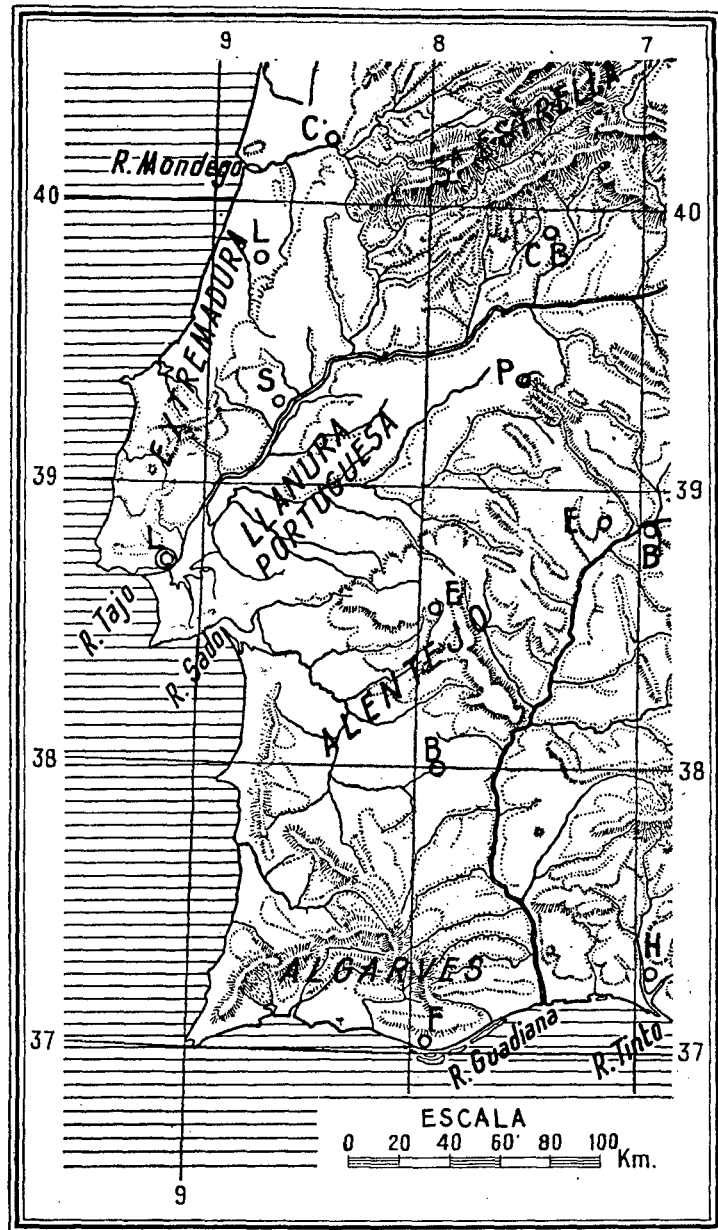


Fig. 43.—Penillanuras y llanuras litorales de Portugal.

kilómetros en línea de aire y adonde llega la marea) la baja y llana tierra del valle se ensancha de tal modo que la llanura Bética llega al mar con amplitud de 170 kilómetros, desde el cabo de Trafalgar, en la entrada del Estrecho de Gibraltar, hasta la desembocadura del Guadiana, en Ayamonte.

Llanura litoral portuguesa

Está situada al Sur del tramo final del Tajo y comprende las planicies litorales del Ribatejo y del Sado, limitadas del lado marino por la península y sierra de la Arrábida, y abierta a la amplia bahía de Setúbal, confundiéndose hacia el interior, suavemente, con la penillanura del Alentejo. Está constituida por terrenos detríticos pliocenos y cuaternarios (fig. 43).

Plana costera valenciana

Es la estrecha banda litoral situada entre la base oriental de la serranía Ibérica y el mar, desde el delta del Ebro hasta Denia. Corresponde a lo que queda emergido de amplia llanura, actualmente sumergida, que se prolongaba hasta el borde del rápido cantil que forma la cuerda del arco del amplio golfo de Valencia, en la que asoman los volcánicos islotes de los Columbretes, frente a Castellón. La plana costera valenciana presenta dos entrantes hacia el interior peninsular: uno, es el ensanche de Liria, correspondiente al valle del Turia; otro, meridional, es el del valle del Montesa, afluente al Júcar, ensanche por el que se ha establecido la carretera general y el ferrocarril desde el interior hasta Valencia.

ALINEACIONES OROGRÁFICAS EXTERIORES AL ESCUDO HESPÉRICO

La compleja constitución topográfica de Hispania se complica aun más por la existencia de extensos y altos relieves, en zonas periféricas. Así, dos alargadas y elevadas cordilleras existen en el borde septentrional peninsular: Una, el ingente Pirineo, que establece divisoria con Europa. Otra, la cordillera Cantabro-Astúrica, que bordea al Escudo Hespérico y forma el litoral del mar Cantábrico. La banda meridional peninsular está formada por la extensa y abrupta serranía Bética, de gran complejidad orogénica y orográfica. Entre el segmento oriental del Pirineo y la prolongación de las serranías mediterráneas del Idúbeda se prolonga hacia el Noreste otro conjunto orográfico, dando variedad a la tierra catalana: el de las Catalánidas.

El Pirineo

El Pirineo es la más abrupta y escarpada de las cordilleras hispanas con altos picos, especialmente en el tramo medio, y con glaciares vivos en algunas cumbres, tales como el de la Maladeta (3.404 metros) y el del Monte Perdido (3.237 metros). El Pirineo es cordillera desimétrica, cayendo más abruptamente del lado francés que del español, con alargada vallonada longitudinal y ancha zona meridional subpirenaica. Es de compleja constitución geológica, con zona axial de terrenos graníticos y paleozoicos, y en las laderas y zona subpirenaica meridional, y, parcialmente en la zona de cumbres, terrenos mesozoicos y numulítico.

La formación orogénica del Pirineo es complicada, habiéndose formado en dos principales etapas: La más antigua correspondiente a la revolución geológica, que a fines del paleozoico plegó y formó la actualmente arrasada cordillera Hespérica. Se realizó el principal paroxismo orogénico en fase retrasada respecto al del Escudo Hespérico, al finalizar la revolución geológica hercínica. Se acabó de constituir el Pirineo mediante revolución orogénica moderna, que tuvo su principal fase paroxismal en los tiempos medios del neozoico. Presenta la cordillera pirinaica características topográficas ásperas, cual corresponde a relieves montañosos jóvenes, aun poco modelados y destruidos por las acciones erosivas de la dinámica externa del globo.

Cordillera Cantabro-Astúrica-Leonesa

Formando amplio y elevado borde montañoso al macizo hespérico, se extiende la cordillera Cantábrica a lo largo del litoral del Norte peninsular desde la zona de depresión orográfica del país vasco hasta Galicia (fig. 44). Este borde septentrional montañoso es de constitución geológica compleja; con una alineación principal, formada por crestas y puertos altos, y avanzados macizos destacados de la zona axial hacia la costa; tales como el conjunto montañoso de las peñas o picos de Europa, de constitución caliza, en el que están las más altas cumbres: Cerrredo, 2.648 metros; El Llambrón, 2.641 metros; Peña Santa, 2.596 metros. Alineaciones paralelas a la principal, tal como la asturiana Sierra de Cuera, existen, donde la cordillera presenta su mayor potencia. En la zona final, en los límites de Galicia, cambia la alineación general de la cordillera, como acontece en la sierra de Rañadoiro, con arrumbamiento de NE a SW. En la zona terminal, la cordillera Cantábrica

se enlaza con los grandes macizos montañosos de León y Zamora y frontera septentrional portuguesa, describiendo la alineación arco orográfico con la convexidad hacia Galicia, dejando entre dos cordales principales la cubeta geotectónica del Bierzo.

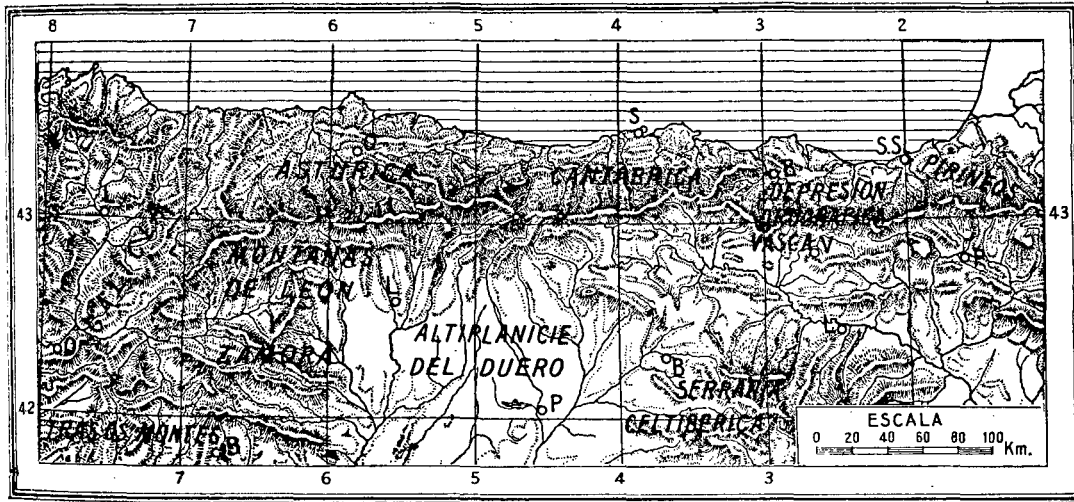


Fig. 44.—Cordillera Cántabro-Astúrica-Leonesa.

Sistema Orográfico Bético

Ocupa en la zona meridional de España el saliente que la Península hace hacia Africa y el litoral desde el Estrecho de Gibraltar hasta el Levante mediterráneo, dando frente al mar de Alborán hasta el cabo de Gata, en la provincia de Almería el extenso Sistema Orográfico Bético, que se prolonga en serranías hasta el saliente alicantino de los cabos de San Antonio, San Martín y de la Nao.

El arrumbamiento general del Sistema Bético es de WSW a ENE, con longitud total de Atlántico a Mediterráneo de más de los 600 kilómetros por anchura media del centenar. La constitución litológica es preponderantemente calcárea en las dos modalidades litológicas, de calizas y de margas. Estratigráficamente está constituida por terrenos metamórficos, principalmente del paleozoico inferior, que predominan en las porciones meridionales por las provincias de Málaga y Granada. Pero aparte de los terrenos metamórficos o estratocristalinos son los materiales mesozoicos del triásico, jurásico y cretácico y del eoceno marino los componentes litológicos dominantes en las serra-

nías béticas, y en menor grado terrenos neozoicos de facies marinas o terrestres. Las emisiones graníticas faltan en el Sistema Orográfico Bético, estando sustituidas las rocas granitoides ácidas por grandes masas, asimismo granitoides, de rocas básicas, del tipo de peridotitas, que dan a la serranía de Ronda características predominantes y que, transformadas en serpentinas, son típicas de Sierra Nevada.

Tal conjunto orográfico Bético es de gran complejidad geológica, tanto estratigráfica como geotectónica, y de formación orográfica moderna, correspondiendo los principales paroxismos productores del relieve a los tiempos medios del neozoico, o sea, a la gran revolución geológica que levantó el gran edificio orográfico de las cadenas montañosas alpinas.

Se debe considerar al conjunto orográfico Bético compuesto de tres grandes grupos: El de la serranía de Ronda y montañas litorales malagueñas. El de la alineación externa o Penibética, en la que están las dos más altas cumbres hispanas: Mulhacén (3.481 metros) y Veleta (3.430 metros). El de las alineaciones orográficas internas o serranía Subbética.

El sistema orográfico Bético se prolonga, perdiendo intensidad, hasta el cabo de la Nao, continuándose la alineación montañosa bajo la superficie marina, de la que emergen las porciones más elevadas del tramo orográfico sumergido, formando las islas del archipiélago Balear.

Todo a lo largo del Sistema Orográfico Bético, desde la llanura del Guadalquivir hasta la costa mediterránea de Alicante, se señala una depresión intermontañosa jalonada por hoyas y vallonadas de confluencias de ríos y de cambios de dirección de éstos, con tramos arrumbados en la general a la depresión; estando ésta ocupada por depósitos neozoicos de facies terrestre, formados, principalmente, por margas.

Se inicia la depresión topográfica por el entrante, que, a modo de golfo, hace el valle del Genil, desde Puente Genil hasta Loja, donde la vallonada se estrecha; volviendo a ensancharse y formar la amplia vega de Granada. Sigue hacia Oriente, y salvada la poco elevada divisoria fluvial, constituye la vallonada del Fárdes y la hoya de Guadix hasta la confluencia del mencionado curso fluvial con el Guadiana Menor, en donde este importante afluente al Guadalquivir viene con arrumbamientos de Este a Oeste, en la hoya de Baza, paraje de confluencias. Desde la hoya de Baza, por el llano de Galera, situado al Sur de Huéscar, continúan los depósitos neógenos en la vallonada de Vélez, por Chirivel y Vélez Rubio, al Sur de la Sierra de María; reanudándose la depresión longitudinal de la serranía Bética por el ancho valle del Sangonera, por Lorca y Totana, a entrar en la vega del Se-

gura, en la huerta de Murcia y Orihuela, saliendo al Mediterráneo por los oasis de Elche y de Alicante.

Tal alineación intermontañosa establece separación estratigráfica y geotectónica entre las dos zonas longitudinales del conjunto montañoso Bético: al Sur, el subsistema orográfico Penibético; al Norte, el Subbético: siendo diferentes la constitución geológica de uno y de otro subsistemas orográficos.

A la zona Penibética pertenecen la Serranía de Ronda, Sierra Nevada y Sierra de los Filabres, y las montañas litorales de Málaga, Granada, Almería y Murcia, hasta Alicante; zona que está formada, en su conjunto, por gran preponderancia de terrenos metamórficos del paleozoico inferior; metamorfismo que se manifiesta también intenso en el triásico de la Sierra de los Filabres, en Almería. El resto es mesozoico y numulítico, de facies marina, no existiendo afloramientos graníticos, si bien son abundantes las rocas granitoides básicas del grupo petrográfico de las peridotitas y de serpentinas; emisiones, las peridotitas, de la orogenia hercínica, según determinó el petrógrafo Domingo Orueta, pareciendo lo más probable que correspondan a la fase final o póstuma de tal revolución orogénica. En el litoral abundan depósitos marinos neógenos, y las emisiones volcánicas en la mitad oriental de la zona, entre los cabos de Gata y de Palos. Asimismo, la sismicidad se manifiesta por frecuentes terremotos, algunos catastróficos.

La zona Subbética, desde el valle del Guadalquivir a la península alcantina de los cabos de San Antonio y de la Nao, comprende gran parte de las provincias de Jaén, Granada, Almería, Albacete, Murcia y Alicante. Está constituida fundamentalmente por terrenos mesozoico y numulítico, de facies marina, y no metamorfizados, juntamente con depósitos neógenos; litológicamente preponderan las formaciones calizas. No existen emisiones graníticas ni casi otras rocas eruptivas que las ofitas características de las margas triásicas. Tampoco abundan las emisiones volcánicas, y la sismicidad es de tipo atenuado.

Las características geotectónicas expuestas respecto a las dos zonas longitudinales, y la existencia de la depresión intermedia, parece estar de acuerdo con la hipótesis de formación de la cordillera mediante empujes tangenciales de Sur a Norte, enunciada por Macpherson en el último cuarto del siglo XIX.

Tales características del conjunto orogénico Bético, en sus particularidades geomorfológicas, estratigráficas y geotectónicas, nos inducen a ver en la zona longitudinal orográfica, del Sistema Bético, algo que debe considerarse a modo de notoria cicatriz de las acciones orogénicas que en el transcurso de los tiempos terciarios ha experimentado el

segmento de corteza terrestre correspondiente a la geosinclinal mesozoica ubicada en el espacio que ocupa la actual serranía; cicatriz geológica que establece separación entre dos zonas: una al Norte, el segmento longitudinal Subbético; y, otra al Sur, el segmento longitudinal Penibético.

Las Catalánidas

Situación periférica peninsular presentan en el Noreste hispano las montañas catalanas, cuyo conjunto constituye la genuina Cataluña, y que puede comprenderse con la denominación genérica de Catalánidas. Su constitución geológica es compleja y, como las Pirenaicas, corresponde su formación a las dos épocas de revolución geológica que se han producido en el ámbito hispano: a la hercínica o de fines del paleozoico, y a la moderna, ocurrida en las épocas del terciario.

Se inician las Catalánidas al Sur del Ebro, como una derivación de los relieves ibéricos, que se arrumban hacia el Sureste y, torciendo el rumbo, en la zona del tramo terminal del Ebro, adquieren la alineación Noreste y avanzan paralelamente a la costa catalana de la provincia de Tarragona, en donde presentan gran fragosidad en el tramo de los puertos de Beceite (1.392 m.) y proximidades del Ebro. Pasado el río caudal, que se ha abierto paso a su través, los relieves orográficos comienzan a decrecer, y se prolongan, a lo largo del litoral catalán, hasta cerca de Barcelona.

Desde Barcelona, hacia el Norte, se extiende hasta cerca del golfo de Rosas, en la provincia de Gerona, un litoral formado por terrenos, en penillanura, de granitos y de paleozoico, que se interpretan como restos de área continental, más extensa, correspondiente a la sumergida Tirrenida. Separa estos terrenos del Pirineo Oriental la depresión del Ampurdán, por donde desde el actual golfo de Rosas penetró el mar terciario en Cataluña hacia el valle del Ebro.

Otra cadena montañosa de las Catalánidas ocupa situación interior, desde la margen izquierda del Ebro, por la provincia de Tarragona y la de Barcelona, hacia la de Gerona, dando frente a la llanura Ibera, de los Llanos de Urgel, en la de Lérida; alineación de montañas caracterizadas por potentes masas de conglomerados paleógenos, cual los de Montserrat. Ambas cadenas catalanas se unen en el Norte y forman el alto relieve del Montseny (1.699 m.), en los límites entre las provincias de Barcelona y de Gerona.

Entre una y otra alineación orográfica catalanas, la exterior o litoral y la interior, existe una depresión alargada e irregular, rellena

por depósitos miocénicos de facies, en parte marina, y, principalmente, terrestre, que son las cuencas del Vallés y Panadés; depresión que se abre al mar, en la costa de la provincia de Tarragona.

ELEMENTOS GEOGRÁFICO-GEOLÓGICOS DEL CONJUNTO PENINSULAR

En relación con lo expuesto respecto a características del relieve peninsular, se puede considerar constituida la Península Hispana por los elementos geográfico-geológicos que indica el siguiente cuadro:

Distribución del relieve hispano

A) ESCUDO HESPÉRICO.

a) Relieves orográficos y alineaciones geotectónicas que le limitan.

- α) Norte. Cordillera Cántabro-asturiana.
- β) Este. Serranías del Idúbeda.
 - 1) Serranías Celtibéricas.
 - 2) Serranías Ibéricas.
- γ) Sur. Borde de Sierra Morena y su prolongación a Levante
- δ) Oeste. Alineación geotectónica litoral portuguesa.

b) Eje orográfico peninsular.

- α) Segmento Carpetano.
 - 1) Aillón y Somosierra.
 - 2) Guadarrama.
- β) Gredos.
- γ) Peña de Francia y Gata.
- δ) Segmento lusitano.
 - 1) Gardunha y Moradal.
 - 2) Estrella.

c) Altiplanicies Centrales.

- α) Altiplanicie de Castilla la Vieja o del Duero.
- β) Altiplanicie de Castilla la Nueva o del Tajo.
- γ) Altiplanicie de la Mancha o del Guadiana.

d) Serranías interiores y penillanuras.

- α) Zona septentrional.
 - 1) Montañas de León, Zamora y Tras-os-Montes.
 - 2) Penillanura de Galicia y del País Miñoto.

- 6) Zona oriental.
 - 1) Alcarrias.
 - 2) Parameras sorianas y de Molina.
 - γ) Zona occidental.
 - 1) Penillanuras salmantina y zamorana.
 - 2) Penillanura de la Beira.
 - 3) Penillanura Cauriense o del Alagón.
 - 4) Montes de Toledo y Campos de Calatrava.
 - 5) Extremadura y Alentejo.
 - δ) Zona meridional.
 - 1) Sierra Morena.
 - 2) Penillanura Onubense.
- B) Territorios exteriores al Escudo Hespérico:
- a) Llanuras exteriores.
 - α) Llanura Ibera.
 - 6) Llanura Bética.
 - γ) Planicie del Alentejo y del Sado.
 - δ) Plana costera valencia.
 - b) Penillanuras periféricas.
 - α) Extremadura portuguesa.
 - 6) Algarve litoral.
 - c) Cordilleras y zonas montañosas periféricas.
 - α) Zona septentrional.
 - 1) Pirineos.
 - 2) Depresión orográfica vasca.
 - 6) Zona oriental.
 - Montañas Catalánidas.
 - γ) Zona meridional.
 - 1) Serranías rondeñas.
 - 2) Serranías penibéticas.
 - 3) Serranías subbéticas.
 - 4) Baleares.

EDAD Y FORMACIÓN DE LAS MONTAÑAS HISPANAS

En las montañas debemos distinguir dos aspectos: Uno, los caracteres orográficos de las montañas actuales. Otro, el origen, o sea, cómo y cuándo se han formado; es decir, los caracteres orogénicos y la pertinente a la historia evolutiva de tales relieves.

Según esto, debemos considerar en la Península hispana, no tan sólo las cordilleras y montañas actualmente elevadas, sino también aquellas otras ya arrasadas y destruidas por las acciones erosivas, durante el largo transcurso de los tiempos geológicos: montañas de las que no quedan sino residuos en las regiones de penillanuras o embutidos en el conjunto orográfico de orogenias posteriores, en donde siempre quedan señales indelebles de su anterior existencia, cuales son las discordancias entre los estratos geológicos anteriores a la formación orogénica y los posteriores al fenómeno que produjo los viejos relieves orográficos, al modo como la cicatriz queda en señal de la herida.

Atendiendo a esta cuestión de la edad de los relieves orográficos hispanos, podemos considerarlos originados y formados por las acciones de actividades orogénicas que se produjeron durante tres amplios periodos de la historia de la Tierra: Uno, antiquísimo, correspondiente al conjunto metamorfizado de los terrenos de la era arcaicozoica, conjunto que forma los cimientos del edificio estratigráfico de la corteza terrestre. De los estratos arcaicos del compartimiento que forma actualmente la Península Hispana, sabemos únicamente que estaban metamorfizados y plegados por los impulsos orogénicos huronianos (así denominados por el gran desarrollo que tuvieron en la región del lago Hurón, en el Canadá). Los relieves que la orogenia huroniana produjera en el compartimiento hispano ya estarían arrasados cuando sobre ellos se depositaron los sedimentos de la masa del paleozoico. Actualmente no queda de tal orogenia sino una discordancia angular, difícil de percibir, y, en muchos casos, dudosa, pues el metamorfismo de las capas, especialmente pizarrosas del paleozoico inferior, ha sido tan intensiva, que han adquirido características estratocristalinas, y su granitización no permite distinguir al presente el substrato granítico arcaicozoico. En todo caso, debe admitirse la existencia de un substrato profundo, de la zona del sial, constituido por rocas ácidas granitoides; que sirve de sostén al gran edificio estratigráfico, esté o no metamorfizado.

En la Península Hispana presentan características, más o menos claras, de arcaicozoico plegado con anterioridad a la base del conjunto estratigráfico, parte de los granitos y los neis glandulares y micáceos de la Cordillera Central (Sierra de Guadarrama y de Gredos), y también en Galicia, según se deduce de los especiales estudios en tal respecto del geólogo Macpherson, como asimismo en el Norte de la provincia de Sevilla, en donde se señala la existencia de un conglomerado de cantos de cuarcita con el cemento que los une, metamorfozado y correspondiente a la base del paleozoico (fig. 45).

El segundo movimiento orogénico que se señala en los terrenos geológicos hispanos se realizó en la segunda mitad de los tiempos pa-

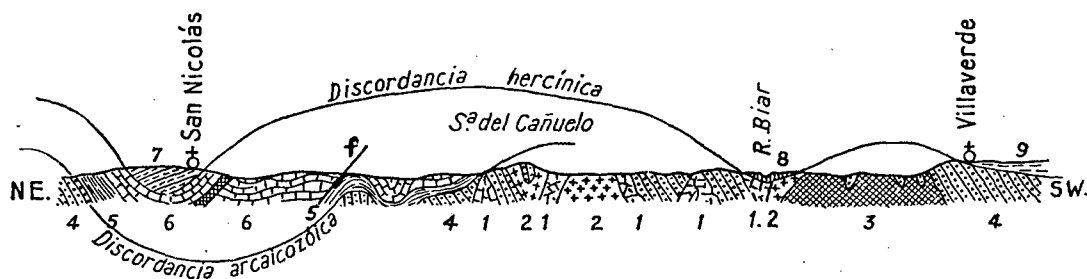


Fig. 45.—Corte geológico de San Nicolás del Puerto al Guadalquivir, según Macpherson, con la interpretación de Hernández-Pacheco, Ed., respecto a movimientos orogénicos y discordancias tectónicas: 1, granito; 2, pórfidos; 3, diabasas; 4, micacitas; 5, pizarras y grauvacas cambrias, calizas y pizarras cámbricas acadienses; 7, hullero; 8, triásico; 9, mioceno marino; f, falla.

leozoicos, y con actividad más intensa o paroxismal desde el carbonífero medio hasta finales del pérmico. A esta época corresponden diversidad de relieves y viejas alineaciones orográficas, muy erosionadas y destruidas, que existen en varios países europeos, a las que se conocen con la denominación de «hercínicas», porque tales vetustas alineaciones orográficas son patentes en el antiguo territorio de la Hercinia centro-europea, denominación genérica ampliada a las formaciones de la misma edad, en otros países.

El tercer gran episodio de intensidad orogénica corresponde a los tiempos del neozoico y tiene su máxima época paroxismal desde mediados del eoceno a fines del neogeno. A tal época orogénica corresponde la formación de la mayor parte de las montañas de altos, rudos y escarpados relieves europeos y asiáticos, conjunto orográfico que por tener gran desarrollo en los Alpes se denomina «alpínico».

Una y otra época orogénica, la antigua, o hercínica, y la moderna, o

alpínica, tienen fases premonitorias y fases póstumias. Es fase premonitoria la que en el eoceno ocasionó la principal formación del Pirineo, o sea la fase «pirenaica». Es fase póstuma de la orogenia alpínica la correspondiente a los movimientos que se señalan durante el plioceno. Lo mismo acontece respecto a la orogenia hercínica, que tiene como antecedentes la fase «caledónica» (de Caledonia, denominación de la actual Escocia, que presenta gran intensidad en los países norteeuropeos, no alcanzando sus efectos, de manera notable y clara, al solar hispano.

Pero aun teniendo las montañas de la misma época orogénica características comunes, presentan las de los diversos países individualidad y características propias, por lo que se hace necesario, para facilidad en el estudio geológico, denominar convenientemente a las diversas unidades orográficas, en el respecto orogénico, con nombres adecuados, especialmente en el caso de la arrasada cordillera que existió ocupando gran parte del ámbito peninsular. Según lo dicho, denominamos «Hespérica» a lo que queda de la arrasada cordillera hercínica, cuyos cimientos rocosos y raíces de pliegues orográficos se reconocen desde Galicia hasta el borde frontal de Sierra Morena, con arrumbamientos de NW a SE, o encuadrados en direcciones comprendidas en el cuarto y primer cuadrantes.

En el final del paleozoico y comienzos del mesozoico se señalan movimientos póstumos a los hercínicos, con predominio de fenómenos de descompresión, que originan distensiones y fragmentan transversalmente a la vieja alineación de las Hespéridas e inician la general disposición orográfica actual del Escudo Hespérico, con alineaciones transversales a las hercínicas y arrumbamientos de NE a SW, o en direcciones del primer al tercer cuadrante, tales como la Cordillera Central, Montes de Toledo y borde frontal de Sierra Morena, y asimismo, las depresiones Carpetana y del Guadiana medio. Relieves y depresiones de carácter geotectónico y rejuvenecidos en los tiempos del paleogeno y desarrollada la transformación montañosa durante el transcurso del neozoico.

A tal conjunto de alineaciones geotectónicas del Escudo Hespérico de arrumbamiento transversal a las direcciones hespéridas las designamos con la denominación genérica de «Hispanidas». Tales manifestaciones, de índole orogénica, según se ha dicho, consisten, originariamente, en fenómenos de descompresión y de distensión, que se manifiestan en períodos orogénicos del neozoico, por elevaciones o intumescencias en unos parajes, o sea por movimientos negativos (empleando la denominación de Sues), compensados en otros lugares, por hundimientos o depresiones, o sea por movimientos positivos.

Son tales acciones engendradoras del rejuvenecimiento del relieve del ámbito hespérico, o sea de los territorios centrales de la Península, fenómenos concomitantes con las actividades orogénicas de la gran revolución geológica alpínica en otras partes del ámbito peninsular, en sus fases premonitorias, paroxísmicas o póstumas, que alzaron las cordilleras Pirenaica y Bética, y produjeron, en éstas, los intensos plegamientos de terrenos con fracturas y dislocaciones, despegues de masas o bloques de terrenos, formación de mantos de corrimiento y apilado de paquetes de estratos en posiciones anormales, conjunto constitutivo de las cordilleras jóvenes del ámbito peninsular, externas al témpano o bloque Hespérico.

Las acciones de índole orogénica, productoras de Hespéricas y de Hispánicas, tienen el gran interés de establecer los dos rasgos fundamentales que reglan, con sus respectivos arrumbamientos típicos, las características geotectónicas, topográficas, y, en general, geográficas, del solar Hispano.

En contraste con tales relieves montañosos, las Hespéridas, ya destruídas, y las Hispánidas, aun elevadas y rejuvenecidas, pero con marcado carácter de vetustez, están las cadenas montañosas debidas a modernas acciones orogénicas, ocurridas en los tiempos del neozoico, pliocénico inclusive; montañas, no todas ellas, exactamente formadas sincrónicamente por los mismos paroxismos orogénicos, distinguiéndose en tales grupos montañosos las «Pirenaidas» y «Cantábridas»; las «Celtibéridas» e «Ibéridas», correspondientes al gran conjunto de serránicas del Idúbeda; las «Bétidas» en sus tres grupos de «Rondaidas», «Penibétidas» y «Subbétidas».

Aun quedan dos zonas montañosas en la Península, las «Catalánidas» o montañas costeras e interiores de Cataluña, de complicado desarrollo orogénico, con preponderancia hercínica. Otra zona orográfica, de situación atlántica, son las montañas portuguesas de Extremadura y del Algarve, que no encajan orogénicamente ni en las hercínicas ni en alpínicas, sino en orogenia especial, lusitana, comprendiendo las «Lusitánidas» del Oeste portugués, y las «Agárvidas», del litoral atlántico meridional.

Caso especial respecto a origen de las montañas hispanas en cuanto se refiere a altitud es el de las extensas áreas de parameras, o sea elevadas altiplanicies de los territorios centrales peninsulares, cuyos terrenos aparecen plegados y cubiertos o no, por depósitos horizontales o subhorizontales del terciario continental. Tal es, en el primer caso, la altiplanicie del Duero o de Castilla la Vieja, y, en el segundo, las parameras del Idúbeda, de Soria y de Molina de Aragón, en la pro-

vincia de Guadalajara. En uno y otro caso debe admitirse la elevación en masa de tales territorios, movimiento ascensional, en bloque, compensado por el de depresión o hundimiento de otros compartimientos corticales.

En las montañas hispanas hay que tener en cuenta su edad, pues supuestos análogos los demás caracteres geológicos, tanto más abrupta, escarpada y alta es una cordillera, cuanto más recientes son los movimientos orogénicos que la han formado o rejuvenecido, fenómeno que se manifiesta claramente en el paisaje geográfico.

A veces, un paroxismo orogénico actuó en una cordillera vieja, y ya en vías de desgaste, y las formas orográficas se rejuvenecieron. Este es el caso de lo acontecido en Guadarrama y Gredos, en donde puede distinguirse zonas viejas y porciones rejuvenecidas, no quedando oculta la vetustez del sistema orográfico, pues se acusa su ancianidad, entre otros caracteres, por las formas suaves del relieve.

Pero aparte de los movimientos rejuvenecedores, la acción del tiempo en las montañas es continuamente de lima, de desgaste, de disminución, de acabamiento, y, el final de una cordillera, como consecuencia de las acciones erosivas, en el transcurso de los ciclos geológicos, es la fase de penillanura, con lomas y cerros de rocas duras que han resistido más los embates del tiempo, y, con puertos a nivel de la llanura, como el puerto Lápice, en los Montes de Toledo, y el puerto de Sevilla, al Sur de Mérida, por Tierra de Barros, en Extremadura.

El final de la extensa y alta cordillera cubierta de nieves y de hielos persistentes y de la abrupta serranía con bosques densos y rudos roquedos es la penillanura suave y ondulada, de plácidas campiñas, herbazales floridos y tropeles de herbívoros o asiento de extensos agros y sustento de tranquilos rebaños.

El siguiente cuadro es el de clasificación de las montañas de la Península Hispana, teniendo en cuenta la orogenia:

Orogenia peninsular

A) Montañas muertas:

- a) Primitivas De origen arcaicozoico.
- b) Hespéridas De origen hercínico.

B) Montañas viejas rejuvenecidas :

- | | | |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| a) Hispánidas | } | De preponderante orogenia hercínica. |
| a) Leónidas | | |
| b) Carpetánidas | | |
| γ) Oretánidas | | |
| δ) Mariánidas | | |
| b) Idúbedas | | |
| a) Celtibéridas | | |
| b) Ibéridas | | |
| c) Catalánidas | | |

C) Montañas jóvenes o en las que el rejuvenecimiento es lo preponderante :

- | | | |
|----------------------|---|-------------------------------------|
| a) Pirenaidas | } | De preponderante orogenia alpínica. |
| b) Cantábridas | | |
| c) Bétidas | | |
| a) Rondaidas | } | De orogenia alpínica. |
| b) Penibétidas | | |
| γ) Subbétidas | | |
| d) Atlántidas | | |
| a) Lusitánidas | } | De orogenia lusitánica. |
| b) Algárvidas | | |

CAPITULO III

Litología Hispana

SUMARIO: Componentes litológicos del solar hispano.—La Hispania silícea. Extensión de la Hispania silícea. La sílice rocosa. Terrenos graníticos. Terrenos de cuarcitas y de pizarras silíceas. Particularidades típicas de la Hispania silícea y su influjo en la Historia hispana.—La Hispania calcárea. Calizas y margas. Variedad marmórea de Hispania. Situación y extensión de la Hispania calcárea. Particularidades típicas de la Hispania calcárea y su influjo en la Historia hispana.—La Hispania arcillosa. Características, proceso de formación y situación de las llanuras arcillosas hispanas. Particularidades típicas de carácter agrícola de las planicies arcillosas hispanas y su influjo en la Historia hispana.—Ponderación litológica del solar hispano.—Rasgos edafológicos.—Síntesis agro-pecuaria del solar hispano.

COMPONENTES LITOLÓGICOS DEL SOLAR HISPANO

En la constitución litológica de la Península se distinguen tres grandes conjuntos territoriales que se reparten el ámbito hispano, con predominio casi total, en cada uno de ellos, de rocas y sedimentos litológicos del mismo tipo, en cuanto se refiere a composición química, y en términos amplios, a edad geológica, relieve y características geográficas y geológicas, y, como consecuencia de todo ello, analogías fisiográficas respecto a disposición y formas del roquedo, tipos de suelo, vegetación y paisaje, características agrícolas y pecuarias, distribución y modalidades de la población humana y aun carácter de los acontecimientos históricos. Estos tres conjuntos geográfico-geológicos de la Península, caracterizado cada uno de ellos por el gran predominio de especiales tipos litológicos, son los que hemos denominado: Hispania silícea, Hispania calcárea e Hispania arcillosa (Lám. II).

LA HISPANIA SILÍCEA

Extensión de la Hispania silícea

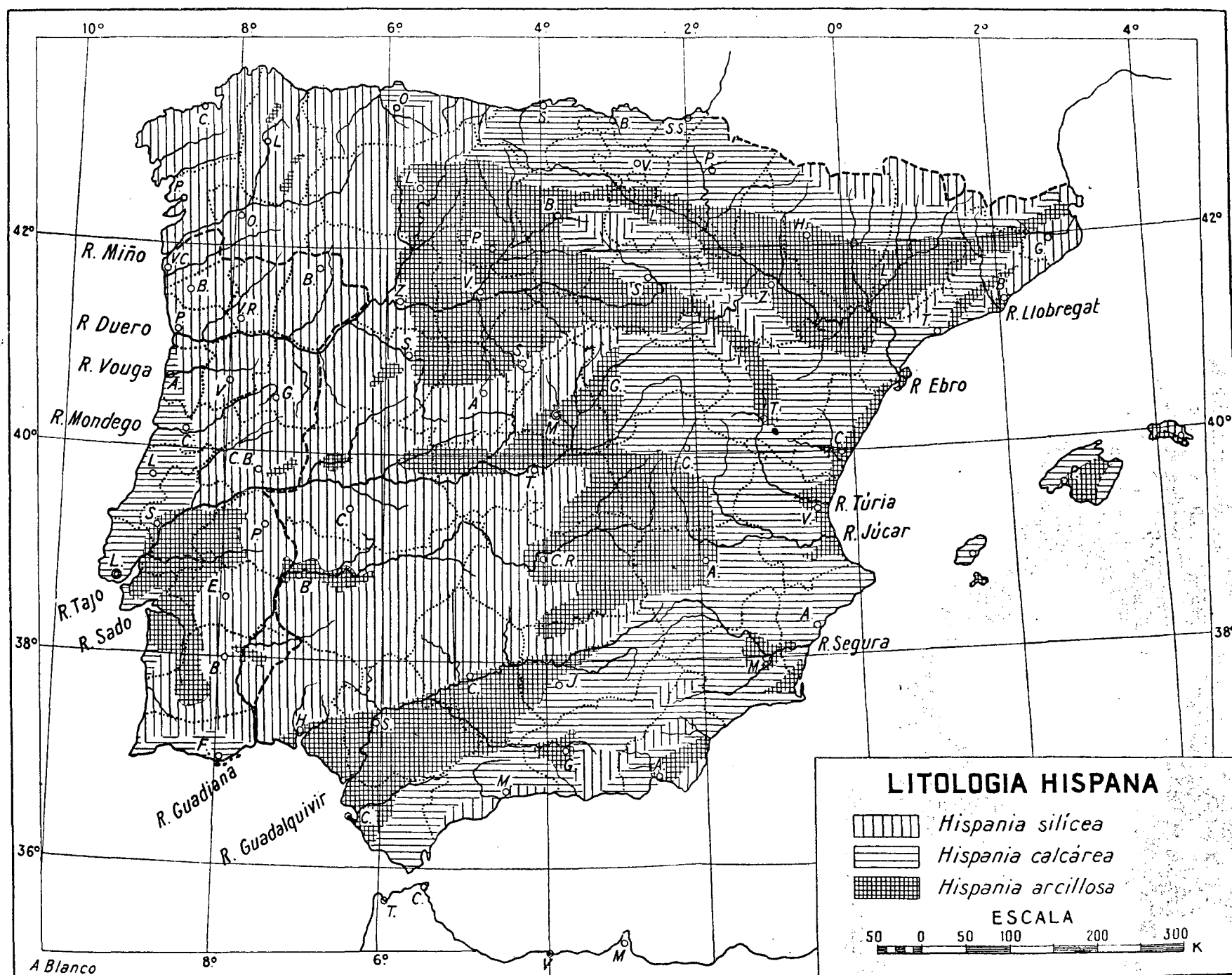
La Hispania silícea es la de mayor extensión. A ella corresponde toda Galicia y casi todo Portugal, excepto el territorio atlántico, situado al Oeste de la alineación geotectónica meridiana, que desde Oporto pasa por Coimbra, atraviesa el Tajo y alcanza a Setubal, estando también excluidas las llanuras de aluviones del Ribatejo y del Sado, y en el litoral meridional portugués, la estrecha banda mesozoica del Algarve. En la Hispania silícea se incluyen las montañas de León y de Zamora; las Asturias occidentales; la penillanura occidental salmantina, situada al Oeste de la línea meridiana que pasa, aproximadamente, por Zamora y Salamanca; la región Cauriense o de la cuenca del Alagón y el sistema orográfico Central peninsular; los territorios de los Montes Oretanos y Campos de Calatrava; toda Extremadura al Sur del Tajo, salvo la amplia vega del tramo medio del Guadiana, con la llanura arcillosa de la Tierra de Barros. Comprende también la Hispania silícea la penillanura de Sierra Morena y la mayor parte de la provincia de Huelva.

Corresponde al conjunto de países reseñados, o sea a la Hispania silícea, extensión superior al tercio del total de la Península. En los otros territorios peninsulares existen áreas menores de constitución silícea, las cuales destacan, sobresaliendo de entre otros territorios de constitución litológica diferente, como ocurre con la zona axial del Pirineo y en el litoral catalán, y asimismo, en algunas partes de la serranía del Idúbeda; en Sierra Nevada y en la de los Filabres, y litoral malagueño de la porción meridional de España.

La sílice rocosa

La sílice es la sustancia constitutiva de las rocas y terrenos de la Hispania silícea, en forma de cuarzo, o sea sílice pura, y en combinación con otros componentes químicos, originando las múltiples especies de silicatos constitutivos de las rocas eruptivas, entre las que, el granito, es preponderante.

El cuarzo es durísimo, insoluble, inalterable, casi indestructible como elemento mineralógico. Al deshacerse las rocas por las acciones de las intemperies milenarias, el cuarzo queda suelto y libre, formando granos de arena que los vientos, las corrientes fluviales, o el oleaje marino, remueven y acumulan, y, mediante procesos de litogénesis, forman parte de nuevas rocas, o, por sí solos, areniscas coherentes y duras cuarcitas



Distribución litológica del solar hispano.

que, a su vez, serán destruidas y los granos silíceos disgregados. Por semejante proceso, las arenas viajeras, a través de las edades geológicas, se volverán a reunir y consolidar en otra nueva roca silícea en época geológica más moderna. Emigración a través de los tiempos y del espacio, en el continuo variar y en la perpetua sucesión de los ciclos geológicos.

En las rocas compuestas de silicatos, éstos, al disgregarse o alterarse aquéllas, se descomponen y transforman en productos terreos, en cienos y limos, que, al sedimentarse en capas por procesos litogénéticos en el interior de la corteza terrestre, pasarán a formar las coherentes y duras pizarras silíceas, sujetas, a su vez, a alteración y destrucción en el continuo proceso de cambio y renovación de la Naturaleza.

La Hispania silícea corresponde, principalmente, por la edad de los materiales que la integran, a las formaciones rocosas más antiguas de la corteza terrestre. Grandes zonas son de terrenos paleozoicos y arcaicozoicos o primitivas capas basilares sobre la que descansa el edificio estratigráfico terrestre. Tales materiales litológicos se presentan en extremo metamorfizados, con estructura que participa de la granitoide, propia de gran parte de las rocas de origen interno, a las que los antiguos geólogos denominaron plutónicas. Presentan dichas rocas, juntamente con la estructura granitoide, textura hojosa estratigráfica, así denominada por ser de origen sedimentario y dispuestas en capas o estratos, originándose la estructura estratocristalina.

Los neís, de composición mineralógica semejante al granito y las pizarras cristalinas o cristalofílicas, son los componentes litológicos de extensas zonas de Galicia y Norte de Portugal, de la Beira, y también de las sierras orientales de la Cordillera Central, tales como Guadarrama y Somosierra.

La roca preponderante y que da más carácter a la Hispania silícea es el granito, material litológico sobre el que descansa todo el edificio sedimentario de la corteza terrestre, incluso los metamorfizados terrenos del arcaicozoico. Otras rocas granitoides, como la sienita y diorita, suelen acompañar o sustituir al granito. Procedentes de las zonas profundas del Globo, inyecciones de magmas pétreos suelen atravesar el espesor de la corteza terrestre y solidificarse en el trayecto de salida o en superficie y originar masas de rocas intrusivas, tales como las pegmatitas, pórfidos, diabasas y porfiritas, componentes litológicos abundantes en la Hispania silícea.

Corresponden también a la Hispania silícea los depósitos y rocas sedimentarias de los terrenos de la era paleozoica, ocupando grandes ex-

tensiones las uniformes pizarras silíceas del sistema cámbrico. Características análogas tienen las masas pizarrosas del sistema silúrico, en su parte inferior, también con enorme potencia y gran extensión en las zonas occidentales de la Hispania silícea. Destacan en abruptos relieves las cuarcitas del mismo sistema, y con menor extensión las grauvacas y areniscas del sistema devónico. El terreno carbonífero está representado ampliamente por pizarras, correspondientes a las zonas inferiores del sistema, de la facies marina denominada del «cuím», mientras que los terrenos del carbonífero medio y superior, o hullero, se señalan, en varias cuencas, por abundancia de conglomerados, areniscas y pizarras arcillosas con capas de hulla

Terrenos graníticos

El granito aparece al exterior en múltiples parajes del amplio territorio del Escudo Hespérico. Forma grandes extensiones en Galicia y

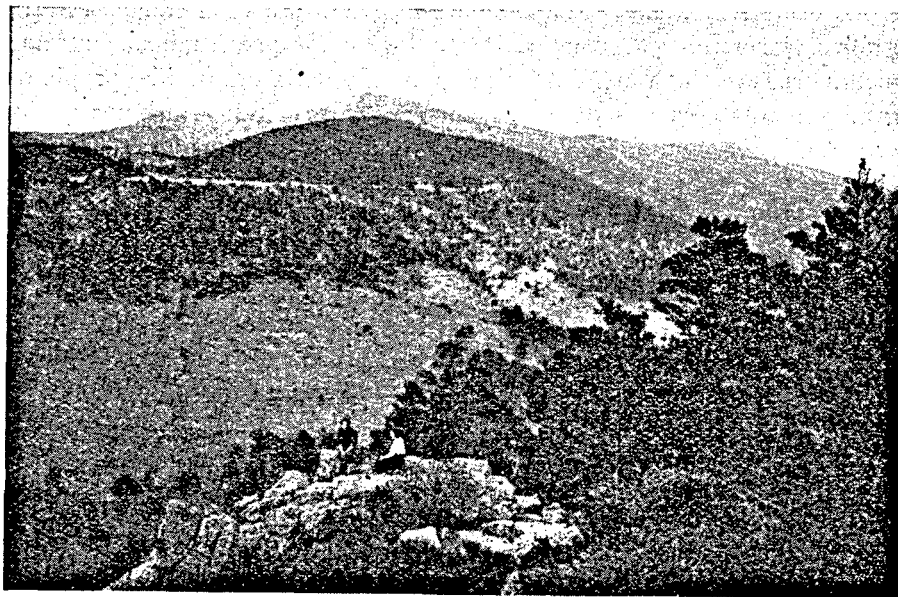


Fig. 46.—Montañas graníticas del Guadarrama, en las inmediaciones del puerto de Navacerrada; al fondo, los Siete Picos.

(Foto Hernández-Pacheco.)

Portugal, de cuyo conjunto destaca una gran masa o batolito, que se alarga hacia el Este hasta rebasar el centro peninsular, formando la mayor parte del sistema orográfico luso-castellano o central, que hemos se-

ñado como el eje orográfico de la Península (fig. 46). Pasado el Tajo, se prolongan los afloramientos graníticos portugueses, en grandes zonas alargadas de penillanura con berrocales hacia el Sureste, cruzando Extremadura y zonas septentrionales de las provincias de Córdoba y Sevilla, hasta alcanzar el accidente geotectónico de la gran falla del borde frontal de Sierra Morena.

De estas bandas graníticas, destacadas, y arrumbadas de NW a SE, la más potente y extensa es la que desde el segmento orográfico portugués de la alineación orográfica Central avanza en extenso berrocal, al



Fig. 47.—Piedras caballerías denominadas del Arcipreste de Hita, en las inmediaciones del puerto de Guadarrama.

(Foto Hernández-Pacheco, X-1930.)

Norte de Cáceres, constituyendo las sierras graníticas de Montánchez, San Cristóbal y Santa Cruz; cruza el Guadiana y la provincia de Badajoz por la comarca de la Serena y forma la gran banda de los Pedroches cordobeses hasta encontrar el Guadalquivir en Andújar, donde termina tan extensa formación granítica, a la que consideramos como restos de la zona axial interna o nuclear de la vieja, y ya desaparecidos sus relieves montañosos, de la cordillera de época paleozoica y de orogenia hercínica, que hemos denominado Cordillera Hespérica.

Las acciones erosivas de las intemperies, al descomponer las rocas

graníticas, originan las típicas formas topográficas de los berrocales, formados por acúmulos residuales, de grandes cantos redondeados, con piedras caballeras, como se observa en la frondosa Galicia ó en la plácida Extremadura; berrocales que destacan en las suaves penillanuras, o se alzan en formas escabrosas, tales como la típica montaña de Siete Picos, en la sierra de Guadarrama (fig. 47); en la sierra de Montánchez, en Extremadura Central, y en la sierra de Gerés la más bella



Fig. 48.—Pizarras cristalinas de la sierra de las Buitreras, del sistema orográfico central, en Anaya de las Fraguas (Madrid).

(Foto Hernández Pacheco, 1929.)

montaña de Portugal, en el límite fronterizo con Galicia. En otros parajes, la acción continuada de la erosión del conjunto granítico modeló amplias penillanuras de aspecto subdesértico, salpicadas de pequeños acúmulos de canchos, como en la amplia extensión situada al Noroeste de Cáceres, y, en proceso destructivo más avanzado, se originó llanura de erosión arenáceo-arcillosa, salpicada de cantos y de grandes canchos, de formas redondeadas, como en el típico territorio cordobés de los Pedroches.

Corresponden también a la Hispania silíceá las rocas granudo cristalinas afines al granito, y las plutónicas, tales como sienitas, dioritas, diabasas, etc., y las volcánicas, en general. Corresponden, asimismo, al

grupo litológico que se examina el gran conjunto de los terrenos denominados estrato-cristalinos, resultantes del metamorfismo experimentado por los depósitos de la primitiva época arcaicozoica, o de épocas posteriores, principalmente paleozoicas, que fueron modificadas en su estructura por intensas acciones derivadas de la orogenia; materiales rocosos en los que se incluyen los neis y las pizarras cristalinas, tales como los de la cordillera central hispana (fig. 48).

Terrenos de cuarcitas y de pizarras silíceas

Otras son las formas topográficas de la Hispania silícea, constituida por materiales pizarrosos y cuarcitosos correspondientes estratigrá-

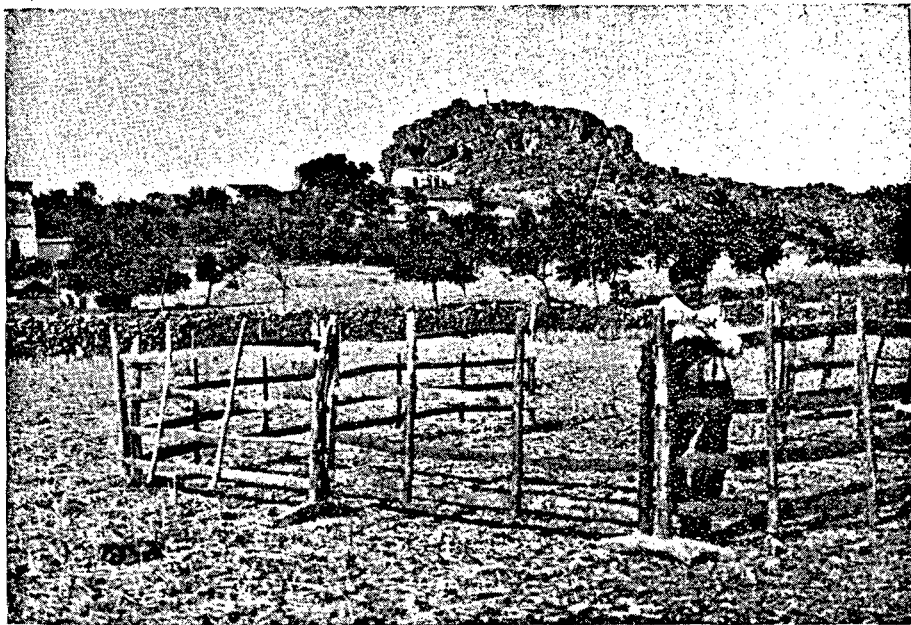


Fig. 49.—Riscos de cuarcita en la penillanura de Alburquerque (Badajoz).

(Foto Hernández-Pacheco, 1916.)

ficamente al paleozoico inferior, mostrando relieves de morfología típica y característica. En las pizarras, las acciones erosivas, al destruirlas y desmenuzarlas, las descomponen en tierra, que es arrastrada a las vallonadas, mientras que, en las laderas y en las cumbres, las pizarras quedan al descubierto con aristas vivas y cortantes.

En amplios territorios de la Hispania silícea, correspondientes estratigráficamente al paleozoico inferior, especialmente a la mitad inferior

del silúrico, o sea al ordovícico, se presentan en irregulares alternancias dos tipos de rocas de resistencia *muy diferente*, cuales son las pizarras silíceas y las cuarcitas, que suelen formar espesos bancos; abundando

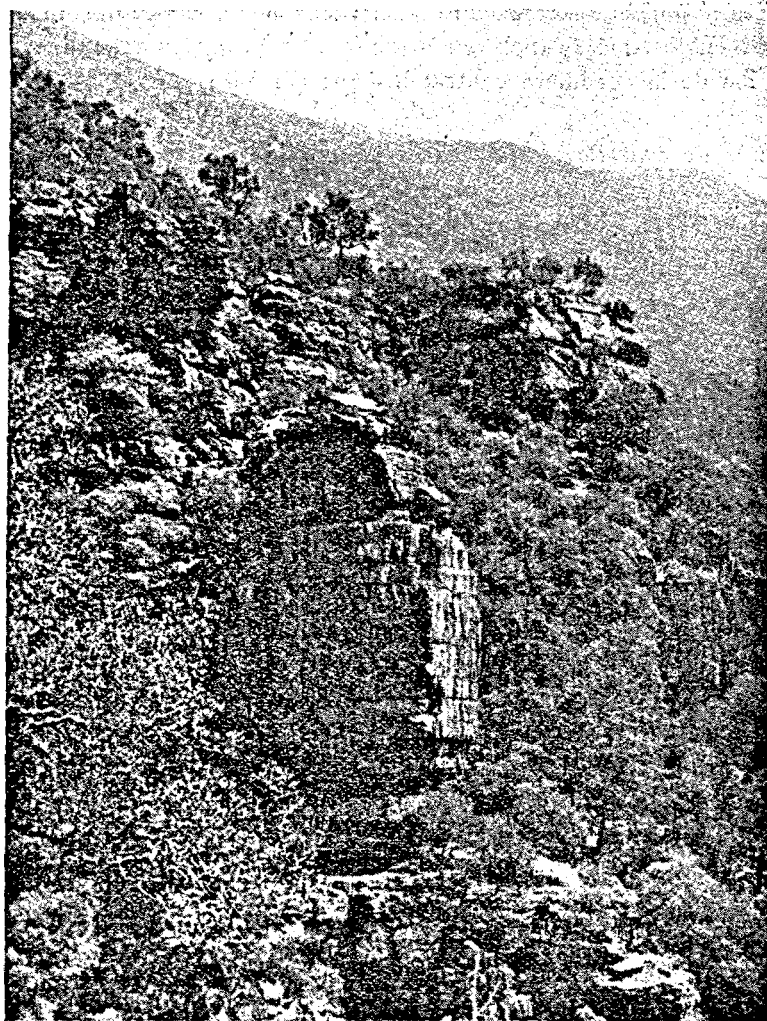


Fig. 50.—Riscos de cuarcitas silúricas, con vegetación de carrascas y matorrales, en el hondo valle de Las Batuecas (Salamanca).

(Foto Hernández-Pacheco, 1922.)

tal complejo litológico en los territorios de los Montes de Toledo, Extremadura y Sierra Morena. No hay en todo el ámbito hispano material pétreo más resistente a la erosión y al desmenuzamiento que los roque-

dos de cuarcita (fig. 49). Lo quebrado y abrupto de la Peña de Francia y del hondo valle de Las Batuecas (fig. 50), en el Sur de la provincia de Salamanca; las escabrosas sierras de Las Villuercas, en la provincia de

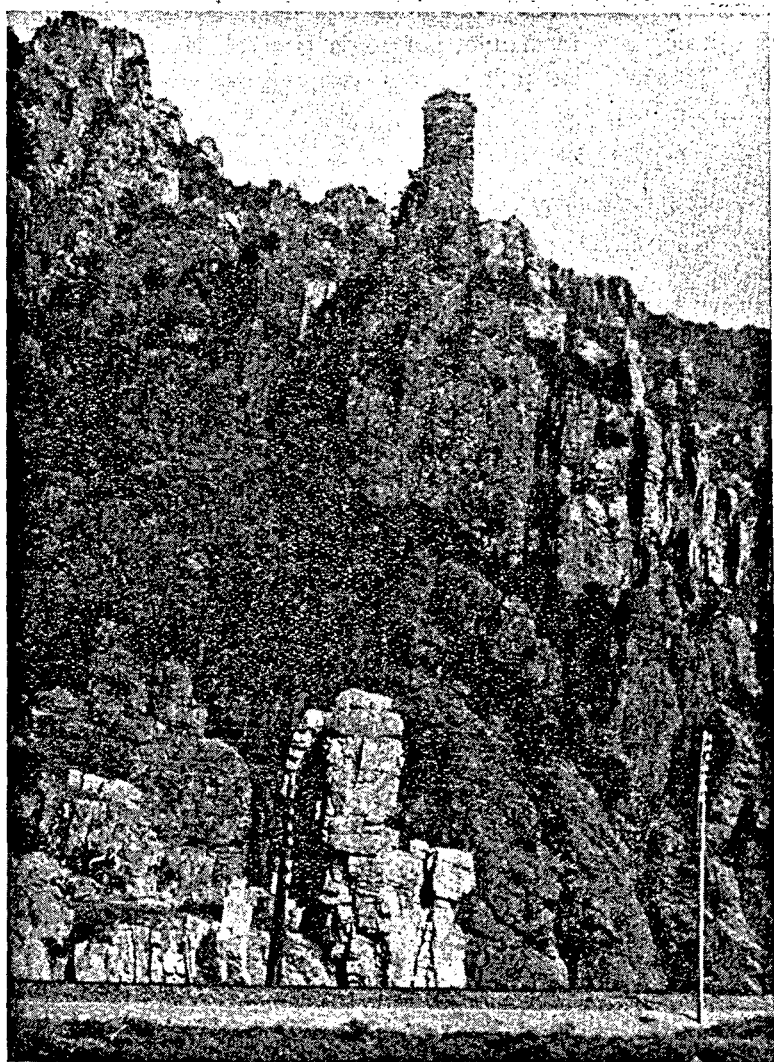


Fig. 51.—Conjunto de bancos de cuarcita, en disposición vertical, denominados Los Organos, en Despeñaperros (Sierra Morena).

(Foto Hernández-Pacheco, 1924.)

Cáceres; las fragosidades de Despeñaperros (fig. 51) y de Sierra Madrona, en Sierra Morena, tienen por causa el gran predominio de las cuarcitas respecto a las pizarras. En la penillanura extremeña, más

compensadas una y otra clase de rocas, la característica topográfica general es la de extensos territorios suavemente ondulados, en los que destacan cerros y montañas, islas de abruptos roquedos de cuarcitas; haciendo contraste con la suave topografía pizarrosa lo rudo de las cuarcitas, debido a la gran diferencia de resistencia de uno y otro material litológico; formando, por regla general, las cuarcitas las cumbres, y las pizarras las vallonadas y parajes bajos, en donde se cumula la tierra de labor.

*Particularidades de la Hispania silícea
y su influjo en la Historia hispana*

Los terrenos escabrosos de material litológico cuarcitoso están ocupados en los Montes de Toledo, Sierra Morena, Extremadura y Alentejo.

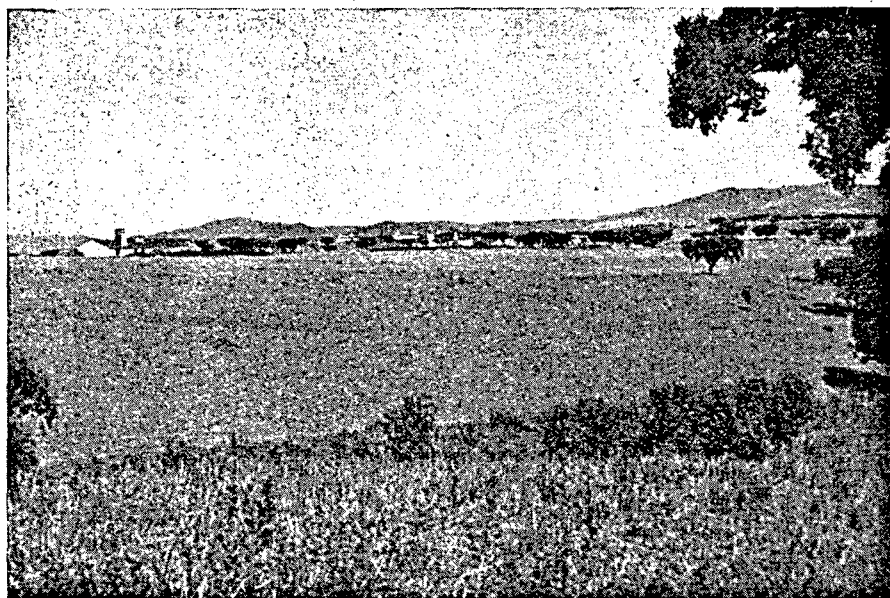


Fig. 52.—Cortijada y dehesa en penillanura silícea, cerca de Redondo y de la sierra de Ossa, en el Alentejo (Portugal).

(Foto Hernández-Pacheco.)

tejo meridional por matorral de jaras y de brezos, en asociación con arbustos siempre verdes, como el lentisco, la coscoja y la madroñera, terrenos en transformación, actualmente, en tierras cultivadas mediante proceso previo de descuaje.

Son propios de la Hispania silícea los territorios de plácidas campiñas, en donde predominan extensos encinares y alcornocales, en terrenos adehesados (fig. 52), y comarcas de agricultura cerealística y de policultivo de olivares, viñedos y secanos herbáceos, con salpicados rodales de cultivo hortícola en las laderas y vallonadas de las comarcas



Fig. 53.—Dehesa con encinar en terreno de rocas de diorita, en los Campos de Mérida, en Aljucén (Badajoz).

(Foto Hernández Pacheco.)

montañosas y donde lo permiten los cursos fluviales o las capas acuíferas y pequeños manantiales.

La Hispania silícea es país fundamentalmente ganadero. En la mitad meridional de la Península sustenta abundante ganadería lanar, de la que salieron las razas merinas, que se han expandido por el mundo. Los encinares y alcornocales sostienen, asimismo, ganadería porcina, en régimen extensivo. Las vallonadas herbosas alimentan ganado vacuno y los matorrales de las cumbres se aprovechan como cabreriles.

El paisaje de las dehesas extremeñas se caracteriza por la nota de placidez y amenidad (fig. 53). El de la frondosa Galicia, por la exuberancia y belleza del elemento vegetal. En las serranías de la Cordillera Central el paisaje de montaña muestra su belleza por lo armónico de conjunto vegetal y del roquedo.

En el ámbito de la Hispania silícea, en parajes cercanos a las extensas planicies de la Hispania arcillosa, es donde se han desarrollado los hechos bélicos trascendentales y decisivos de la historia de España, en lucha con las invasiones de pueblos extraños: En 1086 se dió, cerca de Badajoz, la batalla de Zalaca o Sagrajas, que aseguró la invasión almoravide. Un siglo después, en 1195, se aseguró el poder de los almohades, en la Península, con la batalla que se libró en Alarcos, paraje junto al Guadiana y próximo a la llanura manchega. En Sierra Morena, en el paso de la llanura de la Mancha a la de Guadaluquivir, se dió la célebre batalla denominada por los moros de Alacab, y por los cristianos de las Navas de Tolosa, o de la Losa, en la que fueron derrotados los almohades africanos y los alárabes españoles, con lo que decayó definitivamente la potencia de los muslines en España. En tiempos recientes, en 1808, en la base de Sierra Morena, en Bailén, fué derrotado y rendido el ejército napoleónico. En 1812, en los confines de la Hispania silícea con la Hispania arcillosa de la altiplanicie del Duero, en Salamanca, sufrieron los franceses la gran derrota de los Arapiles, decisiva para el fin de la invasión extranjera.

LA HISPANIA CALCÁREA

La Hispania calcárea está constituída fundamentalmente por materiales litológicos formados a expensas del carbonato cálcico, en dos modalidades: una, coherente y compacta, constituyendo las calizas, que forman roquedos y relieves abruptos; otra, incoherente y deleznable, en casi constante asociación con arcilla pulverulenta, originando las margas, que se descomponen en terragales, y, topográficamente, forman las vallonadas y laderas, corroídas en cárcavas, labradas por los aguaceros.

Calizas y margas. Variedad marmórea de Hispania.

Calizas y margas, tales son los dos tipos fundamentales de la Hispania calcárea. La variedad de calizas en sus territorios es extraordinaria. Tales como la denominada caliza de montaña, del carbonífero inferior, que forma las ingentes Peñas de Europa en la Cordillera Cantábrica (figs. 54 y 55). Los mármoles blancos sacaroides de los terrenos metamórficos de Macael y de otras localidades de Almería. Las calizas esponjosas denominadas carñiolas, del terreno triásico, que encuadran a las plácidas lagunas de Ruidera en el alto Guadiana, en el Campo de Montiel. Las calizas negras veteadas de blanco de las serranías Penibé-

ticas y del cámbrico calizo de Sierra Morena. Los mármoles rojos del jurásico y serranías Subbéticas. Las calizas litográficas de grano fini-

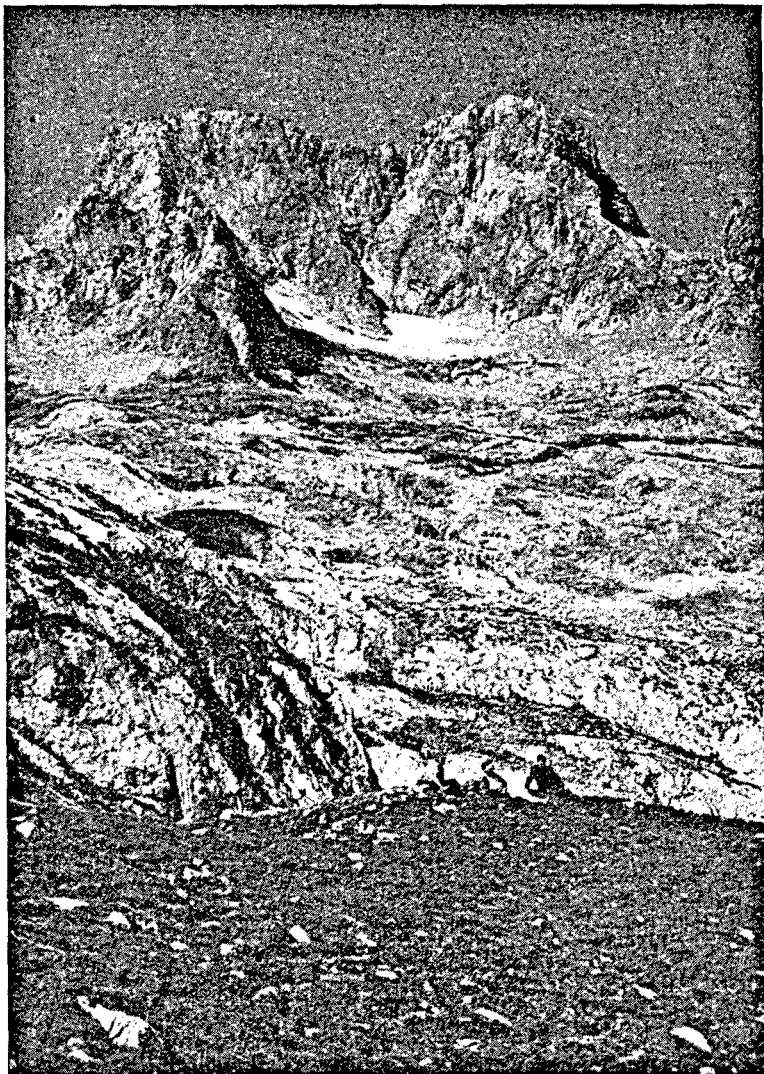


Fig. 54.—El Neverón del Urriello, en la zona de cumbres (2.559 m.) de las Peñas de Europa, constituidas por calizas de montaña, del terreno carbonífero, en las Asturias orientales.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1933.)

simo del Montseny catalán. La blanca caliza cretácea, con la que está edificada y cincelada la catedral de Burgos. La piedra de Novelda, en

Alicante, tan empleada en todo el siglo XIX para las construcciones suntuosas. La caliza nummulítica del eoceno marino de las vertientes pirinaicas, montañas santanderinas y levantinas. La de muy diversas edades

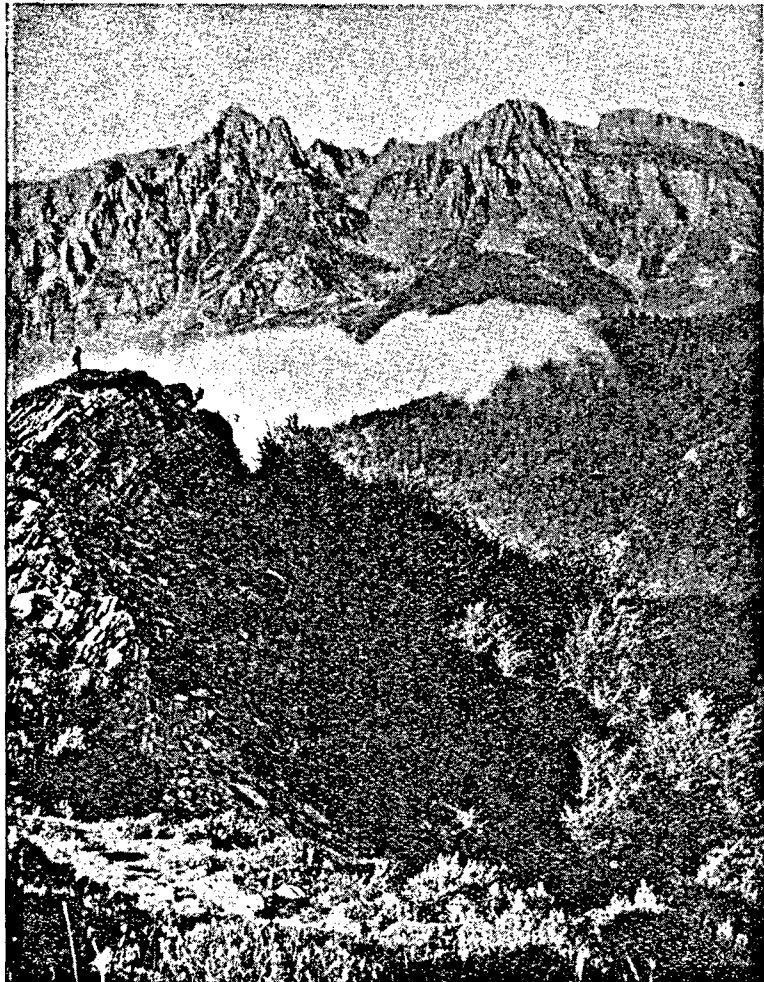


Fig. 55.—Cumbres calizas de la Cordillera Cantábrica, desde el valle de Colgadoiro, en Valdeón (León).

(Foto Hernández-Pacheco, 1941.)

y terrenos geológicos, excelentes para la fabricación de cales y cementos hidráulicos. Las tobáceas de formación moderna (fig. 56), que encierran moldes de vegetales, que nos indican la vegetación y floras de las épocas en que se originaron y que proporcionan material de construc-

ción, a la vez resistente y ligero. Las lumaquelas, formadas por la acumulación de conchas, de moluscos. Las constituidas por políperos. Las originadas por conchas de braquiópodos, etc., etc.



Fig. 56.—Formación caliza tobácea en el escarpe rocoso del «Salto de la Rebolla»; paraje en el que están las Cuevas de la Araña, con pinturas prehistóricas, en término de Bicorp (Valencia).

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

La colección de mármoles españoles mandada reunir a mediados del siglo XVIII por Carlos III, y que se conserva en el Museo Nacional, aun comprendiendo varios centenares de ejemplares de mármoles en placas pulimentadas, a cual más bello y ornamental, aun siendo la más.

numerosa colección nacional de Europa, dista mucho de estar completa; indicando la gran diversidad y variedad que en tales respectos, como en otras muchas de la Naturaleza, es propio y característico del solar hispano (fig. 57).

Las margas o calizas arcillosas presentan más uniformidad que las calizas mármóreas. La generalidad de las margas, tanto las de terre-

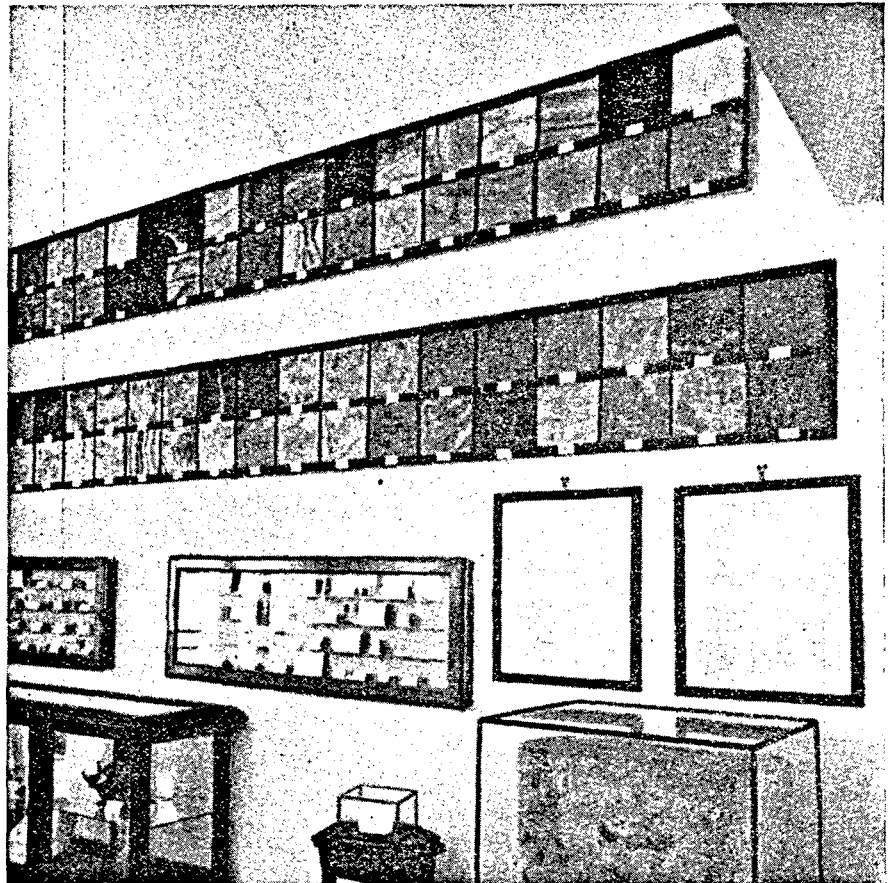


Fig. 57.—Parte de la colección general de mármoles españoles, del Museo Nacional de Ciencias Naturales, reunida a mediados del siglo XVIII por Carlos III.

nos mesozoicos, como las de los neozoicos, son de tonos grises o cenicientos (figs. 58 y 59), y con gran frecuencia abundantes en fósiles de moluscos, braquiópodos y de otros grupos zoológicos que constituyen, por su acúmulo en algunos parajes, yacimientos paleontológicos que permiten datar la edad de las formaciones estratigráficas a que corres-

ponden. No obstante la uniformidad general de características de las margas, algunas de determinadas facies de terrenos geológicos, presentan tipos especiales. Tal ocurre con las margas triásicas, en extremo arcillosas, de coloración abigarrada, dominando los tonos rojizos, verdosos y amarillentos. Con gran frecuencia incluyen las margas triásicas abundancia de pequeños cristales de cuarzo, bipiramidados y de color rojo, que son los denominados jacintos de Compostela, no por ser propios de tal localidad, sino porque allí se llevaban de otras comarcas his-

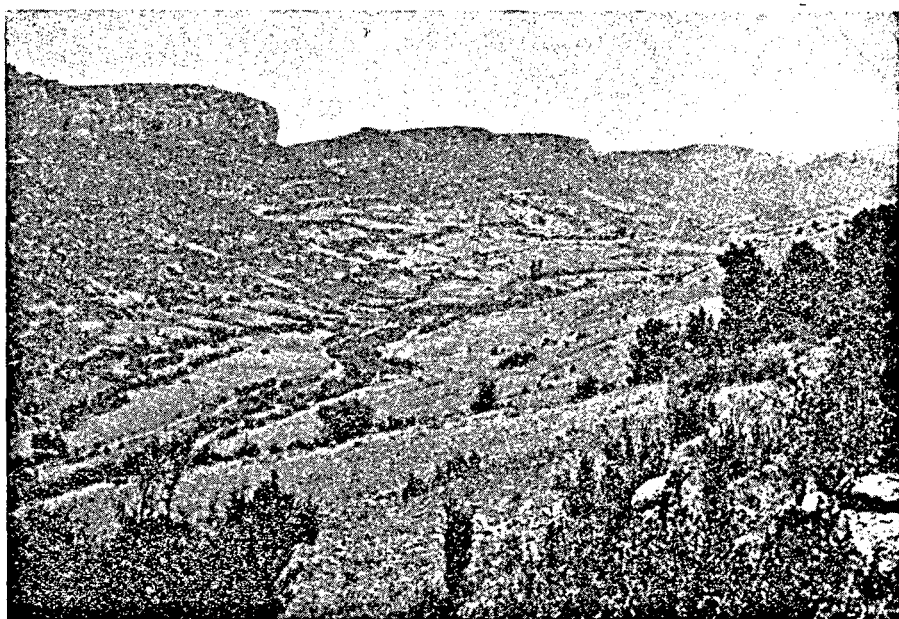


Fig. 58.—Calizas cretácicas de la zona de cumbres, superpuestas a las margas de las laderas y del fondo de valle, del río Cuervo, en Santa María del Val, en la serranía de Cuenca.

(Foto Hernández-Pacheco.)

panas, donde son abundantísimos, y en Santiago los adquirían los peregrinos como curiosidad y recuerdo. Otros cristales englobados en la masa de las margas triásicas son los prismas exagonales con bases planas del mineral denominado «aragonito», cristales maclados que, por su figura, denominan «torrecicas» en Aragón. Otra marga de color rojo vinoso, cuya diferencia con la triásica no escapa al ojo experto del geólogo, corresponde a la facies continental del cretácico inferior, o sea, al terreno denominado «weáldico», muy desarrollado en diversas comarcas de las serranías Celtibéricas e Ibéricas.

Tal conjunto litológico de materiales calizos, duros y coherentes, unos; blancos y deleznales, otros, ante el ataque de las intemperies originan territorios de topografía ruda y áspera, con abundancia de roquedos abruptos y peñones pintorescos, originando comarcas de paisajes bravíos y agrestes, en los que el factor preponderante es el roquedo, y la vegetación arbórea y el matorral, el complemento. La Hispania calcárea es país de serranías y de montañas con relieves abruptos y escarpas imponentes, de ceños verticales y frisos rocosos inaccesibles; terri-

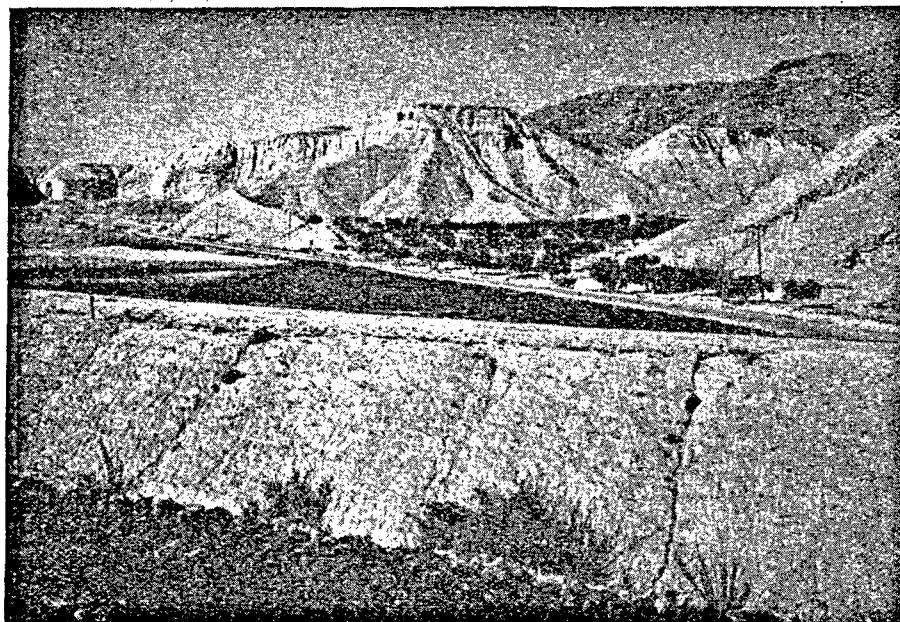


Fig. 59.—Margas miocenas de la hoya de Cieza (Murcia) abarrancada por las intemperies.

(Foto Hernández-Pacheco, 1930.)

torios selváticos de picachos y riscos. Comarca donde los ríos avanzan espumosos, violentos y sonoros, por hondas barrancadas y por profundos y estrechos congostos (figs. 60 y 61).

Estratigráficamente, en relación con la edad de los terrenos, la Hispania calcárea es, en general, más moderna que la Hispania silícea, pues corresponde a formaciones casi exclusivamente marinas de los tiempos medios y comienzo de los modernos de la historia paleontológica de la Tierra; al triásico, jurásico y cretácico de la era mesozoica, y al eoceno o nummulítico de la neozoica. En otros casos y localidades, las calizas son de época más moderna, especialmente en los territorios levan-

tinios y meridionales, correspondiendo a diversas épocas del neógeno; unos, a formaciones y facies marinas; otros, de origen y facies continental.

La mayor parte de los materiales de la Hispania calcárea fueron, en su origen, sedimentos y depósitos de mares circundantes al Escudo Hespérico, por el Noreste, Este y Sur, o que invadieron los bordes del macizo; mares que en el largo transcurso de los tiempos geológicos cambiaron y en regresión se retiraron de las zonas continentales inva-

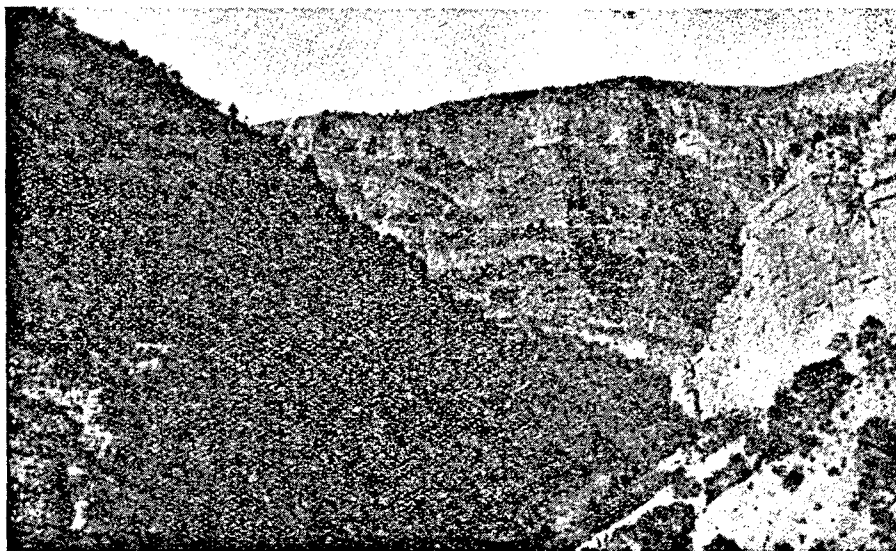


Fig. 60.—El Turia en las barrancadas calizas de la serranía valenciana, entre Chelva y Utiel.

(Foto Hernández-Pacheco, 1923.)

didas, y en épocas posteriores volvieron en transgresión a invadir parcialmente el témpano hespérico; acabando, en virtud del juego de las acciones del dinamismo geológico, por quedar en seco las zonas invadidas, consolidándose las formaciones sedimentarias mediante procesos de litogénesis. La morfología y topografía que presentan es el resultado de la persistente acción a lo largo de los tiempos de las fuerzas modeladoras del dinamismo externo geológico.

Situación y extensión de la Hispania calcárea

Los terrenos que constituyen la Hispania calcárea dibujan a modo de una Z invertida, en el ámbito peninsular, que extiende sus anchos

brazos en la mitad oriental de la Península, abarcando gran amplitud del macizo hespérico.

El trazo superior de la Z está formado por ancha banda en el Norte de España a lo largo de las vertientes meridionales del Pirineo, alcanzando, en diversos parajes, las cumbres más altas de la cordillera y comprendiendo las montañas subpirinaicas; desde el Mediterráneo al Can-

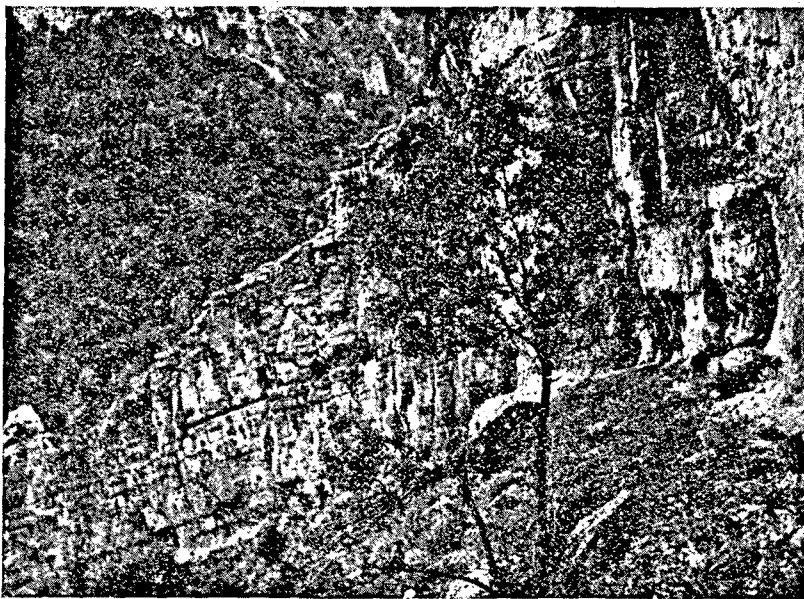


Fig. 61.—Calizas jurásicas en la comarca forestal del alto Tajo, en término de Peralejos de las Truchas (Guadalajara).

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

tábrico. Se continúa, hacia el Oeste, por Vasconia y la Cordillera Cantábrica. Se alza en ingentes moles de calizas, del carbónico inferior, en el macizo montañoso de las Peñas de Europa, y se prolonga por la mitad oriental de Asturias hasta terminar en la península del cabo de Peñas, en las Asturias Centrales.

El trozo oblicuo de la Z cruza la mitad oriental de la Península de Noroeste a Sureste, constituyendo el gran conjunto de serranías del Idúbeda. Desde el macizo montañoso del pico de Tresmares avanzan hacia el Sureste los territorios calizos burgaleses y serranías celtibéricas, que, vistas desde la llanura del Ebro, se alzan en ingentes bastiones de montañas. Al final de las serranías burgalesas y sorianas se forma un estrechamiento orográfico sin menguar la amplitud del territorio cal-

cáreo; estrechamiento y depresión montañosa por la que el Jalón corta transversalmente el trozo medio de la Z, próximamente a la mitad de su longitud total.

Pasadas las hoces del Jalón, la Hispania calcárea se ensancha en un complejo inconexo de relieves montañosos, parameras, alcarrias, extensas mesas y abruptas y recortadas muelas por las serranías de Guadajara, Cuenca (fig. 62), Teruel, Castellón, Valencia y Alicante; conjunto de terrenos predominantemente calizos, que se extienden hasta el



Fig. 62.—Formas de erosión en las calizas cretácicas de la «Ciudad Encantada», de Valdecabras (serranía de Cuenca), por efecto de la alternancia de capas duras y blandas, margosas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1921.)

Mediterráneo, al que dan frente; quedando entre tal límite y la línea de Costa la estrecha banda litoral de la Plana costera valenciana. Algunas emisiones orográficas cortan la Plana, tales como los montes de Irta y la sierrecilla de Sagunto, y aún penetran en el mar, como Peñíscola; accidente orográficos de naturaleza caliza, principalmente.

Una segregación del conjunto orográfico se destaca en el Maestrazgo (fig. 63) hacia el Noreste por los altos puertos de Beceite, avanzando en zona montañosa, a la que corta el tramo final del Ebro, que se enlaza con los accidentes orográficos de Cataluña.

Hacia el Sur, las serranías calizas Ibéricas avanzan hasta la península alicantina, adentrándose en el Mediterráneo mediante un litoral profuso en accidentes pintorescos de cabos, promontorios, peñones y acantilados; accidentes que resguardan a pequeñas ensenadas y a playas apacibles.

La zona sumergida en el Mediterráneo de la prolongación submarina del sector balear, correspondiente a las serranías Subbéticas, son, asimismo, calcáreas, juzgando por las porciones emergidas correspon-

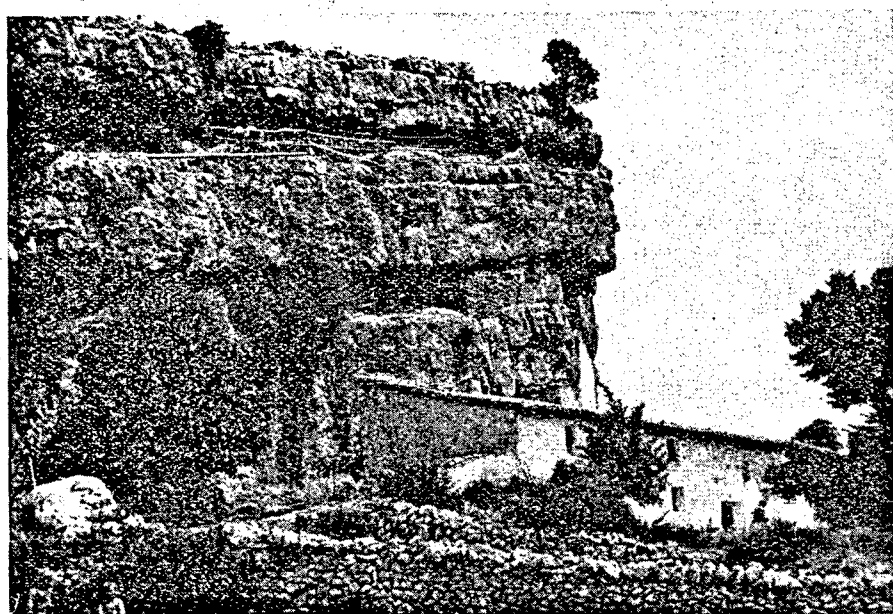


Fig. 63.—Acantilado de caliza cretácea de la muela denominada «Morella la Vieja» (Castellón), con galerías de erosión en las capas de menor dureza, en las que existen importantes pinturas rupestres de época prehistórica, de las que se hizo copia en la fecha de la fotografía.

(Foto Hernández-Pacheco, VII-1920.)

dientes a las islas de Ibiza, Mallorca y la mayor parte de Menorca, juntamente con las pequeñas isletas del archipiélago.

El trazo meridional de la Z está formado por el gran sistema orográfico peninsular, que se extiende desde la península alicantina hasta el Atlántico, traspuesto el Estrecho de Gibraltar; conjunto orográfico que comprende la mayor parte de la Cordillera Bética (figs. 64 y 65). Más hacia Occidente, corresponde a la Hispania calcárea, al borde Atlántico del Algarve, en el Sur de Portugal, formado de materiales principalmente calizos, de terrenos mesozoicos y neozoicos.

El ancho conjunto calcáreo del subsistema Subbético está en contacto por su mitad oriental con la altiplanicie manchega del Campo de Montiel. Más a Occidente, el borde Subbético aparece despegado del macizo Hespérico y de Sierra Morena, quedando intermedia la amplia llanura del Guadalquivir.

Corresponden también a la Hispania calcárea los territorios portugueses no enlazados directamente con el conjunto oriental que se ha descrito. Uno de tales territorios es la banda litoral del Algarve

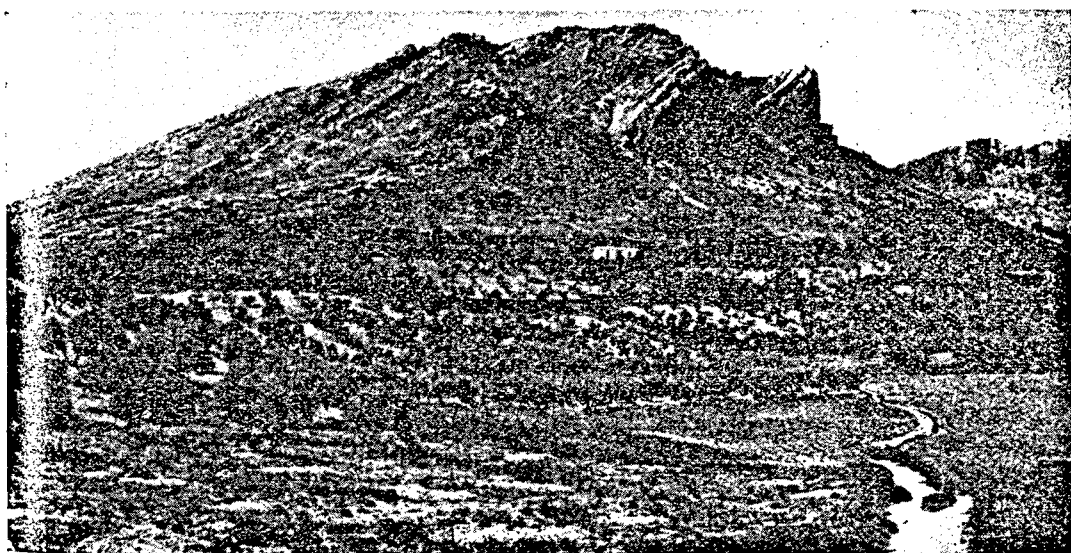


Fig. 64.—Calizas cretáceas de la sierra de Jabalcuz, próxima a Jaén.

(Foto Hernández Pacheco, IV 1922.)

El otro territorio portugués de preponderante constitución litológica calcárea ocupa situación atlántica occidental y exterior al Escudo Hespérico. Es el denominado Extremadura portuguesa, o sea la porción litoral hispana más adentrada en el Atlántico; país de constitución litológica compleja, correspondiente a muy diversos sistemas del mesozoico y del neozoico, en los que predominan los relieves montañosos calizos y las comarcas margosas y areniscosas calcáreas, con relieve de penillanura.

*Particularidades típicas de la Hispania calcárea
y su influjo en la Historia hispana*

Las comarcas de la Hispania calcárea son, en muy gran parte, de suelo pobre, agrícolamente considerado, predominando las alcarrias, pa-

rameras y recortadas mesas y muelas calizas, y en el sistema orográfico Bético, sierras ásperas, abundantes en guajaras y roquedós estéri-

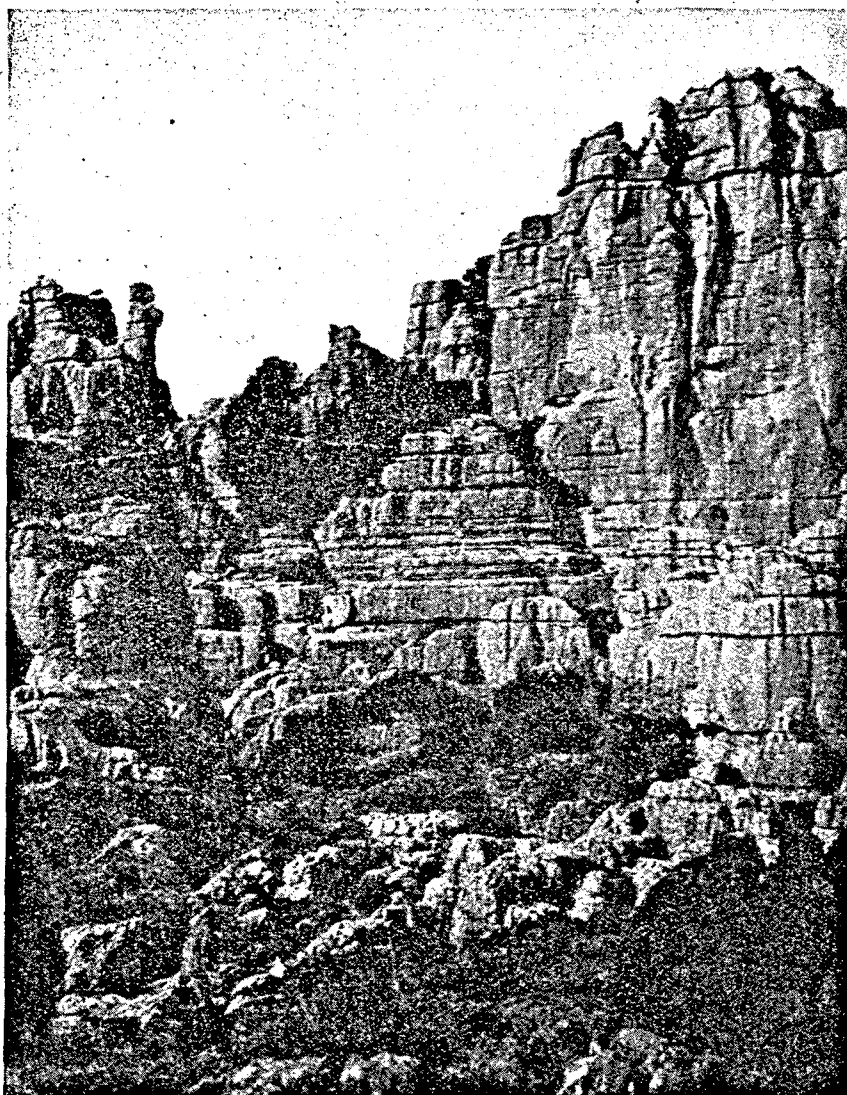


Fig. 65.—Formas de erosión de las calizas jurásicas del Torcal de Antequera (Málaga).

(Foto Hernández-Pacheco, IV-1922.)

les. Pero no todo es pobre en la Hispania calcárea, pues hay porciones productivas, cual las alicantinas, y vegas excelentes, cual la hoya de

Murcia, en el Sureste peninsular, y en el Sur, la del Genil, con la bella ciudad de Granada; como también las hoyas de Guadix y Baza. Los valles rondeños, las en extremo fructíferas y soleadas vegas del litoral mediterráneo, cual las de Málaga y de Motril, y en el borde atlántico, la pintoresca y amena banda del Algarve. En todo caso, sea en comarcas ricas, como en las pobres, los agricultores de la Hispania calcárea pueden considerarse como heroicos, por el esfuerzo, la resistencia y laboriosidad, venciendo a la naturaleza hostil, tallando y abancalando las ásperas laderas montañosas y estableciendo regadíos entre peñones y torrenteras.

En muy gran parte los territorios celtibéricos e ibéricos del Idúbeda son de predominio forestal, con extensos pinares en las serranías de Soria, montes de Cuenca y Albarracín. Asimismo, son montañas boscosas las sierras de Segura y de Cazorla, en el territorio en que se originan Guadalquivir y Segura. En las zonas septentrionales de la Hispania calcárea: Pirineos, Vasconia y zona Cántabro-asturiana, predominan como formación forestal los hayedos y los robledales en fase de degeneración por explotación abusiva.

Los territorios de la Hispania calcárea son parajes donde las resistencias guerreras tuvieron su asiento en el curso de la Historia. Así, en las parameras y serranías sorianas, en Numancia, que era el cerrojo que cerraba la entrada a la altiplanicie del Duero, se combatió largo tiempo a las prepotentes armas de Roma. En las asperezas cántabras y en Vasconia resistieron los cántabros, los últimos, a la romanización. En las abruptas montañas y roquedos calizos asturianos se detuvo la invasión musulmana y comenzó la reconquista. En las fragosidades de las Alpujarras, de la serranía de Ronda, y en la valenciana sierra de Espadán, los moriscos levantaron sus rebeliones y lucharon tenaces. En los rudos, laberínticos y ásperos territorios del Maestrazgo y demás montañas levantinas, fue duro y persistente el guerrear de las contiendas civiles de la época reciente.

LA HISPANIA ARCILLOSA.

Los territorios que agrupamos en la denominación genérica de Hispania arcillosa, presentan patente contraste con los descritos de la Hispania silíceo y de la Hispania calcárea, diferenciación producida por tres características fundamentales: la naturaleza de los materiales litológicos de que están compuestos; la gran diferencia del tipo del relieve, pues en vez de penillanuras, son extensas planicies; siendo, asimismo, diferentes las edades geológicas a las que corresponden los se-

dimentos que las forman, pues mientras las del primer conjunto territorial corresponden a los tiempos del paleozoico o del prepaleozoico, y los del segundo principalmente a los del mesozoico, éstas del tercer grupo que vamos a describir, se depositaron durante el neozoico, o tiempos modernos de la historia de la Tierra.

*Características, proceso de formación y situación
de las llanuras arcillosas hispanas*

Las planicies de la Hispania arcillosas eran en su origen cuencas continentales o marinas que se rellenaron de sedimentos. Se inició tal depósito en la época paleógena, y durante el mioceno y el plioceno se produjo la total colmatación de las cuencas. En el último tercio del plioceno y comienzos del pleistoceno, o sea del cuaternario, por efecto del levantamiento en masa que experimentó la Península, mediante compensación isostática de hundimientos periféricos, se originó la red fluvial actual, se aminoró grandemente el proceso de sedimentación y comenzó otro ciclo geológico, con predominio intenso de la erosión y del modelado de las llanuras arcillosas del ámbito peninsular, de tal modo, que cuando la especie humana apareció sobre la superficie terrestre, ya estaba iniciado el nuevo ciclo geológico.

Los hombres primitivos de la Península habitaron en un país cuyas características geográficas y morfología del relieve eran las actuales, salvo diferencias de detalle. El clima, no obstante, presentaba períodos de menos temperatura que el actual, con más abundancia de precipitaciones en forma de nieve y lluvia; períodos fríos glaciales que alternaban con otros períodos interglaciales, de características climatológicas semejantes a las actuales.

La formación de las llanuras de la Hispania arcillosa puede concretarse en el proceso geológico que a continuación se expone: La descomposición del roquedo tiene como final la formación de los productos arcillosos, cieno, limos y barro. Las aguas enturbiadas por detritos terrestres llevan en suspensión arcilla y arrastran granos de cuarzo, y, en disolución, carbonato cálcico y otras sales; sólo el cuarzo queda inalterable al descomponerse las rocas, siendo arrastrado y transportado sin alteración química; pero los demás minerales, tanto los silicatos de las rocas eruptivas y metamórficas como las pizarras sedimentarias, se transforman en arcillas que se depositan y sedimentan, rellenando las grandes cuencas o depresiones continentales y los golfos y entrantes de los mares epicontinentales, a no ser que violentas corrientes litorales barran el fondo.

Si las aguas que van a dar en la mar o en las amplias depresiones continentales no llevan en disolución carbonato cálcico, los depósitos que se formen serán espesos bancos de arcilla con intercalaciones de capas y lentejones de arena; pero si llevan carbonato cálcico procedente de la disolución de las calizas, se formarán capas y bancos de margas. Si las aguas contienen sulfato cálcico u otros productos salinos procedentes de la leixiviación de los terrenos circundantes a las cuencas marinas o continentales, se formarán capas de yeso y, entre las

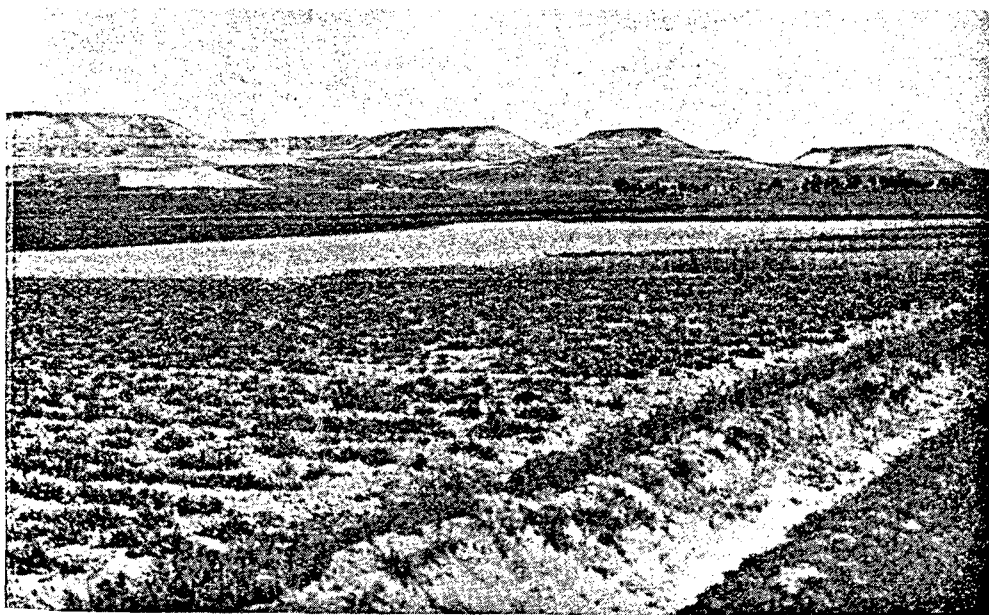


Fig. 66.—Panorama de la altiplanicie castellana del Duero, en Valladolid.

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

margas, numerosos cristales de tal mineral, que brillan al sol y a los que, en las planicies castellanas, denominan «rabillo» por la forma de los cristales, y en las campiñas andaluzas, «espejuelo». Al yeso suelen acompañar lentejones de cloruro sódico, o sea sal gema, y sulfatos sódicos.

Cuando en una cuenca en vías de relleno los arrastres y depósitos son lentos, se forman las capas arcillosas; cuando, temporalmente, los transportes son más activos, se forman capas arenáceas; si alguna vez el acarreo de los detritos es violento, son arrastrados los materiales de grueso tamaño y se forman capas y lentejones de cantos rodados.

Por lo tanto, la alternancia en una formación estratigráfica de capas de los diversos materiales arrastrados indican las variaciones en la intensidad del depósito.

En algunos casos, un extenso golfo o un gran entrante costero se aisló de la mar por lenta elevación de la costa, o porque las corrientes litorales formaron una restinga o cordón de arena. Entonces las aguas



Fig. 67.—Cuesta de la Miranda, en Palencia, correspondiente al espesor del terreno margoso mioceno, entre la llanura alta, «páramo», y la llanura baja, «campiña».

(Foto Hernández-Pacheco, 1912.)

de la porción aislada se fueron concentrando por evaporación y se depositaron capas de sal común y de sulfatos sódicos y también de sales potásicas, como ocurrió en la extensa depresión aragonesa, que ahora es el amplio valle del Ebro.

A tales procesos es debida la constitución litológica de las grandes llanuras que forman la Hispania arcillosa, de las cuales unas son interiores y ocupan las regiones centrales de la Península, en el Escudo Hespérico, como la del Duero o de Castilla la Vieja (figs. 66 y 67), y la de Castilla la Nueva, que comprende la cuenca media del Tajo (figu-

ras 68 y 69), la de la Mancha (fig. 70), por la que van los ríos que, uniéndose, forman el Guadiana. Otra es excéntrica y separada del Mediterráneo por borde litoral montañoso, como ocurre en la del Ebro o aragonesa (figs. 71 y 72).

Otras llanuras de la Hispania arcillosa son periféricas y ampliamente abiertas al Atlántico, como la planicie Tartesia o del Andalus, corres-



Fig. 68.—Planicie arcillosa carpetana, o madrileña, del valle del Jarama; vista hacia el Sur desde cerca de Torrelaguna (Madrid).

(Foto Hernández-Pacheco.)

pondiente al gran valle Bético o del Guadalquivir (figs. 73 y 74). También se abre al Atlántico, en la banda occidental de la Península, la llanura del Ribatejo o del bajo Tajo, unida con la que forma la mayor parte del Sado (fig. 75).

De origen exclusivamente continental son las planicies castellanas. Los depósitos de tonos anaranjados de los bordes del Oeste y los del fondo de estas cuencas corresponden al paleógeno. La gran masa de sedimentos arcillosos, arenáceos y margosos, con capas de revestimiento calizo, formando la cobertura de los páramos, son de edad miocena. Las extensas superficies de cascajos de los bordes altos de la cuenca y de los páramos, como también las potentes masas de aluviones arcilloso-arenáceos, que ampliamente se extienden al pie de las montañas

circundantes a la cuenca, son de época pliocena, materiales de cascajos y aluviones superficiales depositados al originarse y establecerse la red fluvial actual.

La llanura central de Extremadura, en sus dos porciones, se-reniana y augustana, fué formada por los aportes del viejo Guadiana, antecesor del actual, rellenando la depresión que allí existía.

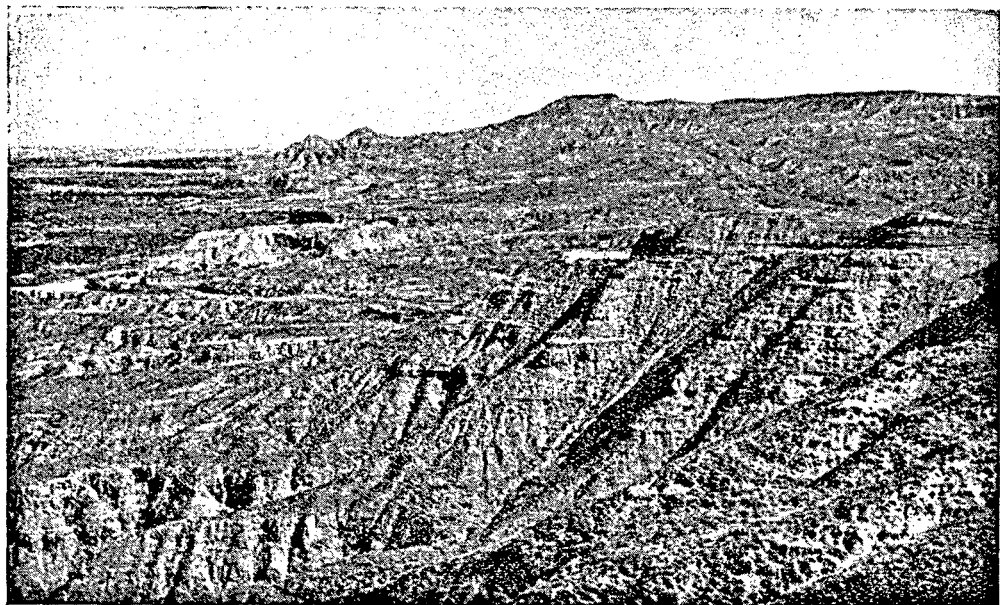


Fig. 69.—Terreno abarrancado de la zona de «cuestas» de la llanura carpetana, constituido por arcillas areniscosas y margas yesíferas miocénicas, en Alcalá de Henares (Madrid).

(Foto Hernández-Pacheco, 1954.)

Origen en parte marino y en parte continental, tiene la llanura portuguesa del tramo final del Tago y Sado, cuyos estuarios se rellenaron en época moderna, incluso humana.

Lo que ahora es llanura del Ebro fué, durante el paleogeno, un extenso golfo, que, aislado del mar durante el oligoceno, se transformó en un conjunto de albuferas y de ésteros, en proceso de desecación y colmatación por aportes terrígenos procedentes de los territorios circundantes. A esta época corresponden los depósitos de sales sódicas y potásicas del fondo de la cuenca y tal es también el origen de la montaña de sal de Cardona (Barcelona). Durante el mioceno y plioceno, el antiguo entrante marino estaba totalmente desecado y trans-

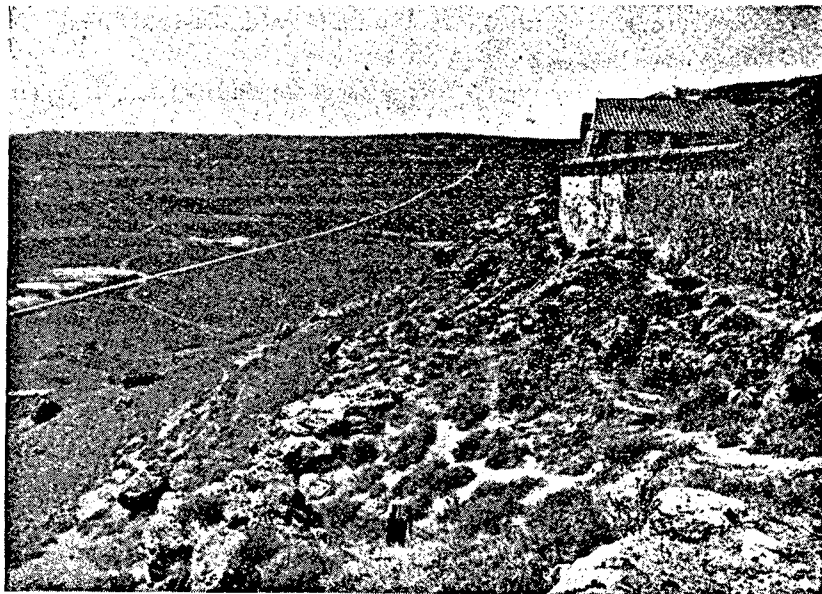


Fig. 70.—La planicie manchega vista hacia el Oeste desde el otero de areniscas rojas triásicas, «rodeno», de Alhambra (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1934.)

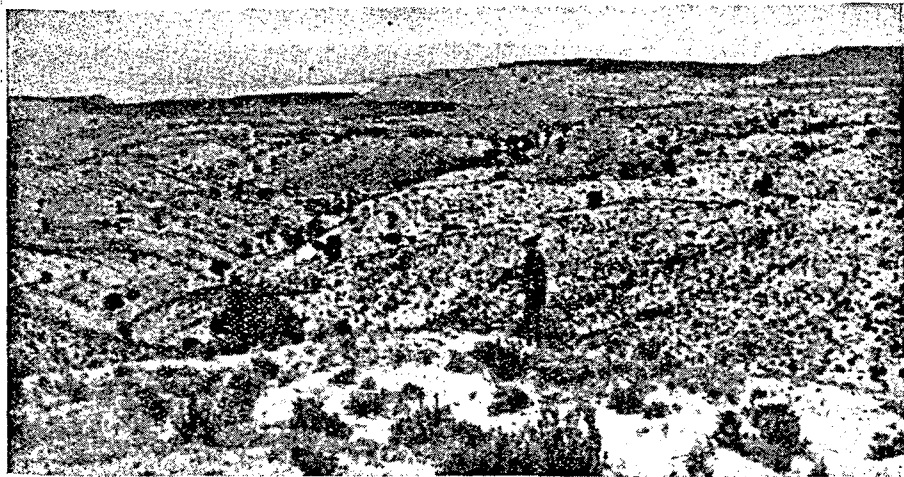


Fig. 71.—Territorio de margas arcillosas yesíferas de la llanura Ibera, en Castejón de Monegros (Huesca), con vegetación esteparia

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

formado en cuenca continental, que se rellenó y colmató con los detritos procedentes del Pirineo; de Cataluña y de las serranías Cebíticas.

La llanura del Guadalquivir tiene ascendencia marina. Los materiales que la forman se depositaron en amplio brazo de mar, que durante el mioceno comunicó Atlántico con Mediterráneo; comunicación espaciosa del lado atlántico; sinuosa y laberíntica por la banda mediterránea, mediante canales, estrechos, y entre islotes y bajos, hacia la

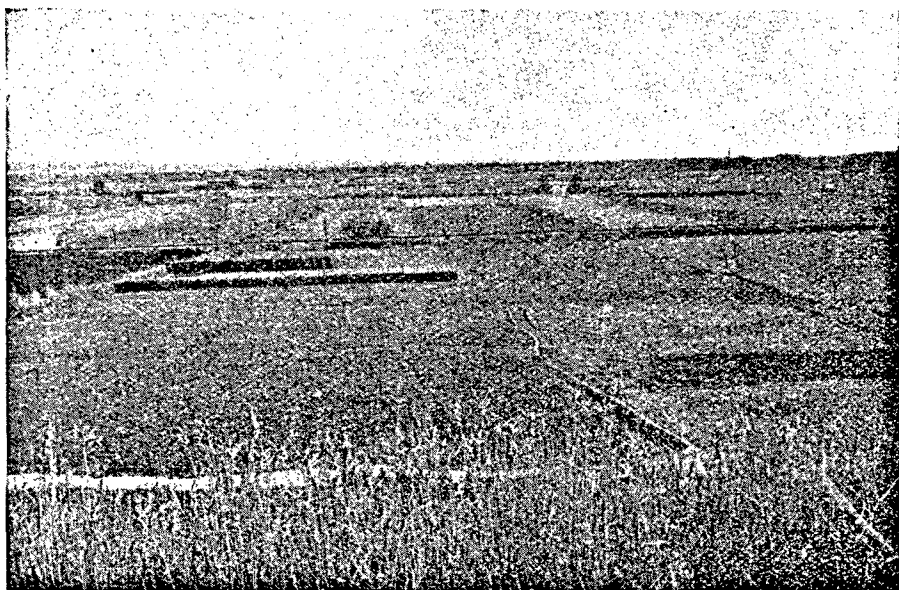


Fig. 72.—Llanura aragonesa irrigada, al Norte del Ebro, cerca de Zaragoza.

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

parte de Murcia y Almería. Durante el plioceno se cerró la comunicación entre los dos mares y el valle Bético; fué un golfo muy adentrado, que lentamente se colmató desde tierra hacia el Atlántico, siendo el Guadalquivir, que entonces nació y creció en dirección al océano, el que poco a poco ganaba terreno al mar con el aporte y depósito de los sedimentos fluviales. En los tiempos prehistóricos del cuaternario el estuario era de gran extensión, rebasando la actual ubicación de Sevilla, y todavía en los tiempos protohistóricos durante la época tartesia, y aun al comienzo de los históricos, los brazos finales del río eran múltiples y existía en donde ahora están las extensas marismas, el denominado lago lacustino.

La red fluvial actual ejerce en todas las llanuras de la Hispania arcillosa acciones de denudación y de disección, labrando y modelando un nuevo relieve, quedando en alto porciones de la vieja superficie del relleno geológico y excavando otras porciones hasta quedar al descubierto nueva superficie inferior por la que actualmente avanzan los ríos. En Castilla la superficie vieja o superior es el «páramo» desolado y estéril. La superficie nueva o inferior es la «campiña» predominante arcillosa, feraz, habitada y cultivada. Entre las dos llanuras, la alta o



Fig. 73.—Campiña de Carmona en la comarca sevillana de los Alcores, en la llanura Bética.

(Foto Hernández-Pacheco, 1918.)

páramo, y la baja o campiña, están las pendientes fuertes de la «cuesta», generalmente de naturaleza margosa. En Aragón el relieve es semejante a Castilla, ocupando con frecuencia el páramo mantos de cascajos que denominan «saxos» y en los que prospera el viñedo. Pero, en general, la llanura aragonesa suele estar más abarrancada por cárcavas que las castellanas, mientras que en otras zonas, cual la de Violada, la superficie es perfectamente plana.

En la llanura del Guadalquivir predomina en la constitución la marga tenaz, de color gris, de origen marino, mioceno o plioceno, y los relieves son suaves y extensos, cual los Alcores sevillanos. En el bajo Gua-

dalquivir, la llanura es extensa y sensiblemente horizontal y recorrida por brazos fluviales y ocupadas por marismas.

La más llana de todas las llanuras hispanas es la de la Mancha, constituida por calizas esponjosas y depósitos arcillosos del mioceno, y en otros parajes, del triásico, con cobertura arcillosa-arenácea del neógeno. En algún sitio sobresalen, muy distanciadas, montañas islas del substrato silúrico o triásico.

Particularidades típicas de carácter agrícola de las planicies arcillosas hispanas, y su influjo en la Historia hispana

La constitución arcillosa, atenuada con frecuencia por la interposición de elementos areniscosos y con cierta proporción de carbonato



Fig. 74.—Lebrija, en la llanura del Bajo Guadalquivir.

(Foto Hernández-Pacheco, 1940.)

cálcico pulverulento en las margas, originan tierras laborables sueltas y de fondo adecuadas a los extensos cultivos de secano, especialmente cereales, en alternancia con leguminosas en el barbecho. La ancha Castilla, las altiplanicies del Duero, de clima rudo, es la gran región española de los campos cerealicolas, al igual que la llanura castellana del Tajo medio, de menos altitud y de clima más bonancible, región que es también cerealista. La Mancha es el país por excelencia de los ex-

tenso viñedo. La planicie Bética es la más rica y el feraz asiento del más amplio olivar de Europa, campiña de abundantes mieses y de cuidados rodales de viñedo.

La llanura extremeña del Guadiana constituye valiosa reserva de la economía nacional, que transformará, por sus adecuados caracteres de clima y de terreno, la agricultura y la ganadería del país, cuando tan importante región sea irrigada y se terminen las obras en marcha para ello. Análogamente en la provincia de Cáceres, por la extensa comar-



Fig. 75.—Llanura del Ribatejo, en la aldea de Pao Pires (Setubal-Portugal).

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1935.)

ca del Alagón, afluente del Tajo, se extienden amplias llanuras arcillosas de época oligocena, de gran feracidad, que aumentarán su ya importante riqueza agrícola, cuando sean completamente irrigadas por las aguas de los embalses, ya en adelantado plan de construcción, como ocurre en la extensa y llana vega de Coria.

De clima áspero, la llanura aragonesa, pero de suelo feraz, en muy gran parte, los regadíos la van, rápidamente, transformando en región de gran producción agrícola, al compás que las aguas procedentes de los ríos pirinaicos son recogidos en embalses y empleados en irrigar los sedientos terrenos del amplio valle Ibero. En la plana costera valenciana, por su intensa irrigación y clima bonancible, prosperan valiosos cultivos hortícolas y el más extenso naranjal del mundo.

El paisaje de las planicies de la Hispania arcillosa es de amplios horizontes; paisaje sereno, grandioso y reposado, en la ancha llanura

del Duero. Sin nada que destaque ni sobresalga en las amplitudes de la llanura manchega. Rudo y fuerte en los terragales yesíferos aragoneses. Apacible y acogedor, por sus detalles, en las campiñas del valle Bético.

Los ríos avanzan por las llanuras de la Hispania arcillosa por anchos cauces, en meandros tortuosos y divagantes, acompañando a la corriente fluvial la umbrosa arboleda de apacibles setos.

Las grandes llanuras de la Hispania arcillosa han ejercido influjo decisivo en la historia de España. Por su dominio se luchó en todas épocas, y a ella responde la constitución de las diversas naciones y reinos establecidos en el ámbito peninsular y la situación de las capitales y ciudades más importantes del solar hispano.

Así la fértil planicie Bética fué en los remotos tiempos de la protohistoria el asiento del pueblo tartésico, con míticos y poderosos reyes, y su cultura superior a la de las restantes tribus y pueblos hispanos. Más tarde, en la época musulmana, Córdoba, en el comedio de la llanura del Guadalquivir, fué la capital del Califato de Occidente y el centro de la cultura occidental. Deshecho el Califato, Sevilla, en plena llanura, se desarrolló opulenta.

La reconquista se hizo teniendo como objetivo y aspiración el dominio de las llanuras de la Hispania arcillosa: primero, la amplia altiplanicie del Duero, rica en trigo, en lana y en carne; después, la llanura más baja de la cuenca media del Tajo, las fértiles tierras negras de las Sagra toledana y las solanas de la base de la Cordillera Central. Luego, bajando el escalón de Sierra Morena, las campiñas andaluzas, donde casi nunca hiela, de tierras olivíferas, de espesos y altos trigales y de variados y abundantes frutos. Siempre descendiendo del Norte al Sur, de las altiplanicies castellanas a las llanuras bajas litorales. Como el Cid, de la fría paramera burgalesa a la suave y rica plana costera valenciana.

PONDERACIÓN LITOLÓGICA DEL SOLAR HISPANO

La distribución del solar hispano en los tres grandes conjuntos litológicos no obsta para que en áreas reducidas existan territorios calcáreos en los de constitución sílicea y viceversa, y que en los países de preponderancia de uno de los tres tipos litológicos existan intercalaciones de estratos de características mineralógica y química de los otros. Así, por ejemplo, en los territorios síliceos de Extremadura existen enclavados de rocas calizas devónicas, tales como el calerizo

de Cáceres, que surte de cal para la construcción a gran parte de la provincia; análogamente ocurre en los cerretes inmediatos a Mérida, y con mayor abundancia en el Sur de la provincia de Badajoz, por la parte de Zafra, tales como las calizas cámblicas de Alconera, de cuyas canteras proceden los fustes de las columnas del teatro romano de Mérida. Análogamente en la zona de Sierra Morena de las provincias de Sevilla y Córdoba, las calizas cámblicas son abundantes, y de las inmediaciones a la capital cordobesa procede la roca de las columnas de la mezquita en la parte ampliada por Almanzor. Otras calizas de dicha región corresponden al piso inferior del carbonífero, tales como las que forman el cerro del castillo de Espiel.

En la Hispania calcárea, por las serranías del Idúbeda, se presenta con cierta extensión el terreno triásico, cuyo piso inferior está constituido por la arenisca silíceo denominada «rodano» por su color rojo; roca que origina singulares y pintorescas formas de erosión en los montes de Cuenca y en las gargantas que, en una parte de su curso, ha labrado la corriente del Cabriel. La porción celtibérica del Idúbeda, que es preponderantemente caliza, presenta la sierra de la Demanda, formada, en su mayor parte, por cuarcitas y pizarras del terreno silúrico.

En la Hispania arcillosa, principalmente en la altiplanicie del Duero, y también en la llanura madrileña, la superficie de los páramos es generalmente de calizas de origen tobáceo, con características marmóreas y a veces con gran espesor, como en las canteras de Colmenar de Oreja, con cuya roca, en asociación con el granito, está edificado el palacio real, la puerta de Alcalá y diversos edificios arquitectónicos de Madrid.

Tales excepciones y otras más que pueden citarse no invalidan la constitución general litológica peninsular, con sus derivaciones de orden topográfico, fisiográfico, agrícola y de paisaje, que se han señalado. Así, el yeso, que es típico y abundante en la Hispania calcárea y en la Hispania arcillosa, no existe en las penillanuras silíceas del Oeste, ni en Galicia y casi todo Portugal, Montes de Toledo, Extremadura y Sierra Morena. El wolfram y la casiterita son minerales típicos de la Hispania silíceo, faltando en el resto peninsular. Todo lo cual contribuye a dar carácter peculiar y propio a los conjuntos litológicos del solar hispano, que se han reseñado.

RASGOS EDAFOLÓGICOS

La alteración y erosión de las rocas y la acumulación superficial de los detritos litológicos constituyen las tierras y terrazgos que sostienen y alimentan a la vegetación silvestre y cultivada, vegetación que es la vestimenta que cubre y adorna a la superficie del Globo, la cual se produce y desarrolla mediante el influjo de los cuatro elementos de la filosofía antigua: tierra, aire, agua y fuego, representado este último por el calor y la luz solar. El estudio de las tierras por los métodos científicos modernos constituye ciencia autónoma de aplicación práctica a la agricultura, la «Edafología», de bases geológica, química y botánica.

Las sustancias químicas que las plantas necesitan para su alimentación y desarrollo están en potencia contenidas en las tierras y, en su mayor parte, proceden de las rocas de las que aquéllas se han formado. Así, la descomposición de muchos silicatos constitutivos de las rocas endógenas, tales como el peridoto, los anfíboles y piroxenos, originan carbonato de hierro. El feldespato ortosa de los granitos, al descomponerse en productos arcillosos, abandona hasta un máximo del 14 por 100 de su peso en potasa, y las biotitas o micas negras hasta un 11 por 100. Las plagioclasas de dichas rocas granitoides, al descomponerse, producen cal y sosa. El fosfato cálcico procede, en mucha parte, de los cristales de apatito incluidos en la masa de la generalidad de las rocas eruptivas.

Dichos minerales, al descomponerse las rocas endógenas, pasan a formar parte de las exógenas sedimentarias, como ocurre con las extensas y potentes masas de aluviones resultantes de la erosión de los terrenos del sistema orográfico central de la Península.

Las sustancias nitrogenadas necesarias en mayor o menor grado para el desarrollo de la vegetación son principalmente de procedencia orgánica, vegetal o animal, y en ciertos casos producidas por acciones bacterianas a expensas del nitrógeno atmosférico en el aparato radicular de vegetales herbáceos de la familia botánica de las leguminosas.

Las tierras muy cultivadas acaban por agotar o disminuir grandemente las sustancias del suelo alimenticias de las plantas cultivadas. Contra tal consumo hay dos remedios conocidos desde muy antiguo: Uno, reponer las sustancias nutritivas consumidas en exceso, mediante la adición al terrazgo, de estiércol, y, modernamente, de adecuados abonos químicos. Otro medio es dejar descansar la tierra agotada no sem-

brándola, pero labrándola, para ayudar con aireación y remoción a la producción de las sustancias agotadas, procedimiento que es en lo que consiste el «barbecho». Se consigue tal efecto a más largo plazo, dejándolo sin cultivar ni labrar el terreno, o sea, «de posio» para que descanse y se reponga.

SÍNTESIS AGROPECUARIA DEL SOLAR HISPANO

Características agropecuarias de la Hispania silícea

Los territorios graníticos, extensos y abundantes en Hispania, son de fertilidad media, dependiendo ésta del espesor del «terrazgo», o sea de la capa descompuesta destinada y apta para el cultivos. En climas favorecidos por la cantidad y adecuada distribución en el año de las lluvias y temperaturas no excesivas la producción agrícola no suele ser mala. Si las aguas para regadío pueden ser suministradas con oportunidad, tales terrenos son de producción abundante, como acontece en la comarca extremeña de la Vera de Plasencia y en las vallonadas bajas y soleadas de la Cordillera Central, con terrenos destinados a cultivos especiales, como el pimiento, tabaco, algodón, frutales, etc.

En Galicia y país Miñoto portugués, donde el regadío natural de lluvia persiste en el verano, el maíz prospera y la pradera permite sostener abundante ganadería vacuna intensiva. En la mitad meridional de Galicia prospera el viñedo, sosteniéndose las parras altas mediante postes de granito para evitar que los sarmientos toquen al suelo y por el exceso de humedad se desarrolle el ataque del «cenizo», *Oidium Tuckeri*, y demás epidemias, a las que es favorable la humedad del país. En la provincia de Orense, más seca, se cultiva abundante la vid en los bancales de las laderas del valle del Miño.

En los territorios de la Hispania silícea de las penillanuras del Oeste, de constitución litológica, de montes de cuarcitas y vallonadas y planicies de pizarras, muy plegadas, del paleozoico inferior, como acontece en Extremadura, Campos de Calatrava, Sierra Morena y Alentejo, las vallonadas con gran acúmulo y buen espesor de tierras son campos productivos de cereales, si no faltan a su tiempo las lluvias de primavera, mientras que en los terrenos de poco espesor de tierra laborable puede prosperar el arbolado de encinas y alcornoques, y constituyen dehesas adecuadas para la ganadería extensiva lanar y porcina, con cultivos circunstanciales de cereales de secano de larga alternancia con años de posío. Aun en los terrenos pizarrosos, con escaso

espesor de tierra laborable, puede prosperar el viñedo y el olivar. En las zonas de cumbres ásperas, cuarcitosas, el matorral sostiene ganado cabrio. En tales parajes el descuaje del matorral es contraproducente, pues en no largo plazo la tierra es arrastrada, y muy prontamente, si se labran tales parajes, el roquedo quedará desnudo y el terreno total y completamente improductivo.

En el Sistema Central, en Somosierra, Guadarrama y Gredos, prepondera el pinar en las laderas de media altitud, y en las zonas altas la pradería de verano para ganado trashumante. En la sierra de Gata el olivar prospera en las laderas bajas y también el pinar y los castaños; ocupando las zonas altas, con gran desarrollo, los brezales.

La amplia comarca extremeña de la Tierra de Barros, al Sur del Guadiana, situada desde Badajoz y Mérida hasta Zafra, ocupando el centro Almendralejo, es litológicamente muy compleja, de naturaleza arcillosa retentiva del agua de lluvia y de compacidad no exagerada. Está constituida por terrenos metamórficos muy descompuestos, con abundante polvo caolínico con carbonato cálcico, procedente de la alteración de las plagioclasas; están dotados de fósforo y tienen riqueza en materia orgánica resultante de la vegetación herbácea de época geológica húmeda, inmediatamente anterior a la actual. La zona del terreno descompuesto tiene espesor y conveniente ponderación entre las diversas clases de partículas que la componen. La Tierra de Barros es de gran fertilidad, produciendo abundantes cosechas de cereales de secano y también de olivar y de viñedos.

Entre los Montes de Toledo, Sierra Morena y la llanura de la Mancha, están situados los Campos de Calatrava, en terrenos de pizarras y de cuarcitas silúricas. Dan carácter a tal territorio las numerosas emisiones de materiales volcánicos de naturaleza basáltica, constituyendo acumulaciones lávicas, formando colinas o «cabezos»; coladas de lavas, comúnmente en avanzado estado de alteración, y campos de lápilis, más o menos descompuestos, denominados «negrizales». Constituyen tales materiales litológicos terrenos fértiles, en los que prosperan los cultivos de secano, tanto de cereales como los plantíos de viñedos y olivares.

Los Montes de Toledo, formados, con gran predominio, de cuarcitas silúricas, salvo las vallonadas y las extensas rañas, son inadecuados para los cultivos; pero sí para producción forestal de cupulíferas y, principalmente, robles, castaños y alcornoques; explotándose actualmente sólo para cabreriles, y también en cotos de caza, con buena producción de perdices.

Características agropecuarias de la Hispania calcárea

Los territorios de la Hispania calcárea presentan en las zonas septentrionales peninsulares, Cantabria y Asturias Orientales, junto a porciones de rocas calizas improductivas, otras en donde las tierras arcillosas, resultantes principalmente por decalcificación, originan comarcas adecuadas para los cultivos de verano, principalmente maizales, patatares, plantas hortícolas, y praderías, sostén de abundante ganadería vacuna de estabulación o de emigración temporal veraniega a las zonas montañosas. La vegetación forestal, tal como los eucaliptos, es de rápido crecimiento en todo el conjunto de la cordillera Cántabro-Asturiana; predominando, como formación forestal indígena, el hayedo y el robledal, y, en las Asturias Occidentales, también el pinar.

La zona pirinaica calcárea es principalmente región forestal, con el haya preponderante y, en menor grado, el abeto, y en otras partes el robledal y el pinar. Vasconia presenta característica intermedia entre el Pirineo calcáreo y la cordillera Cántabro-Asturiana. Los cultivos hortícolas por regadío natural de lluvia son los predominantes, y, entre los de frutales, el manzano.

En el extenso conjunto de serranías y parameras del Idúbeda, tienen preponderancia las formaciones forestales de pinar en los montes de Soria, de Cuenca y de Albarracín. En las parameras de Soria y de Molina, con altitudes del millar de metros, el cultivo cerealista es, principalmente, el centeno; lo forestal ha decrecido respecto a épocas históricas modernas, por causa de desforestación humana, predominando las matorreras de carrascas y de cupresáceas, sabinas y enebros. En otros parajes las formaciones calizas apenas sostienen vegetación escasa, rala y esteparia. En contraste, las vallonadas de los cursos fluviales, tales como la transversal del Jalón y la longitudinal del Jiloca, en la provincia de Teruel, están ocupadas por intensiva producción agrícola, principalmente de regadío.

La zona catalana, entre la costa y la alineación montañosa del interior, es de vegetación espontánea abundante y de agricultura próspera y variada, en relación con lo complejo de la constitución litológica y las buenas condiciones climatológicas. La provincia de Tarragona puede considerarse como la más completa del solar hispano, en lo pertinente a cultivos.

En la prolongación hasta el Mediterráneo de las serranías Ibéricas, correspondientes a la Hispania calcárea, en la provincia de Castellón y

de Valencia, pierde fuerza lo forestal, y los roquedos calizos preponderan; y, por la suavización del clima, en las vallonadas intermontañas, los cultivos son más variados y productivos. En la estrecha banda litoral, con algunos ensanches hacia las serranías del interior, tales como el de Liria y el valle del Montesa, se constituye la opulencia agrícola de la Plana costera valenciana, desde el delta del Ebro hasta Denia, en el saliente alicantino, con la fecundidad de los arrozales, de los productos hortícolas y con el naranjal más extenso, cuidado y productivo del mundo.

El saliente alicantino, de clima suave, es país de contraste entre los abruptos roquedos y las vegas fructíferas, cual la del Albaida, característica que es general hasta el paralelo de Alicante y Elche, cuyos palmerales anuncian, hacia el Sur, el influjo del clima africano en la región murciana, en la que entre sierras peladas y esteparias destaca la frondosidad de la amplia huerta del Segura, con su opulencia agrícola en Murcia y Orihuela.

En el Sureste hispano, especialmente en los territorios de Almería, la sequía es característica general, pasando a veces casi un año entero sin llover, lo que origina territorios subdesérticos con vegetación muy escasa, en los que el esparto es la planta espontánea más típica y de nuevas aplicaciones por su carácter textil. El terrazgo de las depresiones y vegas es naturalmente fértil y de gran producción, en donde alcanzan las aguas de regadío, pues el clima es cálido, sin bajas temperaturas invernales y el cielo despejado y sereno.

Las características de sequía, por deficiencia de pluviosidad, se van atenuando hacia el Este, a lo largo de la extensa cordillera Bética y, en consecuencia, las condiciones agrícolas desmejorando. En la alineación orográfica Subbética o Septentrional existe importante zona forestal en la alta serranía de Segura y de Cazorla, en donde se originan el Segura y el Guadalquivir. Más hacia el Oeste, en la provincia de Jaén, los olivares presentan grandes extensiones, que se continúan por la zona que bordea al gran valle Bético, componiendo el conjunto de olivar más extenso que existe.

La depresión longitudinal intermontañosa del Genil y su continuación por las hoyas de Guadix y Baza, son de importancia agrícola, especialmente la ubérrima vega de Granada. Sierra Nevada y las vertientes mediterráneas de las Alpujarras son de vegetación espontánea abundante y de cultivos importantes, en contraste con lo abrupto, peñascoso y pelado de las escarpadas guájaras, en relación con las zonas de altitud de la cordillera.

A lo largo de la costa, desde Almería a Gibraltar, en las depresio-

nes, estuarios rellenos de sedimentos y en los deltas de los cursos fluviales que descienden al Mediterráneo, existen una serie de vegas soleadas e irrigadas, de gran producción en cultivos especiales de tipo subtropical, entre los que es abundante el de caña de azúcar. Son localidades típicas en tales respectos las de Adra, Motril, Nerja, Vélez-Málaga, Málaga y Marbella. En contraste con la exuberancia agrícola citada, están las montañas costeras malagueñas, formadas por pizarrales del paleozoico inferior metamórfico, peladas de vegetación y desnudas de tierra.

La serranía de Ronda, abrupta en extremo, presenta en las depresiones y espacios entre su roquedo típico: el blanquecino de las calizas y el rojizo de las peridóticas serpentinas, cultivos variados y productivos.

La estrecha banda del Algarve, de compleja constitución litológica y de clima suave, es, asimismo, país de cultivos variados, principalmente de plantío. Análogamente, la zona atlántica del Oeste de Portugal, desde Lisboa a Oporto, es de agricultura compleja y, en gran parte, forestal, tales como los pinares del territorio de Leiria. La comarca de Cintra, por su producción agrícola, es más de tipo mediterráneo que atlántico.

Características agropecuarias de la Hispania arcillosa

Las altiplanicies centrales y las llanuras periféricas de la Hispania arcillosa son las principales ubicaciones de los extensos campos cerealísticos. Tal acontece con la altiplanicie del Duero, en sus áreas de llanura baja o campiña; entre las que destaca la denominada Tierra de Campos, correspondiente a la provincia de Palencia, y en menor extensión a la de Valladolid. La llanura alta, o páramo, desforestada del matorral de carrascas o de rebollar, es inadecuada a los cultivos; la zona de cuesta, entre las llanuras alta y baja, suele estar plantada de viñedo.

La planicie madrileña, al Sur de la Cordillera Central y al Norte del Tajo, es de buen terrazgo, en muy gran parte para el cultivo cerealístico, destacando como de mayor fertilidad la amplia comarca de la Sagra toledana, y, más al Oeste, la llanura de Talavera de la Reina, en transformación de regadío. Hacia el Este, la llanura madrileña pasa gradualmente a la Alcarria, en la que decrece el valor agrícola, por su tránsito a penillanura calcárea y régimen de vegetación esteparia, territorio cuya denominación, de origen árabe, significa «terreno en alto y por lo común raso y de poca hierba».

La altiplanicie de la Mancha, casi desierta hasta mediados del si-

glo XIII, es, en su porción septentrional, muy apta para el cultivo cerealístico, mientras la zona central y meridional está en su mayor parte plantada de viñedo, constituyendo el territorio, sin intercalación de otro cultivo, de mayor extensión de Europa.

La llanura del Ebro, de constitución litológica semejante a las anteriores, es de régimen agrícola también apta para el cultivo cerealista; destacando, por su mayor riqueza, la parte situada al Oeste de Zaragoza, la comarca de Cinco Villas, y, asimismo, la llanura de Urgel, en la provincia de Lérida. En otras partes, como en la sierra de Alcubierre y en los Monegros, es en extremo yesosa. Actualmente el país está en plan adelantado de transformación en las comarcas de Violada, de los Monegros y en otras partes de la llanura aragonesa, mediante la sustitución de los secanos en regadíos, suministrando a los terrenos, situados al Norte del Ebro, de terrazgos fértiles y de fondo, el agua procedente de los embalses de los ríos que descienden del Pirineo.

La llanura Bética es la planicie de mayor riqueza agrícola, favorecida por la bondad del clima, respecto a las reseñadas. Grandes extensiones están ocupadas por olivares, principalmente en las provincias de Jaén y Córdoba. Son viñedos famosos los de Montilla, Jerez y Sanlúcar. El cultivo cerealista es común a todo el ámbito de la llanura, habiéndose puesto en cultivos especiales, tales como el del arroz y el algodón, gran parte de la llanura.

La llanura del bajo Tajo comprende dos zonas: la del Ribatejo, en la margen izquierda, y del Sado, en tierra de Setúbal, y también la ancha banda de la margen derecha del Tajo, desde Tomar, por Santarén, al comienzo del estuario, territorio de extenso y productivo olivar.

Entre las planicies interiores de la mitad occidental peninsular destaca la del Guadiana medio, formando amplísima vega llana. Comprende dos zonas, separadas por la emisión diorítica de Mérida: una, la Sereniana, y otra, la Augustana, entre Mérida y Badajoz. Ambas son muy fértiles y están en comienzo de su transformación de cultivos de secano por los de regadío, para constituir una de las principales zonas de riqueza agrícola de España.

Teniendo en cuenta lo expuesto en esta síntesis agropecuaria del solar hispano, puede deducirse que la Hispania silícea es esencialmente ganadera; la Hispania calcárea, es de predominio forestal, y la Hispania arcillosa, fundamentalmente agrícola. Las tres se complementan, y del conjunto de características regionales surge el complejo peninsular hispano, con su gran unidad geográfica.

CAPITULO IV

Las costas

SUMARIO: Segmentos costeros de la Península hispana.—Costa Cantábrica. Topografía submarina de la plataforma continental.—Litoral de Galicia; origen de las rías gallegas.—Litoral atlántico portugués del Oeste.—Características geotectónicas del segmento litoral miñotoduriense. Accidentes geotectónicos de las «Lusitanidas». Relieve submarino del sector central atlántico portugués. Costa del Alentejo.—Litoral atlántico del Sur peninsular. Costas del Algarve. Sector litoral de la playa de Castilla. La problemática ubicación de Tartesos. Sector gaditano.—El Estrecho de Gibraltar y su prolongación geotectónica mediterránea y atlántica. Características del Estrecho de Gibraltar. Historia geológica del Estrecho de Gibraltar.—El mar de Alborán y sus costas. Litoral español del mar de Alborán. Litoral africano del mar de Alborán. Constitución geológica del litoral del mar de Alborán. Formaciones volcánicas. Origen y formación geotectónica del mar de Alborán.—Costas del Sureste peninsular. Costas del segmento transversal Penibético. Costas del segmento transversal subbético. Costas de Baleares.—Litoral valenciano y catalán. Costas de la Plana valenciana. Costa catalana del Ebro al Llobregat. Costa catalana desde Barcelona al Pirineo.

SEGMENTOS COSTEROS DE LA PENINSULA HISPANA

En el estudio del litoral peninsular atendemos, por una parte, a la morfología costera, y, por otra, al origen y formación geológica en relación con las características de la plataforma continental, actualmente sumergida en la zona que puede suponerse es continuación del territorio costero emergido.

En tales respectos el nivel actual del mar es engañoso en relación con los estudios geológicos; debiéndose tener presente que es la superficie terrestre la que se eleva o se deprime, que son los compartimientos, bloques o témpanos corticales los que se mueven y alteran, sin diferencia entre lo emergido y lo sumergido; comportándose el mar en tales fenómenos geológicos con absoluta pasividad, invadiendo o retirándose del continente, en el que se producen transgresiones o regresiones marinas: eterno variar de la superficie del Globo, en regímenes

cuyas características y acontecimientos constituyen el objeto de la ciencia geológica.

En relación con lo expuesto debemos distinguir en el litoral peninsular diversos segmentos, que son los siguientes:

- a) Costa Cantábrica, desde la frontera francesa hasta Galicia
- b) Costas de Galicia, en las cuales el interesante fenómeno de las «rias» está muy desarrollado.
- c) Litoral portugués atlántico del Oeste.
- d) Litoral atlántico del Sur peninsular, que comprende las costas meridionales del Algarve, de Huelva y del golfo de Cádiz.
- e) Estrecho de Gibraltar.
- f) Costa mediterránea meridional de España.
- g) Costas mediterráneas del Sureste peninsular.
- h) Litoral del golfo de Valencia.
- i) Litoral de Cataluña.

COSTA CANTABRICA

El litoral cantábrico está alineado en su conjunto, de Este a Oeste, con longitud desde la bahía de Fuenterrabía a la desembocadura del Eo de unos 430 kilómetros, señalándose como accidente topográfico más destacado hacia el Norte, el que forma la peninsulilla del cabo Peñas.

La mitad oriental del litoral, correspondiente al país vasco y a la provincia de Santander, está constituido por terrenos mesozoicos, en general roquedos del cretáceo. La mitad occidental, o sea el litoral asturiano, es de roquedos paleozoicos: del carbonífero, en las Asturias orientales, desde San Vicente de la Barquera a Ribadesella; y de pizarras y cuarcitas del paleozoico inferior, en las Asturias occidentales, desde el Cabo de Peñas hasta Galicia. Entre dichos dos tramos de costa asturiana, se intercala un segmento central que comprende desde Ribadesella al cabo Peñas, formado por rocas que corresponden principalmente al liásico.

El litoral cantábrico tiene al respaldo todo a lo largo, en las provincias de Santander y Asturias, la alineación orográfica de la cordillera, que en algunos parajes (mediante macizos destacados, tal como el Sueve) las montañas llegan hasta la misma costa, lo que acontece entre Ribadesella y Villaviciosa. Pero generalmente entre la cordillera y el mar queda una zona de suave orografía, con anchura variable de cinco a veinticinco kilómetros, que se denomina genéricamente La Marina; que en las Asturias Centrales forma amplia depresión paralela a la costa, recorrida por la ramificación fluvial del Nalón. Entre la vaguada



Fig. 76.—Costa típica cantábrica, de acantilados en roquedos cretáceos, situada al Este de Laredo.

(Foto Hernández-Pacheco.)



Fig. 77.—Rasa costera del litoral de las Asturias orientales, entre Buelna y La Franca.

(Foto Hernández-Pacheco.)

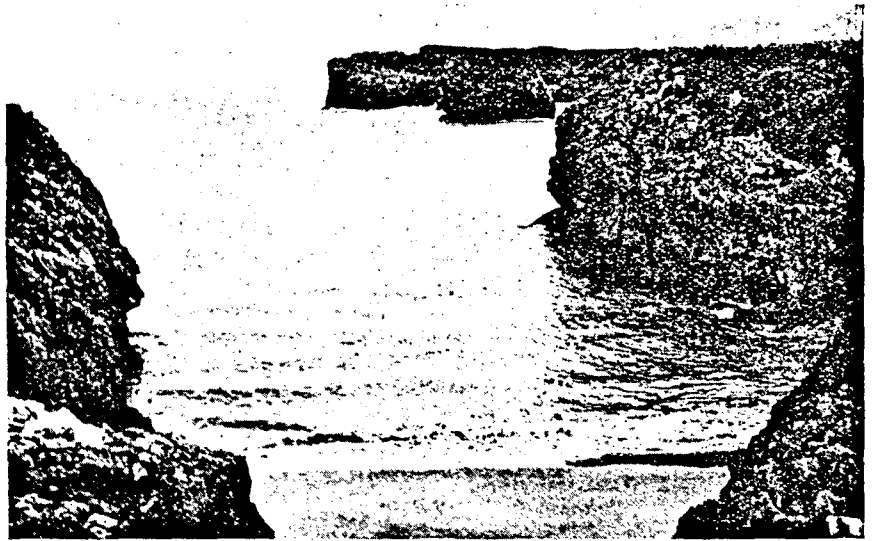


Fig. 78.—Acantilado en caliza cretácea de la rasa costera situada al Este de Ribadesella (Asturias).

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

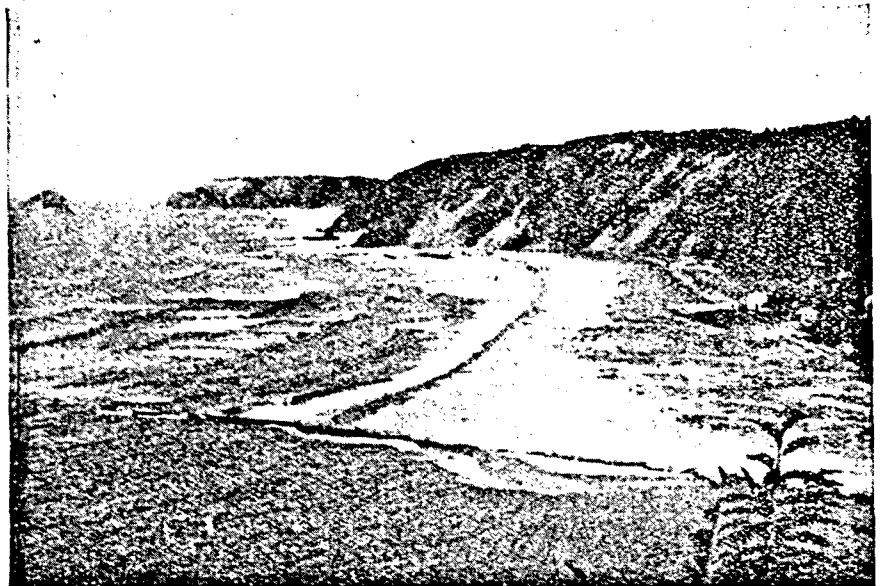


Fig. 79.—Acantilado con playa entre la desembocadura del Nalón y la isleta Deva.

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

de este río y el mar, queda un relativamente extenso territorio, del que forma parte la península del cabo Peñas; territorio que envía afluentes al Nalón, que en la comarca de Las Regueras corren en dirección del mar hacia el interior; existiendo, incluso sobre los acantilados costeros, mantos de gruesos aluviones fluviales, correspondientes a una antigua y desaparecida red fluvial, abismada en gran parte en el mar.

La topografía de la zona litoral desde Vasconia hasta Galicia, indica la existencia en otra época, no más antigua del mioceno, de un territo-



Fig. 80.—Ribadesella y el estuario del Sella.

(Foto Hernández-Pacheco, 1920.)

rio costero más extenso que el actual, con red fluvial en gran parte diferente de la de ahora, de la que dan testimonio, en el retazo que queda emergido, los valles muertos y las zonas de gruesos aluviones fluviales.

Presenta el litoral cantábrico todo a lo largo, pero más patente en las Asturias Occidentales, una rasa costera que no es de origen marino y formada por la acción erosiva del oleaje, sino de formación continental, pues en ella no se han encontrado depósitos ni fósiles marinos que hagan suponer que tal territorio litoral sea debido a levantamiento y emergencia de tierras sumergidas, sino que, por el contrario, todo indica que la banda litoral de la Marina es lo que queda emergido de más extenso territorio hundido en el mar (figs. 76 a 80).

Topografía submarina de la plataforma continental.

Lo que se sabe de la topografía submarina, frente a Cantabria y Asturias, hace suponer se trata de un país sumergido por fenómeno concomitante con la formación del relieve de la cordillera. El veril de los 200 metros corre paralelo a la costa a una distancia variable, de 10 a 35 kilómetros. Inmediatamente desde esta línea batimétrica existe hacia la alta mar, hasta donde comienza la fuerte rampa hacia los grandes fondos, una superficie submarina con topografía de tipo terrestre, con vallonadas profundas y relieves que se alcanzan hasta 200 ó 130 metros bajo la superficie marina; morfología conocida de los pescadores, quienes designan con la denominación genérica de «poteras» a las hondas depresiones, denominando «pregonas» a zonas altas a modo de altiplanicies entre vallonadas profundas; topografía con características de erosión fluvial y modelado subáreo, representando, en tal caso, las planicies sumergidas, antiguos niveles de arrasamiento geológico, como es típico de las formas del relieve de muy viejas orografías, que han experimentado largo proceso erosivo en el transcurso de varias épocas geológicas.

Tal relieve de la plataforma continental del Cantábrico era conocido desde hace tiempo, aunque incompletamente, por antiguas campañas de sondeos de la Comisión Hidrográfica de la Marina, figurando las correspondientes curvas batimétricas, en el excelente mapa topográfico de la Península por Stieler, del Atlas de Justus Perthes, y en el mapa topográfico a escala 1:1.000.000 del Instituto Geográfico y Catastral.

En nuestros estudios geográficos y geológicos hemos tratado en diversas publicaciones del relieve submarino del Cantábrico, denominado «fosa de Peijóo», al innominado profundo surco u honda vallonada, la mayor de las que se señalan en los citados mapas.

El relieve submarino del Cantábrico, especialmente el que corresponde a la costa vasca, cantábrica y asturiana, desde la profunda fosa o geoclasea que arranca de Capbreton, en la Vasconia francesa, hasta el saliente del cabo Peñas, era y es muy conocido de los pescadores y gente marinera del país, que saben la situación de los más importantes parajes submarinos, en relación con la profesión pesquera, conociendo las plataformas o «pregonas» adecuadas para calar nasas empleadas para capturar las langostas, conociendo también, mediante enfilaciones con los relieves de tierra, las principales depresiones o «poteras». Emplean para entenderse designaciones toponímicas arbitrarias, las cuales han sido recogidas en interesante nota publicada en el Instituto Español de Ocea-

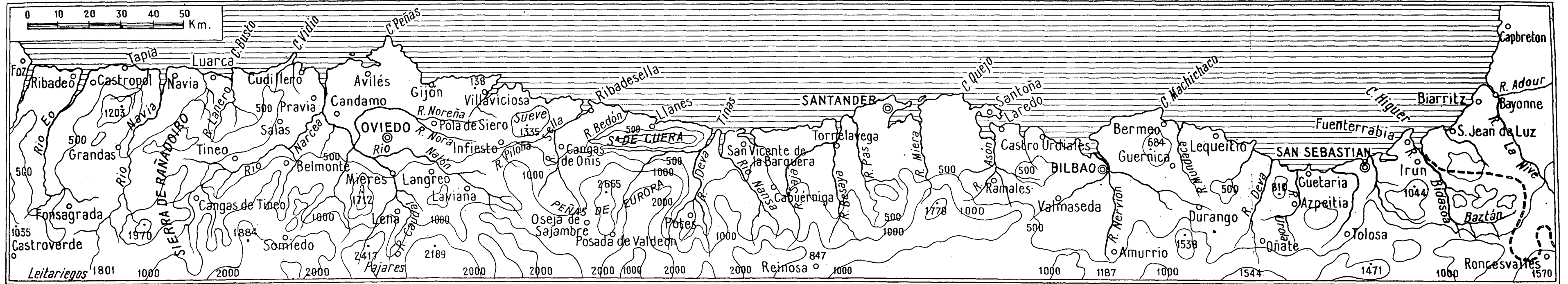


Fig. a.—Disposición de la costa y red fluvial del litoral cantábrico (curvas hipsométricas de 500, 1.000 y 2.000 metros)

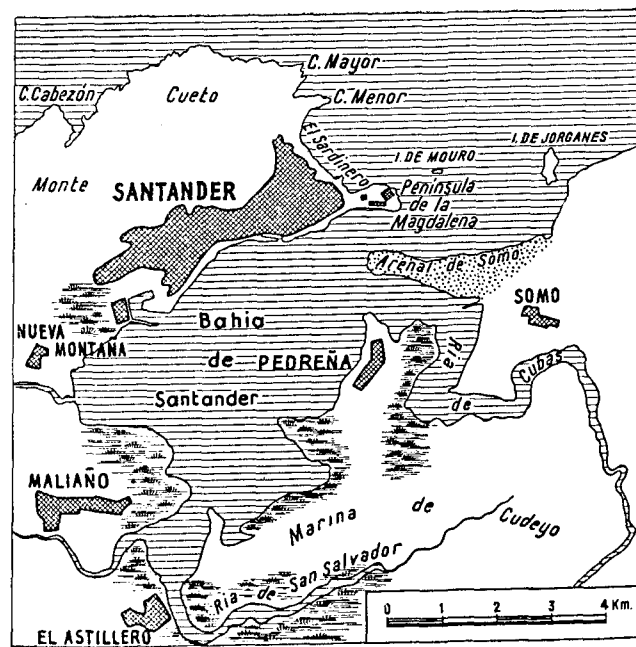


Fig. c.—Bahía de Santander.

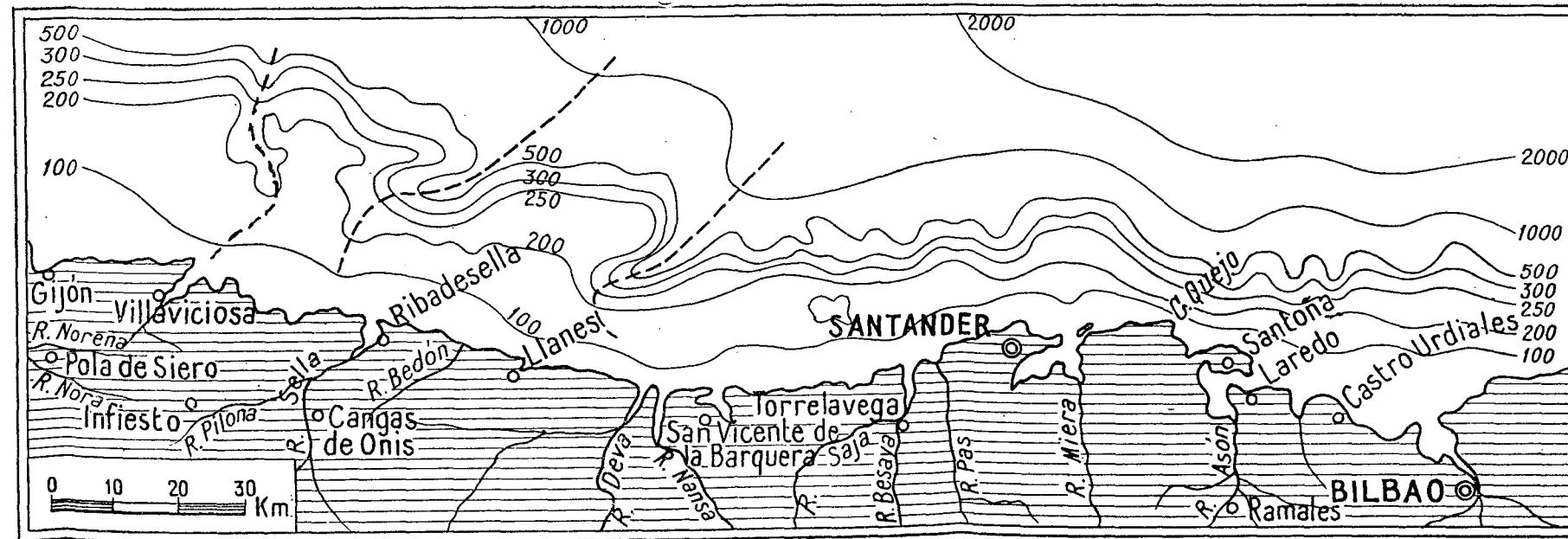


Fig. b.—Batimetría de la plataforma continental del Cantábrico, entre los meridianos de Bilbao y Gijón, según datos del mapa 1:1.000.000 del Instituto Geográfico y los modernos sondeos del Instituto Oceanográfico.

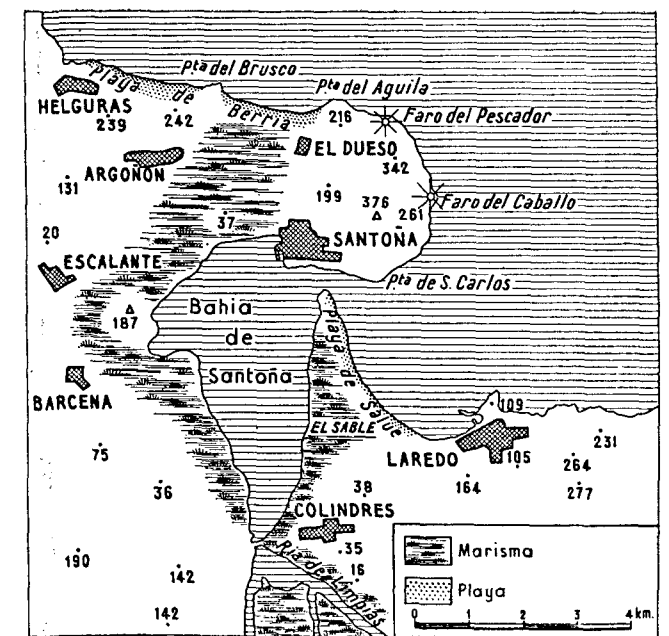


Fig. d.—Bahía de Santoña.

nografía por el Director del Laboratorio Oceanográfico de Santander, J. Cuesta Urcelay, de cuya publicación hemos utilizado el trazado de las curvas batimétricas, comprendidas entre los 200 y los 500 metros, que el citado autor publica a mucha mayor escala (lám. III).

La muy importante labor de sondeos y reconocimiento del relieve de la plataforma continental del Cantábrico, efectuada recientemente, amplía y aclara en extremo los datos conocidos de antiguo, reconociéndose que las fosas situadas entre las plataformas no son paralelas a la alineación general de la costa, como parecía serlo la denominada «fosa de Feijóo», sino oblicuas, de WNW. a ENE., según arrumbamiento general de la red fluvial de la rasa costera, pudiendo interpretarse que el relieve de la plataforma continental guarda una cierta relación con el que tiene el actual litoral.

En tales respectos cabe que el relieve de la plataforma continental sea resultado de un movimiento de hundimiento que ocasionó la transgresión marina, conservándose en el fondo del Cantábrico, fosilizada, la antigua topografía del litoral, anterior a la época de la submersión; época que suponemos no será anterior a los tiempos neogenos y probablemente del plioceno, cuando se constituyó el conjunto peninsular próximamente con su configuración actual, al terminar el gran ciclo orogénico de la revolución geológica de los tiempos neozoicos.

El fondo de los mares, como la superficie continental, están igualmente sujetos a las actividades, movimientos y cambios que experimenta la corteza terrestre por las acciones transformadoras producidas por los agentes meteorológicos de la dinámica endógena, o sea, del interior del Globo; que lo mismo actúan en la zona de corteza subárea que en la submarina. Pero no ocurre lo mismo respecto a la actuación de los agentes meteorológicos de la dinámica externa, o sea del exterior terrestre, o atmosférica; pues mientras que en la superficie subárea las acciones erosivas de las intemperies y la red fluvial que se forma actúan intensamente y producen el modelado topográfico, en la superficie submarina resguardada por la capa acuosa marina, ésta ejerce acción conservadora del relieve sumergido, persistiendo casi inalterable, y en general reducidas las alteraciones a acumulaciones de depósitos terrígenos, o al barrido de éstos por las corrientes litorales, lo cual ocasiona que el relieve submarino producido por los trastornos orogénicos o por las transgresiones marinas epirogénicas se conserve en el transcurso de los tiempos geológicos hasta que nueva transformación por causas endógenas no lo alteren.

Tal actuación conservadora del relieve de la plataforma continental, originando su fosilización, permitirá, cuando sea mejor conocida que

actualmente, gran avance en las investigaciones pertinentes a la historia evolutiva de la Tierra, pues se contará con un nuevo método de estudio, cual es el conocimiento del relieve en otras épocas geológicas, relieves de terrenos conservados bajo el manto protector de las masas acuosas oceánicas.

En el caso concreto que se analiza, las investigaciones batimétricas realizadas últimamente señalan la existencia de profundas vallonadas submarinas con laderas escarpadas, la mayor de las cuales se identifica con la que habíamos designado «fosa de Feijóo», en homenaje a la memoria del sabio y erudito benedictino, que escribió en su residencia asturiana, frente al interesante accidente geográfico, sus notables obras, en las que aparecen atisbos geniales en época en la que los estudios geológicos no se habían concretado en cuerpo de doctrina. Las «fosas o valles submarinos de Feijóo» son dos principales: uno del lado de Levante, que parece arrancar, cercano a los singulares estuarios de las Tinas (ríos Nansa y Deva), y el otro, o de Poniente, que parece tener su origen próximo a la desembocadura del Sella. Una tercera vallonada, más reducida, se señala a Occidente, frente a la ría de Villaviciosa.

La submersión que ha experimentado el territorio situado al Norte de la actual zona costera Cántabro-asturiana ha producido ensenadas y radas resguardadas del lado del mar por islas o tómbolos, de los que es buen ejemplo la concha de San Sebastián; y excelentes puertos naturales, como el de Pasajes, cuya estrecha entrada, en largo y profundo gollete, conduce al puerto de gran calado, correspondientes a un antiguo valle paralelo a la línea general de costa invadido por el mar (fig. 81).

En todo el litoral cántabro se acusa también el hundimiento por las características de sus puertos, correspondientes a valles fluviales en los que el mar ha penetrado tierra adentro, originando estuarios profundos en vías de relleno, como ocurre en las de Bilbao, Laredo, Santander, San Vicente de la Barquera, Ribadesella, Villaviciosa, Avilés, San Esteban del Nalón, Navia, Ribadeo, etc. Destacan entre estos accidentes costeros las desembocaduras de los ríos Nansa y Deva, denominadas Tinas: Tina Mayor, la del Nansa, y Tina Menor, la del Deva, que corresponden a una porción sumergida de las respectivas gargantas fluviales, en congostos de paredes en extremo abruptas, por los que el mar penetra hacia el interior: mientras que las otras bahías y estuarios, tales como las de Bilbao, Santoña, Santander, San Vicente de la Barquera, Ribadesella, Villaviciosa, etc., más bien parecen corresponder a la invasión del valle fluvial en el tramo final, presentando tales puertos naturales amplitudes de las que carecen los singulares estuarios de las Tinas.

El accidente o accidentes geológicos que han dado a la costa cantábrica su característica y situación actual es, según venimos exponiendo, resultado del hundimiento litoral ocurrido avanzados los tiempos neógenos, y todo lo más reciente del final del plioceno, pues de las investigaciones realizadas en las cavernas costeras y en los yacimientos que contienen productos de la industria humana del período paleolítico, y por otras consideraciones enunciadas, se deduce que el litoral cantábrico no ha experimentado en el pleistoceno movimiento alguno geológico,



Fig. 81.—Entrada al puerto natural de Pasajes (Guipúzcoa).

(Foto Hernández-Pacheco.)

permaneciendo estabilizado desde antes del cuaternario medio, en época humana paleolítica.

La costa cantábrica es de tipo acantilado, con irregulares entrantes, y salientes, con abundancia de cabos, promontorios, farallones y algunos islotes, pero no en forma exagerada que den lugar a costa de tipo dálmata. Entre los salientes y en la alineación general del acantilado existen playas, en general, no muy extensas, con segmentos más o menos largos, en los que el rudo acantilado cae vertical, sin playa alguna al pie que mengüe lo impetuoso de un mar, con frecuencia violento y proceloso.

Tales características morfológicas originan costa en extremo pintoresca y variada, con profusión de puertos pesqueros, rodeados de típicos caseríos de pequeñas ciudades de abolengo histórico que conservan tradición al tipismo marinero, tales como Fuenterrabía, Guetaria, On-

dárroa y Lequeitio, en Vasconia ; Castro Urdiales, Laredo, Santoña y San Vicente de la Barquera, en la provincia de Santander ; Llanes, Ribadesella, Cudillero, Lueca, Navia y Castropol, en Asturias.

LITORAL DE GALICIA: ORIGEN DE LAS RIAS GALLEGAS

La Cordillera Cantábrica, al llegar a Galicia, se separa en digitaciones, originándose un territorio de montañas graníticas y neísicas de pizarras estrato-cristalinas, paleozoicas y prepaleozoicas, y de pizarras y

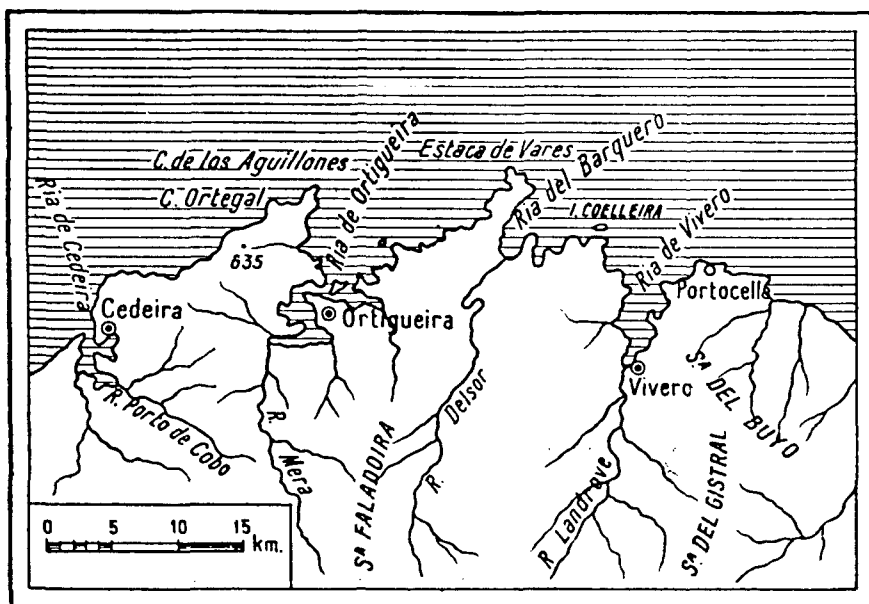


Fig. 82.—Costa norte de Galicia: rias de Vivero, del Barquero, de Ortigueira y de Cedeira.

cuarcitas del paleozoico inferior, con afloramientos en algunas partes, especialmente al Norte, de rocas eruptivas de tipos variados ; territorio, el de Galicia, en el que no destaca alineación principal orográfica claramente definida.

En el territorio gallego, como fenómeno concomitante con el hundimiento de la antigua zona litoral del Cantábrico, se ha producido asimismo un movimiento basculatorio de submersión, que ha ocasionado la invasión marina, hasta muy al interior, ocupando el mar las zonas bajas de la red fluvial, originándose el característico fenómeno de las

rias. La gran irregularidad de la costa y la abundancia en accidentes costeros, tales como penínsulas, cabos, islas y escollos, bahías, ensenadas y calas, indica la naturaleza del fenómeno.

Constituyen las rías gallegas excelentes puertos naturales, amplios y de gran calado. En su esencia el fenómeno de las rías de Galicia es el mismo que el que se observa en la costa cantábrica. Si en Galicia se advierte más patente, es debido a la disposición orográfica más compleja, con prolongaciones montañosas que avanzan digitadas hacia el mar. El fenómeno acontecería probablemente al final del plioceno.

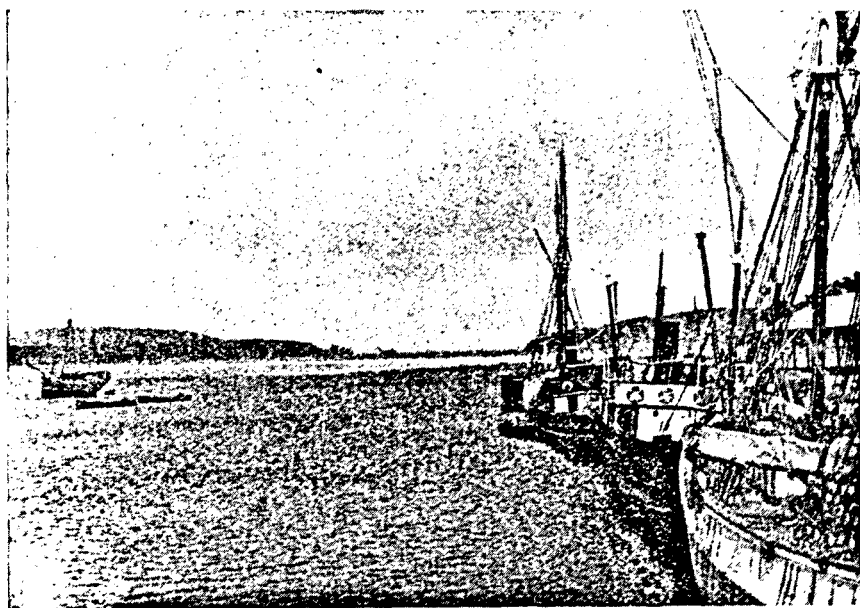


Fig. 83.—Ría de Vivero (Lugo) en marea baja; flota pesquera.

(Foto Hernández-Pacheco, 1932.)

El hundimiento de basculación ha producido un rejuvenecimiento en la red fluvial independiente del muy anterior, que se acusa en ciertas zonas orográficas. Así los ríos, salvo el de mayor recorrido, Miño y Sil, no son abundantes en terrazas claramente definidas; las zonas de rápidos fluviales son frecuentes y patente el encajamiento de los valles. Los ríos y arroyos que desembocan en las rías no han alcanzado, en muchos casos, el perfil de equilibrio, y no es raro que rápidos y en algún caso cascadas se observen inmediatas al litoral, como la del Pindo, en la ría de Corcubión.

La submersión se realizó basculando el témpano o compartimiento cortical galaico hacia el Noroeste, señalándose como dirección normal a la del hundimiento la general del chaflán de la costa comprendida entre el cabo de los Aguilones y el de Finisterre, que es de NE. a SW., correspondiente a los arrumbamientos geotectónicos que hemos comprendido en la denominación de Hispánidas.

En relación con las características morfológicas del litoral, se distinguen en éste tres segmentos:



Fig. 84.—Ría del Barquero desde la punta de la Estaca de Vares.

(Foto Hernández-Pacheco, 1933.)

a) El del Norte, que es la prolongación del litoral cantábrico. Al que corresponden: La ría de Ribadeo, la de Foz, en la desembocadura de la pequeña rama fluvial que forman el Marsa y Jestide, procedentes de la comarca de Mondoñedo; la ría de Vivero, ya de tipo galaico; la del Barquero y la de Santa Marta de Ortigueira, la más importante de las del Norte de Galicia (figs. 82, 83 y 84).

b) Segmento del Noroeste. En su zona media de costa se abre el complejo conjunto de rías de La Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol. En la parte Norte del saliente costero está la pequeña ría de Cedeira. En

la parte de litoral al Sur de La Coruña, la de Lage, y más meridional, la de Camariñas, con el inmediato monte Curotiña, excelente mirador de gran parte del litoral gallego, por lo destacado y saliente de su situación (figs. 85 y 86).

c) Segmentos del Oeste. Comprende desde el cabo Finisterre has-

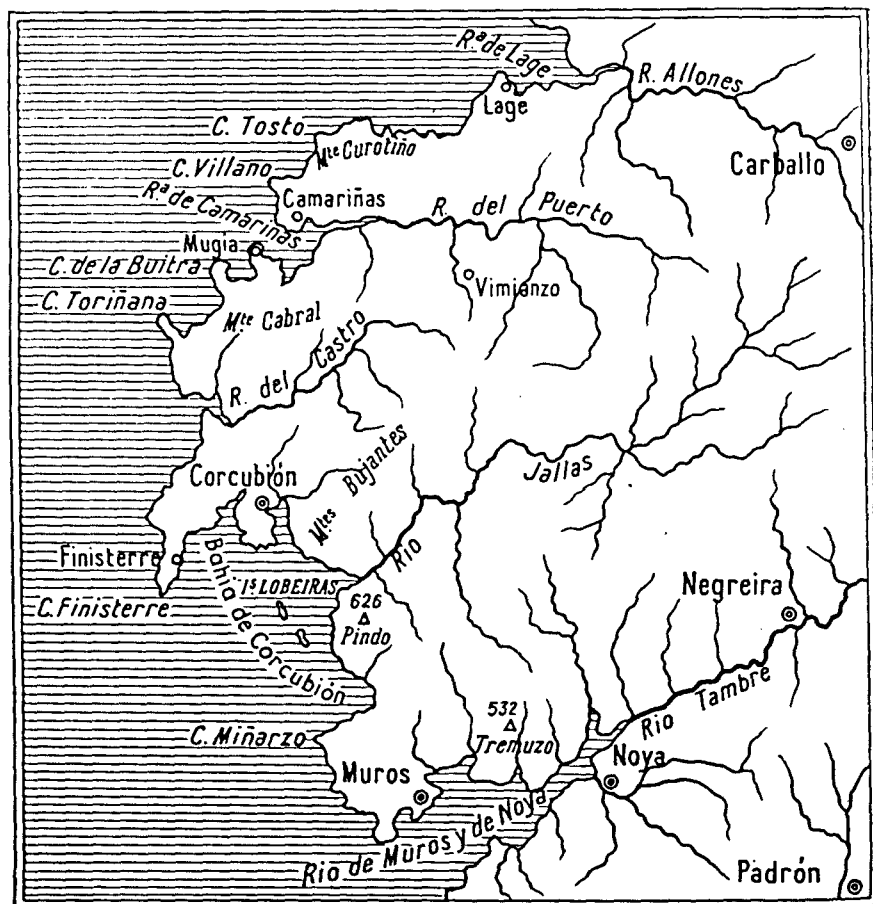


Fig. 87.—Costa occidental de Galicia: rías de Lage, Camariñas, Corcubión, Muros y Noya.

ta la desembodura del Miño, en la frontera entre España y Portugal. Es la zona de costa más recortada de Galicia y más profusa en rías, que se adentran mucho en tierra, observándose en ellas una cierta orientación del eje, o sea del valle ocupado por el mar, hacia el Suroeste y, en general, son las más ramificadas y con islas. Son tales rías:

La de Corcubión, resguardada de la mar procedente del Norte y del Oeste, por el prolongado promontorio granítico del cabo Finisterre. La de Muros y Noya. La de Arosa, con las islas, en el interior, de Arosa

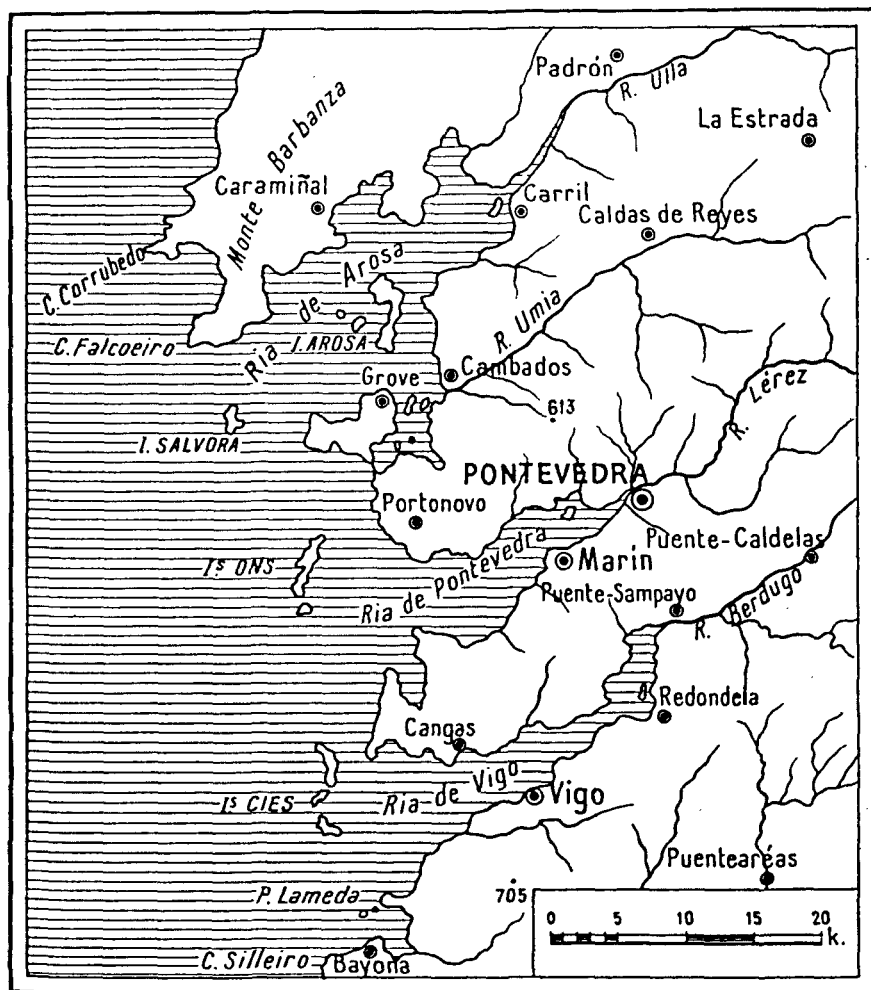


Fig. 88.—Costa occidental de Galicia: rías de Arosa, Pontevedra y Vigo.

y Grove, y la Salvora, en la entrada. La de Pontevedra, con la isla de Ons afuera de la entrada. La de Vigo, de hondo saco y mucho calado, con la islilla de San Simón al interior, y las ásperas islas Cies delante de la entrada (figs. 87 a 91).

Con la ría de Vigo terminan las rías, que tan especial carácter dan

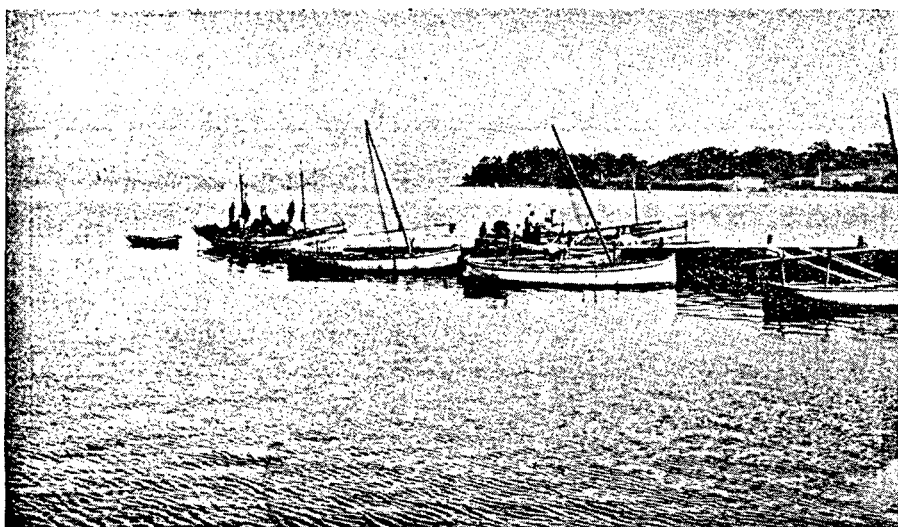


Fig. 89.—Ría de Arosa. Puerto pesquero del Caramiñal (Pontevedra).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

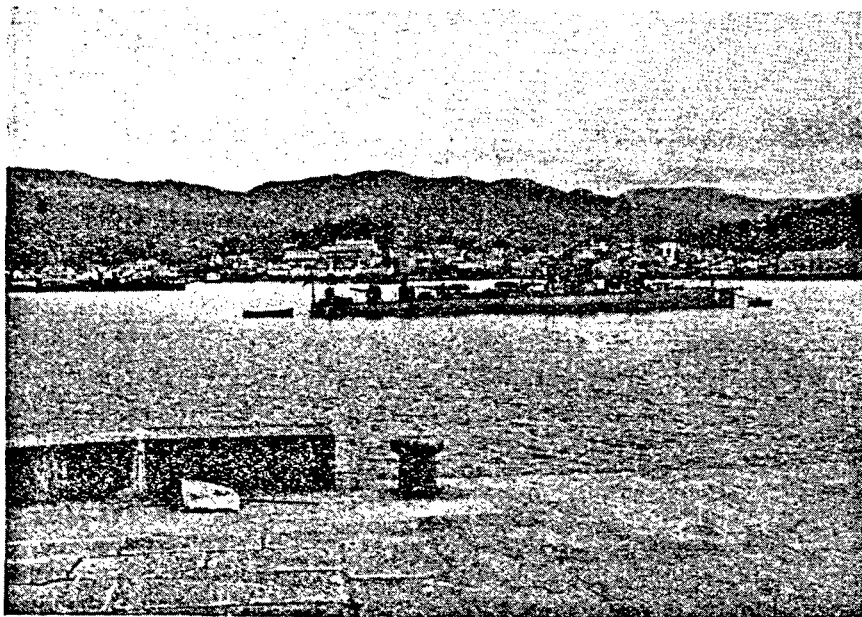


Fig. 90.—Ría de Pontevedra desde el muelle de Marín.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

al litoral de Galicia. Desde el cabo Sillero, que forma la jamba del Sur de la entrada a la ría de Vigo, hasta la punta de Santa Tecla, que forma el extremo Norte de la desembocadura del Miño, o sea, desde Bayona a La Guardia, se extiende la línea de costa, en playa, con arrumbamiento meridiano y comienza el litoral atlántico de Portugal.

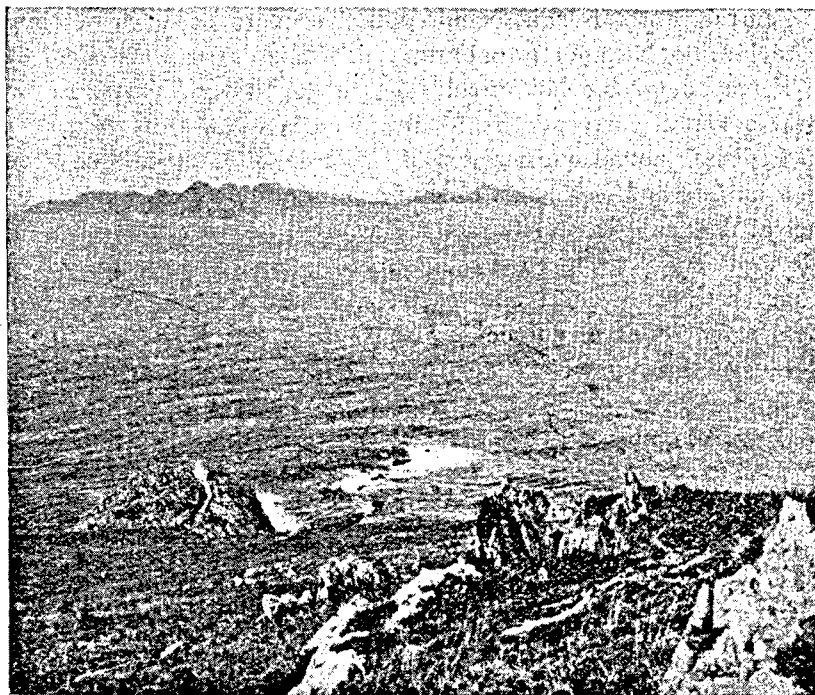


Fig. 91.—Las islas Cies entre la bruma, desde Monteferro, en la entrada a la ría de Vigo.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

LITORAL ATLANTICO PORTUGUES DEL OESTE

De la inspección del litoral portugués que da frente al Atlántico por el Oeste peninsular se deduce que se presenta con características morfológicas que le dan individualidad, no existiendo analogía ni con el segmento litoral galaico ni con el cantábrico, pues el relieve y la constitución geológica del litoral son muy diferentes de aquéllos.

Tiene el litoral occidental lusitano, en su conjunto, alineación meridiana, con longitud en línea de aire, desde la desembocadura del Miño al cabo de San Vicente, de unos 540 kilómetros, presentando acentua-

do saliente el tramo medio de la alineación costera, cuyo lugar más adentrado en el Atlántico es cabo Roca, que sobresale respecto a la alineación general unos 40 kilómetros hacia Occidente.

Tres segmentos deben distinguirse en el litoral que se estudia; cada uno de ellos con particularidades geológicas y topográficas especiales, que originan diferentes tipos de costa, segmentos que son: Septentrional, Central y Meridional. Comprende el primero desde la desembocadura del Miño hasta el promontorio de Nazaré, en el paralelo en el que, tierra adentro, están situados Porto de Mos y Tomar. El tramo central o medio corresponde al saliente de la costa entre Nazaré y el cabo Espichel, por el que termina la sierra de la Arrábida, que tiene su origen inmediato a Setubal. Comprende el meridional desde el cabo Espichel al de San Vicente. Carácter general a los tres tramos es lo seguido de la costa, salvo en el sector medio; falta de salientes y entrantes que es la causa de la falta de puertos naturales con buenas condiciones, salvo el excelente de Lisboa, uno de los mejores y más importantes de la Península y de Europa.

Topográficamente se caracteriza el litoral atlántico occidental portugués por lo alejadas de la costa que están las zonas de altos relieves; tal ocurre con las montañas a las que debe su nombre la provincia Tras os Montes (Sierra de Nogueira, 1.318 m.), como también acontece con los relieves próximos o superiores a los mil metros situados al Sur del Duero en la Beira Trasmontana (Montemuro, 1.382 m.; Sierra de Marofa, 977 m.); alcanzando las máximas altitudes el macizo de la Sierra de la Estrella (1.991 m.), segmento montañoso el más occidental del Sistema Orográfico Central Hispano. Al Sur del Tajo, el Alentejo es amplia llanura de arraigamiento geológico, de zona litoral con cobertura de terrenos modernos; de tal modo que son pequeños relieves residuales los que en la planicie se alzan, elevándose al interior, en la zona fonteriza, los próximos al millar de metros (Sierra de San Mamede, 1.025 m.), y adentrada en la Extremadura española, la Sierra de Montánchez, con 994 metros (fig. 92).

Respecto a constitución geológica existen diferencias patentes en los tres segmentos costeros. El septentrional es de materiales graníticos o estratocristalinos en la mitad Norte y de terrenos areniscosos pliocenos en la mitad meridional, originando fondos marinos aplacerados y costas que suelen estar invadidas por arenas voladoras que se extienden en dunas tierra adentro; costas de alineación seguida, sin más accidentes importantes que la sierra transversal de Buarcos, en la desembocadura del Mondego, ni más entrantes que el estuario del Limia en Viana do Castelo y la foz del Duero, de difícil entrada por el poco

calado de la barra; dificultad del puerto natural que ha solventado la importante ciudad del Norte de Portugal con la construcción del artificial de Leixoes en cala rocosa abierta a la mar del Poniente. Al Sur

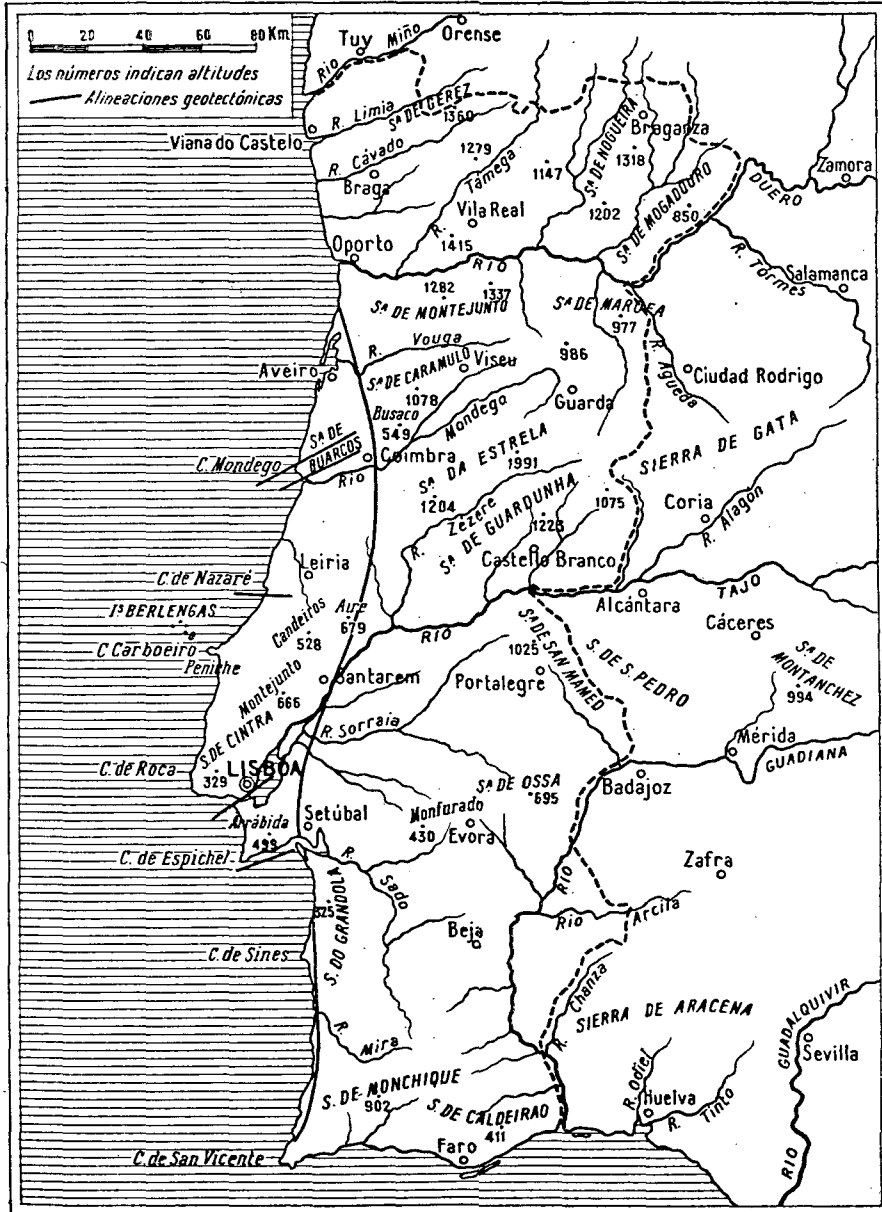


Fig. 92.—Características geotectónicas del litoral portugués.

de Oporto, donde termina el litoral granítico y comienzan los depósitos litorales arenáceos modernos, está la desembocadura del Vouga, mediante complicado y extenso estuario de albuferas, marismas y caños.

El segmento medio o central es el de constitución geológica y morfológica más compleja, predominando las calizas y areniscas jurásicas y cretáceas, que suelen formar los relieves montañosos del país, arrumbados de NNE. a SSW., siendo los principales, contando de Norte a Sur: Sierra de Aire, 679 metros; Sierra de Candeiros, 538 metros;



Fig. 93.—Concha de Sao Martinho do Porto en la costa de Leiria; vista desde la aldea de Salir do Porto, hacia el Norte; en el extremo izquierdo, la entrada y los acantilados exteriores.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

Sierra de Montejunto, 666 metros; macizo granítico de Cintra, 529 metros. A tales rocas duras acompañan margas del hetangiense, o base del liásico. Al conjunto litológico referido se superponen areniscas del neozoico, y, en grandes extensiones, margas areniscas pliocenas y arenas que originan extensas playas y penetran hacia el interior. Complican la estructura geológica emisiones de diversidad de rocas eruptivas, especialmente basaltos, y el batolito granítico-sienítico de la Sierra de Cintra.

La costa es seguida, sin puerto alguno comercial hasta el de Lisboa, alternando tramos de costa baja arenosa con otros de acantilado, generalmente con playa al pie. Como accidentes del litoral, además de los que más adelante se reseñan, merecen indicarse el entrante de la concha

de Sao Martinho do Porto (figs. 93 y 94) y la extensa laguna o albufera de Obidos, al Norte de la península de Peniche.

El tercer segmento litoral o del Alentejo es de constitución geológica sencilla: Sobre un substrato pizarroso paleozoico existen, a lo largo de la costa, depósitos de areniscas más o menos arcillosas del Neogeno en territorio de llanura, y costa baja arenosa desde Setubal hacia el Sur, hasta el saliente que forma el cabo Sines, a mitad de distancia del terminal cabo de San Vicente. En el cabo de Sines y en sus

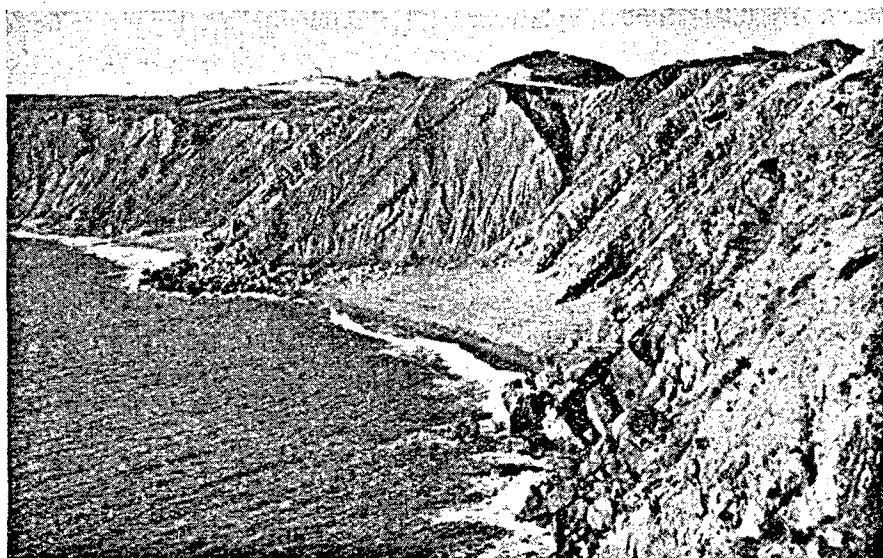


Fig. 94.—Acantilados exteriores a la concha de Sao Martinho do Porto; rochedo de margas grises y carniolas del liásico inferior. Vista desde el morro norte de la ensenada.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

cercanías, en la poco elevada Sierra de Grandola (325 m.), afloran retazos de terrenos mesozoicos; como también en Carrapateira, en la costal occidental del Algarve, donde, generalmente, aparece al descubierto el substrato pizarroso del Paleozoico.

Características geotectónicas del segmento litoral miñotoduriense.

El segmento de costa comprendido entre la desembocadura del Miño y la del Vouga ha sido objeto de detenido estudio geomorfológico por los geólogos portugueses Carlos Teixeira, Orlando Ribeiro, Coteló Neiva y Mariano Feio, entre otros, y Montenegro de Andrade, respec-

to a algún yacimiento paleobotánico de época cuaternaria. Consideran compuesto el litoral referido por tres bloques o témpanos corticales: El «gallego», que creemos termina en el cabo Silleiro. El «miñoto», comprendiendo Miño y Cávado. El «duriense», desde el Sur del Cávado, englobando la comarca de Oporto.

La principal característica geomorfológica de los compartimientos miñoto y duriense es, además de la falta de rías de tipo galaico, la existencia de playas levantadas, referibles al plioceno final y transcurso del pleistoceno, situadas a lo largo de la costa, la cual es seguida, y el mar costero, de fondos aplacerados. En el bloque o témpano miñotó, el nivel más alto de las playas levantadas es el de los 60 metros, referible al cuaternario. En el témpano duriense, la más alta playa levantada, determinada por Carlos Teixeira, es la de 125 a 130 metros en Oporto, referida al plioceno, en cuyo espesor, supone M. Feio, estarán embutidas otras playas de época cuaternaria.

Uno y otro bloque, el miñoto y el duriense, se han movido con independencia, no tan sólo respecto al gran témpano de Galicia, sino los dos portugueses entre sí. Supone Teixeira que el témpano cortical gallego y el miñoto estarán desnivelados según líneas de fractura, que serán de gran antigüedad, situadas las vallonadas del Miño y del Cávado sobre alineaciones de mínima resistencia. El hundimiento del litoral gallego no alcanzaría a la costa portuguesa, en la que no hay rías, y en la que se señalan playas levantadas, como fenómeno de compensación isostática.

Tales investigaciones de los geólogos portugueses refuerzan nuestra opinión, según la cual tales alineaciones de mínima resistencia y de fracturas normales al arrumbamiento costero, es resultado de la antigua actividad de diastrofismo pósturo hercínico, correspondiente a los arrumbamientos «hispanicos», constituyendo la modalidad de alineaciones que denominamos «lusitánidas», que tienen mayor desarrollo en otros parajes del litoral portugués, según se expone a continuación.

Accidentes geotectónicos de las "Lusitánidas".

A lo largo del litoral, desde la desembocadura del Mondego hacia el Sur, se señalan una serie de accidentes geotectónicos de gran interés en relación con la constitución e historia geológica del Occidente peninsular. Consisten tales accidentes geoclásticos en relieves litorales formados por geoclasas o fallas, de alineación transversal a la línea general meridiana o submeridiana de la costa; fracturas que por su arrumbamiento deben incluirse en las alineaciones geotectónicas penin-

sulares que venimos designando con la denominación genérica de «Hispánidas».

Constituyen tales accidentes geoclásticos de la costa occidental atlántica portuguesa caso especial de las «Hispánidas» por sus características singulares de situación y época de producción, y, al ser genuinas de la costa atlántica de Portugal, las designamos con la denominación genérica de «Lusitánidas». Tales accidentes geotectónicos presentan de común, además del arrumbamiento normal a la línea de la costa y a las orográficas del litoral portugués, afectar al conjunto de terrenos mesozoicos y, en diversos casos del neozoico, tales como al mioceno marino, y estar acompañados de emisiones volcánicas; todo lo cual induce a suponerlos originados en épocas posteriores al mesozoico y no más antiguos del Eoceno medio, en el que se iniciarían los fenómenos volcánicos, cuyos materiales lávicos son tan abundantes en la zona central del litoral occidental atlántico de Portugal. De acuerdo con estas observaciones suponemos que en la revolución orogénica que en los tiempos del terciario afectó al conjunto peninsular, se pueden distinguir dos fases en lo que se refiere al actual litoral portugués ocupado por la orla de terrenos mesozoicos: una fundamental, en la cual, mediante empujes orogénicos procedentes del Oeste, o sea del Atlántico, se plegaron, o más bien se dislocaron, los estratos mesozoicos, arrumbándolos próximamente paralelamente a la costa contra el estable escudo hespérico, que resistió el empuje. A estas primeras y fundamentales acciones orogénicas seguirían, al cesar las presiones, fenómenos de descompresión o distensión, con las consiguientes fracturaciones, según direcciones normales al plegamiento producido, según es regla general en las acciones póstumas orogénicas, originándose la fase de las «Lusitánidas»; análogamente a como en la revolución orogénica hercínica, se produjeron las alineaciones geoclásticas de las «Hispánidas», según arrumbamientos normales a los pliegues y dislocaciones de las «Hespéridas».

Los accidentes geoclásticos de las «Lusitánidas» propios de la costa atlántica de Portugal no suelen prolongarse mucho hacia tierra adentro, alzándose en relieves con falla que avanzan y se adentran en el mar, continuándose por el fondo marino por hondas y alargadas geoclasas. Generalmente el frente de falla se alza al Sur, constituyendo tales accidentes topográficos parajes abrigados de los temporales procedentes del cuarto cuadrante, por lo que sirven de protección y resguardo a las flotas pesqueras que allí se acumulan.

Los citados accidentes geotectónicos de la costa portuguesa son, contando de Norte a Sur, los siguientes:

- a) La Sierra de Buarcos, que forma el cabo Mondego, atravesada por el río de este nombre, con rada abrigada del NW. y abierta al SW.
- b) El acantilado de Nazaré, que presenta, dando frente al Sur, vertical frente de falla, constituyendo abrigada rinconada, en cuya playa se acumulan multitud de barcos pesqueros (fig. 95).
- c) La pequeña península de rocas jurásicas de Peniche, unida al continente por istmo arenáceo, que sirve de resguardo a abundante flota pesquera. Termina la península por el cabo Carboeiro, y separado de



Fig. 95.—Playa varadero de Nazaré; al fondo el alto acantilado con frente de falla que resguarda de la mar del Noroeste.

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)

éste, mar adentro, está el pequeño archipiélago de las isletas Berlen-
gas, Estelas, Forçadas y Farilhoes, formadas de roquedos graníticos y
cristalofílicos. La isleta mayor del grupo es la Berlenga, en la que está
edificado un potente faro, tiene contorno irregular y longitud de unos
1.500 metros de SW. a NE. por anchura media de unos 800 metros.
Las costas son acantiladas o en extremo encarpadas, y abundantes en ac-
cidentes del relieve y cavernas producidas por la erosión marina. La
zona alta es aplanada, indicando vieja superficie de arrasamiento ero-
sivo, con la que se corresponden las otras isletas, en las que la erosión
actual no la ha destruido. Tal superficie está elevada unos 48 metros



Fig. 96.—Península de Peniche y cabo Carbociro, cuya superficie de arrasamiento geológico coincide con la de las Berlengas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)



Fig. 97.—Vista parcial de la isleta Berlenga en una de las pequeñas ensenadas; cuevas de erosión abiertas por la acción del oleaje en el granito que forma la isla.

(Foto Freire de Andrade.)

sobre el nivel del mar y coincide con la superficie de ablación de la península de Peniche; característica que hace suponer formase Peniche y el pequeño archipiélago una misma área continental (figs. 96 97 y 98).

La constitución de la Berlenga es de granito de varios tipos estructurales.

d) A poca distancia, al Sur del cabo Roca, la costa tuerce al Este, hasta Lisboa, en longitud de unos 30 kilómetros; alineación costera de origen geotectónico, constituida por rocas jurásicas, cretáceas y ba-



Fig. 98.—Archipiélago de las Berlengas. Vista de las Farilhoes pequeñas desde la mayor.

(Foto A. Ramalho.)

saltos; litoral cuya mitad exterior da frente hacia el Sur, al mar libre, y la mitad interior forma frente al acantilado mioceno, entre Trafaria y Almada, en el gollete de entrada al estuario del Tajo o mar de Palha (fig. 99).

c) El amplio golfo de Setubal, que reproduce en grande los accidentes descritos de Buarcos en Figueira da Foz, y el del acantilado transversal, con playa al pie, de Nazaré. Forma el accidente litoral del golfo de Setubal, la Sierra de la Arrábida, con longitud de unos 30 kilómetros entre Setubal y el cabo Espinichel, y es de constitución geológica compleja, formado por roquedos jurásicos y cretáceos, y, al respaldo, oligoceno y mioceno marino, todo muy dislocado y fragmentado



Fig. 99.—El gollete, de formación geotectónica, que constituye accidente geológico de las Lusitanidas, por el que el Tajo sale del estuario, en Lisboa, al mar libre.

(Foto Hernández-Pacheco.)



Fig. 100.—Borde frontal de la Sierra de la Arrábida, entre Setubal y el cabo Espichel, constituyendo accidente geotectónico de las Lusitanidas. Acantilado de Cezimbra con roquedo mesozoico y emisiones volcánicas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1921.)

por fallas, con emisiones de materiales volcánicos, principalmente basaltos. Un accidente en falla, con amplia playa en Cezimbra (fig. 100), da frente al Sur, formando el acantilado la costa septentrional de la amplia bahía de Setubal, cuya costa occidental, baja y arenosa, se prolonga en longitud de unos 60 kilómetros hasta el cabo de Sines. La extensa bahía de Setubal constituye el principal centro pesquero de Portugal.

f) Hacia el Sur, y fuera del sector central de la costa occidental atlántica de Portugal, existen otros dos accidentes litorales del tipo de los reseñados. Es uno el del cabo de Sines, formado por roquedos jurásicos y afloramientos eruptivos del grupo petrográfico de los gabbros y pizarras del carbonífero; formando tal saliente costero ensenada abierta al Suroeste. Es el otro accidente geotectónico el de Carrapateira, situado en la costa occidental de los Algarves y en el arranque del promontorio del cabo de San Vicente. Desde Carrapateira, con roquedos jurásicos y eruptivos, en longitud de una veintena de kilómetros, la costa, de complejidad geológica, se alza en acantilados que adquieren máxima rudeza en la punta extrema y en los farallones terminales del «Promontorium Sacrum», o sea del cabo de San Vicente.

Relieve submarino del sector central atlántico portugués.

Para mayor facilidad en el conocimiento de los problemas geológicos que plantean las características geomorfológicas del fondo marino del sector medio de la costa occidental portuguesa, haremos extensivo el estudio a la zona terrestre en que está situado el último tramo del Tajo y al territorio comprendido entre el mar y el borde occidental del escudo hespérico, o sea a la Extremadura portuguesa; limitando tal sector entre el paralelo del promontorio de Nazaré, por el Norte, y el del cabo Espichel, por el Sur (fig. 101).

Comprende tal área terrestre dos zonas: una litoral de constitución compleja, y otra interior, de estructura geológica sencilla. La zona interior u oriental corresponde al amplio valle del tramo inferior del Tajo y está ocupada principalmente por depósitos arenáceo-arcillosos de formación continental, miocena o pliocena, constituyendo extensa llanura, con altitud inferior al centenar de metros en el Ribatejo en la porción situada en la margen izquierda del Tajo, de edad geológica pliocena; mientras que el terreno que se extiende por la margen derecha del río, es, principalmente, de formación miocena de facies terrestre, soliendo rebasar la altitud del centenar de metros, y especialmente la de 150 metros.

Tal diferencia en los niveles de altitud a lo largo de la vallonada del Tajo indica atenuada disimetría del valle, que no es atribuible, en este caso, a existencia alguna de accidente geotectónico, como en el tan patente del valle del Guadalquivir, al pie de la Sierra Morena, sino, más

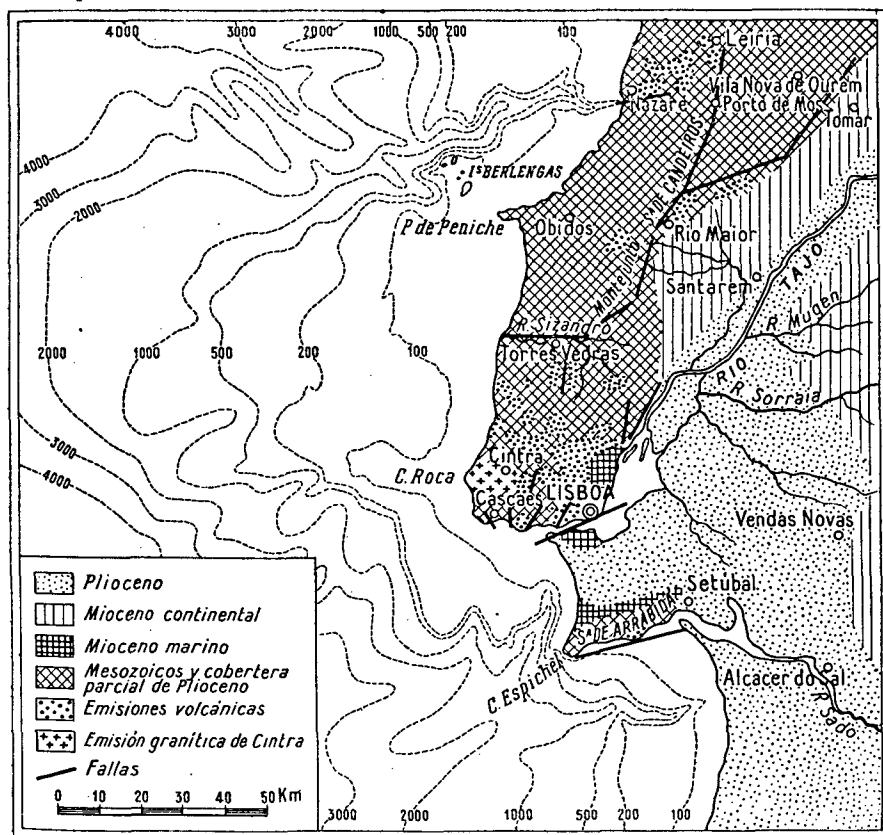


Fig. 101.—Características batimétricas del relieve submarino del Atlántico correspondiente al segmento central de la costa occidental portuguesa; y constitución geológica del litoral (según datos de la *Comisión Hidrográfica de Portugal*; *Carta Hipsométrica de Portugal* a escala 1:500.000; *Carta geológica de Portugal*, por Nery Delgado y Paul Choffat; Mapa tectónico de Portugal, por C. Freire de Andrade, y observaciones del autor).

bien a efectos de diferencia en la intensidad erosiva en una y en otra margen, motivada por la diferencia del relieve entre la base de la zona montañosa de la Beira, respecto a la vieja planicie de arrasamiento geológico del Alentejo.

Al interior de la zona costera de terrenos neógenos se extiende, pa-

ralelamente, la banda u orla mesozoica litoral, de constitución estratigráfica y tectónica compleja, constituida fundamentalmente por depósitos marinos, de facies nerítica o costera. Componen la orla terrenos triásicos y del infralías, jurásicos y cretácicos, que son los más abundantes; correspondiendo a los neozoicos, depósitos oligocenos, especialmente de conglomerados; miocénicos marinos, principalmente en Lisboa y Sierra de la Arrábida, y pliocénicos de constitución arenácea, situados junto a la costa. Son muy abundantes las emisiones volcánicas, especialmente basálticas, en el distrito de Lisboa, datadas, a partir del Eoceno medio, hasta el Plioceno.

La montaña de Cintra constituye importante afloramiento granítico del que forman parte las sienitas de los acantilados del cabo Roca. Todo hace suponer que esta emisión granítica corresponda a un yacimiento residual de granito, destacado de la gran masa de terrenos antiguos, probablemente arcaicozoicos, que existiría en la inmediata zona atlántica, actualmente abismada en el mar. A ella pertenecerían también las cercanas isletas del pequeño aschipiélago de las Berlengas. Posteriormente, en la época de las emisiones volcánicas del terciario, surgirían, en relación con el batolito granítico de Cintra, emisiones de microgranitos y pórfidos cuarcíferos, que en algunos parajes metamorfizaron a los terrenos mesozoicos, especialmente jurásicos, que rodean a la masa granítica de Cintra.

Los relieves montañosos que se alzan con arrumbamiento, generalmente de SSW. a NNE. (Montejunto, 666 m.), deben proceder de empujes orogénicos procedentes del Atlántico hacia el macizo peninsular hispérico, y ocurridos durante la revolución geológica del terciario, predominando las dislocaciones y fallas respecto a los plegamientos. A tales fenómenos de diastrofismo corresponderán también los diversos hundimientos o fosas tectónicas denominadas por Choffat «valles tifónicos». En tales acciones de índole orogénica, desempeñarían importante papel las potentes capas de naturaleza arcillosa del triásico y del infralías (hetangiense), terrenos que por su plasticidad son adecuados a la producción de despegues y de fenómenos diapíricos.

Un conjunto de fracturas en falla de arrumbamiento predominante NNE. a SSW. cortan el país. Destaca por su extensión la situada a lo largo de la zona del borde interior del territorio litoral; fractura que comienza por el Norte entre Vila Nova de Ouren y Tomar, alargándose hacia el SSW. hasta Torres Vedras, en longitud de cerca del centenar de kilómetros. Otras fallas son de arrumbamiento transversal, de Oeste a Este, como la del valle del Sizandro; sistemas de fallas que fraccionan al país en un conjunto de bloques.

Mención especial debe hacerse de la peninsulilla de calizas jurásicas de Peniche, avanzada en dirección del archipiélago de las Berlengas. La superficie aplanada por efectos erosivos y recortada por acantilados, abunda en cantos sueltos de granito, neisicos y de pizarras cristalinas, de la misma naturaleza de las rocas que constituyen las isletas del archipiélago citado, del que deben proceder los dichos cantos, lo cual hace suponer que en época geológica muy reciente del cuaternario, isletas y península debían estar unidas, formando parte del actual territorio continental.

El fondo del Atlántico en la zona correspondiente al litoral occidental portugués presenta particularidades batimétricas de gran interés.

En el sector septentrional de la costa, entre el Miño y el promontorio de Nazaré, bajos fondos aplacerados se extienden hasta los 50 kilómetros de la orilla, estando el veril de los 100 metros a unos 30 kilómetros de la costa; el de los 200 metros, a unos 50 kilómetros, y la curva de los 500 metros, muy inmediata a la de 200 metros, desde la cual la pendiente aumenta, alcanzándose las profundidades de los 4.000 metros generalmente a unos 120 kilómetros de la costa.

En el sector meridional o del Alentejo, la batimetría presenta características semejantes a la del sector septentrional, consistiendo las principales diferencias en la proximidad a la costa de la curva de los 100 metros, a distancia de unos 10 kilómetros; la de 200 metros, a una veintena de kilómetros de la orilla; siendo más suave el declive de la cuesta que conduce a las grandes profundidades de los 4.000 metros.

En el sector medio o central, comprendido entre el promontorio de Nazaré y el cabo Espichel, el fondo submarino presenta características muy diferentes de las que ofrecen los dos sectores anteriores, con particularidades y anomalías en la batimetría y en el relieve que dan a esta porción del fondo del Atlántico interés extraordinario. Tales características son perfectamente conocidas por las intensas campañas oceanográficas efectuadas en tales respectos mediante prolijos y minuciosos sondeos efectuados por la Marina de Portugal y por los datos expuestos por Freire de Andrade en su obra monográfica *Os vales submarinos portugueses*. Lisboa, 1937.

La plataforma continental submarina correspondiente a la zona que se examina tiene características geomorfológicas singulares. Forma a modo de extensa península sumergida, con líneas batimétricas mucho más alejadas hacia la alta mar que las de los sectores situados al Norte y Sur. El descenso rápido hacia los grandes fondos de los 4.000 metros, que se inicia en el sector septentrional a partir de la curva de los 200 metros, en el central comienza en la de los 1.500 metros en el frente

de la prolongación topográfica hacia la alta mar. La curva de los 100 metros hace dos salientes: uno, con arrumbamiento al Noroeste, que engloba al archipiélago de las Berlengas; otro, al WNW., en la prolongación de la sierra granítica de Cintra y del cabo sienítico de Roca.

La especie de península sumergida, cuya base emergida forma el saliente del litoral comprendido entre los cabos Nazaré y Espichel, tiene anchura en la costa de unos 140 kilómetros; anchura media de Norte a Sur, de unos 70 kilómetros, contados a lo largo de la curva batimétrica de los 200 metros; teniendo el eje peninsular desde la costa hasta la curva de los 1.500 metros, longitud del centenar de kilómetros. Tal península sumergida forma una especie de plataforma volcada hacia la alta mar. El contorno es groseramente cuadrangular, con bordes que, desde la costa, descienden en pendiente abrupta hasta las grandes profundidades, que en gran parte del perímetro alcanzan el fondo de los 4.000 metros.

Lo que da mayor singularidad a tal bloque de la corteza terrestre, es que está limitado por Norte y Sur por profundas hendiduras que cortan en honda y estrecha hoz, congosto o cañón, a la plataforma continental, desde junto a la orilla o cerca de ella, prolongándose mar adentro con hondura hasta de mil y más metros, desembocando del talud de la plataforma continental en la zona de grandes fondos de los 3.000 y 4.000 metros, en donde los congostos se pierden y acaban.

De tales accidentes singulares el más importante es el del Norte. Se origina junto a la misma costa, al pie de la falla de promontorio de Nazaré, donde presenta profundidad del centenar de metros, e inmediatamente las de 200, 500 y 1.000 metros en la plataforma continental. Pasa la grieta rozando, por el Norte, el archipiélago de las Berlengas, que están rodeadas por la curva batimétrica de los 100 metros, indicando los veriles del fondo del congosto submarino en este paraje, profundidades comprendidas entre los 1.250 y los 2.000 metros. Pasando el archipiélago de las Berlengas, el cañón submarino parece ensancharse algo, alcanzando los veriles profundidades de hasta 4.000 metros, y, después de un trayecto de unos 55 kilómetros desde las Forçadas, desemboca el congosto en la zona de las grandes profundidades oceánicas.

El bloque o témpano cortical terrestre, submarino, presenta también en el borde meridional dos profundas grietas o congostos, frente al cabo Espichel, en las cercanías de la costa, originándose a partir de la línea batimétrica de los 100 metros: una está arrumbada de Norte a Sur, y la otra de Este a Oeste, envolviendo el conjunto de ambas a la península de Cezimbra por Poniente y Mediodía. Se unen frente al cabo

Espichel y en vallonada submarina, de arrumbamiento al Suroeste, alcanzan los grandes fondos de los 4.000 metros.

Tales grietas, especialmente las que arrancan del promontorio de Nazaré, tienen gran analogía con la que existe cortando la plataforma continental de la costa vasca francesa, y en honda y estrecha hoz del fondo submarino, avanza hacia el Oeste desde Cap Bretón, al Norte de la alineación pirenaica y de la desembocadura del Adour. Corre tal accidente geomorfológico paralelo a la costa vasca española, y, a la altura de San Sebastián, alcanza la grieta la curva batimétrica de los 1.000 metros.

Respecto a la naturaleza litológica del fondo submarino del bloque sumergido cuyas características se analizan, las cartas de la Misión Hidrográfica de Portugal señalan gran preponderancia de fondos rocosos, cubiertos en algunas áreas irregulares por fondos de arena o depósitos de fango.

Por otra parte, según puede deducirse de los sondeos realizados (única fuente de conocimiento de la morfología de tales grietas o congostos), tienen estos accidentes geológicos, tanto los portugueses como el del Cap Bretón en el golfo de Vizcaya, gran analogía morfológica con determinadas hoces fluviales hispanas, tales como las de los ríos Deva, Cáres y Sella, al atravesar la cordillera Cantábrica, o los congostos de los Terradets y de los Collegats, del Noguera Pallaresa, al Sur y Norte, respectivamente, de la Cuenca de Tremp (Lérida); pudiéndose suponer que los de la plataforma continental portuguesa correspondieran a accidentes fluviales en un territorio actualmente abismado en la mar.

Pero tal hipótesis la creemos poco probable, pues no hay en el territorio litoral portugués señal alguna de depósitos o relieves fluviales de antiguas épocas que puedan coordinarse con los surcos submarinos, al modo como acontece en el Cantábrico, entre el litoral y su zona costera sumergida. Más bien creemos que los referidos accidentes son de origen tectónico, opinión coincidente con la que parece adoptar Freire de Andrade, aunque no de época geológica remota, a lo que se inclina este distinguido geólogo, sino más bien moderna, y, en todo caso, no más antigua de los tiempos medios del neozoico u oligoceno, y como más moderna, incluso de la época de los movimientos del final del plioceno, que dieron sus actuales características a la geomorfología peninsular y establecieron los rasgos fundamentales de la presente red fluvial.

Consideramos, pues, a las grietas o estrechas vallonadas de los bordes del bloque o témpano cortical hundido de la plataforma continental del sector costero atlántico portugués, comprendido entre el promontorio de Nazaré y la bahía de Setúbal, como geoclásas contemporáneas

de las fallas que hemos señalado como principales en el territorio actualmente emergido en el Occidente de Portugal; geoclasas, las submarinas, producidas por fenómenos de distensión y de acomodación, póstumos a las acciones orogénicas que dieron sus peculiares rasgos geotectónicos y geomorfológicos a la banda u orla mesozoica occidental peninsular.

Está caracterizada esta orla por la abundancia de dislocaciones geoclásticas y por lo numerosas de las emisiones volcánicas; producidos unos y otros fenómenos a partir de los tiempos finales eocénicos, y continuados con mayor o menor intensidad durante el transcurso de las épocas miocena y pliocena; con movimientos coterros en el pleistoceno, y actividad intensa sísmológica a lo largo de los tiempos protohistóricos e históricos.

El conjunto que forma el territorio que se analiza, parece formar unidad con la gran área actualmente sumergida, constituyendo un bloque inestabilizado, con movimientos engendrados principalmente en la zona submarina, en donde según los minuciosos y completos estudios de Pereira de Sousa tienen su foco los numerosos terremotos que con variable intensidad, y algunos catastróficos, se sienten en Lisboa y su comarca, extendiéndose las sacudidas sísmicas, en diversos casos, a gran distancia en la Península y Norte de Marruecos, como el de 1755, que destruyó la ciudad y produjo importantes daños en gran parte del ámbito de la mitad meridional hispana.

Costa del Alentejo.

La costa portuguesa desde la desembocadura del Sado hasta el cabo de San Vicente, tiene alineación general meridiana, con longitud de unos 180 kilómetros. Comprende un gran óvalo, formando el golfo de Setubal, continuando la costa con el mismo carácter hasta el saliente rocoso del cabo de San Vicente. Es, toda ella, costa baja, con extensos playazos, formando banda litoral abundante en dunas vivas y fosilizadas, y anchura variable, de 5 a 15 kilómetros, de depósitos arenáceos y, en algunos parajes, de cantos rodados; depósitos de formación marina referibles al plioceno y, en parte, al cuaternario, y desprovistos de fósiles determinativos de edad. Tal masa arenácea forma cobertura de poco espesor sobre un substrato pizarroso del carbonífero de facies marina, formación que se presenta constituyendo en todo el Alentejo extensa penillanura de arrasamiento geológico de época muy antigua, anterior al neogeno.

En algunos parajes, especialmente en depresiones de origen tectó-

nico, limitadas por fallas, se conservan retazos de terreno mioceno marino, y en algunos sitios del borde costero, pequeños retazos, dislocados por fallas, de terrenos mesozoicos, principalmente triásicos y jurásicos, como ocurre en el cabo de Sines y en Carrapateira, localidad próxima al cabo de San Vicente; saliente, este último, formado por grandes acantilados.

Una alineación de relieves poco elevados jalonan, en dirección meridiana, el litoral, formando borde interior a la banda areniscosa pliocena, borde dislocado por fallas que hacen aflorar, en algunos parajes, a los retazos de mesozoico, como ocurre en la sierra de Grandola (vértice Atalaya, 325 m.). La suave alineación orográfica meridiana comprende tres principales relieves que, contando de Norte a Sur, son: la sierra de Grandola, la sierra de Cercal y la prolongación de la sierra de Monchique, en el Algarve, que termina en el cabo de San Vicente y en la pequeña ensenada de Sagres, alineación orográfica de arrumbamiento SSW., denominada Espinaso do Cão.

La red fluvial del Sado tiene su eje con arrumbamiento meridiano, y la del Mira, en su segunda mitad, al NNW. Tanto una como otra han encajado el cauce en honda vallónada de laderas muy escarpadas; reconociéndose en algunas partes terrazas fluviales con las características generales de tales formaciones fluviales.

El fondo marino frente al Alentejo, según los datos batimétricos del Servicio Hidrográfico de Portugal y las cartas batimétricas y litológicas de Freire de Andrade, es aplacerado y de superficie rocosa, en general; estando la curva batimétrica de los 500 metros alejada de la orilla de 30 a 50 kilómetros. El relieve submarino en esta parte del Atlántico portugués, señala prolongación muy adentrada en la mar de la penillanura del Alentejo; prolongación limitada septentrional y meridionalmente por surcos profundos o valles submarinos, situados, respectivamente, frente al cabo Espichel y al de San Vicente; disposición semejante, aunque más atenuada, a la que se observa en el segmento central del litoral occidental portugués. Análogamente, la sismicidad es intensa, según hizo notar Pereira da Sousa en sus publicaciones respecto a sismos portugueses.

Es probable que el fondo marino a lo largo de la costa del Alentejo esté constituido por análogas formaciones geológicas que en la Extremadura portuguesa entre Nazaré y la sierra de la Arrábida, según se deduce de los afloramientos mesozoicos, especialmente triásicos y jurásicos, que jalonan la costa.

Recientemente Mariano Feio ha publicado dos notables estudios respecto a geomorfología del Alentejo: uno, titulado «O litoral ao Norte

do Cabo de S. Vicente», y otro, completo y minucioso, sobre «A evolução do relevo de Baixo Alentejo e Algarve», en los que estudia las características e historia geológica de dichos territorios. Deduce Feio que la línea actual de costa no diferirá mucho de la situación correspondiente a las transgresiones y regresiones marinas, que ha comprobado se produjeron en el transcurso del plioceno y cuaternario. Por otra parte, ha reconocido alineaciones tectónicas y fallas con arrumbamiento general meridiano o submeridiano. Tal opinión es concordante con el proceso general geotectónico del litoral occidental peninsular, con particularidades semejantes a las del tramo medio costero de Portugal, y también de los sectores duriense y miñoto, y, asimismo, en Galicia.

LITORAL ATLANTICO DEL SUR PENINSULAR

Forma la costa atlántica meridional de la Península un gran arco abierto al Suroeste, que en su conjunto constituye el amplio golfo de Cádiz, en cuya porción media y más entrante está la ciudad de Huelva, entre la desembocadura de los ríos Odiel y Tinto. La rama occidental del gran arco, desde Huelva al cabo de San Vicente, forma la costa de los Algarves, con alineación general de Este a Oeste. La rama oriental de costa, desde Huelva al cabo de Trafalgar, situado a la entrada del estrecho de Gibraltar, tiene arrumbamiento, en su conjunto, al Sureste. Con tales alineaciones litorales se origina el espacio marino del golfo de Cádiz, cuyo arco tiene de cuerda unos 285 kilómetros entre el promontorio de San Vicente y el cabo de Trafalgar, que son los extremos del arco, y de flecha, que pasa por Huelva, unos 75 kilómetros. El total de la extensión de la línea de costa, que forma el arco del golfo de Cádiz es de unos 340 kilómetros.

Tal entrante del Atlántico entre el Suroeste de la tierra hispana y el Noroeste africano, es por donde penetran en la Península los vientos húmedos marinos que originan las importantes precipitaciones pluviales que riegan a los sectores meridionales y central peninsular.

Las costas y litoral atlántico del Sur de la Península, son muy variados en la disposición topográfica y en la constitución geológica; debiéndose distinguir a tales respectos tres sectores, que son:

a) *Sector de los Algarves*.—Comprende este sector unos 160 kilómetros de línea de costa, desde el cabo de San Vicente a la desembocadura del Guadiana, en territorio portugués; más de 45 kilómetros desde Ayamonte, en la desembocadura del Guadiana, hasta La Rábida, en la margen izquierda de la desembocadura del Tinto, o sea, en total, unos 200 kilómetros.

b) *Sector de la playa de Castilla.*—Comprende desde la desembocadura del Tinto a la del Guadalquivir, en Sanlúcar de Barrameda, separadas por longitud de unos 60 kilómetros de líneas de costa.

c) *Sector gaditano.*—Comprende desde la desembocadura del Guadalquivir hasta el cabo de Trafalgar, que viene a ser la jamba europea de la portada de entrada al estrecho, frente a la jamba africana del cabo Espartel. La línea de costa de este tercer sector es de unos 75 kilómetros, prescindiendo de la bahía de Cádiz.

Costas del Algarve.

El litoral del Algarve corresponde por su topografía a una penillanura ligeramente ondulada por colinas y otros de relieves redondeados y sin cumbres ásperas ni roquedos escarpados, sino de formas topográficas suaves, enlazadas por pandas vallonadas y pequeños e irregulares llanos. Al respaldo se va alzando el territorio en montañas muy modeladas por erosión, hasta elevarse, paralelamente a la costa, y a distancia media de una veintena de kilómetros, la alineación montañosa, con relieves embotados, de la sierra de Caldeirão (576 m.), al Este, y de Monchique (902 m.), al Oeste. Una depresión o collado entre una y otra establece paso al ferrocarril y a la carretera.

La sierra de Monchique emite una prolongación hacia el Suroeste que se adentra en el Atlántico una decena de kilómetros, formando la península que establece separación entre las costas occidental y meridional atlántica de Portugal y termina por los rudos roquedos y altos acantilados del cabo de San Vicente (fig. 102). Tal prolongación terrestre, hasta terminar en el promontorio de San Vicente, está recorrida por suave arista montañosa denominada Espinaço do Cão.

De la alineación montañosa que limitan el litoral del Algarve y le separan del Alentejo descienden hasta la costa diversidad de pequeños cursos fluviales, que no pasan de la categoría de arroyos o ramblas; destacando entre ellas, por su más largo recorrido y lo compleja de la ramificación, las que reunidas forman la relativamente extensa ría y estuario de Portimão, ciudad que es el principal centro pesquero del Algarve.

El interior del país está geológicamente constituido por uniforme conjunto de pizarras correspondientes al carbonífero inferior, salvo las zonas medias y altas de la sierra de Monchique, formada por rocas eruptivas especiales, granitoides y porfíroides. La banda litoral hace gran contraste con el interior por la variedad de terrenos geológicos y la diversidad de materiales litológicos que la forman; de tal modo que está constituida por gran complejidad de terrenos mesozoicos y neozoi-

cos; zona que estrechándose por el extremo del Este, en la desembocadura del Guadiana, y por el Oeste, en el promontorio rocoso del cabo de San Vicente, se ensancha, a modo de huso, en la zona media del litoral, con anchura de hasta 25 kilómetros.

La gran diversidad de terrenos y la mezcla de productos térreos de

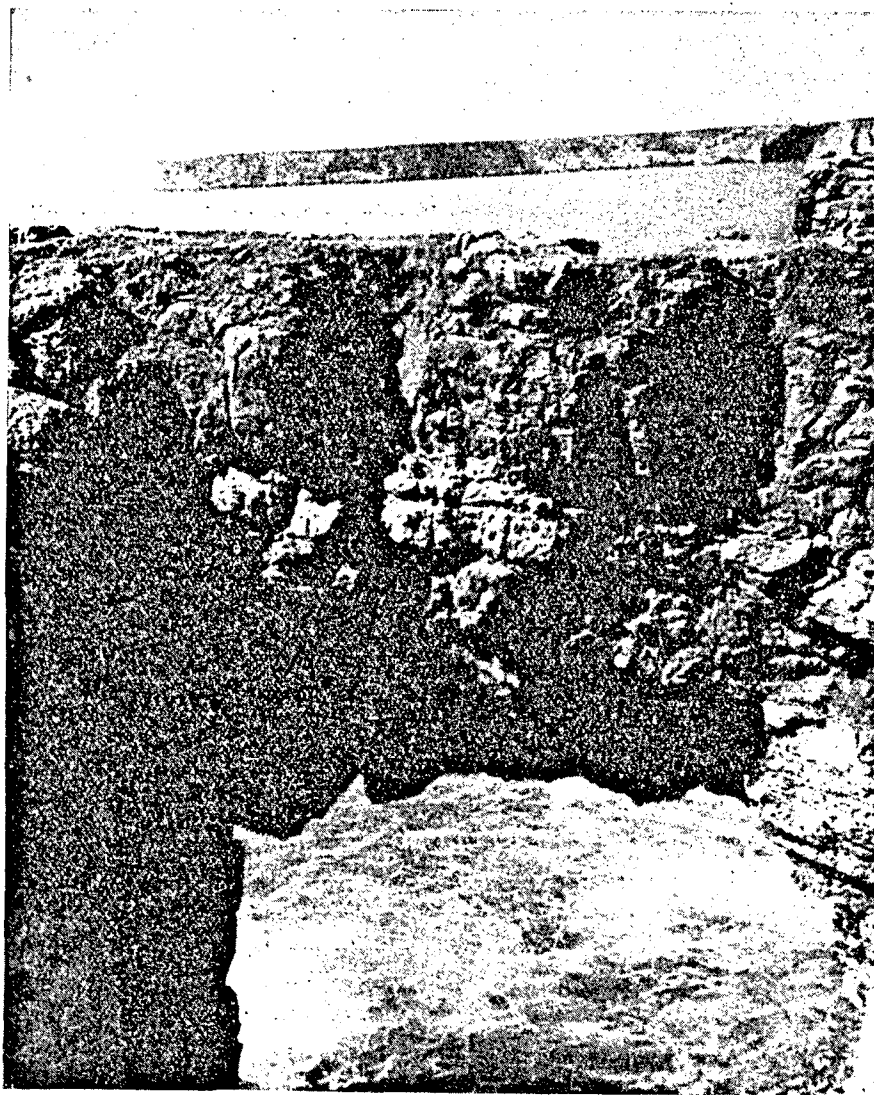


Fig. 102.—Cabo de San Antonio (Algarve). En primer término arco natural sobre el mar en los acantilados al Este del cabo.

(Foto Hernández-Pacheco, 1947.)

descomposición de ellos originan tierras fértiles; lo cual, unido a la suavidad del clima y a la favorable topografía, hace que el país esté muy poblado y sea de agricultura productiva, especialmente en plantíos de diversidad de frutales; riqueza agrícola de la tierra a la que se une la piscícola marina; existiendo en la costa diversidad de puertos pesqueros y factorías de conservas.

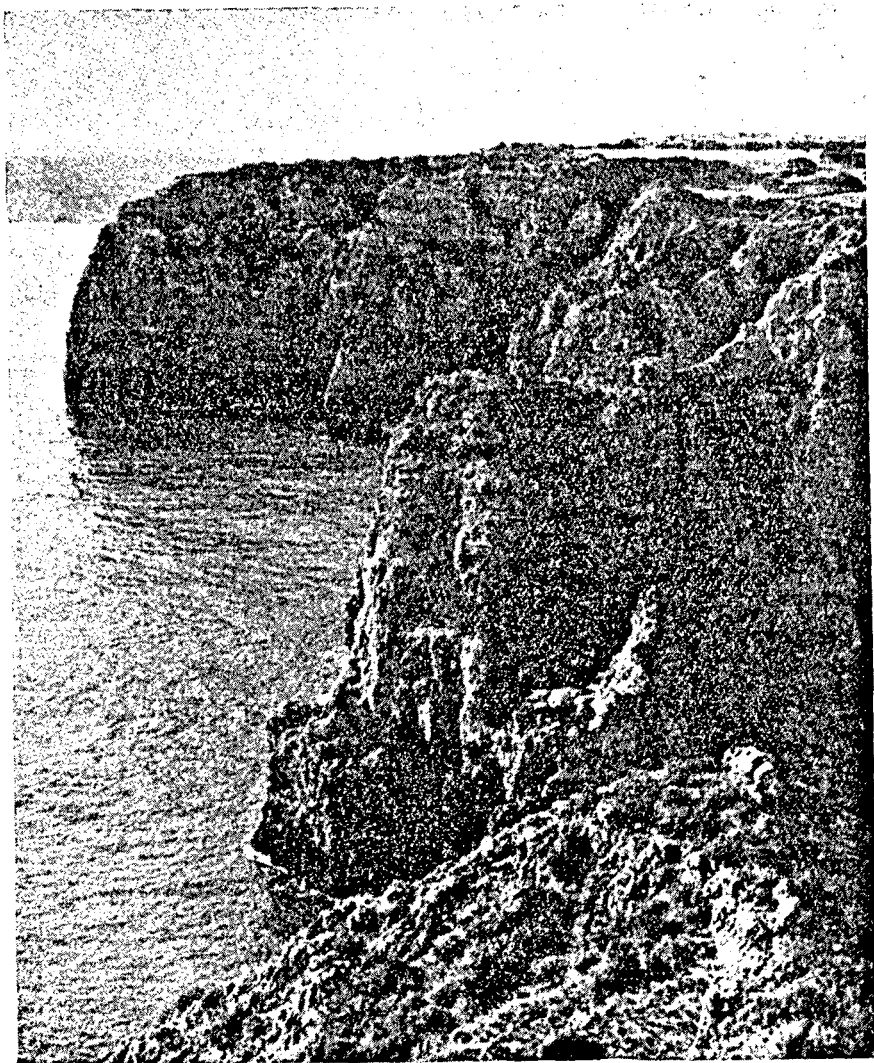


Fig. 103.—«Punta da Piedade» en los acantilados del extremo occidental de la rada Lagos (Algarve).

(Foto Hernández-Pacheco, 1948.)

La costa, salvo la meridional de la península del cabo de San Vicente y algún que otro paraje en que está labrada en calizas del jurásico o del cretáceo, está toda formada por rocas del mioceno o del plioceno.

En el Algarve y en el litoral de Huelva desde la desembocadura del Guadiana hasta la del Tinto, en La Rábida, se señalan dos tipos morfológicos de costa, próximamente iguales en extensión, situados, respectivamente, hacia el Oeste y Este del amplio y bajo sa-

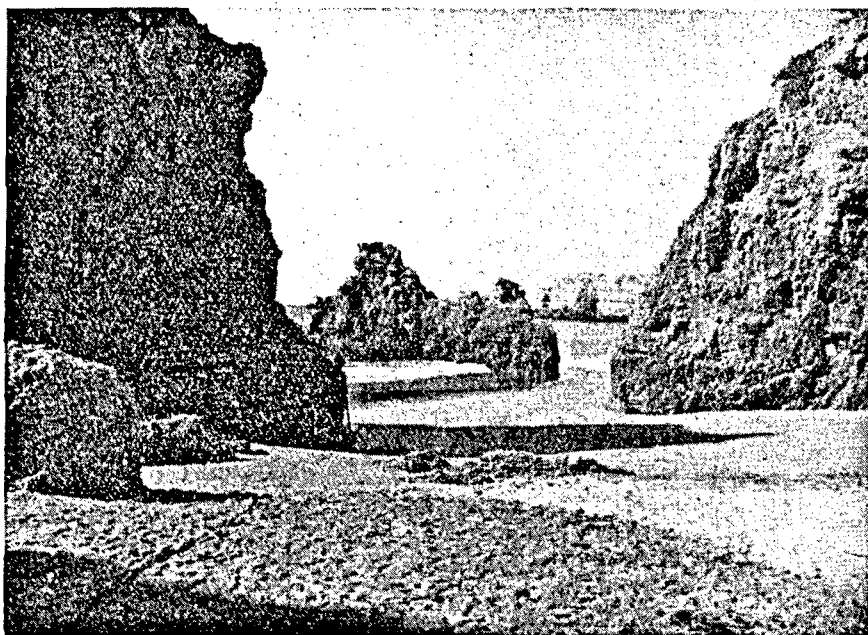


Fig. 104.—«Playa da Rocha», en Portimão (Algarve), con mogotes de erosión en areniscas y conglomerados neógenos.

(Foto Hernández-Pacheco, 1948.)

liente que forma el cabo de Santa María, en cuya base está Faro, la capital del distrito portugués del Algarve (figs. 103, 104 y 105).

La mitad occidental de la costa es generalmente acantilada. Desde los farallones del cabo de San Vicente, formados por grandes peñones de calizas jurásicas, la costa es de rudos acantilados. En prolongación al Sur sobresale, inmediata al cabo, la punta de Ságres, que resguarda al pequeño puerto pesquero de este nombre, prolongándose el acantilado de roquedos jurásicos una veintena de kilómetros, hasta la pintoresca punta «da Piedada», que sirve de resguardo, por el Oeste; a la rada o bahía de Lagos; ciudad ésta en el extremo occidental, en la base

de la punta mencionada. A partir de Lagos hasta la base del cabo de Santa María, los accidentes costeros están labrados en la calizas arenáceas miocenas; originando la desigual coherencia del roquedo, accidentes en extremo pintorescos, alternando los peñones destacados y los entrantes del acantilado con pequeñas y escondidas playas y zonas de otras, más extensas, con tramos acantilados. La bahía de Lagos, abierta a Suroeste, se extiende desde la citada punta da Piedade hasta la ría de Portimão, en longitud de unos 12 kilómetros por unos tres de



Fig. 105.—Costa de Albufeira (Algarve) y relieves de la sierra litoral de Monchique.

(Foto Hernández-Pacheco, 1948.)

saco. El más importante puerto pesquero y factoría conservera de esta parte de la costa del Algarve es Portimão.

El distinguido geólogo portugués del primer cuarto del presente siglo Luis Pereira de Sousa, señala accidentes litorales en las costas occidentales y meridionales del Algarve que indican un avance del mar, con invasión del litoral, en el plioceno. Sobre tal terreno se encuentran areniscas resultantes de antiguas dunas consolidadas, formadas cuando el mar llegaba al borde superior de los actuales conglomerados. Posterior a la transgresión pliocena, admite Pereira de Sousa un movimiento de emersión en la costa occidental del Algarve, que parece aún continuar. En la meridional reconoció el citado geólogo varios niveles de playas levantadas; reconociéndose un gran movimiento de emersión durante el cuaternario, seguido actualmente de otro de submersión, que tendría su comienzo posteriormente a la dominación romana.

La costa del tipo reseñado termina una quincena de kilómetros al Oeste del arenoso y entrante cabo de Santa María. El segmento oriental de la costa del Algarve difiere morfológicamente del occidental. Numerosos islotes de arena y bajos de forma alargada, paralela a la línea de tierra firme, originan una costa baja, profusa en esteros y caños, bajos e islotes, cambiantes en sus detalles por los fuertes temporales; accidentes que en las altas mareas quedan, en su mayor parte, sumergidos. El geólogo Gonçalves Guimarães explica la formación de tal tipo



Fig. 106.—Dunas costeras de Huelva invadidas por vegetación salínófila.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

morfológico de costa debido al arrastre de arenas por la corriente litoral que dobla el cabo de San Vicente y avanza junto a la costa hacia el estrecho de Gibraltar de tal modo, que el reflujo de la baja mar, deteniendo el ímpetu en la corriente, origina el depósito arenáceo, favoreciendo la formación de médanos. Tales accidentes son cambiantes: así, se cita que, en 1571, apareció frente a la desembocadura del riachuelo, junto a la ciudad de Tavira, un enorme bajo formado por la aglomeración de otros, que un violento temporal, al año siguiente, cubrió de arenas; bajo arenoso que, al crecer hacia el Este, fué variando la situación de la barra, teniendo actualmente el islote una longitud de unos diez kilómetros. Pueblos medianos y pequeñas ciudades están situadas a lo largo de la costa baja, desde el cabo de Santa María, hacia el Este, siendo los más importantes: Faro, capital del distrito; Olhao, y Tavira.

La banda litoral de terrenos geológicos mesozoicos termina al llegar al Guadiana, y son los del mioceno y del plioceno los que forman la costa, y acarreos marinos, de época actual, los que originan la banda exterior de islotes y marismas.

Entre el estuario del Guadiana y el del Tinto sigue el litoral con el mismo carácter, constituido por terrenos neozoicos, miocénicos y pliocénicos, con costa baja, abundante en playazos, esteros y caños (fig. 106). El territorio inmediato a la costa tiene las mismas características agrícolas que en el Algarve, con cultivos de plantío. Localidades más importantes son: Ayamonte, bella ciudad en la desembocadura del Guadiana, cerca de la cual está, en la zona de marismas, Isla Cristina, importante centro pesquero. Es de importancia, por el desarrollo de sus higueras, Lepe; terminando los Algarves geográficos en Huelva, importante puerto comercial minero y pesquero; ciudad situada entre los estuarios del Odiel y del Tinto.

Sector litoral de la Playa de Castilla.

Entre los estuarios del Tinto y del Guadalquivir, en longitud de unos 70 kilómetros, existe la seguida costa arenosa denominada en su conjunto Playa de Castilla, correspondiente a la provincia de Huelva. Está formada por médanos, en gran parte fijados y consolidados naturalmente, y de origen cuaternario y actual. El substrato de las arenas voladoras son, en unos parajes, estratos de sedimentos conchíferos pliocenos y postpliocénicos, y más generalmente, y con mayor extensión, depósitos aluviales cuaternarios poco cementados que, atacados por el oleaje, suelen formar irregulares y, a veces, altos acantilados. Se interrumpen las dunas en la zona central de la alineación costera, hasta pasada la torre del Asperillo; zona donde los mapas señalan cota de 113 metros de altitud, al borde del mar.

Pasado dicho paraje comienza el tramo de costa, de unos 50 kilómetros, denominado de las Arenas Gordas; extenso arenal de médanos, con dunas de varias decenas de metros de altura, prolongándose las arenas voladoras muy al interior, y hacia el Este hasta la margen derecha de la desembocadura del Guadalquivir. La denominación de arenas gordas no alude al grosor de los granos de arena, sino a la potencia de la formación arenácea.

La costa es desabrigada, sin resguardo alguno y abundante en bajos arenosos. El terreno arenáceo se prolonga hasta confundirse con los territorios llanos de la provincia de Huelva y con la amplia zona de marismas del bajo Guadalquivir; con anchura irregular de varios kilóme-

tros (desde la costa al santuario del Rocio unos 15 kilómetros, y de unos 24 kilómetros hasta Almonte). Por el Este llegan los arenales hasta la margen derecha de la desembocadura del Guadalquivir, frente a Sanlúcar, salvo un gran entrante que ocupa espacio en los terrenos de la margen izquierda, junto a las marismas y a la localidad de Bonanza, cuyas dunas fijadas espontáneamente constituyen «algaidas» con



Fig. 107.—Dunas de las cercanías de Bonanza, en la desembocadura del Guadalquivir, fijadas espontáneamente por matorrales y pinos formando «algaida».

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

vegetación de matorral o de pinos o de cultivos, especialmente viñedos (fig. 107).

En la porción oriental del litoral arenáceo de Huelva ocupa gran extensión el denominado «Coto de Doñana» (de doña Ana de Silva, esposa de uno de los duques de Medina Sidonia). Son características de este territorio terrenos arenáceos de topografía suavemente ondulada o pandas vallonadas, formando «algaidas», o sea, zonas de antiguas dunas, ya fijadas, y ocupadas por vegetación de matorral o arbórea espontánea, predominando boscajes de pinos y alcornoques y también encinas copudas; porciones limitadas, a lo largo, por regueros de are-

nas voladoras empujadas por el viento del Suroeste, que es el dominante. Tales formaciones se prestan a la explotación forestal, habiéndose efectuado recientemente extensas plantaciones de eucaliptus; prosperan bien determinados cultivos, especialmente el viñedo, pues la composición arcillosa del conjunto arenoso conserva las aguas pluviales en el terreno. Como reserva de caza que es, abundan en extremos los animales silvestres de la fauna cinegética, especialmente el ciervo y el jabalí, y también en gran número los conejos y perdices; y en las extensas lagunas con vegetación palustre, diversidad de aves de costumbres acuáticas. Como particularidad curiosa se cita la existencia de camellos asalvajados, procedentes de un macho y dos hembras que se trajeron de las Canarias orientales y, abandonados, se reprodujeron asilvestrados.

En las zonas de marisma, el clima xerofítico en los veranos seca la vegetación, persistiendo, con poco desarrollo, un junco corto; mientras que en los saladares, el suelo reseco se cubre de costra salina, en extensiones hasta las lejanías. Hacia el Norte están los llanos de Almonte, correspondientes a la provincia de Huelva. Inmediata, por el Este, a las marismas, y cercana, por el Sur, al coto de Doñana, está el santuario del Rocío, distante de Sevilla unos 50 kilómetros. Desde Triana salen para la romería que allí se celebra, en carretas de labor tiradas por bueyes y vistosamente entoldadas y engalanadas, las mujeres de familias labradoras de la ciudad, concurriendo también gentío de pueblos cercanos al santuario. Los rústicos vehículos sirven de hospedaje durante el viaje y en la romería.

En la costa de Las Arenas Gordas, al Sur del coto de Doñana, entre torre Carbonera y torre de la Higuera, está la playa de Matalascañas, donde anualmente, terminada la época de recolección, se organiza un campamento de verano, al que acude a pasar una temporada de baños de mar, personal de los pueblos cercanos de las provincias de Sevilla y Huelva; organizándose por los bañistas, cada año, los servicios necesarios y convenientes a la colectividad, sin intervención de autoridad oficial alguna.

Los antiguos relatos de los geógrafos griegos y romanos que han llegado hasta los tiempos actuales, al cabo de dos milenios, por intermedio de copias y retazos, aluden a la desembocadura del Guadalquivir por dos bocas: una, la actual, y otra, que la naturaleza y disposición del terreno hace suponer que estaría a Occidente de la que hoy existe. De ser esto así, habría en aquellos tiempos, entre el tramo actual de desembocadura del río, la costa de Las Arenas Gordas, y un segundo cauce

de desembocadura del río (del que hablan los textos antiguos), con espacio insular, correspondiente al coto de Doñana.

En este territorio, entre un entrante de la zona de marismas del río y la costa de Las Arenas Gordas, existe una serie de ocho lagunas en alineación sinuosa que se extienden a lo largo de una muy panda vallonada en longitud total de unos 11 kilómetros. La mayor de todas es la de Santa Olalla, denominada también La Pajarera, por la abundancia en ella de multitud de aves acuáticas. Tiene longitud de unos dos kilómetros por anchura media de 500 metros, que viene a ser la general del cauce, el cual, entre laguna y laguna, está cubierto de juncos en los veranos, y en invierno ocupado por las aguas. La vallonada de las lagunas es, en opinión del arqueólogo e historiógrafo Jorge Bonsor, que ha reconocido el terreno y lo ha descrito, la «madre vieja» o antiguo lecho de un segundo cauce de desembocadura del Guadalquivir, al que aluden los geógrafos de la antigüedad.

La problemática ubicación de Tartesos.

En la isla que formarían la costa y los dos brazos de desembocadura del río (isla alargada una quincena de kilómetros por una anchura media de tres) se ha supuesto, por competentes arqueólogos, que estaría edificada la ciudad de Tartesos, junto al río Tartesos (que después fué el Betis, y más tarde el Guadalquivir); principal ciudad del territorio, con gran desarrollo en su cultura, y de supremacía desde la octava centuria al final de la quinta, antes de Cristo; cuyo rey, Argantorio, en la sexta centuria (a. de C.) recibió amigablemente a los navegantes focenses, procedentes de las lejanas tierras del Oriente mediterráneo, y les autorizó a fundar factorías comerciales, según deducen de los relatos de Herodoto, Avieno, Estrabón y otros autores clásicos, los historiógrafos y arqueólogos especialistas, entre ellos Schulten que realizó importantes excavaciones en busca de restos de la ciudad de Tartesos, sin resultado alguno positivo. En todo el ámbito del territorio no se encuentra el menor indicio de edificación sospechosa, ni materiales pétreos que hubiesen servido para construcción. Bonsor, refiriéndose al emplazamiento supuesto de Tartesos, dice: «La impresión que se saca es desconsoladora, pues no se ve por allí por alguna parte más que montones de arena movida por el viento del Oeste hacia el interior».

Considerando el problema en sus aspectos fisiográficos y geológicos, el paraje, tanto en los tiempos actuales como en los protohistóricos, era y es inadecuado para establecer una ciudad ni «emporium», o sea factoría comercial. En la actualidad y en los tiempos históricos, por la

invasión creciente de las dunas y arenas voladoras, y por la topografía de la comarca, de difíciles comunicaciones con el interior. El terreno carece de materiales pétreos para construcción, que habrían de transportarse de lejos, y está aislado y alejado de zonas de facilidades de riqueza agrícola.

En los tiempos protohistóricos los inconvenientes enumerados eran los mismos que ahora, pues el clima y el régimen de vientos no ha cambiado desde la época neolítica. Lo que no estuviera invadido por las arenas voladoras serían, en muy gran parte, terrenos bajos, sujetos a inundaciones al estar situados entre los dos brazos por los que entonces desembocaba el río ; con llanura pantanosa intermedia, y sin relieve alguno adecuado donde asentar con firmeza los cimientos de las edificaciones. No tiene, ni ha tenido, tal paraje las condiciones que presenta Huelva, situada entre los dos estuarios del Tinto y del Odiel, con el sitio dominante de Los Cabezos ; adecuado emplazamiento de la factoría comercial que allí existiría en los tiempos protohistóricos.

El problema de la ubicación de Tartesos sigue debatiéndose entre los eruditos especialistas en la interpretación de los textos clásicos, sin llegar a ponerse de acuerdo, ni establecer claramente la situación que tuviera la enigmática ciudad ; lo cual era ya problema en la época de Plinio, que suponía pudiera ser el antiguo Tartesos el paraje que ocupan las ruinas actuales de la romana Carteia, inmediata al moderno pueblo de San Roque, situado en el fondo de la espléndida bahía de Algeciras, pasadas las columnas de Hércules.

Yacimiento típico del conjunto estratigráfico plioceno-pleistoceno es el de Los Cabezos, de la ciudad de Huelva, en cuya base está edificada la ciudad, y que forman testigos de erosión entre los estuarios de los ríos Tinto y Odiel. En tal paraje se superpone al plioceno una potente masa de aluviones formada principalmente por cantos rodados, en gran parte de cuarcitas, y con rocas duras procedentes del paleozoico del interior de la provincia ; debiéndose datar tal conglomerado como cuaternario de origen continental.

Sector gaditano.

El terreno de la margen izquierda de la desembocadura del Guadalquivir forma saliente, alineándose la costa al WSW., entre Sanlúcar y Chipiona, en un trayecto de unos 10 kilómetros de amplia y limpia playa al pie de bajo acantilado. En la punta donde está edificado el faro de Chipiona, la costa tuerce y recupera la alineación SE. en longitud de unos 15 kilómetros hasta Rota, en donde se abre la entrada a la bahía

de Cádiz. En la costa predominan las playas, y los acantilados son de poca elevación. La distancia de Chipiona al cabo de Trafalgar es de unos 75 kilómetros en línea de aire. En el comedio está el importante accidente litoral de la bahía de Cádiz (fig. 108).

Se abre ampliamente la bahía entre Cádiz y Rota y está resguardada del mar libre por la alargada isla, en cuyo extremo está edificada la ciudad en la misma ubicación que tenía en la época fenicia. Importantes poblaciones rodean la bahía, como el Puerto de Santa María, al Norte; Puerto Real, al Este, y San Fernando, en el Sur. Amplia zona de marismas, esteros y caños la envuelven, salvo por la parte entre Rota y Puerto de Santa María. Numerosas salinas concentran las aguas marinas, destacando en derredor de la bahía las blancas pirámides de los montones de sal; salinas cuyo origen «se remontan a la fundación de Cádiz, por los cartagineses, hacia fines del siglo VI» (Bónsor). Diversos arroyos confluyen a la depresión costera, desembocando asimismo el río Guadalete, entre Puerto Real y Puerto de Santa María. La ciudad de Jerez, importante por su gran desarrollo agrícola y pecuario, está inmediata a la bahía en extensa y rica comarca vitícola. Chiclana, también comarca vitícola, está situada en el borde meridional de la zona de marismas.

Al respaldo de gran parte de la costa gaditana, entre la desembocadura del Guadalquivir y la entrada atlántica al estrecho de Gibraltar, se extiende la baja llanura bética, constituida por los sedimentos de época pliocena; superponiéndose al plioceno, en grandes extensiones, depósitos del cuaternario, y rellenando el amplio estuario del gran río andaluz cienos y mantos arenáceo-arcillosos.

Lugar muy adecuado para observar la constitución de la costa es el bajo acantilado que limita la playa que se extiende desde la desembocadura del Guadalquivir, en Sanlúcar de Barrameda, hasta Chipiona. Corresponde el conglomerado superpuesto al plioceno a depósitos de origen continental, y está bien datada su edad pleistocena por un gran fragmento de defensa de *Elephas meridionalis* o *E. antiquus*, que son los elefantes del Sur de España, encontrado entre el conglomerado (figura 109). Por lo que hace a movimiento en época histórica en la alargada isla en que está edificado Cádiz, y en donde establecieron importantes factorías los navegantes fenicios, como en el contorno de la bahía, se han referido en múltiples publicaciones la existencia de construcciones cubiertas por el mar, en la islilla rocosa de Santipettri, en donde estuvo un templo de Hércules, cuyos restos se encuentran sumergidos. Más probable parece que éstos proceden de tales construcciones derruidas con parte de la islilla por los embates del oleaje.

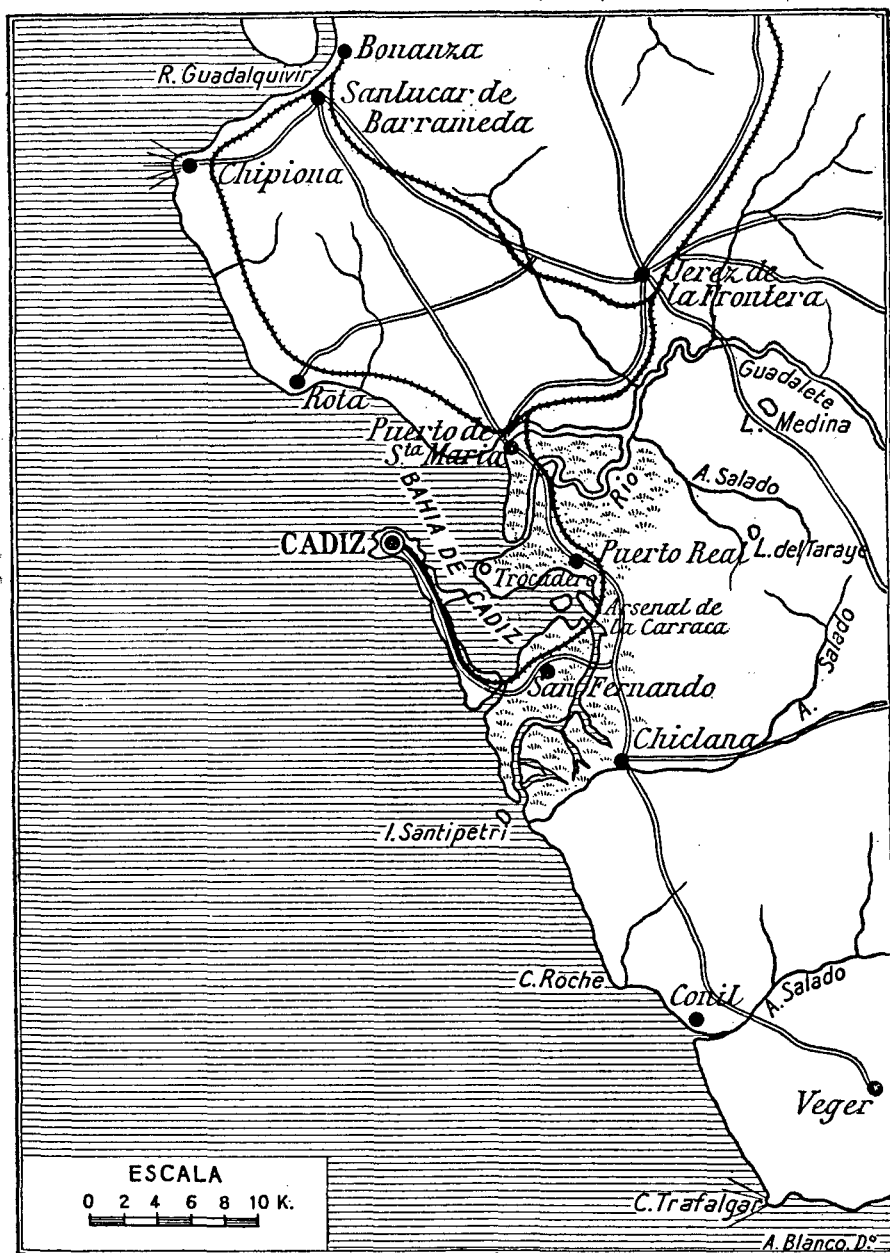


Fig. 108.—Litoral gaditano entre la desembocadura del Guadalquivir y el cabo de Trafalgar.

Pudieran indicar movimientos de submersión en la costa gaditana durante el cuaternario el encuentro por el geólogo Gavalá, frente a Cádiz, a unas ocho millas de la costa, y a profundidades de 140 metros, de conchas subfósiles de *Cyprina islándica*, especie de los mares hispanos durante los períodos glaciares del cuaternario. Movimientos de submersión, coincidentes con el relatado, se señalan en la zona de marismas del Guadalquivir, cerca de Los Palacios (Sevilla), por invasión del mar y depósitos de fangos con abundantes conchas de moluscos, actualmente vivientes en el litoral inmediato, depósitos fosilíferos que yacen



Fig. 109.—Playa entre Sanlúcar y Chipiona. Abajo, en el acantilado, depósitos de plioceno marino; encima, conglomerado cuaternario de facies continental; en último término, a la izquierda, el coto de Doñana.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

directamente sobre un substrato de acarreo de origen continental y también referible, estratigráficamente, al cuaternario.

La disposición que presentan los terrenos del plioceno y del cuaternario en el Suroeste peninsular nos induce a suponer que en la época en que los aluviones fluviales originaron los conglomerados a los que nos hemos referido, la costa debía estar muy alejada de la actual, mar adentro; explicándonos la situación al presente del conglomerado, a consecuencia de los siguientes fenómenos: 1.º, depósito de los dos niveles del plioceno marino, de los pisos plasenciense y astiense; 2.º, movimiento de elevación del litoral con regresión del mar, durante el plioceno y cuaternario antiguo; 3.º, depósito de los conglomerados aluviales de procedencia continental; 4.º, hundimiento de la zona litoral y avance del mar hasta próximamente los límites actuales.

Si, como parece probable, la submersión de la zona litoral posteriormente al depósito del conglomerado cuaternario, fué de origen tectónico, los accidentes de tal naturaleza deben ocupar actualmente situación submarina, o estarán cubiertos por los recientes depósitos de las dunas costeras.

En todo caso la leyenda de la Atlántida, que Platón recogió de los sacerdotes egipcios, y que pudiera interpretarse como consecuencia de la desaparición del territorio al que nos venimos refiriendo, situado en el lado atlántico pasadas las «Stelai», o sea las columnas de Hércules, no puede referirse a tal fenómeno geológico; pues aunque se considere acaecido en la época del cuaternario superior (lo cual no es probable, sino antes), en la que existía la primitiva humanidad paleolítica, no es verosímil que tal accidente geológico pudiera ser transmitido por tradición a hombres de nuevas razas y de muy diferentes tipos de cultura, separados en el tiempo (en el caso más favorable) por una decena de milenios. Además, tales fenómenos geológicos no se realizan instantáneamente, sino en el transcurso de largo tiempo; pues no debe olvidarse que el factor tiempo, en geología, es comparable al factor distancia en astronomía. Por otra parte, los conocimientos de la ciencia geológica eran en extremo rudimentarios en la época de las culturas egipcias y griegas, para deducir, por las investigaciones geológicas, la desaparición de la mítica Atlántida.

EL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y SU PROLONGACION GEOTECTONICA MEDITERRANEA Y ATLANTICA

El estrecho de Gibraltar es uno de los parajes del mundo de mayor interés en los respectos geográfico e histórico, y también geológico. En los tiempos de la antigüedad clásica, el *Fretum Herculis*, entre las dos míticas columnas representadas por las rocosas montañas: Calpe, del lado europeo, y Abilia, del africano, señalaban el fin del ecúmeno, donde terminaba el mar Interior y se abrían las amplitudes ignotas del mar Exterior, o Atlántico.

En los tiempos actuales, lo que era extremo es centro de la superficie terrestre, nudo de enlace entre el hemisferio oriental y el occidental y cruce de comunicaciones entre el mundo antiguo y el nuevo.

No hay estrecho o canal intercontinental tan transitado como el de Gibraltar, pues por él entran o salen, al cabo del año, muchos más buques que los que, en igual período, lo hacen por el conjunto de los dos canales interoceánicos de Suez y de Panamá, transportando cerca del

doble de toneladas de mercancías que a través de las dos comunicaciones citadas. En todo tiempo y a toda hora, siempre, hay buques a la vista en el estrecho de Gibraltar.

Características del estrecho de Gibraltar.

El Estrecho de Gibraltar (fig. 110) presenta entrada espaciosa, del lado atlántico, comprendida entre la arenosa punta del cabo de Trafalgar y el rocoso promontorio del cabo Espartel. Entre estos dos accidentes topográficos costeros media una distancia de unos 44 kilómetros. El estrecho es cada vez más angosto hacia el Este, siendo el sitio de la costa septentrional más avanzado al Sur la isleta de las Palomas, unida por un malecón a Tarifa, y el más destacado hacia el Norte de la costa meridional, punta Leona. La menor anchura del estrecho está algo al Este de Tarifa, frente a punta Ciris, en donde es de poco más de 14 kilómetros. El estrecho termina, del lado del Mediterráneo, en el extremo del Peñón de Gibraltar y en la punta de la Almina, en Ceuta, separadas por 23 kilómetros; teniendo por lo tanto, la portada mediterránea la mitad de anchura que la atlántica. La longitud total del estrecho es de unos 64 kilómetros, y la de la parte angosta, desde el meridiano de Tarifa al de Ceuta, de unos 25 kilómetros.

El litoral español del estrecho desde el cabo de Trafalgar hasta cerca de Tarifa es de llanura baja, con grandes playazos, como las ensenadas de Zahara y de Bolonia, con abundantes ruinas de una población romana. Algunas serratas de areniscas oligocenas, tales como las de Retín, de la Plata y de Enmedio, avanzan normales a la costa. Llanura de flysch eoceno y de margas arcillosas y calizas tabulares forman suelo impermeable, sobre el que se acumulan las aguas, formando la panda y extensa laguna de la Janda, con difícil desagüe por el río Barbate, y en la que crece espesa maraña de plantas acuáticas, en donde encuentran asilo abundantes aves palmípedas y zancudas. Al Este de tal zona las sierras del Campo de Gibraltar se alargan hasta el mar y forman, a trechos, costa rocosa con arrecifes e intercalaciones de playas y ensenadas, asiento de almadrabas, hasta el rocoso promontorio de punta Carnero, en donde se abre la espléndida bahía de Algeciras.

La bahía de Algeciras es de playas extensas y campiñas amenas, con colinas derivadas del marco litoral montañoso, con vegetación cultivada y arbórea espontánea. La bahía está abierta al Sur con fondeaderos resguardados de ponientes y levantes. Tiene la bahía de boca unos siete kilómetros, y de saco cerca de 10, con fondos de unos 100 a 400 metros en la zona central. La parte oriental de la bahía está cerrada por el gran

peñón de Gibraltar, mole montañosa de caliza jurásica recortada por fallas: una, del lado mediterráneo, alineada de Norte a Sur; otra (frente a la ciudad de La Línea de la Concepción), arrumbada de Este a Oeste y coincidente, en la dirección, con la general del estrecho. El peñón tiene arrumbamiento casi meridiano, con buzamiento de los bancos calizos hacia el Oeste. La masa rocosa aparece como varada entre los materiales del flych eoceno y del oligoceno de Sierra Carbonera; terre-

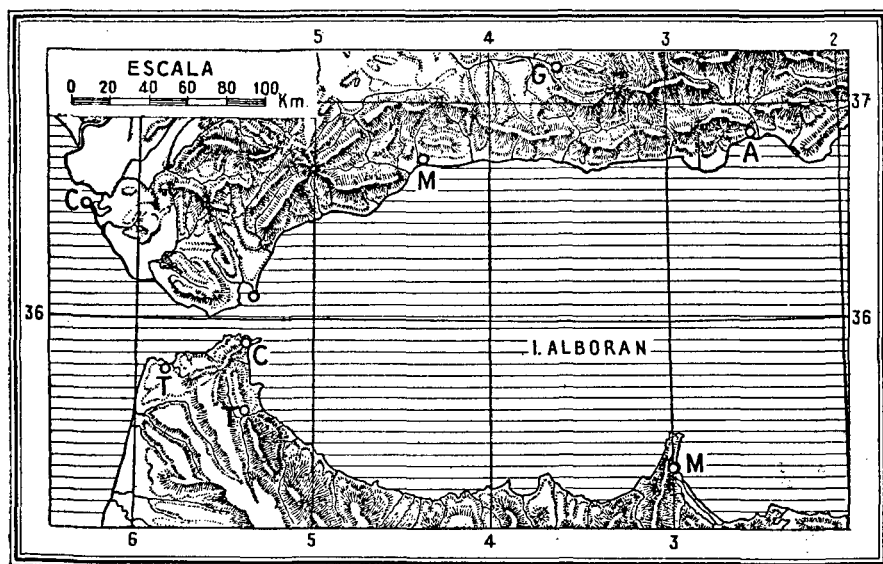


Fig. 110.—Características geográficas y topográficas del Estrecho de Gibraltar.

nos a los que está unido el peñón por un istmo arenáceo, o tombolo (fig. 111).

En el fondo de la bahía, de formación geológica pliocena, está edificada sobre suave loma la villa de San Roque, fundada por los habitantes de la ciudad de Gibraltar cuando los ingleses se apoderaron violentamente del peñón, y en la que se conserva el pendón de la ciudad detentada hasta que sea recuperada. Frente al peñón, en la otra costa de la bahía, está la ciudad de Algeciras, sobre la Isla Verde, la «Yezira Alhadra» de los moros hispanos.

La costa meridional del estrecho es más rocosa y seguida que la española. Comienza, del lado atlántico, en el cabo de Espartel, al Oriente del cual está la rada de Tánger, abierta al Norte, de unos cinco y medio kilómetros de abertura, y cerca de 2.800 metros de saco, con buena playa y fondos, en el centro, de 10 a 15 metros de profundidad;

siguiendo, hacia el Este, costa accidentada con puntas rocosas y algunas playas.

Frente a Tarifa, y resguardada por la punta Alcázar, existe la pequeña ensenada de Alcázar Seguer, en la que desemboca el riachuelo «El Kazár», en cuyo estuario está edificado un castillo (hoy en ruinas) con tal disposición, que en su interior, penetrando por el estuario, po-

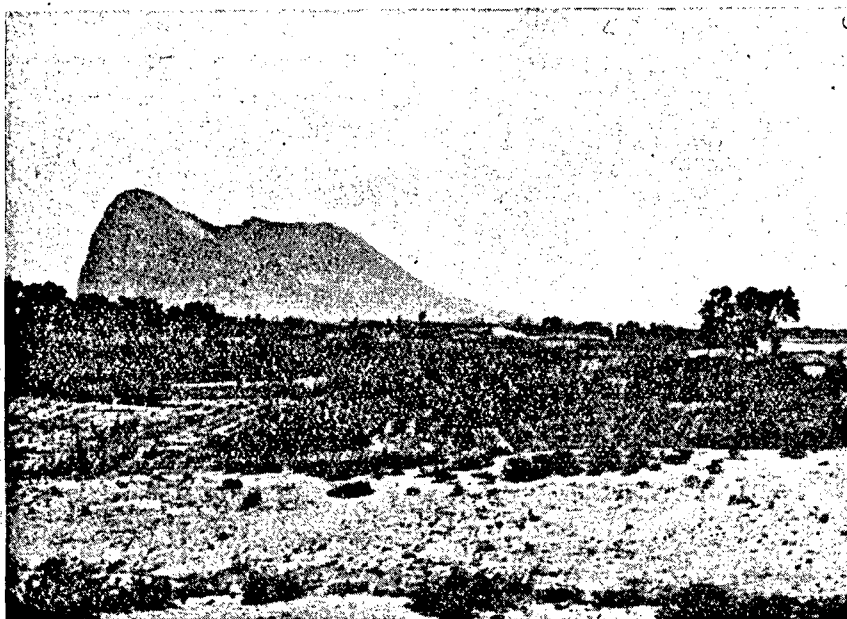


Fig. 111.—El peñón de Gibraltar desde el interior de la bahía de Algeciras y base de Sierra Carbonera. Terrenos arenáceos de antiguas dunas consolidadas y cubiertas de vegetación silvestre y cultivada.

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

dían resguardarse los antiguos barcos de poco calado. Tan singular fortaleza desempeñó importantes cometidos en diversos tiempos de la Historia.

La costa, hasta Ceuta, presenta alguna playa entre los roquedos abruptos, y, en general, es de hondas barrancadas de la alta montaña del Yebel Musa, tajada a pico y con rudísimas pendientes; montaña formada de calizas jurásicas, que se eleva hasta los 848 metros. Es de la misma naturaleza litológica que el frontero peñón de Gibraltar, con el que forma unidad tectónica como consecuencia del accidente geológico que originó la apertura del estrecho.

Entre los accidentes costeros, frente a punta Carnero, está junto

a la costa africana el peñón o isleta del Peregil, de 74 metros de alto, tajado verticalmente por el lado septentrional y cubierto de vegetación. Frente a la entrada de la bahía de Algeciras está punta Leona y la bahía de Benzú, en donde brotan los manantiales que surten a Ceuta de agua potable. La ciudad de Ceuta está edificada ocupando la península que se adentra en el mar, frente al peñón de Gibraltar, por la que

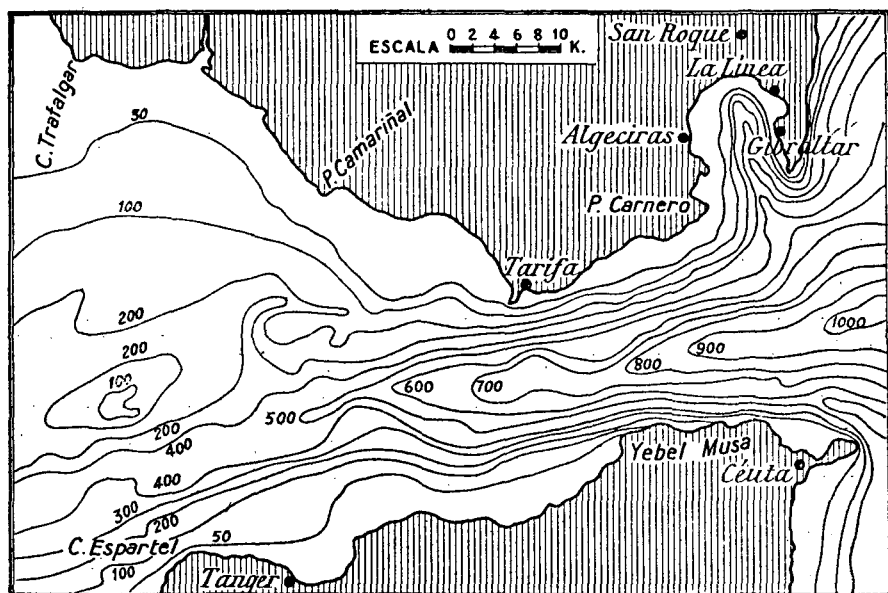


Fig. 112.—Batimetría del Estrecho de Gibraltar

termina, en el comienzo del Mediterráneo, la costa meridional del estrecho.

La batimetría del estrecho de Gibraltar ha sido muy estudiada y es perfectamente conocida. El relieve del fondo presenta acentuada pendiente de Atlántico a Mediterráneo, con hondo canal longitudinal paralelo a la alineación general de la costa africana, estando más próximo a ésta que a la española. Esta línea axial de máximas profundidades está dirigida próximamente de E. 10° S. a W. 10° N., coincidente con el arrumbamiento general de la costa española entre Tarifa y punta Carnero, que es próximamente el tramo donde el estrecho presenta la menor anchura (fig. 112). Pasada la portada entre el peñón de Gibraltar y el promontorio de Ceuta, la alineación de máxima profundidad es próximamente de Oeste a Este, coincidente con el eje del mar Alborán.

Entre los cabos de Trafalgar y de Espartel, en el relieve del fondo

submarino se señala un a modo de umbral, en el que la sonda indica la profundidad de 320 metros en paraje del lado del cabo Espartel. Tal umbral presenta a modo de entalladura estrecha que la corta, cuyo fondo es poco superior a los 400 metros. Frente a Tarifa el fondo está comprendido en la curva de los 700 metros. En el meridiano de punta Carnero la profundidad alcanza los 900 metros. Frente al peñón de Gibraltar se señala la del millar de metros, y delante de la portada oriental baja a los 1.400 metros; comenzando hacia el Este las profundidades del mar de Alborán. Existe, por lo tanto, en el fondo del estrecho, entre las portadas atlántica y mediterránea, separadas por 64 kilómetros, un desnivel hacia el Mediterráneo de unos 800 metros.

El Mediterráneo, por ser mar interior y por la situación geográfica que ocupa en zona templada, experimenta gran evaporación, con pérdida de volumen acuoso y aumento en la salinidad, que es de 37 a 38 por 100 en el mar de las Baleares, y de 35,5 a 37 en el mar de Alborán; deficiencias que no alcanzan a ser compensadas por los aportes de las precipitaciones y de los ríos; déficit que es suplido por el Atlántico, de menor índice de salinidad que el Mediterráneo.

Esto ocasiona una corriente superficial, con gran velocidad a su paso por el estrecho. Realiza esta corriente circuito completo del Mediterráneo, pasando, al internarse, junto a las costas de Africa; contorneando, al regreso, las europeas y las orientales de España, desde las catalanas a las de Almería; siguiendo desde el cabo de Gata junto a la costa española del mar de Alborán; hasta que, al acercarse al estrecho, es arrastrada por la procedente del Atlántico, cerrándose el circuito.

A tal corriente superficial corresponde otra, menos importante, procedente de las zonas profundas del Mediterráneo, hacia el Atlántico. Ascende esta corriente por la rampa del fondo del estrecho y, al salir, enfría las aguas superficiales; pero, según circunstancias y la dirección del viento, la corriente de salida es rechazada por la de entrada, y ésta arrastra, hacia el Mediterráneo, mayor o menor cantidad del volumen de aquélla.

Superpuestas a las corrientes marinas existen en el estrecho de Gibraltar otras atmosféricas, a veces de gran violencia. No suelen ser frecuentes ni muy duraderas las calmas en este pasillo que une dos mares y está encajado entre altas y escarpadas montañas.

En relación con tal relieve y situación geográfica los vientos, en el estrecho, son Ponientes o Levantes. Es producido tal régimen por las diferencias de presiones atlánticas y mediterráneas, de tal modo que los vientos procedentes del primer y del segundo cuadrante, al recalar en

la boca oriental del estrecho, rolan y soplan del Este; mientras que los que llegan del tercer y cuarto cuadrante, soplando del SW. o NW. y avanzan en estas direcciones o en las intermedias, al emboscarse en el seno marino o golfo de Cádiz, soplan del Oeste. La disyuntiva, en tales respectos, es: viento Poniente o viento Levante.

La altitud a que se alzan las montañas que forman el estrecho hace que sus cumbres sirvan de condensadores atmosféricos: si la cresta del peñón de Gibraltar y las del Yebel Musa se cubren de una montera de nubes, es anuncio de «levantes» fuertes; si las nubes están bajas, el «levante» será suave.

Cuando se despejan de nubosidad las cumbres del peñón y del Yebel Musa el «poniente» reemplazará al «levante». En invierno predomina el viento de Poniente, mientras que en verano los «solanos» del Levante son los vientos que dominan.

Historia geológica del estrecho de Gibraltar.

En el respecto geográfico-geológico, el estrecho de Gibraltar es paraje de mayor interés, constituyendo un importante accidente geotectónico de la corteza terrestre, que separa dos masas continentales y que establece enlace entre dos cuencas marinas.

La historia geológica del estrecho y de los territorios y porciones de mares en que está situado, es compleja y larga. Tiene como antecedentes, por una parte, las transformaciones que, en los tiempos mesozoicos y del paleogeno, experimentaron los compartimientos de la corteza terrestre, correspondiente al Mediterráneo primitivo, muy diferente del actual; y, por otra, fueron fenómenos concomitantes los cambios acaecidos en el desaparecido Continente Nordatlántico y en los entonces archipiélagos que son ahora territorios europeos. La historia geológica del estrecho está comprendida en la de los acontecimientos geológicos acaecidos en el período orogénico que elevaron los Alpes, e incluida en las transformaciones evolutivas experimentadas en lo que es actualmente Sur de Hispania y Norte de Mauritania, y lo que es ahora el gran seno atlántico del golfo de Cádiz y el mar de Alborán.

La apertura del estrecho y la formación del mar de Alborán es consecuencia final de características muy antiguas de los compartimientos de esta zona de la corteza terrestre. Tal disposición geológica, que pudiéramos considerar congénita, fué percibida por el geólogo Gavala, al indicar que el fenómeno del estrecho correspondería a fracturas preexistentes anteriores al mioceno, y muy probablemente de época anterior al triás.

En nuestro modo de ver, la alineación geotectónica estrecho de Gibraltar y mar de Alborán corresponde a la alineación más meridional de las fracturas póstumas transversales a la cordillera Hespérica, o sea al grupo geotectónico de las alineaciones Hispánidas.

La apertura del estrecho corresponde a los últimos episodios de los movimientos orogénicos alpinos al final del neógeno. Zona inestable es la del estrecho de Gibraltar; inestabilidad que se señala por múltiples movimientos epirogénicos durante el pleistoceno, moviéndose en la ver-



Fig. 113.—Antiguo acantilado en Tarifa, de formación anterior al levantamiento de la costa.

(Foto Hernández-Pacheco, 1913.)

tical el litoral de una y otra parte, con alternativas oscilaciones de elevación y de descenso, que se señalan en el peñón, a diversos niveles, por terrazas de erosión y de depósitos de sedimentos marinos; terrazas indicadoras de los sucesivos movimientos experimentados en el transcurso de los tiempos cuaternarios, incluso en época prehistórica.

En la punta de Tarifa, los depósitos de la conchuela que la forman constituyen una terraza levantada. El antiguo acantilado costero, sobre el que están edificadas las murallas de la ciudad del lado del mar, presenta en su base una amplia superficie de ablación, actualmente emergida, constituyendo un buen ejemplo de costa levantada (fig. 113). Fe-

nómenos semejantes se presentan en la costa correspondiente a Africa, especialmente entre Ceuta y Alcázar Seguer, en donde se reconocen niveles de arrasamiento situados a diversas altitudes en los abruptos acantilados del Yebel Musa; terrazas de erosión indicadoras de estadios de estabilización en los movimientos que en la vertical experimentó el litoral meridional del estrecho, análogos a los que se aprecian en el litoral Norte de Europa.

El estrecho de Gibraltar, en nuestro modo de ver, corresponde a una alineación geotectónica de mínima resistencia de la corteza terrestre, que hacia el W. se adentra en el Atlántico y se diversifica en digitaciones señaladas por grupos de islas volcánicas y bancos submarinos de naturaleza basáltica, mientras que hacia el Este tal accidente geotectónico se prolonga en zona de grandes fondos por el Mediterráneo Occidental, a lo largo de la costa africana y Norte de Sicilia, y al Sur del litoral penibético, de las Baleares y de Cerdeña, terminando en el amplio golfo que forman en el mar Tirreno las costas de Campania y de Calabria, y las septentrionales de Sicilia.

En relación con la alargada zona de mínima resistencia que del estrecho de Gibraltar se prolonga, constituyendo el fondo del mar de Alborán y la fosa meridional del mar Tirreno, se señalan diversos accidentes de índole volcánica. Así, en el eje de la alineación, entre la costa hispana y la marroquí, se alza la pequeña isla de Alborán; en el litoral de Almería, la sierra de Gata; inmediato a Melilla potentes emisiones volcánicas; junto a la costa y en el extremo oriental de Marruecos, el conjunto de las isletas Chafarinas. En el amplio seno oriental del mar Tirreno, donde podemos suponer termina hacia Levante la gran alineación geotectónica, en la que el estrecho de Gibraltar ocupa la parte central, las manifestaciones volcánicas están en actividad, como ocurre en el Strómboli, del archipiélago de las Lipari; el Vesubio, en la costa de Nápoles, y el Etna, en la zona oriental de Sicilia.

En relación con el gran accidente geotectónico que supone el estrecho de Gibraltar, están diversidad de alineaciones de tipo geológico, que hemos deducido del examen de las características geográficas y geológicas de los archipiélagos de Azores, Madeira, isletas Salvajes y Canarias, incluyendo en nuestras observaciones y deducciones el relieve submarino del Atlántico comprendido entre la boca occidental del Estrecho y los citados archipiélagos, atendiendo principalmente a las características de los diversos bancos rocosos de constitución volcánica, reconocidos por las campañas oceanográficas y cableras, y señalados en los mapas con los nombres de los barcos que los descubrieron. Incluimos, asimismo, en nuestras investigaciones, la del relieve submarino

entre las Canarias Orientales y el litoral africano próximo a ellas, y también las alineaciones tectónicas observadas en los territorios del Africa Occidental española. Datan las primeras observaciones, que en tales respectos hemos realizado, de nuestra campaña geológica de Lanzarote y las islas Canarias, en 1907, y las pertinentes al continente africano en las exploraciones efectuadas en Ifni y Sáhara, a partir de 1934.

Todos los archipiélagos atlánticos citados, y cada una de sus islas, son de naturaleza volcánica y corresponden a alineaciones de fracturas geotectónicas. En las orientales islas Canarias, Lanzarote y Fuerteventura, los conos volcánicos, cráteres, cúpulas lávicas de constitución homogénea y acúmulos de escorias y lápilis, que llenan las extensas planicies insulares, semejan por su profusión y hacen el efecto de un campo de eras ocupado por múltiples montones de granos y de paja y hacinas de mieses. Pero observando la disposición del conjunto de aparatos volcánicos, se reconoce que éstos no están distribuidos irregularmente, sino formando alineaciones eruptivas concordantes con el arrumbamiento longitudinal de la isla, de tal modo que se señalan coincidentes en tal dirección las erupciones de diversas épocas históricas y antehistóricas, tales como los aparatos volcánicos formados en la época cuaternaria, y las de las erupciones del gran período paroxísmal de 1730 a 1736 y de 1824. Tal alineación volcánica geotectónica se extiende a las antiguas emisiones de época terciaria, constituidas por enormes masas basálticas, tales como las que forman los macizos montañosos que se elevan en los extremos de la isla de Lanzarote y el que forma la península de Jandia, alineado con aquéllos en la inmediata isla de Fuerteventura.

Analizando el relieve submarino, se observa que corresponden a una misma alineación varias islas, elevadas sobre un zócalo basáltico común, como es el caso de las de Fuerteventura y Lanzarote, con el islote intermedio de la isleta Lobos y las de Graciosa, Montaña Clara y Alegranza, inmediatas o próximas al extremo Norte de Lanzarote; prolongándose el zócalo basáltico submarino al NE. de Alegranza. Análogamente, por el extremo meridional de la alineación insular, la península de Jandia, por la que termina la isla de Fuerteventura, se prolonga bajo el mar, al SE., unos 28 kilómetros, con profundidades variables de 32 a 117 metros. Tal extensión del alargado zócalo basáltico descrito hace suponer una longitud no menor de 240 kilómetros a la geoclasea que ha dado salida a los materiales volcánicos que forman la alineación insular descrita y al zócalo basáltico en que se asienta.

La alineación de esta gran fractura o quiebra de la corteza terrestre debe considerarse prolongada hacia el NE. por el banco de la Concep-

ción, que comienza a un centenar de kilómetros de Alegranza, y el cual, según los sondeos realizados por el barco cablero que le descubrió —banco que lleva el nombre de la fragata de guerra española que acompañaba al buque cablero— se extiende en longitud de unos 80 kilómetros en la misma dirección SW. a NE. que el conjunto insular reseñado.

El banco de la Concepción se eleva, desde fondos de 1.500 a 179 metros de la superficie; estando el sitio culminante a los 12°45' longitud Oeste de Greenwich y 29°50' de latitud. Es de naturaleza basáltica, con escarpes rapidísimos, y forma en lo alto una gran meseta de superficie muy irregular, decreciendo en altitud hacia el SW. y descendiendo abruptamente por el NE. hacia las grandes profundidades que lo circundan. La prolongación de la alineación eruptiva geotectónica, Fuerteventura, Lanzarote, isletas y banco de la Concepción, es dirección aferente a la zona atlántica de entrada al estrecho de Gibraltar.

Fijándose en la situación de las restantes islas que componen los archipiélagos de Canarias y Madeira, y la disposición y características del relieve submarino, se señalan las siguientes alineaciones de geoclasas que han servido de salida a las lavas que forman las islas Canarias, isletas próximas y bancos basálticos de relieve rocoso submarino (lám. IV).

a) Alineación descrita de Fuerteventura, Lobos, Lanzarote, Graciosa, Montaña Clara, Alegranza y banco de la Concepción.

b) Alineación volcánica Gran Canaria e isleta.

c) Alineación volcánica: Hierro, Gomera, Tenerife, banco situado a 13°20' longitud Oeste y 30°21' latitud, y banco situado a 12°20' longitud Oeste y 31° latitud.

d) Alineación volcánica de la isla de La Palma; islotes Salvajes, entre Canarias y Madeira; banco rocoso del Dacia, con 120 metros de fondo, situado a 13°50' longitud Oeste y 31° latitud.

e) Alineación volcánica: Madeira, Porto Santo, banco del Seine, de 157 metros de fondo, situado a 14°15' longitud Oeste y 33°50' latitud; banco del Ampère, con 795 metros de fondo, situado a los 11°55' longitud y 34°50' de latitud.

El conjunto de las alineaciones reseñadas, prolongadas por su extremo septentrional, son aferentes a la abertura atlántica del estrecho, situada entre la costa gaditana y de los Algarves y la africana del NW. marroquí, próxima al cabo Espartel.

Examinando la situación, disposición geográfica, relieve y constitución geológica de las islas Azores, se observa que todas son de naturaleza volcánica y de grandes analogías con las que componen el archipiélago de las Canarias; predominando, como en éstas, los materiales basálticos respecto a los de otra composición petrográfica; abun-

dando las calderas de explosión y los aparatos volcánicos con cráteres y coladas lávicas. Los volcanes de cada isla suelen formar alineaciones en coincidencia con el alargamiento de éstas, que, en general, es de WNW. a ESE., formando el conjunto un haz de alineaciones convergente, constituido por los cinco siguientes arrumbamientos insulares:

- 1.º Corvo, Graciosa, Terceira.
- 2.º Flores, San Jorge.
- 3.º Faial, Pico, San Miguel.
- 4.º Formigas.
- 5.º Santa María.

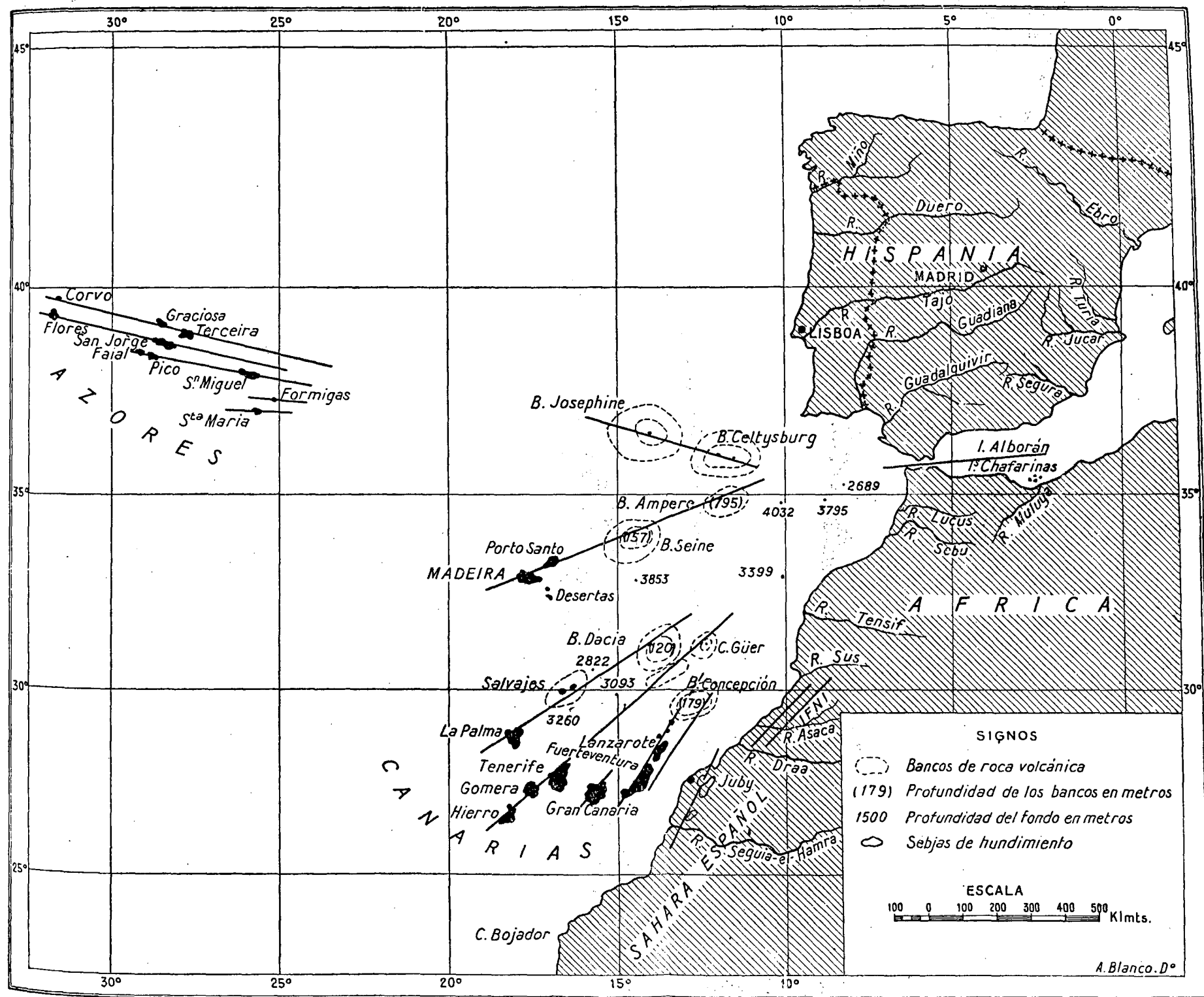
En la prolongación, hacia el Este, del haz que forman las alineaciones insulares, están los bancos Josephine y de Gelysburg; situado el primero a los 14° de longitud occidental y 36°45' de latitud, y el segundo a los 11°50' de longitud y 36°4' de latitud.

El haz de las Azores, con los bancos mencionados, son, por su situación y dirección del conjunto, aferentes al gran seno o golfo, en cuyo fondo de saco se abre el estrecho de Gibraltar.

La analogía de constitución geológica entre los archipiélagos de Canarias y las Azores, además del tipo del volcanismo y naturaleza de los materiales eruptivos, consiste en la existencia, tanto en Gran Canaria y en La Palma, como en varias de las islas mayores de las Azores, de depósitos estratificados de sedimentos marinos, con abundancia de restos de moluscos, habiéndose determinado tales niveles, superpuestos a los materiales volcánicos, como correspondientes al mioceno superior.

Se elevan estos depósitos fosilíferos a mucha altura sobre el actual nivel del mar; lo cual demuestra, en uno y otro archipiélago, que con posterioridad al levantamiento y formación de las islas por emisiones volcánicas se produjo un movimiento de depresión del fondo submarino, con la consiguiente submersión de las islas hasta el nivel señalado por los depósitos marinos fosilíferos; y después una emersión, alzándose, con las islas, los citados niveles. Más bien parece ser que fueron varias las oscilaciones en la vertical. Tales fenómenos parecen haberse realizado, en el tiempo, en analogía con las oscilaciones efectuadas en el estrecho de Gibraltar; lo cual lleva a establecer correlación, o por lo menos concomitancia, de tales fenómenos geológicos en uno y otros parajes; en el estrecho y en los dichos archipiélagos.

Es posible que en alguna de las oscilaciones, en sentido vertical, de elevación y descenso, que ha experimentado el fondo de esta parte del Atlántico durante los tiempos del neogeno superior, hubieran emergido sobre las olas los bancos que se alzan desde el fondo hasta cerca de



Alineaciones geotectónicas atlánticas concomitantes con la del Estrecho de Gibraltar.

la superficie del mar; tales como de la Concepción (— 179 m.), el de Dacia (— 120 m.) y el del Seine (— 157 m.). En el transcurso del largo tiempo en el que se suceden los fenómenos geológicos, pudieron cubrirse las partes emergidas de vegetación subaérea y, al amparo de ésta, instalarse múltiples y pequeñas formas del mundo zoológico, y las aves hacer sus nidos en la floresta. Pero si esto, por acaso sucedió, un lento movimiento de descenso del fondo marino lo sumergió todo bajo las olas, que guardan el misterio de las floras y faunas insulares que allí se originasen.

A tal conjunto de alineaciones geotectónicas de tipo volcánico, en la zona atlántica que se ha examinado, se añaden otros arrumbamientos de índole geoclástica, situado alguno en el fondo marino de la denominada Mar Pequeña, o sea entre la zona atlántica comprendida entre las Canarias Orientales y la costa africana de Ifni, Tecna y Tarfaya, hasta el sahariano cabo Bojador. En tal territorio, la menor separación entre el continente y las Canarias es de unos 115 kilómetros, que dista Villa Bens de Fuerteventura.

Tal accidente geotectónico de la Mar Pequeña consiste en un estrecho canal submarino, con veriles de mil y más metros; canal situado paralelamente y próximo a la alineación insular Fuerteventura-Lanzarote, y separado del continente por fondos aplacerados muy someros. En la costa africana existen dos niveles de playas levantadas, muy patentes en Ifni. Uno de 50 metros, de época del cuaternario superior, y otro de 10 a 12 metros, de época reciente, que pudiera ser incluso histórica. Por otra parte, las últimas campañas de sondeos en estos parajes, parecen reconocer un escalonado submarino en el somero fondo aplacerado que separa el continente de la alineación insular Fuerteventura-Lanzarote.

Todo esto pudiera explicar que, en épocas humanas del paleolítico, hubiera existido comunicación terrestre entre Africa y las Canarias Orientales, o la separación fuese tan pequeña que los cromañones del continente hubieran podido llegar fácilmente a las islas, explicándose de este modo las acentuadas características étnicas de tipo cromañón que los antropólogos reconocen en los antiguos guanches de Canarias, mientras que los archipiélagos de Madeira y Azores estaban deshabitados hasta que los portugueses se establecieron en ellos.

En la zona litoral africana son numerosas las alineaciones geotectónicas, a las que nos venimos refiriendo. Limitándonos a las que hemos reconocido en los territorios de Ifni y Sáhara Occidental, citaremos algunas:

a) Fracturas tectónicas a lo largo del territorio montañoso de Ifni.

b) Fractura directriz de la formación en época geológica reciente, de la alineación litoral sahariana, constituida por las sebjas: Ergila (Puerto Cansado), Tah, Umad Ora, etc.

c) Alineación costera entre cabo Juby y el paralelo 25°, al Norte de cabo Bojador.

d) Falla longitudinal de la bahía de Río de Oro.

Todas estas alineaciones tectónicas, como otras varias más antiguas situadas en el interior del litoral sahariano, están dirigidas de NNE. a SSW., siendo paralelas entre sí y con el arrumbamiento general de la costa Nordoccidental de Africa. Reglan la disposición geotectónica del Sáhara Occidental y de Ifni, y prolongadas idealmente son aferentes a la entrada del Estrecho y pudieran corresponder a fenómenos geotectónicos, concomitantes con los de este importante accidente geológico.

De lo expuesto puede deducirse que el fenómeno geotectónico del estrecho de Gibraltar no está limitado a los extremos meridional de España y septentrional de Mauritania, sino que tal espacio corresponde a la porción central de un gran accidente geotectónico entre dos importantes compartimientos, bloques o témpanos de la corteza terrestre, prolongándose hacia el Este el accidente geológico, en larga alineación de zona de mínima resistencia, hasta el extremo oriental del Mediterráneo occidental. Hacia el Oeste, la depresión o rotura geotectónica se diversifica en alineaciones de geoclasas divergentes, que en muchos parajes han servido de salida a los magmas volcánicos edificadores de las islas de los archipiélagos y de los bancos rocosos submarinos, asimismo de formación volcánica, agotándose el esfuerzo geoclástico al actuar en haces divergentes, perdiéndose en las amplitudes del fondo del Atlántico y del litoral occidental del Noroeste del continente africano.

EL MAR DE ALBORAN Y SUS COSTAS

Cuando desde el Atlántico se pasa la angostura del Estrecho de Gibraltar y se traspone la portada que forman el Peñón del lado europeo y el promontorio de Ceuta del lado africano, se entra directamente en el Mediterráneo; sin que exista ensanchamiento a modo del pórtico que precede al Estrecho, en el lado oriental, como le hay en el occidental. Las líneas de costa, a uno y otro lado, se abren con amplitud hacia el Norte y hacia el Sur, respectivamente, e incurvándose suavemente, forman el extenso óvalo del mar de Alborán; porción la más occidental del mar Interior.

El eje mayor del óvalo del mar de Alborán coincide con el paralelo 36°, que sirve también de eje al Estrecho de Gibraltar. Próximamente en el cruce de dicho paralelo con el meridiano 3° W. de Greenwich, sobresale de la superficie del mar, en situación céntrica, el islote volcánico de Alborán, al que debe su nombre el compartimiento mediterráneo.

A partir del meridiano 2°, el Mediterráneo se ensancha hacia las Baleares, presentando profundidades que rebasan los 2.000 metros. La

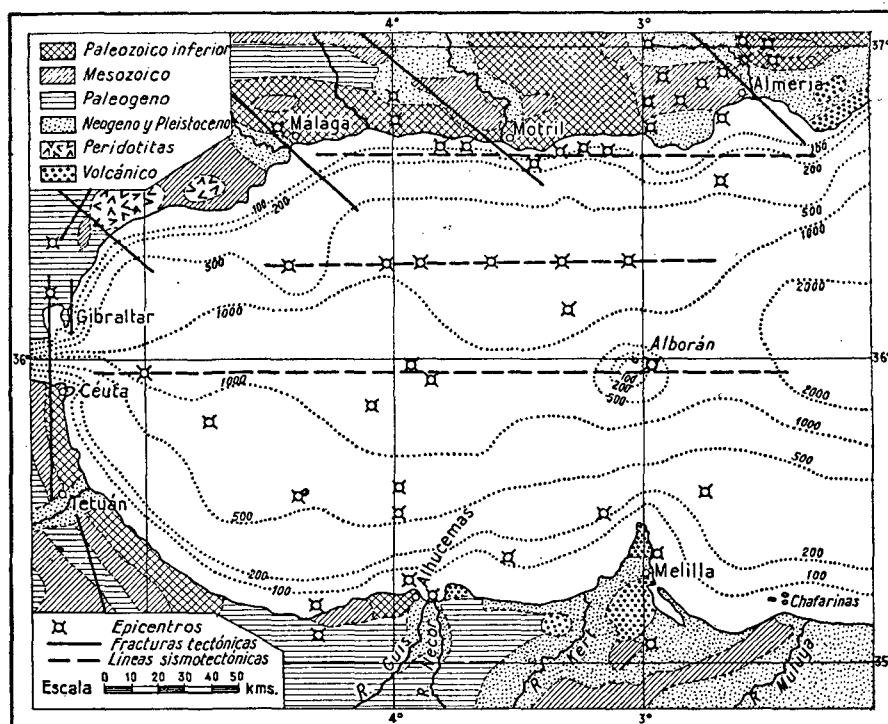


Fig. 114.—Características geológicas y geofísicas del mar de Alborán.

costa española cambia bruscamente de dirección, arrumbándose en general al NNE. Por todo ello, el mar de Alborán debe suponerse limitado al Este, en las inmediaciones del citado meridiano 2°; terminando la costa española, que circunda al compartimiento marino, en el cabo de Gata, de constitución volcánica; y la del lado africano en cabo de Agua, junto al cual están las islas Chafarinas, también de naturaleza volcánica. Así, deslindando el mar de Alborán, comprende su óvalo longitud de unos 300 kilómetros de Oeste a Este, por anchura media de unos 160 kilómetros (fig. 114).

La batimetría del mar de Alborán indica profundidades con patentes analogías en todo el circuito, tanto en el español como en el mauritano, descendiendo el fondo rápidamente desde la costa hasta alcanzar el veril de los 200 metros a distancia de la orilla, comprendidas, por término medio, entre los tres y los ocho kilómetros; de tal modo que la pendiente litoral emergida continúa también escarpada, bajo la superficie marina. Unicamente en la costa oriental marroquí, a uno y otro lado del gran saliente de la península de Kelaya, la pendiente submarina es menos pronunciada, y la línea de veriles de los 200 metros está más alejada de la orilla de lo que es general en el contorno costero.

La curva batimétrica de los 500 metros es de contorno irregular, sin relación ni analogía con la figura de la costa ni con la curva de los 200 metros; irregularidad que indica que el relieve del fondo marino es también variado y complejo.

La zona de los 2.000 metros ocupa ancha banda a lo largo del eje, con dos ensanchamientos hacia los extremos y angostura centrada, en la que asoma la montaña volcánica de Alborán. En el extremo oriental la profundidad rebasa los 2.000 metros, continuando hacia el Este por la fosa situada al Sur de las Baleares y al Norte de Argelia.

Todo el contorno del mar de Alborán presenta características comunes respecto a relieve y constitución geológica; tanto en el borde hispano como en el mauritano.

Litoral español del mar de Alborán.

El litoral español del mar de Alborán es todo él montañoso, llegando los relieves hasta la misma costa, que tiene al respaldo, en el litoral malagueño, a Sierra Bermeja, de Tolox y Mijas, correspondientes a las serranías rondeñas. En el sector granadino, las de Almjara, Alpujarras y Contraviesa, del conjunto penibético que culmina en Sierra Nevada. Corresponden al litoral de Almería la sierra de Gádor y el volcánico cabo de Gata, con roquedos de andesitas.

La orla montañosa que encuadra el óvalo que forma el mar de Alborán está surcada por ríos, en general torrenciales, que nacen en las sierras situadas al respaldo; ríos cuyos tramos de desembocadura no son en estuario, como en el mar Cantábrico, en donde lo sumergido corresponde a una plataforma costera, de la que queda parte adherida al continente. Tampoco hay en el litoral del mar de Alborán nada equivalente a valles sumergidos, como en Vasconia y en Galicia, sino que los abundantes arrastres torrenciales rellenaron zonas litorales de los cauces, y aun formaron extensas planicies de delta, como el Guadalhorce

en Málaga. La submersión de origen geotectónico, y en cierto modo geoclástico que originó el mar de Alborán, produjo, en gran parte, los flancos montañosos, especialmente en la banda sumergida de la orla orográfica. Tal disposición hace que la costa, especialmente la del Norte, sea seguida, y, en general, desabrigada de los frecuentes y violentos temporales de Levante.

En el derrotero de la costa española se señalan como principales accidentes, puertos y poblaciones, de W. a E., las siguientes: Estepona,

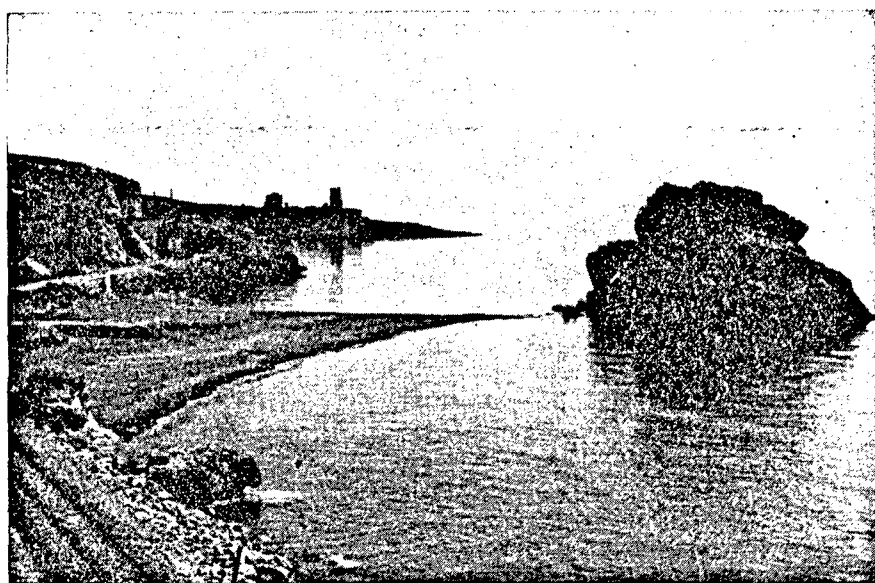


Fig. 115.—Costa malagueña al Este de la ciudad, pasado el barrio del Palo.

(Foto. Hernández-Pacheco, 1905.)

en la base de Sierra Bermeja, con puerto y limpia playa; Marbella, junto a la sierra de Mijas, de terreno quebrado y pintoresco; Fuengirola, al resguardo del Poniente, con buen fondeadero y extensa playa; Mijas, en la base del extremo oriental de la sierra de este nombre; Málaga, la más importante ciudad del litoral, con excelente y amplio puerto, al pie de empinado cerro, con al castillo de Gibralfaro en la cumbre, que sirve de referencia y enfilación a los buques, desembocando junto a la ciudad el Guadalhorce, abierto en amplia vega y con extensa llanura del delta. Se prolonga la playa de Málaga con algunos accidentes pintorescos (fig. 115) hasta Vélez Málaga, también con puerto abrigado de los vientos del Oeste y costa escarpada hacia el Este. Nerja y Torrox están próximas, separadas por abrupta y peñascosa costa en la

solana y con buenas vegas, presentándose tramos de altos acantilados hacia el Este.

En el meridiano de Granada está la desembocadura del Guadalfeo, río torrencial que recoge aportes de Sierra Nevada, de las Alpujarras y de la sierra litoral de Almería; pasado el tramo de desembocadura, entre Salobreña, al Oeste, está la ciudad de Motril en la margen izquierda, en el centro de amplia y fértil llanura de acarreos fluviales, con vegas irrigadas por las aguas del río, recogidas y encauzadas. Al Este de Motril la costa forma un corto tramo saliente, que se prolonga, formando el cabo Sacratif, avance que separa la abierta rada de Motril de la amplia, situada al Este, en la que están Albuñol y Adra; Albuñol, situado en la ladera izquierda de una barrancada de la Sierra Contraviesa, fué casi destruido por los terremotos de 1884. Adra está edificada en un cerro costero, inmediato a la desembocadura del río Adra, y tiene buen fondeadero, al abrigo de los levantes, y concurrido por los barcos de cabotaje. La costa en estos tramos de las provincias de Granada y Almería es, generalmente, de altos acantilados.

Desde Adra, hacia el Este, la costa es baja, con algunas albuferas, sobresaliendo hacia el Sur un tramo de anchura de una veintena de kilómetros, entre las puntas de las Sentinas y de Elena, con un fondeadero intermedio de barcos pesqueros. Tal saliente de la costa, con el cabo de Gata en la otra banda, forman el golfo de Almería, abierto al Sur, que tiene de abertura unos 40 kilómetros por unos 15 de saco; con fondos de 200 metros en la cuerda del arco, y de 50 en la zona media de la curva, muy cerca de la costa. Esta es baja en los extremos y, en la zona media, de altos acantilados de calizas triásicas, sobre las que va la carretera en trayecto de una decena de kilómetros. El puerto de Almería es, en la actualidad, uno de los principales del Sureste peninsular. En épocas pasadas, durante el dominio de los moros en la mitad meridional de Hispania, fué el más importante puerto comercial de exportación de productos y manufacturas y de importación de mercancías procedentes del Oriente mediterráneo. En el cabo de Gata termina el litoral Norte del mar de Alborán, pues la sierra del cabo de Gata, de naturaleza volcánica, tiene alineación al NE. y corresponde al segmento costero del Sureste peninsular (fig. 116).

Aparte de las características geográfico-geológicas se caracteriza la costa mediterránea del Sur de España por el jalonado a lo largo de ella, en sitios destacados, de antiguas torres de defensa, que actualmente sirven de referencias topográficas, y que cuando se edificaron fueron atalayas para vigilar el mar y los parajes de posibles desembarcos, y dar aviso a las poblaciones y habitantes del litoral de la llegada de ene-

migos. En la época del gran desarrollo de la piratería mediterránea y de las irrupciones de las escuadras y barcos turcos y berberiscos en plan de saqueo y presa de cautivos en el litoral hispano, estas torres, hoy accidentes en el paisaje, al que entonan y dan belleza, desempeñaron humanitario cometido.

Los pueblos y ciudades mencionados en el derrotero de la costa Norte del mar de Alborán tienen muchos de ellos abolengo romano y al-

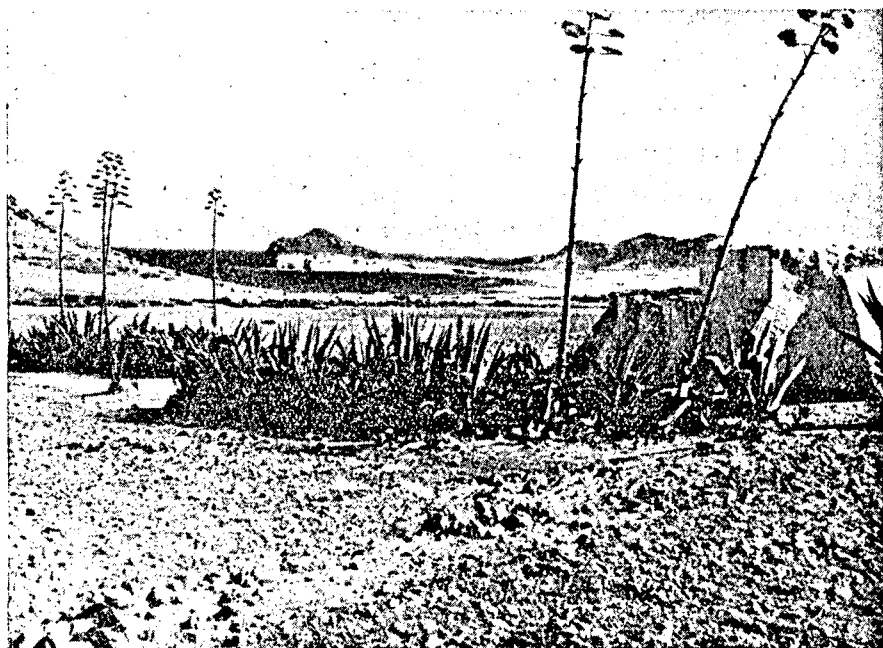


Fig. 116.—Costa de Almería en la zona del cabo de Gata. Cala de los Genoveses en El Morrón.

(Foto Hernández-Pacheco, 1954.)

gunos prerromano; fueron en aquella época centros pesqueros y conserveros, y siguen siéndolo. No es la fauna ictiológica completamente la misma que la del Atlántico hispano, ni la fecundidad en peces comparable con la del Cantábrico y del amplio seno marino del golfo de Cádiz, ni, por lo tanto, tan potente la industria conservera; pero tiene la fauna marina mediterránea especialidades y abolengo plurimilenario.

Lo que da característica más notable a la naturaleza de la costa mediterránea meridional de la variada Hispania es la especial vegetación, cultivada en las fértiles vegas en solana del luminoso y cálido litoral cuyas poblaciones se han relatado; donde se producen los opulentos vi-

ñedos que proporcionan el vino de Málaga y las pasas moscateles; los naranjos y limoneros; las higueras, que nunca fallan en abundante fructificación anual; los almendros; los granados, con frutas mostrando su exuberancia de rojos y dulces granos; los plantíos de caña de azúcar que los árabes trajeron de Oriente; las plataneras, de colosales racimos; las batatas prolíferas; el chirimoyo y diversidad de frutos intertropicales, especialmente americanos, que han encontrado en estos parajes del extremo Sur de Europa ambiente natural, como el de sus países de origen.

Litoral africano del mar de Alborán.

La mitad meridional de la orla continental del mar de Alborán es asimismo montañosa, con serranías junto a la costa desde el Yebel Musa a los abruptos relieves calizos que encuadran el ameno y espacioso valle de Tetuán; continuando hacia el Este las sierras de Gomara y las derivaciones del Rif, formando accidentes litorales.

La costa meridional del óvalo marino presenta patente analogía y simetría con la septentrional, pero los accidentes costeros son más variados y acentuados, predominando los acantilados respecto a las playas. Un primer tramo de costa, con arrumbamiento Norte a Sur, existe entre la península de la Almina, en el promontorio de Ceuta, y el rocoso cabo Negro, formando ensenada abierta al Este, con abra de unos 22 kilómetros, por unos cinco y medio de saco, con buenos fondos.

Entre el cabo Negro y el cabo Mazari está la rada del río Martín, algo más pequeña que la anterior, pero con otras características, pues en ella desemboca dicho río, que con su aluvionamiento ha formado una costa baja con extensa playa; llanura que se utiliza como aeródromo. El río Martín es navegable para lanchas y barcos de poco calado unos cuatro kilómetros hacia Tetuán, que es la principal ciudad del Norte de Marruecos, situada a unos 10 kilómetros de la costa. Desde cabo Mazari hasta punta Pescadora, en trayecto de unos 60 kilómetros, la costa forma arco muy abierto y está accidentada por pequeños salientes rocosos. Desde punta Pescadora, la costa es muy abrupta, con acantilados, ensenadas y salientes poco avanzadas. Al pie del cantil de Pescadora se ha edificado el poblado de Puerto Capaz y el de Villa Jordana, con un pequeño muelle frente al peñón de Vélez de la Gomera, destacado de la costa. Desde este peñón hacia el Este, debido a la constitución litológica del litoral, principalmente de calizas jurásicas y roquedos paleozoicos, materiales resistentes a la erosión, existe costa escarpada con altos acantilados y accidentes pintorescos y alguna playa,

como la de Ixdain; tramo que se extiende hasta la rocosa punta del morro, en la entrada a la bahía de Alhucemas.

Al final del referido tramo rocoso, entre el morro del Oeste y el cabo Quilates, está la espaciosa e importante bahía de Alhucemas, con abertura de unos 15 kilómetros, y saco de más de ocho. Dentro de la bahía, inmediato al borde costero, se alza el peñón de Alhucemas, que, como el de Vélez de la Gomera, están ocupados por España desde hace siglos. Recientemente se ha edificado, en paraje adecuado de la costa occidental de la bahía, la ciudad de Villa Sanjurjo y construido un buen puerto. En el entrante costero desembocan los ríos Guis y Nekor, de régimen torrencial y procedentes del Alto Rif, que unen sus conos de deyección, originándose en el fondo de la bahía amplia y fértil vega, semejante por su fisiografía, clima y producciones, a las fructíferas de la costa española de enfrente.

Accidente saliente, el más importante de la costa mauritana del mar de Alborán, es la peñascosa península de Guelaya, que avanza hacia el Norte unos 25 kilómetros, situada en el mismo meridiano que la isla de Alborán, y que termina en el cabo Tres Forcas por tres puntas de roquedos lávicos. En la base oriental de la península está edificada la ciudad de Melilla, que está dotada de excelente puerto.

La zona litoral que se extiende hacia el Este es, en general, de poco relieve, predominando llanuras semiesteparias, con analogía climatológica con el seco litoral español de Almería. Accidente costero importante es la extensa albufera denominada Mar Chica, de una veintena de kilómetros de longitud por unos seis a ocho de anchura; laguna costera separada del mar por larga y estrecha restinga de arena y con comunicación circunstancial con él mediante bocana situada del lado de la ciudad. Más hacia el Este se aproxima a la costa el monte Tessan (483 m.) y la sierra de calizas liásicas de Quebdana, que forma el límite occidental del valle del río Muluya, sierra que termina en cabo de Agua, frente al cual están próximas las isletas Chafarinas, de naturaleza volcánica. A poco terminado Marruecos, la costa tiene arrumbamiento al Noroeste y acaba el litoral del mar de Alborán.

Constitución geológica del litoral del mar de Alborán.

Los territorios que por el Norte y el Sur encuadran y bordean al mar de Alborán presentan patente analogía estratigráfica y geotectónica, como si uno y otro hubieran correspondido, en el transcurso de los tiempos de la historia geológica, a un mismo país, afectado en su con-

junto por las mismas perturbaciones, vicisitudes y grandes transformaciones geológicas.

La geología del territorio africano del Protectorado español de Marruecos, al que corresponde el litoral meridional del mar de Alborán, ha sido estudiada en lo que va transcurrido del presente siglo. Destacan en una primera época las investigaciones de Alfonso del Valle, relativas a geología estratigráfica, y las de L. Fernández Navarro, pertinentes principalmente a petrografía. Con motivo del Congreso Geológico Internacional de Madrid de 1926, Juan Gávala, J. Milans del Bosch y el citado Del Valle, resumieron lo conocido en tales respectos en un muy documentado Libro-Guía, siendo el autor de lo referente al litoral español del Estrecho Juan Gávala; de la zona marroquí, Milans del Bosch, y A. del Valle, de la porción correspondiente a Guelaya. Por Paúl Fallot, con la cooperación de L. Marín, se ha publicado una obra de conjunto en la que se estudian los diversos aspectos de la investigación geológica pertinente a los territorios del Norte de Marruecos. Un estudio de sus características geológico-fisiográficas del Norte de Marruecos es el relatado en su publicación de 1943 por Francisco Hernández-Pacheco. Por lo que se refiere al problema geológico del Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, se publicó, entre las Memorias presentadas al Congreso de Córdoba, en 1944, de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, la titulada «Los problemas geofísicos del Estrecho de Gibraltar», por J. Cubillo Fluiters, en la que está recogido lo pertinente a tal asunto y, especialmente, las observaciones y deducciones respecto a sismología, de Alfonso Rey Pastor.

Las formaciones geológicas de las costas españolas del mar de Alborán corresponden principalmente a terrenos metamorfizados del paleozoico inferior, metamorfismo que en las zonas orientales, por Almería alcanza a gran parte del triásico, en sus tres niveles típicos litológicos. Tales características se señalan con grandes extensiones desde Estepona (Málaga) a Almería. Conjuntamente con el complejo más o menos metamorfizado del paleozoico inferior (cámbrico o silúrico) se presentan mesozoicos no metamorfizados, preponderando el triásico; terrenos mesozoicos que están al respaldo de la zona costera y que, con frecuencia, forman accidentes litorales.

Respecto al neozoico, importantes depósitos del mar plioceno se escalonan, a lo largo de la costa mediterránea del Sur de España; siendo los yacimientos más conocidos los de Marbella, Málaga, Vélez-Málaga, Nerja y Almería. Entre Estepona y Fuengirola, las formaciones pliocenas forman faja costera, en la cual los depósitos se elevan hasta los 76 metros de altitud, con dos niveles fosilíferos: el interior, plas-

ciense, de margas azuladas, y el superior, astiense, de molasas. En Marbella, en el paraje de San Pedro de Alcántara, hay un tercer nivel arenáceo, fosilífero, que corresponde a la zona más superior del plioceno.

Los depósitos pliocenos de Málaga ocupan gran extensión en la vega del Guadalhorce. Yacimiento muy fosilífero y estudiado es el de los Tejares, con los niveles típicos: plasenciense, de margas, y astiense, de molasas; semejantes a los típicos italianos.

Los yacimientos de Vélez-Málaga presentan particularidades interesantes. A las arcillas y margas azules plasencienses se superponen arenas arcillosas amarillentas, muy fosilíferas del astiense, cubiertas a trechos por un conglomerado aluvial, o sea de origen terrestre, como ocurre en el golfo de Cádiz; alcanzando la formación más del centenar de metros de altitud, que Mallada hace ascender hasta los 300 metros. Otra particularidad es la inclinación de los estratos pliocenos, que es de 20° en Torre del Mar. En los cerros del Mayate, de Vélez-Málaga, la formación pliocena tiene 55 metros de espesor y está constituida por un nivel de base formado por cantos cuarzosos y fragmentos de pizarra, que pasa a caliza tosca amarillenta, o sea a molasa. Las capas buzan intensamente hacia el SSW.

El plioceno del golfo de Almería ha sido estudiado por Gignoux y Fallot. Está constituido por gran espesor de molasas margosas amarillentas y calizas bastas, a las que se superponen otro potente nivel muy detrítico de conglomerados y areniscas. El espesor pasa de los 60 metros. El mar plioceno de Almería se extendía hacia el Este y el Oeste del litoral, penetrando hasta el fondo del valle del río Andarax, y emitía una gran prolongación oriental que pasaba entre la sierra de los Filabres y la de Alamilla, sobresaliendo esta última en forma de isla.

La orla costera meridional del mar de Alborán coincide, por su constitución geológica, con la septentrional. En el extremo occidental, en la entrada al Estrecho, la ingente mole de caliza jurásica del Yebel Musa, hace frente al Peñón de Gibraltar, de la misma naturaleza litológica, separados por el gran accidente geológico que formó el Estrecho; accidente tan patente, que originó el antiguo mito de Heracles abriendo con ímpetu violento la comunicación entre el Mar Interior y el Exterior Atlántico.

La costa de la banda mauritana del mar de Alborán está formada, desde Ceuta hasta Punta Pescadores y Puerto Capaz, por terrenos pre-paleozoicos y del paleozoico antiguo, en general metamorfizados, las cuales reaparecen en la costa a Occidente de la bahía de Alhucemas. Tales terrenos deben formar, en muchos parajes donde no asoman al descubierto, el substrato de las formaciones de flysch y del mioceno.

Los terrenos mesozoicos están al interior; a más del Yebel Musa, pueden citarse los manchones triásicos inmediatos a Tetuán y la sierra jurásica de Quebdana, que limita el valle bajo del Muluya en el extremo oriental de la zona. En todo el litoral, prolongándose hacia el interior, predominan las formaciones del terciario marino, constituidas por formaciones calcáreas, areniscosas y margosas, en depósitos en general poco plegados, originando territorios con frecuencia muy abarrancados. La facies más extendida es el flysch, de edad eocénica.

Desde la bahía de Alhucemas, hacia el Este, en la cuenca baja del Kert, en la base de la península de Guelaya y por los llanos del Garet, hacia el Este, predomina el mioceno, en sus tres niveles: burdigaliense o mioceno inferior; el helvetiense, del medio, que es el más desarrollado, y el sahelense, del superior.

En grandes espacios costeros a la formación del flysch se superponen depósitos transgresivos del plioceno, que a su vez suelen estar cubiertos por formaciones superficiales de aluviones cuaternarios o depósitos tobáceos de formación subárea.

En el valle del río Martín un entrante del mar plioceno dejó sus sedimentos en la vega de Tetuán, llegando el golfo muy al interior, a la base de los macizos del Haus y de Beni-Hosmar.

En el conjunto del Sur hispano y banda septentrional mauritana durante la segunda mitad del neozoico, los territorios inestables que allí existiesen estarían sujetos a invasiones de mares epicontinentales en alternativas transgresiones y regresiones marinas durante el mioceno y, principalmente, en las épocas pliocenas.

Formaciones volcánicas.

A tales fenómenos de inestabilidad de los compartimientos terrestres se unen los de índole volcánica. La terminación oriental de la costa española del mar de Alborán se señala por el extenso campo volcánico que constituye la sierra de Gata, denominación derivada de «Sierra de las ágatas», por la gran abundancia y variedad en ella de tales piedras finas. El carácter volcánico fué determinado en el siglo xvii por el naturalista Rojas Clemente. Constituye extensa comarca arrumbada de NE. a SW. de unos 24 kilómetros de largo por unos cinco a seis de anchura, con altitud de hasta 417 metros. Petrográficamente corresponden los materiales volcánicos a dos series principales: andesítica y liparítica, con gran complejidad y variedad, estudiadas por Calderón y el doctor Ossan. Las erupciones fueron principalmente mediante grietas, estan-

do los aparatos volcánicos muy destruidos. Las erupciones comprenden dos períodos: uno, anteplioceno, y otro, plioceno.

La isla de Alborán es de figura triangular, con longitud de unos 600 metros cada lado y de 300 el tercero, elevándose una veintena de metros sobre la superficie del mar. La parte que emerge de la montaña volcánica es una masa de tobas andesítico-augíticas, de erupciones submarinas, pues en los ejemplares examinados por Macpherson encontró restos de briozoos y rizópodos. La constitución petrográfica tiene grandes analogías con los materiales volcánicos de Sierra de Gata.

Las isletas Chafarinas están situadas a unos cuatro kilómetros de cabo de Agua, en el extremo sudoriental del mar de Alborán. Fueron ocupadas oficialmente por España en 1848. Han sido estudiadas por Calderón y después por Fernández Navarro, y corresponden petrográficamente al conjunto volcánico del Sureste español, conjuntamente con cabo de Gata y Alborán, procediendo de volcanes homogéneos de erupción submarina. Las islas están formadas por lavas compactas andesíticas, tobas, y con porciones de una cobertera de caliza sedimentaria, de uno a tres metros de espesor. Por la constitución de las rocas volcánicas la formación de las islas parecen corresponder al segundo período eruptivo de la serie volcánica del Sureste de España, en época pliocena. Tales características y la presencia de la cobertera caliza sedimentaria hacen suponer a Calderón un levantamiento del fondo marino y emersión de las islas, con posterioridad a la consolidación de la roca eruptiva y cementación de la caliza.

Las Chafarinas son tres: la mayor, denominada del Congreso, es la más occidental, de contorno próximamente circular y relieve muy accidentado, diámetro medio de un kilómetro y altitud máxima de 67 metros. La denominada de Isabel II ocupa situación entre las otras dos; es circular y llana, con diámetro medio de unos 700 metros y altitud de 53. En esta isla central es donde radica la población, principalmente de pescadores. La tercer isla, o del Rey, es de contorno y superficie muy irregular; tiene altitud de 47 metros. Por la disposición que tienen entre sí las isletas y la posición de cabo de Agua, constituyen las Chafarinas seguro y buen fondeadero.

En el mismo meridiano que la isla de Alborán está el cabo de Tres Forcas, con sus potentes emisiones volcánicas y coladas lávicas. En la prolongación al Sur está el gran macizo volcánico del Gurugú, y no muy alejado, al Poniente, al otro lado del río Ker, el del Monte Mauro. No existen en ellos aparatos volcánicos claramente definidos por conos, cráteres y coladas, sino acumulaciones y mantos lávicos, que forman altos y rudos macizos. Las emisiones son con preponderancia de andesi-

tas, traquiandesitas y también basaltos y labradoritas, y en menor proporción traquitas.

Las formaciones volcánicas de la península de Guelaya ocupan el extremo del cabo de Tres Forcas, con abruptos y altos promontorios, rudos acantilados y rocosas isletas y farallones, al Este y al Oeste del cabo.

El macizo volcánico del Gurugú es el más extenso, formando gran intumescencia de 910 metros de altitud, con pendiente abrupta del lado del mar, correspondiente al plano de falla y labio hundido de la geoclasea por la que se efectuaron las emisiones lávicas. En relación con la gran mole eruptiva del Gurugú están los potentes yacimientos ferríferos, con riqueza en hierro superior al 60 por 100, con ciertas cantidades de piritas, que hace se tueste el mineral, previamente a su embarque en el puerto de Melilla.

El macizo más pequeño, del Monte Mauro, es de análogas características que el del Gurugú. En el litoral, hacia el Oeste, otra masa basáltica constituye el promontorio del cabo Quilates, que forma el morro oriental de entrada a la bahía de Alhucemas. Las emisiones lávicas del conjunto de los cuatro centros volcánicos son del final del mioceno y del plioceno, extinguiéndose las manifestaciones volcánicas en el transcurso del pleistoceno.

Otro tipo de rocas eruptivas, completamente diferentes de las volcánicas mencionadas, existen en la orla costera meridional del mar de Alborán. Son de tipo básico, del grupo de las peridotitas y serpentinitas. Los yacimientos peridotíticos están situados en la zona costera metamórfica y paleozoica. Uno de los yacimientos es un dique de un espesor de unos 200 metros que corta casi verticalmente el neis en el istmo que separa la ciudad de Ceuta del Monte Acho. Otro afloramiento es en el cabo de Tres Forcas, atravesando un manchón silúrico. Un tercer yacimiento es de situación intermedia entre los anteriores en la costa entre Ceuta y Punta Pescadores, al Oeste del río Mter. Tales rocas eruptivas son de época muy anterior al neozoico, y parecen representar asomos meridionales del gran batolito peridotítico de la Serranía de Ronda, que se manifiesta al exterior por grandes manchones en el litoral entre Málaga y Estepona; emisiones que fueron datadas por Orueña como paleozoicas, de época orogénica hercínica. Probablemente corresponderán a emisiones póstumas hercínicas; posiblemente en el período pérmico, lo cual no es incompatible con el dato que aduce Orueña de existir granos de peridotita en las areniscas triásicas de la Serranía de Ronda.

Origen y formación geotectónica del mar de Alborán.

Diversas opiniones han sido emitidas por los geólogos respecto al enlace o independencia de las dos cordilleras, la Bética y el Rif, situadas al respaldo de las costas del mar de Alborán. Para Macpherson, Suess, Calderón, Gentil, Stille y Cueto, las dos cadenas se enlazan a través del Estrecho de Gibraltar; para Termier, Kober, Staub y Fallot, el Estrecho establece separación entre dos sistemas orográficos y orogénicos diferentes en su esencia. Discrepancias también se han expresado respecto a la constitución autónoma, o no, de los terrenos geológicos que forman las dos cordilleras, la Bética y el Rif.

Nuestra opinión en este respecto es considerar autóctona la orla metamórfica paleozoica del litoral Norte del compartimiento geológico que se estudia, y también el ingente monolito estrato cristalino que forma Sierra Nevada, de naturaleza principalmente pizarrosa y de edad paleozoica inferior, según se ha comprobado por el hallazgo de trilobites silúricos, que escaparon al efecto destructor del metamorfismo.

Parece asimismo comprobado, en el gran conjunto mesozoico de la cordillera Bética, la existencia de paquetes de estratos despegados del substrato y corridos principalmente sobre las margas triásicas y dispuestos en situación anormal, pero en límites muy restringidos y procedentes de distancias, a lo más, de muy pocos kilómetros.

Análogamente P. Fallot, en sus investigaciones pertinentes a la tectónica del Norte de Africa, considera autóctona a la orla montañosa que bordea por Africa al mar de Alborán; y también autóctona la mitad septentrional de la cadena del Rif; estimando que los corrimientos del paleozoico, cubriendo los macizos meridionales, deben de ser de poca amplitud; y asimismo los mantos interiores de la cordillera rifeña deben considerarse como accidentes relativamente locales.

Por otra parte, se han explicado diversas características geotectónicas del compartimiento del mar de Alborán, por efecto de las geoclásas y fallas en los relieves montañosos que le rodean, fracturas terrestres a las que se las da gran importancia, para los efectos de la explicación de la tectónica de los compartimientos corticales que se estudian. En tales respectos Cavaña señala un conjunto de fallas que son determinantes de los rasgos topográficos del territorio del extremo Sur de España. Señala la depresión tectónica situada al Oeste de la Sierra de Grazalema, y la falla que denomina del Guadiaro, que bordea por el Oeste a la bahía de Algeciras, atravesando el Estrecho hacia Tetuán; falla que puede considerarse continuada por la señalada por Fallot,

con arrumbamiento al Sur, de tal modo que el conjunto de una y otra alineación tectónica forma contorno externo al litoral occidental del mar de Alborán.

La Cordillera Bética, cuyo eje de alineación orográfica está arrumbado de WSW. a ENE., está segmentada por diversidad de fallas transversales que cortan casi normalmente al eje; accidentes geotectónicos que fueron reconocidos por los geólogos de la segunda mitad del siglo XIX, y con más detenimiento, varían de ellas, con motivo de los grandes terremotos de 1884, pues en las zonas de tales fracturas fué donde los sismos fueron más intensos, causando más víctimas y produjeron más destrozos. Rey Pastor (Alfonso), competente especialista en sismología, ha estudiado la geotectónica del país en relación con la sismología y ha señalado diversidad de alineaciones sismotectónicas, de gran interés, y en especial con el problema geológico del Estrecho de Gibraltar y del mar de Alborán. Una principal línea geotectónica, alineada de Oeste a Este, coincide con la línea de costa, desde Málaga a Almería; otra forma el eje longitudinal del óvalo del mar de Alborán, donde está la isla de este nombre, a la salida atlántica del Estrecho; una tercera, con igual rumbo, es intermedia entre las dos anteriores; determinadas todas mediante situación de epicentros de sismos observados. Una alineación sismotectónica, alineada de Norte a Sur, está situada a la entrada mediterránea en el Estrecho, correspondiéndose con el arrumbamiento de las fallas citadas en esta zona. Varias de las alineaciones sísmicas se corresponden, precisamente, con las líneas de fractura a las que nos hemos referido.

El ingeniero geógrafo José Cubillo ha aplicado los principios de la mecánica elástica al problema geológico de la formación del mar de Alborán, considerando al compartimiento de la corteza terrestre donde se originó como una bóveda elíptica, rota y hundida a consecuencia de empujes tangenciales de índole orogénica, teniendo en cuenta los factores gravimétricos y sismológicos que en el fenómeno general han intervenido. De sus especulaciones científicas deduce este autor la formación geotectónica del mar de Alborán.

La formación del mar de Alborán tiene largo proceso en la historia evolutiva de lo que en el transcurso de los tiempos geológicos había de ser la Península Hispánica y los mares que la encuadran. Las características y particularidades que concurren en la depresión geográficogeológica, que actualmente es el mar de Alborán y el Estrecho de Gibraltar, nos hacen suponer que la alineación y accidentes geotectónicos que allí existen constituyen en su conjunto la manifestación más meridional y una de las más importantes de las alineaciones que he-

mos denominado Hispánidas, entendiendo por tales los grandes accidentes geotectónicos que cortan transversalmente al escudo hespérico y a la vieja cordillera de orogenia hercínica, y arrumbamiento general de NW. a SE. Vieja cordillera, ya arrasada, reducida a retazos y a raíces de pliegues, y a la que venimos designando con la denominación de Cordillera Hespérica.

Entre los principales accidentes geotectónicos de las Hispánidas, póstumos a la orogenia hercínica, se encuentran, según hemos referido, la Cordillera Central, la fosa Carpetana, la depresión del Guadiana medio, el borde frontal de la Sierra Morena y la depresión del valle Bético.

La hercínica Cordillera Hespérica se prolongaría al Sur de la actual depresión del valle Bético, y uno de sus restos sería la vieja mole de Sierra Nevada; dislocada, englobada y alzada por efecto de la nueva orogenia alpina. También deben considerarse como residuos de la vieja cordillera Hespérica los terrenos estratocristalinos y del paleozoico antiguo que forma la orla del mar de Alborán, a su vez englobados en la nueva orogenia; al modo como en la construcción de un nuevo edificio entran porciones del viejo que allí existiera. De lo expuesto puede deducirse que en el conjunto de accidentes geotectónicos, que hemos englobado en la denominación genérica de Hispánidas, debe contarse como uno de los más importantes la zona de mínima resistencia, con arrumbamiento de Este a Oeste, de lo que ahora es mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar. Zona inestable, ocupada por mares epicontinentales en largos períodos de la historia geológica; que serían tierras emergidas cuando durante el Mioceno comunicaban Mediterráneo y Atlántico por otros parajes que en la actualidad, zona de mínima resistencia sujeta a transgresiones y regresiones marinas, a emersiones y submersiones del fondo, en relación con los ímpetus orogénicos que originaron la serranía Bética.

La apertura definitiva del Estrecho de Gibraltar es, en nuestra opinión, resultado de recientes fenómenos de dislocación, actuando como fosa de hundimiento, según líneas geoclásticas preestablecidas. El mar de Alborán es una amplia fosa tectónica, ocupada por el mar plioceno, cuyos depósitos jalonan las costas que la circundan. La situación muy elevada de tales depósitos, sobre el actual nivel del mar, y las inclinaciones, a veces muy fuertes, que presentan los estratos, con buzamientos meridionales los situados en la costa Norte, indican la existencia de movimientos de dislocación en épocas muy recientes, posteriores, como es lógico, al depósito del plioceno.

El mar de Alborán es ejemplo claro de los denominados óvalos mediterráneos. Al finalizar el plioceno se produjeron hundimientos en el

contorno peninsular, que motivaron, como efectos compensadores, la elevación de las zonas centrales de la Península, intumescencia a la que corresponden las altiplanicies centrales. A lo largo del litoral africano del mar de Alborán se observan restos de playas levantadas, con abundancia de moluscos en muchas de ellas en diversos sectores de la costa, siendo referibles al cuaternario moderno e indicando movimientos epirogénicos recientes, análogos a las oscilaciones que durante el cuaternario moderno se han realizado en el Peñón de Gibraltar.

COSTAS DEL SURESTE PENINSULAR

Comprende el sector litoral del Sureste la extensión de costa comprendida entre el cabo de Gata, en la provincia de Almería, hasta la península alicantina, avanzada en el Mediterráneo, que termina por los promontorios rocosos de los cabos de San Antonio, de San Martín y de la Nao. El arrumbamiento general de la costa es de SW. a NE., comprendiendo longitud total en línea de aire, de unos 320 kilómetros. Esta larga extensión costera forma dos amplios arcos o senos entrantes, aproximadamente del mismo tamaño: uno, desde el cabo de Gata al cabo de Palos; otro, desde el cabo de Palos al de la Nao, que es el más avanzado hacia el Saliente.

Uno y otro segmento costero cortan las alineaciones orográficas, prolongadas hacia Levante, del sistema orográfico Bético; el primero, principalmente a las alineaciones Penibéticas; el segundo, a las Subbéticas, que se alargan por los territorios de las provincias de Murcia y Alicante. Todo el litoral es de costas de las denominadas de tipo atlántico, o sea con relieves orográficos normales u oblicuos a la alineación general del litoral; en contraste de las de tipo pacífico, en las que alineaciones montañosas y costeras son paralelas, tales en la Península como las cantábricas y las meridionales españolas del mar de Alborán. Se caracterizan las costas de tipo atlántico, que es el caso de las que se estudian, por lo quebradas y abundancia de entrantes y salientes.

En el conjunto costero del Sureste de España incluimos las del archipiélago balear, pues estas islas son porciones emergidas de la prolongación submarina de las serranías Subbéticas, que se alargan sumergidas desde la península alicantina del cabo de la Nao, hasta Menorca. En este caso, como en otros análogos de los mares que encuadran a la Península Hispánica, se observa cuán engañoso es, en los aspectos geológicos, el nivel actual del mar, que con apariencia de estable

y fijo es cambiante y transitorio en sus límites a través de los tiempos, incluso en los recientes de la historia terrestre; pues ni el mar es perpetuo en sus contornos y nivel, ni la tierra es firme en sus cimientos, pudiendo tan sólo parecerlo ante lo fugaz y efímero de los acontecimientos históricos.

Con arreglo a lo expuesto y por sus especiales características, dentro de un tipo común morfológico, subdividiremos el sector litoral del Sureste en tres segmentos: a) Costas del segmento transversal Penibético; b) Costas del segmento transversal Subético; c) Costas baleáricas.

Costas del segmento transversal Penibético.

Comprende desde el cabo de Gata hasta el de Palos, formando la costa amplia curva en golfo, abierto ampliamente al Sureste, cuya cuerda mide unos 170 kilómetros por unos 30 kilómetros en la flecha del arco. Rodeando a la costa, especialmente en la provincia de Almería, están casi juntas las líneas batimétricas de los 100 y de los 200 metros, a distancias de 3 a 6 kilómetros, indicando una rotura o desgaje transversal de las sierras orientales Penibéticas. La línea batimétrica de los 1.000 metros dista de la costa de 10 a 30 kilómetros, comenzando desde tal curva rápido talud a los fondos superiores a los 2.000 metros y a la gran depresión marina situada entre las Baleares y Argelia.

En el litoral, que es el territorio que interesa en el presente estudio, se presenta en diversidad de parajes un sustrato de terrenos metamorfizados, que por su constitución y disposición relativa de formaciones areniscosas, calizas cristalinas y pizarrillas silíceo-arcillosas, parecen corresponder al metamorfismo de los tres horizontes del triásico de facies germánica, las areniscas, las calizas y las margas arcillosas. En otras partes, el triás se presenta con sus características litológicas típicas. En el interior el sustrato metamorfizado aparece en grandes extensiones con grandes espesores y buenas canteras de mármol sacaroideo, predominando en otros sitios las formaciones pizarrosas, asimismo metamórficas. El problema geológico que se plantea es el de la existencia de un sustrato más antiguo que el triásico, bien del paleozoico antiguo metamorfizado, o del prepaleozoico, respecto a lo cual no existe unanimidad entre los geólogos.

Sobre tal conjunto, como sustrato, existen en algunos parajes depósitos marinos del mioceno. Terreno sedimentario que ocupa grandes extensiones y muy abundante es el plioceno, que es, en general, muy fosilífero y ocupa no tan sólo las zonas costeras, sino depresiones in-



teriores, que comunicaban entre sí, por estrechos, destacando en islas montañosas los terrenos antiguos o del triásico y aun de materiales volcánicos. Entre las principales depresiones ocupadas por el mar plioceno están la situada entre Lorca y Totana (Murcia), la zona costera de Mazarrón, Aguilas y de Vera, en comunicación esta última con la de Almería. En la costa el plioceno forma acantilados, a veces muy altos, encontrándose en algunos parajes alzados los depósitos a altitudes hasta de 250 metros en Palazuelos.

La litología y estratigrafía del plioceno del Sureste de España es la siguiente: En el centro y zonas inferiores de los depósitos que re-

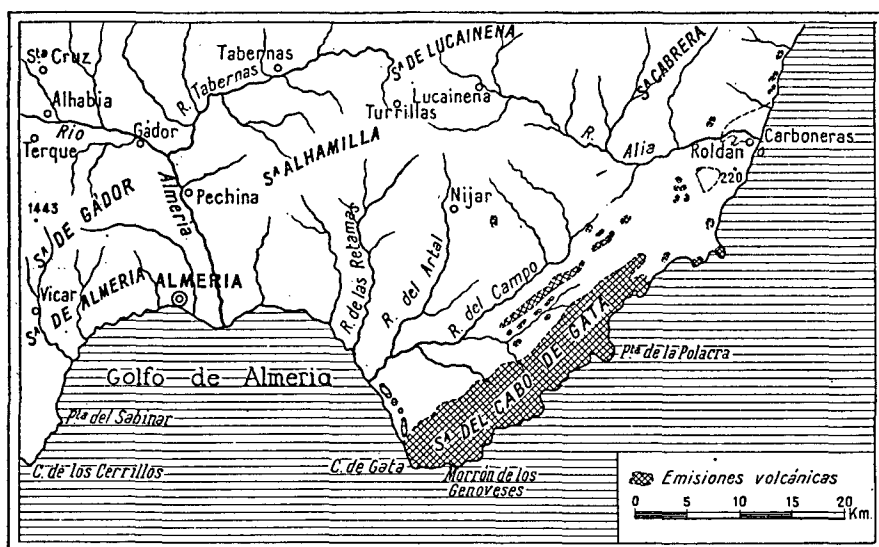


Fig. 117. — Características morfológicas y de constitución volcánica de la zona Sureste del litoral español correspondiente al golfo de Almería y territorio del cabo de Gata.

llenaron las cuencas, existen las margas azules que corresponden al plasenciense. En los bordes de las cuencas y zonas altas de la formación, dominan las molasas y margas areniscosas del astiense. Los niveles más altos al anterior están constituidos por conglomerados aluviales formados en llanuras costeras.

Durante la regresión del final del plioceno y del comienzo del cuaternario se produjo una fase de erosión con formación de terrazas decrecientes en altitud, que señalan las fases de remisión del fenómeno, en relación con los niveles de base sucesivos.

Características del litoral entre los cabos de Gata y de Palos son las abundantes emisiones volcánicas que le jalonan, como la sierra del cabo de Gata, casi toda ella volcánica; siguiendo los cerros y roquedos volcánicos por las sierras Carbonera y Cabrera; los afloramientos eruptivos de Garrucha y Vera, y de la zona de desembocadura del Almanzora. En la costa murciana continúa el jalonado eruptivo por las emisiones de rocas volcánicas de Mazarrón; las de la sierra de Cartagena, y del otro lado del cabo de Palos, los cuatro islotes volcánicos, que emergen en el mar Menor, dan la impresión, por su aspecto, de haberse originado con posterioridad al plioceno. Por su color negro hacen fuerte

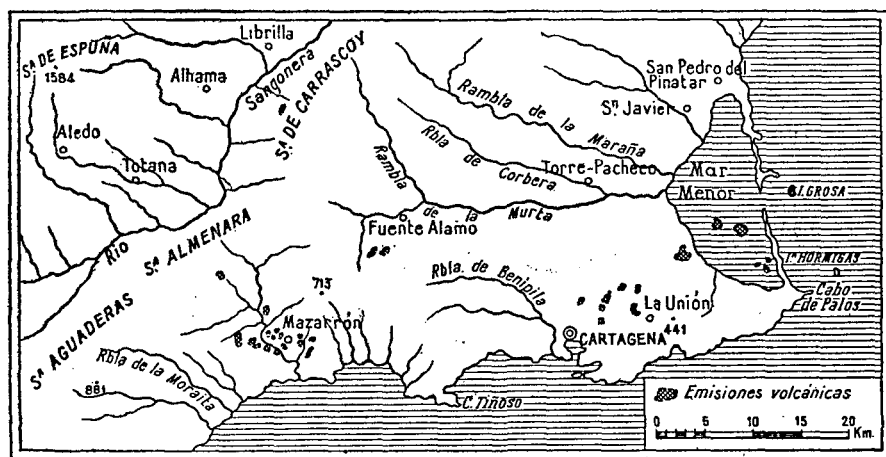


Fig. 118.—Características morfológicas y de constitución volcánica de la zona del Sureste español correspondiente al litoral murciano.

contraste en el paisaje todo blanco y luminoso de la llanura, de las playas y de la restinga, de blanca arena, que encuadran a la extensa albufera del mar Menor (figs. 117 y 118).

El gran conjunto volcánico del litoral del Sureste de España forma unidad con los materiales volcánicos de Alborán y de las Chafarinas, presentando dentro del tipo eruptivo variedad en las especies petrográficas, predominando las liparitas, andesitas, dacitas y traquíticas, y con emisión al final del período volcánico de la especie denominada Verita, por el Dr. Ossan, de características muy vítreas y de tipo básico.

El período volcánico del litoral del Sureste peninsular se inició a fines del mioceno, teniendo extraordinario desarrollo y violencia durante el plioceno, y se extinguió en el pleistoceno con fenómenos de hidrotermalismo, probablemente geisariano. Concomitantes con tales

actividades volcánicas se han producido extensas dislocaciones tectónicas con formación de patentes fallas postpliocenas. También habrán sido fenómenos concomitantes el origen de algunas formaciones filonianas y metalíferas, abundantes en la región.

En relación con la extensión, situación y profusión de los fenómenos volcánicos están los accidentes geoclásticos, de fracturas y fallas y alineaciones sismotectónicas que presenta este óvalo del Mediterráneo

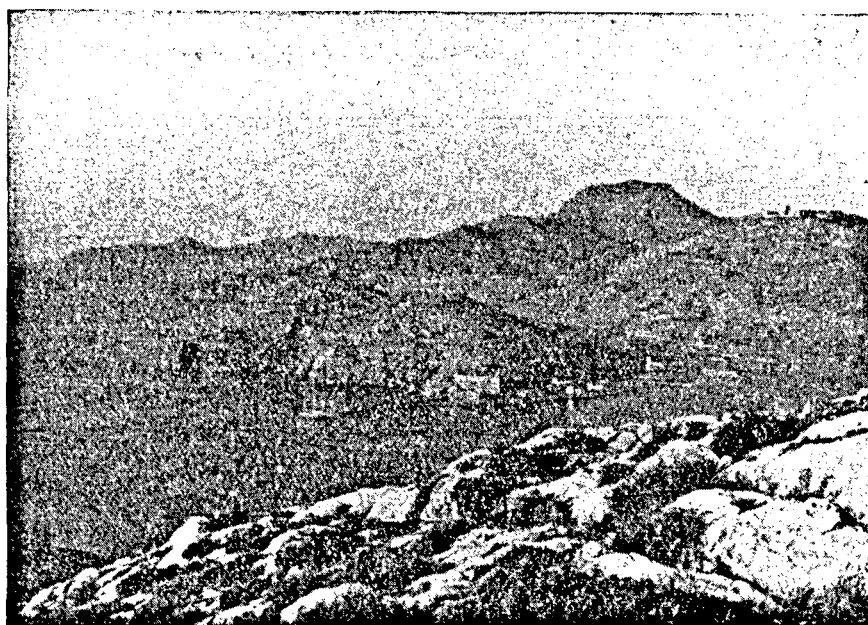


Fig. 119.—Costa del Sureste español correspondiente a la entrada al puerto natural de Cartagena. Calizas triásicas, vista desde el cabezo de San Pedro hacia el Oeste. En último término, el cabo Tiñoso.

(Foto Hernández-Pacheco, 1954.)

español y la frecuente sismicidad; todo ello síntomas indicadores de la no aun completa estabilidad de esta zona litoral de la Península.

El cuaternario marino se manifiesta por un jalonado de depósitos a lo largo de la costa, constituyendo playas levantadas. Fallot y Gigoux, en un recorrido a lo largo del litoral, reconocieron el pleistoceno formado por conglomerados y areniscas flojamente cementadas, en diversos parajes, y en el golfo de Vera (Almería), dos antiguas playas correspondientes a dos plataformas litorales: situada la inferior a 15 metros de altitud, con abundantes especies de moluscos de la fauna

cálida del cuaternario, mientras que en la superior,alzada de 70 a 75 metros, no encontraron especies verdaderamente típicas del pleistoceno, refiriendo ambos niveles al piso tirreniense, o cuaternario reciente. Estos yacimientos y otros varios a lo largo de las costas del Sureste de España contribuyen a confirmar la inestabilidad del territorio.

Se comprende que un litoral de las características geológicas señaladas sea profuso en accidentes topográficos costeros, producidos por el relieve y por la irregularidad y desigual resistencia de los materiales litológicos a la acciones erosivas del mar; constituyendo costa abundante en pequeños puertos, ensenadas, calas, acantilados y grutas, en alternancia con playas, promontorios, islotes, escollos y farallones.

El principal accidente costero es el puerto natural de Cartagena, excelente base militar desde los antiguos tiempos históricos, con entrada en gollete de mucho calado, buena defensa natural y espacioso puerto interior en la ciudad de Cartagena, la más importante del segmento costero (fig. 119).

Costas del segmento transversal Subbético.

Las alineaciones orográficas Subbéticas, que desde la depresión del Guadalquivir vienen con alineación general al Noreste, al llegar al paralelo de Alicante se incurvan en arco y adquieren arrumbamiento de Oeste a Este, adentrándose en el mar frente a la isla de Ibiza y originando la península alicantina del cabo de la Nao.

El conjunto de la costa entre los cabos de Palos y de la Nao dibuja un arco entrante, cuya cuerda es de unos 150 kilómetros y de unos 27 kilómetros la flecha, ocupando situación equidistante de los extremos del arco costero la ciudad de Alicante, con su excelente y abrigado puerto, el más importante del Sureste español.

Los arrumbamientos de las sierras Subbéticas dan lugar a dos tipos morfológicos de litoral y de costa: El tramo meridional, situado entre el cabo de Palos y el puerto de Alicante, con alineaciones orográficas interiores, paralelas a la costa; es de litoral en llanura, constituida por terrenos modernos arenáceo arcilloso y de calizas delezna- bles, originando costas planas abundantes en playas y albuferas. Destaca entre éstas la del mar Menor, con longitud de unos 24 kilómetros, por anchura media de unos 8 kilómetros, con sus cuatro islas volcánicas de negras lavas (fig. 120). Sigue Torrevieja, con sus dos amplias lagunas, en cuyo fondo, al depositarse espontáneamente el cloruro sódico del mar, se origina anualmente una capa de unos 15 a 20 centímetros de espesor. En Guardamar, en la desembocadura del Segura, el li-



Fig. 120.—Vista parcial de la albufera del Mar Menor (Murcia), desde Los Alcázares.

(Foto Hernández-Pacheco.)

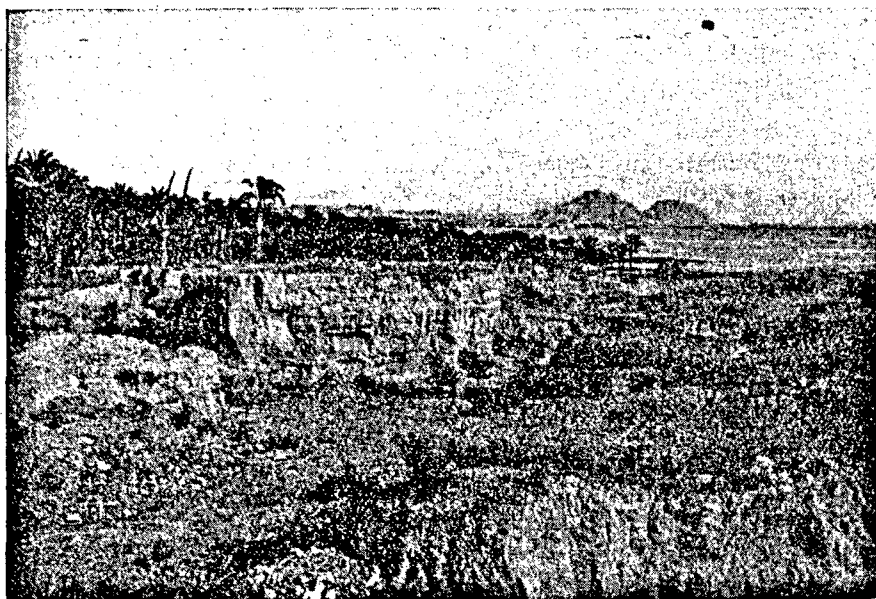


Fig. 121.—Costa y palmeral al Sur de Alicante.

(Foto Hernández-Pacheco, 1917.)

toral está invadido por las dunas, actualmente fijadas. Otra albufera es la de Elche, en llanura de características climatológicas subdesérticas y terreno calcáreo y arcilloso arenisco, que se extiende entre Elche, situada al interior del litoral, Santa Pola y Alicante, al borde del mar, planicie de ambiente africano subdesértico, a la que dan carácter los diversos oasis de palmeras (fig. 121), y entre ellos, el de mayor amplitud, que rodea la ciudad de Elche.

En el tramo septentrional comprendido entre el puerto de Alicante y el cabo de San Antonio, los relieves orográficos, formados por calizas y areniscas coherentes y fuertemente cementadas al triásico, cre-



Fig. 122.—Peñón y playa de Benidorn (Alicante).

(Foto Hernández-Pacheco.)

táceo y numulítico, llegan hasta el borde del mar y originan costas quebradas e irregulares, profusas en entrantes y salientes: acantilados, ensenadas, calas y pequeñas playas; promontorios y peñones destacados, islotes rocosos y farallones, formando tal conjunto topográfico, conjuntamente con pequeños puertos costeros, caseríos y agricultura de plantío, costa pintoresca y amena en todo tiempo. Son los principales accidentes costeros del tramo: el cabo de las Huertas, que resguarda por el Norte a la ensenada de Alicante; Villajoyosa, en terrenos del numulítico; Benidorn (fig. 122), con pequeño puerto, limpia playa y destacado islote, y, en el litoral inmediato, la abrupta montaña caliza del Puig Campana, que sirve de guía a los navegantes, y más al interior, la escarpada Sierra Aitana (1.558 m.), la más alta cumbre del

territorio alicantino. Sigue en la costa la ensenada de Altea (fig. 123). Inmediato al pueblo de Calpe y adentrado en el mar, se alza, en extremo abrupto, el peñón de Ifach, el más grandioso y bello del Mediterráneo occidental. En la terminación de la península alicantina están los promontorios o los cabos de la Nao y de San Martín, y entre el último y el de San Antonio, la pequeña ensenada de Jávea, con sus viñedos opulentos.

La batimetría correspondiente al segmento costero comprendido entre los cabos de Palos y de San Antonio presenta gran diferencia en sus características, con la correspondiente al arco del óvalo mediterrá-



Fig. 123.—Costa de Altea (Alicante).

(Foto Hernández-Pacheco.)

neó, que corta oblicuamente la alineación penibética. Se refiere tal diferencia a la poca anchura de la plataforma litoral en esta última, según se ha expuesto, en contraste con la mayor amplitud que tiene la del litoral alicantino, de tal modo, que en éste la curva batimétrica de los 100 metros está alejada de la costa de 20 a 30 kilómetros y la de 200 metros, de 40 a 60 kilómetros; distancia de la orilla en la que comienza el rápido talud hacia los fondos de los 2.000 y más metros de la depresión marina situada entre las Baleares y la costa africana.

También se aprecian patentes diferencias entre el segmento litoral Subbético respecto al Penibético, en lo pertinente a la constitución

geológica. Falta en todo el litoral Subbético el zócalo de terrenos antiguos metamórficos, tan desarrollados en la costa de la provincia de Almería, y en la de Murcia, de tal modo, que ni los estratocristalinos ni los paleozoicos aparecen por parte alguna de la de Alicante, ni tampoco el triásico metamorfozado, sino de constitución normal y facies germánica. El país está formado por un conjunto muy heterogéneo del secundario y del terciario; todo ello intensamente quebrantado y dislocado, con abundantes fracturas y fallas. Tampoco existen en el litoral alicantino los abundantes roquedos y manifestaciones de tipo volcánico, tan profusos en el litoral del arco Penibético, desde Almería a Cartagena, pues los islotes volcánicos del mar Menor deben considerarse en relación de dependencia con las manifestaciones eruptivas correspondientes al territorio de Cartagena.

Otro es el caso de la sismicidad, pues las líneas sismotectónicas coinciden con principales fracturas y fallas, señalándose como localidad de frecuente sismicidad Guardamar, en la desembocadura del Segura. Alfonso Rey Pastor ha estudiado y descrito el intenso desarrollo sísmico que ha experimentado este sector litoral mediterráneo.

De gran interés son los movimientos que ha experimentado la costa durante el pleistoceno o cuaternario. El plioceno está bien representado con los pisos que se han reseñado de otras costas del Sur y del Sureste hispano. Falta el plioceno superior o calabriense y el cuaternario antiguo o siciliense; o sea que hay una laguna estratigráfica por falta de depósitos, probablemente a consecuencia de estar emergido el litoral durante estos períodos.

Los depósitos marinos observados son de época del cuaternario reciente o tirreniense, y corresponden a sedimentos en zonas poco profundas y en playas con arenas transformadas en areniscas calcaríferas (tufo calcáreo de los geólogos italianos), que contienen, juntamente con conchas de moluscos de especies actualmente vivientes en la costa, otras especies, extinguidas en el Mediterráneo, pero vivientes actualmente en el Atlántico tropical, tales como el *Strombus bubonius* Lamk. En algunos parajes se reconocen conglomerados costeros y areniscas flojamente cementadas, que, por su constitución y caracteres particulares de estratificación, consideramos como dunas fósiles. La altitud del antiguo nivel del mar tirreniense puede fijarse en unos 35 metros, señalándose los yacimientos desde bajo el nivel del actual Mediterráneo (Alicante, Benidorn, Santa Pola, etc.), hasta unos 40 metros de altitud.

Alguna de las playas levantadas, tal como las de Alicante, fueron señaladas por Jiménez de Cisneros: Fallot y Gignoux efectuaron una

expedición pertinente a tal estudio por el Suroeste peninsular, y en 1927, Hernando-Pacheco (Eduardo y Francisco) realizaron un recorrido de la costa, entre Cartagena y Denia, para el estudio de las terrazas marinas, pliocenas y pleistocenas. Observaciones pertinentes a tal problema son las siguientes:

Los yacimientos de Torrevieja están muy poco elevados sobre el nivel actual del Mediterráneo, si bien se extienden varios kilómetros hacia el interior en la planicie que ocupan actualmente las extensas la-

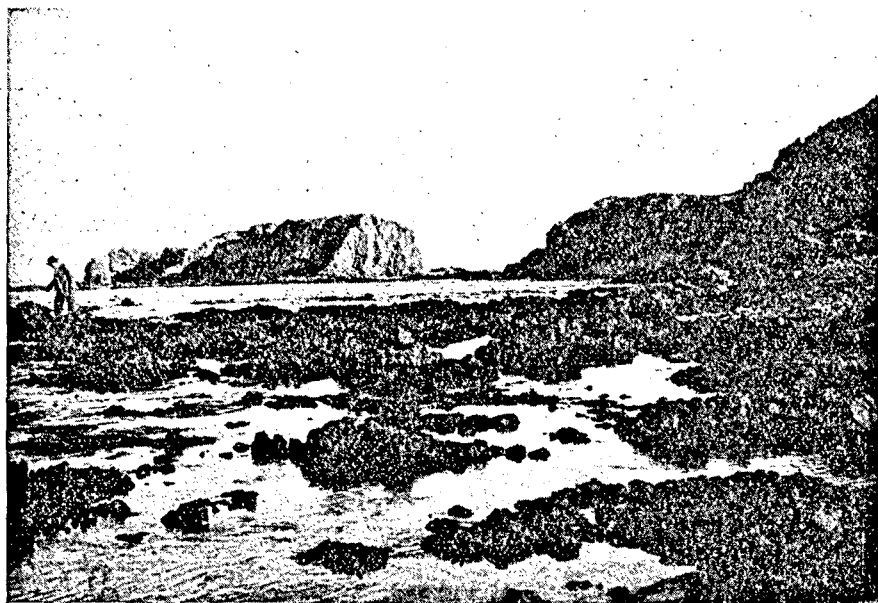


Fig. 124.—Escollos y farallones de ofita en la Isla Plana, frente a Santa Pola (Alicante); la parte alta de los farallones corresponde a la superficie de arrasamiento marino de la costa en el continente antes del levantamiento de época cuaternaria.

(Foto Hernández-Pacheco, 1927.)

gunas de las célebres salinas. En la llanura de la Mata, a poco más de un metro sobre el actual nivel del Mediterráneo, bajo una capa de caliza tobácea de formación subárea, existe un nivel de 0,80 metros de espesor, constituido por moluscos fósiles cuaternarios, en los que dominan los *Cardium* y los *Cerithium*, con otras especies vivientes en el Mediterráneo, pero dominando las de aguas salobres. Bajo la capa fosilífera existe otra de caliza tobácea de formación subárea, de un metro de espesor, siguiendo en profundidad areniscas finas arcillosas y arcillas grises que referimos al plioceno. Se trata de una facies lacunar

del cuaternario, indicando la intercalación del nivel fosilífero movimientos alternativos en la elevación de la costa.

En Guardamar, en el borde Sur del valle del Segura, y a unos dos kilómetros del mar, hemos encontrado a 20 metros de altitud un yacimiento semejante al que mencionan Fallot y Gignoux, en Rojales, en la misma margen del valle del Segura, a siete kilómetros de la costa actual.

La pequeña Isla Plana, situada a unos siete kilómetros del cabo de Santa Pola, habitada por una colonia de pescadores, constituye lugar



Fig. 125.—Costa levantada en época cuaternaria, al Norte de Alicante, en las inmediaciones del cabo de las Huertas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1927.)

excelente para observar el cuaternario marino. Está constituida esta pequeña isla por mioceno fosilífero y por una gran zona de ofita, que ocupa gran parte del Norte y Este de la isla y que se prolonga en farallones mar adentro. Toda la isla ha sido erosionada por el mar cuaternario, que ha formado plataforma de ablación. Se eleva la plataforma de la Isla Plana a 15 metros, y en diversos lugares de la isla existen abundantes yacimientos del tirreniense (fig. 124).

En el cabo de Las Huertas, junto a Alicante, se observa el nivel fosilífero cuaternario, con ejemplares del *Strombus bubonius*, y las trin-

cheras del ferrocarril del litoral están abiertas en el espesor de dunas fósiles a gran altura sobre el nivel actual del mar (fig. 125).

El terreno de la ensenada de Jávea, entre los cabos de San Martín y de San Antonio, está constituido por arenisca calcarífera, cuaternaria, con suficiente consistencia para labrarse en sillares.

Respecto a movimientos del litoral mediterráneo del Sureste, en época histórica, no tenemos dato alguno que los comprueben. En cambio, podemos señalar uno que los niega: el peñón de Ifach, cercano a Calpe, forma ingente monolito de caliza numulítica, unido a tierra por estrecha y baja zona margosa que termina en llanura, en la que existen antiguas salinas en las que penetra directamente el agua del mar mediante galería a nivel. En la costa existen restos de estanques romanos para depósito de peces vivos, en comunicación directa con el mar; estanques y galería de conducción del agua a las salinas, que están excavadas en la masa costera de la arenisca cuaternaria. Al resguardo del peñón se estableció antiguamente una factoría griega, después una población romana y más tarde los moros, conservándose aún restos de aquellos tiempos y ruinas de edificaciones medievales. Juzgando por las características, uso y situación de las construcciones romanas y de la continuada explotación de las salinas, puede deducirse que, por lo menos desde aquella época, este paraje de la costa mediterránea está fijo y estabilizado.

Costas de Baleares.

El archipiélago balear debe considerarse formando parte del sistema orográfico Bético, que con gran amplitud se extiende desde las costas atlánticas del Estrecho de Gibraltar hasta la península del cabo de la Nao, adentrada en el Mediterráneo. Las alineaciones montañosas se continúan bajo la superficie del mar, y las islas Baleares son porciones emergidas de la prolongación submarina de las serranías Subbéticas.

La zona montañosa submarina, que consideramos, está limitada a lo largo y a uno y otro lado por profundas depresiones, claramente señaladas por las curvas batimétricas de los 1.000 y de los 2.000 metros, depresiones que son: por la vertiente septentrional; la fosa catalana-balear, y por la vertiente meridional, la que existe entre el litoral del Sureste español y Africa (fig. 126).

Tres depresiones transversales, a modo de anchas zonas de puerfos serranos, cortan la alineación montañosa sumergida; la más baja, con cumbres más profundas de los 500 metros de la superficie del mar, está entre el litoral levantino peninsular e Ibiza; la segunda, a poco más de

los 400 metros bajo las olas, entre Ibiza y Mallorca, mientras que la situada entre esta última isla y Menorca es una somera depresión a modo de amplio collado, con profundidad menor del centenar de metros.

Las tres grandes islas: Ibiza, Mallorca y Menorca, son de relieves montañosos, con típicas formas de moles y mesa escarpadas, como es característica del sistema orográfico Subbético, y de la constitución

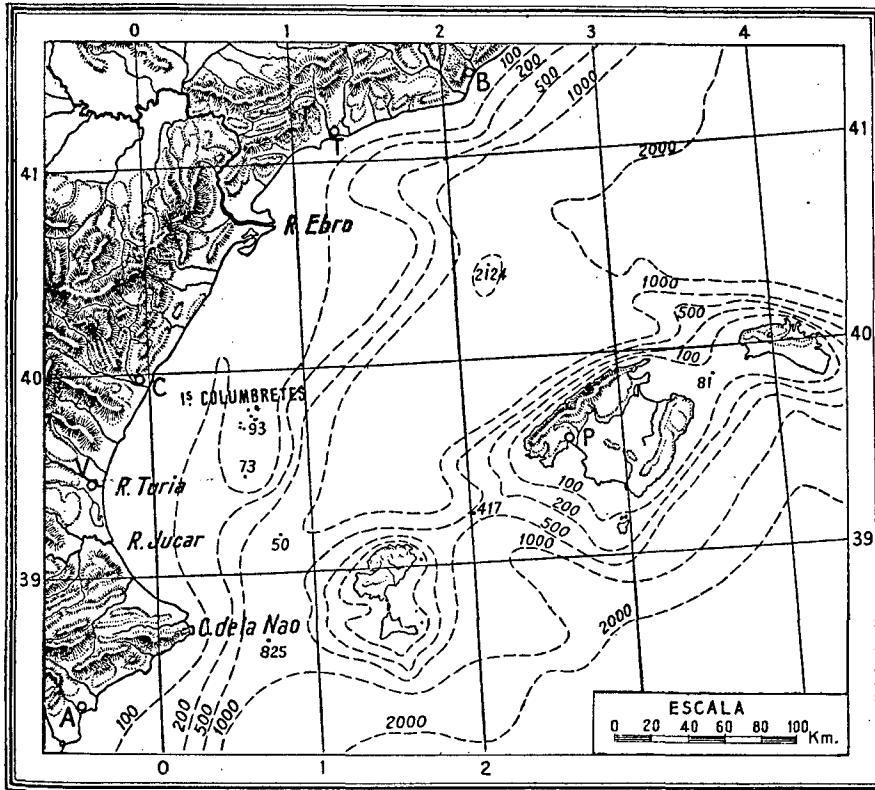


Fig. 126.—Batimetría del Mediterráneo en el golfo de Valencia y en el Archipiélago balear.

preponderantemente caliza de las Baleares: Ibiza es de costas en extremo rudas y acantiladas; Mallorca es, asimismo, de litoral Norte de ingentes acantilados que por su base se hunden verticales en las profundidades de un mar luminoso, que en tiempo de calma deja ver, por su transparencia, la vegetación de algas y el relieve rocoso del fondo. Las partes orientales de la isla son menos montañosas, y variadas en accidentes, y entre éstos, cavernas notables por las bellezas de sus particularidades treglodíticas. La poca altitud de la zona media de la

isla y el suave relieve origina en la costa del SW. la espléndida bahía de Palma, y en litoral del NE., la amplia escotadura de la bahía de Alcudia. Menorca, de constitución geológica compleja, es de topografía menos accidentada; de costas en general acantiladas, con los puertos naturales de Mahón y Ciudadela, respectivamente, en uno y otro extremo de la isla.

Si el nivel del fondo marino sobre el que se asientan las islas Baleares se elevara en altura algo superior a la altitud media de Hispania, el Archipiélago Balear formaría una alargada península, unida al litoral alicantino y separada de las costas valencianas y catalanas por un profundo golfo.

Tal unión del Archipiélago con la Península Hispánica se ha realizado durante el plioceno, pues mientras que en esta época Sicilia e Italia estaban, en parte, sumergidas y se depositaban los abundantes sedimentos de dicha edad en el área siculoitaliana, los materiales pliocenos marinos faltan en todas las Baleares. En cambio, el plioceno del Coll d'en Rabasa, en Mallorca, es de origen lacustre, o sea continental. Tampoco existen depósitos marinos del cuaternario inferior en las Baleares, pues las únicas formaciones del pleistoceno marino son depósitos arenáceos a poca altitud sobre el mar actual, correspondientes al tirreniense o a tiempos más modernos, cuando las Baleares ya estaban separadas del continente. Abona tal suposición del enlace directo de las Baleares con la Península durante el plioceno y también durante el cuaternario antiguo, el que los depósitos de esta edad en la superficie central de Mallorca son de la formación denominada «marés», equivalente litológico de la «panchina» italiana, de origen, en parte, marino, como correspondientes a tierras bajas, y en parte eólico; depósitos que contienen a veces moluscos terrestres y restos de un interesante artiodáctilo, el *Myotragus balearicus*, descrito por Miss Dorotea Bate, y que recogimos, acompañándonos el geólogo mallorquín Darder, en las brechas óseas, calizas, de la entrada de las cuevas que se abren en la base de la muela sobre la que se alzan las ruinas del castillo de Santueri, en Mallorca; restos óseos que se refieren, cronológicamente, al cuaternario inferior.

LITORAL VALENCIANO Y CATALAN

Desde el saliente de la península alicantina hasta el comienzo oriental del Pirineo, la costa levantina de España, con arrumbamiento del conjunto al NNE., dibuja una S invertida, muy abierta y poco acentuada en los extremos. Comprende el litoral un desarrollo de costa próxi-

mo a los 600 kilómetros, que para facilidad de la descripción le consideramos dividido en tres segmentos: *a)* Desde Denia, en el arranque del cabo de San Antonio hasta la desembocadura del Ebro.—*b)* Desde la desembocadura del Ebro a la del Llobregat, junto a Barcelona.—*c)* Desde Barcelona hasta el comienzo del Pirineo en la frontera francesa.

Costas de la Plana Valenciana.

El primer tramo corresponde al arco entrante que forma la costa, cuya cuerda va desde el cabo de la Nao al paraje situado a unos 10 kilómetros del cabo Salou, en donde la costa catalana cambia la alineación general al NNE. por la ENE. Tiene la cuerda del golfo de Valencia longitud de unos 270 kilómetros, y pasa raspando el extremo del delta del Ebro. En la parte meridional del segmento costero, y próximamente equidistantes de Castellón y de Denia, está la gran ciudad de Valencia, en la parte de costa más adentrada del golfo, cuya flecha tiene aquí longitud de unos 60 kilómetros.

La batimetría del golfo de Valencia se caracteriza por la poca profundidad del mar; de tal modo que la línea batimétrica de los 100 metros está alejada de la costa de 50 a 90 kilómetros. La curva de los 200 metros es exterior a la cuerda del arco del golfo, y está a distancia de la costa variable de 60 a 100 kilómetros. A partir de la curva de los 200 metros comienza el fuerte talud, que en curvas muy próximas de 500 y 1.000 metros descienden a la fosa balear, situada entre la costa catalana y las septentrionales de Mallorca y Menorca, con profundidades superiores a los 3.000 metros. Existe, pues, una ancha plataforma sumergida que prolonga la Plana Costera Valenciana a poca profundidad exteriormente a la cuerda del arco del golfo de Valencia.

Muy próxima al borde donde comienza el talud hacia los grandes fondos, se elevan desde profundidad inferior al centenar de metros las isletas volcánicas de Los Columbretes, situadas frente a Castellón y distantes de la costa unos 60 kilómetros.

En el litoral del golfo de Valencia las serranías están apartadas de la costa, que es baja y arenosa, salvo en algunos parajes, donde algunos pequeños accidentes montañosos, destacados del conjunto orográfico del Idúbeda, llegan al mar jalonando al litoral; pero, en todo caso, entre las serranías levantinas y el mar, queda la estrecha zona llana, con algunos ensanches hacia el interior, de la Plana Costera Valenciana, notable por sus intensos y ricos cultivos de regadío (fig. 127).

La Plana Valenciana está constituida por formaciones detríticas mo-

dernas de origen continental y abundancia de depósitos calcáreos areniscos, de formación subárea, empastando cantos y moluscos terrestres, y a veces formando brechas osíferas, generalmente de roedores pequeños; todo ello de origen terrestre y geológicamente moderno. En algunos parajes de los ensanches de la Plana aparecen depósitos miocénicos de formaciones y facies continental. No se conocen depósitos pliocenos marinos del tipo de los que son tan abundantes y típicos en el litoral del Sureste, ni tampoco aparecen las características playas levantadas del cuaternario. Esto induce a suponer que el litoral del golfo



Fig. 127.—Costa del golfo de Valencia, desde el cabo Cullera, hacia el Norte.

(Foto Hernández-Pacheco.)

de Valencia no corresponde a un territorio invadido por el mar plioceno y posteriormente emergido, sino, por el contrario, a extensa zona litoral, que estaba emergida durante el mioceno superior, y el plioceno, y se sumergió en gran parte al fin del plioceno o durante el cuaternario antiguo.

Los pequeños relieves orográficos, que destacados de las serranías ibérico-levantinas llegan a la costa, corresponden por su constitución geológica a los terrenos del substrato mesozoico, especialmente calizas del cretáceo y calizas y areniscas del triásico. Tales son: El empinado Monduber (841 m.), al Norte de Gandía y de la desembocadura del Serpis. Los roquedos cretáceos del cabo Cullera, en la desembocadura del Júcar. La colina en que se alzan las ruinas de Sagunto, al Nor-

te de Valencia. La Sierra del Desierto, de Las Palmas, paralela al litoral, y en el extremo, el cabo Oropesa, relieves de constitución triásica, situados al Norte de Castellón. La sierrecilla longitudinal de los Montes de Irta, de materiales cretácicos. El rocoso peñón de Peñíscola, unido a tierra por estrecho istmo de arena, roquedo en el que se alza el castillo donde el Papa Luna se refugió en su vejez y mostró la tenaz energía de la fortaleza indeclinable de su espíritu, incapaz de sumisión y rendimiento. Al Norte de Vinaroz y Sur de Amposta está la sierra cretácea de Montsiá (762 m.), en cuya base está San Carlos de la Rábida, junto al delta del Ebro.

En las extensas playas del golfo valenciano existen lagunas costeras, entre las que se señala, como más importante, la Albufera de Valencia, separada del mar por ancha restinga arenácea, cubierta de pinar, laguna que disminuye en extensión por el ingenio y constancia de los labradores ribereños, terraplenando las orillas y haciéndolas aptas para los cultivos de la huerto. Más al Norte están las albuferas de Castellón, convertidas parcialmente en arrozales.

Costa catalana del Ebro al Llobregat.

El Ebro, que describe su gran codo en las escabrosas montañas meridionales del Sur de la provincia de Tarragona, las ha tajado en hondos congostos; atraviesa la vega de Tortosa, sale al mar y, con el acúmulo de los sedimentos que arrastra, ha formado el gran delta, por el que se ramifica en canales; bifurcándose en el extremo en dos brazos, que abarcan a la arenosa isla de Buda, en cuya parte saliente un faro, en lo alto de férreo castillete clavado en la arena, emite en la oscuridad de la noche el alerta de sus destellos (figs. 128 y 129).

Tiene el delta del Ebro longitud de unos 28 kilómetros, desde el arranque en Amposta hasta el cabo Tortosa, en la isla de Buda, y anchura de otros tantos, entre la punta del Fangal, al Norte, a la punta de la Baña, al Sur. Está formado el terreno por depósitos arcillo-arenáceos, en gran parte consolidados y ocupados por cultivos, principalmente arrozales. Las corrientes litorales, más potente la del Norte a Sur, arrastrando los sedimentos, ha formado en la parte meridional del delta la prolongación falciforme de la Baña, que con las costas de San Carlos de la Rábida origina la bahía o puerto de las Alfaques, abierto al Sur, de cerca de cuatro kilómetros de boca, 13 de saco y profundidad máxima de siete metros; comunicando con Amposta por un canal de unos 14 kilómetros de longitud. En la parte opuesta del delta existe la prolongación arenosa, que, con la costa de La Ampolla, cierra otra bahía

menor que la anterior; el puerto del Fangal, abierto al Norte y utilizado por barcos de poco calado, especialmente pesqueros. El ámbito del delta del Ebro es un conjunto de terrenos más o menos consolidados de extensos playazos, lagunas, esteros y caños. La existencia del plioceno en Tortosa ha sido señalada y descrita por Bataller. Falta el nivel inferior de las arcillas azules del plasenciense, existiendo un nivel de mar-

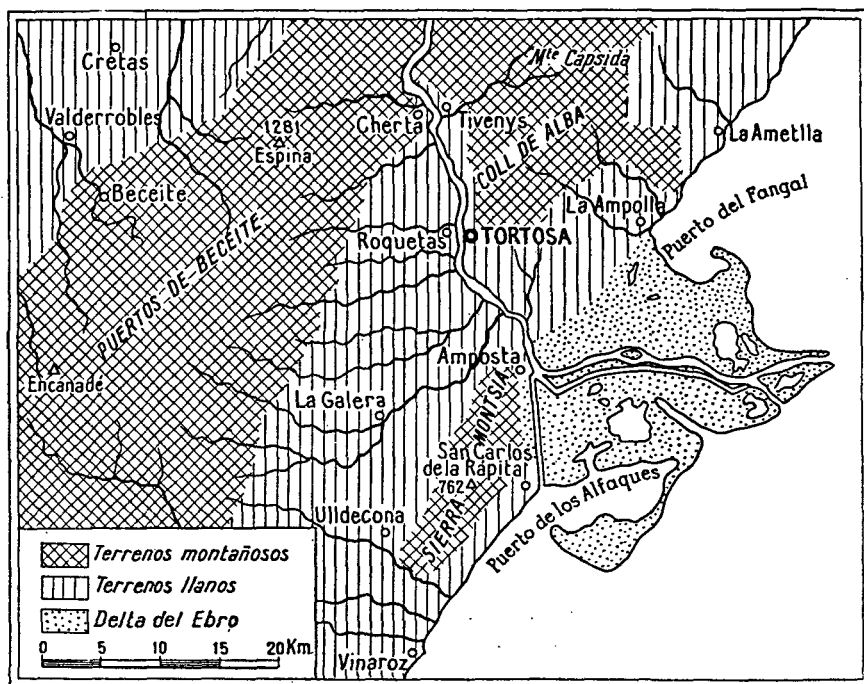


Fig. 128.—Geomorfología de la costa y litoral del territorio del tramo de desembocadura y delta del Ebro.

gas y areniscas amarillentas sin fósiles. A tal formación se superpone una gran masa de conglomerado de aspecto fluvial, situado a más de 100 metros sobre el Ebro, que es considerado por dicho geólogo como restos de una terraza de edad pliocena.

La costa septentrional del delta del Ebro, y el litoral de la provincia de Tarragona, hasta el saliente que hace el cabo Salóu, próximo a Tarragona, forman el golfo de San Jorge; con desarrollo costero de unos 50 kilómetros y alineación general de SW. a NE. La línea batimétrica de los 50 metros está inmediata a la costa, de tres a cinco kilómetros. En los dos tercios primeros del golfo de San Jorge, las montañas Ca-

talánidas, de diversos terrenos mesozoicos y de relieves ásperos y quebrados, llegan hasta la costa, pero generalmente dejan espacio para playas. En el último tercio, los relieves montañosos están más alejados, y en la costa se dulcifica el relieve. El cabo Salóu es un promontorio de

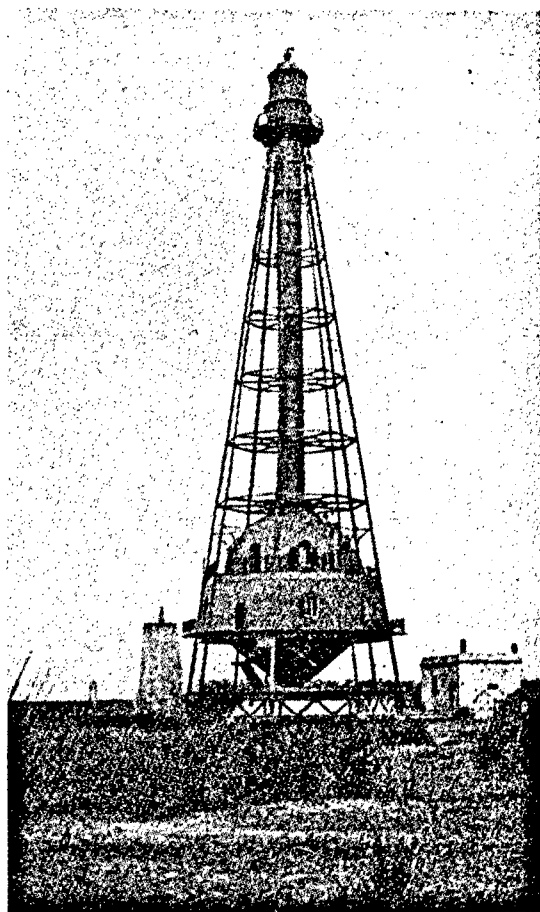


Fig. 129.—Faro metálico de la isla Buda en el delta del Ebro.

roquedo cretáceo, destacado en la llanura del Francolí, entre Reus y Tarragona, con fondeadero abrigado hacia el SW.

A unos 10 kilómetros al saliente del cabo Salóu, está la ciudad de Tarragona; con buen puerto, y en situación que hizo de Tarraco la principal ciudad de la Hispania Citerior romana y capital de la Tarraconense.

La costa desde Tarragona a Barcelona, con longitud de unos 80 kilómetros, está arrumbada al ENE. La suave orografía en este tramo de las Catalánidas, de gran variedad geológica y litológica, origina una costa de accidentes atenuados, con tramos de acantilados, sin rudeza, en alternancia con abras y ensenadas de apacibles playas, con paisajes a los que dan amenidad y belleza la vegetación silvestre mediterránea junto al borde marino. Termina este tramo de costa catalana por la llanura del delta del Llobregat, que hace saliente de borde redondeado, y ocupada por cultivos hortícolas intensivos.

Costa catalana desde Barcelona al Pirineo.

La gran ciudad de Barcelona tiene situación espléndida en el llano que se extiende al Norte del delta del Llobregat, y asciende por la base de la montaña del Tibidabo, formada por terrenos del paleozoico antiguo y altitud de 532 metros. Rodeada por la llanura se alza escarpada desde el mar la montaña de Montjuich, con 191 metros de altitud, en cuya base comienza el amplio puerto que, con los de Marsella y Génova, es uno de los tres principales del Mediterráneo Occidental.

El plioceno del valle del Llobregat y del llano de Barcelona fué estudiado intensamente hace tiempo por Almera. La zona más inferior corresponde al mesiniense, representado por la potente capa de *Congriars* de Castellbisbal. El plasenciense, de margas azules fosilíferas, y el astiense, con areniscas arcillosas, son ambos muy fosilíferos y contienen moluscos de la fauna cálida. Se superponen a la formación una capa de conglomerados y los aluviones cuaternarios.

El pleistoceno no presenta costas levantadas en el litoral catalán del tipo de las estudiadas en el borde mediterráneo del Sureste hispano. En Barcelona, los aportes terrígenos durante el cuaternario han rellenado el mar plioceno del llano en que está ubicada la ciudad, en donde la montaña de Montjuich destacaba en isla. Aportes terrígenos han continuado efectuándose con intensidad por la ampliación creciente de los deltas del Llobregat y del Besós, situados, respectivamente, al Sur y Norte de Barcelona; correspondiendo gran parte de los terraplenamientos del llano y de la ciudad a épocas históricas recientes.

El litoral al Norte de Barcelona, desde la desembocadura del Besós hasta el cabo Tosa, en un desarrollo costero de cerca de 70 kilómetros es de naturaleza granítica, en penillanura de costa seguida, sin relieve alguno importante y arrumbamiento al Noreste. Desde dicho paraje, los montes Gavarra llegan al mar, y en el litoral de la provincia de Gerona, de constitución compleja granítica y silúrica, cretácica y pa-

leógena, se originan costas pintorescas, abundantes en accidentes morfológicos variados, por Tosa (fig. 130), San Feliú de Guixols, Palamós, Palafrugell, etc.; variando asimismo el arrumbamiento costero, que describe arco saliente, hasta las isletas Medas, en la entrada del golfo de Rosas.

El golfo de Rosas es espléndido accidente litoral (fig. 131). Tiene de boca una veintena de kilómetros, por una quincena de ancho. En su interior, en la costa meridional del fondo del golfo, están las ruinas de la factoría griega de «Emporium», la Ampurias actual, con los grandes



Fig. 130.—La denominada Costa Brava, profusa en accidentes topográficos de erosión marina, de Tossa del Mar, en el litoral granítico de la provincia de Gerona.

(Foto Cuyás, 1950.)

malecones del puerto, invadido por las arenas voladoras; la acrópolis de la ciudad griega y, junto a ella, ocupando gran extensión, los restos de la ciudad indígena. En la costa Norte está la ciudad de Rosas, importante puerto pesquero que fué también factoría griega. El fondo del golfo es de costa baja, arenosa y pantanosa; y el litoral, de terrenos pliocenos y cuaternarios, se prolonga en llanura baja, muy poblada y cultivada, constituyendo el Bajo Ampurdán, con la ciudad de Figueras, que es la capital.

El plioceno del Bajo Ampurdán, entre Figueras y el golfo de Rosas, ha sido estudiado con detalle por L. Mariano Vidal; el cual señala los

dos niveles típicos del plioceno del Mediterráneo Occidental: en la base, margas azules plasencienses, y encima, arenas arcillosas astienses; el primer nivel es muy fosilífero, y menos el segundo. Conglomerados

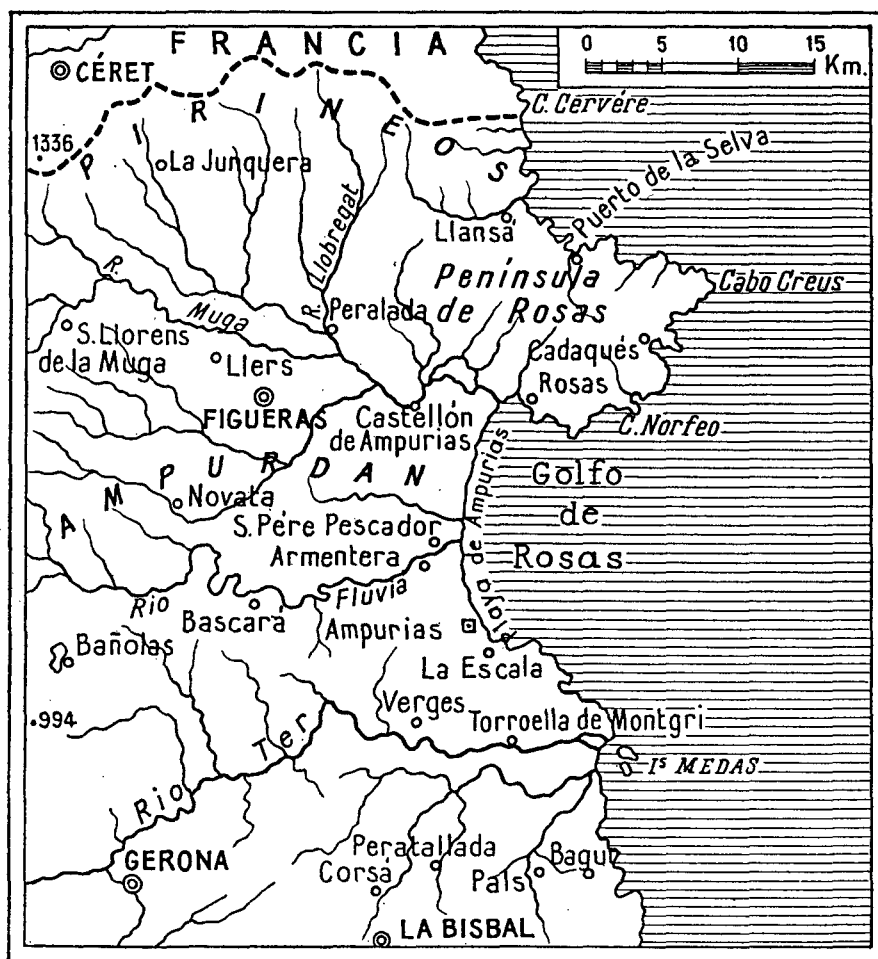


Fig. 131.—Litoral del golfo y península de Rosas (Gerona).

y extensas capas de aluviones cuaternarios ocultan, por lo general, al plioceno.

Destacada del Pirineo Oriental y formando la costa Norte del golfo de Rosas, avanza hacia el SE. la montañosa península del cabo de Creus, cuya mayor altitud, de 670 metros, es el pico de San Salvador, situado en la zona del istmo. Es la península de contorno cuadrangu-

lar, con longitud hasta el cabo de unos 14 kilómetros y anchura de unos 12. La constitución geológica es de granitos, terrenos estratocristalinos y pizarrosos metamórficos. La costa es en extremo accidentada, profusa en entrantes y salientes; predominando los acantilados y resguardadas calas y ensenadas pintorescas, con los puertos pesqueros de Rosas, en el interior del golfo; Cadaqués (fig. 132), en el chaflán saliente peninsular, y Port de la Selva, en la costa Norte. El promontorio del cabo de Creus, con los roquedos de sus inmediatos islotes y farallones, es el extremo más avanzado hacia el Este de la Península hispana. La costa, desde el arranque septentrional de la peninsulilla del

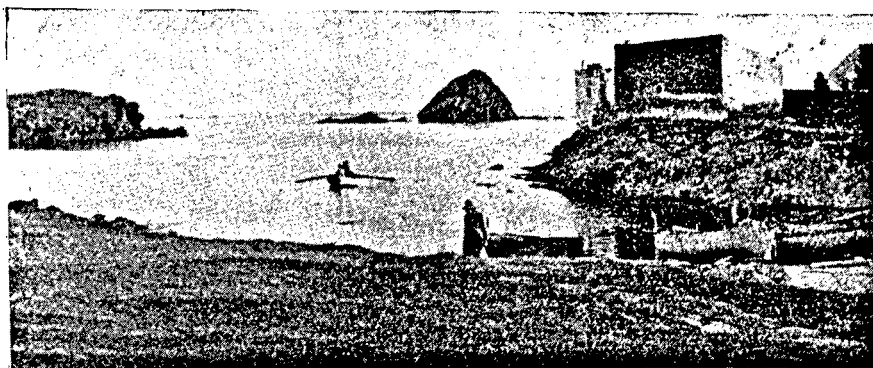


Fig. 132.—Cala de Cadaqués (Gerona), en la península de Rosas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1941.)

cabo de Creus, se prolonga con arrumbamiento al Norte y las mismas características en un tramo de siete kilómetros hasta Port-Bou, junto a la frontera francesa.

Es en extremo interesante el yacimiento submarino situado mar adentro, frente al cabo de Creus, en el extremo oriental de los Pirineos. A la profundidad de los 200 metros se ha dragado una fauna fósil de moluscos cuaternarios de la fauna fría siciliense, constituida por especies árticas, tales como *Pecten islandicus*, *Cyprina islandica*, etc., juntamente con otras aún vivientes en el Mediterráneo. Parece provenir este depósito fosilífero submarino de una formación costera descendida a causa de movimientos de sumersión; siendo este notable yacimiento marino de fauna fría o siciliense.

Es opinión generalizada entre los geólogos que gran parte del Mediterráneo Occidental constituyó, en época del paleozoico y durante el transcurso del mesozoico, extensa área continental, a la que se designa con el nombre de la Tirrénida, denominación griega del país de los

antiguos etruscos; territorio que se fraccionó y abismó en el mar, en época que puede suponerse en el comienzo de la revolución geológica, de carácter orogénico, de los tiempos neozoicos. Se consideran como porciones actualmente emergidas de la Tirrénida las islas de Cerdeña y de Córcega, con parte de la Provenza y del litoral francés del Languedoc, y por lo que se refiere a España, la zona septentrional de la isla de Menorca y el litoral catalán desde Barcelona al Ampurdán. Es probable que también sean restos de la Tirrénida la península de Rosas y el extremo oriental del Pirineo, de constitución principalmente granítica, y de terrenos paleozoicos, más o menos metamorfozados, y que han experimentado rejuvenecimiento orogénico por los efectos de la orogenia de época neozoica.

Comprende tal sector pirenaico, desde el gran accidente geotectónico del Alto Sebre, o sea de la Cerdaña, hasta el mar. La depresión de la Cerdaña es uno de los accidentes geoclásticos de la Península más notables y singulares: corta transversalmente la alineación pirenaica con arrumbamiento de SSW. a NNE., coincidente con la dirección general de las hispánidas, y el fondo de la depresión está ocupado por depósitos horizontales o subhorizontales, discordantes angularmente sobre el viejo substrato paleozoico de orogenia hercínica; depósitos de facies continental, de época miocena (tortonense y pontense), pliocena y pleistocena, claramente datadas por abundantes faunas de mamíferos y variada flora fósil, lo cual hace suponer origen remoto a la formación del accidente geotectónico, anterior al mioceno, y posiblemente iniciado por movimientos póstumos hercínicos de decompresión y distensión.

La depresión tectónica de la Cerdaña ha sido estudiada por diversidad de geólogos en sus varios aspectos. De 1925 es un estudio sintético por M. Chevalier, titulado «Note sur les terrains neogènes de la Cerdagne». De 1948 es el trabajo de L. Solé Sabarís y N. Llopis Lladó, «Sobre la tectónica del Alto valle del Sebre», en el que se hace notar la diversa constitución orogénica de la cordillera a uno y otro lado de la depresión geotectónica de la Cerdaña. De 1952 es la tesis doctoral de Josefina Menéndez Amor, acerca de la flora fósil de la Cerdaña.

CAPITULO V

La red fluvial

SUMARIO: Ciclo fluvial y aguas subterráneas. Aguas juveniles. Características generales de los ríos caudales hispanos. Terrazas fluviales.

El Ebro; características de la cuenca. Tramo superior del Ebro y afluentes. Tramo del Ebro entre las Conchas de Haro y Tudela; afluentes. El Ebro entre Tudela y Mequinenza. Ramificación fluvial del Jalón y afluentes al Ebro por la margen derecha. Tramo inferior del Ebro. Característica general pirenaica en relación con el Ebro. Ramificación fluvial del Alagón. Ríos Arba y Gallego. Conjunto fluvial Cinca y Segre. Ramificación del Alcanadre. Río Valcuerna.

El Duero; característica y descripción del curso. Afluentes al Duero por la derecha, en la parte oriental de la planicie castellana. Ramificación fluvial del Pisuerga. Afluentes al Duero por la derecha, en la parte occidental de la planicie castellana. Ramificación fluvial del Esla. Afluentes al Duero por la izquierda, en la planicie castellana. Afluentes al Duero en Portugal.

Características paleogeográficas y descripción del curso del Tajo. Afluentes al Tajo por la margen derecha en la parte alta del curso. Ramificación fluvial Tajuña, Henares y Jarama. Río Guadarrama.—Abastecimiento de agua a Madrid.—Afluentes por la derecha al tramo central del Tajo. Afluentes por la derecha al tramo portugués del Tajo. Afluentes al Tajo por la izquierda; ramificación del Guadiela y ríos oretanos. Afluentes por la izquierda al Tajo procedentes de Extremadura. Afluentes portugueses al Tajo por la margen izquierda.

El Guadiana. Descripción del curso fluvial. Componentes del Guadiana en el tramo de origen o manchego. Afluentes al Guadiana en los tramos palustre y oretano. Afluentes al Guadiana en el tramo extremeño. Afluentes al tramo portugués del Guadiana. Regulación del Guadiana y transformación agrícola de Extremadura Central.

El Guadalquivir. Descripción del curso fluvial. Alto Guadalquivir y rama fluvial del Guadalimar. Rama fluvial del Guadiana Menor y otros afluentes, por la izquierda, al Guadalquivir. Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir hasta Córdoba. Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir desde Córdoba. Característica general de la red fluvial de Sierra Morena, en relación con la geotectónica y la paleogeografía. Afluentes por la izquierda al tramo medio del Guadalquivir. Tramo final del Guadalquivir y sus afluentes.

Red fluvial catalana.—Conjunto fluvial gerundense. Sector fluvial de la zona media catalana; Llobregat. Sector fluvial tarraconense.—Red fluvial del sector Ibérico de la serranía de Idúbeda. Ríos valencianos.—Red fluvial del Sureste peninsular. Cursos fluviales de la serranía Penibética al mar de Alboran. Red fluvial de la serranía de Ronda.—Red fluvial de Huelva.

Red fluvial del Algarve y del Alentejo.—Rios portugueses entre Tajo y Duero.—
Rios entre Duero y Miño.

Red fluvial de Galicia. Ramificación Miño y Sil. Rios afluentes a las rías gallegas.
Geomorfología de Galicia en relación con la red fluvial. Red fluvial al Cantábrico;
característica geomorfológica. Rios de Asturias. Rios de Cantabria. Rios de Vasconia.
Deducciones geológicofisiográficas de la red fluvial hispana.

CICLO FLUVIAL Y AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas que caen de la atmósfera sobre la superficie terrestre se distribuyen en tres porciones: una que se evapora y vuelve a la atmósfera; otra que corre sobre la superficie de la litosfera y forma parte de la red fluvial, y una tercera que empapa los terrenos y surge en forma de manantiales, que se incorpora, también, a la red fluvial; conjunto que termina en los mares, en donde la evaporación envía agua a la atmósfera, cerrándose el ciclo de la circulación acuosa.

Este ciclo presenta modalidades, en su desarrollo, en relación con las características geográficas, topográficas, climatológicas y litológicas de los países en que se realiza. En todo caso existe una circulación por la superficie del terreno y otra circulación por el interior de la corteza terrestre, formando las aguas subterráneas; existiendo en el ciclo dos etapas de acumulación acuosa: una en la atmósfera, en la que el agua está en estado de vapor hasta que se condensa y cae, y otra fase de acumulación en los mares, o en los lagos de los países endorreicos, o sea, que no tienen comunicación directa con el mar.

A primera vista parece existir disparidad absoluta entre el régimen externo y el interno; pero tal autonomía, entre una y otra hidrogeología, es más aparente que real, pues la circulación acuosa responde a un ciclo general de fenómenos de la fisiología terrestre, y es accidental que la gota de agua que en forma de lluvia cayó de las nubes vuelva al Océano directamente corriendo por la superficie terrestre, o que haga parte o todo su recorrido por caminos subterráneos hasta dar en la mar, de donde el calor, al evaporarla, la alzó, los vientos la llevaron y la cumbre montañosa condensó y precipitó. Y también es accidental que la gota de agua interrumpa su camino y sea absorbida por un vegetal, que la asimiló, la volvió a formar y la evaporó, incorporándola a la atmósfera, desde la que inició nuevo ciclo circulatorio.

En la Península hispana el régimen de la red fluvial de la zona septentrional y del Noroeste, que corresponden a la denominada Hispania húmeda o higrófitas, presenta alguna diversificación del resto, mucho mayor, de la Hispania seca o xerófitas, siendo más exagerada la va-

riación en el Sureste peninsular, diferencias producidas por lo distinto de los climas. En el Norte, de clima atlántico europeo, con lluvias en todas las estaciones del año, conservan los ríos menores la corriente, más o menos atenuada, incluso en verano. Mientras que en la Hispania seca el clima es de tipo mediterráneo, en donde las lluvias se interrumpen durante la larga estación estival, cortándose la corriente de los ríos menores, que tan sólo conservan, si acaso, charcos residuales y corrientes subálveas, siendo más acentuada la sequía en el Sureste peninsular, de características climatológicas africanas subdesérticas, presentando la red fluvial la modalidad denominada «rambla», con cauces secos y pedregosos, que sólo tienen corriente temporal por efecto de los aguaceros, permaneciendo secos casi en todo el transcurso del año.

En la Hispania seca el ciclo fluvial suele comenzar a fines de septiembre o comienzo de octubre por las lluvias de otoño. Si éstas son frecuentes y «mansas», o sea, sin violentos aguaceros tormentosos, las gentes del agro se muestran satisfechas; las arboledas verdean con sus hojas lustrosas por la lluvia; las tierras, endurecidas por la pertinaz sequía estival, al empaparse, se ablandan y germinan las semillas; en los amarillentos pastizales y rastrojeras y en los pardos barbechos, el campo se cubre del tenue verdor de la «navina» o incipiente vegetación herbácea. La ardorosa temperatura mengua, y en las campiñas, con la satisfacción de la buena otoñada, comienza la sementera.

Las lluvias de otoño, consumidas generalmente en empapar el terreno, dando frescura a las raíces de la vegetación, descienden en la profundidad de los terrenos, «cebando los manantiales», elevándose la superficie de la capa freática, que descendió con la sequía. Volvieron a correr las fuentes de procedencia somera, elevándose el nivel de las aguas de los pozos. Los arroyos y riachuelos no reanudan la corriente hasta muy avanzado el otoño o en la primera parte del invierno. Si el invierno es lluvioso, los vados de los ríos se interrumpen y se producen grandes crecidas, y asimismo con las lluvias de primavera. Pasado mayo, las corrientes fluviales comienzan a menguar; las campiñas que adquirieron su máximo esplendor primaveral, pasado el solsticio del verano, comienzan a amarillear, la vegetación herbácea termina su ciclo anual, los ríos caudales y medianos menguan en su corriente y la de los menores se corta, y el ciclo fluvial anual de la Hispania xerófita termina.

La circulación acuosa subterránea se rige principalmente por dos factores: uno topográfico y otro litológico. En lo topográfico hay analogía entre las dos redes acuosas, marchando ambas corrientes, la exter-

na y la interna, de lo alto a lo bajo, de la cumbre al valle, en donde los manantiales preponderan.

El agua que empapa los terrenos y sostiene la vegetación se infiltra hacia el interior y forma una capa continua, que se sostiene entre los huecos e irregulares conductos del terreno; capa cuya superficie superior, situada a cierta distancia del exterior, siguiendo las inflexiones topográficas, constituye el «nivel freático», bajo el cual los pozos tienen agua. Con las sequías pertinaces el nivel freático desciende y, con el aumento de las precipitaciones, dicho nivel se eleva hacia la superficie.

La circulación acuosa subterránea está reglada por la naturaleza de las rocas que forman el terreno, clasificándose éstas para tales respectos en dos grupos: el de las rocas «permeables», que dejan pasar el agua a su través, y el de las rocas «impermeables», que la detienen y no la dejan pasar.

En las rocas permeables, la permeabilidad es de dos tipos: permeabilidad por constitución y permeabilidad por fisuración. Son ejemplos de rocas permeables por constitución las arenas y mantos de cascajos y las areniscas, conglomerados y aluviones poco cementados, materiales pétreos todos que dejan pasar el agua a su través y que la retienen entre su masa litológica. Aun en situación superficial, muchos terrenos arenosos retienen el agua, como en el caso de los arenales, o «algaidas» de la desembocadura del Guadalquivir, objeto de cultivos herbáceos y viñedos, y también en las vegas del Guadiana extremeño por Medellín y Villanueva de la Serena, en donde se desarrollan frondosos cultivos estivales herbáceos en terrenos arenosos.

Son típicas rocas permeables por fisuración las calizas, tan abundantes en las comarcas de la Hispania calcárea, tales como las calizas cretáceas de las altiplanicies boscosas de las serranías de Cuenca y de Ternel, en las que no hay arroyos, pues las nieves, al derretirse, y las lluvias, al caer, se filtran rápidamente a través del suelo calizo, reapareciendo en potentes manantiales en el fondo de las barrancadas, alimentando a la red fluvial externa. Caso semejante es el de las calizas triásicas del Campo de Montiel, en donde las lluvias se sumen entre las fisuras de las rocas y reaparecen en la vallonada de las lagunas de Ruidera.

Entre las rocas impermeables predominan las de constitución arcillosa, tales como arcillas, margas y pizarras arcillo-silíceas. Las masas arcillosas, tales como las de gran potencia y extensión de las margas irisadas del triásico, muy abundantes en la mitad oriental de Hispania, y las margas grises más o menos yesíferas de las altiplanicies castella-

nas, son buenos ejemplos de rocas impermeables que no dejan pasar a su través las aguas superficiales, ni las de los mantos acuíferos subterráneos. Los terrenos superficiales de constitución arcillosa, si ésta no es absoluta, son en general muy aptos para los cultivos cerealísticos, y los demás herbáceos, de ciclo anual, pues tienen tales terrenos la propiedad de empaparse con el agua y retenerla en su masa, compensándose con ello la frecuente falta de regadío natural de lluvia en la amplia extensión de la Hispania seca o xerofita.

Las pizarras arcilloso-silíceas, por lo apretado de sus estratos y porque al descomponerse originan productos arcillosos, son por su impermeabilidad buenos parajes para la ubicación de grandes presas y retención del agua en los embalses. Aun en el caso de intercalaciones con capas de cuarcita (que son permeables por fisuración), el conjunto litológico resulta impermeable por lo apretado de los estratos de una y otra clase de roca, como es el caso en la importante presa y embalse de Cijara, en el Guadiana, a su entrada en Extremadura.

En el caso de los páramos castellanos de la altiplanicie del Duero, las aguas de lluvia que atraviesan la cobertura de calizas permeables por fisuración son detenidas por la extensión de las capas de margas y, formando red subterránea, surgen en manantiales en las laderas, en el contacto de las calizas del páramo con la superficie superior de las margas subyacentes de la cuesta, manantiales a cuyo amparo están situados muchos de los pueblos de Castilla.

Las aguas circulantes en el espesor de las capas del conjunto superior de la corteza terrestre forman corrientes anastomosadas, al modo de la red circulatoria de la piel humana, y se acumulan en mantos situados en el espesor de los terrenos sobre los estratos impermeables.

En el ámbito subterráneo de la amplia altiplanicie de La Mancha se reconocen dos principales mantos acuíferos. Uno a la profundidad general a que alcanzan los pozos del país, en el espesor de los terrenos miocenos; manto acuático limitado inferiormente por lechos de margas impermeables. Otro manto, más profundo, que se ha reconocido mediante sondeos, está en el espesor de las carfiolas, o sea, las calizas esponjosas y permeables del triásico, limitado inferiormente por capas arcillosas impermeables de dicho terreno. Uno y otro mantos presentan divisoria de aguas, como en la superficie del terreno; es decir, parte al Atlántico y parte al Mediterráneo. Las aguas subterráneas que vierten hacia el Atlántico, correspondientes al manto superior, salen al exterior en los abundantes manantiales de los Ojos del Guadiana, según se ha comprobado por ensayos con fluoresceína. Las aguas del manto inferior, que vierten hacia el Mediterráneo, hemos deducido que salen

al exterior en las laderas de las serranías levantinas, tales como en los manantiales de la laguna de Anna, en la Canal de Navarrés, teniendo por base impermeable las margas arcillosas del triásico.

En los terrenos muy plegados, lo mismo que en los horizontales o subhorizontales, que es el caso de La Mancha, ocurre igual, o sea, que el régimen de la circulación subterránea y la aparición de manantiales está subordinado a la disposición, situación y características de permeabilidad o impermeabilidad de los terrenos. Así se observa que en el conjunto Hespérico, de terrenos paleozoicos, tal como en Extremadura, Montes de Toledo, Campos de Calatrava y Sierra Morena, los materiales litológicos del paleozoico inferior (cámbrico y silúrico) regulan claramente niveles de manantiales, que suelen estar situados en el contacto de los bancos de cuarcita, permeables por fisuración, y de situación superior a los gruesos paquetes, impermeables, de pizarras silíceo-arcillosas; de situación inferior a las cuarcitas.

En grandes extensiones del solar hispano el granito es la única roca que forma el país. La circulación acuosa en el interior de los terrenos graníticos está subordinada a la fracturación de éstos según sus diaclasas o planos naturales de rotura, los cuales se entrecruzan en varias direcciones. En algunos parajes, determinadas direcciones de fracturación están atacadas por la caolinización y forman zonas de debilidad del conjunto rocoso, dando paso a las aguas subterráneas; tal fué el caso en el macizo zamorano, donde se instaló la gran presa de Ricobayo, en el Esla, dificultades que se consiguieron vencer. Lo general en los macizos graníticos es que las direcciones de roturas o diaclasas, las cuales se entrecruzan, sean camino de aguas subterráneas, lo que ocasiona profusión de manantiales y facilidad de alumbramientos, en general de pequeño caudal.

En los países de constitución litológica caliza suele haber trayectos subterráneos, en los cuales la acción erosiva de la corriente ensancha las fisuras y grietas que le sirven de cauce y, en acción de transporte y sedimentación, se depositan, como en superficie, arenas y cantos rodados de cuarcita; tal es el caso, entre otros muchos, de las galerías recónditas de la caverna, con pinturas de época paleolítica, de San Román de Candamo (Asturias), en donde se observa el tramo del cauce de un arroyo, actualmente en seco, que abandonando las claridades de la campiña se sumió en las tenebrosidades de la espelunca y, más tarde, tomó otro rumbo, dejando como señales de su paso los citados sedimentos.

Es ejemplo notable de curso subterráneo el del Ebro, en la zona de cabecera. Se origina este río caudal en las vertientes del pico de Tres

Mares, en la cordillera Cantábrica, y al pasar por territorio de constitución calcárea, se agota y pierde, sumiéndose bajo tierra, para reaparecer en superficie en los potentes manantiales de Fontibre; pasa por Reinosa, atraviesa las asperezas cantábricas y, por el congosto denominado las Conchas de Haro, entra pomposo en el gran valle Ibero.

Aguas juveniles.

Según lo dicho respecto al giro continuo de la circulación acuosa, de la atmósfera a la tierra y de la tierra al mar. Considerando también el perpetuo giro del agua en los organismos, absorbiéndola y desprendiéndola sin cesar durante el ciclo vital de plantas y de animales, cabe pensar si en el transcurso de las inmensidades de los tiempos geológicos la masa de aguas terrestres en su conjunto de mares, lagos, ríos, hielos polares, nieves de las montañas, aguas subterráneas, aguas atmosféricas, aguas formando parte de los organismos vegetales y animales, el agua total del Globo se ha conservado aproximadamente la misma, o, por el contrario, hay un decrecimiento continuado, una disminución constante del caudal acuoso total de la Tierra, causado principalmente por absorción de la corteza terrestre, como resultado de la hidratación continuada del mundo mineral.

Hace tiempo esta cuestión, planteada por algunos geólogos, se divulgó, y se llegó a la suposición que la continuada absorción de agua por la corteza sólida terrestre haría que en remotísimo tiempo del lejano porvenir la vida del planeta desaparecería por sequedad y aridez.

Tal hipótesis fué discutida a fines del siglo pasado y principios del actual. Hoy está desechada, y se admite que a la masa acuosa que en eterno giro circula por el conjunto de las envolturas terrestres: atmósfera, hidrosfera y litosfera, se incorporan constantemente nuevas cantidades de agua, formada por síntesis química en la zona profunda de la envoltura cortical del Globo, en el gran laboratorio de la Naturaleza, existiendo tales aguas en los magmas y en las rocas eruptivas que se forman a expensas de aquéllos.

Tales aportes de agua nueva al acerbo acuático terrestre son las denominadas «aguas juveniles», que surgen a la superficie de muy diversos modos: formando ingentes nubes de vapor en las erupciones volcánicas: en manantiales termales de tipo especial, cual los geiseres; en manantiales térmale, mineralizados o no, procedentes de zonas muy profundas de la envoltura pétrea del Globo, y formando parte integrante de rocas eruptivas, cual el granito y el basalto.

Respecto a la existencia de aguas juveniles en las zonas profundas

de la corteza terrestre, a pesar de la temperatura elevada que allí existe, Rinne recuerda «que el agua puede permanecer líquida a gran profundidad, porque, a unos 300 grados de temperatura, es suficiente para ello una presión de 90 kilogramos por centímetro cuadrado». La temperatura crítica del agua se encuentra, entonces, a unos 374 grados y la presión se eleva a 225 atmósferas. A temperaturas aún más elevadas y a presiones convenientes, puede aún conservar el agua su carácter líquido.

Son en extremo interesantes las experiencias de Armand Gautier, que explican la abundancia de aguas juveniles en los fenómenos eruptivos. Sus experiencias fueron realizadas operando con diversas rocas eruptivas y volcánicas, y especialmente con el granito, roca la más generalizada y abundante en la corteza terrestre; material pétreo que forma los cimientos del Globo y sobre el que descansa el edificio litológico de los terrenos sedimentarios.

Un kilogramo de granito reducido a polvo y desecado a temperatura de 200° para desprenderle del agua de imbibición, sometido a destilación seca en el vacío, produjo 10 gramos de agua y un volumen de gas seis o siete veces mayor que el de la roca. Por tanto, un metro cúbico de granito produciría 26 kg. 640 gms. de agua, y en un km. cúbico de tal roca, 26.640 kgs. de agua. Pero de agua naciente, de agua nueva, no de agua de imbibición, no de agua de cantera, sino de agua juvenil, que por primera vez desde que se formó el granito en los remotísimos tiempos anteriores al paleozoico se ponía en libertad y se incorporaba al conjunto acuoso terrestre. Además, Armand Gautier extrajo del granito diversos gases: hidrógeno libre, ácido carbónico, óxido de carbono, metano, etc.; gases que son precisamente los mismos y en análoga proporción que los componentes de las fumarolas del Santorino, cuyas lavas son liparitas, y de la Montaña Pelada, de la Martinica, de lavas andesíticas, volcanes de magmas lávicos muy afines, petrográficamente, al granito.

Operando con basalto en vez de granito, los productos gaseosos que se obtienen son semejantes a los emitidos por los volcanes basálticos, tales como los de Canarias, Madeira y Azores.

Tales experimentos de laboratorio se realizan en grande en la Naturaleza, viéndose surgir al exterior en las erupciones volcánicas inmensas nubes de vapor de agua, en muy gran parte juveniles; en los geiseres, colosales surtidores de agua del mismo tipo, y en determinados manantiales, gran caudal acuoso que puede reconocer origen primitivo.

Pero tales aflujos acuosos pueden proceder, por lo menos en parte, de aguas preexistentes, que por sus caminos laberínticos han descen-

dido a gran profundidad en el espesor de la corteza terrestre, alcanzando en virtud de la geotérmica elevada temperatura, y, en las emisiones volcánicas, proceder las nubes de vapor acuoso, de aguas meteóricas y subterráneas de la montaña volcánica. Para aclarar tales respectos, investigaciones modernas de carácter químico tratan de establecer la diferencia entre unos y otros tipos de aguas, presentando los juveniles caracteres de determinada composición química y especial grado respecto a radioactividad. En todo caso queda la certidumbre del aflujo de aguas nuevas, de «aguas juveniles», a la gran masa acuosa terrestre.

En el respecto de las emisiones acuosas en las erupciones volcánicas, tienen cierto interés las del cráter de la Montaña del Fuego, en el campo volcánico del Timanfaya (erupción de 1730 a 1736), y la del volcán Tinguatón (erupción de 1824), ambos en las isla de Lanzarote, que exploramos geológicamente en nuestra expedición de 1907. Una y otra erupción fueron descritas por testigos presenciales: la del siglo XVIII, por el cura de Yaiza, en relación recogida y comentada por Leopoldo de Buch, en su publicación de 1815, y la del siglo XIX, relatada por el cura de San Bartolomé y copiada en nuestra publicación, pertinente a Lanzarote, de 1910.

En el centro del área volcánica de Timanfaya se alza la denominada Montaña del Fuego. Es un cono de escorias y lapillis, con cráter en forma de embudo y reborde crateriano de lapillis cementados por cenizas, al que se asciende penosamente por la fuerte pendiente de las sueltas escorias. Análoga cuesta y constitución litológica tienen las laderas internas del embudo crateriano.

El reborde crateriano del cono volcánico es excelente miradero sobre el campo lávico y gran parte de la isla, de paisaje totalmente desprovisto de vegetación. En el borde circular del volcán sopla fuerte y constante alisio del NNE., muy cargado de humedad, la que se condensa en las esponjosas lapillis de la montaña. No se experimenta sensación alguna de calor.

Si al resguardo del viento se ensancha alguna de las grietas, sale un hálito caliente, y, si por las rendijas se introducen papeles, pronto se inflaman, pero nada acusa al exterior este calor que guarda la montaña. El calor es seco, y supusimos procedía de alguna gran masa lávica que, resguardada en el subestrato profundo de la isla, aún conservaba gran temperatura, desde la erupción de hacía dos siglos.

En la erupción de 1824, en parajes distintos del descrito, alejados pocos kilómetros, dos de las aberturas volcánicas, poco distantes entre ellas, formó cada una su cono y realizaron erupción de tipo corriente,

basáltico, estromboliano, con abundantes emisiones de vapor de agua y proyección de escorias y lapillis. Pero en la abertura volcánica, distante de las otras, denominada volcán de Tinguatón, comenzó su erupción también con tipo estromboliano, con emisiones de gases, vapor de agua y proyección de escorias y lapillis, formando amontonamiento de escorias alrededor de un cráter elíptico, con el diámetro mayor de algo más del centenar de metros y fondo casi plano, en el que se abre gran conducto vertical o chimenea de grandísima profundidad, por bajo al nivel del mar, no muy alejado. Tales chimeneas son raras en Canarias, pero existen algunas en las diversas islas del archipiélago.

A la emisión explosiva de gases, vapores y lapillis, sucedió el fluir de las lavas, que ocupando el cráter abrieron con su peso un portillo y avanzaron en corriente hacia la costa, no muy distante. La erupción del volcán Tinguatón, según el relato del cura de San Bartolomé, terminó de un modo singular, dejando de fluir la lava y surgiendo por la chimenea colosales chorros de agua caliente, que se elevaron a gran altura en surtidores, agua que corrió sobre las lavas que ocupaban la vallonada, impregnándolas de una costra blanquecina calcárea, que observamos durante nuestra visita; el agua dejó de surgir y el volcán se apagó, quedando en la forma y estado que le vimos en nuestra expedición de 1907.

Es indudable que una fase geiseriana substituyó inmediatamente a la emisión de la lava. Caso éste del que no conocemos semejante en las descripciones vulcanológicas. Tales surtidores parecen corresponder a aguas de origen volcánico, aguas juveniles, como las de las inmensas masas y nubes de vapor que caracterizan a las erupciones volcánicas, especialmente a las de tipo vesubiano. Nos surgió la idea que los potentes surtidores del volcán Tinguatón fuesen originados por aguas marinas, que por grietas del subsuelo de la isla hubieran llegado a la chimenea volcánica, teniendo en cuenta la corta distancia del volcán al mar y la altitud de pocos metros; nivel marino, desde luego, por encima del fondo de la chimenea volcánica. Las impregnaciones calcáreas dejadas por las aguas de los surtidores del volcán, análogas a los depósitos calizos dejados por los geiseres, están en contradicción con tal hipótesis.

Los manantiales termales y los mineralizados, presuntas fuentes de aguas juveniles, están más en relación con las características del país en que brotan que con la composición mineralógica de los estratos. Tal es el caso de las célebres termas de Carlsbad, cuya mineralización borato sódica, y los depósitos de cloruro sódico de hasta 100 toneladas anuales, no corresponden con lo que pudiera deducirse del terreno gra-

nítico que las aguas atraviesan y en el que brotan. Características que hacen suponer procedan las aguas de Carlsbad de zonas muy profundas, y deban ser consideradas como agua juveniles.

Extraordinario interés presentan en relación con la geotermia la gran alineación de manantiales portugueses desde el Duero hacia el Norte, a internarse en Galicia, según la alineación geotectónica o geoclasea del Tamega, a la que corresponden los manantiales termominerales de Cabres, Pedras Salgadas, Vidago, Chaves, Vilarelho y los que se continúan en la misma dirección en Galicia, por la comarca de Verín (Orense).

Tales manantiales de aguas sódicas, más o menos radioactivas, tienen características geológicas que hacen suponer sean de aguas juveniles. Debiéndose atribuir el mismo origen a los célebres manantiales de las Burgas y el Surtidero de Orense, sódicas con ácido carbónico y nitrógeno libre. Manantiales que suman el enorme caudal de 300 litros por minuto, lo que permite aprovecharlos para los usos domésticos del vecindario de la ciudad.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS RIOS CAUDALES HISPANOS

Un río típico, normal y completo, comprende en el conjunto de su recorrido tres tramos: el de origen o de cabecera, en el cual la corriente fluvial avanza en régimen torrencial, con rápidos o cascadas, entre montañas, en valle estrecho abundante en congostos y hondas barrancadas. El tramo medio, que suele ser el de más larga extensión, con corriente regularizada por la mayor uniformidad de la pendiente del cauce, y en valle amplio por el cual el río avanza describiendo meandros divagantes. El tramo final o de desembocadura es donde el valle adquiere su máxima amplitud, siendo frecuente que, como resultado del hundimiento geológico del sector costero, se produzca la sumersión de la vallonada litoral y se forme un estuario en el que se juntan las aguas dulces del río con las saladas del mar y se manifiestan las oscilaciones de la marea.

En el primer tramo la predominante acción geodinámica es la erosión. En el segundo tramo, el fenómeno más característico es el transporte de los cantos y demás sedimentos procedentes de la parte alta de los afluentes. En el tramo de desembocadura, la acción dinámica geológica es la de acumulación y depósito de aluviones y fangos, tendente a rellenar el estuario, y si éste no existe, a depositarse los sedimentos fluviales en la salida, ganando espacio la tierra al mar, si es que las

condiciones de la marea y las corrientes litorales permiten la formación del delta, a través del cual se ramifica en brazos la corriente del río y se pierde en el mar.

La acción erosiva del conjunto del aparato fluvial tiende a ampliar el valle, ensanchándole y ahondándole. Tiende también a regularizar el perfil longitudinal del cauce, hasta conseguir una línea cóncava hacia el cielo, muy abierta y sin resaltes, de perfecta y elegante curvatura, desde la desembocadura o nivel de base hasta la cabecera u origen, curva que constituye el perfil de equilibrio del río. Cuando el río ha adquirido su perfil de equilibrio o difiere poco de él, se dice que ha alcanzado su madurez.

La actual red fluvial hispana se acabó de constituir en la segunda mitad del período plioceno, cuando la Península adquirió el relieve actual, consecuencia de los hundimientos litorales y, por compensación, se produjeron los levantamientos de las zonas centrales, que caen en rampa o gradería hacia las depresiones externas y hacia los mares que contornean al ámbito peninsular.

De los períodos anteriores al plioceno quedan rasgos morfológicos en el solar hispano, que corresponden a redes fluviales anteriores a la actual, siendo las mejor determinables las referibles a las épocas del neogeno, sin que en el estado actual de las investigaciones pueda llegarse a reconstituir idealmente y a localizar en los mapas la red o redes fluviales de épocas geológicas pasadas, sino tan sólo reconocer en las vallonadas las señales y características de la morfología topográfica y poder deducir cuáles de aquéllas son retazos o porciones de antiguas redes fluviales, fragmentos de desaparecidos ríos que en unos casos fueron incorporados a la actual red fluvial y en otros siguen constituyendo valles muertos independientes de ella.

Existen dos ríos caudales hispanos, Ebro y Guadalquivir, que, por sus características geológicas, naturaleza y edad de los materiales litológicos de sus cuencas y valles, permiten más fácilmente que en otros determinar su edad. Uno y otro río se constituyeron en los tiempos del neogeno, y ambos coinciden en haberse originado en compartimientos terrestres de hundimiento encuadrados por zonas montañosas. Las diferencias fundamentales consisten en que el Ebro tuvo, desde que se constituyó en los primitivos y altos niveles de su amplio valle, que abrirse paso al mar aserrando los accidentes montañosos de dura roca situados en las costa, mientras que el Guadalquivir siempre tuvo amplia y despejada salida al mar. Otra diferencia fundamental es que el valle del Ebro no fué nunca invadido por el mar durante las épocas geológicas del mioceno y del plioceno, mientras que el valle del Gua-

dalquivir fué ocupado por las aguas marinas en dos épocas: primero, en la época miocena; después, durante el plioceno.

En el conjunto peninsular existen cinco ríos principales o caudales: El Ebro, correspondiente a la vertiente mediterránea, y los otros cuatro a la atlántica, que contando de Norte a Sur, son: Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir. De segunda categoría y de curso permanente en todos los tramos fluviales, son los más caudalosos y de más largo recorrido: El Llobregat, Turia, Júcar y Segura, en la vertiente mediterránea; Mondego y Miño, en la atlántica occidental, y Nalón, en la cantábrica.

Los demás ríos que no son afluentes de otros mayores tienen, por lo general, su origen en las zonas montañosas periféricas al Escudo Hespérico, y varios en las serranías litorales, presentando en casi todo su recorrido carácter torrencial, cual los que descienden por las vertientes meridionales de la Penibética. Algunos de los que vierten al Cantábrico tienen su origen en las zonas elevadas de los bordes septentrionales del macizo hespérico, y se han abierto paso al mar aserrando en erosión remotamente los relieves montañosos, mediante estrechos conghostos y profundas hoces, tales como el Deva, Cares y Sella, a través de la ingente masa orográfica de las Peñas de Europa.

El estudio de la red fluvial hispana se desarrollará estudiando primero los cinco principales ríos del conjunto peninsular en dos grupos, estableciéndose la división de éstos, teniendo en cuenta, *por una parte*, la divisoria de aguas entre Mediterráneo y Atlántico, y también la existencia del sistema orográfico Central, que constituye el eje fundamental orográfico de la Península, en razón de lo cual los cinco principales ríos hispanos se descomponen en dos grupos: Uno, correspondiente a los de la mitad septentrional del conjunto hispano, que son el Ebro y el Duero. Otro grupo comprenderá los de la mitad meridional, o sea el Tajo, Guadiana y Guadalquivir (lám. V).

Los ríos que no son afluentes de los cinco caudales, sino que vierten directamente en el mar, son, por su caudal y recorrido, de categoría muy diversa; unos, medianos, que vierten directamente al Mediterráneo o al Atlántico, y, asimismo, gran número son ríos menores. El estudio de unos y otros no se hará atendiendo al tamaño, sino a la situación geográfica que tienen en el ámbito peninsular, estudiando en grupo los correspondientes a cada sector geográfico del litoral mediterráneo y atlántico.

Terrazas fluviales.

La acción erosiva de la corriente del río es la que produce la excavación del valle y su configuración, siendo característico de los ríos hispanos, como de los de otros países, un cierto escalonado que presenta el terreno de las márgenes, en la dirección general de la corriente fluvial, originándose terrazas escalonadas cubiertas por espesor, mayor o menor, de gleras de cantos rodados y que indican los niveles en que el río corría en otras épocas.

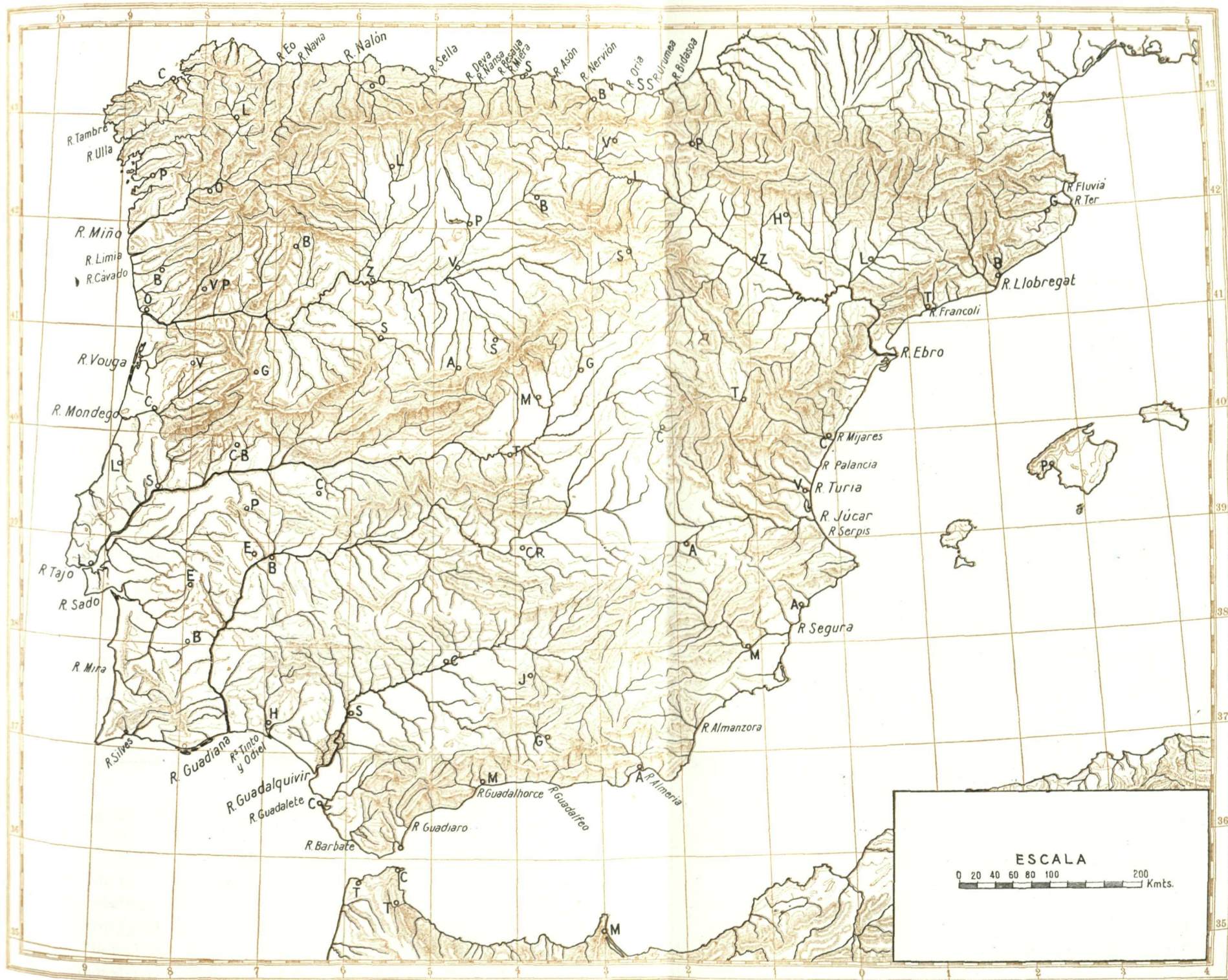
El estudio que realizamos del fenómeno de las terrazas de los ríos hispanos con la cooperación de algunos discípulos y colegas, nos condujo al resultado de señalar, en términos generales, cuatro niveles escalonados de terrazas de los valles de los cinco principales ríos de Hispania y sus afluentes principales, situados, por término medio, a alturas de 10, 30, 60 y 100 metros, contando desde la más baja y próxima al cauce actual, que es la más moderna. Alturas medidas en un mismo perfil transversal del valle, comenzando desde el cauce, al nivel del agua de las avenidas medias, que establece la base de cero metros. De estas terrazas, la más alta es la más antigua, que fué originada en el plioceno, cuando se constituyó la actual red fluvial, habiéndose formado las otras durante el periodo cuaternario, siendo tanto más antiguas cuanto más altas están sobre el nivel actual de base. El cauce de la época actual es el de las máximas avenidas, cauce frecuentemente ocupado por glera de cantos rodados.

Tal escalonado de las laderas del valle fluvial y formación de terrazas supone variación en el ritmo y discontinuidad en las acciones erosivas de la corriente fluvial, que puede atribuirse a dos fenómenos independientes o concomitantes:

a) Variaciones en el régimen fluvial por causas climatológicas, tales como la alternancia geológica, durante el pleistoceno, de épocas pluviales-glaciales, interrumpidas por épocas de sequía interglaciales.

b) Variaciones en el nivel de base del río por movimientos suaves epirogénicos de los compartimientos o témpanos corticales, hundiéndose hacia la zona de desembocadura o levantándose por la cabecera.

El estudio de tales terrazas escalonadas a lo largo de los valles fluviales y cubiertas por la glera de cascajos y aluviones diversos depositados por la corriente cuando corría a aquellos niveles tiene gran importancia, no tan sólo en el aspecto puramente científico para determinar el oscilar cómo y cuándo de los compartimientos que integran las áreas continentales, sino en sí mismas, las terrazas y gleras fluvia-



Red fluvial hispana. Conjunto hidrográfico peninsular.

les tienen gran interés de aplicación práctica en relación con la agricultura, especialmente con los regadíos; en relación con la higiene pública, especialmente de los grandes centros urbanos ribereños; en relación con las obras hidráulicas de ingeniería, etc.

EL EBRO. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

El Ebro es el principal río correspondiente a la vertiente peninsular mediterránea, separada de la atlántica por la gran extensión de las serranías y parameras del Idúbeda en sus dos zonas Celtibérica e Ibérica, limitantes de la cuenca del Ebro por la parte occidental y meridional. Son cumbres principales de la serranía Celtibérica: Urbión

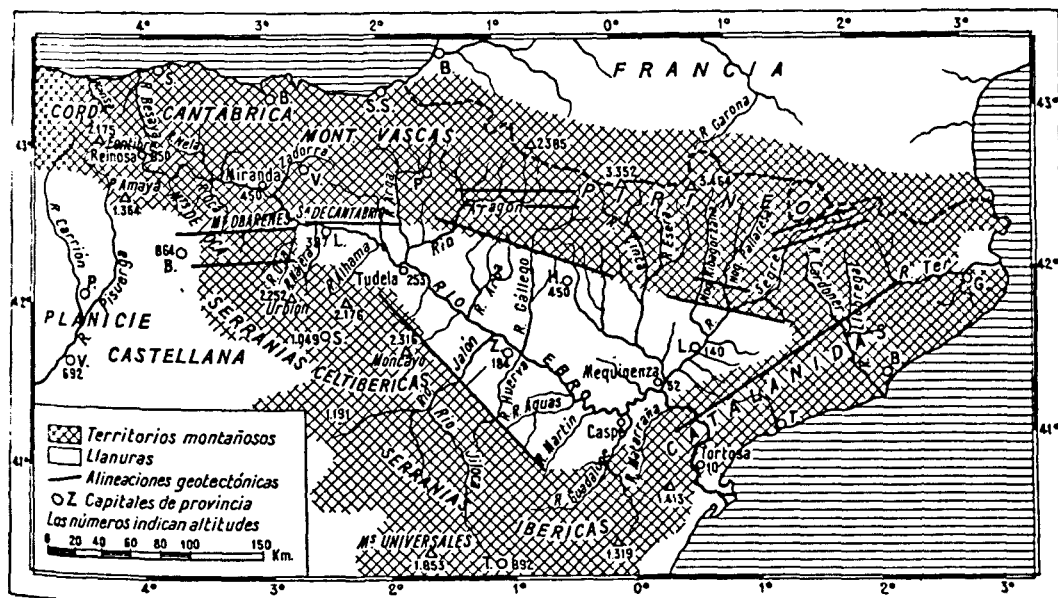


Fig. 133.—Situación y característica general del sistema hidrográfico del Ebro.

(2.252 m.), Cebollera (2.176 m.) y Moncayo (2.316 m.), y en la serranía Ibérica, los Montes Universales (1.853 m.), la Muela de Ares (1.319 metros) y el Monte Caro (1.413 m.) (fig. 133).

Por el Norte corresponden a la cuenca del Ebro las vertientes meridionales del Pirineo, desde la gran depresión transversal geoclástica de la Cerdaña hacia el Oeste por los Pirineos Centrales: Aneto (3.404 m.),

Monte Perdido (2.352 m.), y en los occidentales: el Pico Midi de Oseau (2.285 m.) y Pico de Annie (2.504 m.).

La parte alta de la cuenca del Ebro está limitada septentrionalmente por las montañas centrales de Vasconia, desde la Sierra de Aralar, en Navarra, hasta la Sierra Salvada, en Vizcaya, que establecen divisoria de aguas entre Cantábrico y Ebro, continuadas hasta el Oeste por la línea de cumbres de la Cordillera Cantábrica hasta la comarca de Reinosa, en donde entá Fontibre y el pico de Tres Mares (2.175 m.).

Desde el pico de Tres Mares (con vertientes al Mediterráneo, Cantábrico y Atlántico occidental, respectivamente, por el Ebro, Saja y Pisuerga), la divisoria entre las cuencas del Ebro y del Duero está en las antiplanicies de la Lora, con la Peña de Amaya (1.364 m.), Montes de Oca, en la alta paramera burgalesa, con altitudes del millar de metros (La Brújula, 999 m.), y en la rampa orográfica de La Bureba (Briviesca, 720 m), a enlazar con las crestas de la Sierra de la Demanda y demás cumbres de la alineación orográfica Celtibérica.

Cierran por el Este la cuenca del Ebro, la alineación orográfica interior de las Catalánicas coincidentes con los límites de las provincias de Tarragona y Barcelona con los de Lérida, y cuyos aportes fluviales a la depresión del Ebro son poco importantes.

Dichas zonas montañosas, que con las aportaciones de sus cursos fluviales forman el sistema hidrográfico del Ebro, rodean mediante alineaciones de carácter geotectónico a la extensa planicie de la depresión Ibera, rellena totalmente por terrenos neozoicos de facies terrestre.

Así en el frente pirenaico correspondiente a las provincia de Lérida y Huesca existe la alineación orográfica subpirenaica, formada por variedad de terrenos mesozoicos cortados por plano de falla, arrumbado de ESE. a WNW., dando frente hacia el eje de la cuenca, constituyendo tal accidente geoclástico, según expresión de Mellada, una de las fallas más importantes de España por la gran longitud de la corrida y por la potencia del desplazamiento vertical, en el plano de falla, de un segmento respecto al otro.

Por el Este la depresión del Ebro está cerrada por la cadena orográfica interior de las Catalánidas, formada en gran extensión por montañas de conglomerados paleógenos fuertemente cementados, como también ocurre con las de la misma época en las zonas bajas de la cordillera del Pirineo.

El borde meridional de la llanura del Ebro correspondiente a las serranías Ibérica y Centibérica presenta la alargada zona de terrenos del paleozoico inferior, arrumbados de SE. a NW. en fallas y pliegues-fallas, cayendo en escalones hacia la depresión del Ebro, y en la parte

Celtibérica por alto escarpe, que cae abrupto, desde el Moncayo y las cumbres sorianas de Cebollera y de Urbión, hacia la planicie del Ebro, por Borja, Tarazona, Alfaro y Calahorra.

En el tramo occidental de la cuenca del Ebro la llanura fluvial se estrecha, distinguiéndose en él dos partes: Una correspondiente al Sur de Navarra y Norte de la provincia de Logroño, denominadas, respectivamente, La Ribera y La Rioja, en cuyo comedio está situada la ciudad de Logroño, sobre el Ebro, a la altitud de 387 metros. La otra parte es la Bureba, llanura en rampa, por la que se asciende a la altiplanicie burgalesa, según se ha dicho.

El extremo occidental de la cuenca del Ebro está limitado en la margen izquierda por la Sierra de Cantabrio y la alineación de los Montes Obarenes, y por la margen derecha por el borde bajo de los Cameros y de la Sierra de la Demanda, correspondientes a las serranías Celtibéricas. La rampa de la Bureba, aunque está en la continuación hacia el Oeste del valle del Ebro, no es por ella por donde descende el río desde las altas zonas de la Cordillera Cantábrica, sino por el paso denominado las Conchas de Haro, cortando la alineación orográfica entre la Sierra de Cantabrio y los Montes Obarenes.

De lo expuesto respecto a características de la cuenca y valle del Ebro, y, en general, de la planicie que el río recorre a lo largo, parece deducirse que ésta constituye un área de depresión geotectónica, rellena por acarreos fluviales procedentes de las alineaciones orográficas y territorios montañosos que la rodean, conjunto de depósitos detríticos y facies continental correspondientes a terrenos oligocenos, miocenos y pliocenos, e incluso del cuaternario en las terrazas fluviales.

Tal conjunto de depósitos están acumulados sobre un fondo o substrato, en general desconocido. Substrato que, juzgando por los depósitos de las zonas que bordean la depresión, corresponderán a terrenos mesozoicos: cretácicos, jurásicos y triásicos, en superficie de arrasamiento geológico sobre la que se depositarían los sedimentos neozoicos de facies continental, al iniciarse el hundimiento de la cuenca, por fenómeno concomitante con los movimientos orogénicos de época neozoica, que produjeron las dislocaciones, plegamientos y levantamientos de los territorios que circundan al área de depresión.

En el respecto geotectónico, en relación con los demás compartimientos del ámbito peninsular, parece deducirse por la situación y demás características que la llanura Ibera constituye un compartimiento o témpano cortical extraño al gran conjunto central del Escudo

Hespérico, cuya extensión y características están bosquejadas en el capítulo pertinente al relieve hispano.

En el curso de la corriente del Ebro se distinguen tres tramos, claramente determinados por las características topográficas de los territorios atravesados por el río. El primero, o de origen, está ubicado en las serranías Cantábricas y zonas altas de la tierra burgalesa, comprendiendo una distancia, entre el nacimiento y las Conchas de Haro, por las que el río sale al llano, en unos 130 kilómetros, en cuyo trayecto describe numerosos meandros encajados, forma rápidos la corriente en congostos rocosos o se expansiona y mengua la velocidad en ensanches intermontañosos.

El tramo medio está comprendido entre las Conchas de Haro (410 m.) y Mequinenza (52 m.), donde se le une la más importante rama fluvial, la del Cinca-Segre, mediando entre ambos sitios unos 300 kilómetros, que el río recorre en la llanura Ibera, con abundancia de meandros divagantes.

El tercer tramo o final, desde Mequinenza hasta la desembocadura, es de unos 60 kilómetros en línea de aire, entre Mequinenza y el final de la vega de Tortosa, trayecto en el que el Ebro describe numerosos meandros encajados en hondas barrancadas, hasta el ensanche de Mora de Ebro, desde el cual el río cruza por hoz las montañas litóricas catalanas, recorre la vega de Tortosa y sale pomposo al mar, en el que forma extenso y productivo delta, de 30 kilómetros de flecha.

Tramo superior del Ebro y afluentes.

Se origina el Ebro en el gran manantial de Fontibre, de nombre significativo; potente resurgencia del curso subterráneo de corriente fluvial resurgente del alto Híjar, originado por el acúmulo de las aguas de lluvias y de nieves en los terrenos calizos de las inmediatas montañas de la cordillera Cantábrica, rocas permeables por fisuración, a través de las cuales las aguas del exterior se filtran y originan corriente interna sobre el fondo impermeable de capas subyacentes que surge en paraje donde la capa impermeable aflora en superficie. Tiene, pues, el Ebro origen singular, saliendo de la madre Tierra al modo del ser humano de la matriz materna: naciendo el río con potente caudal de claras aguas. Corre el Ebro naciente por la altiplanicie de Reinosa a la altitud de unos 850 metros, y cerca de dicha ciudad se le incorpora el Híjar superficial, procedente de más lejos: de las vertientes de alta montaña, del Pico de Tres Mares, en las cumbres de los Puertos de Seijas.

Desde Reinosa hacia el Este, el borde alto de la altiplanicie castella-

na presenta características singulares, pues no sirve de asiento a abruptos relieves y elevados picos montañosos, formando pretil orográfico entre la altiplanicie castellana y la zona litoral del Cantábrico, como acontece desde Reinosa hacia el Oeste, originándose la alineación culminante de la cordillera Cantábrica, sino que la altiplanicie llega al borde alto de la abrupta cuesta, formando amplia rasa, a modo de ingente terra-

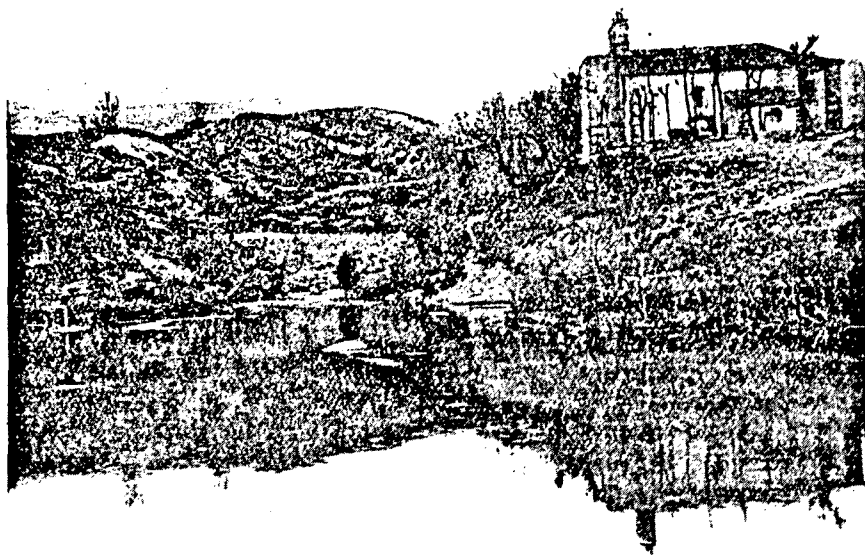


Fig. 134.—Fuente resurgente del Ebro en el manantial de calizas cretáceas de Fontibre, cerca de Reinosa (Santander).

(Foto Hernández-Pacheco.)

za sin pretil, en la que se originan los arroyos que, reuniéndose en conjunto fluvial, forman el Besaya, que se despeña hacia el mar por la pendiente cantábrica hasta Torrelavega, situada en la llanura costera.

Tal altiplanicie, situada al Este de Reinosa, es la Rasa de Campóo, de terrenos margosos, areniscosos y calizos, triásicos y jurásicos, continuada más al Este por la panda depresión de La Virga, sobre terrenos del cretáceo inferior, de constitución margosa y areniscosa, a unos 825 metros de altitud, destacando una porción formada por calizas duras, que forma el relieve denominado La Lastra. La llanura de La Virga constituyó zona pantanosa, en la que se desarrollaba amplia y espesa turbera (fig. 135).



Fig. 135.—Llanura pantanosa de turberas de la Virga en Arroyo, comarca de Reinosa (Santander), zona ocupada actualmente por el embalse regulador del Ebro.

(Foto Hernández-Pacheco.)



Fig. 136.—El Ebro entre las calizas cretáceas de Arroyo (Santander), paraje de ubicación de la presa del embalse regulador.

(Foto Hernández-Pacheco.)

En los periodos glaciales del cuaternario, La Virga estaba ocupada por extensa laguna, y de esta época proceden los potentes depósitos de arenas silíceas, dispuestas en repetidos bancos en estratificación cruzada, utilizadas como fundamental primera materia en la vidriería de Arijá.

El Ebro, a corta distancia de Reinosa, avanza hacia el Este y pasa inmediato al borde de la llanura de La Virga, situada a muy pocos metros sobre el nivel del río, el cual, torciendo el rumbo hacia el Sur en Arroyo (fig. 136), se aleja de la altiplanicie y avanza por la serranía, encajado el cauce en gargantas rocosas. Actualmente la altiplanicie de La Virga se ha transformado en un gran embalse regulador del Ebro, sin



Fig. 137.—El Ebro en el ensanche de Miranda de Ebro (Burgos).

(Foto Hernández-Pacheco.)

más que cerrar el cauce en el paraje adecuado con presa no muy alta, formándose un largo artificial de más de una veintena de kilómetros de Este a Oeste, por anchura variable de uno a cinco, sobresaliendo en el comedio del lago la extensa península de La Lastra, formada por calizas cretáceas resistentes a la erosión.

Desde la presa que origina el lago de La Virga, el Ebro avanza rumbo al Sur, en curso sinuoso en meandros encajados entre calizas cretáceas, abundante en pintorescos roquedos, como los de Valdelateja y otros parajes de la comarca. Pasa por la cuenca neogena de Miranda de Ebro a los 450 metros de altitud, en donde la corriente se ensancha (fig. 137). Atraviesa la alineación orográfica que de Este a Oeste forman la Sierra de Cantabria y los Montes Obarenes y por el portillo entre una y otra alineación montañosa, denominado Las Conchas de Haro, aban-

dona las serranías cantábricas, describiendo un meandro, en el que forma rápidos, a la altitud de 430 metros a la entrada y de 410 a la salida, penetrando con caudal pomposo en la fértil y bien cultivada comarca de la Rioja.

En este primer tramo, recorrido entre relieves montañosos de las provincias de Santander y de Burgos, recibe por la margen izquierda como más importantes afluentes el Nela, Bayas y Zadorra. El *Nela* procede de las cumbres de la Cordillera Cantábrica y pasa bajo imponente arco natural rocoso, en el pueblo de Puente de Ibañeta, edificado en lo alto; cruza a lo largo de la pequeña cuenca oligocena-miocena de Villarcayo y se incorpora al Ebro, al Norte de Oña. El *Bayas* procede de la vizcaina peña de Gorbea (1.527 m.) y se une al Ebro en la hoya de Miranda. El *Zadorra* tiene sus orígenes en la Sierra de Aranzazu (1.549 m.), recorre la feraz y bien cultivada hoya de Vitoria y se incorpora también al Ebro en el ensanche de Miranda.

Por la margen derecha el más importante afluente es el *Oca*, que se origina en las laderas bajas de la sierra de la Demanda; cruza la planicie de La Bureba, pasando por Briviesca (720 m.), capital de la comarca, y por la importante villa de Oña, uniéndose al Ebro a poca distancia. También proceden de la Sierra de la Demanda, pero de la zona de cumbres, la pareja fluvial *Tirón* y *Oja* o *Llera*, que se unen muy cerca de la desembocadura. El *Tirón* pasa por Belorado, y el *Llera* u *Oja* por Santo Domingo de la Calzada, desembocando reunidos junto a Haro.

Tramo del Ebro, entre las Conchas de Haro y Tudela. Afluentes.

El Ebro, pasadas las Conchas de Haro, penetra en la llanura Ibera, formada por depósitos margosos más o menos arenáceos, de terrenos miocénicos, en los que, por ancha vallonada de aluviones terrígenos modernos forma la corriente acentuados meandros divagantes. La dirección general es de Noroeste a Sureste, atravesando a lo largo la llanura de la depresión Ibera, en situación más próxima al borde meridional de los territorios montañosos Celtibéricos e Ibéricos del Idúbeda, que al borde del bajo Pirineo, disposición que hace que la red de afluentes pirenaicos sean de mucho más largo recorrido y caudal que los que desembocan por la margen derecha.

El tramo medio del Ebro se puede descomponer en tres porciones, que son: a) La de la Rioja y Ribera de Navarra, que comprende desde las Conchas de Haro hasta Tudela. b) La situada entre Tudela y Zaragoza, de amplia vallonada, irrigada por canales derivados del río.

c) La comprendida entre Zaragoza y Mequinenza, en donde termina el tramo correspondiente a la llanura aragonesa.

El tramo riojano y de la ribera navarra es de vegas fértiles y cuidadosamente cultivadas, con ensanches e importantes ciudades ribereñas.

Son los principales afluentes al Ebro en esta parte de su tramo medio: El *Najerilla*, procedente de la Sierra de San Lorenzo, que pasa por la ciudad de Nájera y su importante vega. El *Iregua*, que nace en la Sierra Cebollera, pasa por Torrecilla de Cameros y vierte en el Ebro, junto a Logroño. La pareja fluvial de *Leza* y *Jubera*, que recorren la comarca de los Cameros, y reunidos en uno vierten en el Ebro por Argoncillo. El *Cidacos*, de largo recorrido, procedente de la alta serranía de Montes Claros y Sierra de Alba, al Norte de Soria; pasa por Arnedo (Logroño) y por la ciudad de Calahorra se vierte en el Ebro.

El río *Alhama* se origina en la zona alta de las montañas celtibéricas sorianas, en las vertientes orientales (Pico Matute, 1.427 m.), por las que desciende a la ciudad de Cervera del Río Alhama, de situación pintoresca, en el borde bajo montañoso, pasada la cual recibe, por la margen izquierda, el importante aporte fluvial del río *Linares*, desembocando juntos, por la ciudad de Alfaro, en el Ebro.

El *Queiles* procede de las vertientes montañosas hacia el Norte del destacado macizo del Moncayo. Pasa por Agreda, situada en la base de la serranía; por Tarazona, en la llanura y por Cascante, desembocando en el río caudal por Tudela.

Procedente del país vasco, llega en esta primera parte del tramo medio del Ebro, por la margen izquierda, el río *Ega*, que se origina en Maestu (Alava). Avanza hacia el Este entre las sierras de Urbasa y la Peña de Joár (1.421 m.). Penetra en la ciudad de Estella, en donde turce el rumbo hacia el Sur y, a través del condado de Lerín, desemboca en el Ebro por Calahorra.

El Ebro entre Tudela y Mequinenza.

En Tudela y ayuso Tarazona la vallonada fluvial del Ebro se ensancha; el río en un trayecto de unos 24 kilómetros, por la margen izquierda, va adosado al borde bajo, de escarpas en extremo abruptas de terrenos margosos miocénicos con potentes espesores. Fuera de este paraje, la gran anchura del valle fluvial, ocupada por aluviones arenáceo-arcillosos, constituye excelente llanura para cultivos de regadío, mediante la desviación de la corriente por dos grandes canales: el de la margen izquierda es el denominado *Canal de Tauste*, y el de la

margen derecha es el *Canal Imperial de Aragón*, cuya construcción se efectuó por el gran impulso que a ello dió el Conde de Aranda, ministro de Carlos III (fig. 138).

Pasada Zaragoza (184 m.), se incorpora al río el sobrante del Canal Imperial y mengua la amplitud de la vega de tal modo que desde Velilla de Ebro hasta Mequinenza (152 m.), en trayecto de unos 60 kilómetros, con arrumbamiento de la corriente de

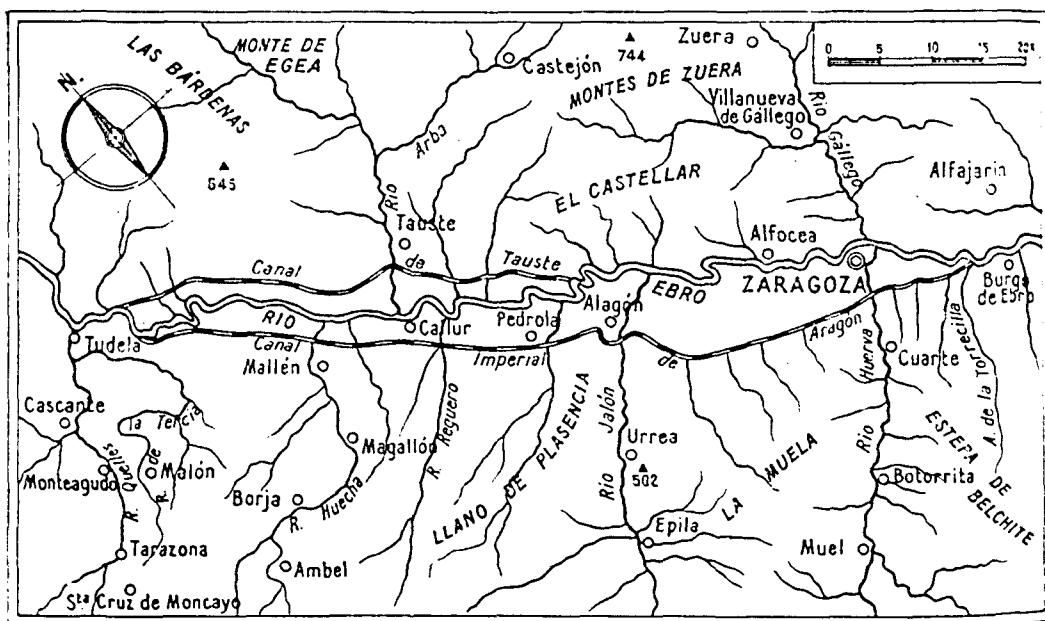


Fig. 138.—Tramo medio del Ebro con los canales de Tauste y del Imperial de Aragón.

Oeste a Este, la vega aluvial está reemplazada por terrenos miocénicos de margas yesíferas y vegetación esteparia que llegan hasta el cauce por una y otra margen.

En la zona media del Ebro, a su paso por la llanura aragonesa, en Zaragoza (fig. 139), el río corre a los 184 metros de altitud, observándose tres terrazas en la ladera derecha de la vallonada en que está edificada la ciudad. La terraza baja, ocupada por las edificaciones, está de 10 a 15 metros sobre el río. En las inmediaciones del canal se observa la de 40 metros, y en la planicie del cementerio y campo de tiro otra elevada a 65 metros. En la margen izquierda, sobre las margas yesíferas de la confluencia con el Gállego, existe una alta terraza a 130 metros sobre el Ebro, en Zaragoza. El espesor de las gleras de cantos rodados

en las terrazas de la margen derecha es de 5 a 8 metros, y en la alta de la izquierda de más de 10 metros.

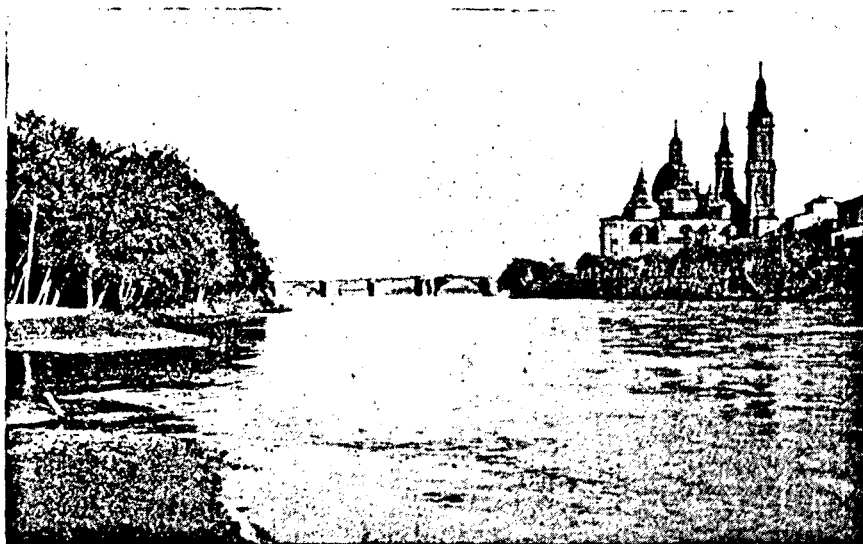


Fig. 139.—El Ebro en Zaragoza.

(Foto Hernández-Pacheco, 1924.)

Ramificación fluvial del Jalón y afluentes al Ebro por la margen derecha.

En el tramo medio, el Ebro recibe por la margen derecha diversidad de riachuelos, procedentes de las laderas orientales del Moncayo, que forman el *Huccha*, que pasa inmediato a Borja en la planicie aluvial.

El más importante afluente al Ebro por la margen derecha es el Jalón, curso y valle de gran importancia geográfica y estratégica y de significación geomorfológica y geotectónica, pues constituye zona de depresión transversal en el conjunto de las serranías del Idúbeda, estableciendo límite entre la porción situada al Norte, las serranías Celtibéricas, y la situada al Sur, las serranías Ibéricas. Depresión geográfica, la del Jalón, y su continuación occidental el alto Henares, que es paso y comunicación natural entre la baja y extensa llanura Ibera y las altiplanicies centrales hispanas.

La divisoria de aguas mediterráneas y atlánticas entre el Jalón, hacia la llanura Ibera, y el Henares, hacia la altiplanicie del Tajo, está



inmediata a Medinaceli (1.191 m.), en la loma de margas triásicas de Sierra Ministra.

Constituye el Jalón la más extensa ramificación fluvial y el más importante caudal que recibe el Ebro por su margen derecha (fig. 140).

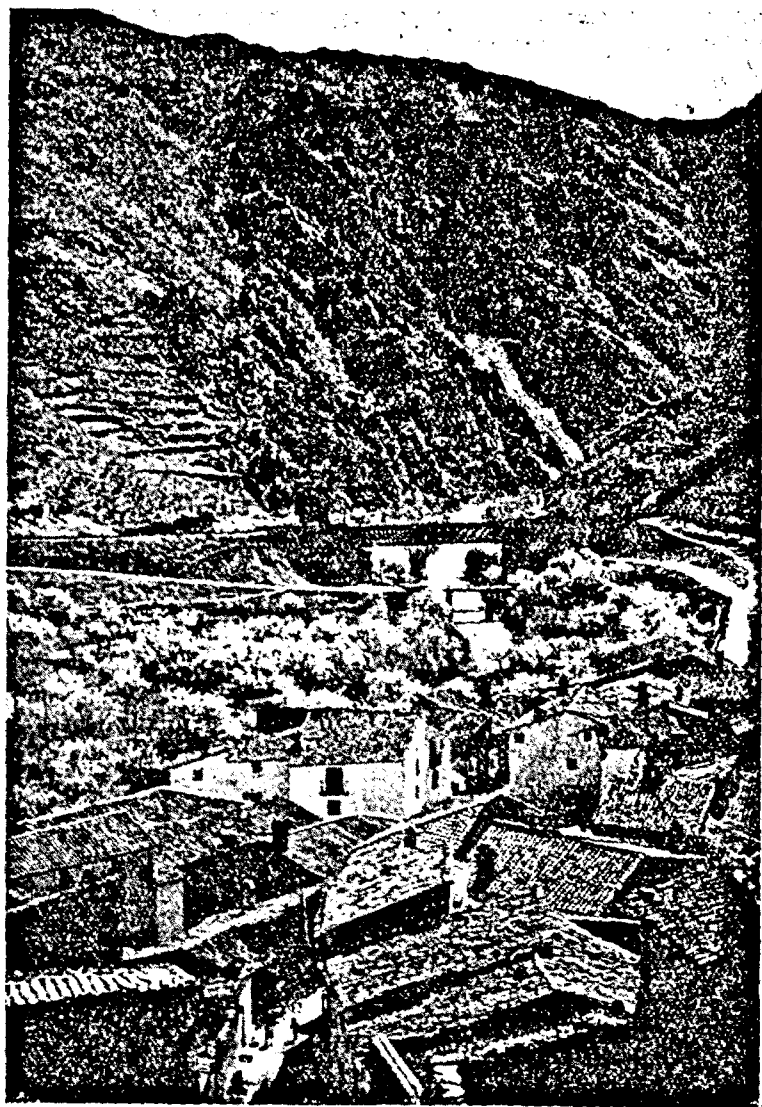


Fig. 140.—El Jalón al atravesar las sierras cuarcíticas del Idúbeda en Embid de la Ribera (Zaragoza).

(Foto Hernández-Pacheco, 1955.)

La distancia entre el origen del Jalón, en Torralba, y la desembocadura en el Ebro, asuso de Zaragoza, es de unos 140 kilómetros. Comprende un primer tramo en las margas triásicas, de una quincena de kilómetros hasta Arcos de Medinaceli. Sigue tramo de vallonada encajada entre calizas areniscosas paleógenas de una decena de kilómetros, hasta Santa María de Huerta, ensanchándose la vallonada, del mismo tipo de roquedo, hasta la desembocadura del subafuente Deza, en trayecto de una veintena de kilómetros. En Alhama, mediante falla transversal, aparece un tramo de cretáceo, seguido de garganta estrecha entre estratos del paleozoico inferior, comprendiendo el tramo Alhama-Ateca unos 15 kilómetros. Sigue el ensanche de Calatayud (522 m.), en el que desemboca el Jiloca, con espléndidos cultivos de regadío, rodeados de estepario terrenos miocénicos, en longitud de una docena de kilómetros. Entre Calatayud y Ricla, la garganta fluvial se estrecha entre los pizarrales paleozoicos y terrenos mesozoicos con arrumbamientos de NNW. a SSE. en travesía de una veintena de kilómetros. El Jalón sale en la Almunia de Doña Godina a la planicie miocena y a la vega del Ebro, atravesándola en un trayecto de unos 35 kilómetros, incorporándose al río caudal.

Los principales cursos fluviales tributarios al Jalón por la margen izquierda, contando desde el origen a la desembocadura, son: Río *Nágima*, procedente de los terrenos calcáreos esteparios del Sur de Soria, desembocando al Norte de Ariza. El *Deza* procede de la misma comarca y tiene el recorrido, siguiendo a lo largo el contacto, en falla, entre el paleógeno y la alineación montañosa de calizas cretáceas arrumbadas de Norte a Sur. (Alto de la Cruz, 1.311 m.) Pasa por Deza y Embid de Ariza y desemboca frente a Cetina, con un recorrido, en línea de aire, de unos 40 kilómetros. Paralelo al anterior es el *Carabantes*, que se origina en la rasa de Liria (1.654 m.) y desemboca junto a Ateca. El *Ribota*, con alineación de NNW. a SSE. y próximamente la longitud de los anteriores, recorre la zona de terrenos miocenos al Norte de Calatayud, junto al contacto con el paleozoico inferior de la Sierra de la Virgen, desembocando al Este de Calatayud. El río *Isuela* procede de derrames meridionales de la Sierra del Moncayo, coincide la alineación general de su corriente con la de los terrenos mesozoicos que bordean a la llanura miocénica del Ebro, con arrumbamiento de NNW. a SSE., y se une al Jalón entre Morés y Ricla.

Los más importantes afluentes al Jalón por la margen derecha tienen arrumbamiento septentrional, y son los siguientes: El río *Piedra*, que está formado por dos ramas procedentes de los terrenos calcáreos del borde septentrional de la paramera de Molina. El nombre de Pie-

dra alude a los depósitos travertínicos de sus aguas al perder el ácido carbónico y abandonar el carbonato cálcico disuelto, especialmente, sobre las plantas acuáticas. Pasa el Piedra junto a Nuévalos y el monasterio próximo, en donde derivada la corriente se han formado vistosas cascadas. La rama del *Mesa* pasa por Mochales (Guadalajara) y junto con el *Piedra* se incorporan al Jalón junto a Ateca.

El *Jiloca* tiene de recorrido unos 265 kilómetros, el origen es en el potente manantial de Cella, situado al Norte y cerca de Teruel, y termina en Calatayud, en cuyo ensanche se une al Jalón. La vallonada del *Jiloca* está situada en depresión longitudinal de carácter tectónico, ocupada por depósitos miocénicos, entre terrenos mesozoicos, hasta Calamocha, distante unos 120 kilómetros del origen, y desde Calamocha hasta cerca de la desembocadura, sobre el substrato paleozoico correspondiente a las pizarras cámbricas. En este segundo tramo está la ciudad de Daroca. Lateralmente, la alargada cuenca del *Jiloca* está limitada al Oeste por las sierras de Albarracín (1.853 m.). Sierra Menera y alta paramera de Molina (Vértice Aguila, 1.443 m.); Vértice Valdellosa (1.207 m.), junto a Calamocha; laguna de Gallocaña (1.006 m.). Limitan la cuenca, por el Este, el vértice Palomera (1.520 metros). divisoria con el Alfambra; vértice Herrera (1.341 m.), y las sierras de Vicor y de Algairén, divisorias con el campo de Cariñena, situado en el borde de la llanura del Ebro. El encajado valle del *Jiloca* está intensamente cultivado, siendo muy productivos sus regadíos y especialmente los plantíos de frutales.

Pasada Zaragoza se unen por la margen derecha a la corriente del tramo medio del Ebro cuatro afluentes, que son: Huerva, Aguas Vivas, Martín y Guadalopec.

El *Huerta* procede de la Sierra Pelarda (1.422 m.), cercana a Daroca y Calamocha; penetra en el llano mioceno por el borde meridional de la comarca de Cariñena, pasa por Botorrita y desemboca en el Ebro por Zaragoza. La distancia de esta capital a la Sierra Pelarda es de 75 kilómetros.

El *Aguas Vivas* procede de las vertientes de las sierras de Herrera y Pelarda, pasa por Belchite, atraviesa la estepa yesosa y desemboca cerca y ayuso de Velilla de Ebro, en donde el río caudal tuerce el curso hacia el Este.

El río *Martín* procede de la Sierra de San Just (1.522 m.); pasa, cerca de su origen, por Montalbán y por Híjar, cruzando la estepa yesosa, y desemboca en el Ebro por Escatrón. La distancia de Montalbán a Escatrón es de unos 70 kilómetros.

El *Guadalopec* es, entre los del grupo, el afluente más importante.

Se origina y tiene el ramificado curso superior y medio en la extensa comarca del Maestrazgo, de terrenos cretáceos, con topografía compleja de barrancadas y muelas calizas. Una de las ramas se origina en Peñarroya (2.019 m.). Otra en la muela de Ares del Maestre (1.319 m.), a la que se incorpora el *Bergantes*, de Morella. El *Guadalope* alto pasa por Aliaga. La ramificación fluvial se reúne en un solo cauce al saliente de Castellote y atraviesa los terrenos miocénicos margoso yesíferos al Sur del Ero, pasando por Alcañiz y desembocando por Caspe.

Tramo inferior del Ebro.

En el tramo inferior, desde Mequinenza a Tortosa, el Ebro adquiere características muy diferentes de las del tramo medio, terminando las amplitudes de la llanura, en las que el río se expansiona en ancho

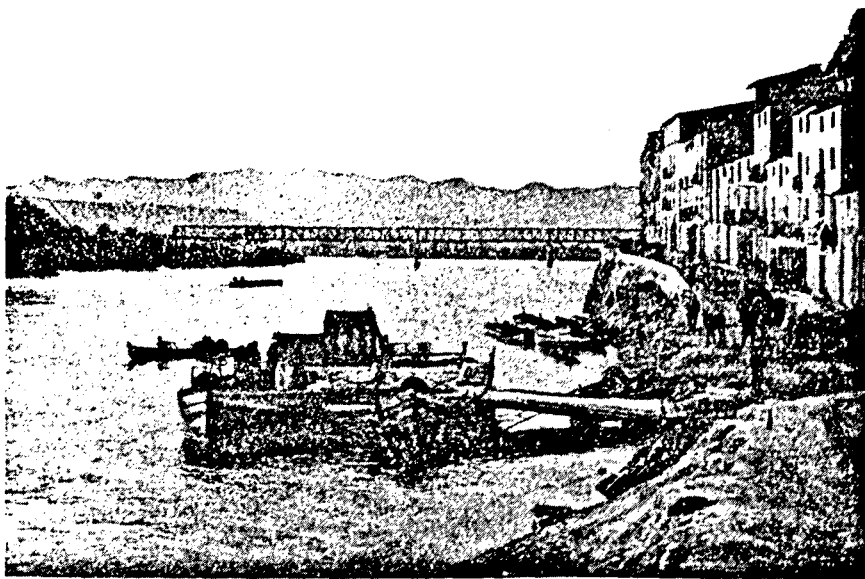


Fig. 141.—El Ebro en Mora de Ebro en el tramo inferior del río.

cauce. A los terrenos margosos areniscosos fácilmente erosionables sustituyen otros de repetidas alternancias de areniscas y margas duras oligocenas de facies terrestre, dispuestas en capas subhorizontales y de gran espesor en el conjunto. En ellos el río ha labrado honda barrancada de abruptas laderas, pasando por el fondo la corriente fluvial en meandros encajados hasta el ensanche de Mora de Ebro (fig. 141).

El ensanche de Mora de Ebro es de origen tectónico, y de esta fosa intermontañosa es dependencia la del Pla dels Burgans, cubierto superficialmente por antigua glera cascajosa, existiendo también dos depresiones geotectónicas transversas que darían paso al río cuando éste corría a niveles más altos que los actuales. Depresiones en las que encaja la corriente y ha originado los estrechos congostos por los que atraviesa la alineación montañosa litoral, saliendo a la vega de Tortosa



Fig. 142.—Comienzo en Amposta ayuso de Tortosa del delta del Ebro. Al fondo la sierra de Montsiá. Formaciones de turba en terrenos pantanoso.

(Archivo fotográfico del Laboratorio de Geología de la Universidad de Barcelona. Foto Cuatrecasas, 1949.)

entre los pueblos de Tivenys, en la margen izquierda, y Cherta, en la derecha.

La vega de Tortosa es una depresión transversal intermontañosa de este tramo orográfico de las Catalánidas, que el río atraviesa con arrumbamiento de NNW. a SSE.; vega limitada en la margen izquierda por relieves de la sierra de Cardó con el Coll de Alba, y por la margen derecha por la abrupta alineación de los puertos de Beceite (Monte Caro, 1.213 m.), Tortosa; en el centro la vega está a la altitud de 10 me-

tros. La distancia entre Cherta, en donde el río sale de la hoz, y Amposta, situada donde comienza el delta, es de unos 25 kilómetros, y de cerca de 30 kilómetros la longitud del delta entre Amposta y la punta de la isla Buda (fig. 142).

En el tramo inferior el Ebro recibe por la margen derecha el río *Matarraña*, que se origina en los relieves situados al Norte de Morella (Encanadé, 1.893 m.). El arrumbamiento general es al Norte; pasa por Valderrobles, y, por intermedio del *Algas*, afluente por la margen derecha, recibe los aportes de las vertientes occidentales de los abruptos puertos de Beceite. El *Matarraña* desemboca en el Ebro por Fayón. La distancia de este lugar al origen es de unos 150 kilómetros.

El sector de desembocadura del Ebro tan sólo recibe arroyos torrenciales, procedentes de las escarpadas sierras de los puertos de Beceite, por la margen derecha. Entre los que afluyen por la derecha al tramo inferior el más importante es el *Ciurana*, procedente de la comarca montañosa de Falset, que desemboca por García, en el comienzo de la hoya de Mora de Ebro.

El delta del Ebro ha sido descrito en el capítulo correspondiente a las costas hispanas.

Característica general pirenaica en relación con el Ebro.

El Ebro es río caudaloso debido a los aportes acuosos que recibe, procedentes del Pirineo, que no tan sólo le proporcionan la mayor parte del caudal, sino que regularizan la corriente, acrecentándola en la primavera alta y en la temporada veraniega, cuando se derriten las nieves de la zona alta de las montañas, compensando tal aumento del caudal la disminución del aporte, en la misma época, de los afluentes que se unen al Ebro por la margen derecha, las cuales llegan con corriente muy mermada o casi secos por efectos del estiaje y de los regadíos.

Otra característica general al conjunto de afluentes por la izquierda al tramo medio del Ebro es derivada de la constitución geomorfológica de la cordillera pirenaica. Es bien sabido que el Pirineo, en su conjunto geomorfológico, es una cordillera disimétrica; de tal modo, que la vertiente septentrional o francesa cae en pendiente de una vez, o sea sin escalonado, desde la zona axial de cumbres hasta la llanura de Aquitania, mientras que en la pendiente meridional o española existe, más o menos patente, dos vallonadas o rellanos longitudinales que originan tres zonas en el conjunto de la cadena: Una, de cumbres o «Zona axial». Otra, media o «Prepirineo», separada de la anterior por valle o rellano, de que es claro ejemplo la Canal de Navarrés, recorrida por el *Ara-*

gón. Una tercera alineación orográfica es la de la base o «Subpirineo», que da frente a la llanura Ibera, y que tiene al respaldo extensa zona de rellano, generalmente de terrenos paleógenos.

Los ríos pirenaicos que descienden de la zona axial cruzan las alineaciones orográficas prepirenaicas y subpirenaicas, generalmente en estrechas gargantas o congostos, fáciles para la ubicación de presas, cuyos embalses ocupan amplios espacios en los rellanos escalonados situados al respaldo. Tal disposición ha permitido la obtención de abundante energía eléctrica para la industria catalana, en el Segre y en las Nogueras, y gran caudal para regadíos, en el Cinca y Gállego, resolviendo las obras hidráulicas del Alto Aragón el tradicional problema de los sedientos campos al Norte del Ebro.

Son, pues, los ríos tributarios de origen pirenaico de más importancia y categoría que los originados en las serranías Celtibéricas e Ibéricas, señalándose como principales, contando de Oeste a Este: la rama fluvial del Aragón, el Arba, el Gállego y la compleja y extensa rama del Cinca y Segre.

Ramificación fluvial del Aragón. Ríos Arba y Gállego.

El *Aragón* forma extensa ramificación que riega gran parte del Alto Aragón y Navarra. Se origina en la depresión transversal de Jaca, al Este y cercano a dicha ciudad pirenaica, recibiendo el aporte de más largo recorrido del confluente que desciende de Norte a Sur por el valle de Canfranc, originado en el Coll del Portalet (1.758 m.), teniendo cercano, en territorio francés, el Pico de Midi de Ossau (2.385 m.). Se le une también en el rellano de Jaca el arroyo procedente de la Peña de Oroel (1.767 m.), situada al Sur de la citada ciudad (fig. 143).

Desde Jaca el Aragón avanza rumbo al Oeste a lo largo de la depresión longitudinal pirenaica de origen tectónico denominada Canal de Navarrés, en recorrido desde Jaca a Sangüesa, de unos 60 kilómetros; trayecto en el que recibe por la margen derecha los aportes de los afluentes que descienden por los valles de Hecho, Ansó y Roncal, desde la zona axial de cumbres.

En Sangüesa (Navarra) recibe el *Aragón* al curso fluvial formado por el *Salazar* y el *Urrubi*, procedentes del Pirineo. El primero nace en el puerto de Larrau (2.021 m.), junto al pico de Ory, y el segundo se origina en Roncesvalles (Orzanzurrieta, 1.570 m.) y pasa inmediato a A. 17

La Canal de Navarrés termina en Sangüesa, en donde el Aragón tuerce el curso al Sur, penetrando en la ribera de Navarra, en la que

recibe al *Zidacos*, que pasa por Tafalla y procede de entre esta ciudad y Pamplona (Montes de la Higa, 1.232 m.).

Importante afluente del *Aragón*, inmediato a la desembocadura de

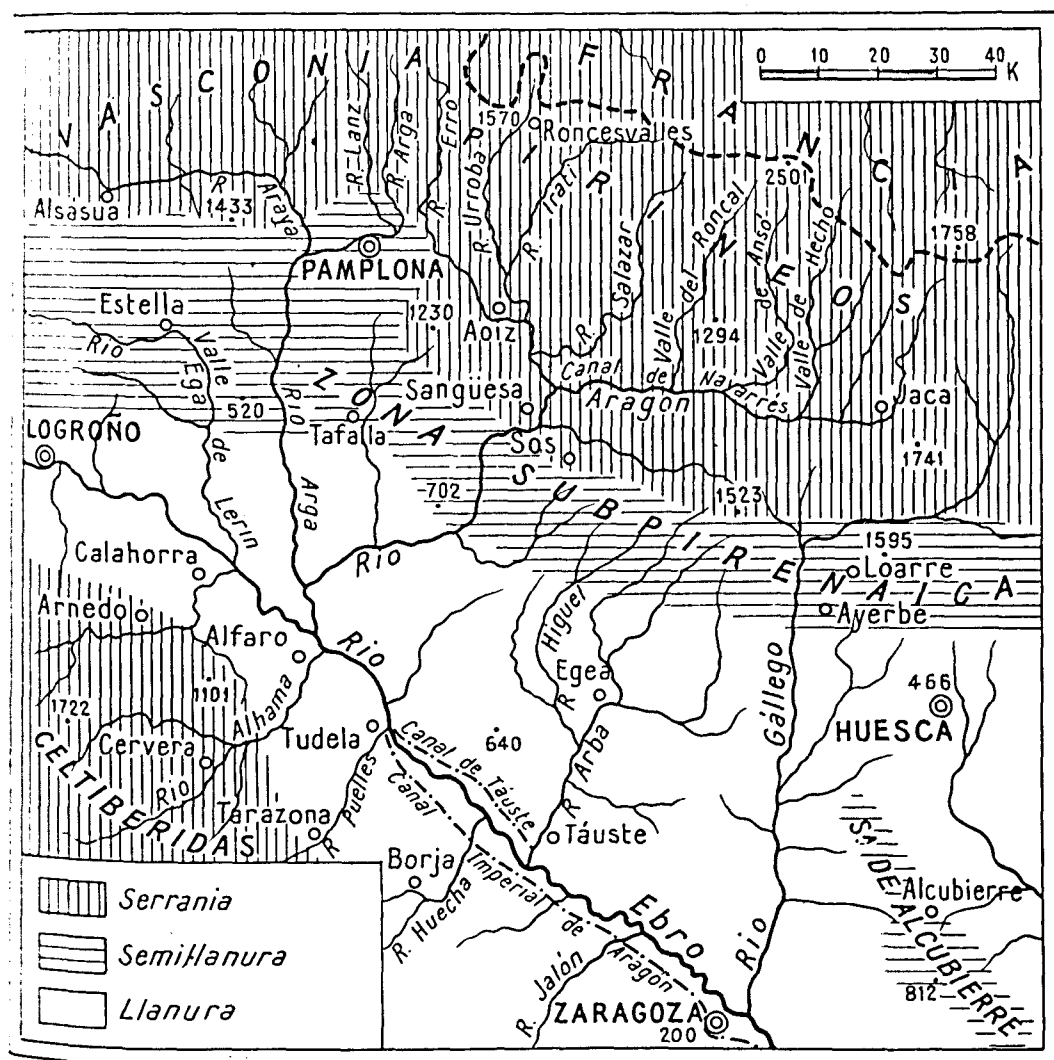


Fig. 143.—Red fluvial de los ríos Aragón, Gállego y Arga, afluentes al Ebro.

éste en el Ebro, frente a Alfaro, es el *Arga*. Se forma en las montañas centrales de Navarra; la rama oriental en el puerto de Velate y en el de Ezcoitz (1.050 m.): pasa por Pamplona, y se le incorpora la rama

occidental, el *Larrano*, que se forma en el gran valle de Huarte-Araquil, entre las sierras de Aralar y Andía (Pico. Beriain, 1.485 m.). Al Oeste de Pamplona se reúnen ambas ramas en una que pasa por Puente la Reina, atraviesa la ribera y se incorpora al Ebro (fig. 144).

El *Arba* es río de llanura, originándose en los relieves subpirenai-

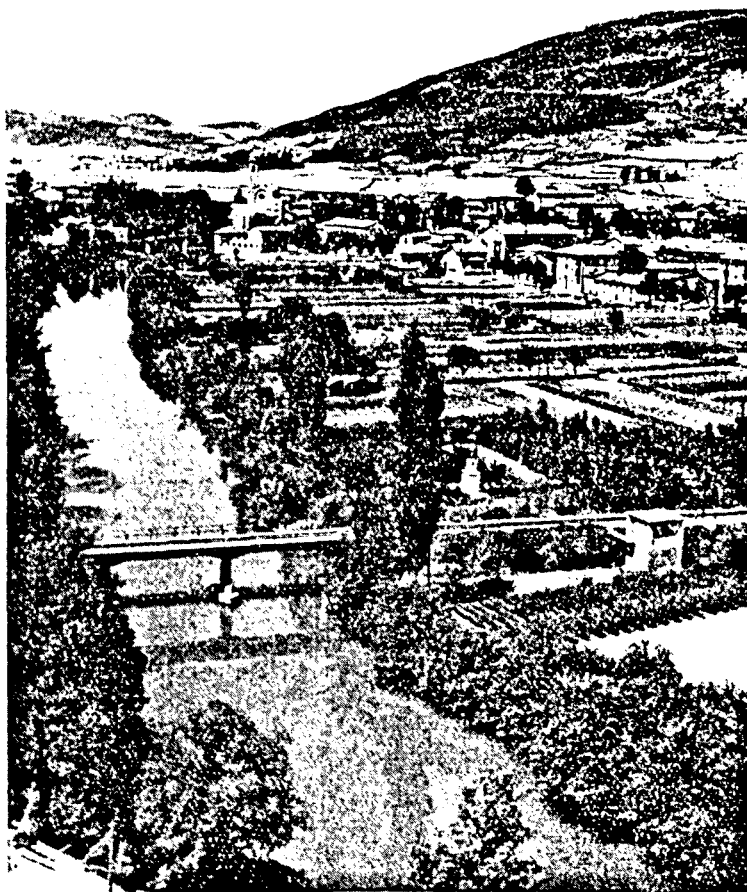


Fig. 144.—Valle del Arga, en Pamplona.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1947.)

cos, al Sur de Sos y del extremo occidental de la sierra de Loarre, comprendiendo la cuenca la comarca de Cinco Villas, constituida por terrenos arcillosos de buena producción cerealística. Villas que son: Sos, en el origen; Uncastillo; Sádaba; Egea de los Caballeros, que es la principal, y Tauste, en la desembocadura.

El *Gállego*. Tiene sus orígenes en la zona axial de cumbres pirenaicas de Panticosa y Sallent, al Este de Canfranc. Con arrumbamiento meridiano atraviesa el ensanche del rellano de Biescas, en la zona prepirenaica. Al llegar a la alineación orográfica subpirenaica de la sierra de Loarre, tuerce hacia el Oeste en trayecto de una veintena de kilómetros, hasta Santa María de la Peña, en donde recupera el curso me-



Fig. 145.—El río Gállego en la ubicación de la presa de la desviación de la corriente al embalse de la Sotonera. Terrenos miocenos de Puendeluna (Huesca) coronados por una terraza fluvial.

(Foto Hernández-Pacheco.)

ridiano, cruzando en garganta la alineación orográfica subpirenaica de la sierra de Loarre; paraje en que se ha construido la presa del embalse de la Peña. Sale a la llanura Ibera al Norte de Murillo de Gállego, recuperado el arrumbamiento meridiano, y por amplia vega y los llanos de Violada, al Sur de Huesca, desemboca en el Ebro, frente a Zaragoza.

Las terrazas del Gállego son muy patentes en los diversos tramos fluviales, y sus gleras de cantos rodados de gran espesor. Frente a Puendeluna, donde se ha construido la presa de desviación para el embalse de la Sotonera, que riegue los llanos de Violada, las terrazas están a

las respectivas alturas de 20, 48, 65 y 105 metros, respectivamente, sobre las aguas medias del cauce actual (fig. 145).

La distancia desde el origen del Gállego, situado al Norte del balneario de Panticosa, a la presa del embalse de la Peña, es de una veintena de kilómetros. El tramo de desviación al Oeste del rumbo fluvial es de unos 70 kilómetros, y la distancia de la presa a la desembocadura, de unos 84 kilómetros; en total, algo más de 150 kilómetros de curso fluvial en tramos de línea de aire.

Actualmente, con la presa de desviación de las aguas del Gállego al recién construido embalse de la Sotonera, se están poniendo en regadío unas 10.000 hectáreas en los llanos de Violada, de la provincia de Huesca.

Conjunto fluvial Cinca y Segre.

La ramificación fluvial Cinca-Segre es la de más caudal y extensión del conjunto de afluentes pirenaicos; equivalente, en cierto modo, al conjunto de los demás tributarios al Ebro por la margen izquierda, procedentes del Pirineo. La rama fluvial citada es de desarrollo unilateral, en el sentido que su río de mayor recorrido y caudal, el Segre, es de situación más oriental, no recibiendo de esta parte, o sea por la margen izquierda, ningún afluente de importancia, sino todos los de alguna categoría por la margen derecha, desarrollándose la ramificación hacia occidente, realizándose también esta particularidad en los afluentes y subafluentes. Tal característica es consecuencia de la disposición tectónica de la fosa Ibera y de su borde catalán; disposición que hace que el curso del Segre corresponda a la mayor depresión, y que por el lado oriental el territorio de Cataluña forme compartimiento alzado con reborde hacia la fosa del Ebro, señalado por alineación de potentes masas de conglomerados paleógenos (fig. 146).

El *Segre* es el curso de mayor recorrido de la rama fluvial. Se origina en territorio francés, atraviesa el diminuto enclavado territorial español de Llívia. Penetra y sigue por el fondo de la depresión geotectónica de la Cerdaña, desde Puigcerdá, en la frontera francesa, hasta Seo de Urgel, corriendo sobre los depósitos neógenos que ocupan en varios parajes la alargada fosa de la Cerdaña; depósitos discordantes sobre el sustrato paleozoico y bien datados por sus fósiles de mamíferos y de vegetales. Tiene el tramo del Segre en la fosa de la Cerdaña, desde el origen del río hasta Seo de Urgel, longitud de unos 55 kilómetros (figs. 147 y 148).

En Seo de Urgel recibe el primer afluente de importancia, el *Valira*, que se ramifica por el territorio de la pequeña República de Andorra.

Desde la confluencia del Valira, en Seo de Urgel, el Segre se arrumba meridionalmente y atraviesa los terrenos mesozoicos de las montañas prepirenaicas de la provincia de Lérida. Desde Oliana la direc-

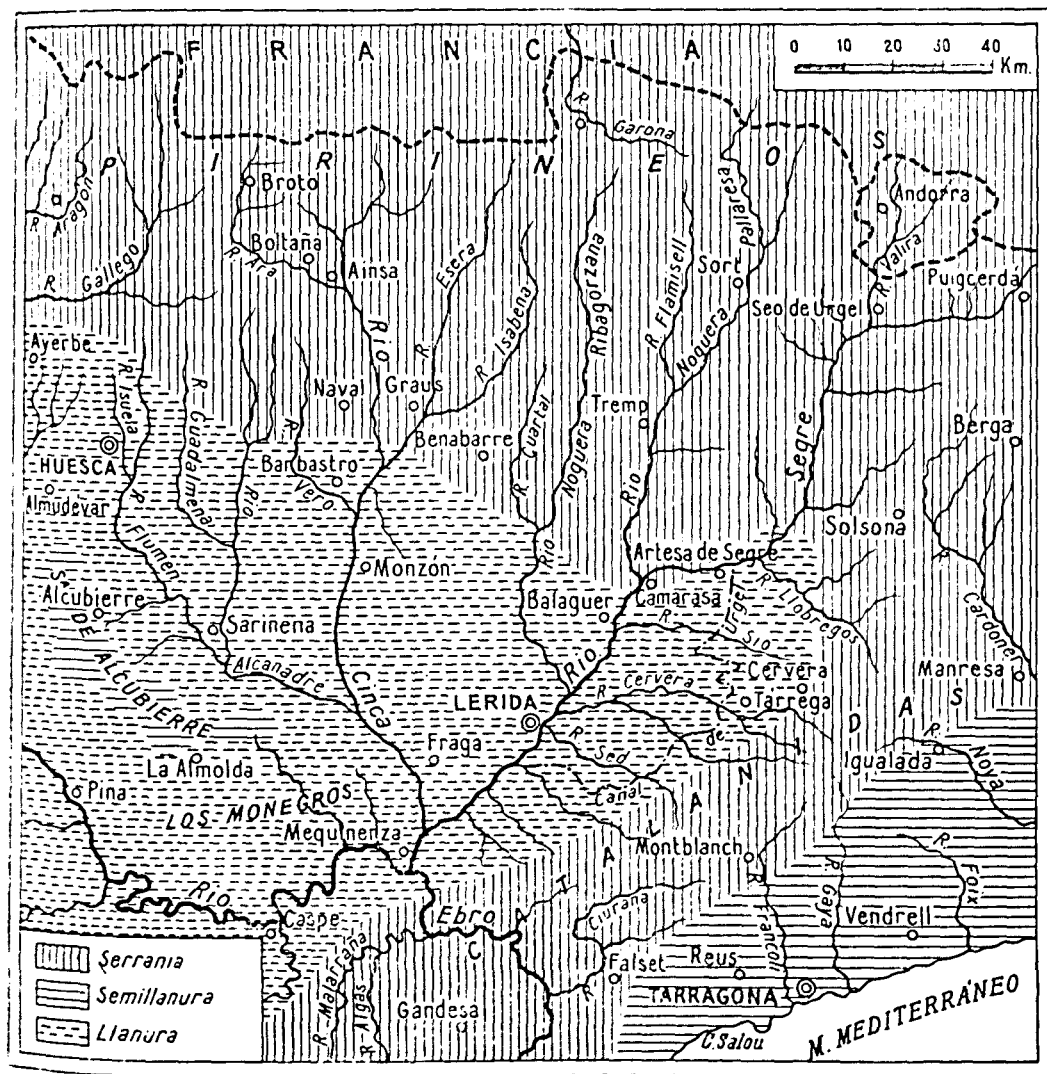


Fig. 146.—Ramificación fluvial Segre y Cinca, afluentes al Ebro.

ción de la corriente es al Suroeste hasta Artesa de Segre, y por entre terrenos calcáreos eocénicos; recibiendo en Pons, por la margen izquierda, el pequeño afluente *Llanera*, que se ramifica en la planicie eo-

na. En Artesa de Segre arranca el importante *Canal de Urgel*, que riega la llanura denominada «Campos de Lérida», comprendida entre Balaguer, Lérida y Cervera, de situación oriental (vértice Almenara, 459 metros), incorporándose el canal al Segre, al Sur de Lérida.

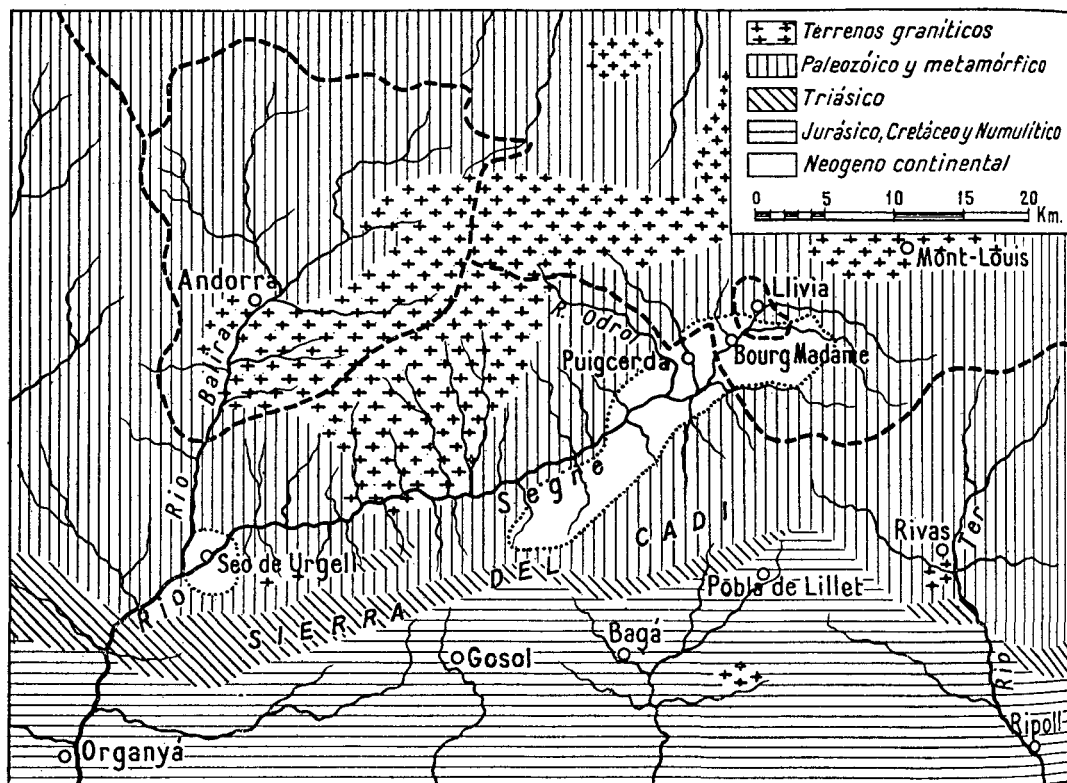


Fig. 147.—Zona alta del Segre en las comarcas pirenaicas de la Cerdaña y de Andorra.

Al Oeste de Artesa y Norte de Camarasa, situadas ambas localidades en las alineaciones orográficas subpirenaicas, se une al Segre el importante afluente el Noguera Pallaresa, cuya corriente se ha embalsado mediante alta presa, saliendo el Segre al Sur de Camarasa a la llanura Ibera. La longitud del tramo fluvial (sin contar las inflexiones de los meandros) entre Seo de Urgel y Camarasa es de unos 75 kilómetros.

En la llanura el Segre, con arrumbamiento al Suroeste, pasa por Balaguer y por Lérida, llegando a su desembocadura en el Ebro por Mequinenza, con altitud de 52 metros. Entre Balaguer y Lérida se le une el Noguera Ribagorçana, y a distancia de ocho kilómetros de la desembocadura el Cinca, de abundante ramificación y gran caudal. El

recorrido por la llanura Ibera, entre Camarasa y Mequinenza, es de unos 75 kilómetros, siendo el total desde el origen a la desembocadura de unos 200 kilómetros (fig. 156).

El *Noguera Pallaresa*, afluente al Segre, es el principal río de Cataluña productor de energía eléctrica, escalonándose los embalses y

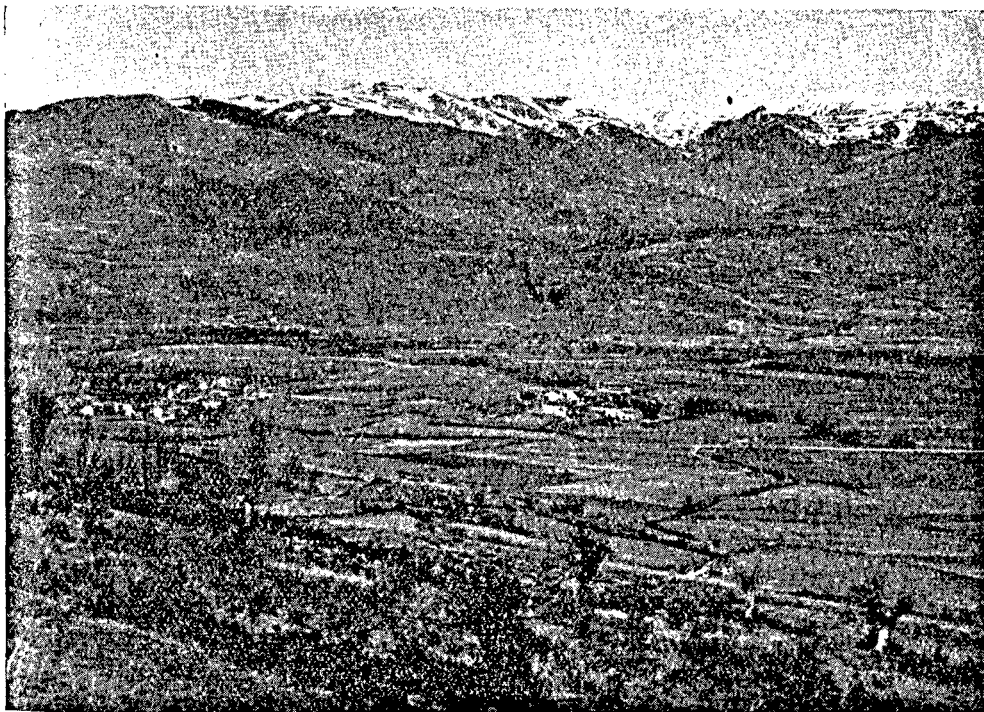


Fig. 148.—Depresión interpirenaica de la Cerdaña. Vallonada miocena del Segre y macizo montañoso del Puig Pedrás (2.911 m.). En primer término, Prats; al fondo, Isabal.

(Archivo fotográfico del Laboratorio de Geología
de la Universidad de Barcelona. Foto Solé.)

centrales eléctricas. Tal es el caso del aprovechamiento para tal fin de los «ibones» o lagos de alta montaña de la zona axial pirenaica de Capdiella, en los orígenes del subafluente, el *Flamisell*. Importante en tales respectos es la presa y embalsa de Talarn, en la entrada del Noguera en la Conca de Tremp, y también la ya citada presa y embalse de Camarasa y el congosto de los Terrades.

Se origina el Noguera Pallaresa en la zona alta del valle de Arán y en el puerto de Bonaigua, por donde penetra la carretera en el citado valle. La profusa ramificación de torrentes de la zona axial pirenaica

que forman el alto Noguera Pallaresa se reúnen antes de Sort, capital de la comarca, en curso fluvial, que pasa por Gerri de la Sal, localidad con manantiales salados en las margas triásicas y cerros de ofita. El río

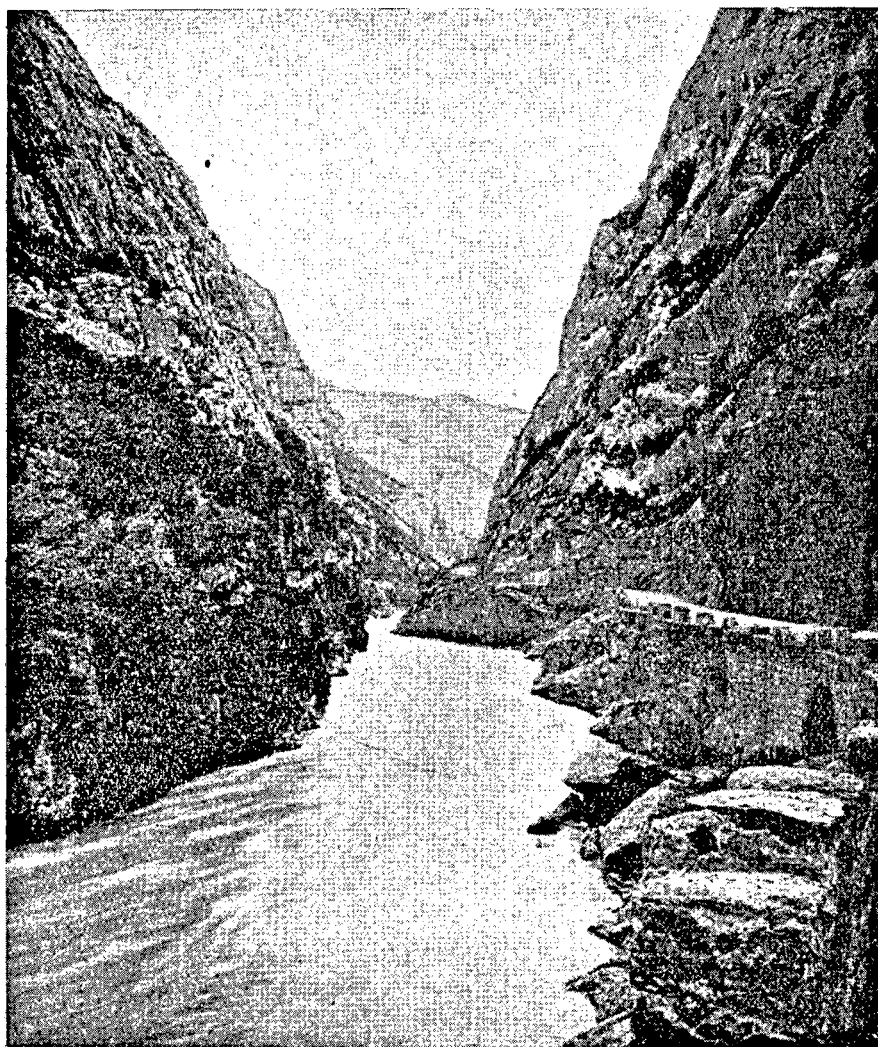


Fig. 149.—El Noguera Pallaresa en el congosto de los Collegats, en los relieves subpirenaicos al Norte de la Conca de Tremps (Lérica). Calizas jurásicas.

(Foto Hernández-Pacheco, VII-1923.)

atraviesa el largo congosto de los Collegats (fig. 149) en las calizas cretáceas y conglomerados paleógenos. En la Póbla de Segur se une el *Flamisel* al Noguera. Desde la presa de Talarn atraviesa el Noguera

la denominada Conca de Tremp, típica cubeta tectónica, limitada meridionalmente por la alineación orográfica subpirenaica del Monsech (1.677 m.), que el río atraviesa en largo congosto abierto en las calizas cretáceas, uniéndose el Pallaresa al Segre, ayuso de la presa de Camarasa, según se ha dicho. La distancia recorrida por el Noguera Pallaresa, desde su origen a la desembocadura en el Segre, es de unos 270 kilómetros.

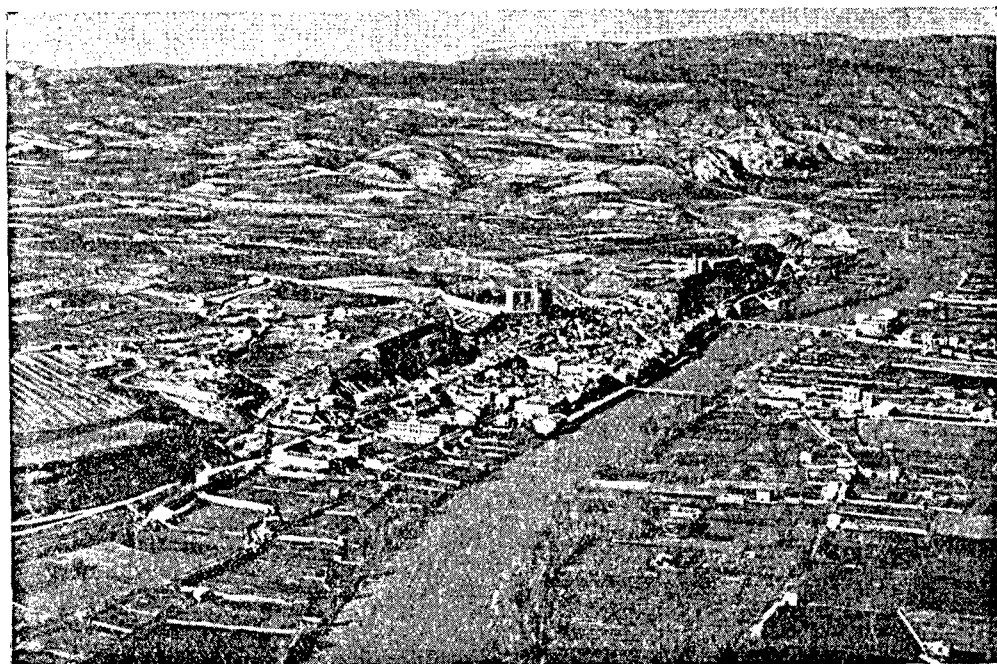


Fig. 150.—El Segre en Balaguer, por terrenos oligocenos. Al fondo, la Sierra de Montsech, de cretáceo.

(Archivo fotográfico del Laboratorio de Geología de la Universidad de Barcelona. Foto Sirera-Jene.)

El *Noguera Ribagorzana*, es el segundo gran afluente al Segre. Se origina en el puerto de Viella, de la alineación de crestas pirenaicas que vierten septentrionalmente al valle de Arán, entre los picos de Bizberri, al Este (2.952 m.), y Aneto, al Oeste (3.404 m.), descendiendo la corriente, generalmente encajada, en congostos rocosos. Establece límite entre las provincias de Lérida y de Huesca.

En la zona de origen se ha perforado un túnel para carretera de cinco kilómetros, que establece fácil comunicación con el valle de Arán desde la zona alta del Noguera Ribagorzana. El tramo pirenaico de este

rio entre Vilaller y Llerp, ha sido en estos últimos años industrializado con la construcción de cuatro importantes saltos para la producción de energía eléctrica, y también más abajo, en Pont de Suert, en la confluencia del Noguera y Tort.

El Noguera Ribagorzana sale a la llanura Ibera al Oeste de Balaguer y desemboca en el Segre a media distancia entre esta localidad y Lérida. La distancia que recorre entre el origen y la desembocadura es de unos 270 kilómetros.

Garona. Como apéndice, se incluye en este lugar el tramo alto del Garona, río que es de los más importantes de Francia, pero que nace en territorio español, en las vertientes septentrionales de la zona de cumbres en que se forman los Nogueras, y, aunque no pertenece a la red fluvial hispana, la proximidad a ésta y regar el amplio valle de Aragón aconsejan reseñar el tramo alto de su curso. Originado en la zona de cumbres entre el puerto de la Bonaigua y el de Viella, pasa con importante caudal por Viella, capital del valle, y corre hacia el Norte entre placenteros sotos hasta el paraje de Puerto Rey, en la frontera del valle, y se interna en Francia.

El *Cinca* iguala en categoría al Segre, reuniéndose ambos muy cerca de la desembocadura común en el Ebro, a modo de tronco arbóreo bifurcado junto a tierra. Nace el Cinca en la zona de cumbres pirenaicas del Alto Aragón, en el macizo de las Tres Sorores, fronterizo a Francia, con dos principales ramas: la oriental o del alto Cinca, pasa por Bielsa, y la occidental, que constituye el *Ara*, pasa por Torla, en donde recibe el subafluente Arazas, que recorre el notable valle de Ordesa, sitio declarado Parque Nacional por su incomparable belleza agreste. Pasa el Ara por Boltaña, reuniéndose, Cinca y Ara, en Ainsa, pintoresca localidad que es el miradero de más espléndida vista de conjunto del Pirineo Central.

Desde Ainsa el Cinca se arrumba al Sur, y, al llegar a la alineación subpirenaica, encaja la corriente en estrecho y hondo congosto, entre laderas verticales calizas; paraje en cuya entrada se construirá alta presa para embalsar la corriente. A la salida del congosto está el elegante y bello puente de Grado, de un solo arco metálico. Ayuso de Grado se une al Cinca por la margen izquierda el Esera (fig. 151).

El *Esera* es río de arrumbamiento general meridiano. Nace en el puerto de Benasque, en la frontera (vértice Maupás, 3.111 m.). Es de corriente, en general, encajada en congostos. Pasa por Graus, en donde recibe por la margen izquierda al Isábena, que se origina en la zona prepirenaica, en el macizo cretáceo del Turbón (2.482 m.). La longitud del Esera en línea de aire es de unos 80 kilómetros.

Después de la unión del Cinca y Esera, pasa el *Cinca* próximo a Barbastro, que queda a Poniente. Atraviesa la llanura miocena junto a la villa de Monzón, al pie del cerro con su fuerte castillo. A unos 16 kilómetros de Fraga está la confluencia con el Alcanadre. En Fraga pasa largo trayecto al pie de los altos tajos verticales de la margen izquierda sobre los que está la ciudad, formados por erosión fluvial en las mar-

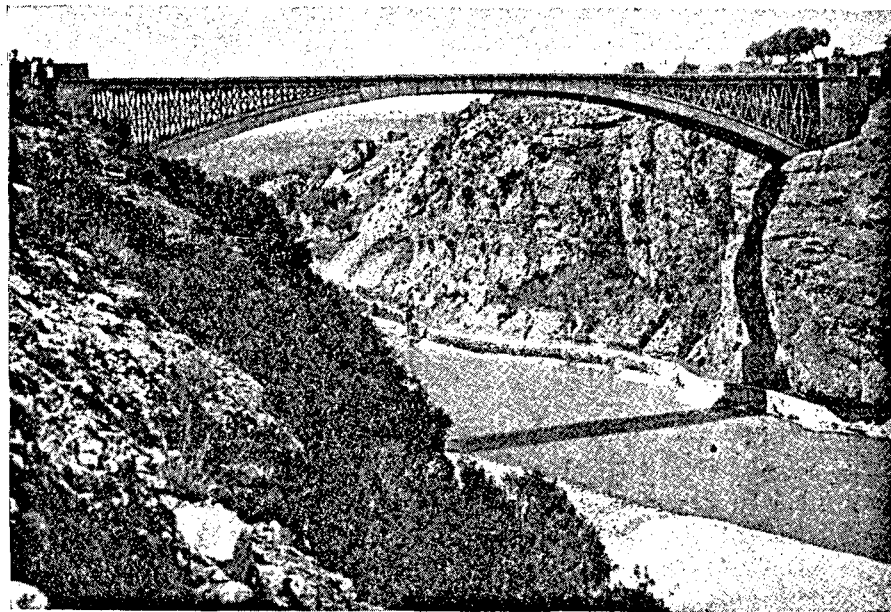


Fig. 151.—Puente de Grado (Huesca) sobre el Cinca; conglomerados eocenos del borde bajo meridional pirenaico.

(Foto. Hernández-Pacheco, IV-1924.)

gas oligocenas. Pasada Fraga, a una docena de kilómetros, está la confluencia con el Segre, y a unos ocho más, la desembocadura conjunta en el Ebro. El recorrido del Cinca a través de la zona pirenaica es de unos 70 kilómetros y unos 80 por la llanura neozoica Ibera, desde la confluencia con el Esera, o sea un total de unos 150 kilómetros.

Ramificación del Alcanadre. Río Valcuerna.

El *Alcanadre* y su ramificación fluvial tienen la cuenca en la zona central de la llanura Ibera, al Norte del Ebro, limitada septentrionalmente por la alineación orográfica subpirenaica situada entre Cinca y Gállego, por las sierras de Naval, Guara, Gratal y Loarre, y al Norte

de las ciudades de Barbastro y Huesca. Es territorio de llanura de margas yesíferas y salinas, en la que destacan algunas sierrecillas, tales como la de Ontiñena y de Alcubierre, que se han formado por la mayor resistencia a la erosión de la masa de yeso cristalino de que están formadas (San Caprasio, en la sierra de Alcubierre, 812 m.). En esta zona de la llanura Ibera está la comarca de Los Monegros, de escasas lluvias, y aguas subterráneas impotables. Territorios esteparios con extensas porciones de buen terrazgo y productivas cuando funcionen los embalses y red de regadíos en construcción.

El río Alcanadre se origina en la depresión intermontañosa entre Naval y la sierra de Guara y con arrumbamiento al Sur. Al Norte de Sariñena se le une por la margen derecha el *Guatizalema*, que se forma en la sierra de Guara y atraviesa la llanura (vértice Amador, 575 m.). Pasa el Alcanadre por Sariñena, en cuyas inmediaciones está la extensa y panda laguna, con abundantes depósitos salinos.

Al Sur de Sariñena afluye al Alcanadre, por la margen derecha, el *Flumen*, que se forma en la sierra de Gratal; recibe el subafluente *Isuela*, que se origina también en la sierra de Gratal; pasa por Huesca y se une con el Flumen.

La longitud del *Alcanadre*, en línea de aire entre el origen y la desembocadura en el Cinca, es de un centenar de kilómetros. La del *Flumen*, hasta su desembocadura en el Alcanadre, de unos 75 kilómetros. La del *Guatizalema*, hasta su unión al Flumen, de unos 50 kilómetros.

Valcuerna. Recorre las comarcas de Los Monegros, de estepas yesosas desde Castejón de Monegros; pasa por Peñalbe y desemboca directamente en el Ebro por la margen izquierda, en el comedio entre Caspe y Mequinenza con arrumbamiento NW. a SE., y longitud de unos 40 kilómetros.

EL DUERO: CARACTERISTICA Y DESCRIPCION DEL CURSO

En el Escudo Hespérico están contenidos tres de los cinco ríos caudales hispánicos: Duero, Tajo y Guadiana, que le recorren de Este a Oeste, a desembocar en el Atlántico. Los dos primeros se originan en la amplia serranía del Idúbeda, en la que está la divisoria de aguas entre Mediterráneo y Atlántico, y el tercero, o sea el Guadiana, se forma en la llanura manchega y en la altiplanicie de Montiel.

En el trayecto de estos tres ríos por el macizo o témpano cortical Hespérico, se presentan con carácter topográfico, común a los tres, atravesar próximamente a los dos tercios del recorrido un suave accidente geomorfológico, situado en la zona fronteriza entre España y Portugal,

coincidente, o algo adelantado o retrasado, respecto a la frontera política; accidente que produce alteración en la corriente fluvial respectiva, y que consiste en una doblez del témpano cortical, originando suave rampa en escalón.

Refiriéndonos al escalonado que se observa en el solar peninsular, de Norte a Sur, se reconoce que cada uno de los tres ríos caudales corre a lo largo de un replano de los escalones. Así, el Duero corre por la altiplanicie alta, o sea la de Castilla la Vieja; el Tajo, por la altiplanicie de Castilla la Nueva, y el Guadiana, en su tramo medio, por la llanura de la Extremadura Central. Según se ha dicho en capítulo anterior, tal disposición geomorfológica del solar hispano es debida a las acciones póstumas a los movimiento orogénicos hercínicos, acrecentados por los ocurridos en época terciaria, produciéndose arrumbamientos geotectónicos de direcciones normales a las hercínicas; alineaciones póstumas orográficas que son las designadas con la denominación común de Hispánidas.

La actual red fluvial del Duero, Tajo y Guadiana, como en general la del conjunto hispano, se formó al final de los tiempos neozoicos, durante el plioceno, cuando la Península se levantó en masa, produciéndose la intumescencia central, principalmente la amplia zona de altas parameras del Idúbeda, en compensación de los hundimientos periféricos de zonas costeras mediterráneas y atlánticas que se abismaron en el mar.

De esta época de formación de la red fluvial actual es la inclinación del Escudo Hespérico hacia el Oeste, o sea hacia el Atlántico, y de la suave doblez de la zona fronteriza; modificándose la disposición que tendría el territorio durante el paleogeno y mioceno, en el que existiría red fluvial procedente del Oeste, en la zona media de Portugal y en las penillanuras del Oeste, por tierra de Extremadura y Salamanca, según parecen indicarlo los depósitos de facies continental de tales épocas geológicas que allí existen.

Refiriéndonos al Duero, se distingue en su conjunto fluvial tres grandes tramos: *a)* El de origen, en la serranía Celtibérica. *b)* El tramo medio, en el que atraviesa de Este a Oeste la altiplanicie castellana. *c)* El tramo final, al cruzar la penillanura del Oeste hispano, en la que se señalan dos porciones: Una, la internacional de los Arribes, estableciendo frontera política. Otra final, que es la que cruza Portugal, hasta la desembocadura en Oporto (fig. 152).

Se origina el Duero en el pico de Urbión, del macizo celtibérico. En régimen torrencial avanza por la boscosa serranía de Soria, proporcionando fuerza motriz a las abundante serrerías de la comarca. En la

época final del plioceno marchaba a verse en el Ebro, rumbo al Mediterráneo, dejando como testimonios de su antigua dirección los mantos de gruesos aluviones que se extienden desde la colina de Numancia por los llanos de la paramera de Ciria, en dirección WNW. a ESE., en longitud de unos 50 kilómetros, por rasa de anchura variable de cuatro a ocho kilómetros, de divisorias indecisas con vallonadas muertas y pandas

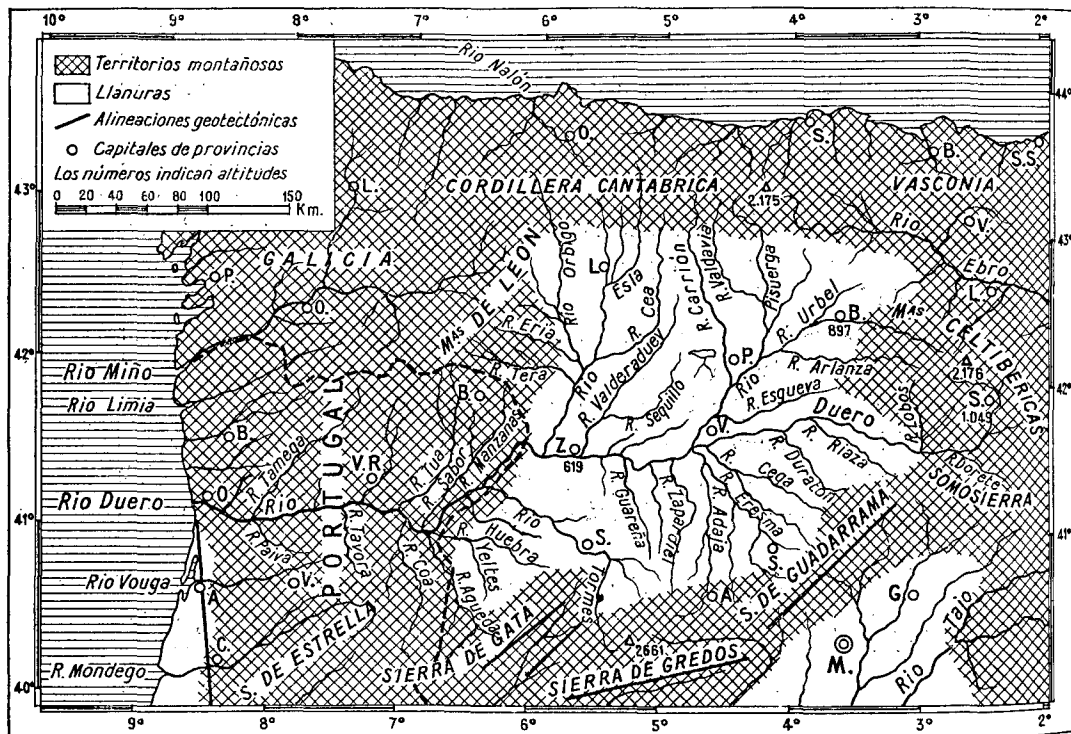


Fig. 152.—Ramificación fluvial del Duero.

lagunas, a altitudes de 1.073 metros en Numancia y de 1.070 en las Ventas de Ciria; disminuyendo con la distancia el tamaño de los aluviones, que son de gruesos cantos redondeados en la colina sobre la que están las ruinas de la heroica ciudad; reduciéndose a aluviones de cantos pequeños y arenas, hacia la zona alta del río Deza, afluente al Jalón, que, a su vez, lo es del Ebro (fig. 153).

El río plioceno del que proceden los aluviones referidos, y que se dirigía con rumbo al Ebro, al llegar al paraje donde están las ruinas de Numancia, en época que puede deducirse sería durante el cuaternario antiguo o el plioceno, fué alcanzado y capturado en erosión remontante

por el que ahora es tramo medio del Duero, que entonces sería tramo superior, incorporándosele y desviándole de la red fluvial del Ebro.

Se forma el alto Duero con abundantes arroyos torrenciales, procedentes del anfiteatro de altas cumbres de Urbión y Cebollera. Pasada la zona de pinares alcanza la alta llanura de la amplia vega herbosa de Numancia, donde se le incorpora, por la margen izquierda, el Tera, pro-



Fig. 153.—La altiplanicie soriana de las Ventas de Ciria; valle muerto del antiguo cauce del Duero hacia el Mediterráneo. Al fondo, el Moncayo.

(Foto Hernández-Pacheco, IV-1928.)

cedente de la sierra de Montes Claros, llegando con abundoso caudal a Soria (1.049 m.), y desciende, con arrumbamiento meridiano, por gargantas de bellos paisajes rocosos, matizadas con vegetación arbórea, divisándose espléndido panorama desde la ermita de San Saturio (figura 154).

Desciende el Duero por la serranía soriana por alternancia de gargantas y anchuras de vegas, hasta Almazán (953 m.); habiendo descrito desde su origen amplia curva con la concavidad hacia el Oeste, en longitud de cerca del centenar de kilómetros.

En Almazán la serranía acaba y el Duero entra en terrenos despejados de la ancha planicie castellana, pasando por viejas ciudades evo-

cadoras de la epopeya cidiana y de las gestas medievales hispanas: por Gormaz (919 m.); por Osma y Burgo de Osma, poblaciones gemelas, separado de la corriente fluvial por extensa vega, donde se le une el Ucero; por San Esteban de Gormaz; por la Vid, con su gran monasterio; por Aranda de Duero, de sotos umbrosos y productivos terrenos agrícolas; por cerca y al Sur de Valladolid, donde inmediato a Siman-

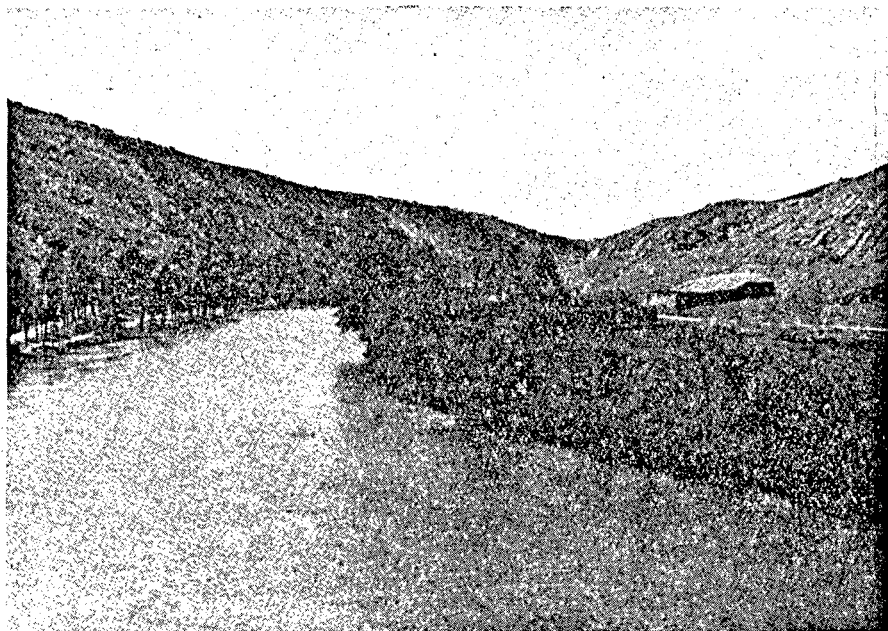


Fig. 154.—El Duero en las inmediaciones de Soria; vista desde el santuario de San Saturio.

(Foto Hernández-Pacheco, VI-1941.)

cas se le une el Pisuerga; por Tordesillas y Toro, ciudades de antiguo abolengo histórico, capitales de llanas comarcas agrícolas, y por Zamora, en donde la planicie castellana tiene su límite occidental y comienzan las penillanuras rocosas del Oeste español (figs. 155 a 157).

El Duero, desde Zamora, penetra y atraviesa hasta la frontera portuguesa por territorio libre de la cobertera de depósitos neogénicos, en el que aparece al descubierto el substrato rocoso granítico, y la corriente no es divagante en llanura de terrenos miocénicos arcillosos de extensos campos cerealísticos, ni se señalan las márgenes fluviales por la cinta arbórea de plácidos sotos, sino que el río se encaja entre roquedos de granito y los terrenos adeshados, rebollares y esporádicos cam-

pos de cultivo que ocupan el país. El Duero, en esta zona, recibe por la margen derecha al Esla, uno de sus más importantes afluentes, así mismo encajado en profunda y estrecha hoz, formada por el efecto de la doblez en rampa hacia Portugal, a la que nos hemos referido. La mucha disminución de altitud en el tramo portugués ocasionó erosión remontante, que se manifiesta en esta zona del Duero y en el tramo infe-

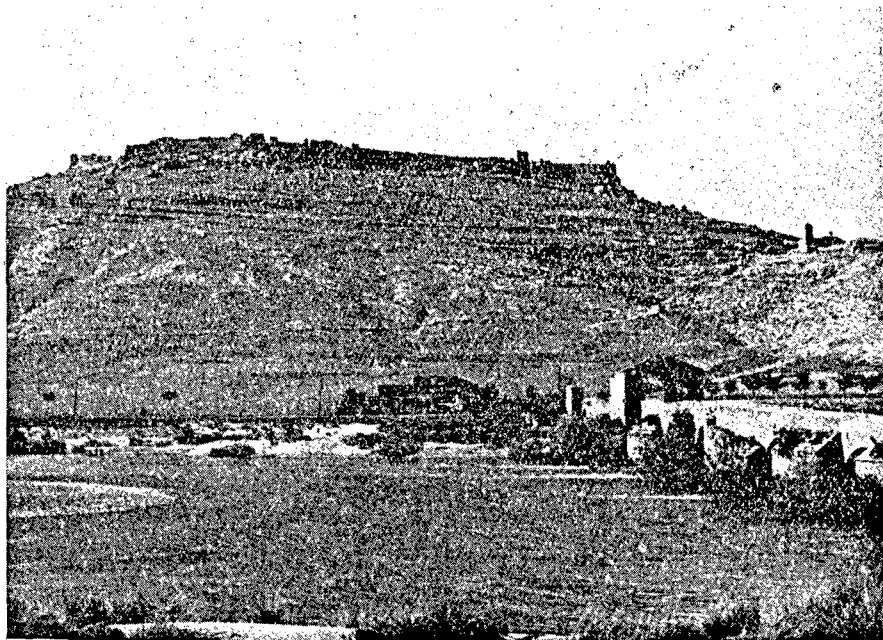


Fig. 155.—El Duero en Gormaz (Soria)

(Foto Hernández-Pacheco, VI-1941.)

rior de sus afluentes Esla y Tormes, por el excavado cauce en hondos cañones o congostos.

El río caudal, al chocar con el macizo estrato cristalino y granítico de la región portuguesa de Tras os Montes, desvía el rumbo de la corriente, que presenta la dirección NNE. a SSW., por el fondo de honda cava, de más de 200 metros de profundidad, que constituye frontera natural entre España y Portugal, resguardada del lado portugués por la rasa de las Cimas de Mogadouro, con altitudes comprendidas entre 700 y 1.000 metros. En la margen izquierda de la barrancada, o sea en el lado español, están Bermillo de Sayago, en la rasa y distante 14 kilómetros de la parte alta de la hoz, situada a 786 metros de altitud, y Fermostelle, junto al borde e inmediata a la desembocadura del Tormes en

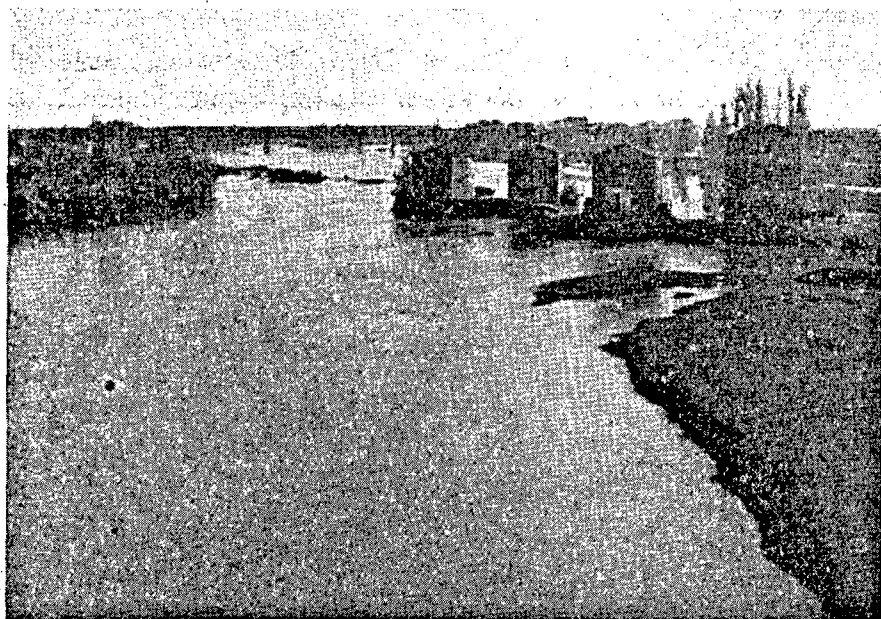


Fig. 156.—Antiguos molinos en el Duero, en Toro.

(Foto Hernández-Pacheco.)

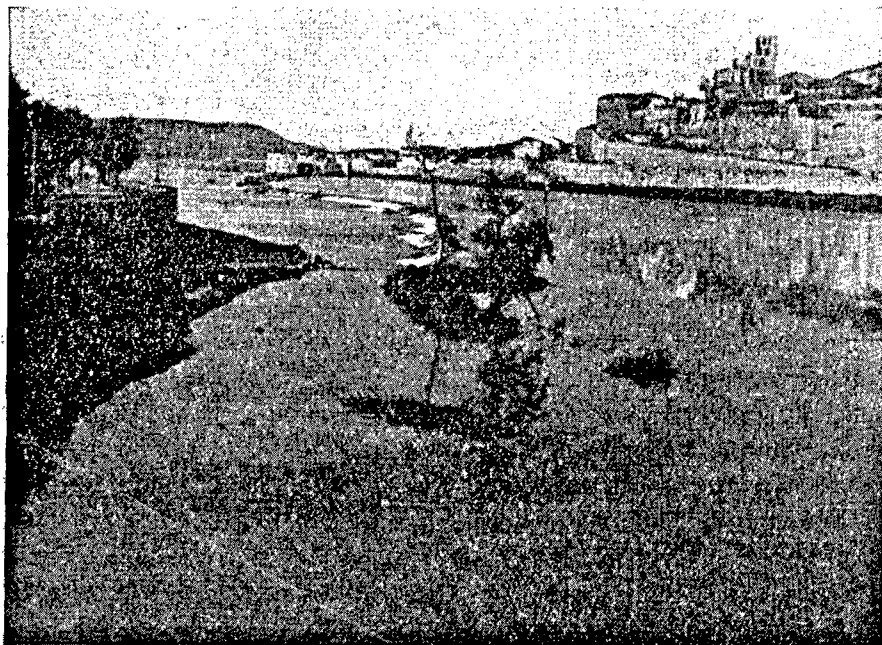


Fig. 157.—El Duero, crecido, a su paso por Zamora.

(Foto Hernández-Pacheco.)

los Arribes, pasaje en donde se está construyendo alta presa que, con otras proyectadas, transformarán el largo congosto internacional de los Arribes, en productor de abundante energía eléctrica.

En la margen portuguesa, cerca de la embocadura de la hoz, está Miranda do Douro. El Duero en el comienzo de Los Arribes está a 682 metros de altitud y después de un recorrido de unos 90 kilómetros, ter-



Fig. 158.—Desembocadura del Tâmega en el Duero, en Entre Ríos (Portugal).

(Foto Hernández-Pacheco; X-1947.)

minan frente a la desembocadura del Agueda, que vierte en el Duero a la altitud de 146 metros.

El Duero, al penetrar en Portugal, restablece la dirección castellana de su corriente, de Este a Oeste, avanzando por valle formado por laderas en fuerte pendiente. Por la de la derecha, o septentrionales, se asciende a las montañas y altas rasas de Tras os Montes y de las provincias españolas de Zamora y Orense; laderas recorridas por importantes afluentes, que presentan sus cauces arrumbados de Norte a Sur, con cierta desviación hacia Poniente, consecuencia del movimiento de basculación hacia el Noroeste, efectuado en época geológica moderna por gran parte del país galaico; movimiento productor de las rías gallegas. Los afluentes por las laderas meridionales, que descienden de la penilla-

nura de la Beira son de menos importancia y recorrido y no presentan la característica indicada.

El fondo de la vallonada es de suficiente amplitud para la expansión circunstancial del cauce mayor o de avenidas y con ensanches en diversidad de parajes, especialmente en las confluencias tales como el de Entre Ríos, en los del Tâmega, por la margen derecha, y del Paiva,

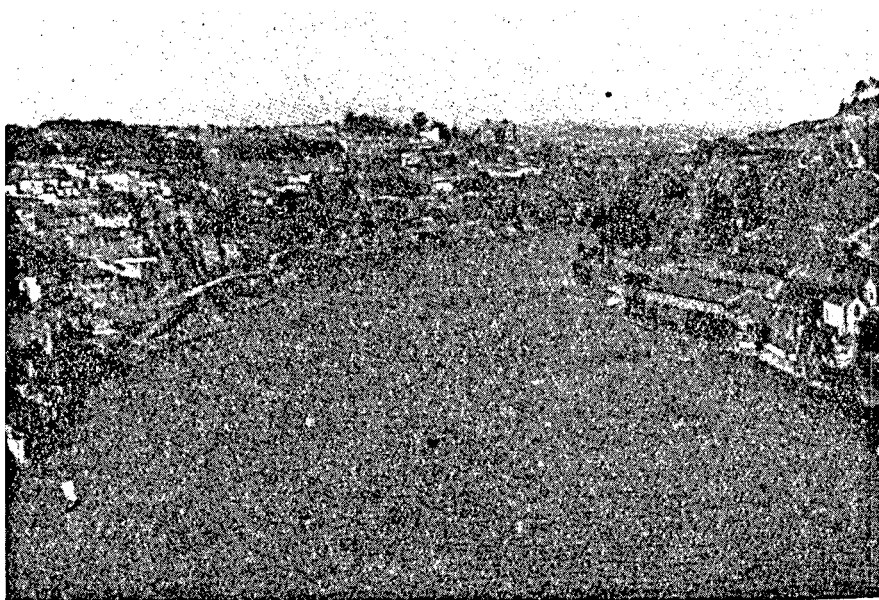


Fig. 159.—La foz de desembocadura del Duero, entre Oporto y Vila Nova de Gaia.

(Foto Hernández-Pacheco.)

por la izquierda. Tales particularidades hacen que el fondo de la vallonada del Duero, en su longitud por Portugal, de unos 150 kilómetros en línea de aire, sea frecuentada vía de comunicación fluvial, del ferrocarril y de carreteras por ambas márgenes (fig. 158).

Establece el Duero separación entre dos territorios: el del Norte, al que corresponde la región de Tras os Montes, y el del Sur, o de la Beira. Tanto en la parte septentrional como en la meridional, hasta el Vouga, la constitución geológica y litológica consiste en predominantes terrenos graníticos, estratocristalinos y pizarrosos del paleozoico inferior.

En la vallonada del Duero tienen su asiento importantes ciudades, y en las laderas, en gran parte abancaladas, prosperan cultivos, especial-

mente plantíos de olivos y viñedos, y, entre éstos, en terrenos pizarrosos del cámbrico, en la solana de la ladera derecha, las cuidadas vides que producen el afamado vino de Óporto, ciudad que se expansiona en la plataforma de la margen derecha, y en la otra margen, en situación semejante, está la complementaria ciudad de Vila-Nova de Gaia (figura 159).

Afluentes al Duero por la derecha en la parte oriental de la planicie castellana.

Los afluentes directamente al Duero en la altiplanicie castellana, salvo un corto número que se originan en la serranía celtibérica, proceden de las vertientes meridionales de la Cordillera Cantabro-Asturiana y montañas leonesas. Los afluentes por la margen izquierda se originan en el Sistema Orográfico Central.

La gran diferencia en altitud de la altiplanicie castellana respecto a la aragonesa, y faltar en la primera los contrafuertes orográficos paralelos a la alineación principal que es la Cordillera Cantábrica, hace que los afluentes al río caudal, el cual atraviesa la llanura de Castilla por su zona media, no presenten los tramos en congosto o cañones característicos de los ríos procedentes del Pirineo. Es típico de los afluentes al Duero que avancen por la llanura por anchos cauces, en meandros divagantes.

En la vallonada del río caudal, y en las de los principales afluentes, se muestran claramente las terrazas por gleras de cascajos, coincidiendo las mismas alturas de terrazas en los diversos cursos fluviales. Así, en la del Pisuerga, en Valladolid, Francisco H.-Pacheco ha señalado para las cuatro terrazas las alturas sobre el cauce actual de 10, 30, 70 y 100 metros, respectivamente.

Tal conjunto de características topográficas permitió que en el siglo XIX se construyesen varios canales para transporte, al modo de los que con tan gran desarrollo existen de antiguo en la gran llanura de Francia, enlazando los cursos fluviales unos con otros. Son los principales canales de tal tipo en la planicie castellana, al Norte del curso del Duero: el denominado *Canal de Castilla*, que comienza en Alar del Rey, en el alto Pisuerga, cruza la llanura entre este río y el Carrión, pasa por Palencia, se incorpora al valle del Pisuerga y acaba en Valladolid. En Grijota (Palencia) se origina el ramal denominado *Canal de Campos*, que se dirige hacia el Oeste, al Norte de la laguna de la Nava, y acaba en Medina de Ríoseco.

El río *Ucero* es el más importante de los riachuelos aforentes directamente al Duero, en su tramo de la planicie castellana por la margen derecha, procedente de la serranía celtibérica. Se origina en los territorios forestales de Ontoria del Pinar y pinares de San Leonardo (vértice Ardal, 1.213 m.). Con arrumbamiento meridiano penetra en la llanura y llega a Osma y Burgo de Osma (945 m.), y 12 kilómetros al Sur se incorpora al Duero. La longitud del recorrido en línea de aire es de unos 60 kilómetros.

El río *Pilde*, que desemboca por Aranda de Duero, procede de la sierra de Costalago, en el borde de la serranía; se le incorporan otros dos: *Arandilla* y *Aranzuelo*, y salen al llano con arrumbamiento Suroeste, en recorrido de unos 45 kilómetros.

El *Almajón*, con características semejantes a los anteriores, alcanza al Duero cerca de Roa.

Ramificación fluvial del Pisuerga.

La rama fluvial del *Pisuerga* se origina en el pico de Tres Mares (2.175 m.) (del que nacen también el Ebro y el Saja). Con características torrenciales desciende el Pisuerga por las vertientes meridionales de la Cordillera Cantábrica, y al llegar a la base, desde Cervera de Río Pisuerga, tuerce al ESE., recorriendo, en el borde de la planicie castellana, unos 25 kilómetros hasta Aguilar de Campoo, donde recobra el arrumbamiento meridiano, y a unos 22 kilómetros sale a la planicie, habiendo recorrido desde el origen unos 70 kilómetros (fig. 160).

En el tramo por la llanura, desde Alar del Rey (donde está el arranque del Canal de Castilla) hasta Palencia, en trayecto del centenar de kilómetros, se unen al Pisuerga, por la margen izquierda, diversidad de afluentes procedentes de la zona baja de la Cordillera Cantábrica o de las vertientes occidentales de la Serranía Celtibérica, correspondientes todas a la provincia de Burgos. Afluentes que prescindiendo de los riachuelos o arroyos, contando de Norte a Sur, son los siguientes: *Fresno* o *Quintanillas*. Procedente de la peña de Amaya (1.365 m.), con recorrido casi todo en llanura y longitud de unos 25 kilómetros. *Odra*, que se origina en los relieves de calizas cretáceas al Este de peña Amaya, con su principal afluente el *Bruyes*, que pasa por Villadiego, y, juntos, por Castrojeriz, cerca de su incorporación al Pisuerga, con longitud en línea de aire de unos 45 kilómetros.

Arlanzón. Procede de la sierra de la Demanda (vértice San Millán de la Cogolla, 2.134 m.). Salvo el tramo de cabecera, que es torrencial, corre por la altiplanicie burgalesa, con arrumbamiento en una primera

parte al Oeste, y, en una segunda al Suroeste. Pasa por Burgos con buen caudal, recibiendo los aportes procedentes de las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica.

A unos 12 kilómetros de la desembocadura del Arlanzón en el Pisuerga se le une al Arlanza, y juntos se incorporan al Pisuerga, próximos a Torquemada. El recorrido del Arlanzón, prescindiendo de las cur-

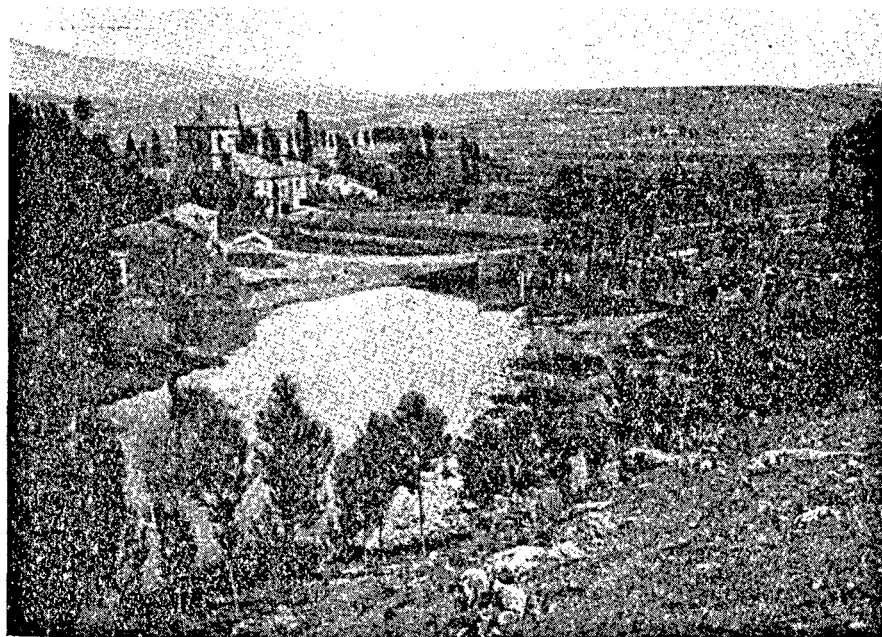


Fig. 160.—El Pisuerga en Salinas de Pisuerga (Palencia).

(Foto Hernández-Pacheco, VII-1927.)

vas de los meandros, es de cerca de un centenar de kilómetros, en cuyo comedio está situada la ciudad de Burgos.

Arlanza.—El Arlanza tiene arrumbamiento general de Este a Oeste. Se origina por múltiples arroyos en el boscoso territorio de los montes de Soria, recogiendo las aportaciones de las vertientes occidentales de Urbión y las meridionales de la Sierra de la Demanda. Recorre la amplia depresión intermontañosa de la comarca de Lara, pasando por Salas de los Infantes. Sale a la llanura neógena castellana por el portillo orográfico de Covarrubias, recogiendo a poco de la salida los aportes del riachuelo *Mataviejas*, procedente de Santo Domingo de Silos y del vértice Valdosa (1.415 m.). En la llanura pasa por Lerma y su importante vega. Recoge al *Madrigalejos*, que afluye por la derecha,

y próximo a la desembocadura, frente a Torquemada, se une con el Arlanzón, después de un recorrido de unos 110 kilómetros.

Esgueva.—Es afluente al Pisuerga, por la margen izquierda; se forma en la llanura miocena castellana, correspondiente a la provincia de Burgos, al sur de Lerma. El Esgueva es de curso casi rectilíneo desde el origen hasta la desembocadura en Valladolid, con arrumbamiento de Este a Oeste, y longitud de unos 110 kilómetros.



Fig. 161.—El Carrión en la planicie castellana de Saldaña (Palencia).

(Foto Hernández-Pacheco, II-1923.)

Los afluentes al Pisuerga por la margen derecha están todos en la provincia de Palencia, la cual tiene una parte septentrional, en la Cordillera Cantábrica, estando el límite provincial en la línea de cumbres, entre Peña Labra (2.621 m.) y Peña Prieta (2.531 m.), correspondiendo a Palencia las vertientes meridionales. En tal zona se originan los afluentes al Pisuerga por la margen derecha.

El *Valdavia* se origina en la Sierra del Brezo, situada en el borde de la Cordillera al Oeste de Cervera. A levante del *Valdavia* se origina el *Buedón*, que corre paralelamente, y se juntan cerca de la desembocadura en el Pisuerga. El arrumbamiento es submeridiano; y la longitud de unos 60 kilómetros. La comarca de La Valdavia está formada por el valle de este río y la altiplanicie o páramo, situado a poniente, separado de la llanura baja del Carrión por escarpada cuesta, hasta Saldaña.

El *Carrión* es el más occidental y el más importante río de la rama fluvial del Pisuerga. Nace en la Cordillera, al pie del vértice Espiguete (2.453 m.), y después de un recorrido de unos 25 kilómetros, sale a la llanura por Guardo, por la que avanza, en dirección submeridiana, en régimen de caños y brazos anastomosados, pasando por las ciudades de Saldaña (fig. 161), Carrión de los Condes y Palencia, desembocando, al sur de esta última ciudad, en el Pisuerga, después de un recorrido total de unos 140 kilómetros. El Pisuerga pasa por Valladolid y desemboca en el Duero.

Afluentes al Duero por la derecha en la parte occidental de la planicie castellana.

Hernija y *Bajos* forman pareja fluvial, y desembocan casi juntos en el Duero, cerca de Toro. Tienen todo el curso en la llanura miocena al Oeste de Valladolid. Se originan en el borde meridional de los montes de Torozos, denominación que no es de carácter topográfico, sino forestal, por la vegetación de matorral alto de carrasca, actualmente desaparecida, que tenía antiguamente el extenso páramo situado entre Valladolid y Medina de Ríoseco (vértice Sordanelo, 853 m.). El *Hornija*, con longitud de unos 45 km., pasa por Torrelobatón y Villalar, y el *Bajos*, algo menor, por Mota del Marqués.

Al Norte de los Montes de Torozos, en la campiña castellana, con buen terrazgo para el cultivo cerealístico, está la denominada Tierra de Campos, al Oeste de Palencia. Es territorio de régimen fluvial endorreico, o sea sin salida, en donde se acumulan las aguas llovedizas en la extensa y panda *Laguna de la Nava*.

El *Valderaduey* es un río que atraviesa de Norte a Sur la altiplanicie castellana, hasta junto a Zamora, por donde desemboca en el Duero. En su longitud, de unos 160 km., pasa por Sahagún y Villalpando. Su afluente, el *Sequillo*, corre a lo largo, y también con arrumbamiento meridiano, a la derecha, pasando próximo a Villalón (vértice Navajos entre ambos, 836 m.), por Medina de Ríoseco (vértice Sardando, 853 m.). Al sur de la confluencia está el vértice Fuentes, con 794 metros.

Ramificación fluvial del Esla.

El *Esla*, con su extensa ramificación fluvial, ocupa la zona occidental de la altiplanicie neogena castellana, la llanura pliocena leonesa y la penillanura zamorana al Norte del Duero, teniendo sus orígenes

en las montañas de Asturias, de León y de Zamora. El Esla y su principal afluente por la margen izquierda, el Cea, son de arrumbamiento

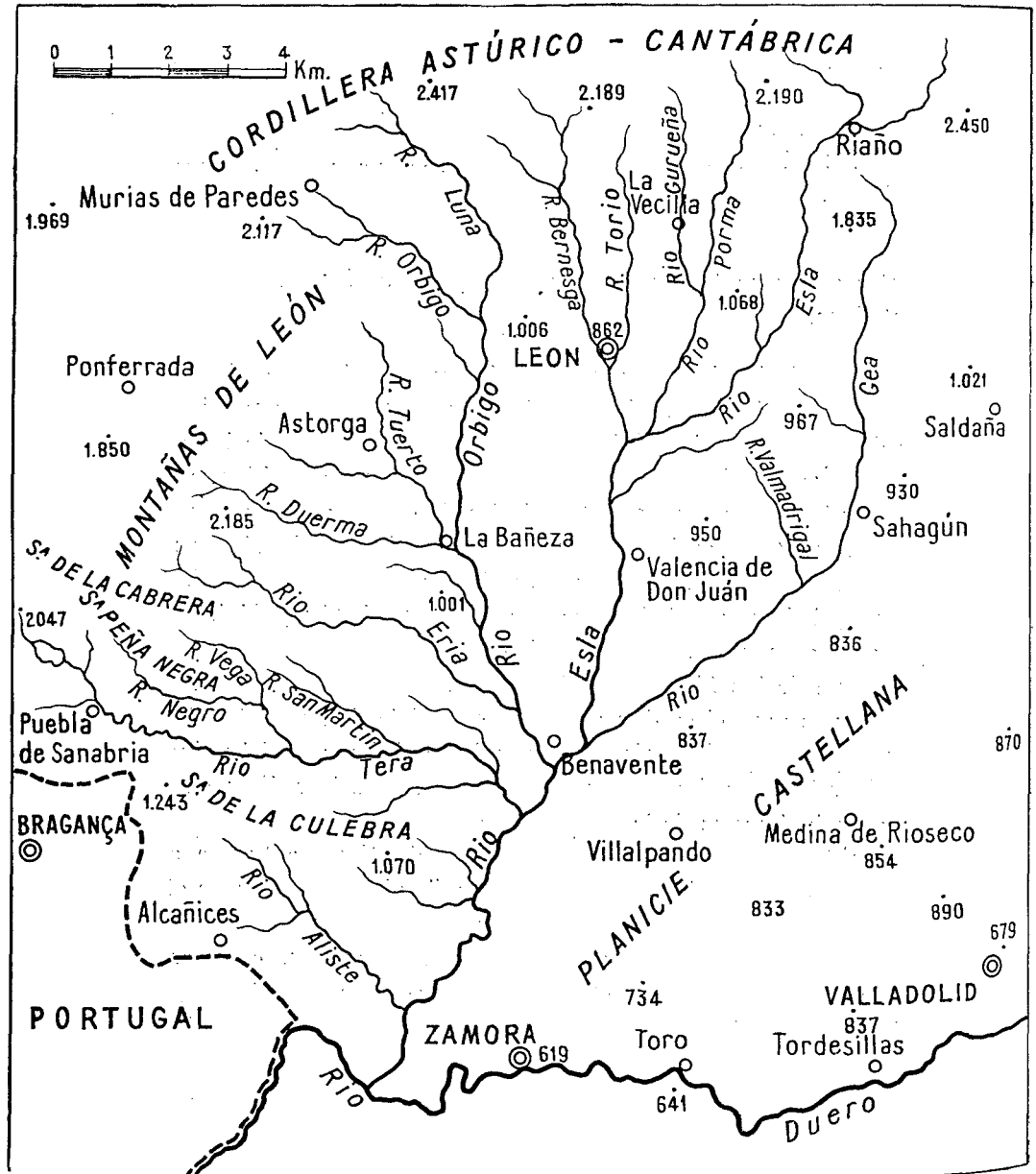


Fig. 162.—Ramificación fluvial del Esla.

al SSW. En los de la margen derecha la dirección predominante es al Sureste. El Esla es el afluente que aporta mayor caudal al Duero (figura 162).

La ramificación fluvial del Esla es disimétrica, en el sentido de que mientras por la margen izquierda sólo recibe un afluente de importancia, que es el Cea, por la derecha le llegan numerosos e importantes tribu-

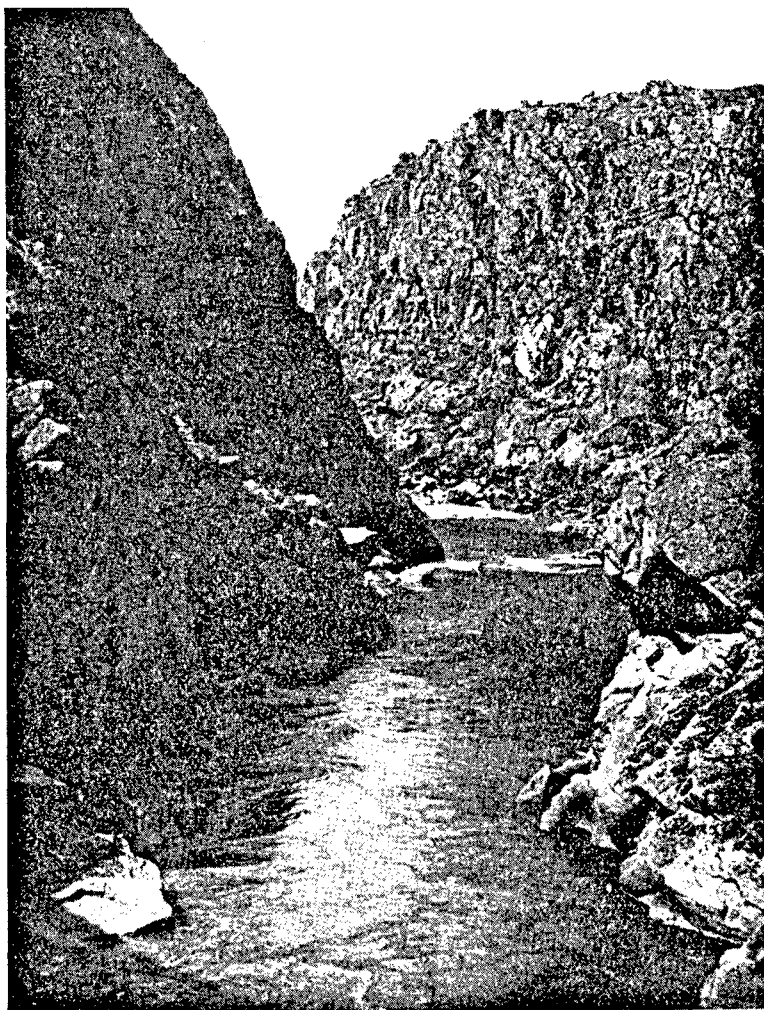


Fig. 163.—El Esla en la garganta granítica de Ricobayo (Zamora), actualmente ocupada por las aguas del embalse.

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

tarios, sirviendo el cauce del Esla, desde el origen hasta la desembocadura, de nivel de base al profuso conjunto fluvial, procedente del gran anfiteatro de montañas formado por la Cordillera asturiana, las Montañas de León y serranía zamorana, anfiteatro montañoso abierto.

al Este, y cuya cuerda de Norte a Sur es la vallonada en donde está el cauce del Esla.

Se origina el Esla en la zona de cumbres de la cordillera Astúrico-Cantábrica, por dos ramas torrenciales, que reciben los aportes del pico Espiguete (2.450 m.) la de la izquierda, y los de Mampodre (2.190 m.) la de la derecha, reuniéndose en Riaño. A una veintena de kilómetros de esta localidad sale al llano, en el que recorre unos 70 kilómetros

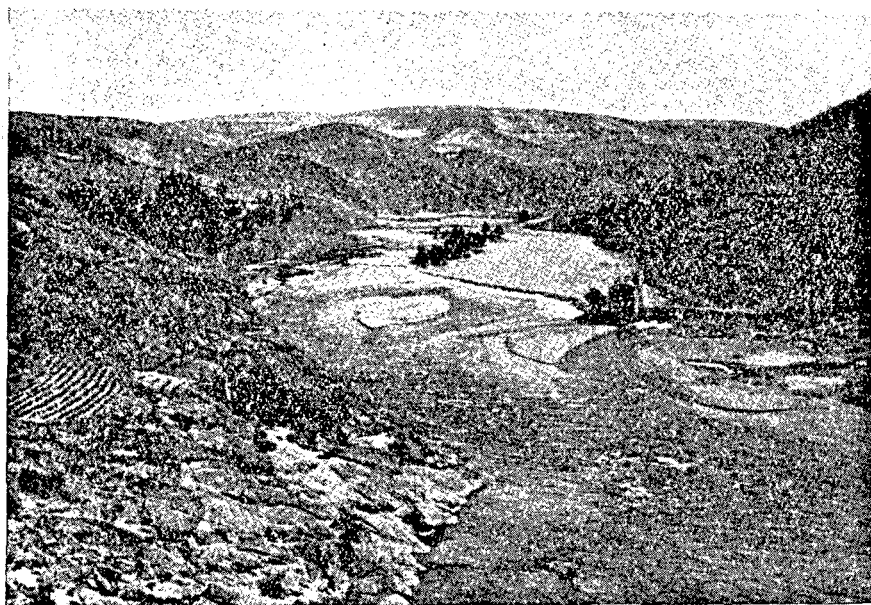


Fig. 164.—El Esla en la vega de San Pedro de la Nave (Zamora), a la entrada en la garganta granítica; paraje actualmente ocupado por las aguas del embalse.

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

hasta Valencia de Don Juan, más unos 40 kilómetros desde esta localidad a las cercanías de Benavente, desde donde penetra en la penillanura occidental de Zamora, por la que hace un recorrido de unos 65 kilómetros hasta la desembocadura en el Duero, siendo el total del recorrido desde el origen de unos 215 kilómetros.

La flexión en rampa al Oeste del témpano cortical Hespérico hacia Portugal, situada en la zona fronteriza, es la causa que el Duero y sus afluentes en la zona de doblez hayan originado las garantas o cañones que se observan en el cauce del Duero y en el tramo de desembocadura de sus afluentes en esta zona. Tal es el caso del Esla con sus profundas y estrechas hoces labradas en el granito, estrechez que cerrada con

alta presa, ha originado importante embalse productor de energía eléctrica. Las presiones geotectónicas han producido en la masa granítica un pliegue anticlinal de eje coincidente con la dirección de la corriente en esta parte del cauce, con trituraciones y zonas de alteración en las diaclasas de la masa granítica (figs. 163 y 164).

El *Cea* es el único río aferente al Esla por la margen izquierda. Se origina en las vertientes meridionales de la Cordillera, al Sur de Riaño, y a los pocos kilómetros de recorrido torrencial sale a la llanura, por la que avanza con arrumbamiento meridiano hasta Sahagún, desde donde tuerce al SSW., incorporándose al Esla, próximo a Benavente, habiendo efectuado su corriente recorrido de unos 130 kilómetros.

Los afluentes al Esla por la margen derecha son numerosos. Prescindiendo de los riachuelos, los de más importancia, contando de Norte a Sur, son: la ramificación fluvial Orbigo y Eria, el Tera y el Aliste.

Porma y Gurueña.—El Porma se forma en los picos de Mampodre (2.190 m.), de los que recoge los aportes occidentales. El *Gurueña* está en la misma zona montañosa de Asturias, algunos kilómetros al Oeste. Descienden en dirección meridiana. El Gurueña pasa por La Vercilla, en el borde bajo de la Cordillera, y salen al llano, y a una veintena de kilómetros se juntan, al pie del vértice Vegas (1.068 m.), desembocando en el Esla, a los 65 kilómetros de recorrido desde el origen.

El *Bernesga* se forma en las vertientes meridionales del Puerto de Pajares (vértice Braña Caballo, 2.189 m.) y sale de la cordillera por La Robla. El *Torio* se origina en la serranía, cerca y al oriente del anterior, descendiendo ambas corrientes fluviales paralelas y juntándose en León, desde donde a los 24 km. se incorporan al Esla. El recorrido del Bernesga es de unos 65 kilómetros.

Orbigo.—La red fluvial del Orbigo comprende cinco ríos: Luna, Orbigo, Tuerto, Duerma y Tera. Se origina el *Orbigo* en Murias de Paredes, en la Sierra de Gistredo (2.117 m.), en la zona donde las Montañas de León se unen con las asturianas; sale al llano, donde se une, por la izquierda, el *Luna* (fig. 165), que procede de las cumbres orográficas de Asturias (2.417 m.) al Oeste de las vertientes meridionales de Somiedo, uniéndose Orbigo y Luna en la zona alta de la planicie leonesa, a la altitud de 1.006 metros; siguiendo Orbigo con arrumbamiento meridiano, pasando por La Bañeza. En esta localidad se le une el río *Tuerto*, procedente del borde bajo de la serranía de las Montañas de León, y que pasa por Astorga.

También confluye en La Bañeza el *Duerma*, procedente de las Montañas de León. Afluente el más meridional al Orbigo es el río *Eria*, que se origina en el vértice del Teleno (2.185 m.), y que se

une al Orbigo inmediato a Benavente, incorporándose éste al Esla al Sur y próximo a dicha ciudad, situada entre la planicie neozoica y la penillanura zamorana. La longitud del Orbigo es de unos 125 kilómetros.

Tera.—El curso de este importante afluente al Esla se realiza entre las montañas y penillanuras zamoranas. Se origina en el macizo granítico y estratocristalino de la Sierra de La Cabrera y Sierra Segundera

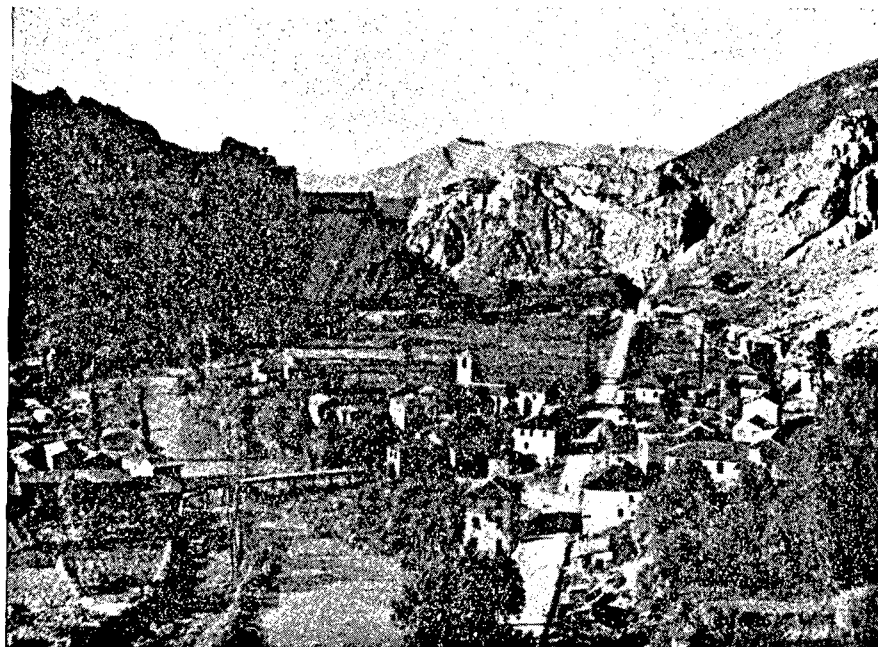


Fig. 165.—El río Luna en los Barrios de Luna (León), situados al pie del embalse.

(Foto Hernández-Pacheco, IX-1954.)

(Moncalvo, 2.047 m.), macizo montañoso que en los períodos glaciales de la época cuaternaria sostuvo potente caparazón de hielos persistentes y de glaciares, a cuyas acciones se debe en gran parte la topografía actual. El *Tera* se origina con los aportes meridionales de Peña Trevinca, en la Sierra Segundera.

A los 12 kilómetros de recorrido, en la excavación producida por un glaciar, se origina el lago de *Sanabria*, represado naturalmente por morrenas frontales, lago el más importante de la Península con una profundidad máxima de 51 metros y media de unos 35 metros, siendo la longitud de Este a Oeste de tres kilómetros, y la anchura de 1.460

metros. El Tera, a la salida del lago, pasa por Puebla de Sanabria y avanza con rumbo al Este, recibiendo por la margen izquierda al río *Negro* y al subafluente el *Vega*, que reciben los aportes de la sierra de Peña Negra, y juntamente con otros riachuelos aferentes, el Tera desemboca en el Esla a unos 10 kilómetros ayuso de Benavente, con un recorrido total de un centenar de kilómetros.

Aliste.—El afluente más meridional al Esla, entre los de importancia, es el Aliste, que se forma con los aportes meridionales de la cuarcitosa sierra de la Culebra, en la comarca de Alcañices, y desemboca en el Esla en la vega de San Pedro de la Nave, actualmente sumergida por las aguas del embalse al que nos hemos referido en párrafos anteriores.

Afluentes al Duero por la izquierda, en la planicie castellana.

Los afluentes al Duero por la margen izquierda, en la altiplanicie castellana y en la penillanura occidental salmantina, proceden de las vertientes septentrionales de la Serranía Central: Somosierra, Guadarrama, Gredos y Gata. La mayor aproximación de dichas alineaciones orográficas a la corriente del Duero hace que, en general, sean de menos caudal y de más corto recorrido que los afluentes por la margen derecha, y sin formar complejas ramificaciones fluviales.

Los afluentes al Duero por la izquierda, prescindiendo de los pequeños riachuelos, contando de Este a Oeste, son los siguientes: Escalote, Riaza, Duratón, Cega y Pirón; Eresma y Adaja, Zapardiel, Trabancos y Guareña; Tormes, Huebra y Agueda.

Escalote o Dorete.—Se forma en las parameras de Medinaceli (1.291 metros), de Barahona y de Bordecorex (1.145 m.), y reunido en una corriente de arrumbamiento Noroeste, pasa por Berlanga de Duero a unos cuatro kilómetros de la desembocadura, y se incorpora al río caudal en paraje en que éste sale de la serranía y penetra en la llanura.

Riaza.—Está formado por profusa ramificación de corrientes torrenciales procedentes de las vertientes septentrionales de la Somosierra, al Oeste del Pico de Grado (1.420 m.), en la Sierra de Peña, de la Sierra de Ayllón, de las Buitreras. Pasa por Riaza y se le une en Ayllón su principal afluente por la derecha, desde donde, en la llanura, toma rumbo al Noroeste, desembocando en el Duero por Roa, con un recorrido de unos 80 kilómetros.

Duratón.—Procede de las corrientes torrenciales de la Somosierra

(vértice Colgadizo, 1.836 m.). Junto a Sepúlveda, se le une importante ramificación, por el Este, procedente de la comarca, de relieves ate-

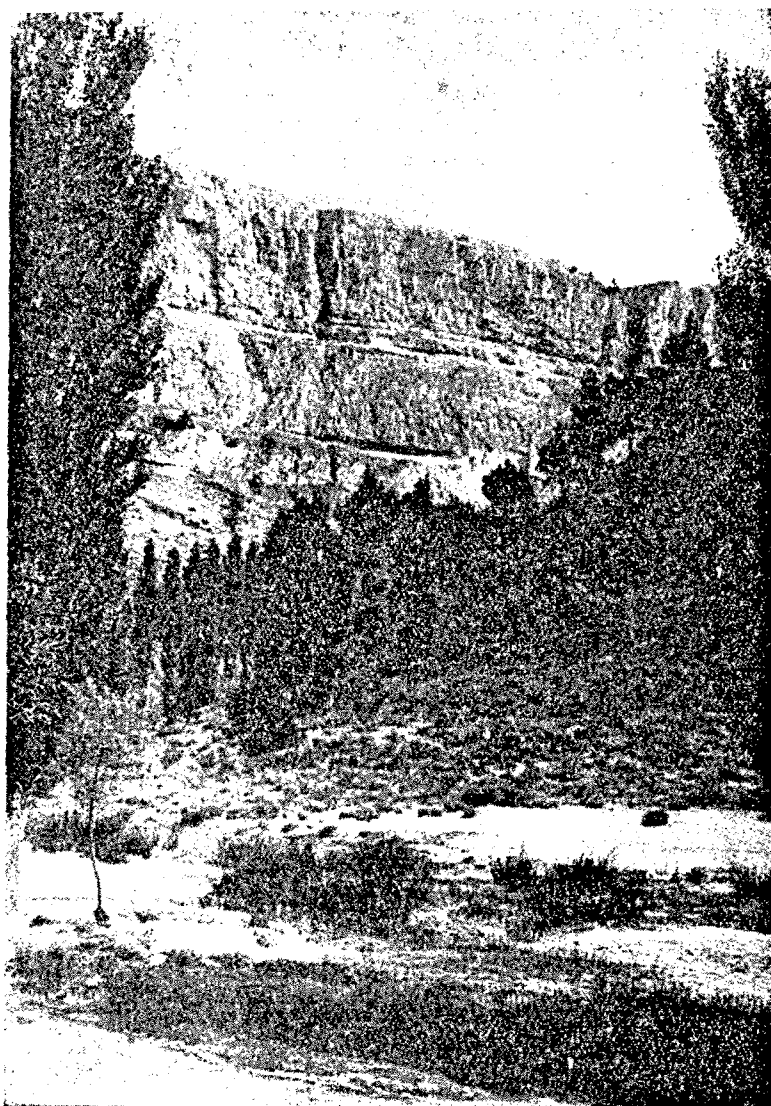


Fig. 166.—El Duratón en las inmediaciones de la ermita de San Frutos, en la hoz en calizas cretáceas entre Sepúlveda y Burgomillodo (Segovia).

(Foto Hernández-Pacheco, VII-1922.)

nuados, situada al pie de la cordillera (vértice Rubio, 1.313 m.). El Duratón, a corta distancia ayuso de Sepúlveda, se encaja en sinuosas y

profundas hoces labradas en calizas cretáceas dispuestas en bancos subhorizontales, en un trayecto de una docena de kilómetros, hasta Burgomillado, en donde los bancos calizos se doblan en pliegue en rodilla, roto en falla, y por estrecho portillo, cerrado mediante alta presa, el Duratón es embalsado y la corriente sale a la llanura de margas y arenas neogenas, con arrumbamiento NNW., desembocando en el Duero en Peñafiel, con unos 80 kilómetros de recorrido (fig. 166).

Cega.—El Cega y su principal afluente, el *Pirón*, se originan en las boscosas cumbres y vertientes septentrionales del Guadarrama, comprendidas entre las alturas occidentales del puerto de Somosierra y la cumbre de Peñalara. Recorren, con dirección Noroeste, las zonas bajas al pie de la Cordillera, correspondientes a la parte oriental de la provincia de Segovia, bordeando el Cega, por el Suroeste, la llana comarca arenácea de régimen endorreico, con abundantes lavajos de Cantalejo. Cega y Pirón se unen ayuso de Cuéllar, en la planicie margosa neogena. Desembocan en el Duero, al Sur de Valladolid, después de un recorrido de unos 115 kilómetros.

Eresma.—El Eresma se forma en los alrededores de Segovia, por un conjunto de afluentes torrenciales procedentes del Guadarrama, entre ellos el *Balsain*, originado en el puerto de Navacerrada, y que pasa por San Ildefonso (o sea de la posesión real de La Granja), y el *Milanillos*, formado por los arroyos procedentes de las vertientes septentrionales de la Peña del Oso. Pasado Segovia se une al Eresma el río *Moros*, que tiene su origen en el puerto de la Fonfria y en el Espinar, en la vertiente del puerto de Guadarrama. El Eresma, desde Segovia sale al raso, pasa por Coca y su notable castillo, y, al Norte de Olmedo, se le une el Adaja, y, después de un trayecto de una veintena de kilómetros, desemboca en el Duero, a unos 15 kilómetros ayuso de Tordesillas. El recorrido del Eresma, hasta la desembocadura, es de un centenar de kilómetros, y el del Moros, de unos 60 kilómetros desde el origen a su desembocadura en el Eresma.

Adaja.—Tiene el Adaja su origen en el interior de la Serranía Central, en la Serrota (2.294 m.), recorriendo en un primer tramo la llana altiplanicie intermontañosa del valle de Amblés, entre Villatoro, al Oeste, y Avila, al Este (extensa nava a la que debe su ubicación la ciudad de Avila) y al Sur por la de los Baldíos de Avila y la Paramera; valle de Amblés, que tiene longitud de unos 40 kilómetros, por anchura media de seis a ocho. En Avila el Adaja tuerce el rumbo en ángulo recto, sale en Mingorría de la zona granítica y avanza recto al Norte por la llanura de aluviones pliocenos; pasa por Arévalo y próximo a Olmedo, y cerca del Duero se une al Eresma, según se ha dicho. El prin-

cial afluente del Adaja es el *Arevalillo*, que recoge los aportes septentrionales de la Sierra de Avila y se incorpora al Adaja por la margen izquierda, en Arévalo. La longitud del Adaja es de 40 kilómetros a lo largo del valle de Amblés, y de unos 85 kilómetros entre Avila y la unión con el Eresma; unos 125 kilómetros en total.

Zapardiel.—El Zapardiel se origina en la base septentrional de la Sierra de Avila; tiene todo su curso en llanura, con arrumbamiento constante al Norte; pasa por Medina del Campo y vierte en el Duero, inmediato a Tordesillas después de un recorrido de unos 90 kilómetros.

Trabancos.—El Trabancos es de semejantes características al anterior. Se origina también al pie de la Sierra de Avila; el curso es todo en llanura en dirección septentrional; pasa a unos 10 kilómetros al Este de Peñaranda de Bracamonte, al pie del vértice Flores (933 m.); y vierte en el Duero a mitad de distancia entre Tordesillas y Toro, habiendo recorridos unos 80 kilómetros.

Guareña.—El Guareña se origina en plena llanura, en la campiña de Fuente Sauco (vértice Castillejo, 936 m.); avanza al Norte y desemboca en el Duero, frente a Toro. El recorrido es de unos 40 kilómetros.

Tormes.—El Tormes es el más importante de los afluentes al Duero por la margen izquierda. Su recorrido es una primera parte en las navas altas y cumbres de la Sierra de Gredos, y los otros tramos, en la penillanura de arrasamiento geológico, constituida por terrenos graníticos del paleozoico inferior y retazos de la cobertera de depósitos paleogenos.

Se origina el Tormes en la zona media del macizo montañoso de Gredos, en la vallonada longitudinal de Navarredonda (1.585 m.) a Barco de Avila (1.014 m.), recorriéndola de Este a Oeste, en un tramo de unos 35 kilómetros, recibiendo aportes torrenciales por Norte y Sur, y entre estos últimos los procedentes de las altas lagunas junto al Pico Almanzor (2.592 m.). En Barco de Avila, el Tormes tuerce el rumbo al Norte, por entre la serranía, hasta Guijuelo, situado en el borde de la llanura, a la altitud del millar de metros. En el trayecto por la penillanura salmantina pasa por Alba de Tormes (830 m.), continuando con el arrumbamiento Norte hasta el Este de Salamanca. En el tramo por penillanura recibe el Tormes diversidad de afluentes por la margen derecha, procedentes de las vertientes de la cordillera y con recorrido en llanura, tales como la rama *Almar*, *Zamprón*, *Margañón* y *Alcaraz*, que forman a modo de abanico fluvial, con ramas de 40 a 50 kilómetros de recorrido, y que desembocan juntas en el Tormes, a unos cinco kilómetros de Alba.

El Tormes, en Salamanca (807 m.), lleva abundante caudal, y con arrumbamiento al Noroeste, atraviesa la penillanura principalmente granítica del Oeste, pasando por Ledesma, en cuya cercanía recibe, por la izquierda, el aporte del *Valmaxa*, de unos 40 kilómetros de recorrido. El Tormes desemboca en el tramo de los Arribes del Duero, a cinco

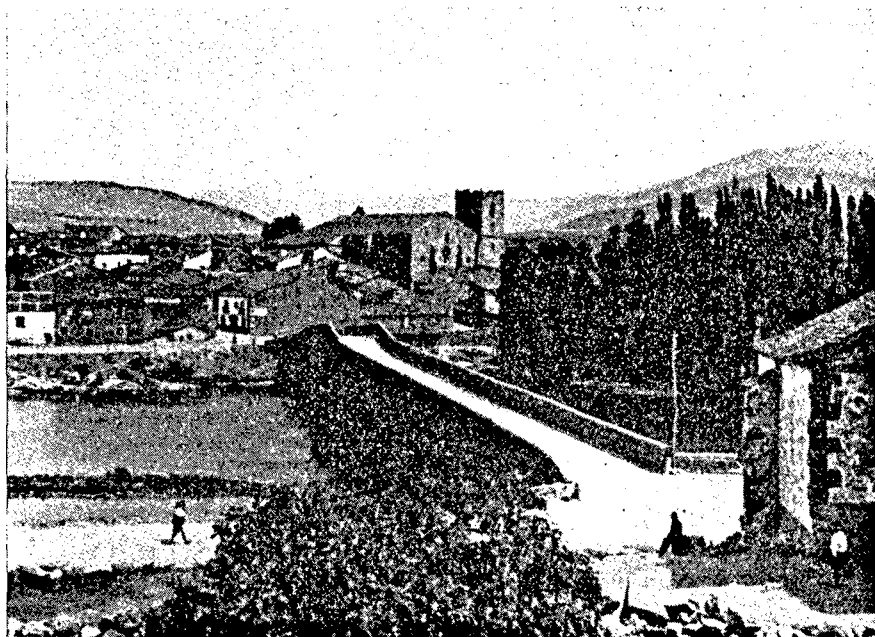


Fig. 167.—Tramo alto del Tormes en Barco de Avila.

(Foto Hernández-Pacheco, 1933.)

kilómetros de Fermoselle, después de un recorrido total de unos 220 kilómetros (figs. 167 y 168).

El territorio de penillanura salmantina del Oeste, por las características del relieve, origina red fluvial de morfología diferente a la que recorre la llanura situada al Este del meridiano de Zamora y Salamanca, en la cual los ríos presentan el mismo arrumbamiento submeridiano, en el total del recorrido, mientras que en la penillanura occidental, la red fluvial se caracteriza por lo irregular en la dirección de los componentes de la ramificación.

Tiene por causa tal diversidad en una y otra zona la diferente constitución geomorfológica, pues en el caso de la planicie castellana la cobertura de terrenos neógenos forma superficie perfectamente llana y de constitución litológica uniforme, mientras que en la penillanura occi-

dental la cobertura de terrenos terciarios ha desaparecido por erosión en su mayor parte, y el subestrato aparece al descubierto con sus irregularidades topográficas, debidas a la desigual constitución litológica, acrecentando la irregularidad del relieve la persistencia de retazos de terrenos paleogenos de rocas duras, tales como las areniscas eocenas de las cercanías de Salamanca y de la campiña de Ciudad Rodrigo.



Fig. 168.—El Tormes en Salamanca.

(Foto Hernández-Pacheco, 1923.)

Además de lo pertinente a la constitución litológica, influye en la morfología de la penillanura salmantina el efecto producido por el escalón en rampa de la zona fronteriza, al que se acomoda el Duero, y que origina nivel de base al que se dirigen los cursos fluviales de la región, incluso el Tormes. La altitud de la penillanura salmantina está comprendida entre los 800 y los 1.000 metros, y es de 146 metros la del Duero en la desembocadura del Agueda, en el paraje donde, torciendo el curso al Oeste, se adentra en Portugal.

Río de las Uces.—Se denomina también *Masueco* por el pueblo de este nombre, inmediato a la desembocadura. Está situado al Norte de Vitigudino, e inmediato y al Sur del tramo final del Tormes. Se origina en la penillanura a la altitud de 843 metros, y tiene un recorrido de unos 60 kilómetros.

Yeltes-Huebra.—Constituyen profusa ramificación fluvial por la penillanura granítica del partido de Vitigudino, desembocando juntos, pró-

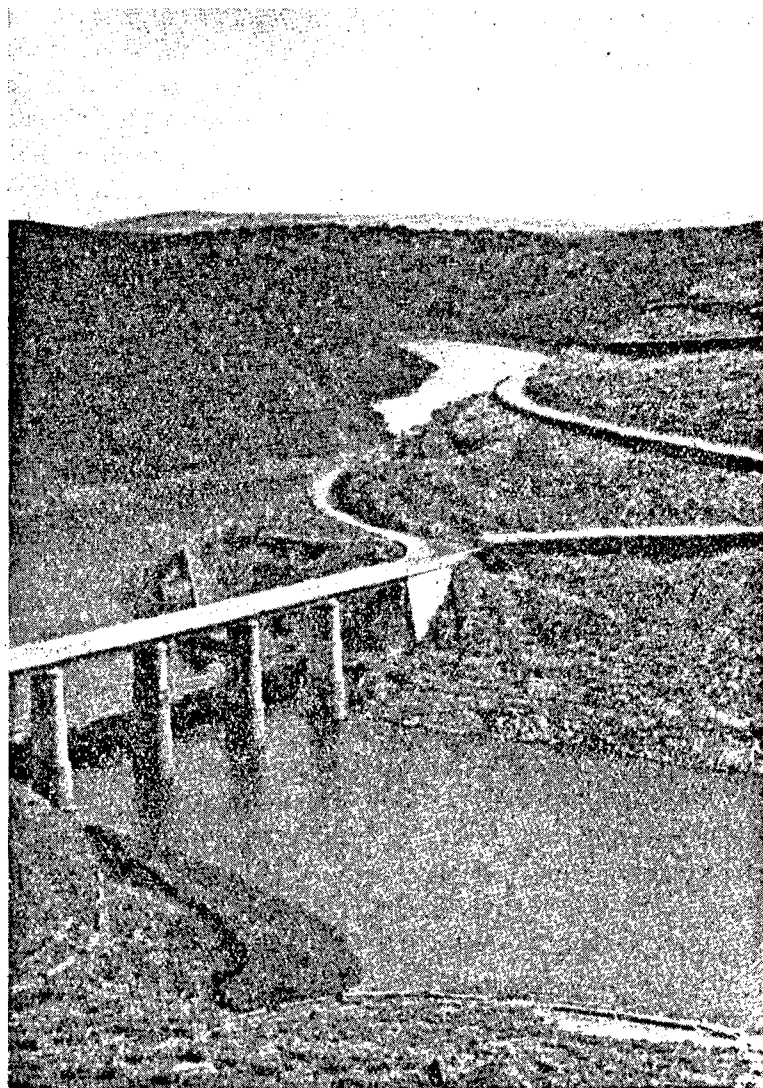


Fig. 169.—El Agueda embalsado a suso de Martiago (Salamanca).

(Foto Hernández-Pacheco.)

ximos a Saucelle, precisamente en el paraje en donde el Duero tuerce el rumbo hacia el Oeste, al final del tramo de los Arribes. Las dos ramas: Huebra, en la zona septentrional de la penillanura (vértice Die-

go Gómez, 896 m.), y Yeltes, ocupan la zona meridional de la comarca de La Berzosa. Se unen cerca de Cerralbo, a unos 25 kilómetros de la desembocadura. Se forman con los arroyos procedentes de la Sierra de la Peña de Francia (1.723 m.), y su prolongación hacia Salamanca (vértice Corral, 1.005 m.). La longitud del curso mayor del Yeltes es de unos 80 kilómetros.

Agueda.—El Agueda se forma con los aportes septentrionales de la Sierra de Gata, desde Monsagro, próximo y al Oeste de la Peña de Francia, hasta Navasfrías, en la frontera portuguesa, y su enlace con la Sierra das Mesas (1.074 m.). Sigue el rumbo Noreste, paralelo a la alineación orográfica, pasando próximo por Fuenteguinaldo, distante una veintena de kilómetros del origen, y se hunde en honda vallonada, cortada más abajo por presa que lo embalsa (fig. 169); recoge al afluente Monsagro por la margen derecha y tuerce el rumbo en la penillanura, pasando por Ciudad Rodrigo, donde describe amplia curva, arrumbándose septentrionalmente, formando el último tramo frontera en longitud de unos 25 kilómetros, desembocando en el Duero a la altitud de 146 metros. La longitud del Agueda es de unos 115 kilómetros.

Afluentes al Duero en Portugal.

Los afluentes al Duero en el tramo portugués presentan características semejantes los de cada margen. Los de la derecha proceden del macizo montañoso galaico, y descienden con cierta desviación del arrumbamiento meridiano hacia el Oeste. Los afluentes por la margen izquierda son de más corto recorrido, por efecto de la inclinación general del témpano cortical hespérico hacia Occidente, de tal modo que el nivel de base marino prepondera sobre el fluvial del Duero, y la penillanura de la Beira vierte directamente al Atlántico por el Vouga y el Mondego.

Los afluentes al Duero por la margen derecha en el tramo portugués son: Sabor, Túa, Corgo, Tâmega y Souza. Los de la margen izquierda: Coa, Tavora y Paiva.

Sabor.—Se origina en el macizo granítico de las montañas zamoranas (Monte Mugo, 1.733 m.), penetra en Portugal y pasa junto a Braganza (680 m.); recorre de Norte a Sur el distrito de Tras os Montes, entre la Sierra de Bornos, al Oeste, y las Cimas de Mogadouro, al Este. Próximo a la mitad del curso recibe, por la izquierda, el aporte del *Manzanas*, su principal afluente, que establece frontera internacional en el partido de Alcañices. La longitud del Sabor es de unos 110 kilómetros.

Túa.—El Túa se forma en las zonas altas de la Sanabria y de la provincia de Orense, al Norte de la frontera, penetrando en el distrito portugués de Tras os Montes en dos ramas: la del *Tuella*, al Este, y del *Rabasal*, al Oeste, alzándose entre una y otra el monte Coroa (1.373 m.). A la mitad de la distancia desde el origen a la desembocadura, entre las sierras de Bornes (1.202 m.) y la de Vilharello (1.081 metros), se unen ambas corrientes en una, formando el Túa, desembocando en el Duero, después de recibir por la derecha un afluente que cruza el Paiz do Vinho. El recorrido total del Túa con el Tuella es del centenar de kilómetros.

Corgo.—El Corgo es un pequeño afluente que recorre la zona de pizarras cámbricas situada en las vertientes septentrionales de la vallonada del Duero, entre los ríos Túa y Támega, comarca que constituye el Paiz do Vinho, en cuyas laderas abancaladas se crían las vides que producen el afamado vino de Oporto. Se origina el Corgo en Villa Pouza d'Aguiar; pasa por Villareal, capital del distrito, y desemboca en el Duero, a los 40 kilómetros de recorrido.

Támega.—El Támega se origina en las montañas meriacionales de la provincia de Orense, en la Sierra de San Mamed. Presenta arrumbamiento meridiano. El curso fluvial en el tramo superior corresponde a notable línea de fractura de la corteza terrestre, en la que se señalan importantes manantiales mineromedicinales de aguas juveniles, tales como las de Verín (Monterrey, 290 m.), en el Sur de Orense, y los de Chavés (964 m.), en el Norte de Tras os Montes. Desde Chaves, el curso del Támega se arrumba al Suroeste, teniendo a la margen izquierda la alineación orográfica de las sierras de Pedrela, continuada hacia el Sur por la de Marão. El Támega desemboca en el ensanche del valle del Duero, denominado Entre os Rios, en donde lo hace por la opuesta margen el río Paiva, procedente de la altiplanicie, en penillanura, de la Beira. El Támega hace un recorrido total de unos 125 kilómetros.

El Souza.—Es un riachuelo de unos 45 kilómetros de recorrido por la penillanura granítica de Penafiel, y se une al Duero a unos 45 kilómetros de la desembocadura del río caudal.

Entre los numerosos arroyos y riachuelos que desembocan en el Duero por la margen izquierda procedentes de la penillanura de la Beira destacan como más importantes el Cõa, Távora y Paiva.

El Cõa.—Procede de las vertientes septentrionales de la Sierra das Mesas (1.071 m.), continuación occidental de la Sierra de Gata; es de profusa ramificación entre la frontera, al Este, y Guarda, al Oeste, comprendiendo a Almeida y su fuerte castillo, y a Pinhel, cabeza

de distrito, reuniéndose en único cauce en el tramo final y desembocando en el Duero, frente a donde lo hace el Sábtor, con un recorrido desde el origen de un centenar de kilómetros.

El Távora.—Se origina donde termina, al Norte, la Sierra de la Estrella. Recorre con rumbo submeridiano la penillanura granítica de la Sierra de La Lapa, desembocando en el Duero a unos 20 kilómetros al Este de Lamego, frente al Paiz do Vinho, habiendo efectuado un recorrido de unos 50 kilómetros.

El Paiva.—Se origina en la penillanura granítica y estratocristalina de la Beira, y se dirige hacia el Oeste, por la plana vallonada situada entre Montemuro (1.382 m.), al Este, y Gralheira (1.122 m.), al Oeste. Al salir de entre ellas tuerce el rumbo al NNW. y desemboca en el Duero en el ensanche de «Entre os Ríos», después de un recorrido de 65 kilómetros.

CARACTERISTICAS PALEOGEOGRAFICAS Y DESCRIPCION DEL CURSO DEL TAJO.

El Tajo es río caudal, que divide al conjunto hispano en dos mitades: una septentrional y la otra meridional. La disposición y situación del Tajo está relacionada con la del Sistema Montañoso Central, que hemos considerado como eje orográfico de la Península, formado por las acciones orogénicas, póstumas a la revolución geológica hercínica, que produjeron los relieves y accidentes tectónicos del solar hispano comprendidos en la denominación genérica de Hispánidas. A la elevación de la Cordillera corresponde como fenómeno concomitante y compensador la producción de la fosa tectónica situada meridionalmente al pie de las sierras de Guadarrama y Gredos, rellena por depósitos terrestres durante el transcurso de los tiempos terciarios: oligocenos, miocenos y pliocenos.

A finales del neogeno, cuando el conjunto peninsular se constituyó en su característica geomorfológica y se originó la red fluvial actual, el Tajo correría a niveles más altos que ahora, emigrando la corriente del Tajo central hacia el Sur, hasta situarse aproximadamente en la posición que ocupa a lo largo del borde de los terrenos paleozoicos que limitan la planicie meridionalmente. Justifica tal deducción paleográfica el hecho de los aluviones que colmatan la fosa madrileña, procedentes de la erosión de las sierras de Guadarrama y Gredos, avanzaron hacia el Sur, formando cobertura, y alcanzaron, no tan sólo al borde meridional de la fosa, sino que la rebasaron en algunas partes.

A tales masas detríticas se unieron depósitos de acarreo procedentes

de la alineación orográfica de los Montes de Toledo, depósitos formados por espesos mantos de aluviones y de cantos de cuarcita redondeados, constituyendo las típicas rañas toledanas; añadiéndose a estos depósitos detríticos otros de calizas de poco espesor y extensión, de producción tobácea subaérea por aguas calcáreas ascendentes del terreno, por efecto de capilaridad, formaciones calizas características de los países de régimen subdesértico.

En tal zona, situada a lo largo del borde meridional de la fosa Carpetana, se acomodó el antiguo Tajo, sobre los acarreos aluviales procedentes del Norte, y los menos intensos, procedentes del Sur. Cuando en el transcurso del tiempo, los afluentes adquirieron y estabilizaron sus perfiles de equilibrio, el Tajo estabilizó también su corriente, avanzando en meandros divagantes, ahondando el cauce la corriente en la llanura de depósitos neógenos, fácilmente erosionables por su poco avanzado grado de litógenesis. Al mismo tiempo, las complejas acciones erosivas y denudadoras, actuando en el transcurso de incontables milenios, fueron erosionando y eliminando grandes masas de la cobertura de terrenos blandos, dejando al descubierto los duros roquedos graníticos y paleozoicos, que forman el sustrato.

La ubicación de la ciudad de Toledo es un caso singular de tales acciones erosivas y denudadoras de las corrientes; ubicación en la que el Tajo ocupa situación disimétrica en el valle, como es el caso del Guadalquivir respecto al borde frontal de Sierra Morena, con el torno del río a Montoro; situación semejante es la del Tajo respecto a Toledo, en el borde de la penillanura delantera de los Montes Oretanos.

Tanto en uno como en el otro caso, el río corría a niveles más altos que en la actualidad sobre la llanura de depósitos neógenos fácilmente erosionables, describiendo meandros divagantes. En uno de éstos, el río, en su acción erosiva, alcanzó en el fondo del cauce al sustrato de rocas duras y se incrustó en él, sin poder salir y establecer su corriente en la zona de terrenos blandos, produciendo en el tramo encajado su acción erosiva, formándose así el torno que rodean, respectivamente, a Toledo, el Tajo, y a Montoro, el Guadalquivir.

Característica morfológica del Tajo es marchar encajado entre los terrenos duros del paleozoico, en grandes extensiones de su curso, por el borde meridional de la fosa Carpetana en la provincia de Toledo, y por la de Cáceres, frente a la Sierra de Gredos, siguiendo encajado en largos trayectos, entre los pliegues de las alineaciones hercínicas Hespéridas hasta adentrarse en Portugal.

En tal trayecto, el Tajo establece separación de la mitad meridio-

nal de la Península, con la porción septentrional correspondiente a la planicie Carpetana, serranías centrales y penillanuras salmantinas y zamoranas, aislándolas de los países correspondientes a la penillanura extremeña trujillo-cacereña y territorios del Suroeste de España, constituyendo el cauce fluvial hondo foso de gran valor estratégico, que señalan su importancia acontecimientos bélicos en el transcurso histórico de las épocas romana, medieval y moderna de la guerra de la Independencia.

En tan largo tramo de corriente encajada, el río avanza por paisajes selváticos y escabrosos, cruzando el cauce varios puentes de di-

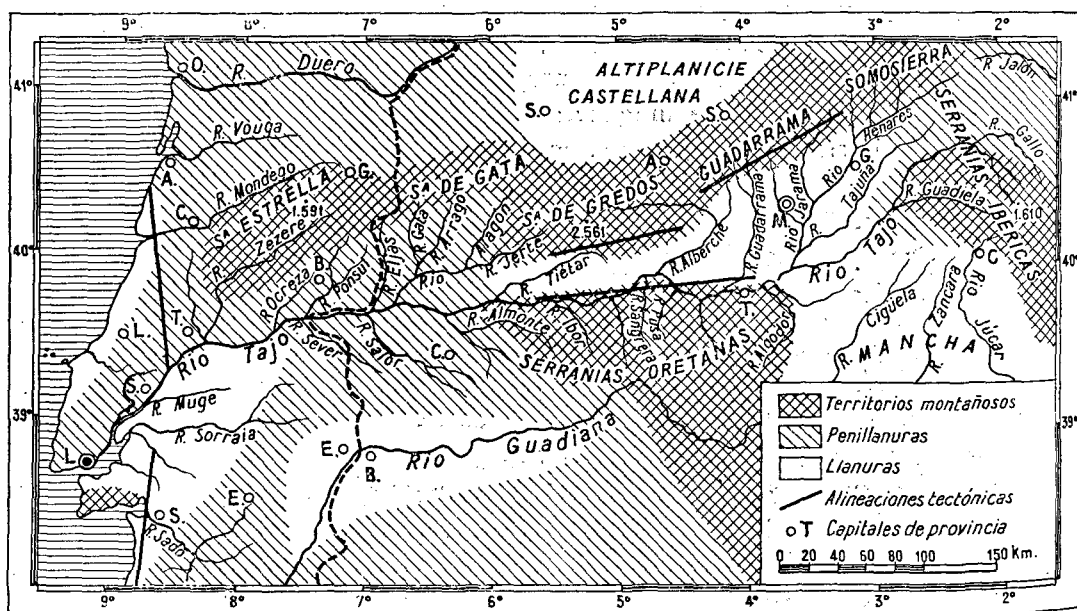


Fig. 170.—Ramificación fluvial del Tajo.

versas épocas, todos ellos de gran fortaleza, grandiosidad y belleza, que entonan con la serenidad de la corriente fluvial en lo hondo de las vallonadas rocosas de abruptas y escabrosas laderas.

La dirección general del Tajo es de Este a Oeste. Es río de características normales, comprendiendo tres tramos, subdividido cada uno en dos subtramos, según la siguiente distribución (fig. 170):

a) Tramo superior, desde el origen hasta Aranjuez, en el que se distinguen dos porciones diferentes en la morfología del valle y del cauce, que son: La primera, el Alto Tajo, desde el nacimiento hasta

la confluencia con la Guadiela. La segunda desde este paraje hasta Aranjuez.

b) Tramo medio; desde Aranjuez, en el recorrido por las provincias de Toledo y Cáceres hasta la entrada en Portugal, por las Puertas de Ródão, señalándose dos subtramos: El que corresponde al borde meridional de la fosa Carpetana y su continuación al Oeste, hasta la confluencia con el Tiétar, próxima al puente del Cardenal. Comprendiendo el otro subtramo la zona cacereña, en la que el río se encaja al atravesar las alineaciones orográficas hespéridas, hasta las Puertas de Ródão, en Portugal.

c) Tramo inferior, comprendido en Portugal, en el que se distingue: Un primer subtramo, hasta la confluencia con el Zézere, en donde la corriente tuerce al arrumbamiento Oeste, al Suroeste. El segundo subtramo alcanza hasta Lisboa, en el estuario y la salida al mar.

Se origina el Tajo en las serranías ibéricas del Idúbeda, en el nudo orográfico de Albarracín y Montes Universales; así denominados porque de sus asperezas y navas altas nacen y divergen tres importantes ríos caudales: Tajo, Júcar y Guadalquivir o Turia. Nace el Tajo en los potentes manantiales de la escarpada muela caliza de San Juan, de altitud de 1.610 metros, y con rumbo Noroeste, encajado en hondas barrancadas calcáreas y entre boscosa vegetación de pinares, recorre unos 65 kilómetros hasta la confluencia del río Gallo. En el trayecto recorrido se le une la honda barrancada del Hozseca. Pasa el Tajo por Peralejos de las Truchas y por Peñalén, en cuyas cercanías salta en vistosa cascada, recibiendo el aporte del Cabrilas, y por paisajes de pintorescos roquedos llega a la desembocadura del Gallo, que procede de las altas parameras de Molina.

Desde la confluencia con el Gallo, el Tajo describe amplia curva hacia el Oeste, y por las asperezas boscosas de Zaorejas y las alcarrias de Carrascosa, llega al paraje de los manantiales mineromedicinales de Trillo, dejando al Sur la destacada montaña de las Tetas de Viana (1.069 m.). Sigue en rumbo Suroeste, dejando a la derecha el vértice Berninches (1.041 m.). Pasa entre Sacedón (583 m.) y Pastrana, cortando oblicuamente la zona septentrional de la cretácea sierra de Altimira, y entre Sayatón, Buendía y Zorita de los Canes (570 m.) se le une, por la margen izquierda, el Guadiela, río de importante caudal procedente del cerro de San Felipe (1.839 m.), en las altas navas de los Montes Universales.

La confluencia del Tajo y del Guadiela se efectúa mediante ángulo agudo, presentando el terreno buenas condiciones para recoger con dos presas de embalse los aportes de los dos importantes ríos, regulari-

zando así la corriente del río caudal. A tales efectos se han construido altas presas ayuso e inmediato a la confluencia, uniéndose las corrientes del Tajo y del Guadiela mediante túnel de comunicación entre uno y otro río, dentro del embalse; evitándose, por este medio, el desigual represe, quedando el Tajo regularizado y con gran producción de energía eléctrica.

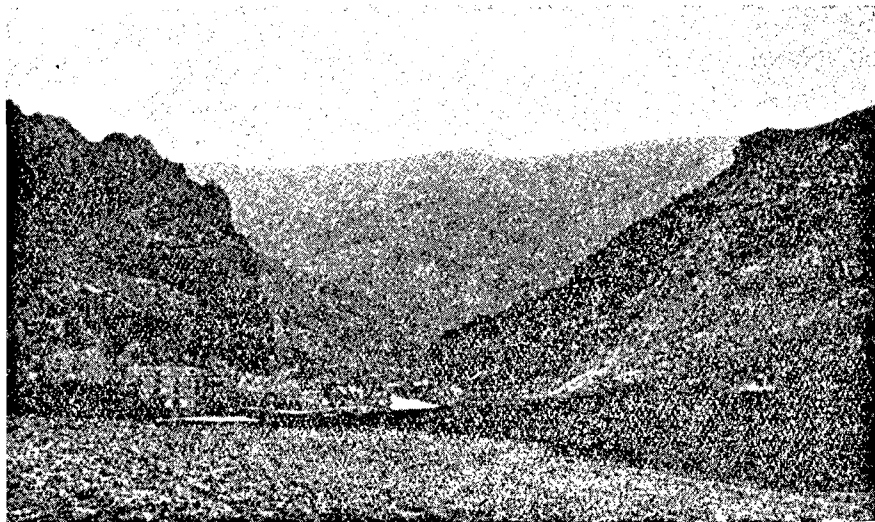


Fig. 171.—Estrecho del Molino de Buendía en el Guadiela (Guadalajara), en paraje inmediato a la confluencia con el Tajo. En el estrecho se han construido las presas que embalsarán, respectivamente, al Tajo y al Guadiela.

(Foto Hernández-Pacheco.)

A partir de Zorita de los Canes, en las inmediaciones de la confluencia del Tajo y Guadiela, el río caudal avanza por los terrenos de margas y calizas miocenas de la Alcarria, con arrumbamiento al Suroeste, hasta Villamanrique de Tajo, donde adquiere dirección al Oeste hasta Aranjuez (490 m.). En el trayecto entre Villamanrique y la salida al ensanche de Aranjuez el río pasa entre las altiplanicies de Colmenar de Oreja (vértice Peñas Gordas, 794 m.), al Norte, y la mesa de Ocaña (730 m.), al Sur. La corriente fluvial erosiona en la margen izquierda, en la que ha producido altos escarpes verticales, y antes de llegar a Aranjuez, el río sale al gran ensanche, por el que desemboca, por la margen derecha, a la altitud de 481 metros, la importante rama fluvial formada por el Tajuña, Henares, Jarama y Manzanares. La distancia entre esta confluencia y la del Guadiela es de unos 70 kilómetros en línea de aire (fig. 171).

La planicie fluvial de Aranjuez es amplia zona de huertas y de vistosos jardines, irrigada por derivaciones de la corriente del Tajo. En Aranjuez rinden viaje las maderadas procedentes de los extensos pinares de la región del Alto Tajo, conducidas por flotación y se encambran, depositándose en las gleras ribereñas los troncos de pinos. La zona de Aranjuez establece enlace entre las dos extensas altiplanicies de la mitad meridional de España: la Carpetana y la de la Mancha. Pasado Aranjuez

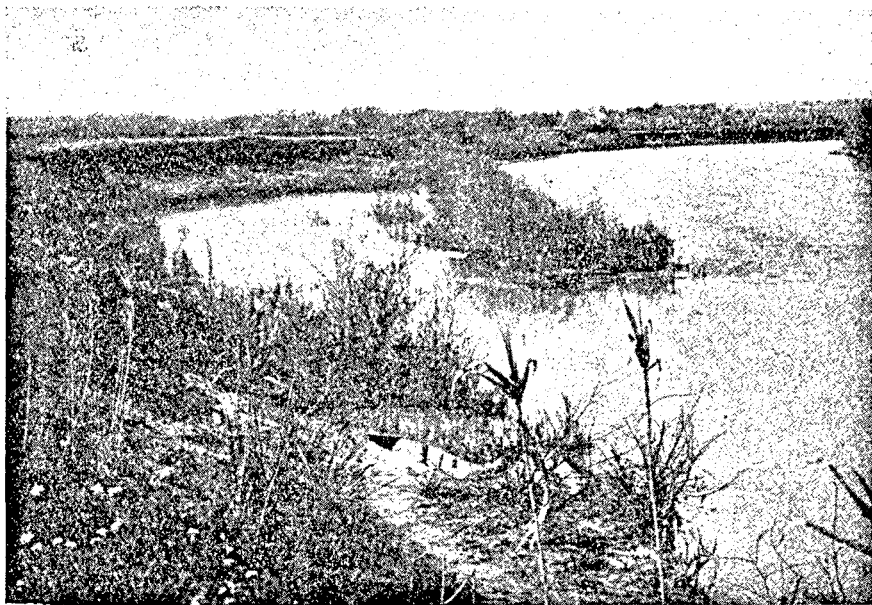


Fig. 172.—El Tajo a la entrada del ensanche y soto de Aranjuez.

(Foto Hernández-Pacheco, 1926.)

el Tajo va adosado al borde meridional de la llanura Carpetana y al septentrional de la penillanura de los Montes de Toledo, describiendo meandros divagantes entre la planicie neogena, hasta Toledo, en donde se encaja en torno al terreno del substrato sobre el que se asienta la ciudad. La distancia en línea de aire, entre Aranjuez y Toledo, es de unos 45 kilómetros (figs. 172 y 173).

Sale el río del torno de Toledo y continúa por la llanura neogena, en sinuosos meandros con arrumbamiento general al Oeste, teniendo al Norte la feraz llanura de La Sagra, y al Sur, la penillanura de erosión de terrenos graníticos y del paleozoico inferior del substrato. Frente a la desembocadura del Alberche, por la margen derecha, a 361 metros de altitud, junto a Talavera de la Reina, el Tajo describe curva

saliente hacia el Norte, contorneando la elevación del terreno neogeo-
no, al que orosiona la corriente, produciendo altos escarpes en la masa
de margas. Al Norte se extiende la fértil llanura de Talavera, regada
por el embalse del Alberche, y al Sur la comarca de La Jara, con el
substrato paleozoico al descubierto y abundantes mantos de rañas de

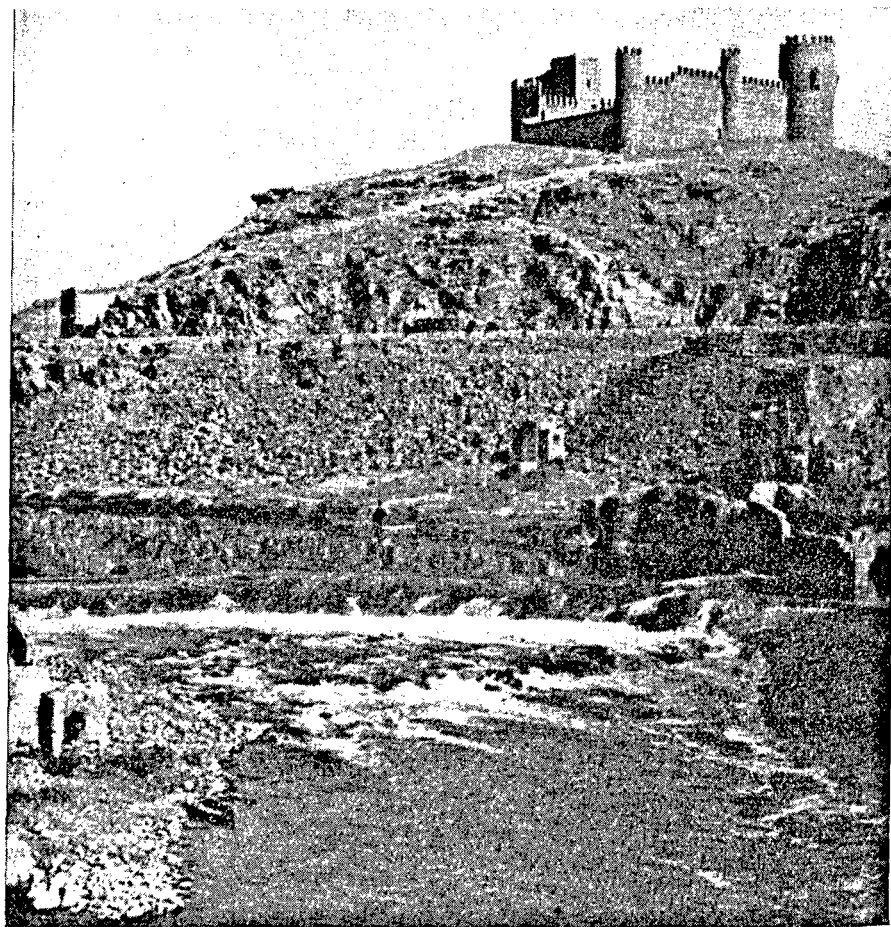


Fig. 173.—El Tajo en el torno encajado de Toledo.

cascajares cuarcitosos. La distancia entre Talavera y Toledo es de unos
65 kilómetros.

Las terrazas del Tajo en Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina,
han sido estudiadas por Pedro Aranegui. En Aranjuez las terrazas están
claras. Además del lecho mayor, de finas arenas arcillosas, se distingue
una baja de 10 metros, otra de 50 metros y la más alta de 100 metros. La

capa de cantos está patente y sin cementación, observándose bien, bajo las terrazas altas, el subestrato mioceno.

En las inmediaciones de Toledo presenta gran extensión el lecho mayor del río, con meandros abandonados, teniendo de elevación de terraza baja 17 metros y la más alta 80 metros. La diferencia de altura entre las terrazas en Toledo y en Aranjuez indica una mayor pendiente del río en la actualidad, por estar en una fase de ahondamiento del cauce, después de la formación del torno del río ahondado por erosión remontante, antes que el curso fluvial depositase la terraza más baja, de 10 metros en Aranjuez y de 17 en Toledo. En las terrazas entre estos dos sitios se han encontrado, en diversas ocasiones, molares de *Elephas antiquus*, que datan la época de ellas.

En Talavera de la Reina la terraza más clara es la de siete metros, sobre la que está edificada la ciudad, y que forma la fértil vega. En la margen izquierda se distinguen diversos niveles, siendo el más constante el de 30 metros, presentándose las terrazas con caracteres poligénicos.

El Tajo, en dirección hacia el Oeste, abandona la planicie terciaria del Campo de Arañuelo, recorrida por el Tiétar, y en Puente del Arzobispo, a 35 kilómetros de Talavera, penetra en los terrenos graníticos, y, en cauces encajados, va entre sierras de cuarcitas y pizarras del paleozoico inferior correspondientes a los relieves orográficos hespéridos. El fragoso país en el que el Tajo se encaja, comprende desde el Puente del Arzobispo, en la provincia de Toledo, hasta que el río entra en Portugal por el congosto de las Puertas de Ródão, en recorrido, prescindiendo de meandros, de unos 250 kilómetros.

En las angosturas del cauce encajado en los territorios pizarrosos y cuarcitosos de la alineación orográfica que desde la serranía de Guadalupe avanza al Noroeste, es el más oriental el citado Puente del Arzobispo, sobre un afloramiento granítico. Sigue a distancia de una veintena de kilómetros, en Talavera la Vieja, el puente del Conde, con su gran arco principal, roto durante la guerra de la Independencia, y ya reparado, que establece fácil paso entre la llanura a la que da frente Navalморal de la Mata y la comarca de Ibor, de importantes posibilidades agrícolas de plantío (fig. 174). A distancia de unos 25 kilómetros cruza el Tajo el magnífico puente de Almaraz, en la delantera del puerto y pico de Miravete (839 m.), que facilita el paso a la altiplanicie penillanurada trujillano-cacereña. A distancia de unos 30 kilómetros en línea de aire, inmediatamente de la confluencia del Tiétar con el Tajo, se alza el puente del Cardenal, en cuya delantera está estudiada una presa para embalse del conjunto de los dos ríos, que se unirían con túnel

comunicante, dentro del embalse común; puente, el del Cardenal, en los despoblados de Villarreal de San Carlos, y que establece comunicación entre Plasencia y Trujillo. Todos estos magníficos puentes son obras de la primera mitad del siglo XVI.

Desde el puente del Cardenal, el Tajo describe dos sinuosos meandros encajados entre cuarcitas, y pasa a otra vallonada paralela, con

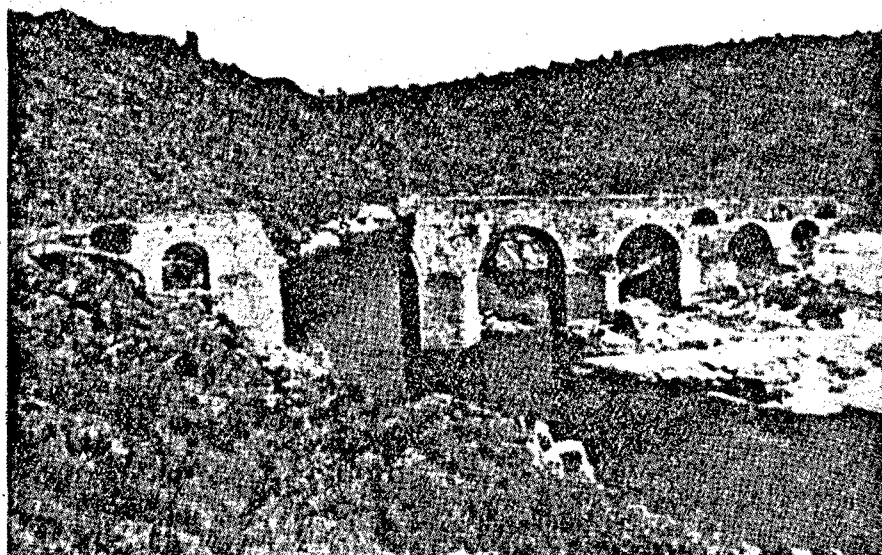


Fig. 174.—Puente del Conde, cerca de Talavera la Vieja (Cáceres); antes de la reconstrucción del arco destruido en la guerra de la Independencia.

sotos de variadas especies arbóreas, por la que avanza, en recto trayecto de unos 25 kilómetros, hasta el ensanche de Alconetar, a la altitud de 186 metros. El ensanche se extiende, hacia el Norte, por la vega del Guadalquivir, con depósitos oligocenos, y en el que desemboca por la margen izquierda la rama fluvial del Almonte, que se abre paso en las abruptas laderas de esta parte, o sea por las denominadas «riberos del Tajo». Actualmente, en tal ensanche pasa, por largo puente de hierro, el ferrocarril de Madrid a Lisboa, y por otro, esbelto, de cemento, la carretera general. En el estratégico ensanche están las ruinas del romano puente de Mantible, y en la ladera, junto a la desembocadura del Almonte, las del castillo de Alconetar y la formidable torre de Floripes, que guardaban el paso entre esta parte de la Lusitania y el país de los turdetanos; fortaleza que en la Edad Media dificultó y retrasó la de-

fnitiva conquista por los reyes leoneses de las Extremaduras mahometanas.

Pasado el ensanche de Alconetar, el Tajo, en el inmediato pueblo de Garrovillas, vuelve a encajarse en hondas barrancadas graníticas y de pizarras cámbricas, pasando por Alcántara, en donde desemboca, por la margen derecha, el importante afluente del Alagón; habiendo recorrido el Tajo, entre las desembocaduras del Almonte y del Alagón, unos 40 kilómetros.

El puente de Alcántara, construido con sillares de granito, como también el acueducto de Segovia, son las dos obras hidráulicas de mayor fortaleza, solidez, magnificencia y belleza de la época romana, que siguen en uso al cabo de dos milenios que hace se construyeron. El puente de Alcántara se edificó por disposición del emperador Trajano, con las aportaciones de las tribus de la Lusitania, por el mejor arquitecto del Imperio, Cayo Julio Lácer, en el año 103 de la Era Cristiana. Para la conveniente solidez de la obra el arquitecto tuvo en cuenta la constitución litológica de la ubicación, en paraje en el que las pizarras cámbricas del cauce se presentan en extremo sólidas y resistentes a la erosión fluvial, por estar endurecidas por silicificación, debida a efectos de metamorfismo; lo cual no tan sólo presenta gran resistencia para la cimentación de los estribos, sino que produce a corta distancia, pasado el puente, un rápido en la corriente (fig. 175). Este rápido fué aprovechado desde época imprecisa hasta finalizar el siglo XIX para fuerza motriz de unos molinos flotantes amarrados a la orilla y convenientemente anclados.

Hasta el puente de Alcántara llegaba, en diversas épocas históricas, la navegación por el Tajo, procedente de Portugal; navegación fluvial que se realizó a principios del siglo XIX, durante la guerra de la Independencia. En la época de la dinastía de los Austrias, en la que estuvieron unidas bajo un cetro las dos naciones hispanas (1580 a 1640), se hicieron varios proyectos de navegabilidad del Tajo, según relato de N. Díaz Pérez en su libro *Extremadura*. Destacan entre tales proyectos el de Antonelli, en tiempos de Felipe II, y el de Carduci, Martelli y Salcedo, reinando Felipe IV. De época posterior son los de Pontero, Briz, Simón Gil y Fernández del Olmo, en 1757; y, en el siglo XIX, el de Cabanés, en 1829. Todos ellos eran de muy difícil realización, dadas las características topográficas y fluviales, pues se referían a la navegación por el río desde Lisboa a Aranjuez.

Más realizable era el proyecto de la navegación tan sólo hasta Alcántara, pues se efectuaba por los navieros de Abrantes; lo cual hubiera

convertido a Alcántara en importante puerto fluvial, con ventaja para ambas naciones hispanas.

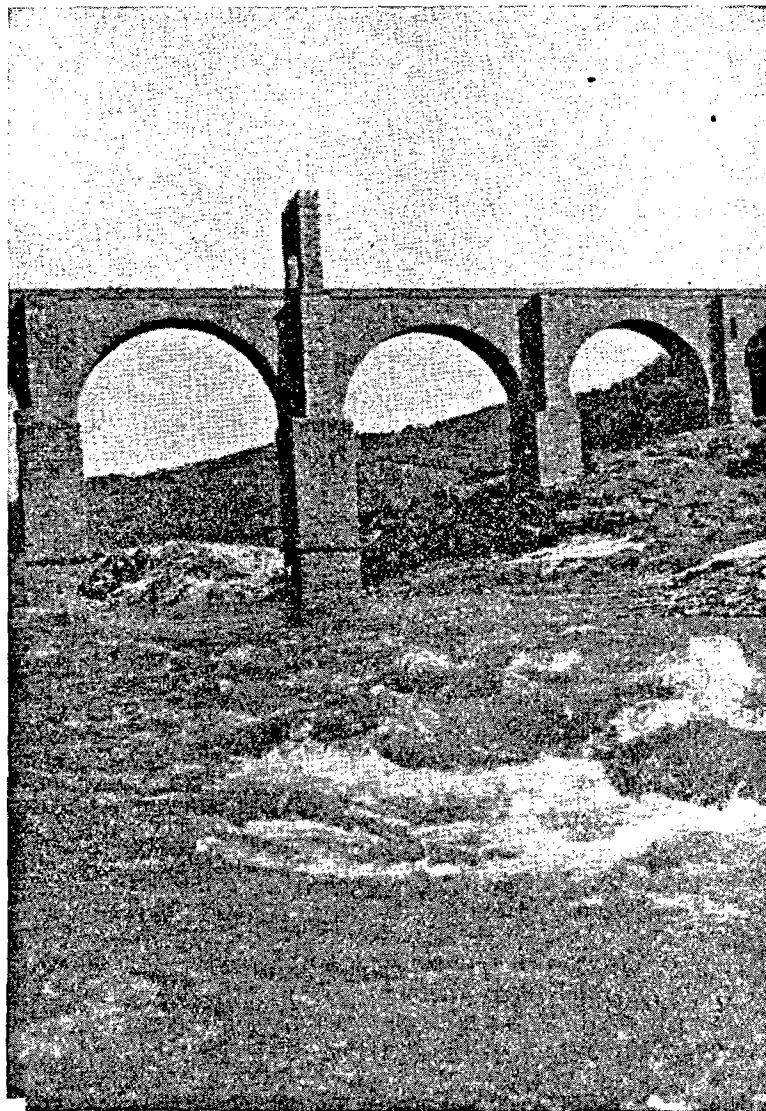


Fig. 175.—Puente de Alcántara sobre el Tajo

(Foto Hernández-Pacheco.)

«En los comienzos del reinado de Felipe III los navieros de Abrantes solicitaron del Rey el privilegio exclusivo de la navegación del Tajo, desde Lisboa a Alcántara. Entre las circunstancias que alegaban, para

esta gracia, era una de ellas su posición geográfica y sus conocimientos prácticos. Contaban con todos los barcos necesarios, algunos de ellos de 200 toneladas, y a ningún naviero de Abrantes había sucedido fracaso alguno, etc. El gremio se obligaba a hacer la navegación de Abrantes a Alcántara en veinticuatro horas, con Poniente, y viceversa en doce, con sólo timón y remos.»

A unos 22 kilómetros de Alcántara está la desembocadura del Eljas, que viene desde el Norte haciendo frontera con Portugal. El Tajo, desde

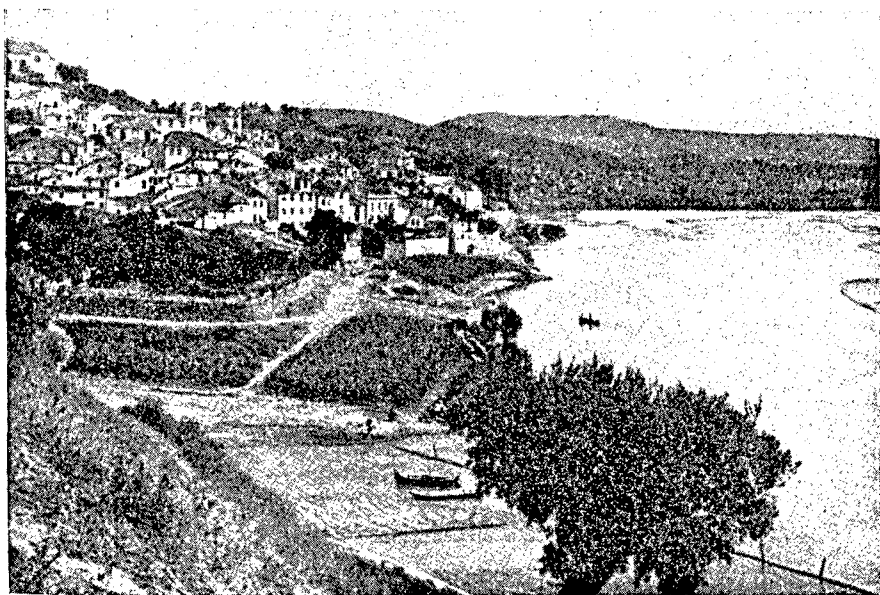


Fig. 176.—Desembocadura del Zézere en el Tajo, junto a la villa de Constanza (Portugal.)

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)

el Eljas, se arrumba al Oeste, estableciendo frontera en trayecto de unos 45 kilómetros, al Norte, y próximo de los pueblos de Carbajo, Santiago de Carbajo y Cedillo, penetrando el río caudal en Portugal con el mismo rumbo otra veintena de kilómetros hasta Vila Velha de Ródão, en donde atraviesa en estrechura alineación hespérica de cuarcitas silúricas y comienza el tercer tramo inferior del Tajo atravesando Portugal. Un trayecto de una veintena de kilómetros, entre las Portas de Ródão y la desembocadura en Amieira, del Ocreza, procedente de la Beira, tiene arrumbamiento al Suroeste.

El Tajo presenta en su travesía por Portugal ancho cauce, estableciendo límite entre la Beira Baixa y el Alentejo, corriendo hacia el

Oeste, hasta Barquinha, en trayecto de unos 52 kilómetros por valle disimétrico; presentando en la margen derecha, o de la Beira, alto escarpe con abundantes cascajos, y por la izquierda, la amplia llanura del Alentejo, cubierta de aluviones arenáceos arcillosos. En el comedio, en amplia curva saliente hacia el Sur, está la ciudad de Abrantes, sobre alta terraza, dominando el valle. Entre Abrantes y Barquinha, en Constanza, está la desembocadura del principal afluente al Tajo portugués,



Fig. 177.—Caserio de Lisboa y el gollete del Tajo, desde el barrio alto de la ciudad.

(Foto Hernández-Pacheco, V-1932.)

el Zézere, procedente de la gran vallonada situada entre las sierras de Louza y Estrella, y las de Moradal y Gardunha (fig. 176).

En Barquinha el Tajo tuerce el rumbo al Suroeste y es fácilmente navegable, siempre con blancas velas a la vista.

En el último tramo, hasta la entrada en el estuario, sobre el altozano de la terraza de la margen derecha, los pueblos y ciudades se suceden cercanos unos a otros. En el interior, Tomar, y, más adelante, en la ribera la importante ciudad de Santarem, rodeada de alegre campiña de olivares, viñedos y múltiples cultivos. En frente, por la margen izquierda, la amplia llanura verdeante del Ribatejo. En la escarpada colina de Alhandra, en la margen derecha, comienza el amplio estuario, y en la salida al mar, el gran puerto de Lisboa, con la ciudad, ocupando las colinas y alargándose por bellos centros urbanos hasta Cascaes en el mar libre (fig. 177).

Afluentes al Tajo por la margen derecha, en la parte alta del curso.

Los más importantes afluentes al Tajo son los de la margen derecha, por la mayor extensión y altitud de las serranías en las que se originan, respecto a las menores zonas de relieves de la margen izquierda, de las que, por otra parte, está cercano el Guadiana medio, que re-

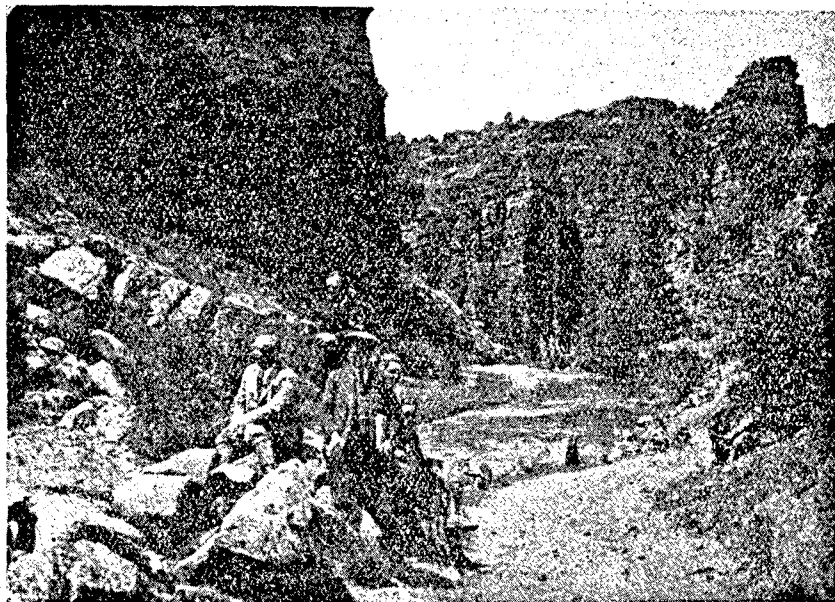


Fig. 178.—Hoz del Gallo, en conglomerados triásicos de Molina de Aragón (Guadalajara.)

(Foto Hernández-Pacheco.)

coge los aportes fluviales de las vertientes meridionales de las Oretánidas, y, en amplia extensión, circula entre esta serranía.

Son los principales afluentes al Tajo, por la margen derecha, los siguientes: El Gallo, en el tramo superior. En el tramo medio, procedentes de la Cordillera Central, la rama Tajuña-Henares-Jarama, el Guadarrama, el Alberche y el Tiétar; ramificación fluvial Jerte-Alagón, y el Eljas, que establece frontera internacional. Corresponden al tramo terminal o portugués: Ponsúl, Ocreza y Zézere.

Río Gallo.—Se origina el Gallo en las zonas altas de la gran intumescencia orográfica peninsular, elevada al final de los tiempos neogenos, cuando el conjunto central hispano se alzó en compensación a las

zonas periféricas que se hundían. Nace dicho río en el vértice de la denominada Sierra Alta (1.858 m.) de los montes de Albarracín, y avanza el río hacia el Norte describiendo gran arco que abarca al del Alto Tajo, pasando por la ciudad de Molina de Aragón (1.056 m.), en la elevada paramera, próximo al vértice Aguila (1.443 m.). Desde Molina tuerce el curso a Poniente por fértil vega y productivos cultivos de primavera y verano. Para unirse al Tajo atraviesa un cordal de terreno triásico, de conglomerados y areniscas rojas, en el que la corriente ha abierto pintoresca hoz y labrado singulares peñones de formas peregrinas y fantásticas, incorporándose al Tajo a los pocos kilómetros. Efectúa la corriente del Gallo, desde su origen hasta la desembocadura, por la alta paramera de Molina, recorrido de unos 80 kilómetros (fig. 178).

Ramificación fluvial: Tajuña-Henares-Jarama-Manzanares, Río Guadarrama. Terrazas fluviales.

La ramificación fluvial en abanico Tajuña-Henares-Jarama-Manzanares, cuya desembocadura común en el Tajo está en Aranjuez, es debida (análogamente a la del Segre-Cinca en el Ebro y a la del Esla-Orbigo en el Duero), a la disposición en anfiteatro o herradura de los bordes montañosos de la cuenca, en los que se originan los cursos componentes de la rama fluvial. En la que se examina del Tajo, los relieves circundantes son: por el Norte, la Serranía Central, en sus segmentos de Guadarrama y Somosierra. Por el Noreste, las altas parameras sorianas de Barahona y Torralba, en Sierra Ministra, divisoria entre el Henares, correspondiente al Tajo, y el Jalón, principal afluente al Ebro. En el Este están las Alcarrias de la provincia de Guadalajara. Hacia el Oeste, el anfiteatro orográfico está abierto en la planicie Carpetana (fig. 179).

Tajuña.—El componente más hacia el Este de la rama fluvial es el Tajuña, que se origina en la alta paramera al Norte de Cifuentes (Guadalajara) y en la parte occidental de la de Molina, desde donde, con rumbo general al Suroeste, avanza por valle en zanja, encajada en las capas de calizas horizontales de la zona superior miocena de los páramos de la provincia de Guadalajara. Pasa por Brihuega, situada en el ensanche formado por la erosión fluvial, en donde, como en casos semejantes, aparecen al descubierto los tramos arcillosos de la formación, sosteniendo zonas de cultivos de regadío. Son localidades de este tipo, a lo largo del cauce, entre otras, las de Romanones, Armuña, Loranca de Tajuña, Ambite, Tielmes, Perales de Tajuña, Mora de Tajuña y

Titulcia, por donde desemboca en el amplio valle del Jarama, frente a Ciempozuelos, próximo a Aranjuez.

El Tajuña, hundido en la zanja de su valle, no recibe afluentes de importancia, y por acción erosiva remontante se encaja lentamente, cada vez más, en la horizontal planicie del páramo, en recorrido de unos 130 kilómetros.

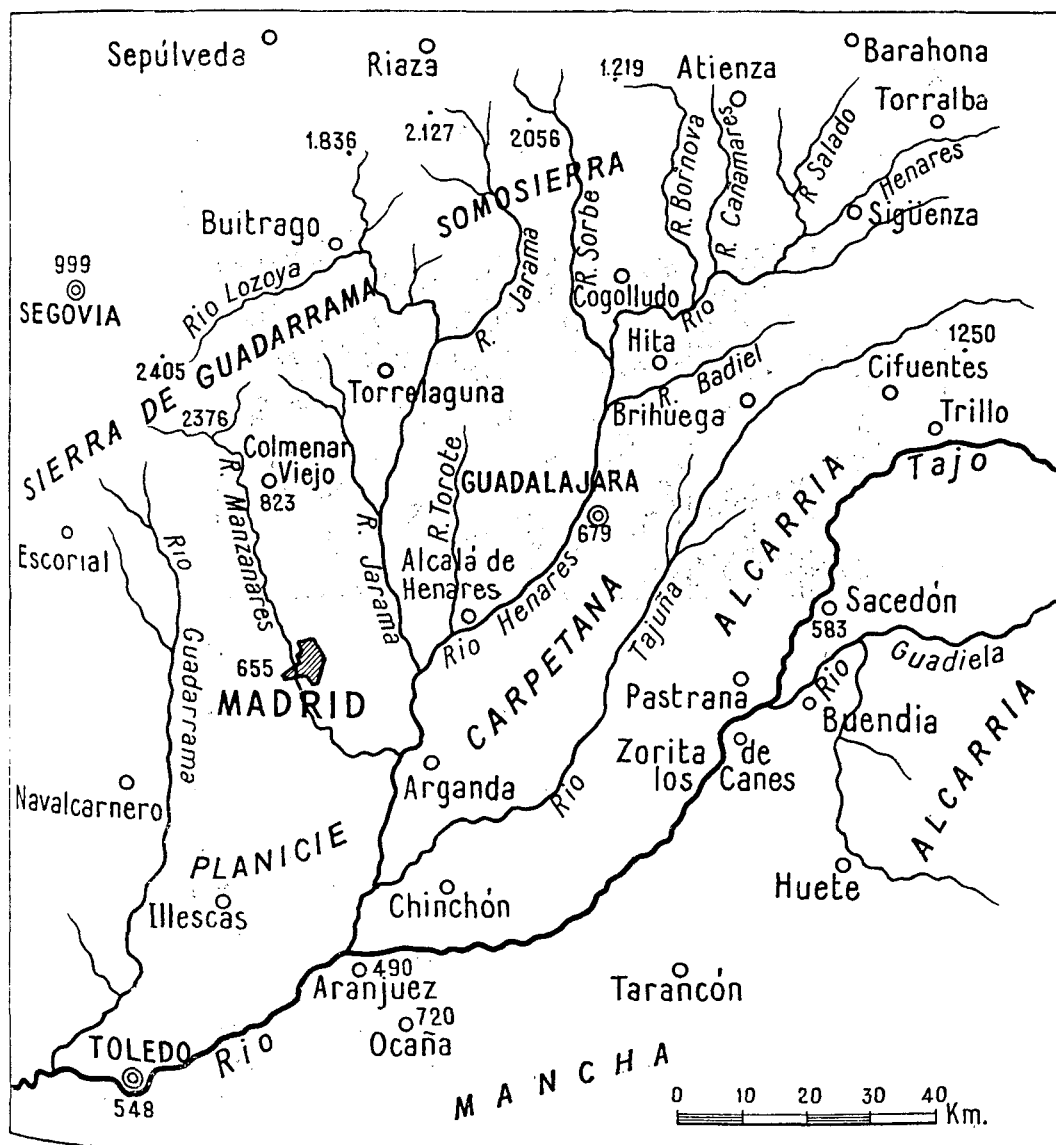


Fig. 179.—Ramificación fluvial Tajuña, Henares, Jarama y Manzanares; río Guadarrama.

Henares.—Se origina en la alta paramera denominada Sierra Ministra, en Torralba (Soria), en la divisoria entre Atlántico y Mediterráneo, en donde nace también el Jalón, importante afluente al Ebro. Desde la Sierra Ministra (1.131 m.) desciende el Henares, hacia el Suroeste, en el valle encajado entre terrenos mesozoicos, de margas yesíferas y carñiolas calizas triásicas, y por calizas cretáceas, presentando vallonadas y ensanches irregulares. En Baides (Guadalajara), penetra en zona de

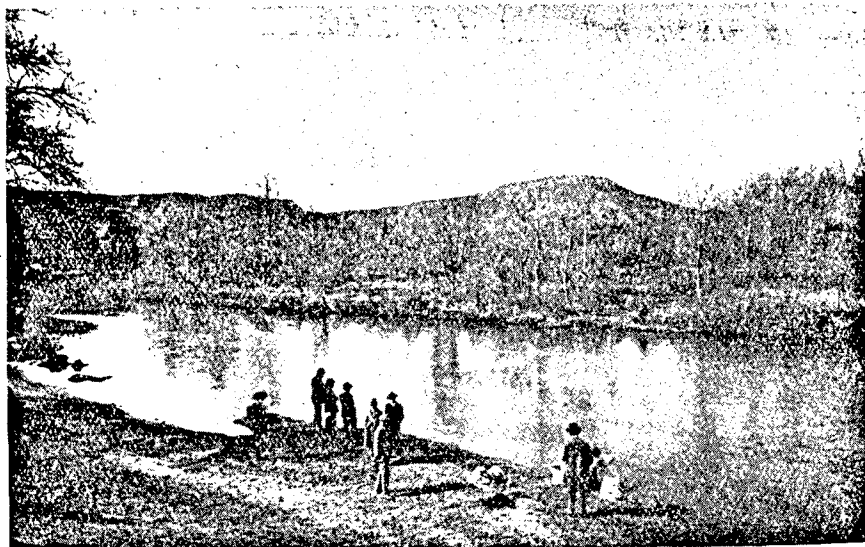


Fig. 180.—El río Henares en Alcalá de Henares (Madrid); al fondo, el Cerro del Viso y planicie alta de los páramos.

(Foto Hernández-Pacheco.)

terrenos paleogenos, atravesando ancha zona de conglomerados, y saliendo, en Jadraque, a terrenos más despejados, correspondientes al mioceno margoso de formación continental; avanzando adosado al borde bajo del escarpe de erosión, entre la llanura baja de la campiña y la alta del páramo; recibiendo de esta parte, o sea por la margen izquierda, a su afluente el *Badiel*, que desciende desde Hita, en lo alto, por barrancadas. Con el mismo carácter, o sea adosado más o menos próximo a la base del escarpe de erosión, pasa por Guadalajara y por Alcalá de Henares, uniéndose con el Jarama en San Fernando de Jarama, después de un recorrido, desde el origen, de unos 120 kilómetros (figura 180).

El Henares, aparte del *Badiel*, no recibe afluentes por la margen izquierda, pues con valle disimétrico excava por esta parte, formando

alto escarpe en el borde de la llanura alta o páramo ; la cual lentamente, mediante la acción erosiva, retrocede hacia el Sureste, ampliándose la llanura baja o campiña. Por la margen derecha son varios los afluentes que descienden desde las altas parameras de Barahona, de la sierra de Pela y de la de Somosierra, siendo los principales Salado, Cañamares, Barnova y Sorbe.

Río Salado.—Es de profusa ramificación, debido a lo quebrado de la cuenca. Se origina en la paramera de Barahona, predominando en la comarca que recorre, entre Atienza y Sigüenza (Guadalajara), las margas arcillosas, yesíferas y salíferas, triásicas, con abundantes manantiales salados, tales como los notables de Imón, cuyas aguas se incorporan a la corriente, y de ello la denominación de «Salado». Desemboca cerca de Baides, con un recorrido de unos 30 kilómetros.

Río Cañamares.—Se origina en la Sierra de Torreplaza, correspondiente a los orígenes orientales de la Serranía Central, al Oeste de Atienza, con cotas orográficas superiores al millar de metros (1.409 metros). La dirección general de la corriente es meridiana, atravesando terrenos del paleozoico inferior y estratocristalinos. El tercio inferior del curso fluvial atraviesa la vega de margas triásicas de Pálmaces de Jadraque, y a continuación el congosto de calizas cretáceas, en el que se ha construido presa para embalse de regadío. Desemboca el Cañamares en el Henares, junto a Jadraque, después de un recorrido de unos 30 kilómetros.

Río Bornova.—Presenta las mismas características generales. Se origina en la sierra de Pela ; tiene el recorrido por terrenos pizarrosos del paleozoico inferior y del estratocristalino de Hiendelaencina, que alcanzó fama por sus filones argentíferos, y, por terrenos de conglomerados paleogenos, sale al llano, desembocando en el Henares, próximo a Jadraque, con recorrido de unos 40 kilómetros.

Río Sorbe.—Procede de Somosierra y de la sierra de Ayllón ; pasa al Este del pico Ocejón (2.056 m.). Sale al llano al Oeste de Cogolludo, y se incorpora al Henares frente a Hita, efectuando un recorrido de unos 50 kilómetros.

Torote.—El torote es un riachuelo de largo recorrido por la llanura pliocena, entre el Henares y la sierra del Guadarrama, que se origina en la planicie, a la altitud de unos 830 metros, y que en curso meridiano, de unos 40 kilómetros, desemboca en el Henares al Oeste y próximo a Alcalá.

Río Jarama.—Es equivalente en caudal y recorrido al Henares. Tiene el origen entre la Somosierra y la sierra del Guadarrama ; la rama oriental en la Somosierra (La Cebollera, 2.127 m.), y la rama occidental en

el extremo de la sierra del Guadarrama (vértice de Colgadizos, 1.836 metros). Atraviesa la planicie madrileña de Norte a Sur, en recorrido de unos 40 kilómetros y se une con el Henares al Este de Madrid. En la zona montañosa alta de Jarama, está en Montejo de la Sierra uno de los bosquecillos de hayas más meridionales de España; el otro, residual de tal especie, está en la zona alta de Gredos.

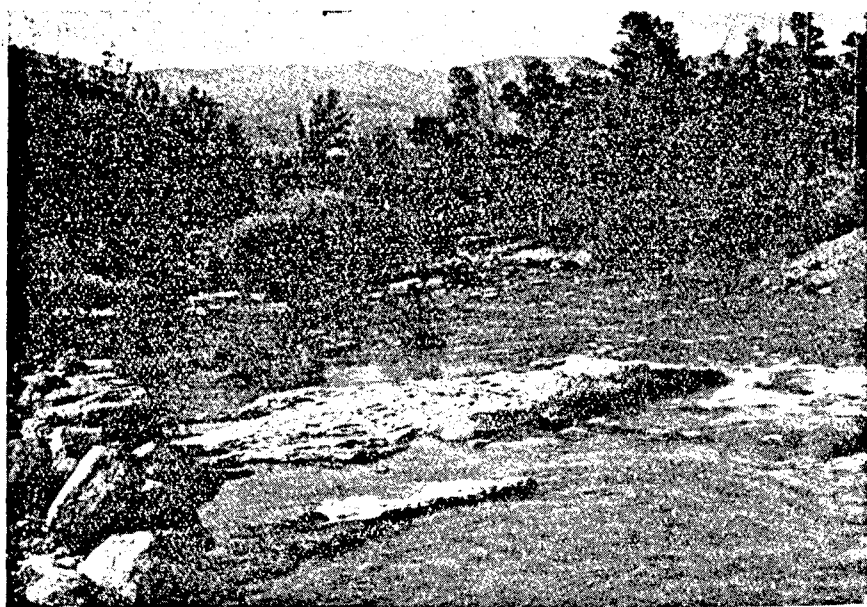


Fig. 181.—El Lozoya en las inmediaciones del Monasterio del Paular; calizas cretáceas ocupando en lastrones el fondo del valle.

(Foto Hernández-Pacheco, VI-1928.)

Lozoya.—Al Jarama se le une por la margen derecha el Lozoya, que tiene su origen entre Peñalara y las Cabezas de Hierro, recorriendo el gran valle longitudinal interior de la sierra de Guadarrama, hasta Buitrago, en donde tuerce el curso al SSE., saliendo a la llanura cerca y al Norte de Torrelaguna, uniéndose con el Jarama, procedente asimismo de la sierra. Unido el Lozoya al Jarama atraviesa la llanura Carpetana con arrumbamiento meridional, hasta la confluencia del Jarama y Henares, en el ensanche ocupado por vega de regadío, entre San Fernando del Jarama y Mejorada del Campo (fig. 181).

Manzanares.—Procede el río Manzanares de la zona media de la sierra de Guadarrama, de las vertientes meridionales de las Cabezas de Hierro (2.376 m.) y de las asperezas graníticas de La Pedriza de Man-

zanares. Pasa por Manzanares el Real, inmediato a su bello castillo. En este paraje es recogido mediante presa en un embalse para abastecimiento de Madrid. Pasado Colmenar Viejo, se ha represado para producción de energía eléctrica en el Salto de la Marmota. Recorre la llanura pliocena de encinar de El Pardo. Pasa canalizado por el borde occidental y meridional de Madrid, y por vallonada amplia en margas yesíferas miocenas se une, por Vaciamadrid, al conjunto Jarama-Henares, después de un recorrido de unos 75 kilómetros.

Río Guadarrama.—Con independencia de la ramificación fluvial descrita, avanza el río Guadarrama con arrumbamiento meridiano desde la vertiente del puerto de Guadarrama por la amplia zona granítica del ancho zócalo de la Cordillera. Entre Galapagar y Torrelodones se intentó, a mediados del siglo XIX, embalsarle con alta presa, que no llegó a terminarse. Sale a la llanura pliocena al Sur de Torrelodones, y continúa por amplia vallonada con abundantes arrastres arenáceos, a los que alude la denominación mora de Guadarrama, o sea «río de las arenas». Pasa entre Móstoles y Navalcarnero, de la provincia de Madrid; recogiendo en la llanura, por la margen derecha, diversidad de arroyos aferentes, y desemboca en el Tajo, a unos 15 kilómetros de Toledo, habiendo efectuado recorrido del centenar de kilómetros.

Terrazas fluviales.—Las terrazas del Henares y del Jarama han sido detenidamente estudiadas por Francisco H. Pacheco, y las del Manzanares, en relación con sus yacimientos de mamíferos cuaternarios y utensilios en sílex, de época paleolítica, por el autor de este libro. En el *Henares* se señalan, en muy largos trayectos de la margen derecha, tres terrazas, de las cuales en Alcalá de Henares, en donde el río corre a los 580 metros, se distingue una baja terraza a cinco y otra a los 20 metros, no muy extensa y con fuerte talud. En el *Jarama*, los niveles de las terrazas son de 12 a 15 metros, de 27 a 30 y de 50 a 60; terrazas abundantes en gleras de cantos de cuarcitas silúricas procedentes de la zona alta del río. Las terrazas están sobre el mioceno margoso, o sobre los acúmulos de arenas y de grandes cantos de depósitos torrenciales de época pliocena, que bordean la base de la Cordillera.

En el *Cañamarc*, afluente del Henares, se observan dos terrazas muy constantes; una baja, de siete a 10 metros sobre el cauce actual, que está en Pálmaces (lugar de la observación), a 870 metros de altitud. Otra alta, elevada, de 222 a 30 metros. Además, todas las planicies de la comarca, situadas próximamente a los 1.000 metros de altitud, están ocupadas por extensas formaciones de cantos rodados que forman plataformas a 100 o más metros sobre los ríos que las cortan.

Las terrazas del Manzanares, como asimismo las del Guadarrama,

tienen constitución diferente a las del Henares y Jarama, en relación con los materiales pétreos que las constituyen, pues, formadas únicamente a expensas de terrenos graníticos, carecen de gleras de cantos rodados de cuarcita, sino solamente de aluviones arenáceos. Tal constitución litológica, tan suelta y fácil a las acciones erosivas y de transporte, hace que en las grandes y frecuentes avenidas de estos cursos

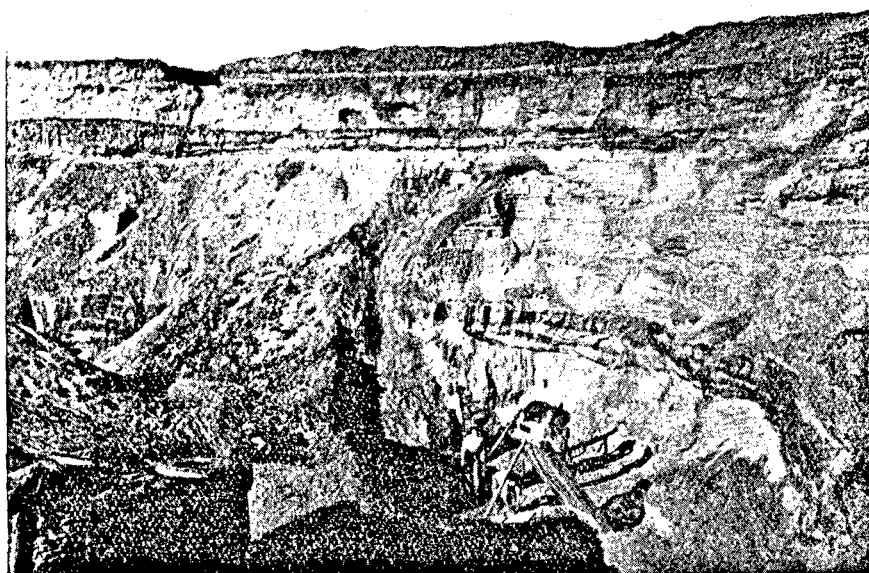


Fig. 182.—Arenero de excavación de los aluviones cuaternarios del valle del Manzanares en Villaverde (Madrid), en cuya zona inferior aparecieron restos del *Elephas antiquus*, de *Box* y otros fósiles de mamíferos, juntamente con instrumentos líticos del paleolítico inferior.

(Foto Hernández-Pacheco.)

fluviales se modifique y cambie parcialmente el cauce, destruyéndose terrazas edificadas, removiéndose los aluviones, y con ellos los instrumentos prehistóricos de sílex de los paraderos o estacionamientos de las hordas primitivas, mezclándose ejemplares de diversas épocas, a lo que contribuye la acción de los arroyos y barrancadas afluentes al cauce principal, resultado terrazamiento poligénico y anormal; aun con tales dificultades, se pueden distinguir las terrazas en una y otra margen, siendo los principales niveles de terrazamiento los de 6 a 12 metros, de 25 a 30, y el de 40 metros, con espesores a veces de 15 a 20 metros.

Consecuencia de tal régimen anormal, los instrumentos tallados en

silex no están en muchos casos en su yacimiento original, sino con frecuencia a otro nivel en otra parte del cauce. En la parte baja de las arenas se reconocen, a veces, yacimientos, que no han sido removidos, de campamentos circunstanciales de la épocas chelense, achelense y musteriense; con restos óseos de grandes mamíferos, tales como *Ele-*

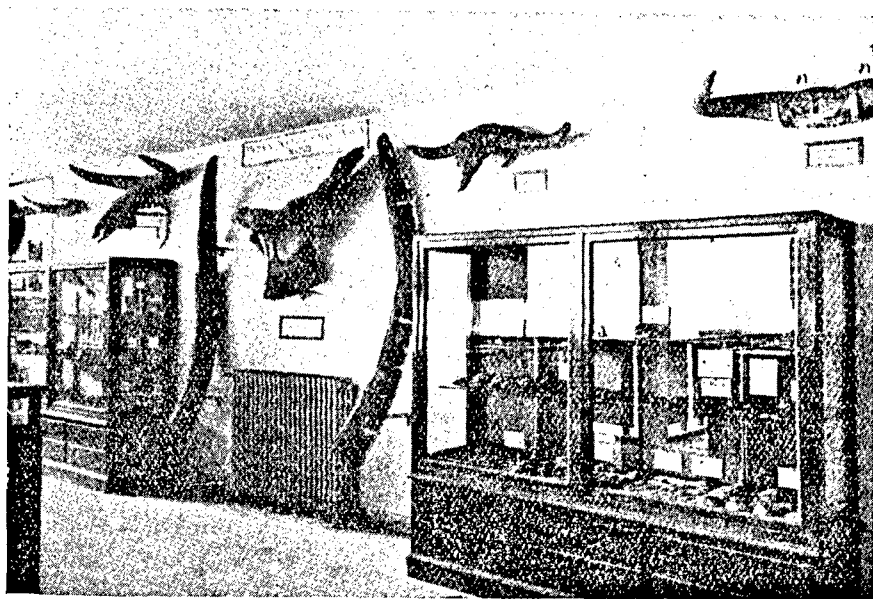


Fig. 183.—Instalación en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de restos fósiles de mamíferos cuaternarios y de utensilios de sílex del paleolítico procedentes de las terrazas del valle del Manzanares en Madrid.

phas antiquus, *Bos bison*, *Rhinocerus*, *Equus*, *Cervus*, etc., cuyos ejemplares, juntamente con las hachas y otros instrumentos de sílex, son abundantes, en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales (figs. 182 y 183).

Abastecimiento de agua a Madrid.

El Lozoya, río de montaña granítica, es el proveedor de agua a Madrid. Las características de las obras realizadas para el abastecimiento de la capital están expuestas en la publicación, de 1928, por el Ingeniero Director del Canal de Isabel II, Severino Bello, y en la misma Memoria, por el Profesor Francisco H.-Pacheco, lo pertinente a la constitución geológica y fisiológica del territorio correspondiente al abastecimiento acuífero.

Madrid, a mediados del siglo XIX, tenía unos 200.000 habitantes. Era tipo popular el aguador, generalmente gallego o asturiano, que distribuía el agua de los manantiales de la ciudad, cuba al hombro, sobre amplia hombrera de cuero, llenando la tinaja casera, calculándose el caudal del conjunto de fuentes de agua potable de calidad mediana y para todos los usos, en unos diez litros diarios por habitante.

En 1848, Bravo Murillo, Ministro de Fomento, dispuso que los ingenieros Rafo y Rivero hiciesen el estudio de abastecimiento de la ciudad con las aguas de los ríos de la sierra cercana, quienes prefirieron para tal uso las del Lozoya, ejecutándose los trabajos pertinentes a tal fin por los ingenieros Otero y Rivera desde 1851 a 1856, pasándose de los diez litros a mil por habitante.

La primera presa que se construyó fué la del Pontón de la Oliva, en el congosto de calizas cretáceas que presenta el Lozoya próximo a la desembocadura en el Jarama, presa de 27 metros de altura, y embalse de tres millones de metros cúbicos, bien cimentada en las calizas, pero que la experiencia comprobó que éstas dejaban escapar agua, por ser permeables por fisuración, en cantidad que excedía al caudal del río en el estiaje, dificultad no remediable en aquella época. Ante tal inconveniente, se edificó otra presa, la del Villar, en la garganta de terrenos neísicos, situada entre Buitrago y Mangirón, presa construida según el proyecto del ingeniero Boix, en 1869, de sillería de granito; altura de 56 metros y embalse de capacidad de 24 millones de metros cúbicos. El primitivo depósito en Madrid, ubicado en el denominado Campo de Guardias, en el actual barrio de Chamberí, fué sustituido por otro de mucha mayor capacidad, que se terminó en 1879.

A finales del siglo XIX la población de Madrid rebasaba el medio millón de habitantes, y, aunque sobraba agua para el abastecimiento, estaba sin resolver el problema de las turbias temporales, que eran de dos clases: Una, las turbias rojizas, producidas por las arcillas de erosión arrastradas por aguaceros. Otra, las turbias opalinas, causadas por la fina arcilla originada por la descomposición de los feldespatos de los terrenos graníticos. Por otra parte, las aguas del depósito urbano no alcanzaban a los barrios edificados en las zonas altas de los ensanches de la ciudad; para remediar esto último se construyó el tercer depósito, empleando el hormigón de cemento, en época en la que comenzaba tal sistema de construcción. El depósito en edificación se derrumbó antes de terminado, y acabó por estar construido en 1911, siendo en aquella época el depósito, entre los de su clase, quizá el mayor del mundo.

El problema de las turbias rojizas se remedió mediante la construcción, en 1919, de un canal de enlace entre la presa del Villar y el

antiguo de Torrelaguna. Las turbias opalinas se evitaron en 1925 con la construcción de la presa de Puentes Viejas, de 46 metros de altura,

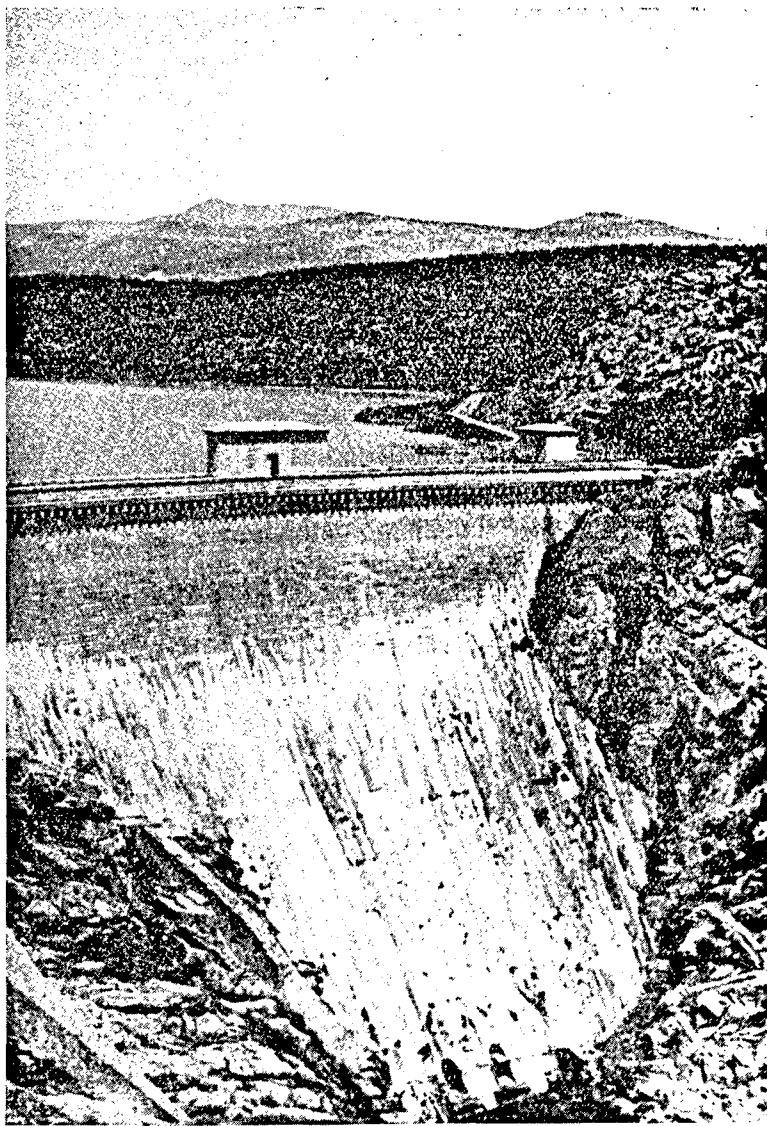


Fig. 184.—Presa y embalse del Lozoya en Manjirón (Madrid), para abastecimiento de la capital.

(Foto Hernández-Pacheco, 1953.)

ayuso de Bustarviejo, aumentada, posteriormente, hasta los 64 metros. El abastecimiento de los barrios altos se consiguió con la elevación mecá-

nica del agua del depósito general a una torre de distribución edificada junto al depósito. Un servicio de análisis diario del agua, y de adecuado régimen higiénico, asegura, desde que se instaló, la salubridad y potabilidad de las aguas procedentes del Lozoya.

En el segundo cuarto del siglo actual, resultando defectuoso e insuficiente el caudal de abastecimiento a la capital para el aumento de



Fig. 185.—Depósito subterráneo de aguas del Lozoya en el barrio alto de Madrid para abastecimiento de la ciudad.

(Foto Hernández-Pacheco, 1955.)

población, se construyó otro, en Chamartín, a la misma altitud que el de la torre de distribución construída junto al depósito de Chamberí.

Madrid, aun con su gran crecimiento de población, sigue siendo de las capitales mejor abastecidas de agua potable, y teniendo en cuenta las características geológicas, geográficas y fisiográficas del territorio en que está situada, tiene posibilidades fácilmente realizables para ampliar el abastecimiento acuífero de su población futura, mediante la incorporación al caudal actual el procedente de los ríos Jarama y Sorbe, cuyos embalses del Vado, en el primero, y del Pozo de los Ramos, en el segundo de los ríos citados; embalses, están ya estudiados que son de

aguas de la misma calidad que las procedentes del Lozoya. El agua que abastece actualmente a Madrid, y la de los futuros aumentos, es de la mejor calidad, por proceder de terrenos silíceos, graníticos y neísicos, o de pizarras y cuarcitas del paleozoico inferior.

Madrid consume enormes cantidades de aguas de su excelente abastecimiento por los ríos serranos y tiene asegurado el consumo de agua inmejorable ante contingencias futuras de aumento creciente de la población (figs. 184 y 185).

Afluentes por la derecha al tramo central del Tajo.

Río Alberche.—Con el Alberche comienzan los ríos afluentes al Tajo, procedentes de la Sierra de Gredos. Nace el Alberche en Navarredonda, donde también se origina el Tormes en dirección opuesta. Es río con la primera mitad del recorrido, de arrumbamiento oriental, en la Sierra de Gredos, y la segunda, de dirección al Suroeste, por la llanura Carpetana. El curso serrano se efectúa a lo largo de la vallonada intermontañosa situada entre la alineación orográfica de la Paramera o Baldíos de Avila, por el Norte (con altitudes de 2.294 metros y 2.105 metros), y el Cordal de Gredos (2.053 metros), por el Sur.

Al llegar a Cebreros y al Tiemblo (vértice Esensa, 1.959 metros) y salir al llano, en las inmediaciones de San Martín de Valdeiglesias, comienza la gran curva del Alberche, cuya porción más saliente está próxima a Mérida, desde donde el río se arrumba al Suroeste en la llanura Carpetana, pasando por Escalona, junto a la base de la Sierra de San Vicente (1.320 metros), sierra que constituye a modo de espolón granítico destacado del borde oriental de Gredos, hacia Talavera de la Reina, desembocando el Alberche en el Tajo junto a esta ciudad, después de un recorrido de unos 140 kilómetros (fig. 186).

La parte serrana del Alberche, en el paraje de su salida al llano, ha sido embalsada, mediante presa adecuada en el paraje entre el Tiemblo y Cebreros, para producción de energía eléctrica y de regadío de la vega de Talavera.

El Alberche recibe por la margen izquierda tres pequeños tributarios: Cofio, Perales y Maqueda. El *Cofio* se forma en la depresión y desenganche tectónico que existe entre los dos segmentos de la serraña Central: la Sierra de Guadarrama y la de Gredos. Se origina en la Sierra de Malagón (vértice Valdeihuelo, 1.531 metros); pasa por Robledo de Chavela, entre terrenos neísicos (vértice Almenara, 1.260 metros), y desemboca en el Alberche, por San Martín de Valdeiglesias, a

la altitud de 584 metros, sin salir al llano; es de ramificación profusa y de recorrido de unos 40 kilómetros.

El *Perales*, de menor importancia, procede de los relieves del Escorial y de Zarzalejo, y se incorpora al Alberche en su salida al llano. El *Maqueda* se forma en la llanura, y es un arroyo que pasa por la base del pueblo y del castillo de este nombre, y se une al Alberche en el comedio entre Escalona y Talavera.

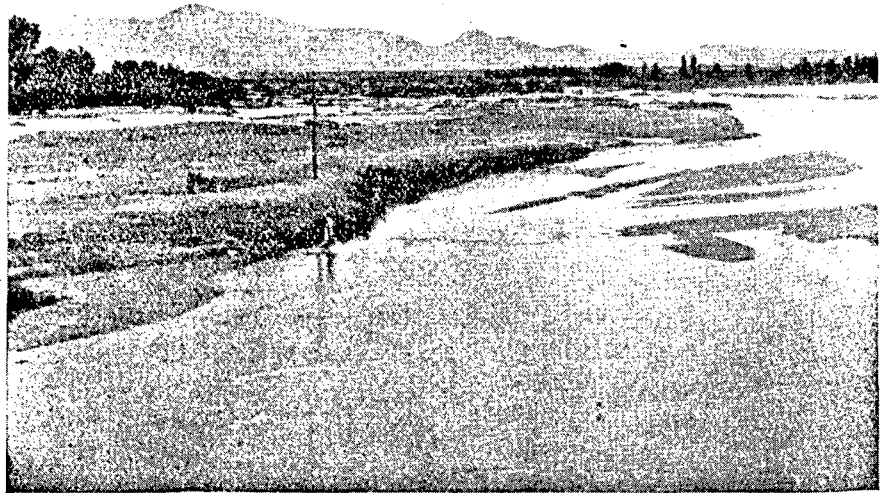


Fig. 186.—El Alberche cerca de la desembocadura en el Tajo, en la inmediaciones de Talavera de la Reina (Toledo).

(Foto Hernández-Pacheco.)

La sierra de San Vicente, destacada hacia el Suroeste desde el extremo oriental de Gredos, y por cuya base marcha el Alberche, por su arrumbamiento parece corresponder tectónicamente, más que a Gredos, a un fragmento de la sierra de Guadarrama. Conjuntamente con el Alberche, establece separación en la llanura Carpetana, entre la planicie madrileña, al Este, y la Occidental de Talavera y del Campo Arañuelo, situado entre Navalморal de la Mata y la base de Gredos.

Río Tiétar.—Se origina el Tiétar en la rinconada orográfica que forma la Sierra de San Vicente (1.320 metros) con la alineación meridional de Gredos (vértice Escusa, 1.959 metros), avanzando al WSW..

por la base del alto escarpe frontal, en falla, de la Sierra de Gredos, pasando inmediato a Arenas de San Pedro y a Candeleda, situada a unos 330 metros de altitud, al pie de la parte de la Sierra de Gredos, en donde ésta tiene la máxima altitud (Almanzor, 2.592 metros). A unos diez kilómetros de Candeleda, el Tiétar muerde en el substrato granítico y sobre la falla frontal, paraje en el que se construye la presa del

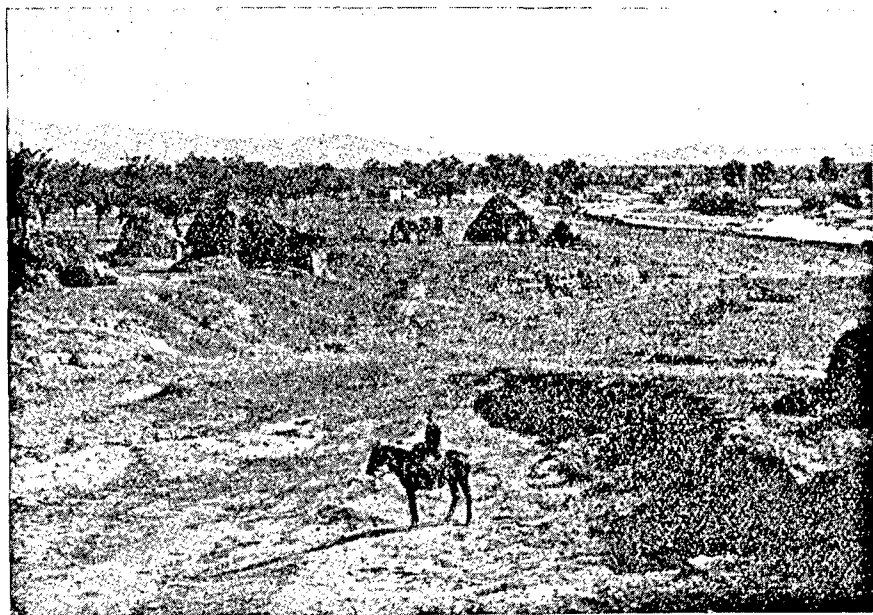


Fig. 187.—El Tiétar en la dehesa de la Bazagona, en la llanura de aluviones neógenos y cuaternarios del campo Arañuelo.

(Foto Hernández-Pacheco, 1927.)

embalse de «Rosarito», para regadíos en la planicie. El Tiétar, pasado tal paraje, se adentra en la llanura de Campo Arañuelo, entre la comarca de la Vera, correspondiente al borde granítico de la base de la Cordillera y Navalmoral de la Mata, en la penillanura del Tajo. El Tiétar termina desviándose meridionalmente ante los cordales que frente a Plasencia avanzan al Noroeste terminando la planicie, uniéndose el Tiétar con la corriente del Tajo, en la delantera del puente del Cardenal, junto a Villarreal de San Carlos; con recorrido de unos 135 kilómetros (fig. 187).

Río Jerte.—El macizo central de Gredos termina, hacia Occidente, por alineaciones montañosas arrumbadas de Noreste a Suroeste, que culminan al Sur de Béjar, en el pico Calvitero (2.401 metros), con la

laguna de Trampal, al pie de la cumbre. Son tales alineaciones orográficas coincidentes con el arrumbamiento general de la Sierra del Guadarrama, y también de la sierra de San Vicente, y corresponden a las alineaciones geotectónicas del macizo hespérico, a las que hemos denominado «hispánicas», póstumas a los movimientos orogénicos hercínicos. Son tales alineaciones hispánicas de la zona occidental de Gredos la Sierra de la Vera y la Sierra de Hervás o Tras la Sierra, en cuyo extremo septentrional está Béjar, dando frente a la penillanura salmantina, y en el extremo meridional Plasencia, hacia la penillanura cacereña. Por el ancho valle entre las sierras de la Vera y de Hervás corre el Jerte.

Nace el *Jerte* en el pico Calvitero y en el alto escarpe del puerto de Tornavacas, por el que se asciende a las altas navas y a la llanura intermontañosa del Barco de Avila.

La vallonada del Jerte es espaciosa y en ella se suceden diversidad de pueblos, siendo los principales Tornavacas, Jerte, Cabezuela y Navarconcejo, todos ellos con plantíos y fructíferos cultivos veraniegos de regadío. Las empinadas laderas graníticas del valle están abancaladas, en las zonas bajas, sosteniendo viñedos, olivares y otros cultivos, y las zonas altas con vegetación de algunos robledales, masas de rebollares y bosques cerrados de castaños, explotados principalmente para madera, en palos, grandes varas y para la obtención de tiras para la construcción de banastas.

El Jerte sale del valle con buen caudal en Plasencia (657 metros), recorriendo el último tramo la penillanura pizarrosa de terrenos cámbricos (vértice Santa Bárbara, 657 metros), desembocando en el Alagón, por la margen izquierda, en Galisteo. El recorrido total del Jerte es de unos 65 kilómetros, de los cuales los diez últimos están comprendidos entre Plasencia y Galisteo.

Río Alagón.—En el Sistema Orográfico Central, formado por segmentos orográficos, alternan éstos (según se ha expuesto) con espacios de desenanches tectónicos producidos por empujes orogénicos que actuaron de Sur a Norte, los cuales hacen que unos segmentos se presenten avanzados respecto a los inmediatos, con dos efectos principales: uno, la modificación del arrumbamiento de un sector orográfico respecto al inmediato, modificación que se observa, principalmente, en los cordales de los extremos del sector montañoso, como es el caso de la alineación de las sierras de la Vera y de Hervás, arrumbadas de Suroeste a Noreste, mientras que la alineación central de Gredos lo está de WSW. a ENE. El otro efecto orogénico consiste en la producción de una zona de depresión entre uno y otro segmento orográfico, como ocurre en la

depresión montañosa entre Guadarrama y Gredos, que da origen a la curva del Alberche, según se ha dicho. Entre el segmento de Gredos y el de Gata es donde tales acciones están más penetrantes y la depresión intermontañosa es más amplia y más honda, constituyendo la importante cuenca del Alagón, limitada al Norte por la Sierra de Gata, que en su origen, cerca de Valverde del Fresno, se alza a los 1.313 metros, sierra continuada por la de Francia (Peña de Francia, 1.723 metros), la que se prolonga por Peña Gudiña, en la penillanura salmantina, y en forma de lomas de divisoria fluvial hasta el vértice Corral (1.005 metros), a unos 16 kilómetros de Salamanca.

El Alagón se origina en plena penillanura de la altiplanicie salmantina, en Peña Gudiña, inmediata a Frades de la Sierra, y avanza meridionalmente hacia el partido de Sequeros, donde la depresión geotectónica se establece, en la comarca del Castañar, por los términos de Miranda del Castañar, Molinillo y Eerguijuela de la Sierra, recibiendo los aportes procedentes de la Peña de Francia, por la margen derecha, y de la Sierra de Béjar y de Montemayor, por la izquierda, de la que procede el riachuelo aferente *Cuerpo de Hombre*, saliendo al límite oriental de Las Hurdes, de donde recibe los aportes del *Jurdán*. Pasa por Granadilla y Guijo de Granadilla, y por el término de Montehermoso hasta Galisteo, en donde se le incorpora el río Jerte.

Desde esta confluencia, el Alagón cambia el rumbo meridiano que trae por el de Este o Oeste, atravesando la espléndida y espaciosa vega de Coria, la romana Cauria (428 metros), capital de la región natural Cauriense. Vega llana la de Coria, constituida por fértiles terrenos de depósitos oligocenos de facies continental. Junto al escarpe en que está edificada Coria, el río, en una crecida, rompió por nuevo cauce, dejando en seco el magnífico puente de piedra, avanzando en meandros divagantes por la vega hasta Casillas, desde donde con rumbo Suroeste atraviesa la penillanura del paleozoico inferior, recibiendo por la margen derecha los aportes meridionales de la Sierra de Gata, que se concretan en dos principales cursos: el *Arrago*, de la zona serrana oriental, y el *Gata*, de la occidental, que se origina en el término de Hoyos, uniéndose el primero al Gata, que se incorpora al Alagón entre Casillas y Ceclavín, desembocando el Alagón en el Tajo, frente a Alcántara.

Comprende el Alagón, desde su origen en Peña Gudiña, un recorrido de unos 150 kilómetros (fig. 188).

El Alagón es río de importante caudal, que conserva la corriente en el período estival. En su travesía y en la de sus principales afluentes por la comarca cauriense es aprovechado en regadíos en diversidad de parajes, especialmente en las zonas altas y manantiales de la base de la

sierra y en la vega de Coria. Actualmente están en construcción varios embalses para regadíos, que aumentarán la riqueza agrícola del país, ya actualmente fértil y productivo. La comarca de Las Hurdes, de características misérrimas en el siglo XIX y primeras décadas del actual, ha sido transformada en productivo territorio agrícola, con importantes extensiones de olivar.

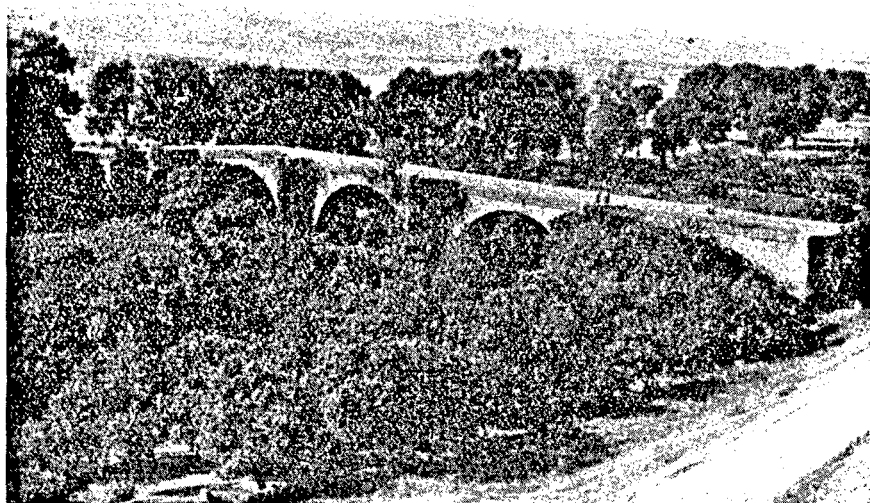


Fig. 188.—Puente y cauce del Alagón sobre un meandro abandonado por la corriente fluvial ocupado por cultivos y vegetación arbórea, situado junto a Coria (Cáceres).

(Foto Hernández-Pacheco, 1953.)

Río Eljas.—El Eljas es río fronterizo en todo su recorrido, en dirección meridional. Se origina en los terrenos graníticos y del paleozoico inferior de las vertientes meridionales del extremo occidental de la Sierra de Gata, en su parte correspondiente a Valverde del Fresno y su prolongación portuguesa, la Sierra das Mesas (1.363 metros). Al descender de la penillanura cauriense pasa entre los vértices 524, del lado portugués, y 562, del español, y frente a Estorninos, próximo a la desembocadura, la cota es de 402 metros, junto a la localidad portuguesa de Rasmaninha, desembocando en el Tajo a una veintena de kilómetros ayuso de Alcántara, a la altitud de 289 metros, después de un

recorrido de unos 70 kilómetros desde el origen. Particularidad notable del Eljas es acarrear partículas auríferas en los aluviones procedentes de la zona alta de su curso, cuya explotación se hace circunstancialmente por las gentes del país, mediante procedimientos rudimentarios.

Afluentes por la derecha al tramo portugués del Tajo.

Ríos Pónsul y Ocreza.—La Sierra das Mesas, en la prolongación en Portugal de la de Gata, se transforma en alta rasa o paramera divisoria de aguas al Duero y Tajo, con altitudes de 1.125 metros en la frontera, y 1.005 en el vértice San Cornelio, al Oeste de Sabugal, descendiendo las altitudes meridionalmente hacia Castello Branco (vértice San Martinho, 472 metros), y el Tajo, entre 289 y 264, frente a Cedillo). Así se constituye el territorio de la penillanura de Castello Branco, que es la continuación natural de la penillanura cauriense recorrida por el Alagón, y que tiene por límite occidental la Sierra de Gardunha, arrumbada de Suroeste a Noroeste.

Los dos ríos de la porción portuguesa de la región natural cauriense son el Pónsul y el Ocreza.

El *Pónsul* se forma con los derrames de la alta paramera de Penamacor. Desciende y pasa por Idanha a Nova (325 metros), pasa al Este de Castello Branco y desemboca en el Tajo, frente a Cedillo, habiendo efectuado un recorrido de unos 60 kilómetros.

El *Ocreza* se forma con los aportes de las vertientes orientales de la Sierra de Gardunha, de arrumbamiento Suroeste a Noreste, pasa al Oeste de Castello Branco, cruza la alineación de cuarcitas silúricas de la Sierra de Gardunha, de arrumbamiento Suroeste a Noroeste; pasa al Villa Velha de Rodam, desembocando en el Tajo en Ameirin, con un recorrido de unos 80 kilómetros.

El *Zézere*.—El Zézere es el principal afluente al Tajo, en Portugal, con caudal y recorrido comparable al de Mondego, y originado como éste en el segmento orográfico occidental de la Cordillera Central, segmento de arrumbamiento de Noreste a Suroeste, que es el general del Zézere, que corre encajado en honda barrancada por el gran valle longitudinal, entre la Sierra da Estrella (1.991 metros), del lado occidental, y la, mucho más baja, da Gardunha, del lado oriental (vértice Gardunha, 1.223 metros); Cabezo Rainha, en el Sur (1.080 metros). La constitución geológica es de terrenos graníticos en el segmento superior; de pizarras silíceas metamorfozadas del cámbrico, en el segmento medio, y de penillanura del paleozoico inferior y del neozoico, en el segmento in-

ferior. El valle del Zézere es de vegetación forestal de pinares, robles y otras cupulíferas, predominando la formación vegetal de matorral alto.

Se origina el Zézere en la comarca de Guarda (1.050 metros), en las altas mesas que prolongan por Portugal la Sierra de Gata. Se forma con los derrames meridionales de la paramera, divisoria entre Tajo y Duero, de Sabugal (San Cornelio, 1.005 metros), contribuyendo también a formar el Zézere las vertientes orientales de la Sierra da Estrella.

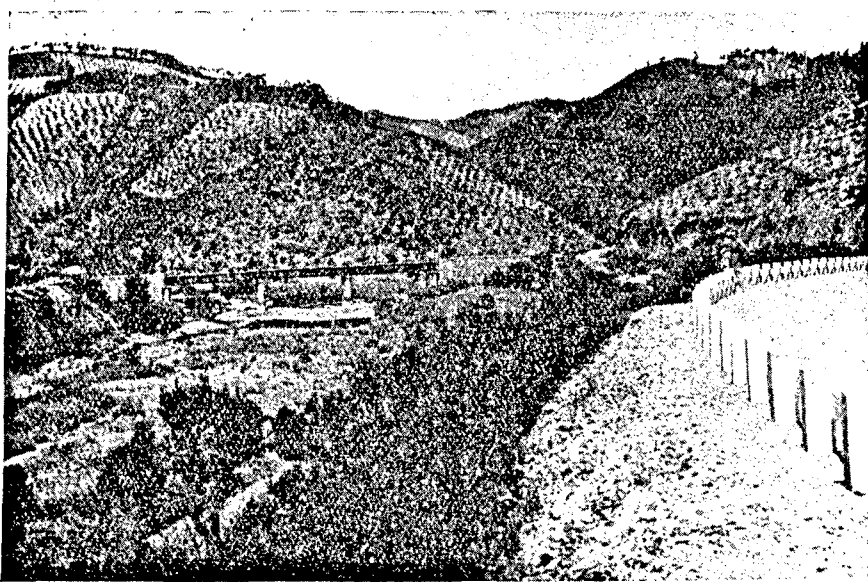


Fig. 189.—Valle del Zézere entre los distritos de Castello Branco y Tomar en la carretera de Nesporal a Ferreira de Zézere.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1935.)

Entre Covilha (770 metros) y Fundão (449 metros), el Zézere está formado, y desciende por el gran valle longitudinal entre las sierras da Estrella y Gardunha, en honda barrancada, pasando entre Pedregão Grande, situado en la margen derecha, en lo alto de la barrancada, y Pedragão Pequeno, enfrente, en la margen izquierda. En este paraje está el gran puente y la calzada adoquinada que se construyó por orden de Felipe II para unir las dos comarcas de la Beira, separadas por la ronda garganta del Zézere, cuyo fondo en este sitio está a unos 300 metros de altitud. Comprende el Zézere en el tramo de formación, desde Guarda hasta su paso al Este de Covilha, en línea de aire, unos 30 kilómetros. Desde este paraje hasta la salida del valle longitudinal intermontañoso,

unos 80 kilómetros, tramo caracterizado por los numerosos meandros encajados.

El Zézere termina su recorrido intermontañoso en el comedio de la distancia entre Figueiredo dos Vinhos y Ferreira de Zézere, saliendo al terreno despejado de la penillanura litoral, torciendo el curso al Suroeste, por el Norte a Sur, ensanchando el cauce y la corriente en el travesio de la comarca de Tomar.

Recibe por la margen derecha el aporte del río *Nabão*, que se origina entre Ançã y Pombal, en la Sierra de Sicó (551 metros), y con arrumbamiento meridiano pasa por Tomar, y después de un recorrido de unos 45 kilómetros, se une al Zézere cerca de la desembocadura de éste en el Tajo.

El Zézere, desde que sale de la serranía, hace por la penillanura mesozoica un recorrido de unos 45 kilómetros, y se incorpora al Tajo en Constanza, a unos 12 kilómetros ayuso de Abrantes, habiendo efectuado un recorrido total desde el origen de más de 150 kilómetros. En el playazo de la desembocadura se encambran los maderos de pinos y otros troncos procedentes de las zonas boscosas del interior, cuyo desarrollo es favorecido por la gran pluviosidad de la Sierra de Estrella (figura 189).

Río Asseca.—Entre Constanza y Lisboa desembocan en el Tajo, por la margen derecha, diversidad de arroyos y riachuelos, entre los cuales el más importante es el Asseca, que se origina en la Sierra de Candeiros (485 metros), recogiendo los aportes de las dos vertientes montañosas, la occidental y la oriental. La rama principal es la del Oeste de la Sierra de Candeiros. Al llegar el Asseca a la llanura aluvial del Tajo, junto a Santarem, no se incorpora inmediatamente a la corriente del río caudal, sino que avanza paralelamente a ella por cauce abierto en la planicie aluvial del relleno del estuario, recogiendo los aportes de los arroyos afluentes por la margen derecha, cauce de época muy reciente, que termina en Azambuja en el último meandro del Tajo, en su paso sobre los depósitos que rellenan el antiguo estuario. La longitud del Asseca por los terrenos mesozoicos es de unos 32 kilómetros, y de 20 kilómetros sobre los depósitos de relleno del estuario.

Afluentes al Tajo por la izquierda; ramificación del Guadiela y ríos orientanos.

Los afluentes al Tajo por la margen izquierda se pueden diferenciar en cuatro grupos, atendiendo a sus características, derivadas de la topografía de sus respectivas zonas de origen y de los territorios que atra-

viesan, grupos que, contando desde el nacimiento del Tajo hasta la desembocadura, son los siguientes: *a)* Afluentes de la zona alta en la serranía boscosa de Cuenca y Montes Universales, al que corresponde la rama fluvial del Guadiela. *b)* Afluentes procedentes casi todos de los Montes Oretanos y que por la zona de penillanura delantera, situada entre los Montes de Toledo y la planicie Carpetana, pasan a verter en el Tajo. *c)* Afluentes de la penillanura occidental extremeña y del Alentejo, a la que pertenecen: la rama fluvial del Alentejo, Rejana, Salor, Sever y Niza. *d)* Los que tienen su origen y su cuenca en la llanura del Alentejo y en el Ribatejo y desembocan en el actual estuario, que son el Mugem y la rama fluvial del Sorraia-Almansor.

Guadiela.—La ramificación del Guadiela es de gran importancia para la regularización de la corriente del Tajo, pues aporta gran caudal, reuniéndose la salida de ambos al terreno despejado, donde han sido objeto de embalse común, según se ha expuesto en páginas anteriores. Se origina el Guadiela en la alta zona de la serranía de Cuenca, a la altitud de 1.543 metros, en los límites entre las provincias de Guadalajara y Cuenca, confluyendo en esta zona alta con el curso torrencial que sale de la selvosa y ruda hoz de Beteta. A corta distancia se le une, por la margen izquierda, el río *Cuervo*, que viene del cerro de San Felipe (1.839 metros). En paraje próximo, en la nava alta de Tragacete, se forma el *Escabas*. Son territorios de mesas y barrancadas con vegetación de pinares. El Escabas pasa por Priego, que está situado en el límite entre la serranía boscosa y las alcarrias del Norte de la provincia de Cuenca, juntándose en Priego el Escabas (que viene de la serranía, situada hacia el Este) y el *Trabaque* (que viene del Sur, por las alcarrias de Cuenca). El Guadiela, ya completo, corre hacia el Oeste por el límite entre Guadalajara y Cuenca, atraviesa los montuosos terrenos cretáceos de la zona septentrional de la Sierra de Altamira, desembocando en el Tajo, en donde está la presa del embalse común, de Guadiela y Tajo. El recorrido desde el cerro de San Felipe a la confluencia de Guadiela y Tajo, en Sayatón, es del centenar de kilómetros.

Robledo.—Se origina en la zona septentrional de la Mancha, entre la Mesa de Ocaña (730 metros) y los cerros de cuarcita silúrica del substrato manchego que asoman en Lillo (vértice Collino, 833 metros). Describe abierto arco hacia el Noroeste, por la llanura, y con un recorrido de unos 70 kilómetros desemboca en el Tajo, entre Aranjuez y Toledo.

Algodor.—Conduce mayor caudal que el anterior, por recoger aportes de los Montes de Toledo y tener mayor cuenca. Se origina al pie de la Calderina (1.209 metros), y corre por el borde oriental de los Montes

Oretanos y el occidental de la Mancha toledana, con arrumbamiento septentrional, describiendo curva con la convexidad hacia Oriente, desviado por el cerro cuarcitoso del vértice Buey (964 metros) en el extremo de la sierra silúrica de Los Yébenes, recibiendo un afluente por la margen izquierda procedente de la penillanura granítica de Orgaz, y otro por la margen derecha, de la laguna temporal manchega de Tembleque, desembocando en el Tajo próximo a Robledo, a unos 18 kilómetros ayuso de Toledo, con un recorrido de unos 80 kilómetros.

Guajera.—Procede de las vertientes septentrionales de los Montes de Toledo. Atraviesa hacia el Norte la penillanura granítica situada al Sur de la capital, y con un recorrido de unos 35 kilómetros desemboca en el Tajo, al Oeste y próximo a Toledo.

Torcón, Pusa, Gévalo, Huso y Pedroso.—Semejantes carecterísticas que el Guajera presentan los riachuelos del epígrafe. Todos ellos se originan en las vertientes septentrionales de los Montes de Toledo, atraviesan la penillanura delantera, y con un recorrido medio de unos 40 kilómetros, vierten en el Tajo. El *Torcón* lo hace frente a la Puebla de Montalbán; el *Pusa*, ayuso y próximo a Malpica; el *Gévalo* y el *Huso*, procedentes del Puerto de San Vicente, ambos en la comarca de la Jara, abundante en rañas y conglomerados fluviales pliocenos, desembocan al Este del Puente del Arzobispo. El *Pedroso*, también de la comarca de la Jara, procedente de la Sierra de Altamira, se incorpora al Tajo próximo y ayuso al Puente del Arzobispo; todos en la provincia de Toledo.

Río Ibor.—Recoge los aportes septentrionales de la serranía de Guadalupe (Las Villuercas, 1.736 metros) en la provincia de Cáceres; recorre la comarca de Ibor, formada por cordales de cuarcitas y pizarras paleozoicas en arrumbamientos paralelos, hespéridos al Noroeste, que es el del río. El Ibor, con un recorrido de unos 40 kilómetros, vierte en el Tajo, entre Talavera la Vieja y el Puente de Almaraz.

Afluentes por la izquierda al Tajo, procedentes de Extremadura.

Río Almonte.—La meseta penillanurada trujillano-cacereña está constituida por terrenos pizarrosos del paleozoico inferior y por berrocales y montañas graníticas. Se limita al Norte, por los riberos y el cauce del Tajo; al Este, por las serranías de Guadalupe y de Ibor; al Sur, por la depresión del Guadiana medio, y al Oeste, por los relieves, muy desgastados, de la sierra de San Pedro, en la que predominan los terrenos cuarcitosos del silúrico. Una zona de relieves montañosos, principalmente graníticos, establecen meridionalmente división entre Tajo y Guadiana, por las sierras de Alcuéscar, de Montánchez (994 m.), San

Cristóbal, Santa Cruz y de las Paredes (vértice Pedro Gómez, 1.004 metros), a enlazarse con la serranía de Guadalupe. La altitud de la penillanura es de 400 metros; vértice Valdegama, entre Cáceres y Trujillo, 404 metros; Cáceres, 479 metros, y la inmediata sierrecilla de la

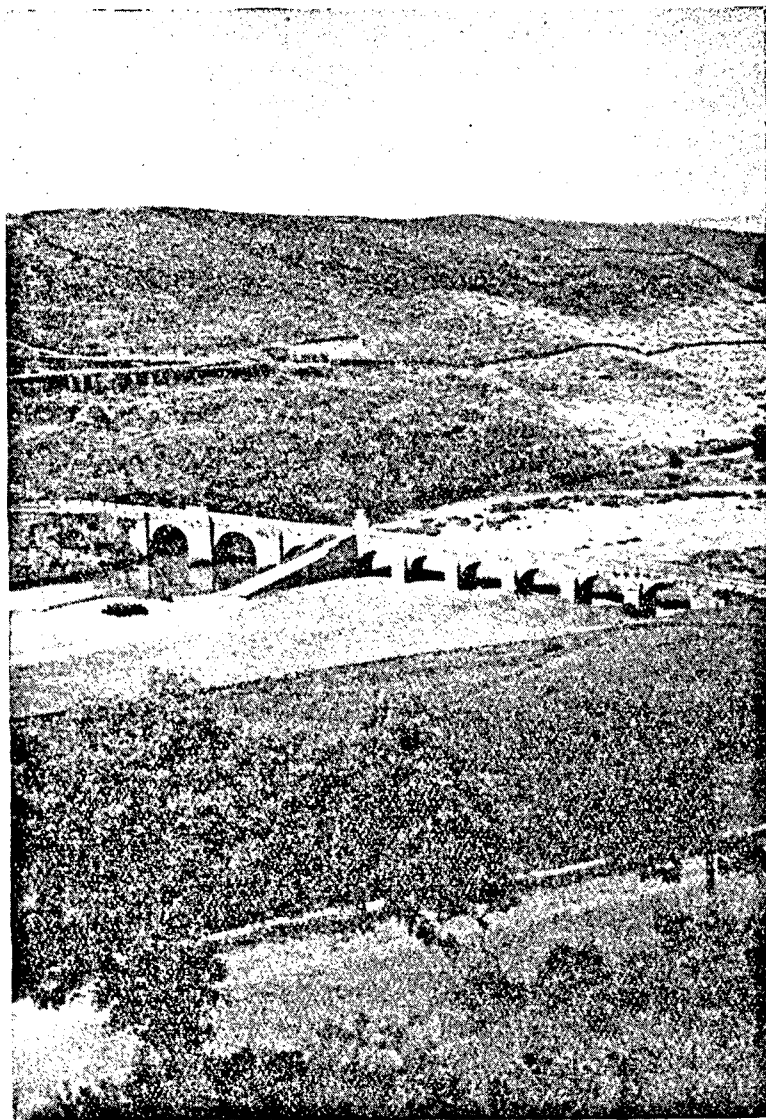


Fig. 190.—Antiguo puente sobre el Almonte y valle fluvial excavado en las pizarras de la planicie trujillana entre Jaraicejo y Trujillo (Cáceres).

(Foto Hernández-Pacheco.)

Mosca, 644 metros; Trujillo, en el centro, sobre un berrocal, 485 metros; puerto de Santa Cruz, 482 metros.

La penillanura trujillano-cacereña está toda ella recorrida por la ramificación del Almonte, que se origina por los derrames occidentales de la serranía de Guadalupe y de Ibor (Miravete, 839 m.), y por los septentriones de la alineación montañosa antes reseñada. Generalmente, el Almonte y sus afluentes van encajados en zanja en la meseta penillanurada, por efectos de orosiones remontantes desde el nivel de base que corresponde al cauce del Tajo. El Almonte, cuyo nacimiento es en la sierra de Guadalupe, recibe por la margen derecha: al *Toso*, que tiene su origen en el berrocal de Trujillo, y al *Magasca* o *Tamuja*, con el *Guadiloba*, que cruzan hacia el Tajo entre Cáceres y Trujillo. Describe el Almonte en su recorrido por la penillanura trujillana, a modo de Z tumbada, con un tramo inicial con arrumbamiento septentrional; otro tramo medio que cruza la planicie de Este a Oeste, y tramo final al NNW., efectuando un recorrido total de unos 115 kilómetros, desembocando en el ensanche del valle del Tajo, en Alconétar (fig. 190).

Rejana.—El Rejana es un riachuelo de unos 30 kilómetros de recorrido, que, con rumbo septentrional, recorre el batolito granítico situado entre Cáceres y Alcántara, originándose en las cuestas de Araya y desembocando en el Tajo, al Oeste de Garrovillas.

Río Salor.—El Salor recorre la penillanura de pizarras cámbricas situada al Oeste de la sierra de Montánchez, de Cáceres, y de Alcántara; penillanura pizarrosa limitada meridionalmente por el territorio de cuarcitas y de pizarras silúricas de la sierra de San Pedro. Tiene recorrido general al Noroeste. Se forma por dos ramas originales: la del *Salor*, en la penillanura situada al Norte de la sierra de Montánchez, y la del *Ayuela*, en los llanos pizarrosos situados al Norte de la sierra de Alcuéscar, que es final meridional de la de San Pedro. Se reúnen Ayuela y Salor en los denominados Campos de Cáceres, al Oeste de la capital, y, con la última denominación y por penillanura cámbrica situada entre Valencia de Alcántara y Alcántara, desemboca en el tramo fronterizo con Portugal, cerca de Carbajo (623 m.), después del recorrido de un centenar de kilómetros.

Afluentes portugueses al Tajo por la margen izquierda.

Sever y Niza.—Entre la diversidad de arroyos y riachuelos afluentes al Tajo al Oeste del Salor, en la zona fronteriza y en el tramo hasta Abrantes, se señalan como más importantes el Sever y el Niza.

El *Sever* establece frontera en todo su curso entre las dos naciones. Se origina en el territorio de orografía atenuada de Valencia de Alcántara. Tiene un afluente de más largo recorrido en territorio español, el *Alburrel*, que se origina en los relieves montañosos de San Vicente de Alcántara. Otro afluente, en territorio portugués, procede de la sierra de San Mamede (1.028 m.), al Noroeste de Portalegre. El recorrido del Sever es de unos 35 kilómetros.

El *Niza* está situado en territorio portugués; corre arrumbado al NNW. Se origina al Norte de Portalegre, pasa por Castello de Vide (781 m.), atraviesa la plataforma granítica de Niza y, con un recorrido de unos 40 kilómetros, se incorpora al Tajo, ayuso de las Portas de Rodão.

Desde la plataforma granítica de Niza, situada cerca de la frontera española, hasta Barquinha, donde comienza el último tramo del río caudal, cambiando el rumbo al Suroeste, el Tajo lleva dirección de Este a Oeste, adosado a la base del escarpe de la penillanura de terrenos antiguos que se extiende por el Norte; mientras que por el Sur se prolonga la baja llanura del Ribatejo, constituida por terrenos modernos (neógenos y pleistocenos) que forman cobertera a la planicie de arrasamiento geológico del substrato paleozoico y antepaleozoico; substrato en suaves colinas o en ventanas producidas por la erosión en la cobertura de terrenos modernos de facies continental.

Parece advertirse que tal dirección del tramo del Tajo, de Este a Oeste, pudiera corresponder a una alineación tectónica, quizá más que falla, de pliegue en rodilla, hacia el Sur; en modo semejante a como se observa en algunos parajes del borde frontal de la Sierra Morena respecto a la llanura del Guadalquivir. En todo caso, la depresión de la llanura meridional al tramo del Tajo es somera, presentando suave pendiente hacia el Oeste, o sea hacia el Atlántico.

Tal disposición del terreno ocasiona dos efectos principales: uno, la falta, en el tramo referido del Tajo, de afluentes por la margen izquierda, reducidos a insignificantes arroyos. Otro, la extensa ramificación fluvial de la baja llanura del Ribatejo, que en ningún caso alcanza altitudes superiores a los 300 metros (vértice Valle d'Agua, 283 metros; Montalgil, 235; Almeirín, 170; San Torquato, 133; Batel, junto a Aldeia Gallega, 42).

La red fluvial del Ribajeto presenta, además de diversidad de arroyos que van a desembocar en el Tajo a lo largo del último tramo, desde Barquinha al actual estuario del Mar de Palha, dos importantes ramas fluviales: la del Mugem y la del Sorraia.

El Mugem.—Se origina el Mugem en la llanura de depósitos mio-

cenos al Oeste de Ponte de Sor, teniendo toda su cuenca sobre estos terrenos y los de época pliocena, que rellenaron el enorme estuario del Tajo durante los tiempos neogenos y pleistocenos. Territorio de extensos horizontes, ocupado por cultivos cerealísticos, arrozales y amplias dehesas herbosas, con algunos grupos arbóreos o grandes y frondosas encinas, distanciadas unas de otras. Dehesas que sostienen abundante ganadería de hermosos toros y de veloces caballos, procedentes de raza cuyas yeguas se fecundan con el viento, según la fábula, que así expresa la airosa esbeltez o la rapidez en la carrera y la fortaleza y agilidad de raza equina de abolengo protohistórico. Las llanuras del Mugem fueron asiento de pueblos primitivos, cuyos paraderos han sido objeto de estudios e investigaciones de antropología prehistórica.

Al Mugem se le une, junto a la desembocadura, una rama procedente del Norte que llega junto al cauce de avenidas del Tajo, al Sur de Chamusca, y no desemboca en la corriente del río caudal, sino que, análogamente al Asseca, al llegar a los aluviones modernos corre paralelamente al cauce del Tajo, pasa por Almeirín, recogiendo los arroyos afluentes, y, a los 25 kilómetros, se une al Mugem, y juntos desembocan en la gran corriente fluvial, después de un recorrido del Mugem de unos 45 kilómetros por la llanura.

Sorraia y Almansor.—El Sorraia es el más importante afluente al Tajo del Ribatejo y de toda la llanura neogena y pliocena situada al Sur y al Este del río caudal. Se origina el *Sorraia* en la penillanura oriental paleozoica de los distritos de Portalegre y Evora, y su principal rama en la sierra de Ossa (649 m.), al Sur de Estremoz. Su confluente por la derecha el *Sôr* procede de las vertientes meridionales de la plataforma de Niza, pasando por Ponte de Sôr a la altitud media de unos 250 metros. El *Divor*, otro subafluente, procede de los berrocales graníticos del Norte de Evora (255 m.) y del Arrayollar (371 m.), originándose otros afluentes en plena llanura miocena. El Sorraia, ya formado, entra en las zonas pliocenas occidentales de la planicie por Coruche, con altitudes inferiores al centenar de metros; pasa por Benavente, en el borde de los depósitos actuales de la vallonada del Tajo, en la que se unen Sorraia y Almansor, desembocando por cauce común en el comienzo del estuario o Mar de Palha.

El *Almansor* tiene curso meridional al Sorraia. Procede de los berrocales de Evora. Pasa por Montemor o Novo, situado en la penillanura estratocristalina, y cruza la llanura pliocena con dirección Noroeste por altitudes que, desde el centenar de metros a la entrada, decrecen hasta la decena al incorporarse al Sorraia.

El recorrido del Almansor, desde las cercanías de Evora a la unión

con el Sorraia, es de unos 65 kilómetros. El del Sorraia, desde el origen en la sierra de Ossa a la desembocadura en el Tajo, de unos 110 kilómetros.

EL GUADIANA. DESCRIPCION DEL CURSO FLUVIAL

El río más singular, extraño y anómalo de todos los hispanos, es el Guadiana. Contrariamente a todos los demás, no se origina entre montañas ni en serranías, sino en la llanura más extensa, plana y sin pen-

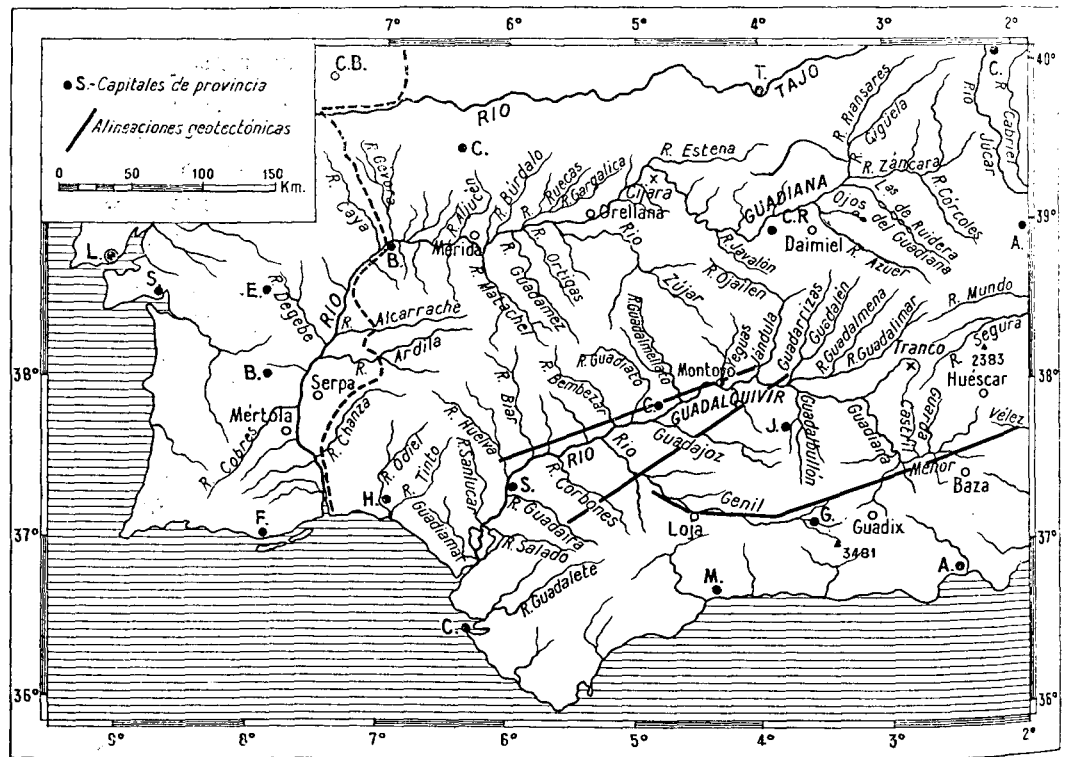


Fig. 191.—Ramificación fluvial del Guadiana y del Guadalquivir.

dientes que existe en la Península: en la llanura de la Mancha. Los diversos segmentos que lo componen no corresponden, por sus características, a los tres normales de la generalidad de los cursos fluviales; presentando cada tramo de los que se reconocen en el Guadiana, morfología en la cuenca y en el cauce, y variación en el caudal, muy diferentes de unos a otros (fig. 191).

Contribuyen a formar el Guadiana dos ríos de curso pantanoso, divagante e indeciso en corrientes difusas que se anastomosan, pierden, agotan y renacen en la llanura: el Gigüela y el Zánacara. Un tercer río originario es el procedente de la altiplanicie del Campo de Montiel: el Alto Guadiana, que la atraviesa en un conjunto de hondos y pequeños lagos, las lagunas de Ruidera, que vierten unas en otras mediante bellas cascadas. A la salida el Alto Guadiana del Campo de Montiel, los vecinos de Argamasilla de Alba desvían fácilmente la corriente de su vallonada natural o madre vieja, que está plantada de viñedos y de cereales, y el río, en los estiajes, se pierde y agota desparramado en la llanura.

A unos 40 kilómetros al Oeste de Argamasilla brotan los potentísimos manantiales denominados «Ojos del Guadiana», cuyo caudal se une al menor y variable del Gigüela y del Zánacara, formando el conjunto un Guadiana ya caudaloso que sigue curso palustre por los pantanos de Daimiel.

Son, pues, tres los orígenes que concurren a formar el Guadiana: a) El Zánacara, Gigüela y demás ríos de la llanura manchega, que por ella corren en régimen semiendorreico. b) El Alto Guadiana, que procede de las lagunas de Ruidera, en la altiplanicie de Montiel, penetra en la llanura de la Mancha, y en ella se agota casi siempre. c) Los potentes manantiales de los Ojos del Guadiana.

La gran rama fluvial del Zánacara-Gigüela, por carecer de vallonada definida, no ha formado terrazas, sino amplia extensión de mantos de cascajos, sin escalonado. Tampoco presenta terrazas el Alto Guadiana, porque el rosario de lagunas de Ruidera debe su formación a una serie de torcas en la altiplanicie de Montiel, que tienen manantiales en el fondo. El caudal de los Ojos forma potente corriente, que a unos 15 kilómetros de recorrido por la llanura se incorpora al tronco fluvial de la ramificación Zánacara-Gigüela, que generalmente aporta sobre corriente, especialmente en los estiajes, y se forma el Guadiana, que sale de la llanura manchega. Las lagunas de Ruidera están, las más altas, a unos 830 metros de altitud; la confluencia del Zánacara y Gigüela en Villarta de San Juan, a los 626 metros, y los manantiales de los Ojos, a 608 metros.

Tan extraordinarias circunstancias motivaron desde tiempos antiquísimos la leyenda de que el Guadiana se pierde y sume bajo tierra y reaparece en los Ojos. Ya Plinio, el naturalista romano, que conocía España, escribió que el río Anas tiene un curso subterráneo bajo un puente de 30 millas, sobre el que pastan los numerosos rebaños de los oretanos.

No hay tal curso subterráneo, sino la formación de potente manto acuífero en el espesor de las esponjosas calizas que forman el terreno; aguas allí acumuladas por la filtración de las de lluvia y de las superficiales de las divagantes corrientes fluviales; manto acuífero que es el que nutre a los pozos que en la llanura se perforan, y que surge en su



Fig. 192.—Ojos del Guadiana en la planicie de la Mancha. El «Ojo de Marilópez», manantial entre calizas tobáceas en Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1930.)

perficie en la depresión del terreno situado a más bajo nivel del manto, en el paraje donde brotan los manantiales de los Ojos (fig. 192).

Formado el Guadiana, avanza por la llanura de Daimiel (626 m.) en brazos anastomosados entre abundante vegetación palustre de carrizos, aneas y plantas acuáticas, depositando las aguas procedentes de los manantiales citados abundante carbonato cálcico, que traen disuelto, formándose potentes formaciones travertínicas; originándose un singular tramo palustre, en longitud de unos 35 kilómetros, entre el paraje en que brotan los Ojos y las cercanías de Ciudad Real, en donde están las ruinas de la gran fortaleza de Calatrava que defendía el paso del río. Entre Calatrava y Alarcos (la otra fortaleza defensora del paso) describe gran curva el río (figs. 193 y 194).



Fig. 193.—El Guadiana con corriente caudalosa a la salida de los manantiales de los Ojos en Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1930.)



Fig. 194.—El Guadiana en la zona palustre. Puente de Malvecino, cerca de Fernán Caballero (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1929.)

Pasado Alarcos el Guadiana hace otra curva, abandona el carácter palustre, se le incorpora el Javalón y, torciendo el curso, penetra entre las asperezas de los Montes de Toledo, avanzando entre las fragosidades de cuarcitas y pizarrales, entre jarales y por soledades, con dirección al Noroeste (fig. 195), rumbo a la depresión tectónica del Tajo, del que era afluente en época geológica pliocena, según atestiguan las espesas



Fig. 195.—El Guadiana en la zona de los Montes de Toledo, en Helechosa de los Montes (Badajoz).

(Foto Hernández-Pacheco, 1926.)

gleras que se extienden por Puerto Rey y la comarca toledana de La Jara.

Al llegar el Guadiana al estrecho de cuarcitas de Cijara (fig. 196), en los límites de las provincias de Ciudad Real, Toledo, Badajoz y Cáceres, hace el río un codo brusco, indicador de captura por el antiguo Guadiana extremeño, y torciendo el rumbo hacia el Oeste, se adentra en la penillanura de la provincia de Badajoz. El tramo fluvial desde Alarcos al portillo de Cijara es de un centenar de kilómetros, pasando por entre escarpadas riberas de cuarcitas, como ocurre en la Puebla de Don Rodrigo, a la altitud de 456 metros.

Al salir el Guadiana del portillo de Cijara y avanzar por la penillanura extremeña, lo hace con arrumbamiento al Suroeste hasta Orellana la Vieja, en recorrido de unos 65 kilómetros por territorio de pizarras cámbricas y silúricas y cerros cuarcitosos, observándose en al-

gunos parajes retazos de arcosas y arcillas oligocenas, como en Castilblanco, abundando las grandes extensiones de rañas pliocenas; país, en general, silvestre y escasamente poblado, con grandes amplitudes de jarales, algunas buenas dehesas con arboleda de encinas y alcornoques. Limita por el Norte la vallonada de esta parte del Guadiana la sierra de Pela (698 m.), de Cabeza de Buey y de Alcorchón, en donde



Fig. 106.—El Guadiana en el portillo de Cijara (Badajoz), paraje de ubicación de la gran presa para embalse de regadío.

(Foto Hernández-Pacheco, 1926.)

está la extensa llanura de pizarras silíceas de la Serena Oriental, comarca sin apenas tierra vegetal, desprovista de vegetación arbórea y de matorral; territorio inadecuado para el cultivo y productor de fina hierba sustanciosa, que se aprovecha con ganadería lanar, dotada de excelente lana larga y fina.

En el extremo occidental de la sierra de Pela están los pueblos de Orellana de la Sierra y Orellana Vieja, en donde el Guadiana endereza el rumbo general hacia el Oeste por valle plano y de gran amplitud, en donde el río se expansiona en brazos anastomosados o meandros diva-

gantes, originándose amplias tablas y lagunas en meandros abandonados, aislados de la corriente fluvial.

Se prolonga tal disposición de la vallonada del Guadiana en Extremadura Central por la zona de límites entre las provincias de Cáceres, al Norte, y de Badajoz, al Sur; con anchura variada y contorno en extremo irregulares, alargándose hacia el Oeste hasta la frontera portuguesa de Badajoz, en longitud, entre Orellana y Mérida, de unos 70 kilómetros, y entre Mérida y Badajoz, de unos 60 kilómetros; unos 130 kilómetros en total hasta la frontera, donde el Guadiana tuerce rumbo al Sur y comienza el tramo fronterizo y portugués. La altitud de Villanueva de la Serena, junto al río, es de 250 metros; la de Mérida, de 196, y la de Badajoz, de 155.

El límite septentrional de la llana y panda depresión es impreciso e irregular, fusionándose la zona de aluviones con la penillanura granítica del paleozoico inferior, de arrasamiento geológico, de Miajadas, y por los términos del Norte de la provincia de Badajoz que corresponden a Rena, Santa Amalia y San Pedro de Mérida. El límite meridional hasta Mérida está encuadrado por las áreas graníticas y relieves residuales de la comarca de la Serena Occidental, tales como Magacela (551 m.), Alange, Oliva (678 m.), ocupando fértiles terrenos modernos del valle Villanueva de la Serena, Don Benito, Valdetorres, Guareña, Villagonzalo, Zarza junto Alange, etc.

Mérida, en el comedio de la ancha vallonada del tramo del Guadiana en Extremadura Central, ocupa situación especial por estar en la gran área de un batolito granítico-sienítico, con terrenos cuarcitosos y colinas de calizas duras paleozoicas; terrenos eruptivos que se extienden al Norte en una veintena de kilómetros por Mirandilla, Carrascalejo y Aljucén. Por otra parte, las abruptas sierras residuales de duras cuarcitas, de la alineación orográfica Alange y San Serván, están muy destacadas hacia el Norte, o sea hacia el cauce del Guadiana, existiendo entre sus segmentos dos interrupciones o pasos a nivel: la hoz del Matachel, para desembocar en el río caudal por Alange, y el puerto de Sevilla, por el que pasan la carretera y el ferrocarril hacia la comarca de la Tierra de Barros. Tal disposición geológica y topográfica ocasiona que el Guadiana sea desviado por el batolito de Mérida, al que rodea por el Sur, describiendo el río una gran curva para salvar el obstáculo, recuperándose el arrumbamiento occidental en la Garrovilla, en donde termina, por el Oeste, el batolito granítico.

La situación estratégica de Mérida respecto a diversas regiones peninsulares, juntamente con las excelencias del terreno en el respecto agrícola y pecuario, fueron apreciadas por los gobernantes del Imperio

romano, fundándose en tal ubicación, terminada la romanización hispana, la ciudad de Emérita Augusta, cruce de comunicaciones y capital de la Lusitania (fig. 197).

Entre Mérida y Badajoz la vallonada del Guadiana es perfectamente llana, con la corriente fluvial en brazos anastomosados y meandros divagantes, con tendencia la corriente principal a adornarse al borde meri-

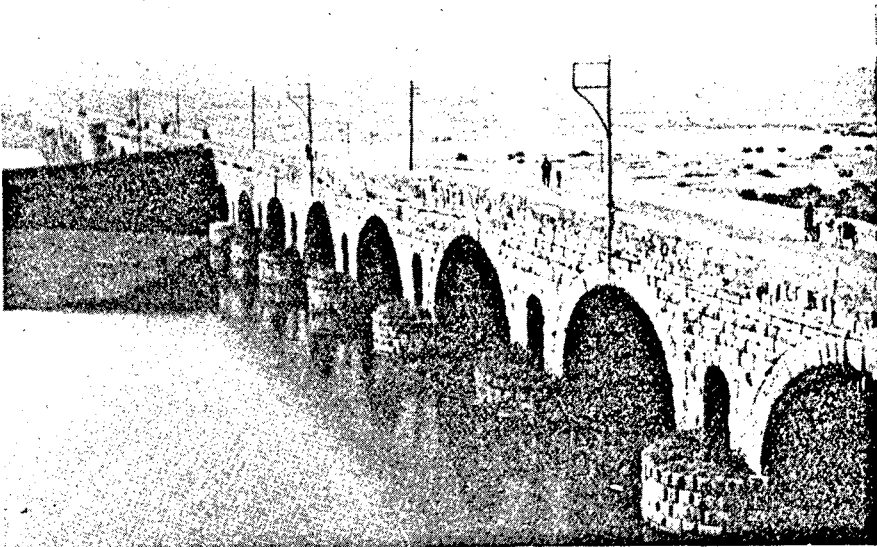


Fig. 197.—Puente romano, en Mérida, sobre el Guadiana.

(Foto Hernández-Pacheco.)

dional de la vallonada; pasando inmediato a Calamonte y arroyo de San Serván, edificados en el afloramiento del terreno silúrico; Lobón, en el borde del alto escarpe de terrenos arcillosos oligocenos, en los que el río produce intensa acción corrosiva; Talavera la Real, también en terrenos oligocenos, llegando a Badajoz (fig. 198) y pasando el río entre el altozano rocoso sobre el que se asienta la Alcazaba y el cerro de cañizas cámbricas del fuerte de San Cristóbal. Franqueado el paso, en donde la corriente fluvial forma amplia tabla, el Guadiana alcanza la frontera en la desembocadura del Caia, procedente de Portugal, en terrenos arenosos-arcillosos oligocenos; material litológico que se extiende por la banda meridional de la vallonada, con gran extensión entre Mérida y Badajoz.

En la margen derecha, entre Mérida y Badajoz, están La Garrovilla, Montijo, Puebla de la Calzada y Torremayor, sobre terrenos arci-

lloso-arenáceos de facies continental, los cuales se prolongan hacia el Norte con características de corresponder a terrenos neogenos, hasta alcanzar el borde meridional de las rañas pliocenas que forman ancha banda en la llanura, formadas con materiales procedentes del desecho de los relieves pizarrosos y de las cuarcitas de la sierra de San Pedro; continuándose, en ciertos casos, las rañas por las formaciones arcilloso-arenáceas de las vegas del Guadiana, especialmente en la zona situada

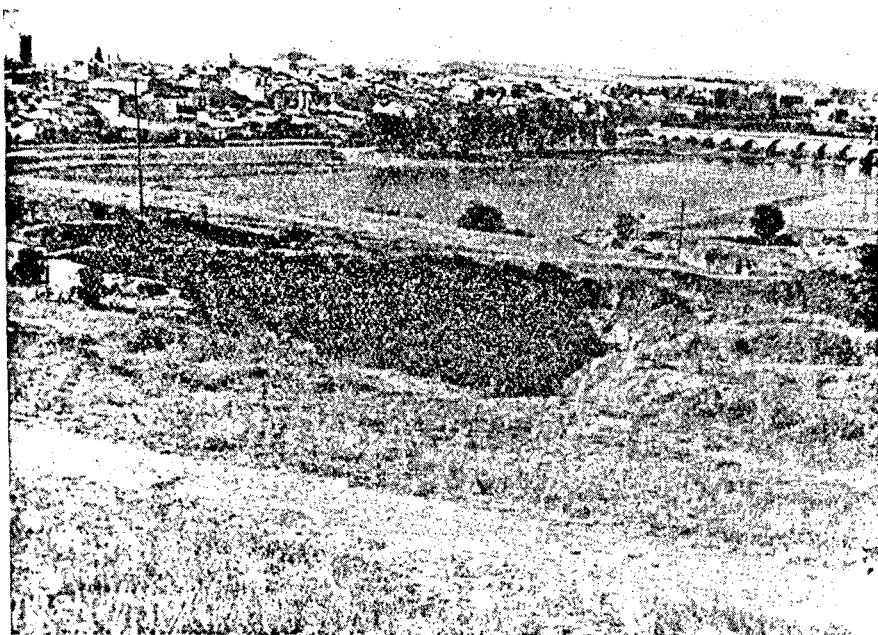


Fig. 198.—El Guadiana en Badajoz.

(Foto Hernández-Pacheco, 1951.)

al Norte del Montijo y de Badajoz, hacia La Nava de Santiago, La Roca y planicie del Gévora. Análogamente ocurre en las vegas del Guadiana, entre Mérida y Orellana, hacia Miajadas.

La determinación estratigráfica de los diversos terrenos que ocupan la planicie del Guadiana de Extremadura Central presenta la gran dificultad de la absoluta falta de fósiles. El oligoceno, con gran desarrollo en las zonas meridionales de la vallonada, se ha podido determinar por comparación de terrenos análogos salmantinos y zamoranos, con fósiles de mamíferos. Los terrenos neogenos son de más difícil determinación; los geólogos de fines del siglo XIX consideraron al conjunto estratigráfico como mioceno de facies continental. Francisco H.-Pa-

checo, que ha estudiado detenidamente el territorio, admite un complejo estratigráfico de oligoceno, mioceno y plioceno, estableciendo la distinción por el orden de superposición y diversidad de características de facies.

El autor de la presente obra ha supuesto la existencia, en época imprecisa del plioceno, de dos lagos o extensiones pantanosas, situados, respectivamente: la correspondiente al segmento a suso de Mérida, o sea en «La Serena Occidental», constituiría el denominado *lago Sereniano*, y la porción entre Mérida (la «Emérta Augusta» romana), el *lago Augustano*.

El área lacustre o palustre Sereniana estaría naturalmente represada por el batolito granítico-diorítico de Mérida, con arroyo emisario en vertedero natural, que probablemente correspondería con la curva del río. La zona lacustre o palustre Augustana, entre Mérida y Badajoz, estaría represada por umbral, entre el cabezo de la Alcazaba y el de San Cristóbal, con su correspondiente emisario en el cauce actual que atraviesa el puente de Palmas.

Confirman la hipótesis de la existencia de los lagos o áreas palustres referidas la no existencia de terrazas fluviales, en tal tramo del Guadiana de Extremadura Central; terrazas que se manifiestan en la zona de Cijara, aunque irregulares, confusas y múltiples, y con potentes gleras de canturrales, como también son patentes en el tramo portugués. Pero en el estado actual de los conocimientos geológicos, sin datos hasta el presente de carácter paleontológico, sería adentrarse en el campo de lo hipotético determinar la época geológica de la formación de los lagos, su existencia a través de las edades del neogeno y su desaparición y tránsito al régimen fluvial actual.

A corta distancia, pasado Badajoz, el Guadiana tuerce el rumbo de Este a Oeste por el de Norte a Sur, en la frontera con Portugal, siguiendo con tal arrumbamiento general hasta la desembocadura, en un largo tramo de unos 215 kilómetros, siendo fronterizo en un primer trayecto de unos 55 kilómetros.

El Guadiana en su último tramo es de características casi normales. Efectúa todo el recorrido por la penillanura paleozoica y de pizarras metamórficas de las provincias españolas de Badajoz y Huelva, y del Alentejo portugués, teniendo hacia el Oeste los terrenos graníticos y estratocristalinos de los distritos de Evora y de Beja, terrenos que por su mayor resistencia a la erosión forman macizos limitantes de la cuenca. Por otra parte, los terrenos terciarios que ocupan la depresión del Guadiana en Extremadura Central terminan en la zona fronteriza de Badajoz, y no aparecen en la cuenca del tramo portugués del

Guadiana, salvo una pequeña área entre los macizos cristalinos de Évora y Beja, constituyendo fina cobertura en muy suave depresión topográfica al Oeste de Moura, a altitudes de 126 y 143 metros (vértice Atalaia Gorda, en el borde oriental del estrato cristalino, al Sur de Moura, 272 m.).

En el primer trayecto fronterizo, el Guadiana atraviesa las pizarras cámbricas de la planicie de erosión de Olivenza, ciudad situada a unos 10 kilómetros al Este del Guadiana y del hermoso puente internacio-



Fig. 199.—Puente internacional de Ajuda sobre el Guadiana, próximo a Olivenza (Badajoz), con la zona media del puente derruida por las avenidas

(Foto Hernández-Pacheco.)

nal de Ajuda (fig. 199), inútil para el servicio, por permanecer sin recomponer los derruidos arcos centrales. En paraje situado ante el pueblo español de Cheles (Badajoz) y el portugués de Mourão (vértice Monsaraz, 323 metros), el Guadiana se interna en territorio portugués. Atraviesa ancha banda de terrenos del silúrico superior; cruza cerca y al Oeste de Moura, el estratocristalino y la zona de cobertura indicada, según el mapa geológico portugués, como mioceno de facies lacustre; al Oeste y cerca de Serpa (273 m.), bordea el macizo diorítico de Beja, y penetra en la zona del estratocristalino, estrechando y encajándose el

cauce y formando rápidos la corriente, especialmente en el paraje denominado «Pulo do Lobo», pasado el cual atraviesa el río otra banda de terrenos devónicos, en cuyo borde meridional está Mértola, en la margen derecha, a la altitud de 71 metros. Constituye la zona de rápidos del «Pulo do Lobo» otra anomalía del Guadiana, por estar situado próximo a la desembocadura. Desde Mértola el río penetra en el territorio de pizarras del carbonífero inferior, tuerce hacia el Sureste y llega a la frontera.

En el extremo occidental de la sierra del Granado (322 m.) se une al Guadiana la ribera del Chanza, cuya corriente, procedente de la provincia de Huelva y que forma frontera, se une a la del Guadiana de recorrido portugués, marcando desde la confluencia límite internacional, avanzando el río caudal más o menos encajado en las pizarras carboníferas hasta unos 10 kilómetros del mar. Pasado el cerro de Monte Gordo (160 m.), en la margen izquierda, el cauce se ensancha y comienza el estuario, desembocando el Guadiana, entre la ciudad de Ayamonte, en la margen española, y de Villarreal, en la portuguesa.

De lo expuesto se deduce que el Guadiana es de cuenca en llanura o en penillanura, y únicamente en sector correspondiente a la zona meridional de los Montes de Toledo, entre Alarcos y Cíjara, tiene la corriente en territorio escabroso, escabrosidad y aspereza que no es consecuencia de la altitud del relieve, sino de la litología, por las formas rudas y escarpadas que las acciones erosivas producen en las cuarcizas silíceas. La característica litológica de la cuenca y de los diversos tramos del valle producen en la fisiografía del Guadiana efectos más patentes que en los otros ríos caudales hispanos, en los cuales el factor orográfico prepondera sobre el litológico. Esto hace que el Guadiana regula temporalmente su caudal en coincidencia con la pluviosidad, con crecidas súbitas en las épocas de temporada de lluvia, tanto en invierno como en primavera, y con mínimos aportes en el verano, época en que es vadeable por casi todas partes, salvo por los parajes de grandes tablas con aspecto lacunar, y por las zonas palustres de caños anastomosados y densa vegetación acuática entre ellos.

El Guadiana actual produce la impresión de ser un río formado con retazos residuales de redes fluviales anteriores. La anomalía del Guadiana hace que no puedan señalarse en él los tres tramos fundamentales de todo río normal, teniendo que hacerse la distribución en grandes tramos, atendiendo a particularidades especiales en cada uno de ellos. Con arreglo a esto, distinguimos en el río caudal las siguientes divisiones:

a) Tramo manchego. Termina en el paraje en el que surgen los Ojos del Guadiana, tramo que comprende dos partes confluentes:

a) Conjunto de ríos divagantes en llanura semiendorreica, siendo la principal rama fluvial la del Gigüela-Záncara. 6) Alto Guadiana de las lagunas de Ruidera.

b) Tramo palustre. Comprende los Ojos hasta la confluencia del Javalón, al Suroeste de Alarcos, distinguiéndose dos subtramos: a) Zona palustre de Daimiel, entre los Ojos y la vieja fortaleza de Calatrava, porción difícilmente franqueable. 6) Gran curva de Ciudad Real, comprendida entre las dos antiguas fortalezas estratégicas de Calatrava y de Alarcos.

c) Tramo oretano. En donde el río avanza por territorio de ásperas cuarcitas silúricas, entre la confluencia del Javalón y el Portillo del Cijara.

d) Tramo extremeño. Entre el Portillo de Cijara y la frontera en Badajoz, en donde el río avanza a lo largo de la depresión central de Extremadura, dividido en tres subtramos: a) Subtramo Oriental, entre el Portillo de Cijara y el final de la sierra de Pela, en Orellana, comarca de penillanura silícea con moderados relieves cuarcitosos y cauce de tipo normal. 6) Subtramo Sereniano, entre Orellana y Mérida, 7) Subtramo Angustano, entre Mérida y Badajoz.

e) Tramo portugués. En el que el Guadiana avanza con arrumbamiento meridional, formando la frontera o adentrando en Portugal, que comprende desde Badajoz hasta el Atlántico, y en donde no hay más anomalía que el Pulo do Lobo, producido por causa litológica.

Con arreglo a tal distribución, se hace la descripción de los afluentes del Guadiana.

Componentes del Guadiana en el tramo de origen o manchego.

La llanura manchega del Guadiana está recorrida por un abanico fluvial, cuyas varillas, que son los ríos, concurren al paraje donde brotan los manantiales de los Ojos, estando constituido tal conjunto, contando de Oeste a Este, por los ríos Amarguillo, Gigüela, Záncara, Azuer y Alto Guadiana, o de las lagunas de Ruidera.

Amarguillo.—Se origina en los bordes orientales de la penillanura paleozoica de los Montes de Toledo, al Norte del alto cono cuarcitoso de la Calderina (1.209 m.). Describe el curso fluvial curva de prolongada convexidad oriental, pasando el río por Urda, Consuegra, Madrid-dejos (vértice Bolos, 717 m.), entre Alcázar de San Juan y Herencia, y al Este del vértice Navajo (881 m.), desembocando ayuso de Villarta de San Juan en el Gigüela, al cabo de un recorrido de unos 60 kilómetros. El Amarguillo es curso fluvial de tipo rambla, sin corriente

la mayor parte del año, experimentando crecidas súbitas con los grandes aguaceros tormentosos, algunas catastróficas, como las que a principios de siglo produjo en Consuegra muchas desgracias y grandes daños.

El Gigüela.—El río de más largo recorrido en la llanura manchega es el Gigüela, que recoge los aportes del Riánsares, Záncara y los circunstanciales del Alto Guadiana. Se origina el Gigüela en la zona de tránsito entre la Alcarria y la Mancha, al Oeste de Cuenca. Avanza

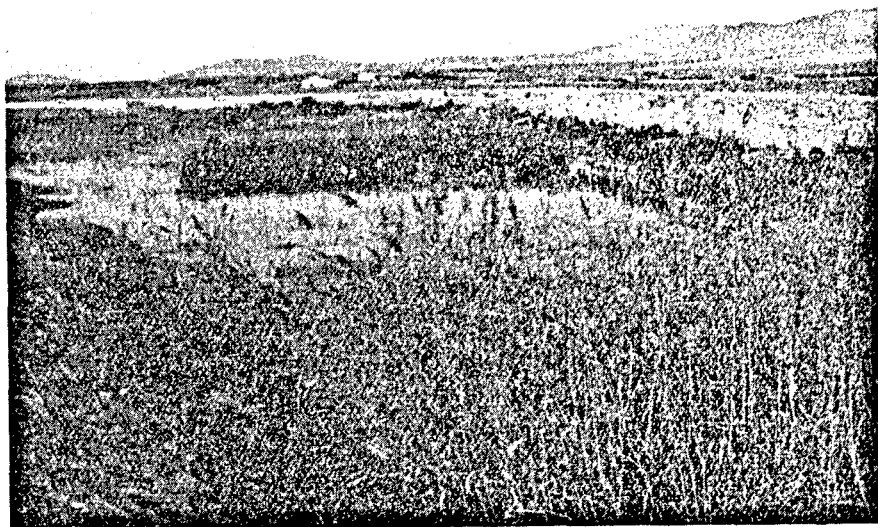


Fig. 200.—El Gigüela en la zona pantanosa de Arenas de San Juan (Ciudad Real)

(Foto Hernández-Pacheco.)

hacia el Suroeste y recorre la llanura de caños anastomosados y curso divagante, pasando por la Puebla de Almoradier, en la planicie con extensas áreas de gleras de gruesos cascajos pliocenos o del cuaternario antiguo, situadas entre Puebla de Don Fadrique y Quintanar de la Orden. Inmediato a Quero se le incorpora, por la margen derecha, el Riánsares, y corre con arrumbamiento meridional, pasando entre Alcázar de San Juan (650 m.) y Herencia. A unos 12 kilómetros al Suroeste de Alcázar se le une, por la margen izquierda, el Záncara, procedente de la parte central de la Mancha, incorporándosele también, en

el mismo sitio, el Canal del Guadiana, que ha sustituido a la madre vieja del Alto Guadiana, ocupada actualmente por plantíos y cultivos.

El Gigüela desde este paraje avanza, al Suroeste, bordeando meridionalmente la penillanura paleozoica, pasando por Villarta de San Juan (636 m.), Arenas de San Juan (fig. 200) y Villarrubia de los Ojos, situada en el borde de la penillanura paleozoica. Llega el Gigüela, por lo común con pobre caudal, a la comarca que limitan los dos últimos pueblos citados, que es en la que brota el potente caudal de los manantiales de los Ojos del Guadiana, caudal al que se une el que aporta el Gigüela, terminando en tal paraje el tramo manchego y comienza el palustre. El recorrido total del Gigüela es de unos 140 kilómetros.

Riánsares.—Se origina este afluente del Gigüela en la zona de borde entre Alcarrias y Mancha, cerca de Huete (Cuenca); pasa por Tarancón, y, cerca, al Este, del cerro-isla Gollino (833 m.), quedando a Poniente los montes islas, de cuarcitas silúricas, de Lillo (684 m.); del Romeral (877 m.), cerca de Villacañas. Se une al Gigüela junto a la laguna de Quero (662 m.), en comarca endorreica con abundancia de lagunas temporales salobres. El recorrido del Riánsares es de unos 90 kilómetros.

Záncara.—Se origina el Záncara en el borde de la llanura manchega, entre Cuenca y Huete, corriendo hacia el Sur por la Mancha de Cuenca hasta el centro de la llanura, en donde recibe, por la margen derecha, al *Rus*, que pasa por San Clemente. Tuerce el Záncara al Oeste, y recibe, por la margen izquierda, al *Córcoles*, que procede de los abundantes manantiales de Múnera (929 m.), en el Campo de Montiel (vértice Barreras, 1.105 m.), corriendo al principio el *Córcoles* por ancha vallonada con regadíos y arboledas: pasa cerca de Villarrobledo, y en la llanura la corriente disminuye y se agota de tal modo, que sólo alcanza al Záncara en las temporadas lluviosas. El Záncara avanza por el Norte de la Provincia de Ciudad Real, hasta su unión con el Gigüela. El recorrido del Záncara es de unos 130 kilómetros.

Alto Guadiana.—La característica del Alto Guadiana es singular. Procede del Campo de Montiel, territorio constituido geológicamente por terrenos triásicos de calizas esponjosas y de margas yesíferas, en altiplanicie del millar de metros de altitud (El Bonillo, 1.101 m.; Ossa de Montiel, 980 m.), país de pobre agricultura y matorral de carrascas.

Se origina el Alto Guadiana en los manantiales de Pinilla, en la zona de margas triásicas de la paramera, mediante pequeñas lagunas. Desciende la corriente hacia el Norte, hasta llegar a ancha vallonada en las

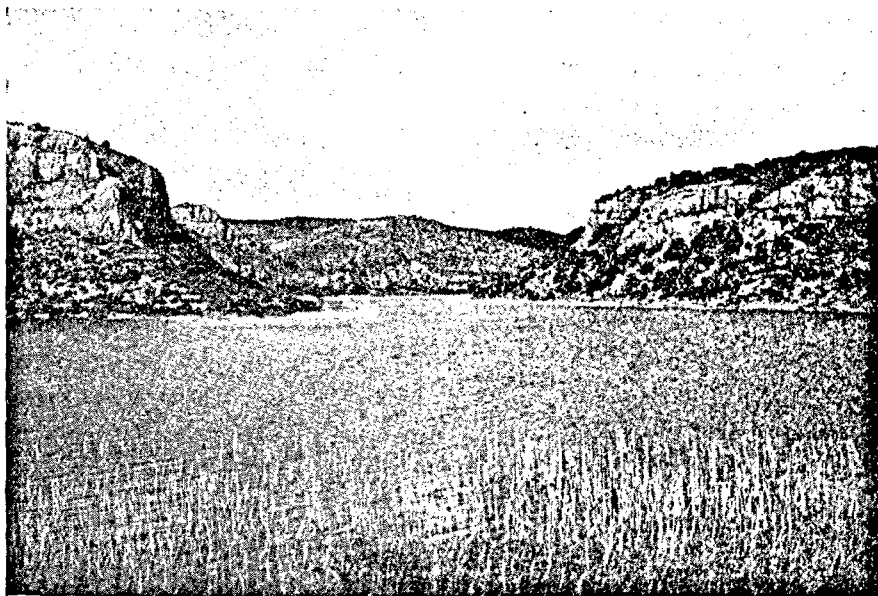


Fig. 201.—El Guadiana Alto en las lagunas de Ruidera (Ciudad Real). Laguna de San Pedro.

(Foto Hernández-Pacheco, 1930.)



Fig. 202.—Cascada del Alto Guadiana en las inmediaciones de Ruidera (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

calizas esponjosas, en las que existen una serie de pequeños lagos de extensión variable de unos hectómetros a unos kilómetros, generalmente con manantiales en el fondo: lagos de limpias aguas, en parajes amenos, con arboledas, y de los que salta la corriente de unos lagos a otros por bellas cascadas, constituyendo las *Lagunas de Ruidera*, hasta la aldea de Ruidera, en cuyo paraje, por más alta cascada, salta el agua a otras lagunas pandas y con vegetación palustre (figs. 201 y 202). En el primero de los lagos de la serie alta se une, por la margen derecha, el riachuelo *Peñarrubia*, procedente de El Balletero, distante unos 35 ki-

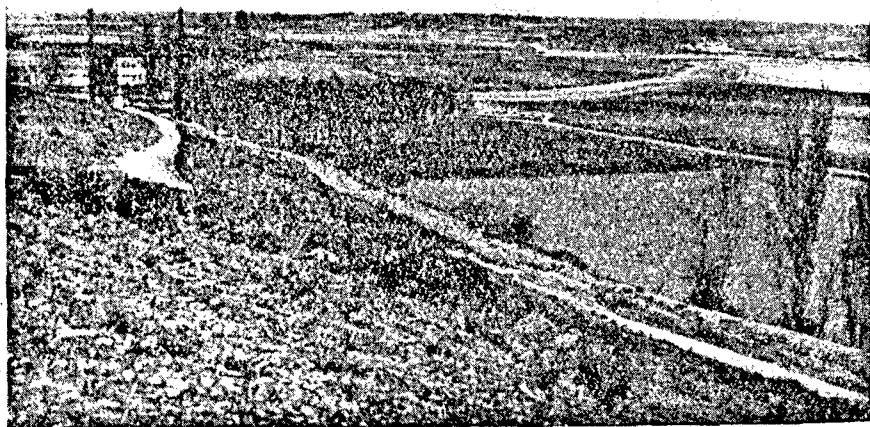


Fig. 203.—El Guadianá a la salida del Campo de Montiel y entrada en la llanura manchega de San Juan, cerca de Argamasilla de Alba.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

lómetros al Este, que pasa por Ossa de Montiel, y cerca de la unión con la serie lacunar, existe otra pequeña laguna pantanosa, en la que está el ruinoso castillo de Rochafriada.

Pasadas las lagunas de Ruidera, el Alto Guadiana avanza por la ancha vallonada, pasando por la estrechura de Peñarroya, en cuyo borde oriental están sobre un peñón avanzado de la ladera las ruinas del castillo de tal denominación. En este paraje se está construyendo presa para gran embalse. Antes de llegar la corriente al estrechamiento de Peñarroya, ha sido desviada en el sitio denominado El Atajadero, con una presa, para tal fin, y recogida por el Canal del Gran Prior de la Orden de San Juan, obra del siglo XVIII. El canal sustituye al cauce

antiguo, o «madre vieja», actualmente ocupada por cultivos. Sale el canal a la llanura y pasa por Argamasilla de Alba y por la Alameda de Cervera, vertiendo canal y madre vieja en la confluencia del Cigüela y Záncara. En los años muy lluviosos, la corriente sobrante de la capacidad del canal, al llegar a Argamasilla de Alba, es desviada hacia El Tomelloso y el Córcoles, mediante una presa circunstancial formada por troncos, hasta que merma la corriente fluvial. El Alto Guadiana, desde el origen hasta la desembocadura del canal y de la madre vieja en el Cigüela, tiene longitud de unos 115 kilómetros (fig. 203).

Afluentes al Guadiana en los tramos palustre y oretano.

El Guadiana, en la zona palustre, recibe como importante afluente, por la margen izquierda, el río Azuer, que se une al Norte y cerca de Daimiel al cauce de la corriente procedente de los Ojos. Por la derecha vierte en el Guadiana, al Norte de Ciudad Real, el Bañuelo.

Río Azuer.—El Azuer es el más occidental de los ríos de la llanura de la Mancha. Se origina en la parte occidental del Campo de Montiel, y presenta arrumbamiento al Noroeste; cruza por entre los montes islas de la sierrecilla de Alhambra (Juego de Bolos, 1.098 m.); pasa por Manzanares y Daimiel, y después del recorrido de un centenar de kilómetros, se une con la corriente que brota de los manantiales de los Ojos del Guadiana.

Río Bañuelo. El Bañuelo se forma en la penillanura de terrenos del paleozoico inferior, en el extremo oriental de los Montes de Toledo, al Sur de la Calderina, ramificación fluvial que ha sido recogida en el embalse Gasset, cerca de Fernán-Caballero, empleándose en regadíos el caudal obtenido.

En el recorrido del Guadiana, por la penillanura de terrenos cuarciosos meridionalmente a relieves oretánidos, afluyen por ambas márgenes del río caudal diversidad de afluentes de relativa importancia. Corresponden a la margen derecha Bullaque, Valdeorno, Bodonal y Estena, además de los arroyos directos al Guadiana. Desembocan, por la margen izquierda, el Javalón y Tirteafuera.

Río Bullaque.—Tiene su origen en la parte central de los Montes de Toledo, en la sierra de Chorito (1.046 m.), con ramas en los fragosos terrenos de los pueblos de Retuerta (733 m.) y Alcoba, localidades todas de la provincia de Ciudad Real. La distancia, en línea de aire entre Retuerta y Luciana, es de 55 kilómetros.

Río Valdeorno.—Se forma en los ásperos y despoblados territorios de Navalpino, desembocando frente a Villarta de los Montes. La

distancia de la rama más larga entre el origen y la desembocadura es de unos 30 kilómetros.

Río Bodonal.—Corresponde a los pueblos de Horcajo de los Montes y Bodonal de la Sierra, con recorrido de unos 30 kilómetros, parte en la provincia de Ciudad Real y parte en la de Badajoz.

Río Estena.—Es el más importante del silvestre territorio. Está comprendido en la zona alta oretánida (1.418 m.) de las Navas de Estena, provincia de Toledo; recibe múltiples pequeños afluentes, por la mar-



Fig. 204.—El río Estena entre los Montes de Toledo.

(Foto Hernández-Pacheco, 1926.)

gen derecha, y desemboca en el Guadiana en el codo que hace el río caudal en el Portillo de Cíjara. La distancia del origen a la desembocadura es de unos 55 kilómetros (fig. 204).

Junto a la desembocadura se le une, por la margen derecha, el *Fresnedoso*, que es un riachuelo procedente de la divisoria orográfica entre Tajo y Guadiana, y describiendo curva con convexidad al Oeste, se incorpora al Estena, junto a la desembocadura de éste en el Guadiana.

Río Javalón.—El Javalón, afluente al Guadiana por la margen izquierda, establece separación entre dos tramos del río caudal: el palustre de la llanura manchega y el de recorrido encajonado en los terrenos

silíceos y roquedos cuarcitosos de los Montes Oretanos. Se forma el Javalón en el extremo occidental del campo de Montiel (vértice Castellanos. 1.042 m.) y en los relieves pizarrosos septentrionales de Sierra Morena, y orientales de las Oretánidas, por Santa Cruz de Mudela (vértice Cabeza de Buey. 1.156 m.). Presenta dicho afluente disposición ramiforme; en dirección hacia el Norte avanza hasta inmediato a Valdepeñas, desde donde se arrumba al Oeste (vértice Prieto. 926 m.), re-

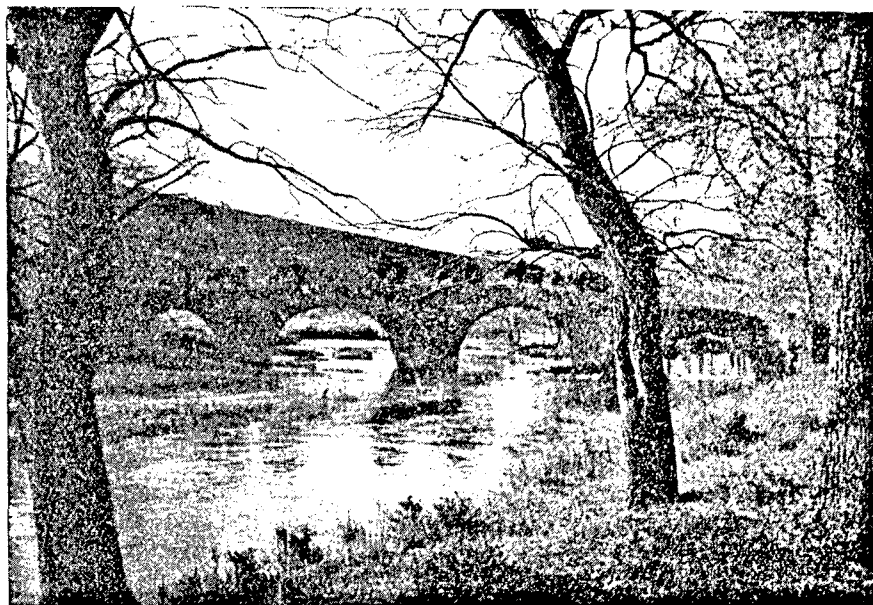


Fig. 205.—Puente de las Ovejas sobre el Javalón, en Corral de Calatrava (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco.)

corriendo la comarca de los Campos de Calatrava; pasando entre Calzada de Calatrava y Granátula, y, con alineación Noreste entre Corral de Calatrava y Poblete (fig. 205), en territorio abundante en formaciones volcánicas; desembocando, en el Guadiana, a una quincena de kilómetros a Poniente de Ciudad Real. El recorrido del Javalón es del centenar de kilómetros.

Río Tirteafuera.—Al Oeste del Javalón, en pleno territorio de los campos de Calatrava, tiene su origen y recorrido el Tirteafuera, entre terrenos pizarrosos y cuarcitosos, con materiales rocosos de naturaleza volcánica.

Se forma en Argamasilla de Calatrava y pasa por el lugar de Tir-

teafuera (vértice Sierra Gorda. 849 m.) y al Oeste y próximo a Cabezados y Abenojar. El arrumbamiento general es WNW. y NNW., describiendo arco con la concavidad hacia la llanura de Ciudad Real; morfológicamente es de tipo pennado; desembocando en el Guadiana a unos 30 kilómetros a Poniente del Javalón; con recorrido de unos 60 kilómetros.

Afluentes al Guadiana en el tramo extremeño.

En la Extremadura Central es donde están los más importantes afluentes al río caudal, que atraviesa, con rumbo general de Este a Oeste, la depresión extremeña.

Corresponden a la margen derecha: Guadalpulpejo; rama fluvial del Rucas (Gargálica, Rucas y Alcollarín); Búrdalo y Fresnedilla; Aljucén, Lácara; Alcazaba, Guerrero y Génova.

Corresponden a la margen izquierda, procedentes de la penillanura de la provincia de Badajoz, los siguientes: Fuenlabrada, Peloché, Zújar, Ortigas, Guadamez, Matachel, Guadajira, Albúera y Revilla.

Guadalpulpejo.—Es un riachuelo procedente de la serranía de Guadalupe, que se origina cerca de la localidad del célebre monasterio, atravesando territorio áspero y silvestre situado entre Alía y Castilblanco; pasa por Valdecaballeros, y a poca distancia desemboca en el Guadiana, frente a Peloché. El recorrido es de unos 45 kilómetros.

Rama del Rucas.—Procede la rama fluvial del Rucas (Gargálica, Ruedas y Alcollarín) del conjunto orográfico de la sierra de Guadalupe y Villuercas (1.443 m. y 1.736 m.), continuada al Oeste por la de las Paredes (vértice Pedro Gómez, 1.004 m.) y del Marchaz, conjunto que constituye territorio de mayor pluviosidad que la penillanura que le rodea por Sur, Oeste y Noroeste.

El Gargálica es el más oriental de la rama, y tiene el curso desde la base de la Sierra de Guadalupe hacia la vallonada del Guadiana, situada al Oeste de Orellana la Vieja, por llanura con buenas dehesas de arbolado, separada del Guadiana por la Sierra de Pela, en la que están Navalvillar de Pela y Orellana de la Sierra (Repica, 698 m.), uniéndose el Gargálica al Rucas al Norte de Rena, con un recorrido de unos 50 kilómetros, con rumbo general al Suroeste.

El Rucas es el brazo intermedio de la rama fluvial y el de más largo recorrido. Se origina en la Sierra de Guadalupe; pasa, en garganta, por Cañamero, al Sureste de las escarpadas cuarcitas de las Villuercas. En la penillanura, pasa al Sur de Logrosán y por Madrigalejo, y por

Rena, cerca del puente de Medellín, desemboca en el Guadiana, con recorrido de unos 80 kilómetros y rumbo general al Surceste.

El Alcollarín procede de los relieves orográficos que prolongan hacia el Oeste la divisoria entre Tajo y Guadiana de la Sierra del Marchaz (1.004 m.), al Norte del alto cono granítico de Santa Cruz, al que contournea orientalmente, pasando por Conquista, Alcollarín y El Campo, y cerca de Villar de Rena se une con el Ruccas, después de un recorrido de unos 50 kilómetros, con arrumbamiento general al Sur.

Río Búrdalo.—Se origina al Oeste del cono granítico de Santa Cruz, en Puerto de Santa Cruz (492 m.); pasa, en ribera de huertas, entre Miajadas y Almoharín, al Este de la sierra granítica de San Cristóbal; avanza por la planicie de cobertura neogena a la penillanura del paleozoico inferior, pasa junto a Santa Amalia y desemboca en el Guadiana, habiendo efectuado un recorrido de unos 50 kilómetros.

Fresnedillo.—Es un riachuelo de arrumbamiento NNE. a SSW., coincidente con la dirección tectónica, mediante falla, que existe entre las sierras graníticas de Montánchez y San Cristóbal, y que se señala en Arroyomolinos y Valdemorales. Se origina el Fresnedillo al Sur de Arroyomolinos y desemboca, pasado San Pedro de Mérida, en el Guadiana, habiendo efectuado un recorrido de unos 30 kilómetros.

Río Aljucén.—Se origina en la llanura intermontañosa entre la escarpada sierra granítica de Montánchez (994 m.) y la de cuarcitas silúricas de Alcuéstar (La Centinela, 698 m.). Tiene en un primer tramo de arrumbamiento al ESE., recibiendo el aporte del arroyo torrencial que descende de la sierra de Montánchez a Arroyomolinos; contournea meridionalmente la sierrecilla de Alcuéstar, recibiendo los aportes del embalse antiguo, con ribera de molinos de Valdelrey. En la provincia de Badajoz pasa a lo largo de la vertiente septentrional de la sierra del Moro, situada al Norte de Mirandilla, con estrechuras entre cuarcitas, saliendo a terrenos más despejados junto a Aljucén, penetrando con rumbo occidental en el batolito granítico de Mérida, y desemboca en el Guadiana, inmediato a Esparragalejo, entre Mérida y La Garrovilla. El recorrido es de unos 50 kilómetros (fig. 206).

El Aljucén tiene abierto el valle de su tramo medio en el paleozoico inferior, vallonada que es de época anterior al plioceno, pues los extensos mantos de rañas de esta edad bordean por la margen derecha al cauce en disposición que indica que la vallonada es anterior a los mantos cascajosos de las rañas.

Lácara.—A partir de Aljucén hacia el Oeste, los afluentes extremos por la margen derecha, al Guadiana, tienen el origen en la Sierra de San Pedro, de arrumbamientos orográficos y geotectónicos de

Noroeste a Sureste, o sea, hespéricos; atraviesa tales afluentes la banda de rañas pliocenas situadas meridionalmente a los relieves, y cruzan la llanura de depósitos neogenos, situada al Norte del río caudal, desembocando por entre las gleras de los aluviones modernos.

El río Lácara es de corto recorrido, de unos 30 kms. Se origina en el límite entre las dos provincias extremeñas, en Cordobilla de Lácara; pasa al Este de la Nava de Santiago, por parajes con hondos reman-

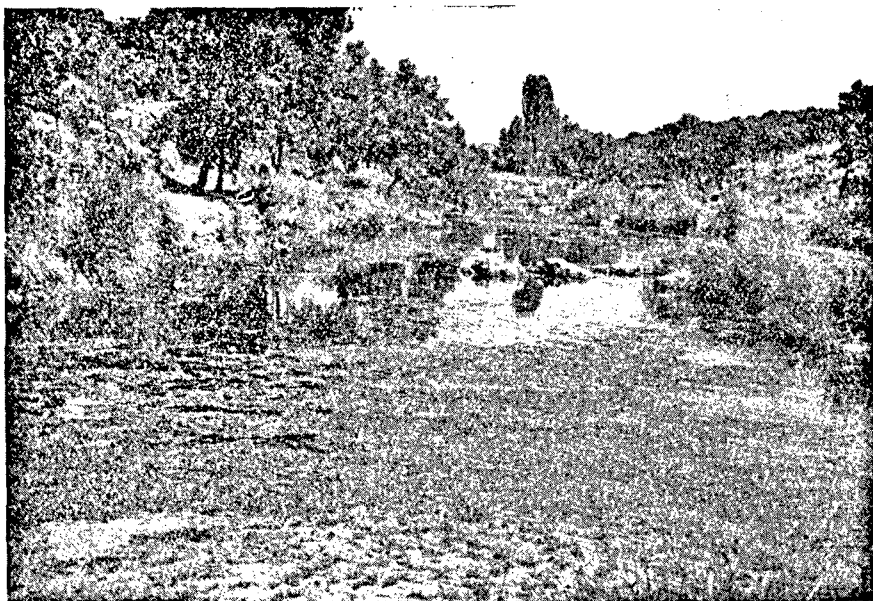


Fig. 206.—El Aljucén en las cercanías de los restos del puente romano en el terreno granítico del Moro en los Montes de Mérida.

(Foto Hernández-Pacheco.)

sos, entre arboleda de grandes alcornoques y encinar, y con restos dolménicos y sepulturas prehistóricas labradas en los canchos de granito. Desemboca en el Guadiana, junto a Torremayor.

Ríos Alcazaba y Guerrero.—Constituyen una rama fluvial de dos brazos a su vez bifurcados, y que se unen junto a la desembocadura, en el comedio entre Montijo y Badajoz. El brazo oriental es el río Alcazaba, que se origina en la Puebla de Obando. El occidental es el Guerrero, que nace entre la Puebla de Obando y Villar del Rey, en los límites septentrionales de la provincia de Badajoz. Son ríos de corriente únicamente subálvea en verano y con charcos residuales. En la zona inferior del Guerrero es donde se dió la célebre batalla de Zalaca, que

aseguró en España la invasión almoravide. Tienen de recorrido unos 40 kilómetros.

Río Gévora.—Comprende dos ramas que se reúnen en un tronco, a unos 15 kms. de Badajoz, en donde está la desembocadura en el Guadiana. Se originan en la Sierra de San Pedro. La de la rama oriental al Este de Alburquerque y Sur de Aliseda y Herreruela (Cáceres), uno de cuyos afluentes, el Zapatón, es el que surte de agua a la ciudad de Badajoz; pasa próximo a Villar del Rey, paraje con canteras de grandes piezas de pizarras. La rama occidental, o del Gévora, se forma al Sur de Valencia de Alcántara, junto a la frontera portuguesa. El recorrido de una y otra rama fluvial es de 55 y 65 kms., respectivamente. Atraviesan terrenos de campos cerealísticos y con buenas dehesas de arbolado.

Los afluentes al Guadiana, en el tramo extremeño, que a continuación se indican, son los que desembocan en el río caudal por la margen izquierda.

La depresión central de Extremadura recorrida longitudinalmente por el Guadiana tiene carácter simétrico, en el conjunto de la penillanura, señalando el eje el curso del Guadiana; característica topográfica que origina disposición penniforme de la red de afluentes con análoga importancia en el conjunto del caudal total aportado por una y otra margen. Los de la izquierda son los siguientes:

Pelоче.—Entre Helechosa, situada en la margen izquierda del Guadiana Oretano, cerca del codo de Cíjara y Herrera del Duque (Badajoz), existen dos riachuelos que se originan en los relieves (862 m.) de Villarta de los Montes y Fuenlabrada de los Montes. El rumbo es al Noroeste y la longitud de unos 30 kms., y desembocan en el Guadiana por la margen izquierda: el más oriental frente a Castilblanco, y el occidental, que pasa por Herrera del Duque, desembocando por Pelоче, frente a Valdecaballero.

Río Zújar.—Es el principal afluente al Guadiana y el de cuenca más extensa, comprendida en las provincias de Badajoz, Ciudad Real y Córdoba. Corresponden a la cuenca del Zújar, en la de Badajoz, la extensión total o parcial de los distritos de Herrera del Duque, Puebla de Alcocer, Castuera y Villanueva de la Serena; a la de Ciudad Real, la de Almadén, y a la de Córdoba, las de Hinojosa del Duque, Pozoblanco y Fuenteovejuna, en territorio de penillanura pizarrosa y cuarcitosa del paleozoico inferior, accidentada por relieves de cuarcitas silúricas, y, con otras extensiones, por amplias zonas graníticas en estado avanzado de erosión, con canchos y grandes cantos entre la masa del granito descompuesto, como es el caso de la gran banda de los

Pedroches, por Hinojosa del Duque y Pozoblanco. Las bandas de terrenos y alineaciones tectónicas son en general al Noroeste, o sea, de tipo hespérico. La red fluvial es profusa y la divisoria del agua entre Guadiana y Guadalquivir, confusa y entrecruzada por erosiones remon- tantes recíprocas.

La parte hacia el Este, o sea, del distrito de Almadén, es principal- mente de ásperos terrenos de cuarcitas, con extensos afloramientos de- vónicos y emisiones eruptivas. La comarca de la Serena Oriental, atra- vesada por el último tramo del Zújar, es llanura de erosión de pizarras síliceas cámbricas, inadecuada para cultivos por escasez de tierra la- borable. La comarca de los Pedroches, de granito descompuesto, se- gún se ha dicho. Comprende la longitud de la cuenca del Zújar, de Sureste o Noroeste, entre Pozoblanco (Córdoba) y Orellana la Vieja (Badajoz), junto al Guadiana, la longitud de unos 90 kilómetros. La anchura de la cuenca del Zújar, paralelamente al curso del Guadia- na, de Noroeste a Suroeste, entre Herrera del Duque y Castuera (situada en la sierra de cuarcitas de Benquerencia), comprende una distancia de 65 kms.

En su conjunto, la cuenca del Zújar da la impresión de una peni- llanura suavemente deprimida y con pendiente general hacia el Norte, o sea, al Guadiana, y, también, de Este a Oeste, limitada del lado oriental por los relieves de la Sierra de Almadén, continuación de las de la Sierra Madrona, en alineaciones orográficas hespéricas, y limita- da del lado occidental por los relieves, asimismo hespéricos, de las sierras de Peraleda y del Pedroso (Vértice Santa Inés, 848 m.), y la sierra transversal de Benquerencia (951 m.), en la que está Castuera, y correspondientes a las alineaciones orográficas hispánicas, estando limitada la depresión junto al Guadiana por el relieve de cuarcitas de Magacela (551 m.). Tal estructura tectónica de la cuenca del Zújar hace que el cauce de este río vaya adosado al borde occidental, sin afluentes importantes, sino pequeños arroyos, mientras que por la mar- gen derecha recibe el Zújar todos sus importantes afluentes, proceden- tes de los relieves situados al Este, en las prolongaciones orográficas de Sierra Madrona y de Alcudia.

Son tales afluentes, contando de Sur a Norte, los siguientes: *Ca- ganchas*, de Belalcázar; *Guadamatilla*, de Hinojosa del Duque; *Gua- dalmez*, que forma el límite interprovincial entre Badajoz y Ciudad Real: afluente con él importante el *Valdeazogues*, por la comarca de Almadén y Almadenejos; el *Esteras*, por Garlitos (Badajoz) y Valde- manco (Ciudad Real); el *Guadalomar*, con su origen en la divisoria con el Guadiana de la Puebla de Don Rodrigo, por Agudo, Siruela

(Vértice Motilla, 940 m.) y Santi-Spiritus. En el tramo terminal del río, en el que con rumbo occidental, paralelo al Guadiana, atraviesa el Zújar La Serena Oriental, por efecto de la pendiente general de la cuenca hacia el Norte, recibe el Zújar algunos afluentes de mayor importancia que los arroyos procedentes del Oeste, siendo los riachuelos que originados en la Sierra de Benquerencia atraviesan la



Fig. 207.—Valle del Guadajira en las inmediaciones de Solana de los Barros (Badajoz). Terreno mioceno y oligoceno.

(Foto Hernández-Pacheco, VI-1951.)

llanura pizarrosa de La Serena, los siguientes: *Dos Hermanas*, desde Cabeza del Buey, por Zarza-Capilla. *Almorchón*, originado en los relieves próximos a la estación de enlace del ferrocarril. *Guadalejira*, que tiene su nacimiento en las alturas de Castuera. El recorrido de estos riachuelos es de unos 20, 25 y 40 kms., respectivamente. El recorrido total del Zújar es de unos 160 kms.

Río Ortigas.—Con arrumbamiento al NNW. se origina en la Sierra del Pedroso el río Ortigas, que pasa por Zalamea de la Serena, Valle de la Serena, Mengabril, y desemboca junto a Medellín, en el Guadiana, con un recorrido de unos 50 kms.

Río Guadamez.—Análoga disposición que el Ortigas tiene el Guadamez, que se origina en la Sierra de Peraleda, pasa cerca de Campillo de Llerena y de Retamal, quedando al Oeste la empinada sierra

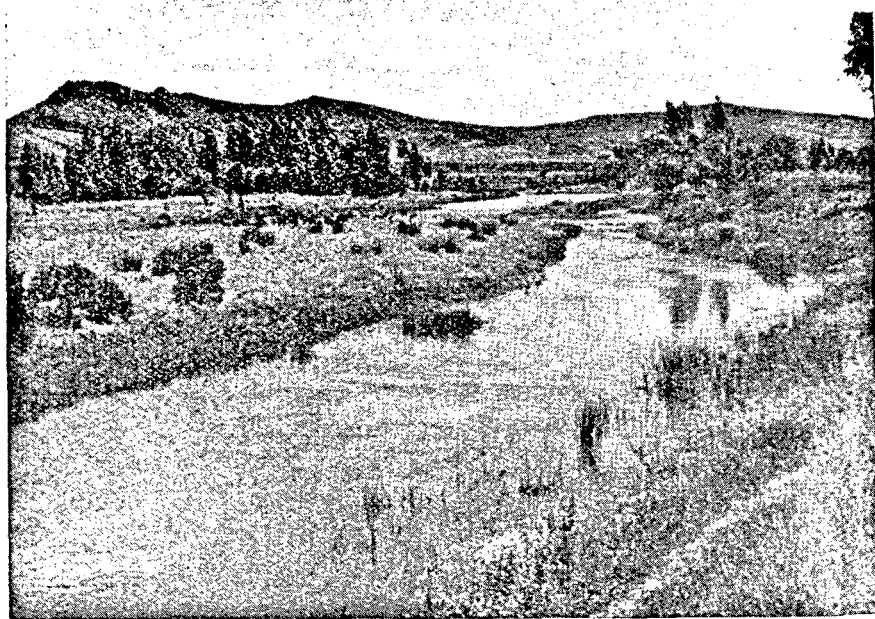


Fig. 208.—El Matachel en la comarca de Alange (Badajoz). Al fondo, la sierra de cuarcitas de la Calderita en Zarza de Alange.

(Foto Hernández-Pacheco.)

de Hornachos y, por Manchita y Valdetorres, llega a verter en el Guadiana, con recorrido de unos 70 kms.

Río Matachel.—Es río de profusa ramificación. Los subafluentes occidentales alcanzan la Tierra de Barros, y las orientales se originan cerca de los límites provinciales con Sevilla, originándose por Granja de Torrehermosa, Berlanga y Llerena. El cauce principal pasa bordeando por el Oeste la Sierra de Hornachos y la de Oliva (Vértice Oliva, 677 m.), y, por estrecho congosto, al pie de empinado cerro del castillo de Alange, sale y desemboca, frente a Don Alvaro, en el sa-

hente de la curva del Guadiana en Mérida, después de un recorrido desde el origen de unos 85 kms. (fig. 208).

Guadajira.—Se origina cerca de Zafra, al Sur de la Tierra de Barros, pasa inmediato a Fuente del Maestre y Villalba de los Barrós, con arrumbamiento septentrional por Solana de los Barros; llega al Oeste, junto a Lobón, y se incorpora a la corriente del Guadiana, teniendo un recorrido de unos 50 kms. (fig. 207).

Río Letrín.—Se forma al Oeste de la Tierra de Barros y al Norte de Salvatierra de los Barros, en la Sierra Vieja de Feria (812 m.), recorriendo la amena campiña de Santa Marta, La Parra, La Morera y Corte de Peleas, con arrumbamiento septentrional, llegando al Guadiana entre Lobón y Talavera la Real, con recorrido de unos 45 kms.

Río Albuera.—Tiene el curso de Sur a Norte, en la penillanura del Almendral y Nogales; pasa por el paraje del pueblo de Albuera, en donde se dió la memorable batalla en la guerra de la Independencia; cruza la llanura de depósitos terciarios del Sur del Guadiana, en el que desemboca junto a Talavera la Real; con recorrido de unos 40 kms.

Rivilla.—Se origina al Sur y próximo al pueblo de Albuera, pasa junto a Badajoz y desemboca en el ensanche que el río caudal forma a su paso por la ciudad. El recorrido del Revilla es de unos 25 kms.

Afluentes al tramo portugués del Guadiana.

Comprende este tramo desde Badajoz hasta la desembocadura, en el cual el Guadiana es fronterizo en las dos porciones Norte y Sur, y corre por el interior de Portugal en un trayecto central. Los afluentes, desde Badajoz a la desembocadura, por la margen derecha, o sea, del lado de Portugal, son: Caia, Degeba, Cobres, Oeiras, Vascão y la rama fluvial Fupana y Odeleite. Los afluentes por la margen izquierda, procedentes del lado español, son: los ríos Olivenza, Táliga, Alcarrache, Ardila y el ramo fluvial del Chanza.

Desde la frontera en Badajoz, hasta la desembocadura, el Guadiana va arrumbado al Sur por suave y ancha vallonada meridiana, limitada del lado de Portugal por la intumescencia del terreno que forman las dioritas de Elvas, por el estratocristalino de Estremoz y la Sierra de Ossa, por los berrocales graníticos de la comarca de Evora, la masa cristalina de Beja y la Sierra de Caldeirão, en el Algarve, estableciendo tal conjunto topográfico divisoria de aguas entre el Guadiana y el Atlántico occidental. La frontera política en el tercio superior e inferior coincide con el cauce del río caudal, y en el tercio medio penetra saliente hacia España, marchando el Guadiana por la cuerda del arco de

tal entrante. La disposición de la divisoria de aguas, según se ha expuesto, hace que los afluentes al Guadiana, por la margen izquierda, o sea, del lado español, sean más importantes que los precedentes de Portugal, que vierten por la margen derecha.

En el tramo portugués las características morfológicas del río y de su valle son las normales, presentando terrazas, y no hay más anormalidad que los rápidos y el estrechamiento del cauce en el Pulo do Lobo, producido por causa litológica.

Río Caia.—Se origina en la Sierra de San Mamede (1.025 m.), próximo al Noroeste de Portalegre; pasa por Arronches, forma frontera entre Badajoz y Elvas y desemboca cerca de Badajoz a la altitud de unos 200 m. El arrumbamiento es meridiano y el recorrido de unos 60 kilómetros.

Río Degeba.—Se forma en los berrocales graníticos de Evora (Vértice Epineira, 269 m.); avanza con rumbo al Sureste por la penillanura de pizarras cristalinas, y desemboca en el Guadiana al Norte de Monsera y de la del Ardila, con recorrido de unos 40 kms.

Río Cobres.—Procede de las vertientes septentrionales de la Sierra de Caldeirão, en el Algarve (vértice Ursa, 287 m.). Corre hacia el Noreste por la penillanura pizarrosa del carbonífero inferior, atraviesa ancha banda de terreno devónico, tuerce el rumbo al Este, por el estratocristalino de pizarras silicatadas, y desemboca en el Guadiana al Norte del «Pulo do Lobo» y Sur de Serpa, con recorrido de unos 65 kilómetros.

Río Oeiras.—Procede de la Sierra de Caldeirão (vértice Mú, 578 metros). Atraviesa la penillanura pizarrosa, describiendo abierto arco con la concavidad al Sureste, y, después de un recorrido de unos 45 kilómetros, desemboca por la ciudad de Mértola en el Guadiana.

Río Vascão.—Procede de la Sierra de Caldeirão, de altitudes de 500 metros; arrumba al ENE., llegando abarrancado al Guadiana, en el origen del tramo fronterizo, a los 80 metros de altitud, con recorrido de unos 65 kms.

Rama fluvial Fupana y Odeleite.—De la parte oriental de la Sierra de Caldeirão (Feteira, 544 m.; Alcaria de Cúme, 523 m.), proceden varios cursos fluviales abarrancados, de los que son los principales la rambla de Fupana y la de Odeleite, que se reúnen junto a la desembocadura, en el Guadiana internacional, a los 60 metros de altitud, teniendo arrumbamiento oriental y recorrido de unos 65 kms.

Río de Olivenza.—Por la margen izquierda, y procedentes de Extremadura, vierten en el Guadiana diversos cursos fluviales, de los que el más septentrional es el río Olivenza (Badajoz), que tiene su origen

en la Sierra de Jerez (813 m.), entre Barcarrota y Salvaleón; pasa entre San Jorge (vértice Alor, 610 m.) y Valverde de Leganés, y al Este y Norte de Olivenza desemboca en el Guadiana, a unos 12 kms. al Noroeste de esta villa, después de un recorrido de unos 50 kms.

Río Táliga.—Al Sur de Olivenza y Norte de Cheles está el Táliga, que se origina en esta localidad; constituye la ribera de Alconchel, se le incorpora el arroyo del Fresno y vierte en el Guadiana, con recorrido de unos 35 kms.

Río Alcarrache.—Está compuesto por ramificación procedente de las vertientes occidentales de la Sierra de Jerez, por Salvaleón y Salvatierra de los Barros; pasa por Higuera de Vargas y, pasada la frontera, cerca de Villanueva del Fresno y dentro de Portugal, se le une por la margen izquierda el arroyo *Argostatin*, constituyéndose la ribera del *Guadalin*, uniéndose al río caudal, con un recorrido de unos 60 kms.

Río Ardila.—Es el más importante afluente al tramo portugués del Guadiana. Se origina en la Sierra de Tudia, situada en el Suroeste de la provincia de Badajoz, inmediata a la linde con las de Huelva y Sevilla, sierra en la que está la máxima altitud de las provincias mencionadas, de 1.102 metros. Las vertientes septentrionales de Tudia forman el Ardila, que corre en su zona de origen hacia el Norte por Fuente de Cantos, Valencia del Ventoso y Atalaya, en donde tuerce el rumbo hacia el Oeste, entre Jerez de los Caballeros y Fregenal de la Sierra, alcanzando la frontera portuguesa en Valencia de Mombuey, por territorio de penillanura accidentada de relieves y constitución geológica compleja de terrenos paleozoicos y estratocristalinos, afloramientos graníticos y de otras rocas hipogénicas, en comarca de dehesas de arbolado de alcornoques y encinas, y de cultivos variados herbáceos y de plantío. El recorrido del Ardila es de unos 120 kms.

Río Chanza.—Se origina el río Chanza en el extremo occidental de la Sierra de Aracena, situada en el Norte de la provincia de Huelva, en término de Cortegana, corriendo hacia el Oeste por la base de los picos de Aroche (718 m.), por territorio montuoso, ocupado principalmente por dehesas de alcornoques y encinas. Alcanza el Chanza la frontera en el pueblo de Rosal de la Frontera, en donde tuerce el rumbo hacia el SSW., sirviendo el cauce de línea fronteriza. Se incorpora al Chanza, en paraje próximo a la desembocadura en el Guadiana, la rama fluvial procedente de la serranía del Norte de la provincia de Huelva, formada por el *Arbacal*, *Malagón*, *Cubicas* y *Cabezas*, del territorio de los pueblos de Santa Bárbara (613 m.), Cabezas Rubias, Paymogo y Puebla de Guzmán (481 m.), y se le une, del lado portugués, el subafluente que pasa por Corte de Pinto, Santo Domingo y Santa Ana,

uniéndose en Pomardo el Chanza al Guadiana, en el extremo occidental de la sierra española del Granado (332 m.). El recorrido del Chanza es de unos 85 kms.

Regulación del Guadiana y transformación agrícola de Extremadura Central.

La depresión del Guadiana extremeño en las llanuras Sereniana y Augustana constituye país de gran fertilidad, intensamente cultivado desde que, hace dos mil años, se fundó en época romana la ciudad de Emérita Augusta, destinándose la extensa llanura en la que está situada a la producción de cereales y a la ganadería extensiva lanar, vacuna y caballar.

Análogamente aconteció en la época visigoda; ciudad, la de Mérida, que fué casi la única que opuso resistencia a la conquista y revolución social mahometana. En la época mora, las dos antiguas ciudades, Mérida y Badajoz, fueron importantes centros de riqueza agrícola y ganadera. Badajoz fué capital de un reino de Taifas que se extendía desde los de Toledo y de Sevilla, por Extremadura y el Alentejo, hasta gran extensión de la costa atlántica. La invasión almorávide acabó con la floración del reino de Badajoz; las historias árabes describen la belleza del Guadiana entre la colina de la alcazaba y la de enfrente, comparando el paraje con la belleza del pecho femenino; relatan también la magnificencia fructífera de la extensa huerta entre Guadiana y Revilla, con multitud de palmeras, que se extienden hasta la ciudad, y de las que queda como recuerdo la denominación del puente y puerta de Palmas.

Reconquistado el territorio peninsular y afirmada la existencia del Reino de Portugal, Extremadura, matriz fecunda y ubérrima, creadora de recios y valientes exploradores, conquistadores y civilizadores del continente americano, quedó enquistada entre las dos naciones, sin salida a las amplitudes atlánticas; Mérida, como relicario de ruinas excelsas, y Badajoz, como fortaleza modelo, en su tiempo, contra agresiones extranjeras; y las llanuras augustana y sereniana, con su fertilidad natural, en la que el tiempo no hace mella, persistieron con las mismas producciones del suelo que las obtenidas en el remoto pasado por los legionarios de Trajano.

En los tiempos actuales se están realizando las obras hidráulicas convenientes para la transformación agrícola de las llanuras augustana y sereniana (fig. 209). Hace un cuarto de siglo que estudiamos la ubicación de la presa en el Portillo de Cijara, y el terreno del embalse en el

Guadiana y en su afluente el Estena, respecto a las características geológicas pertinentes a la solidez e impermeabilidad, con resultados en extremo favorables a la construcción. El agua embalsada conducida por el cauce actual del Guadiana, se remansará en la presa de distribución, situada ayuso de Mérida, ya edificada entre la Garrovilla y la margen opuesta; presa de la que parten dos canales: el del Montijo,

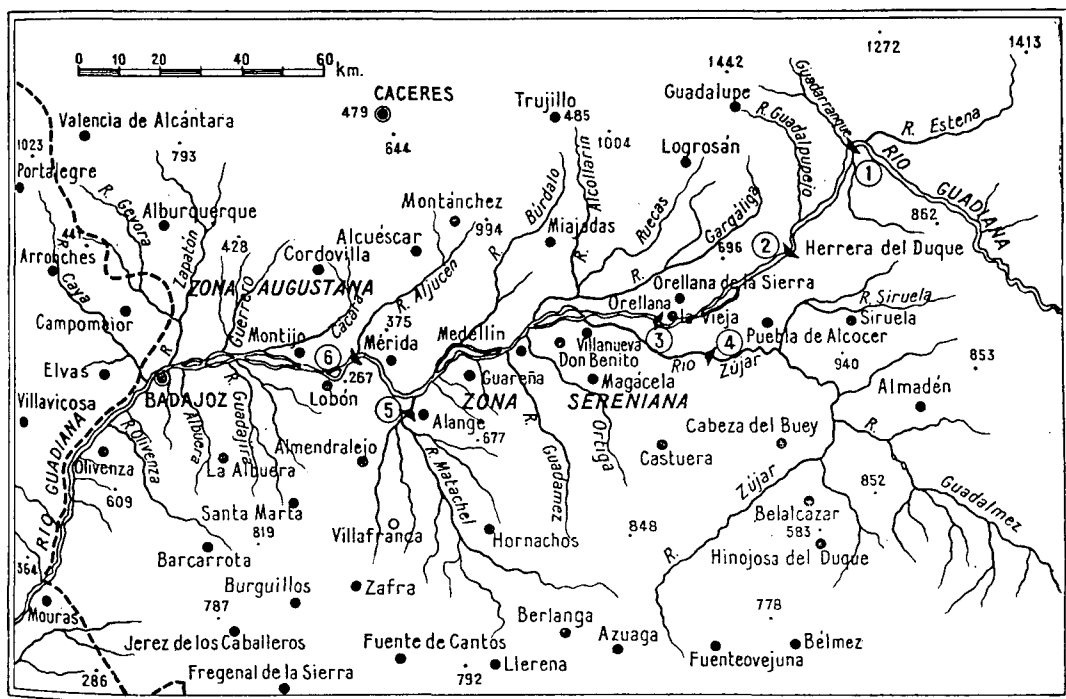


Fig. 209.—Territorio de la cuenca del Guadiana comprendido entre el Portillo de Cijara y Badajoz.

ya construido, en la margen septentrional de la vallonada, y el de Lobón, en la meridional. Los regadíos han comenzado y las obras continúan. El recrecimiento del caudal aprovechable en regadíos se realizará con presas y embalses supletorios en parajes adecuados de los principales afluentes al Guadiana extremeño: en la rama fluvial del Rueda, por la margen derecha; en la del Zújar y el Matagorda, por la izquierda.

Con la regulación del caudal del Guadiana mediante la obra indicada, el territorio de las llanuras de Extremadura Central se transformará en comarca de regadíos tanto o más extensa que todo el conjunto de

la huerta murciana y favorecido por la suavidad de la temperatura, aumentará grandemente la producción agrícola, no tan sólo del territorio regable, sino de las comarcas inmediatas de cultivos y plantíos de secano, y de utilización pecuaria, por las facilidades que dan a la ganadería los productos forrajeros y de piensos supletorios. Contribuyendo asimismo a la riqueza del país las industrias transformadoras de los productos agrícolas que con el nuevo régimen surgirán.

EL GUADALQUIVIR. DESCRIPCION DEL CURSO FLUVIAL

El Betis de los geógrafos antiguos, o sea el Guadalquivir, es extraño a la meseta central hispana, o Escudo Hespérico peninsular. Tiene su origen en las serranías del Sistema Orográfico Bético, viniendo de éstas también el Guadiana Menor y el Genil, sus principales afluentes por la margen izquierda; procediendo de la altiplanicie de La Mancha la rama fluvial del Guadalimar, de gran importancia, y también afluyen por la margen derecha los que atraviesan la amplia penillanura de Sierra Morena, con cauces encajados y, en general, con escasos arrastres y sin terrazas, habiendo alcanzado o casi alcanzado sus perfiles de equilibrio.

El gran río de Andalucía ha sido descrito por los geógrafos griegos y romanos de los antiguos tiempos clásicos, y también por los cronistas de la época hispana musulmana. En la geografía de Estrabón, de hace unos dos mil años, al tratar de Hispania, se dice respecto al Guadalquivir: «El río puede remontarse navegando hasta una distancia aproximada de mil doscientos estadios, desde el mar hasta Kórдыba (Córdoba), e incluso hasta algo más arriba. Las tierras están cultivadas con gran esmero, tanto las ribereñas como las de sus breves islas. Además, para recreo de la vista, la región presenta arboledas y plantaciones de todas clases admirablemente cuidadas hasta Hispalis (Sevilla), lo que supone cerca de quinientos estadios lo que pueden subir navíos de gran tamaño; hasta las ciudades de más arriba, como Ilipa (Alcalá del Río), sólo los pequeños. Para llegar a Kórдыba es preciso usar ya de barcas de ribera, hoy hechas de piezas ensambladas, pero los antiguos las construían de un solo tronco. Más arriba de Kastouloñ (Cazlona) el río deja de ser ya navegable. Varias cadenas montañosas y llenas de metales siguen la orilla septentrional del río, aproximándose a él unas veces más otras veces menos... Cuando se sube por la corriente del río, estas montañas se extienden a la izquierda, mientras que a la derecha se dilata

una grande y elevada llanura fértil, cubierta de grandes arboledas y buena para pastos». (Traducción de A. García Bellido.)

En la traducción de la vieja crónica musulmana pertinente al califa Abderramán, correspondiente a los años 755 al 786 (138 a 170 de la Egira), se habla del Guadalquivir en los siguientes términos: «La alcazaba de Segura es como una ciudad edificada sobre la cumbre de un monte grande, que hace inaccesible la fortaleza. Salen de su falda dos ríos; el uno de ellos es el de Córdoba, llamado Guadalquivir, y el otro es Guadalabiad, que pasa por Murcia. El que va por Córdoba sale de este monte de una junta de aguas que como una laguna clara hay en el corazón del monte y descende a la raíz de él, y sale del sitio profundo de la montaña y va corriendo al occidente a monte Nágida, a Gadir y cerca de Medina Ubeda, y a las llanuras de Medina Bayeza, a Alcozir, a Hisn Aldújar, Cántara Extensan y a Córdoba.»

Los tres tramos en que se divide el recorrido de los ríos, el Guadalquivir los presenta en perfecta normalidad. En el tramo primero, o torrencial, en el que abundan los rápidos y estrechuras del valle y cauce, el gran río del Andalus, según indica la antigua crónica, nace de potentes manantiales en las asperezas y quebradas de las serranías subbéticas, entre las sierras de Segura y de Cazorla, rumbo hacia el NE., camino al Mediterráneo. Contornea la sierra de Cazorla en pronunciado codo y tuerce hacia el SW., rumbo al Atlántico, marchando por el fondo del valle entre dicha montaña, cuya cumbre se alza a los 2.036 metros. En las estrechuras del codo es donde la ingeniería hidráulica ha embalsado el río mediante alta presa, en el paraje denominado Tranco de Beas.

Frente a Ubeda y Baeza la vallonada se ensancha y se une al Betis por la margen izquierda el Guadiana Menor, de largo y complejo recorrido, en el que recoge los aportes acuíferos de la mayor parte de las serranías subbéticas en las provincias de Jaén y Granada.

Pasada Baeza, en el comienzo de la gran anchura del valle Bético, se une al Guadalquivir en Mengíbar, por la margen derecha, el Guadalimar, río de extensa cuenca, con sus importantes afluentes el Guadalmena y el Guadalén, procedentes de la altiplanicie del Campo de Montiel, que con otros ríos menores descienden de la meseta castellana por las abruptas y riscosas laderas de Despeñaperros.

Alto Guadalquivir, Guadiana Menor y Guadalimar constituyen el tramo superior o torrencial de la cuenca del Betis, cuyo nombre los ríos del Andalus cambiaron por el de río Grande, o sea Guadalquivir.

Desde la confluencia de los tres ríos mencionados comienza el segundo tramo del valle y del cauce. El gran río Guadalquivir, que es ya

río caudal, en esta zona avanza de Este a Oeste y, al llegar a Andújar, lo hace adosado a la base del escarpe frontal de la Sierra Morena, describiendo tortuosos y amplios meandros, en dirección general ENE. a WSW., hasta Sevilla. En el tramo medio del Guadalquivir confluye por la margen izquierda su principal río tributario, el Genil, procedente de las serranías Béticas, recogiendo las aguas de Sierra Nevada, regando la hermosa vega de Granada, pasando en estrecho cauce por Loja y saliendo a la planicie andaluza con gran caudal; atravesándola en dirección normal al eje del valle Bético, pasa por Ecija y se une con el Guadalquivir en Palma del Río.

Por la margen derecha, una serie de antiguos ríos han alcanzado su perfil de equilibrio, cortando en hondas barrancadas el escarpe frontal y la planicie alta de Sierra Morena, y en régimen de impetuosas y grandes avenidas en las temporadas de lluvias, y casi secos la mayor parte del año, aportan irregularmente sus aguas al Guadalquivir, originando en éste crecidas súbitas y largos estiajes, produciéndose en el gran río andaluz oscilaciones en el caudal, durante el año, variables de uno a mil. Son los afluentes más importantes de Sierra Morena: Jándula, Yeguas, Guadalmellato, Guadiato, Bembézar, Huesna, Biar y Ribera de Huelva. Todos ellos con embalses regularizadores construidos, en construcción, o, en proyecto.

El valle del Guadalquivir es disimétrico y está ocupado por espesa cobertura de depósitos, principalmente margosos, depositados por los mares de las épocas miocena y pliocena. Los del mar mioceno, por diversidad de parajes a lo largo del borde meridional del macizo Hespérico, montan sobre los terrenos paleozoicos y, en algunos sitios, sobre las areniscas rojas triásicas; indicando tales depósitos del borde las costas del mar mioceno, pues están formadas por caliza bastante areniscosa, con abundancia de fósiles de moluscos marinos, tales como gigantes ostras, caparazones de grandes erizos, conchas de braquiópodos y foraminíferos litorales; fauna toda ella característica de la costa de un mar cálido de época miocena. En la zona del borde meridional del amplio valle del Guadalquivir aparecen por diversos sitios, tales como cerca de Jaén, depósitos referibles al oligoceno marino, y, en el Sur del valle, por Ecija y Morón, depósitos marinos formados por acúmulos de microscópicos esqueletos de radiolarios pertenecientes a la época paleogena. En las zonas centrales y meridionales de la llanura del valle del Guadalquivir preponderan los depósitos margosos y los arcillosos arenáceos del mar del plioceno.

El substrato de tales terrenos que ocupan la planicie Bética aparece, al exterior, en ventanas de erosión en el estrechamiento de la lia-

nura, al Sur de Despeñaperros, por la Carolina, Vilches y Linares, y se ve que está constituido por terrenos paleozoicos y triásicos; pero más hacia el Oeste, en donde la llanura Bética se ensancha, el espesor de los terrenos miocenos y pliocenos oculta el substrato, que es de terrenos triásicos en Bujalance (Córdoba) y de carbonífero al Sur de Villanueva del Río, al Noreste de Sevilla.

El borde meridional de la planicie Bética está formado por terrenos mesozoicos de facies francamente marinas; preponderando, en el conjunto, constitución litológica calcárea.

Desde Andújar, pasada la confluencia con el Guadalimar, cerca de Mengibar, el Guadalquivir se adosa a la base del borde frontal de Sierra Morena, avanzando junto al paleozoico de la sierra por las margas grises neogenas de la llanura, formando en el espesor de ellas meandros muy acentuados, pero en corriente única y no en brazos anastomosados, como el Guadiana en Extremadura. Pasa por Marmolejo, Villa del Río y Montoro, donde muere en el paleozoico y forma torno, rodeando a la ciudad como el Tajo a Toledo. Análogo fenómeno se produce en Pedro Abad y El Carpio, rodeando a un islote de paleozoico. En Córdoba, el río se despega de la sierra, a cuyo borde vuelve pasado el llano de Medina Azahara, pasando rozando el mogote porfirico en que se alza el castillo de Almodóvar con su alta torre albarrana; sigue por Posadas, Palma del Río, donde se le une el Genil; por Peñaflo, Lora del Río, Alcolea del Río, Villanueva del Río, Tocina y Cantillana, donde la corriente comienza a separarse de la base de la sierra, torciendo el rumbo al Sur en Alcalá del Río y en La Algaba, llegando a Sevilla, a donde alcanza, con intensidad, la marea.

La longitud del valle entre la confluencia del Guadiana Menor con el Guadalquivir, hasta Andújar, en el segmento arrumbado de Este a Oeste, es de 75 kilómetros, y entre Andújar y Sevilla, en el segmento alineado de ENE. a WSW., es de 180 kilómetros. Entre Andújar y Jaén la anchura del valle es de 45 kilómetros. Entre Córdoba y Cabra, de 60 kilómetros. Entre Palma del Río y Rute, a lo largo del Genil, de 100 kilómetros. En Sevilla, entre los primeros escarpes de Sierra Morena y la base de la cordillera Bética, la anchura del valle es de 80 kilómetros.

La altitud del río es de 200 metros en Andújar, de 100 en Córdoba, de 50 en Palma del Río (confluencia con el Genil) y de 10 metros en Sevilla.

En Sevilla comienza el tercer tramo fluvial, o sea el de desembocadura.

La llanura se ensancha y se aplanan por completo. Los escarpes mon-

tañosos que limitan el amplio valle se presentan muy alejados. Las montañas gaditanas de la serranía Penibética, limitante por el Este a la extensa planicie fluvial, tuercen sus alineaciones orográficas hacia el Estrecho de Gibraltar, presentando al gran valle los escarpes occidentales externos, y de estas serranías proceden ríos, cual el Guadalete, que alcanzan directamente el Atlántico sin ser afluentes del Guadalquivir.

La Sierra Morena también está alejada del gran río en este tramo final. La llanura se extiende hacia Poniente por el Condado y tierras bajas de Huelva, con cursos fluviales, cual el Odiel, que vierten directamente al litoral arenoso del abierto golfo de Cádiz. La amplitud de este tramo del valle Bético, desde la desembocadura del Guadiana al cabo de Trafalgar, es de 170 kilómetros.

El Guadalquivir, en tan extensa, llana y baja planicie, se divide en brazos que se anastomosan entre marismas. Terrenos apenas elevados sobre el nivel del mar rellenan amplio estuario, colmatado de aluviones y limos. Amplia llanura que en los temporales de lluvia se invade por extensas y someras inundaciones. Numerosas vacadas con hermosos toros y piaras de yeguas y caballos alazanes pastan en las llanuras herbosas, y entre el ganado bandadas de blancos y zancudos picabueyes, algunos posados en el lomo de los toros bravos, a los que espulgan de insectos parásitos.

El brazo principal del río permite la navegación hasta Sevilla, distante 80 kilómetros del mar en línea de aire, y adonde alcanzan las oscilaciones de la marea. Reunidos los diversos brazos fluviales en el principal, el Guadalquivir, entre Sanlúcar de Barrameda y la zona litoral de las Arenas Gordas, ancho y pomposo desemboca en el Atlántico.

El conjunto del valle Bético en disposición angular encajado entre el borde frontal de la Sierra Morena y las estribaciones occidentales de las serranías Béticas, considerado geológicamente, es una zona de hundimiento rellena por los depósitos arcillosos y calizos de los mares del neógeno y por aluviones fluviales cuaternarios y de época actual. La longitud de este valle es de unos 330 kilómetros; su anchura media de 70 kilómetros y de unos 150 metros la altitud media.

El Guadalquivir, a diferencia del Guadiana, es abundante en terrazas, que indican los diversos niveles del valle por los que corrió el río en épocas del cuaternario y plioceno moderno, en su labor perenne de excavación de la vallonada. Un buen paraje para observarlas es el comienzo del tramo fluvial, en donde se le une su gran afluente el Guadalimar, en la provincia de Jaén; pero también se observan en los demás parajes del tramo medio, por las provincias de Córdoba y Sevilla.

En las cercanías de Menjíbar (Jaén) el Guadalquivir corre actualmente a 230 metros de altitud, reconociéndose claramente sobre las margas del terciario cuatro terrazas escalonadas, con depósitos de cantos rodados en gleras de cuatro a seis metros de espesor, estando la terraza inferior elevada 15 metros sobre el río; otra, en la misma margen, lo está a 35 metros, y una tercera, que sólo se conserva la de la margen derecha coronando un cerro testigo, cortado por la trinchera del ferrocarril, se eleva de 44 a 50 metros, y la más alta sólo existe en la margen izquierda y está elevada a unos 80 metros sobre el río.

En las inmediaciones de la estación de Baeza, las terrazas del Guadalquivir están muy patentes.

El Guadalquivir tiene génesis extraordinaria y sorprendente. Tuvo una primera época en la que fué mar; mar luminoso, abierto, fecundo en peces y de variada y abundante vida en sus orillas. Mar de flujo y reflujo intenso en la marea, que es la respiración pulmonar de los Océanos.

Después el mar se retiró poco a poco y el amplio valle Bético quedó seco; y en otra época geológica el mar volvió a penetrar en el interior de Andalucía, pero con menos empuje y en menor extensión, pues no comunicó Atlántico con Mediterráneo como el mar anterior, sino formando golfo de hondo saco hasta muy adentro de la provincia de Jaén y sin alcanzar la línea de costa de la anterior invasión marina.

A su vez, este golfo marino se fué retirando hacia las amplitudes del Atlántico y fué surgiendo el actual gran río del Andalus, creciendo en longitud el río que se formaba tanto como disminuía el golfo marino que se retiraba.

Si los poetas griegos de la época homérica hubieran sabido esta portentosa historia, el Padre Homero, o Hesíodo, el autor de la Teogonía, hubieran cantado la maravillosa génesis y el bello mito de Venus pelágica, surgiendo esplendorosa de las olas y espumas oceánicas, situando el acontecimiento en este mar antiquísimo de la lejana Hesperia saliendo Afrodita hacia las amplitudes talasianas en esquife de gran concha nacarada remolcada por hipocampos y rodeada por cortejo bullicioso y alegre de ágiles delfines saltadores y de nereidas nadadoras en viaje triunfal a Citerea, orlada de espumas, y a las rócosas islas del mar Egeo.

Alto Guadalquivir y rama fluvial del Guadalimar.

Según se ha expuesto, el tramo montañoso o de origen del Guadalquivir se forma en el territorio de montañas calcáreas y de boscosos

pinares de la sierra de Cazorla (886 m. en Cazorla y 1.530 m. hacia el Tranco), por la izquierda, y por la derecha, la sierra del Pozo Alcón (2.076 m.) y de Segura (1.800 m.). Corre el río hacia el Noreste hasta el denominado Tranco de Beas, paraje de alta presa y gran embalse. Describe el Guadalquivir curva en cerrado codo, contorneando el extremo septentrional de la sierra de Cazorla, y, entre ésta y la loma de Ubeda (829 y 1.039 m.), avanza con rumbo Suroeste, en dirección opuesta a la que traía, por ancha vallonada de terrenos neogenos en la que

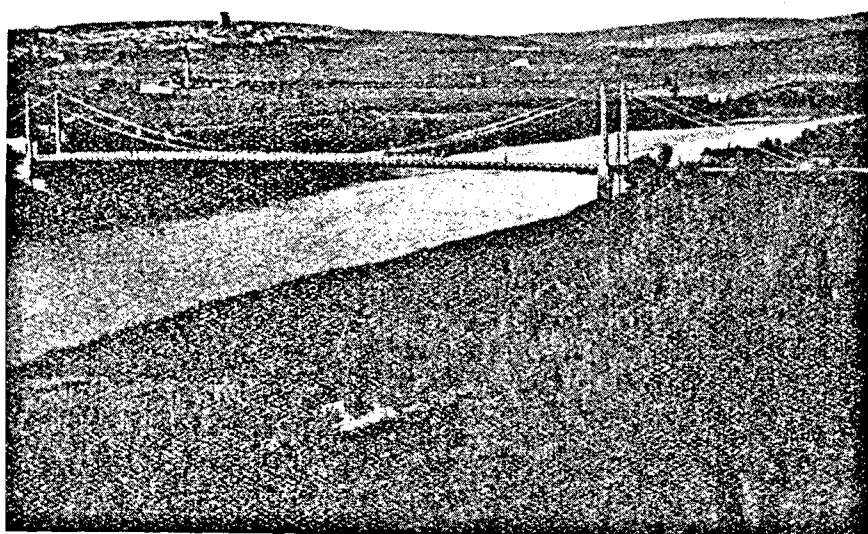


Fig. 210.—El Guadalquivir cerca de Menjíbar (Jaén).

(Foto Hernández-Pacheco.)

los olivares prosperan abundantes, en las laderas de la loma, por los términos de las importantes villas de Villanueva del Arzobispo (688 metros), Villacarrillo, Torreperogil, y las ciudades de Ubeda (748 m.) y Baeza, y el pueblo de Begíjar, y, en la margen opuesta, los de Villagordo y Menjíbar. Frente al comedio de la distancia entre las dos últimas localidades citadas se incorpora al Guadalquivir, por la margen derecha, la gran rama fluvial del Guadalimar, terminando en la confluencia el primer tramo del Guadalquivir (fig. 210).

La rama fluvial del Guadalimar tiene disposición flabelada, sin afluentes de alguna importancia por la margen izquierda, sino todos por la derecha y desplegados de Oriente a Occidente, siendo éstos: Guadal-

mena, Guadalén y Guarrizas. Tienen su origen los cursos fluviales de la rama del Guadalimar en el borde montañoso de la antiplanicie de la Mancha, desde la sierra de Alcaraz, hacia el Oeste por el Campo de Montiel y borde alto de Sierra Morena, en Despeñaperros, en territorio constituido por terreno triásico o por paleozoico inferior pizarroso y cuarcitoso, áspero y quebrado, hasta descender a las anchas vallonadas andaluzas.

Cumbres orográficas, alineadas de Este a Oeste, establecen divisoria de aguas, entre los afluentes al Guadiana y los que lo hacen al Gua-



Fig. 211.—El Guadalimar, inmediato a la estación de Baeza y próximo a su desembocadura en el Guadalquivir; niveles de terraza.

(Foto Hernández-Pacheo, 1928.)

dalquivir por intermedio del Guadalimar, altura divisoria en la que se señalan las siguientes cumbres: vértice Almenará, en la sierra de Alcaraz (Albacete), 1.798 metros; vértice Castellanos, junto a Terrinches (Ciudad Real), en el campo de Montiel, 1.040 metros; cumbre Cabeza del Buey, al Noroeste de Torre de Juan Abad, en Sierra Morena (Ciudad Real), 1.159 metros; vértices Estrella, en Sierra Morena, al Oeste de Despeñaperros, 1.298 metros.

La disposición flabelada hacia el Oeste, consecuencia de la dispo-

sición del relieve y de la situación del nivel de base, hace que el tronco fluvial principal, que es el Guadalimar, tenga arrumbamiento general de ENE. a WSW.; el Guadalmena, de Noroeste a Suroeste; el Guadalén, de NNE. a SSW., y el Guarrizas y su zona torrencial, en Despeñaperros, de Norte a Sur.

El Guadalimar se origina en las vertientes septentrionales de la sierra del Calar del Mundo y del extremo occidental de la sierra de Alcaraz, en Villaverde (Albacete); pasa próximo a Siles (Jaén). La Puer-

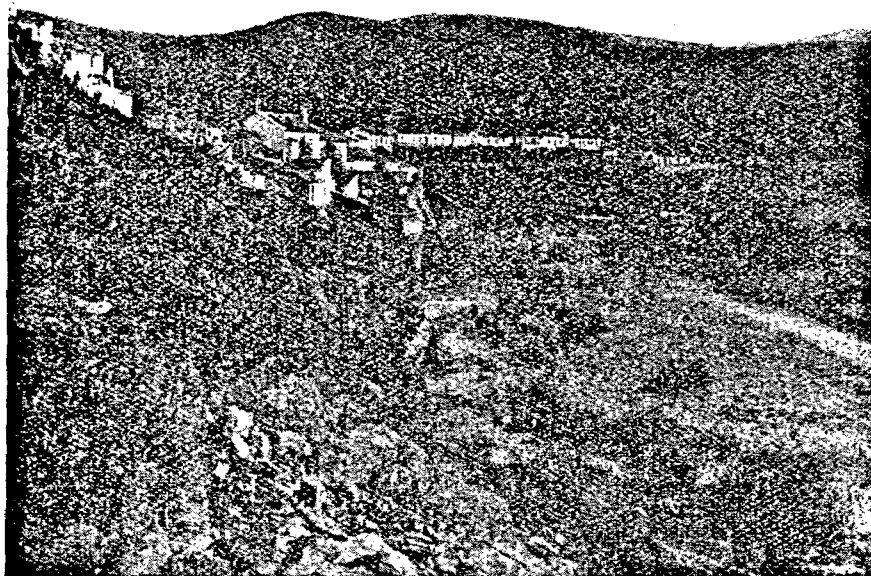


Fig. 212.—Caserío de Venta de Cárdenas en la cabecera de la hoz de Despeñaperros. El Guarrizas en su tramo de origen.

(Foto Hernández-Pacheco, 1924.)

ta, Chiclana, Castellar de Santisteban, Navas de San Juan y Linares, situados al Norte de la corriente, que deja al Sur a Villanueva del Arzobispo, Villacarrillo, Torreperregil, Ubeda y Baeza, localidades todas de la provincia de Jaén, con campiña de extensos olivares. El Guadalimar se une al Guadalquivir entre Jabalquinto y Menjíbar, después de un recorrido de unos 130 kilómetros (fig. 211).

El Guadalmena es un afluente al Guadalimar por la margen derecha, que se le incorpora al Este de Chiclana y del origen de la loma de este nombre. Procede el Guadalmena de Alcaraz, descendiendo por la

zona de terrenos cuarcitosos y pizarrosos de Sierra Morena, hasta llegar al extremo oriental de la loma triásica de Chiclana, habiendo efectuado un recorrido de unos 70 kilómetros.

El Guadalén se forma en la parte occidental del campo de Montiel, en el vértice Castellanos y a altitudes superiores al millar de metros, por Torrinches y Almedina; pasa por Villamanrique y atraviesa la zona de terrenos pizarrosos y cuarcitosos de Sierra Morena, pasando también al Este de Aldeaquemada, y traspuesto el escalón de sierra Morena, pe-

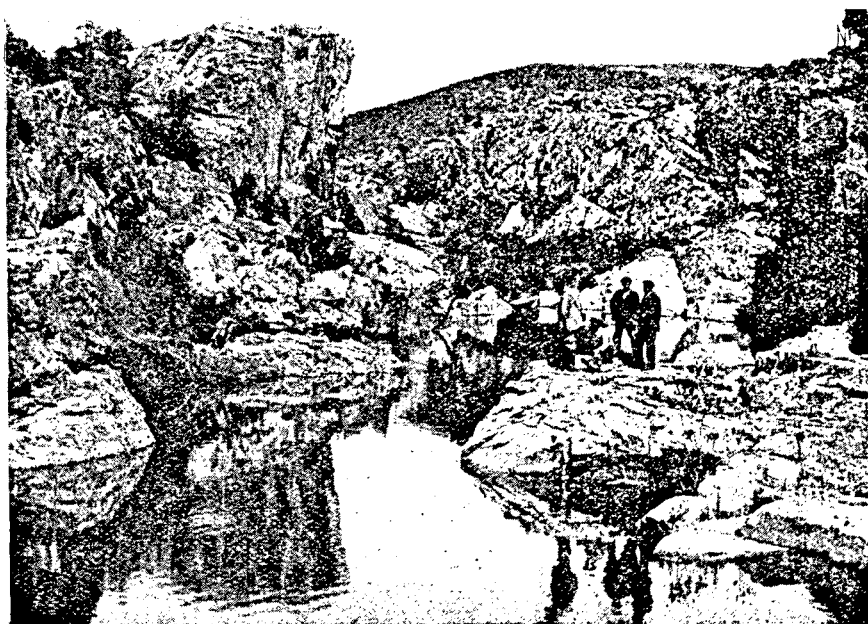


Fig. 213.—Charco del Helechar en la zona baja del Guarrizas en la base de Despeñaperros, inmediato a la estación de Santa Elena (Jaén). Cuarcitas silúricas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1924.)

netra en la zona triásica, cruzando próximo a Vilches, y se une al Guadalimar cerca de Linares (vértice Cruz, 484 m.). El recorrido del Guadalén es de unos 85 kilómetros.

El Guarrizas se une con el Guadalén muy cerca de la desembocadura de éste en el Guadalimar, próximo a Linares. El Guarrizas procede de la penillanura de pizarras y cuarcitas silúricas de Sierra Morena, de Almuradiel, en cuyo borde alto, en Venta de Cárdenas, recibe, por la margen derecha, el riachuelo Magaña (el Guadalfaxar de las crónicas medievales), penetrando en la estrecha hoz de Despeñaperros,

por la que desciende torrencialmente, entre los altos riscos de cuarcitas, en bancos verticales de los Organos, hasta salir a la llanura baja, al Norte de Santa Elena. En la salida del congosto se incorpora al Guarrazas, por la margen izquierda, el riachuelo que se forma en el borde de la penillanura alta del escalón de Sierra Morena, afluente que pasa por Aldeaquemada y salta por la cascada de la Cimbarra.

El Guarrazas, desde Santa Elena, pasa al Oeste y cerca de Vilches, y desemboca, según se ha dicho, en el Guadalquivir, cerca de Linares, habiendo efectuado un recorrido de unos 55 kilómetros (figs. 212 y 213).

Rama fluvial del Guadiana Menor y otros afluentes, por la izquierda, al Guadalquivir.

La cuenca de la rama fluvial del *Guadiana Menor* ocupa gran extensión del amplio territorio de la cordillera Bética, en area montañosa de longitud del centenar de kilómetros, en cualquier dirección de travesío; cuenca fluvial que ocupa gran parte de la provincia de Granada y porción más pequeña de la de Jaén. Extensión limitada al Noreste por las sierras de Cazorla, Segura y de las Cabras; al Este, por la divisoria con la provincia de Almería, sierras de María, de las Estancias, de Lúcar y de los Filabres; al Sur, por la sierra Nevada, y al Oeste, por la sierra Mágina, de Lucena y de Harana (fig. 214).

En la gran cuenca de la rama fluvial del Guadiana Menor existe una depresión intermontañosa en dirección de Suroeste a Noreste, a la que corresponden la vega de Granada, en la cuenca del Genil, y las hoyas del Guadix y de Baeza, y la más elevada de Huéscar, situada al Sur de la montaña de la Sagra (2.283 m.).

La Vega de Granada está separada de la Hoya de Guadix por no muy alta divisoria orográfica desde Sierra Nevada a la Sierra de Harana, divisoria que decrece al llegar a esta última sierra, existiendo fácil comunicación entre las depresiones de la Vega de Granada y la Hoya de Guadix, por el paso denominado El Anchurón.

En la comarca de Huéscar señalan los mapas una zona endorreica situada al Este y Sureste de la Puebla de Don Fadrique, junto a los campos de Ugijar, y, al Sur de éstos, el llano de Galera.

El territorio de la rama fluvial del Guadiana Menor es de terrenos mesozoicos, preponderando el cretáceo, y, en las depresiones, cobertura de margas neogenas. El roquedo predominante son las calizas, formando los denominados «calares», terrenos en los que se sumen y desaparecen las aguas de lluvia, a causa de la permeabilidad, por fisuración, de la roca, originándose corrientes subterráneas que brotan en potentes

mananciales en las depresiones del terreno. Los cursos fluviales son de caudal muy irregular, con cauces secos largas temporadas, y corriendo terrenalmente en los cortos periodos de aguaceros, fenómeno más acentuado hacia el Este del territorio, en donde aumentan las características de sequía.

Consecuencia del relieve es el clima en lo que respecta a la disminución de pluviosidad de Oeste a Este, pues los vientos procedentes del

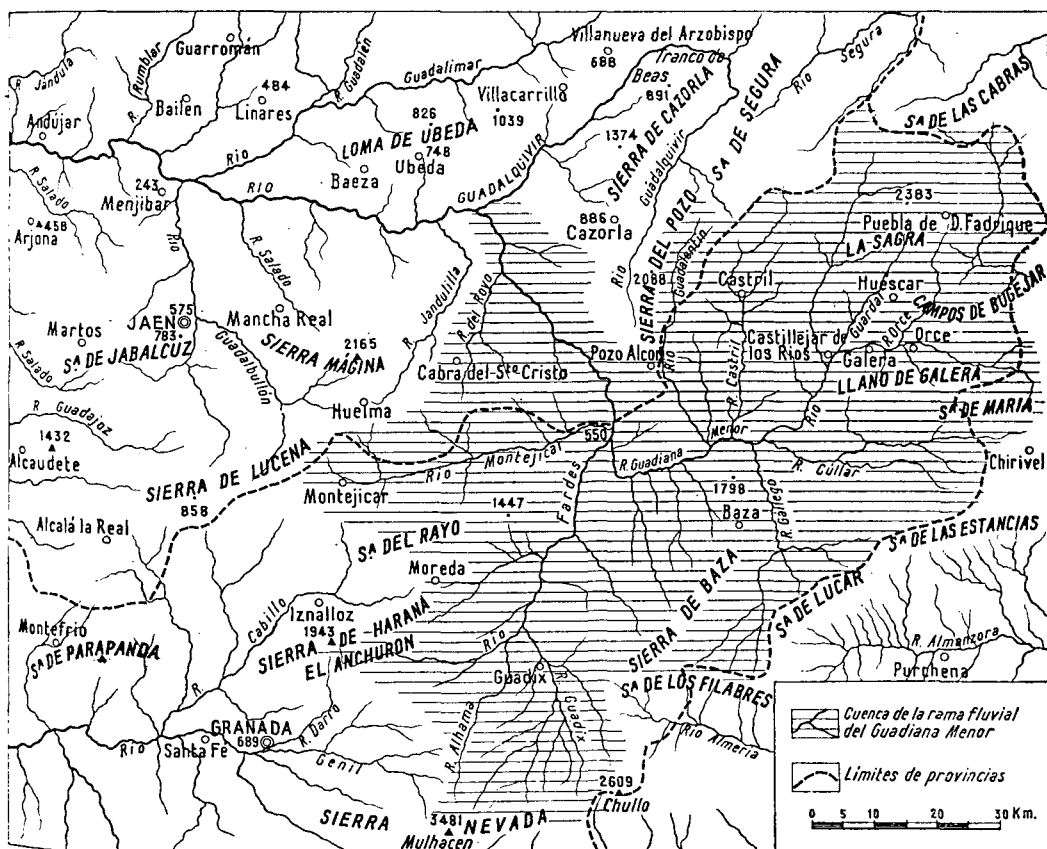


Fig. 214.—Territorio del tramo de origen del Guadalquivir y cuenca del Guadiana Menor.

Atlántico condensan la humedad de que vienen cargados, en lluvias de relieve, de tal modo, que Sierra Mágina, en la provincia de Jaén, con sus 2.165 metros de altitud; la Sierra de Harana, de cerca de dos mil, y el Mulhacén, con los 3.481 metros, casi agotan la humedad de las nubes, llegando casi secas a las cumbres de la Sagra, en el Norte de la cuenca, a las zonas orientales de sierra Nevada y a las sierras de

los Filabres y de Gádor, en la provincia de Almería. Si a esto se añade el influjo del clima africano, con el desierto de Angad, entre Marruecos y Argelia, y la poca amplitud marina del Mediterráneo, entre la Península y Africa, se comprende que la vegetación silvestre merme de Occidente a Oriente de la cuenca, predominando en el paisaje levantino de la serranía el roquedo desnudo de las guájaras, los pizarrales desmenuzados, constituyendo la «launa» superficial, y los terragales de esparto. Hacia el Oeste la vegetación es más abundante y variada, y en la banda occidental el matorral más denso y el olivar abundante.

En las depresiones intermontañas de Guadix, Baeza y Huéscar, sobre el substrato mesozoico, existe espesa cobertura margosa y arcillo-arenácea de terrenos neogenos de facies continental que permiten más prósperos cultivos de secano y regadíos.

La ramificación fluvial del Guadiana Menor es de gran complicación topográfica. El curso fluvial, que forma el eje de la ramificación, se origina en las vertientes septentrionales de sierra Nevada; pasa por Guadix, y se le unen diversos riachuelos procedentes de la zona de sierra Nevada, comprendida entre las cumbres Mulhacén y Chullo. Reunidos todos en uno, se une al río de Guadix el Fardes, procedente de la sierra de Harana y de la divisoria entre la hoya de Guadix y la vega del Genil, tomando la corriente fluvial formada la denominación de río Fardes, que atraviesa hacia el Norte la hoya de Guadix, ocupada, en gran parte, por cobertura de terrenos neogenos de facies continental.

A la salida de la hoya y entrar en los terrenos cretáceos, a la altitud de 550 metros, existe un paraje de confluencia, y el Fardes toma la denominación de Guadiana Menor, que sigue rumbo septentrional hasta desembocar en el Guadalquivir.

En el paraje de confluencia concurren los siguientes cursos fluviales: a) Del Sur, la ramificación del Fardes, procedente (según se ha dicho) de Sierra Nevada, de la divisoria orográfica con el Genil y con el Darro, y, de la sierra de Harana, en el paraje denominado el Anchurón.—b) Del Oeste viene el Montejicar, que se origina en la sierra de Lucena y corre a lo largo de la zona limítrofe de la provincia de Granada con la de Jaén.—c) Del Este procede un conjunto fluvial formado por diversidad de subafuentes que llegan a la margen izquierda, originados en la sierra de Baza, y atraviesan la hoya de Baza de Sur a Norte, mientras que por la derecha concurre al conjunto fluvial el Guadalentín, formado con los aportes orientales de la sierra del Pozo.

Al Norte de Baza existe otro paraje de confluencia, al que concurren los siguientes cursos: a) Procedente del Norte de la cuenca, el *Castril* y el *Guardal*, que se originan en el relieve montañoso de la Sagra. b) Procedente del Este, el *Callar*, que se origina en los extremos occidentales de las sierras de María y de las Estancias. c) Procedente del Sur, el *Gállego*, que se origina en las sierras de Lúcar y de los Filabres, y pasa al Este y cerca de Baza.

El tramo del Guadiana Menor, desde la confluencia de Montejícar y del Fardes, hasta la desembocadura, está arrumbado al NNW., en longitud de unos 40 kilómetros, y tiene como principal afluente el riachuelo *Royo*, que tiene su nacimiento en Cabra del Santo Cristo (Jaén).

El recorrido del Guadiana Menor, desde la desembocadura en el Guadalquivir, remontando la corriente del Fardes y del Guadix, hasta el origen de éste en Sierra Nevada, es de unos 115 kilómetros.

El del Guadiana Menor y del Montejícar, de unos 85 kilómetros. El del Guadiana Menor y el del Guardal, hasta el origen en la sierra de la Sagra, de unos 130 kilómetros.

Entre la desembocadura del Guadiana Menor en el Guadalquivir, por la margen izquierda, y el Guadalimar, por la derecha, afluyen al río caudal, de Sur a Norte, varios riachuelos, de los cuales son los más importantes, el Jandulilla, el Salado y el Guadalbullón.

El Jandulilla se forma con los aportes del extremo oriental de la sierra Mágina, del Huelma, y con recorrido de unos 30 kilómetros, desemboca en el Guadalquivir, frente a Ubeda.

Salado es denominación común a varios cursos fluviales de las vertientes occidentales y meridionales al valle Bético, procedentes o que atraviesan los depósitos de margas yesíferas triásicas, disolviendo las sales de dichos terrenos.

El Salado de Mancha Real (Jaén) es un riachuelo de recorrido tan sólo de una veintena de kilómetros.

El Guadalbullón es curso fluvial de más importancia. Se origina en la sierra de Lucena, por dos brazos que se juntan en Jaén, y reunidos en uno, se vierte en el Guadalquivir, junto a Menjíbar y muy próximo a la desembocadura, por la otra margen, del Guadalquivir, con un recorrido de unos 50 kilómetros.

Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir, hasta Córdoba.

Los afluentes al Guadalquivir por la margen derecha del tramo medio proceden todos de Sierra Morena y presentan características comunes, mientras que los que afluyen por la margen izquierda, procedentes de la serranía Bética, atraviesan la llanura o gran valle Bético y tienen características diversas, especialmente respecto a su importancia y longitud del recorrido.

Los afluentes del primer grupo, o sea, procedentes de la penillanura de Sierra Morena, lo hacen todos por terrenos paleozoicos, estratocristalinos y graníticos, y son, además, de diversos arroyos, los siguientes hasta Córdoba: Rumblar, Jándula y Yeguas; Arenoso y Guadalmellato.

Río Rumblar.—Tiene su curso al Oeste del cañón rocoso de Despeñaperros y de los pueblos de Santa Elena, La Carolina, Guarromán y Bailén, desembocando en el Guadalquivir, al Norte y próximo a Espelúy. Se compone de dos brazos principales, de los cuales, el oriental es el *Campanas*, que tiene su nacimiento en el vértice Estrella (1.299 m.), y el occidental, el *Pinto*, que se origina en la zona del límite, entre las provincias de Ciudad Real y Jaén. El recorrido del Rumblar es de unos 50 kilómetros.

Río Jándula.—El río Jándula es de largo recorrido. Se origina en plena penillanura castellana, al Norte de la elevada sierra cuarcitosa de Sierra Madrona, y en los herbosos valles de Alcudia, en Veredas y Brazatortas, por donde pasan anualmente las merinas de camino hacia las praderías de alta montaña de las cordilleras hispanas, y por donde, terminado el veraneo, regresan los rebaños trashumantes. El río naciente corre arrumbado de Oeste a Este en trayecto de unos 45 kilómetros, con la denominación de *Ojailén*, atravesando a lo largo de la cuenca carbonífera de Puertollano, hasta Villanueva de San Carlos (Ciudad Real) y próximo al vértice Mojina (1.065 m.). Desde este paraje el río tuerce el rumbo al Sur y recibe al poco trecho, por la margen izquierda y procedente del Este, al *Fresneda*, que se origina en el Viso del Marqués, y con un recorrido de unos 35 kilómetros se incorpora al Ojailén, corriendo unificados hacia el Sur. En el Hoyo se incorpora la rama de riachuelos procedentes de la parte oriental del valle de Alcudia y de Sierra Madrona (vértice Judío, 1.157 m., vértice Beboliar, 1.150 metros) (fig. 215).

Desde esta confluencia, o sea desde El Hoyo, el río, con la denominación de Jándula, recorre uno de los territorios más fragosos, silvestres y despoblados de España, constituido por cerros laberínticos de duras pizarras silíceas y cuarcitas del paleozoico inferior, con extensiones graníticas, en cauces abarrancados, comarca ocupada por jarales en matorral politípico, con matas de coscoja y de chaparras. En algunas pequeñas vegas en hondonada vegetan grandes y selváticas encinas y viejos fresnos de troncos carcomidos y con óquedades en las que,



Fig. 215.—Valle del Ojailen en las cercanías de su desembocadura en el Fresneda.
Territorio de pizarras silúricas replegadas.

(Foto Hernández-Pacheco, IV-1929.)

en la estación adecuada, anidan bandadas de grajas; es territorio de montería y de cotos cinegéticos.

En la zona granítica, en berrocal situado al Norte de Andújar, a distancia de unos 15 kilómetros, está edificado el importante santuario de Santa María de la Cabeza, distante, por el Oeste, de Venta del Charco más de una veintena de kilómetros; de Fuencaliente, al Noroeste, y de Solana del Pino, al Norte, unos 40 kilómetros, y de Bailén, al Este, unos 30 kilómetros. Extensión de despoblado de unos 50 kilómetros de travesía, que espera su transformación en territorio forestal o en dehesas de arbolado de cupulíferas, pues la vegetación espontánea

lo indica favorablemente, por la existencia entre el matorral de tales especies vegetales.

La comarca no estuvo totalmente despoblada en los tiempos prehistóricos, pues en varios sitios son relativamente abundantes las sepulturas excavadas en las peñas graníticas, contemporáneas de la época de los dólmenes.

En el terreno granítico situado entre el santuario de Santa María de la Cabeza y Andújar, por el que pasa el Jándula, se ha construido en



Fig. 216.—El Charco del Fraile en la corriente del Jándula, en terreno granítico del despoblado entre Andújar y el Santuario de la Virgen de la Cabeza; paraje de ubicación de la presa del embalse allí formado.

(Foto Hernández-Pacheco, IV-1929.)

la honda barrancada del Charco del Fraile, alta presa, con gran embalse productor de energía eléctrica (fig. 216).

El Jándula desemboca en el Guadalquivir entre Andújar y Marmolejo. El recorrido del total de sus tres tramos: Ojailén, Fresneda y Jándula, es de unos 130 kilómetros.

Rio Yeguas.—Corre de Norte a Sur, atravesando la ancha banda de terreno granítico denominada de los Pedroches, y establece todo a lo largo del curso límite entre la provincia de Jaén, al Este, y la

de Córdoba, al Oeste. Se origina en las vertientes meridionales de Sierra Madrona, en Fuencaliente (696 m.), en donde están los crestones de cuarcitas con las célebres pinturas rupestres de época neolítica, dados a conocer y descritas, en el último tercio del XVIII, por López de Cárdenas, erudito cura de Montoro.

El territorio que atraviesa el río Yeguas es límite, por la banda oriental, con la cuenca del Jándula, y aunque despoblado, no lo está tanto como éste y es menos escabroso. Por la banda occidental, en la zona de origen de los arroyos afluentes al Yeguas, existen pueblos que antaño fueron ventas de viandantes y viajeros, y actualmente son municipios o aldeas, tales como Ventas de Azuel, Ventas de Cárdena (747 m.), Venta del Cerezo y Venta del Charco. El río Yeguas tiene un recorrido de unos 50 kilómetros y desemboca en el Guadalquivir, entre Marmolejo y Villa del Río.

Río Arenoso.—Está formado por compleja ramificación fluvial, procedente de la banda granítica de Los Pedroches, y por arroyos afluentes en los terrenos de pizarras paleozoicas. Atraviesa la pequeña zona de terrenos correspondientes al triásico inferior de Montoro, y desemboca en el Guadalquivir, ayuso y cerca de esta ciudad. Comprende el brazo más largo de la ramificación del Arenoso unos 35 kilómetros en país abundante en caseríos y plantíos de olivares.

Río Guadalmellato.—La ramificación del Guadalmellato comprende la zona de Sierra Morena, correspondiente a la parte oriental de la sierra de Córdoba y el territorio situado al Norte, hasta Villanueva de Córdoba y Pozoblanco, en una zona situada a Oriente de la alargada cuenca carbonífera del Guadiato.

Es el territorio de la cuenca del Guadalmellato país sin más pueblo importante que Ovejo, situado a unos 33 kilómetros al Norte de Córdoba; no obstante, está abundantemente poblada la serranía por caseríos de dehesas y de olivares y cortijadas grandes y pequeñas.

El territorio es de topografía accidentada y de variado relieve, sin grandes altitudes, que no alcanzan al millar de metros, predominando topografía de cauces fluviales en hondas barrancadas, navas y plataformas llanas entre la red fluvial, y cerros escarpados debidos a las diferencias litológicas, que originan la desigualdad del relieve.

En la constitución litológica predominan las pizarras silíceas del paleozoico inferior y grauvacas pizarrosas del carbonífero y, en contraste, por su resistencia a la erosión, duras cuarcitas silúricas, calizas marmóreas cámbricas y la caliza de montaña carbonífera, aumentando la variedad litológica duros conglomerados y diversidad de areniscas.

uniéndose a tal complejo extensos berrocales de granito y emisiones de rocas eruptivas.

La vegetación espontánea y cultivada de la sierra de Córdoba y de la cuenca del Guadalmellato es variada. En el matorral predomina el jaral de composición politípica compleja; en lo forestal, existe el pinar, y en algunas parte, el castaño. Son abundantes las dehesas de arbolado de encina y menos, el alcornoque. Los cultivos son de diverso tipo, predominando el olivar y, en ciertos casos, el naranjal. Los secanos son de cereales y leguminosas, con no gran desarrollo, por lo quebrado del terreno. Los regadíos son reducidos y circunstanciales.

La ramificación fluvial del Guadalmellato se compone de dos cursos principales, con arrumbamiento de Noroeste a Sureste, que es la dirección de las bandas de terrenos geológicos que atraviesan el país. De ellas corresponde al paleozoico inferior la que contiene la ramificación fluvial, banda que está limitada septentrionalmente por la granítica de los Pedroches y, meridionalmente, por la cuenca carbonífera del Guadaluato. El curso principal es el propio Guadalmellato, al que se une por la margen derecha el otro curso, que es el *Guadalbarbo*. El Guadalmellato, ayuso de la confluencia, se denomina también *Cuzna*, que tiene su origen en Villanueva del Duque, Alcaracejos y al Sur de Pozoblanco. Entre el Cuzna y el Guadalbarbo está Ovejo, ayuso de la confluencia, en la que concurre, por la margen izquierda, otro afluente: el *Matapuerca*.

El paraje de confluencia y de la constitución del tronco fluvial Guadalmellato está a unos 15 kms. de la desembocadura en el Guadalquivir, que se realiza junto al puente de Alcolea, a suso de Córdoba. Tal paraje de confluencia es la ubicación del embalse producido al cerrar con una presa el inmediato congosto del Guadalmellato. El recorrido del curso principal de la ramificación fluvial del Guadalmellato es de unos 70 kilómetros.

Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir, desde Córdoba.

El Guadalquivir, recrecido con los aportes de las afluentes descritos, procedentes de Sierra Morena, llega caudaloso al puente de Alcolea y pasa pomposo por la campiña bética, rodeando en amplio arco a Córdoba (fig. 217), situada entre el río y la base de la serranía, a la que vuelve a acercarse, pasando junto a la gran torre albarrana del castillo de Almodóvar.

Corresponden a la zona occidental de Sierra Morena, en el Norte

de las provincias de Córdoba y Sevilla, los afluentes del Guadalquivir: Guadiato, Rumbiar, Retortillo, Huesna, Biar y Huelva.

Río Guadiato.—Al Norte de Córdoba, entre Fuenteovejuna y La Granjuela, en los límites con la provincia de Badajoz y de la divisoria entre la cuenca del Guadiana y la del Guadalquivir, comienza una faja de terrenos carboníferos, que se alarga con arrumbamiento hespérico, o sea de Noroeste a Sureste, que llega hasta cerca de Córdoba.

La banda de carbonífero corresponde a una depresión longitudinal hespérica, en la que dicho terreno se ha conservado y en el que apare-

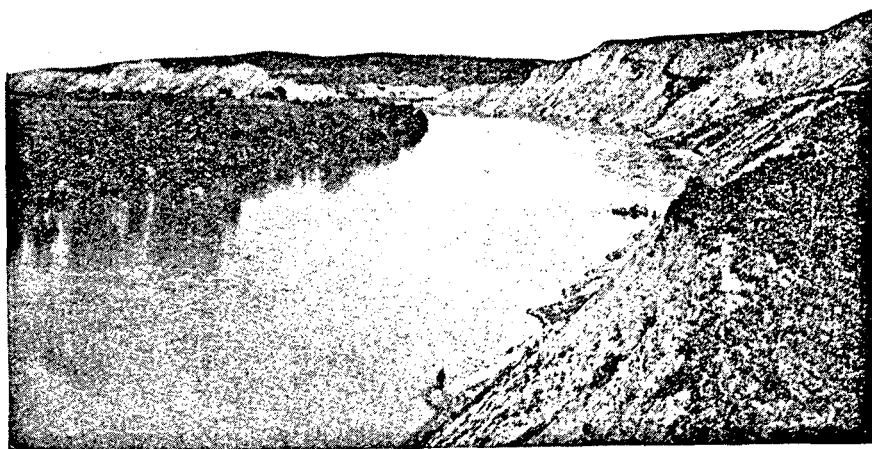


Fig. 217.—Meandro del Guadalquivir, junto a Córdoba, en las margas marinas miocenas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1906.)

cen los componentes litológicos del carbonífero inferior, constituido por la facies litológica denominada «culm», de naturaleza pizarrosa, formada por repetidas alternancias de capas arcillosas y areniscas de grauvacas, correspondiendo también al carbonífero inferior la «caliza de montaña» que forma el cerro del castillo de Espiel. Además del carbonífero inferior, de formación marina, es muy abundante en el valle del Guadiato el hullero del piso wesfaliense, con potentes mantos de conglomerados, areniscas y pizarras arcillosas, conjuntamente con capas y acumulaciones de hullas crasas y antracitosas, constituyendo una de las cuencas hulleras más importantes y ricas de España.

El río Guadiato recorre todo a lo largo la cuenta carbonífera, con numerosos pequeños arroyos, afluentes por una y otra margen. Se ori-

gina: el Guadiato entre La Granjuela y Fuenteovejuna; pasando por Peñarroya (778 m.), importante factoría minera, por Bémez, Villanueva del Rey (549 m.), Espiel; entre Villarta y Villaviciosa; por el Castillo de la Mano de Hierro (567 m.). Al llegar al respaldo de la Sierra de Córdoba, en la confluencia del riachuelo *Guadalupe*, hace un codo y tuerce el rumbo hacia el Suroeste, atravesando en hondas barrancadas los terrenos silicatados de cámbrico pizarroso y calizo, originando paisajes escabrosos y rudos en extremo en las gargantas de



Fig. 218.—Valle del Guadiato entre el estrecho de la Braña y Almodóvar del Río (Córdoba).

(Foto Hernández-Pacheco.)

Santa María de Trasierra, y sale a terreno más despejado, próximo a Almodóvar y Posadas, con un recorrido de unos 120 kilómetros. En la zona de Trasierra se ha atajado la corriente con alta presa, formándose gran embalse (fig. 218).

Río Bembézar.—Se origina el Bembézar en la provincia de Badajoz, por Azuaga y Valverde de Llerena. El rumbo general de la rama fluvial es hespérico, de Noroeste a Sureste, penetrando el río en la provincia de Córdoba al Suroeste de Fuenteovejuna, de donde proceden importantes afluentes por la margen izquierda, y asimismo, de las vertientes occidentales de la Sierra de los Santos, y menos importantes por la margen derecha. Alternan en el curso fluvial las barrancadas

en los ensanches. Al Norte de San Calixto (673 m.), el Bembézar se acrecienta con los aportes de importantes tributarios.

A distancia de una docena de kilómetros de la desembocadura en el Guadalquivir, el Bembézar ha tajado la planicie de erosión de Sierra Morena, en la que se señalan retazos de la cobertura de calizas miocenas. La hoz abierta por el Bembézar aserrando el borde frontal de calizas cámbricas, y alcanzar sin cascada el nivel de base de la llanura baja del Guadalquivir, es de grandiosidad y extraordinaria belleza sal-

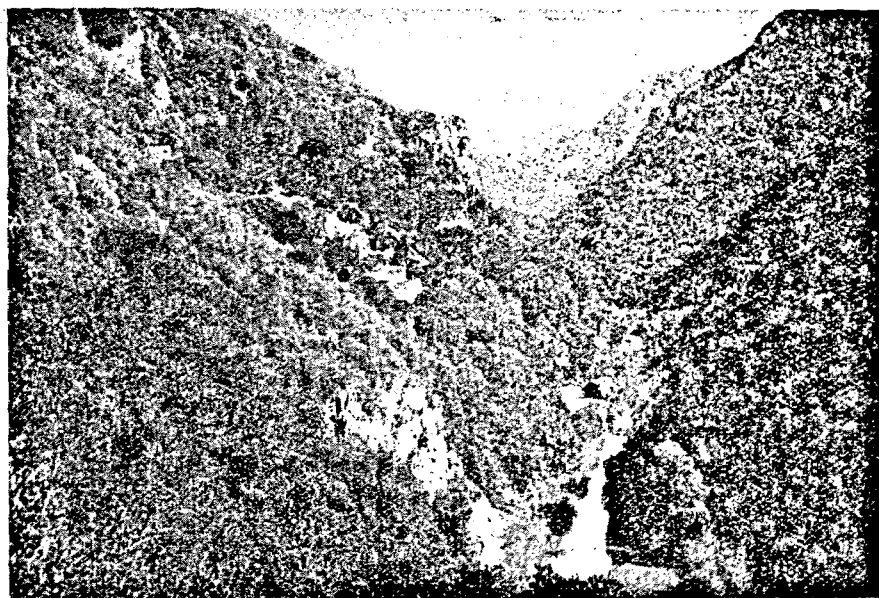


Fig. 219.—Congosto del Bembézar en el paraje del Salto del Fraile, en Hornachuelos (Córdoba). Terrenos cámbricos metamorfizados.

(Foto Hernández-Pacheco, 1930.)

vaje; en extremo estrecha en el fondo, y de muros en tajos verticales de gran altura, en cuyas inaccesibles cornisas de lo alto se posan en largas filas numerosas buitres, dando la nota zoológica accesoria al paisaje de roquedo grisáceo, matizado por el verde de los arbustos que crecen en las grietas y asperezas del ingente tajo. Sobre un peñón, saliente hacia el abismo, se eleva una ermita, a la que empequeñece la distancia desde donde se la mira. Retirado del borde alto de la hoz existe un viejo monasterio transformado en mansión campestre.

El río sale del congesto al llano, y muy próximo está, hacia la margen derecha, Hornachuelos. En esta parte de desembocadura concu-

rran dos afluentes, uno por cada margen, y entre Hornachuelos y el Guadalquivir está la dehesa de Moratalla, en la que pasta la yeguada militar y se crían hermosos caballos. Hacia el interior existen buenos cotos para montería, en los que abunda el ciervo y el jabalí.

La hoz se proyectó cerrar con alta presa que embalsara el río, pero el estudio geológico advirtió que las calizas del cañón eran permeables por fisuración, por lo que la presa se construyó a suso del congosto en paraje adecuado. El recorrido del Bembézar desde el origen a la desembocadura es de unos 90 kilómetros (fig. 219).

El recorrido del Bembézar desde el origen a la desembocadura es de unos 90 kilómetros.

Río Retortillo.—Es un riachuelo formado por tres afluentes principales con arrumbamiento hespérico, que se origina en la fuente del Robledo (678 m.), al Este de San Nicolás del Puerto (Sevilla). El cauce principal forma, en gran parte del recorrido, límite entre las provincias de Córdoba y Sevilla. Pasa inmediato a Las Navas de la Concepción. A unos 10 kms. de la desembocadura está situada, próxima a la margen derecha, Puebla de los Infantes, por donde pasa un afluente por la margen derecha, y al Sur de dicha localidad, inmediato al Guadalquivir, está Peñaflores, y entre ambos pueblos, berrocales de rocas eruptivas básicas con altitud de 468 metros. El terreno de la cuenca es de pizarras del paleozoico inferior, estratocristalino, y afloramientos antiguos eruptivos. Al Norte de Puebla de los Infantes, el Retortillo recorre a lo largo una pequeña cuenca, que los mapas geológicos antiguos señalan como triásico inferior, y que debe corresponder al pérmico. La longitud total del recorrido del Retortillo es de unos 40 kilómetros, desembocando en el Guadalquivir frente a Palma del Río.

Río Huesna.—Es una pequeña ramificación fluvial formada por tres cursos principales, en la que el de más largo recorrido se origina en San Nicolás de Puerto: el oriental en Constantina (746 m.), y el occidental, en El Pedroso. El oriental se incorpora al central a la mitad del recorrido de éste, y el occidental en paraje próximo a la desembocadura en el Guadalquivir, que es en Tocina. La constitución geológica de la cuenca es compleja, formada por granitos, estratocristalino, paleozoico inferior y emisiones de diversidad de rocas eruptivas. En la zona baja, el Huesna atraviesa la cuenca hullera de Villanueva del Río y depósitos de la cobertura miocena. El recorrido del curso mayor es de unos 50 kms.

Río Biar.—El río Biar es río de largo recorrido, de composición pennina en cuanto a sus afluentes, y de arrumbamiento hespérico,

al ESE., en el tramo alto, por efecto de la Sierra de Tudia, siendo la dirección al SSE. la general del curso fluvial.

Se origina en la provincia de Badajoz en el territorio de Montemolin y Monesterio (Tentudia, 1.102 m.), por Fuente de Cantos y Bienvenida (vértice Bienvenida, 793 m.). Por la margen izquierda recibe pequeños afluentes procedentes de tierra de Llerena y Fuente del Arco, en la provincia de Badajoz, y de Guadalcanal (vértice Hamapegas, 906

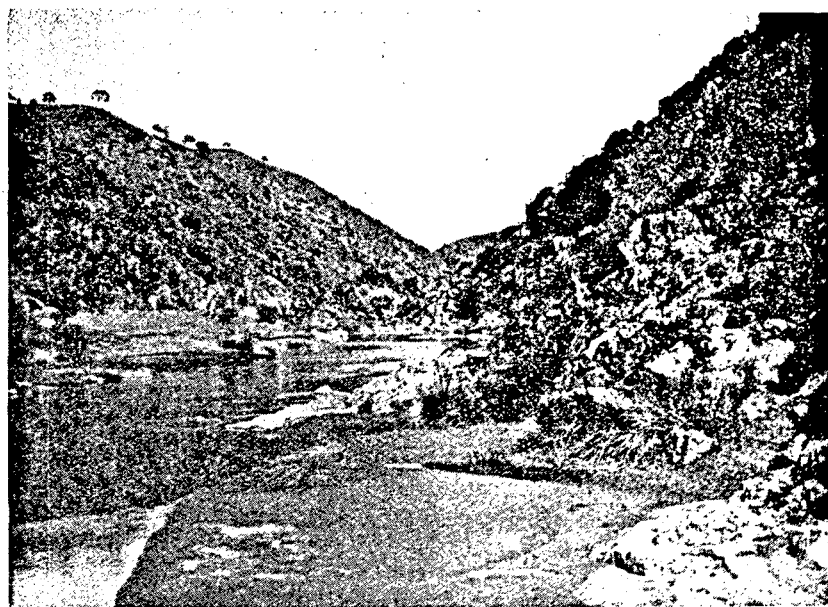


Fig. 220.—El río Biar en el congosto de los Cabrones, entre Cazalla de la Sierra y Almadén de la Plata (Sierra Morena, Sevilla). Terreno de pizarras del paleozoico inferior silicificado.

(Foto Hernández-Pacheco.)

metros), Alanís y Cazalla, en la de Sevilla. Por la margen derecha vierten los cortos afluentes procedentes de Sierra Pedrosa.

La cuenca es, geológicamente considerada, de constitución semejante a la de las otras comarcas del Norte de la provincia de Sevilla. La topografía de la cuenca es de terreno quebrado, con frecuentes barrancadas residuales de la superficie general de arrasamiento geológico. En la vegetación espontánea prepondera el matorral politépico de cistáceas; existen buenas dehesas de arbolado, y los cultivos son variados, predominando en el plantío el viñedo y el olivar: las chumberas y las pitas adquieren adaptación exuberante.

Particularidad notable del tramo inferior del valle del Biar es estar ocupado en longitud de unos 30 kilómetros por terrenos de conglomerados y areniscas rojizas, referibles al período final del paleozoico, al pérmico inferior. Comprende el recorrido del Biar, longitud de un centenar de kilómetros, desembocando en el Guadalquivir por Cantillana. A distancia de unos nueve kilómetros de la desembocadura se alza el borde frontal de Sierra Morena, a la altitud de 410 metros en el vértice Cebrón.

El Biar ha sido objeto de regulación del caudal, con la construcción de presa y embalse, análogas a los de otros ríos afluentes al Guadalquivir, en su tramo medio, y procedentes de la penillanura de Sierra Morena (fig. 220).

Rio Huelva.—Es el afluente más occidental de los procedentes de Sierra Morena al tramo medio del Guadalquivir. Comprende el Huelva ramificación fluvial profusa en sus orígenes que se concentra en dos ramas fundamentales, que se unen en un tronco único a unos 10 kilómetros del borde bajo de la serranía, hacia la llanura del valle Bético. La rama oriental forma la ribera de Cala, y la occidental, la ribera de Huelva. Una y otra tienen sus orígenes en las vertientes meridionales de la Sierra de Tudia (1.104 m.), en la comarca donde se juntan las provincias de Badajoz, Sevilla y Huelva.

La Ribera de Cala, en algunos segmentos del curso, establece límite interprovincial entre Sevilla y Huelva, y comprende en la zona alta el término de Cala, en donde se origina. En la zona media de la ribera está Santa Olalla, y, más meridionalmente, en el interior del ángulo que forman las dos riberas, El Ronquillo.

La Ribera de Huelva se forma y está contenida en la zona alta de la rama fluvial en el rincón que por esta parte forma la provincia de Huelva entre las de Badajoz y Sevilla. Se origina en los términos de Fuentes de León y Arroyomolinos de León, en la zona limítrofe de Badajoz con Huelva. Entre la profusa red de barrancadas fluviales están los pueblos de Corte Concepción, Puertomoral, Higuera y Zufre.

Unidas ambas riberas al Sur del Ronquillo, el Huelva adquiere rumbo meridional. Sale de la serranía, junto a Guillena, situada en el borde de la llanura, y después de un recorrido por ésta de unos 10 kms., desemboca en el Guadalquivir, entre La Algaba y Sevilla. El territorio de la cuenca que se analiza es de topografía de serranía de poca altitud y abarrancada, aumentando tal característica de Sur a Norte. La constitución geológica es pizarrosa del paleozoico inferior, con abundancia de emisiones de granito y de otras rocas eruptivas, en afloramientos de

berrocales, diques y filones. En la zona del Ronquillo se ha embalsado la corriente mediante construcción de presa.

Característica general de la red fluvial de Sierra Morena en relación con la geotectónica y la paleogeografía.

La disposición que presentan los ríos de Sierra Morena afluentes al tramo medio del Guadalquivir permiten hacer deducciones respecto a la evolución geológica del país en relación con la tectónica y paleogeografía.

En general se observa que predomina en los arrumbamientos de las bandas de los terrenos de los relieves orográficos y de los valles fluviales la alineación hespérica de los plegamientos orogénicos del final del paleozoico; alternando la morfología fluvial de los afluentes al Guadalquivir de curso único y disposición pennada de los subafluentes, con los de ramificación múltiple o flabeliforme.

La disposición fluvial penniforme puede interpretarse como zona residual de un sinclinatorio hespérico, en el que la erosión, actuando en el largo transcurso de los tiempos mesozoicos, no llegó, en su acción niveladora de la superficie terrestre, a que desapareciera totalmente la cobertura de terrenos correspondientes al paleozoico superior, mientras que al actuar en las zonas de anticlinorios de la geomorfología hespérica no tan sólo fueron arrasados y eliminados totalmente tales terrenos del paleozoico superior, sino que la erosión continuada durante los multimilenarios tiempos de las diversas épocas geológicas alcanzó al substrato, poniendo al descubierto las zonas profundas metamorfizadas y granitizadas del paleozoico inferior y aun el basamento arcaico-zoico sobre el que descansa el conjunto estratigráfico paleozoico.

Tal acción erosiva origina en la gran amplitud de la penillanura de Sierra Morena y de Extremadura geomorfología especial, en la que los sinclinatorios hespéricos se manifiestan en la topografía actual por ramas fluviales de cauce único con disposición pennada de sus afluentes, mientras que en los anticlinorios hespéricos la ramificación fluvial es compleja y, generalmente, en disposición flabelada, con varios cursos fluviales de análoga categoría en recorrido y en caudal.

Son ejemplos del primer tipo morfológico de afluentes al Guadalquivir procedente de la penillanura de Sierra Morena, los siguientes: a) El río Ojailén, que atraviesa a lo largo la cuenta carbonífera de Puertollano.—b) El Guadiato, que corre a lo largo la cuenta carbonífera cordobesa.—c) El Biar, con su alargada cuenca de terrenos del

pérmico inferior. Son ejemplos del segundo tipo morfológico el Guadalmellato, el Bembézar y el Huelva.

Los casos expuestos pertinentes a la hidrografía actual dan luz respecto a la geomorfología y a la geotectónica antigua. Pero no siempre acontece con arreglo a lo descrito, pues la alineación de yacimientos residuales del hullero superior que se presentasen alineados en el Norte de la provincia de Sevilla y Sur de la de Badajoz, por San Nicolás del Puerto, Alanís, Guadalcanal, Fuente del Arco, Reina, Bienvenida y la Sierra Cabrera de Zafra, aunque en claro arrumbamiento hespérico del conjunto, no ocupan en la topografía actual una vallonada, sino que están alineados en la divisoria entre Gadiana y Guadalquivir; situación que no es incompatible con que los citados afloramientos estén alineados en un sinclinorio hespérico.

Las conjeturas en geología y en prehistoria, por razonables y probables que parezcan, no deben elevarse a la categoría de deducciones exactas y de teorías generales, sin comprobación muy cuidadosa y extensa. En todo caso las observaciones expuestas señalan la importancia del estudio de la geomorfología de la red fluvial actual, en relación con la geotectónica y con la paleogeografía.

Afluentes por la izquierda al tramo medio del Guadalquivir.

Los afluentes al tramo medio del Guadalquivir por la margen izquierda tienen el carácter común de originarse en la serranía Bética, en la que efectúan una parte de su recorrido, saliendo a la planicie Bética constituida por terrenos principalmente margosos miocénicos y pliocénicos; la atraviesan y se incorporan al Guadalquivir, que corre adosado junto a la base del borde frontal de Sierra Morena. Se prescinde en esta descripción de los riachuelos y arroyos que se forman y tienen todo su recorrido en llanura, que son numerosos, dado el carácter disimétrico del valle Bético.

De los afluentes al tramo medio del Guadalquivir el más importante es el Genil, que establece separación entre el subsistema orográfico penibético y el subbético. Los afluentes al Guadalquivir en el tramo medio, por la margen izquierda, son: Salado de Arjona, Salado de Porcuna, Guadajoz, Genil, Corbones y Guadaira.

Salado de Arjona.—Se origina en la zona del borde de la serranía subbética, de la provincia de Jaén, con la llanura Bética. Tiene arrumbamiento general al Noroeste, pasa entre Arjona (vértice Arjona, 458 metros) e Higueruela la Real, y desemboca ayuso de Marmolejo, siendo el

recorrido de unos 40 kms. El cultivo predominante en la cuenca es el olivar.

Salado de Porcuna.—Es de mayor recorrido que el anterior, pues es de unos 65 kms. Se origina en los terrenos de margas salíferas con ofitas, situados al Sur de Martos. Sale a la llanura del Guadalquivir, cerca de Porcuna; pasa por Lopera y desemboca en el Guadalquivir próximo y a suso de Villa del Río (165 m.), en el paraje de la divisoria entre las provincias de Jaén y Córdoba. La cuenca es de campiña de olivares.

Río Guadajoz.—Es afluente de largo recorrido, con arrumbamiento general de Este a Oeste. Se origina en el territorio de serranía del Sur de la provincia de Jaén, en su límite con la de Granada, por Valdepeñas, Castillo de Locubín y Alcalá la Real (vértice Ahillo, cerca de Alcaudete, 1.453 m.); penetra en la provincia de Córdoba al Norte y cerca de Baena; pasa por Castro del Río (236 m.) y al Norte de Montilla, y cruzando la llanura de margas neogenas desemboca en el Guadalquivir, a unos ocho kilómetros de Córdoba. Los afluentes son de poca importancia: el arroyo *Salado*, por la margen derecha, y el de *Curchena*, por la izquierda, procedentes de Baena y de Montilla. El territorio que atraviesa el Guadajoz es de importante producción agrícola: de olivares, en la zona de origen; de viñedo, productor del fino vino de Montilla, en esta parte, y de olivar y buenas tierras cerealísticas en la llanura Bética. El recorrido del Guadajoz es de unos 110 kilómetros.

Río Genil.—Es el más importante de los afluentes al Guadalquivir en el tramo medio, y el de más largo recorrido pues alcanza desde el origen hasta la desembocadura en el Guadalquivir longitud de 240 kilómetros, sin contar las inflexiones de los meandros.

Se origina el Genil en las vertientes meridionales del Mulhacén (3.481 m.), y llega a la inmediata ciudad de Granada con caudal que permite los regadíos de la opulenta vega, donde se le unen el *Dilar*, que procede del pico del Veleta (3.430 m.), y el *Darro*, que se forma en la divisoria con la hoya de Guadix y atraviesa la ciudad de Granada (figura 221). En la vega, entre Santafé y el estrecho de Loja, se incorporan al Genil por la margen izquierda la importante rama fluvial del *Cabrillas*, que recoge aportes de la sierra de Harana, y que pasa por Iznalloz (vértice Orduña, 1.940 m.), ramificación compuesta de otros afluentes procedentes de Alcalá la Real, en tierra de Jaén. Llegan en este tramo al Genil, por la margen izquierda, el *Cacín* y el río de *Alhama*, originados en la divisoria orográfica con Málaga.

Pasada la angostura de Loja, el Genil hace inflexión al Norte por la zona de límites entre las provincias de Córdoba y Málaga, pasando

por Iznájar, entre Rute y cuevas de San Marcos (vértice, 902 m.), y por Encinas Reales (Córdoba); cruzando de Este a Oeste el gran entrante oriental que la planicie Bética hace entre el alto macizo orográfico de la serranía de Ronda y la Subbética, en cuyos respectivos bordes están: Antequera, en el meridional, y Lucena, en el septentrional. En Benamejí, el Genil se arrumba al Noroeste en comarca ocupada por extensos plantíos de olivar. En Puente Genil, el río pasa por ancha y fructífera vega, y penetra en plena llanura Bética; pasa por la ciudad de Ecija,



Fig. 221.—El Darro en Granada.

en cuya proximidad se le une por la margen izquierda el río *Blanco*, de arrumbamiento meridiano y recorrido de unos 50 kilómetros, procedente de la zona triásica septentrional a la serranía de Ronda, y que pasa entre Estepa y Osuna. Atraviesa el Genil la llanura neogena bética y desemboca por Palma del Río en el Guadalquivir.

Río Corbones.—Es un afluente meridional, procedente de la serranía de Ronda, que cruza la zona de terrenos de margas yesíferas triásicas y eocénicas, entre El Saucejo, Osuna y Morón; sale a la llanura neogena sevillana, pasa inmediato a Marchena y por la zona de fértiles tierras negras de «bujeo» entre los alcores y la ciudad de Carmona, y

desemboca en el Guadalquivir en el cerrado meandro que éste forma en Alcolea del Río. Efectúa el Corbones recorrido de un centenar de kilómetros.

Guadaira.—Se origina el Guadaira en los terrenos de margas yesíferas y de afloramientos de ofitas de Morón (vértice Esparteros, 589 metros). Sale a la llanura de terrenos neogenos de Sevilla, en donde constituye ramificación fluvial por el Arahál, Marchena y los Alcores del Viso y de Mairena. Reunida la ramificación en corriente única pasa por Alcalá de Guadaira y desemboca en el Guadalquivir, próximo a Sevilla. El recorrido del curso principal de la rama fluvial del Guadaira es de unos 65 kilómetros.

Tramo final del Guadalquivir y sus afluentes.

Según se ha expuesto en la descripción general del Guadalquivir, el río, desde Sevilla, sigue rumbo al Sur y comienza la extensa llanura resultante del relleno, en tiempos geológicos modernos, de un enorme estuario transformado en llanura fluvial por la que el cauce se descompone en brazos anastomosados, con abundancia de caños, esteros y marismas. En tal llanura la altitud de los diversos espacios que comprende no rebasa en parte alguna la altitud de los 10 metros, llegando la marea al gran puerto fluvial de Sevilla y muy a suso de los puentes de la ciudad (fig. 222).

Comprende el Guadalquivir, en su curso por el estuario relleno de sedimentos pleistocenos y modernos, un gran brazo central, que es por el que se realiza la navegación desde Sevilla al mar libre; brazo central único en un trayecto de una veintena de kilómetros. En este primer tramo la planicie pliocena está próxima a las márgenes del río. En la derecha están, junto a la corriente, los pueblos de San Juan de Aznalfarache, Gelves, Coria del Río y La Puebla. En la margen izquierda está, alejado del cauce, en terreno plioceno, el pueblo de Dos Hermanas.

A la veintena de kilómetros de Sevilla, los rellenos del antiguo estuario están alejados gran distancia del terreno plioceno que le encuadran; estuario que, en esta parte, tiene anchura hasta de unos 45 kilómetros, desde Los Palacios, en el borde oriental, a El Rocío, en el occidental.

A partir de esta máxima anchura, determinada por los límites que señala el afloramiento de los terrenos neogenos, sobre los que están los depósitos pleistocenos y modernos del estuario, la anchura de éste disminuye hacia la desembocadura, jalonando los límites por la orilla

oriental los pueblos de Cabezas de San Juan, Lebrija, Trebujena y Sanlúcar de Barrameda, por donde el Guadalquivir sale ancho y pomposo a las amplitudes oceánicas.

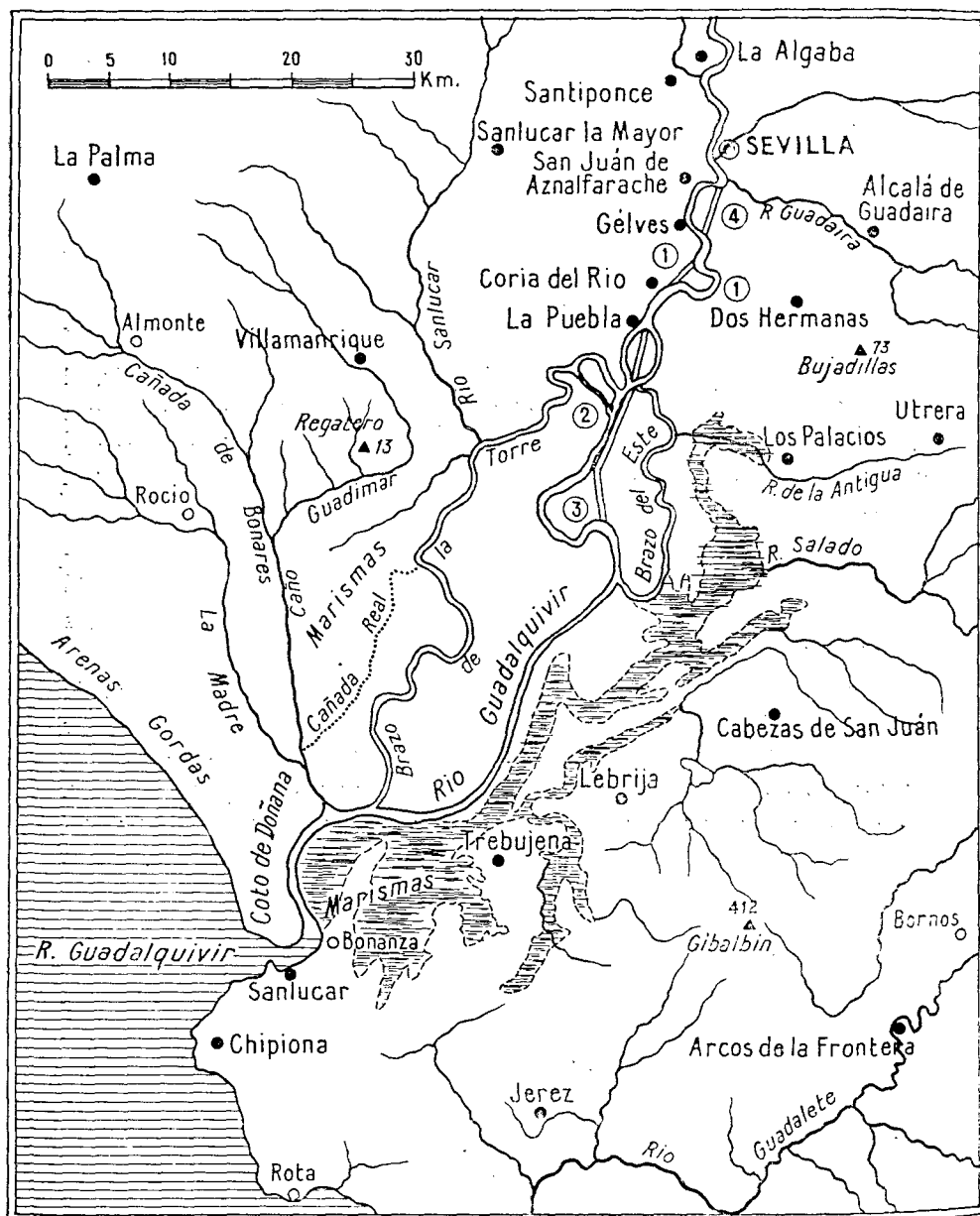


Fig. 222.—Zona del estuario del Guadalquivir, al Sur de Sevilla; territorio ocupado por los brazos del río, caños y marismas.

Los límites occidentales del estuario pleistoceno son más imprecisos, pudiéndose señalar la línea de los citados pueblos situados en la orilla derecha del río desde Sevilla en el cauce único, continuada por Villamanrique, Almonte y El Rocío; pero hacia la costa se superpone la gran zona de dunas denominada las «Arenas Gordas», que llegan frente a la desembocadura, en el coto de Doñana, y ocultan al subestrato.

Ayuso de La Puebla, junto a Coria, el Guadalquivir se descompone en tres brazos: uno, central, que es el principal, y dos laterales, uno



Fig. 223.—Guadalquivir en Sevilla. Corta de Tablada.

(Foto Hernández-Pacheco.)

por cada banda: El «Brazo del Este» tiene cerca, en el borde plioceno, el pueblo de Los Palacios, y forma gran isla al incorporarse el brazo oriental al central. El del Oeste es el «Brazo de la Torre», cuyos meandros, cerrados por el brazo central, originan también grandes islotes; juntándose ambos a unos 18 kilómetros al Norte de Sanlúcar; ensanchándose el brazo único, que es el que desemboca en el mar, entre Bonanza y el coto de Doñana (figs. 223 a 228).

Los afluentes al Guadalquivir en el tramo del antiguo estuario, por la margen izquierda, proceden de los terrenos neogenos que le circundan



Fig. 224.—Los Palacios (Sevilla) en la margen izquierda, junto a las marismas del Guadalquivir.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

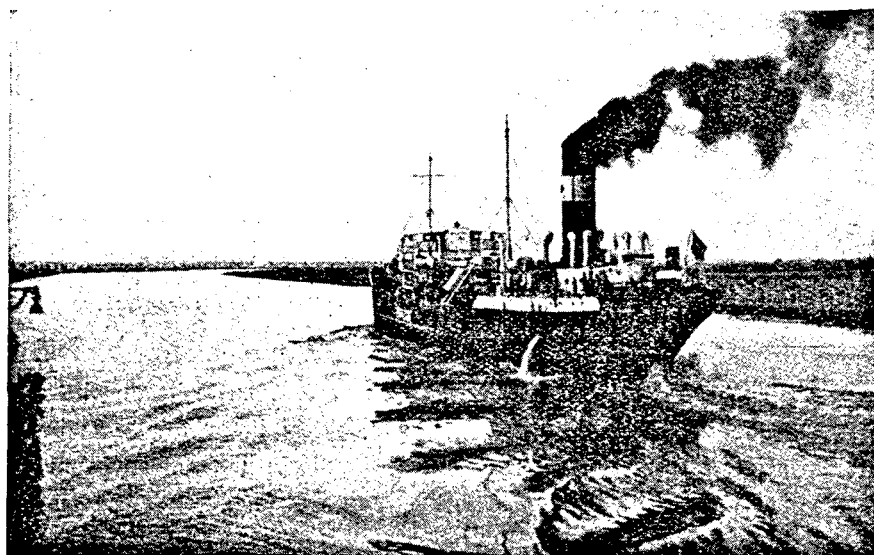


Fig. 225.—Brazo principal del Guadalquivir, al Sur de Sevilla; barco petróleo remontando el río.

(Foto Hernández-Pacheco.)

por esta parte, y son tres arroyos principales que sólo llevan agua en las épocas de lluvia y durante los aguaceros tormentosos.

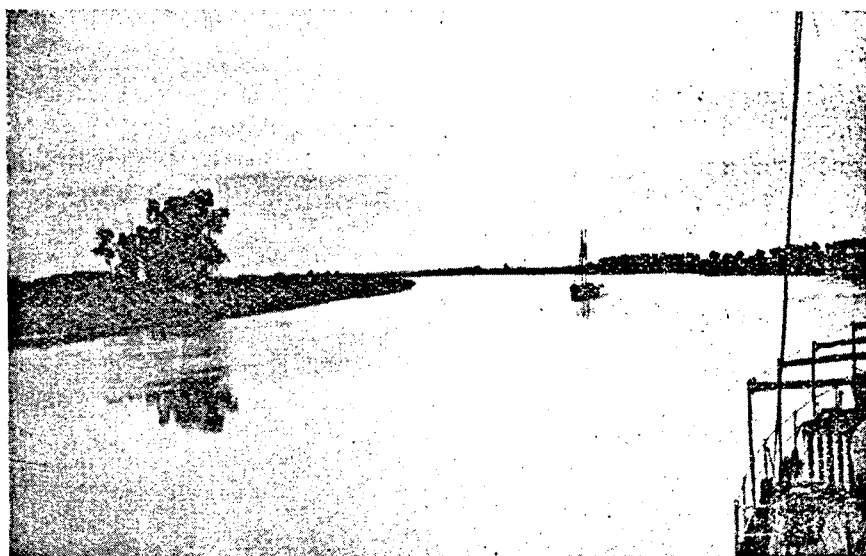


Fig. 226.—El Guadalquivir en la zona de marismas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1940.)

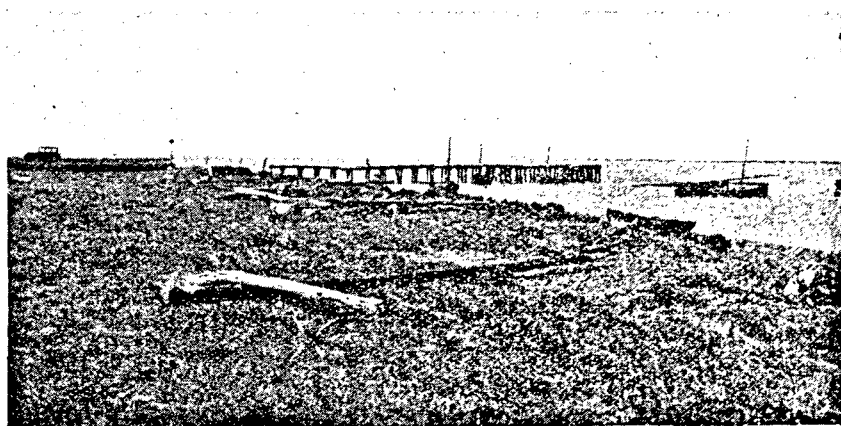


Fig. 227.—El Guadalquivir en la zona de marismas inmediatas a Trebujena (Cádiz).

(Foto Hernández-Pacheco, 1940.)

Uno, el más septentrional, es el arroyo de la Antigua, que se origina en Utrera y pasa por Los Palacios, vertiendo en el Brazo del Este.

Otro se origina en la campiña de Cabeza de San Juan, y se pierde en los caños y esteros irregulares y cambiantes de la llanura fluvial. Un tercer arroyo se origina en la sierra de Gibalbín (442 m.), se expansiona por el campo de Lebrija y se pierde en los caños y marismas de Trebujena.

Río Salado de Morón.—Es de mayor importancia que los cursos anteriores. Se origina en la sierra de Algodonales, de constitución geológica mesozoica, principalmente triásica. Tiene recorrido de unos 45 ki-

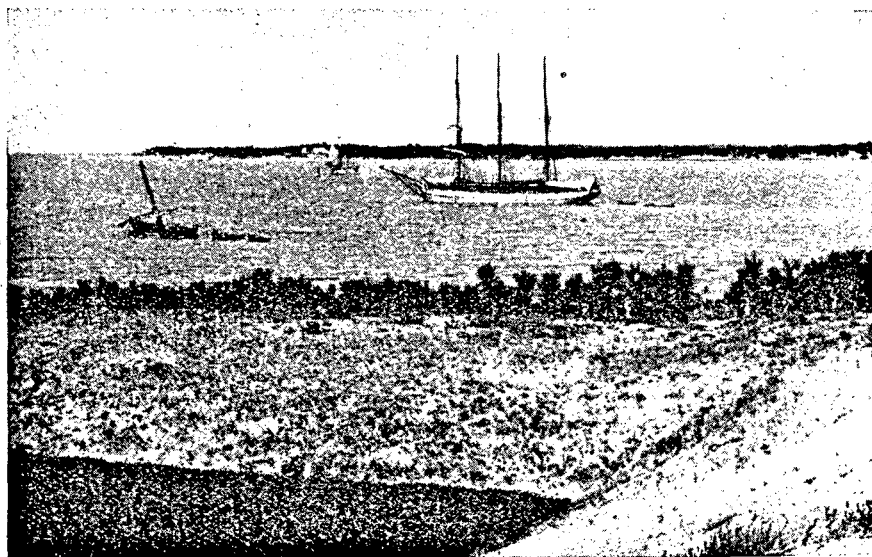


Fig. 228.—Desembocadura del Guadalquivir entre Sanlúcar y el coto de Doñana.

(Foto Hernández-Pacheco, 1925.)

lómetros, y, al entrar en la llanura del estuario, se pierde en los caños orientales. Es río que va casi seco gran parte del año, pero que lleva circunstancialmente gran caudal, ocasionando inundaciones en la llanura, por lo que se ha regularizado con embalse y presa en el paraje denominado La Torre del Aguila, evitándose, con ello, los grandes daños que producía.

Ríos de Sanlúcar y Guadimar.—Son ramificaciones fluviales afluentes por la margen derecha al Guadalquivir, en la llanura de terraplamiento del estuario pleistoceno.

La ramificación del río o gaño de Sanlúcar se origina en las barrancadas de terrenos paleozoicos del Castillo de las Guardas (Sevilla), donde los arroyos confluentes le forman saliendo a la zona de terrenos

neogenos por Gerena y Aznalcollar, y, unidos, pasan a la zona de terrenos neogenos; por Sanlúcar la Mayor, con la denominación de río de Sanlúcar, que penetra, transformándose en caño, en la llanura del estuario, desembocando en el brazo de Poniente del Guadalquivir, habiendo efectuado un recorrido de unos 75 kilómetros en arrumbamiento meridiano.

El Guadimar.—Se forma en el borde de los terrenos paleozoicos de la provincia de Huelva, con los neogenos en La Palma del Condado; el brazo oriental atraviesa la banda de terrenos neogenos, y en el borde de la llanura del estuario (vértice Regatero, 13 m.) hace una inflexión y se vierte en caño en el Guadalquivir, a unos 12 kilómetros de la desembocadura. El brazo occidental procede del Oeste, de cerca de Moguer, y se compone de los cursos arrumbados de Oeste a Este, uno que pasa por Almonte y el otro por El Rocío, al Norte de la banda de arenas voladoras costeras; se unen en el borde del estuario y se incorporan al caño Guadimar. El recorrido del brazo mayor es de unos 60 kilómetros.

Las herbosas llanuras del tramo final del Guadalquivir fueron, desde los tiempos tartesios de la prehistoria, excelentes criaderos de veloces caballos y de numerosos rebaños de toros. En el transcurso de los tiempos históricos la ganadería fué la importante riqueza de la comarca fluvial, especialmente la vacuna y caballar, y, en las llanuras inmediatas al gran río, los campos cerealísticos.

La navegación hasta Sevilla se realizó, desde los tiempos protohistóricos y en la época romana, por el brazo central o principal cauce del Guadalquivir, y lo mismo en las diversas épocas históricas; navegación, entre Bonanza y Sevilla, difícil y de cuidado por lo flexuoso del cauce y por lo inseguro de los bajos, mudables con las grandes crecidas. El centenar de kilómetros recorridos a vela y remo se efectuaba aprovechando el empuje de la marea ascendente para remontar por la corriente y el del vaciante para descender hacia el mar. Así llegaban a Híspalis los navíos romanos, según el relato de Estrabón. Impulso de la marea ascendente que utilizó el almirante Bonifaz, en 1248, para romper con el espolón de sus naves el puente de barcas entre Sevilla y Triana y premover la rendición de la ciudad. Con el auxilio del vaciante de la marea salió de Sevilla, a las amplitudes oceánicas, la nave de Sebastián Elcano, y, con el impulso de la ascendente, regresó a Sevilla al retorno del viaje en el que se circundó la tierra por vez primera.

El aumento creciente del tonelaje en los tiempos modernos hizo que se facilitase el camino fluvial del Guadalquivir mediante obras que

cortásen con canales navegables las sinuosidades, enderezando y regularizando el cauce. Son las principales modificaciones realizadas para tales efectos las siguientes: 1.^a La corta denominada de la Merlina, terminada en 1795. 2.^a El canal de la Fernandina, de 1816. 3.^a El corte denominado de los Jerónimos, en 1888. 4.^a La corta de Tablada, junto a Sevilla, realizada a finales del primer cuarto del siglo xx. El adjunto mapa, de la figura 222, señala con números encerrados en circulitos el orden cronológico en que se efectuaron las obras reseñadas de alineación del cauce principal del río.

La regulación del canal del Guadalquivir, mediante presas de embalses en los principales afluentes; la apertura de canales de navegación evitando los meandros, con el consiguiente aumento en el tonelaje de los barcos que pueden llegar al puerto de Sevilla; la regulación de los afluentes al estuario, evitando las inundaciones; la apertura de red de canales y acequias de regadío, y las demás construcciones hidráulicas que se han realizado o están en realización, permiten evitar los riesgos a que estaba sometida la ganadería y poner en cultivos remuneradores grandes extensiones de terreno, aumentándose en alto grado la riqueza natural del solar patrio.

RED FLUVIAL CATALANA

Se refiere el epígrafe a la genuina Cataluña, a la región natural catalana, no a la Cataluña política y administrativa, de extensión más amplia; en la que están contenidos el tramo final del Ebro e importantes afluentes al río caudal, tal como el Segre y sus tributarios, los Nogueras.

En tales respectos la región natural catalana es de las más claramente definidas de Hispania, con diversos cursos fluviales que tienen su origen, recorrido y desembocadura en territorio catalán; ríos que prescindiendo de insignificantes riachuelos y arroyos, contando desde el cabo de Creus al delta del Ebro, son los siguientes: Muga, Fluviá, Ter y Tordera; Besós y Llobregat; Foix, Gaya, Francoí y Cambrils.

El conjunto de la red fluvial enumerada está comprendida en los siguientes límites: por el Norte, los Pirineos Orientales, entendiéndose por tales la porción situada al Este de la depresión geotectónica de la Cerdaña. El límite occidental corresponde a la divisoria de aguas con el Segre, divisoria que en la mitad meridional de la región coincide con la alineación orográfica interior de las Catalánidas, que da frente a los Llanos de Urgel, de la provincia de Lérida. El límite extremo occiden-

tal puede establecerse por la depresión intermontaños, por donde la corriente del Ebro sale por Tortosa y Amposta a la llanura costera y al delta del río caudal. Los límites orientales y meridionales son el Mediterráneo, por estar la costa arrumbada de Noreste a Suroeste (figura 229).

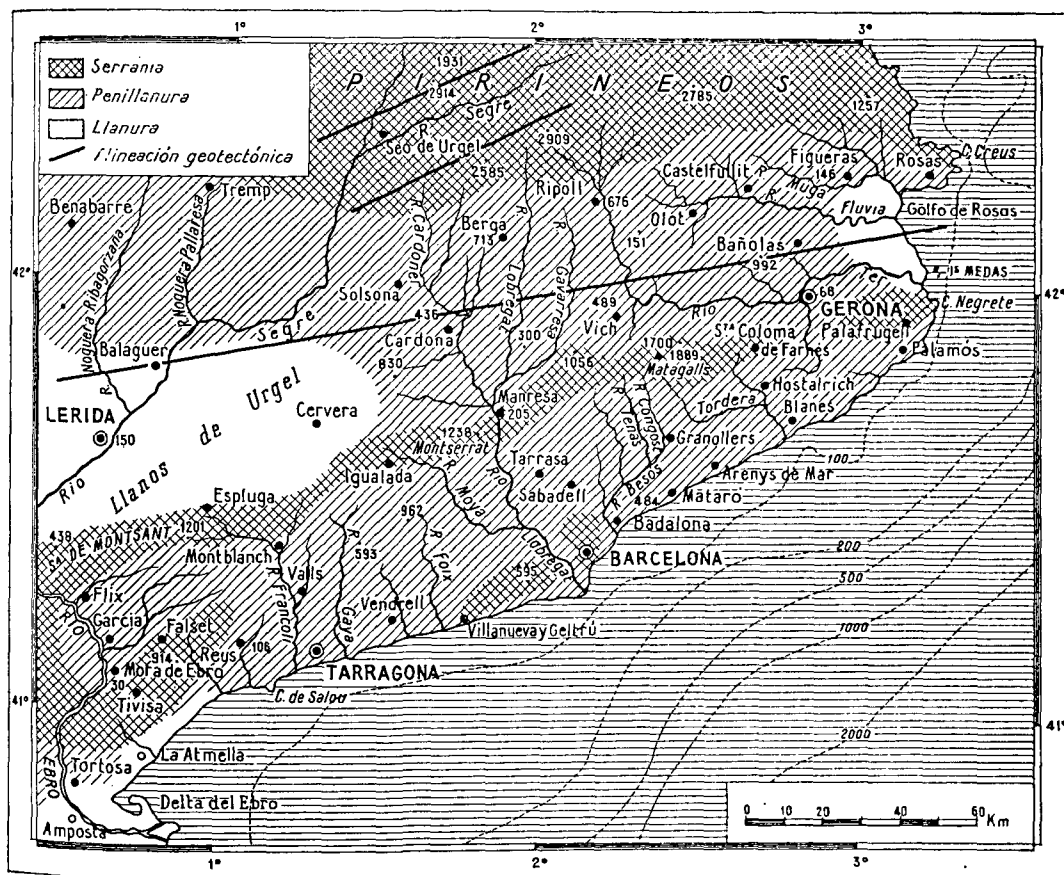


Fig. 229.—Red fluvial catalana.

La dirección general de la red fluvial catalana es, en sus componentes, de NNW. a SSE., o sea en dirección normal al arrumbamiento orográfico de las Catalánidas y de la depresión de la Cerdaña, que son notoriamente de SSW. a NNE. La depresión de la Cerdaña, flanqueada meridionalmente por la sierra del Cadí, tiene clara significación de cicatriz geotectónica. Las alineaciones orográficas de las Catalánidas, tanto la costera como la del interior, tienen, asimismo, arrumbamiento coin-

cidente con el de la Cerdaña y con la línea de costa, señalándose dos depresiones intermedias:

Una es la que puede denominarse «Depresión paleogena catalana», situada entre la alineación general de los Pirineos Orientales y la alineación orográfica de las Catalánidas interiores. Otra es la del «Vallés-Panadés», situada entre los relieves costeros y las Catalánidas interiores.

La «Depresión paleogena catalana» se inicia por el golfo de Rosas y la planicie del Ampurdán; se continúa por la Plana de Vich, con sus cerros paleogenos con morfología de muelas; pasa hacia el Oeste a la comarca de Cardona y de Suria, de abundantes depósitos de sales sódicas y potásicas de un entrante marino paleogeno en proceso de desecación y concentración salinosa, y se pierde hacia el Oeste por los terrenos paleogenos de la provincia de Lérida, por Aragón, al valle del Ebro, en la ribera navarra y de Logroño. La depresión del Vallés-Panadés está constituida por una cobertura de terrenos neogenos, en parte marinos, pero principalmente miocenos de facies continental, generalmente margosos y con diversidad de yacimientos que han producido abundante fauna de mamíferos fósiles. Se inicia la depresión al Sur del Montseny y al Norte de la zona costera granítica; tiene arrumbamiento general al Suroeste y se abre ampliamente al mar por los límites litorales entre las provincias de Barcelona y Tarragona.

Una tercer banda de depresión, coincidente en arrumbamiento con las anteriores, está señalada por la fosa submarina existente entre el litoral catalán y las Baleares, con cerca de 2.500 metros de profundidad, que establece compensación en hondura a lo que en altitud se alcanzan los Pirineos orientales.

Tal disposición orográfica y topográfica parece estar en contradicción con el arrumbamiento general de los ríos catalanes. Pero si tenemos en cuenta la evolución orogénica del territorio catalán, con sus dos fundamentales acontecimientos, se comprende que el arrumbamiento fluvial es la consecuencia del proceso evolutivo paleogeográfico. Tales acontecimientos fueron la formación de la fosa balearica producida por la fragmentación y desaparición, por hundimiento, de la masa continental de la Tirrénida (situada al Norte de la Baleares, al Sur de la costa mediterránea francesa, y al Este de la mitad septentrional de Cataluña), de la que queda el resto emergido que comprende el litoral al Norte de Barcelona hasta el cabo Negre y las isletas Medas. Fenómeno concomitante con la producción de la fosa balearica sería el resurgimiento pirenaico, pues en la Naturaleza no hay nada arbitrario y los hundimientos se compensan con elevaciones. El conjunto de fenóme-

nos geológicos reseñados se realizó durante el transcurso de los tiempos neozoicos, desde el eoceno medio hasta el plioceno inclusive. En tal proceso, la zona de altitud se originaba en el Pirineo, y la zona de depresión en la fosa baleárica, en formación. Los cursos fluviales que fueran constituyendo la nueva red tendrían cabecera pirenaica y nivel de base mediterráneo y el arrumbamiento actual.

Porque la formación de una red fluvial es fenómeno derivado y consecuencia de la orogenia, con un primer período de formación torrencial, contemporáneo de la fase orogénica; otro de formación fluvial, en el que se labra el cauce y el valle, fase variable en el tiempo, según las circunstancias del terreno y la topografía, y un tercer período, en que el río alcanza su perfil de equilibrio y la corriente se estabiliza. Si el clima cambia o la estabilización del terreno del valle se altera, hundiéndose en la zona de desembocadura o elevándose hacia la cabecera, en movimiento bascular, la acción erosiva fluvial experimenta rejuvenecimiento erosivo y se produce la formación de terrazas. El cauce fluvial es un aparato sensible que acusa los movimientos epirogénicos. Los ríos catalanes y, en general, los hispanos están actualmente en período de estabilización.

Los ríos catalanes de las provincias de Gerona y Barcelona son de corriente permanente en el transcurso del año, lo que obedece a dos causas: una su procedencia pirenaica, nutriéndose en la estación seca con el derretimiento de las nieves invernales. Otra causa es que el régimen climatológico está atenuado, en lo que respecta a sequía, por el influjo del europeo. Esta última característica hace que las comarcas de sus cuencas presenten gran variedad en la vegetación, tanto en la silvestre como en la cultivada, y, también, por lo que hace a las formaciones de bosque, de matorral y herbácea; y análogamente, a los cultivos de plantío, anualés de secano y hortícolas.

Los cursos fluviales de la provincia de Tarragona son de menor tamaño y proceden de penillanura o de la serranía interior limítrofe con la provincia de Lérida. El país es de vegetación variada, casi toda cultivada y con abundancia de viñedo, olivar, avellanos y almendros. El clima es de menor influjo europeo y sin exageración en su tipo mediterráneo respecto a intensidad y duración de la sequía. Tales circunstancias hacen que la red fluvial de la provincia de Tarragona no conserve en la estación estival sino únicamente corriente subálvea.

En general la red fluvial catalana está bien aprovechada mediante regadíos, y especialmente utilizada en la producción de energía eléctrica

Conjunto fluvial gerundense.

El conjunto fluvial del epigrafe está comprendido en la provincia de Gerona y en la zona limítrofe de la de Barcelona.

El *Muga*, que es el más septentrional, se origina por ramificación profusa de arroyos confluentes que proceden de las vertientes meridio-

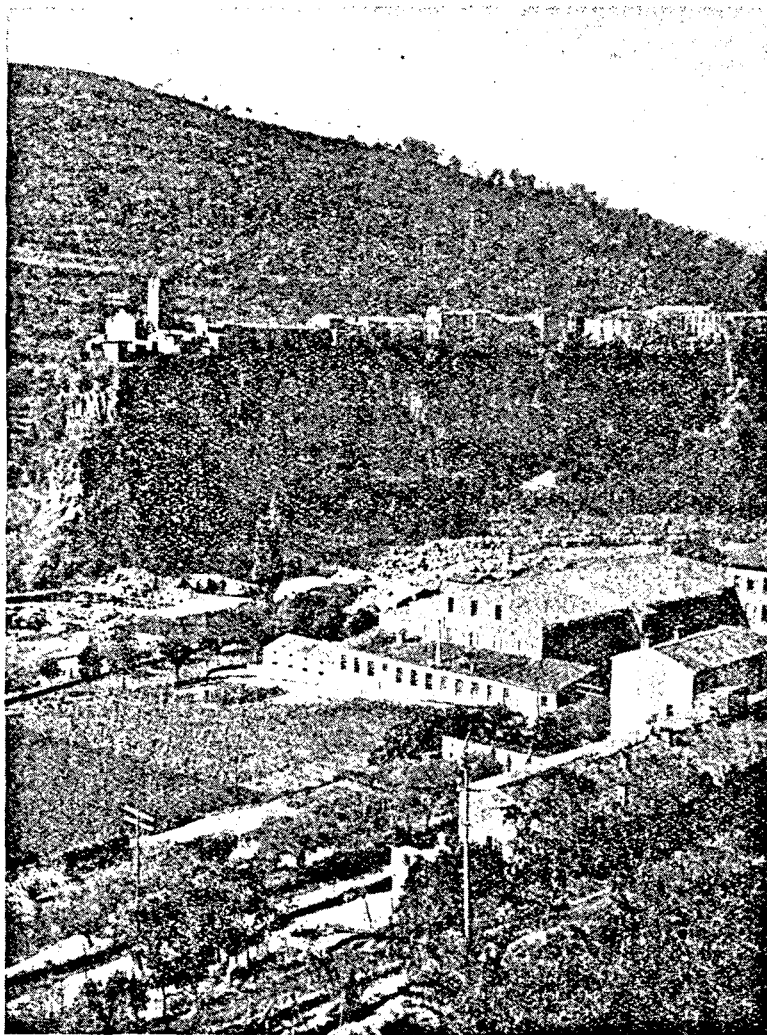


Fig. 230.—El Fluviá al pie del acantilado basáltico de Castellfollit de la Roca (Gerona).

(Foto Hernández-Pacheco, 1941.)

nales, del extremo oriental de los relieves pirenaicos (1.257 m. al Norte de La Junquera; vértice Salinas, 1.336 m., al Sur de Ceret). El conjunto se reúne en cauce único, en la llanura del Ampurdán, al Este de Figueras, donde se incorporan arroyos, procedentes de la península de Rosas, en la depresión pantanosa situada entre Castellón de Ampurias y Rosas. Vierte el Muga en el Golfo de Rosas por dos desembocaduras: la de la citada laguna pantanosa y por cauce situado meridional-

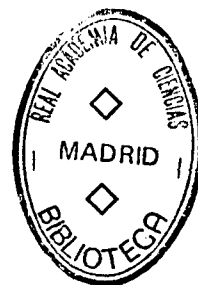


Fig. 231.—El Fluvíá en Betelú (Gerona).

mente a ésta. El recorrido de la rama más larga del Muga es de unos 35 kms., y arrumbamiento predominante al Sureste.

El Fluvíá forma ramificación flabelada, cuyos componentes septentrionales se originan en la zona axial pirenaica, y los centrales y meridionales en la penillanura accidentada por diversidad de relieves, en gran parte volcánicos de la comarca de Olot (vértice Secalm, 1.515 metros). La rama principal del Fluvíá pasa por Olot, entre conos y coladas lávicas basálticas, y por Castelfullit de la Roca, en donde la erosión fluvial ha puesto al descubierto potente masa de basalto columnar (figura 230), la corriente atraviesa la zona meridional del ampurdán, en la que describe tortuosos meandros, pasa por Besalú (fig. 231) y desemboca en el golfo de Rosas, al Norte de las ruinas de la célebre factoría

griega de Ampurias. El arrumbamiento general del Fluviá es al Este y el recorrido de unos 70 kilómetros.

El Ter es el más importante de los ríos de la provincia de Gerona y el segundo en longitud de recorrido de los catalanes. La ramificación del Ter es de tipo pennado, abarcando la corriente a las cuencas del Fluviá y del Muga.

Se origina el Ter en la zona axial pirenaica por un primer tramo de configuración flabelada, en la zona de cumbres septentrionales de

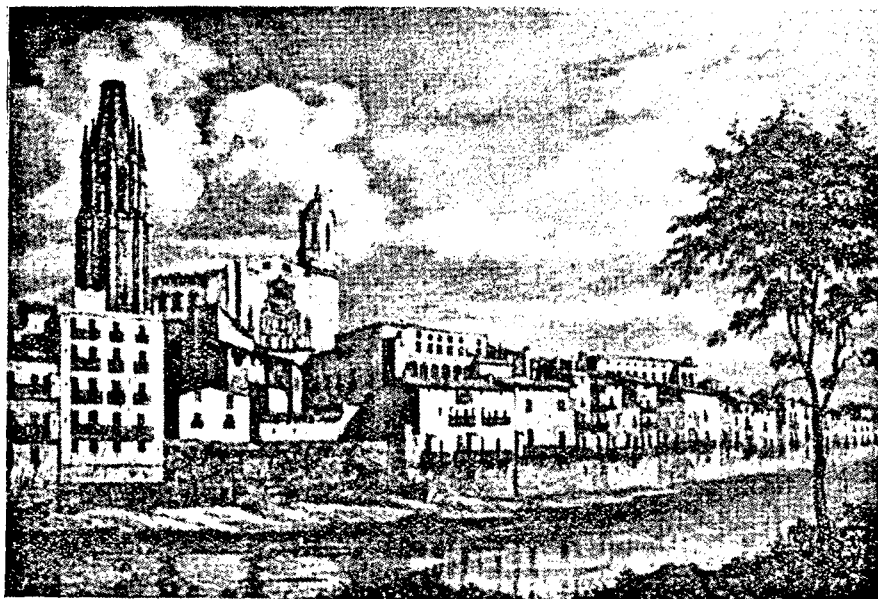


Fig. 232.—Gerona en la confluencia del Ter y del Onyar, según un daguerro-tipo de 1851.

la Sierra del Cadí (Puigmal. 2.909 m.) y en las situadas hacia el Este. Se reúnen los confluente torrenciales del tramo de cabecera en Ripoll (676 m.); con arrumbamiento meridiano llega a la plana de Vich, pasando al Norte de la ciudad torciendo el rumbo hacia el Este por efecto de los relieves meridionales a la plana, del Montseny (1.889 m.; vértice Matagalls, 1.700 m.), relieves continuados hacia Oriente por los de Santa Coloma de Farnés y los Montes Gavarrás. En este tramo, de arrumbamiento hacia el Este, atraviesa el Ter territorio de emisiones volcánicas, al Sur del vértice Roca Corva (992 m.) y del lago tectónico de Bañolas, pasando por Gerona (68 m.), donde se le incorpora el afluente meridional Onyar, que atraviesa la ciudad; desemboca el Ter frente a las isletas Medas, con un recorrido de unos 125 kms. (fig. 232).

El Tordera. Es río de corto recorrido, de unos 50 kms., desde su origen, en las vertientes meridionales de Montseny, hasta la desembocadura. Comprende un tramo de cabecera, al SSE., hasta San Celoni; un tramo medio, por la iniciación de la zona del Vallés, arrumbado al ENE., hasta Hostalrich, dirección producida por las colinas y berrocales de la banda granítica litoral, y un tercer tramo, desde Hostalrich, por Tordera, a la desembocadura en Malgrat, con arrumbamiento al SSE., atravesando el granito costero, en ancho valle de aluviones arenáceos.

Sector fluvial de la zona media catalana; Llobregat.

Las cuencas de los ríos Besós y Llobregat comprenden la provincia de Barcelona. El Llobregat es el río principal de Cataluña.

El *Besós* es de características muy semejantes al Tordera. Tiene, como éste, disposición pectiniforme, con un tronco arrumbado de Noreste a Suroeste, entre la banda granítica costera y la alineación orográfica interior, de donde proceden los afluentes que atraviesan de Norte a Sur la depresión del Vallés, entre Granollers y Sabadell. Son estos afluentes el *Congost*, *Pureis*, *Caldas* y *Ripollet*. En su último tramo hace rumbo al Sureste y desemboca al Norte de Barcelona, con recorrido la rama mayor, desde el vértice Rodós (1.056 m.), de unos 55 kilómetros.

El *Llobregat* tiene sus orígenes en las cumbres pirenaicas de la Sierra del Cadí, mediante dos ramas importantes: la oriental es la del genuino Llobregat, que nace en La Pobla de Lillet, de la provincia de Barcelona. La rama occidental es la del *Cardoner*, que nace en Gasol, en el borde de la provincia de Lérida. Una y otra descienden por la vertiente meridional de la cordillera, con arrumbamiento meridiano. El Llobregat atraviesa la serranía del Bergadá, y pasa por Berga (vértice Paguera, 1.990 m.), y por Sallent, y a corto trecho de esta localidad se le une, por la margen izquierda, el *Gabarrosa*, que procede también del Alto Pirineo. Es territorio de áspera y boscosa serranía, en la que prepondera el roquedo sobre el elemento vegetal componente del paisaje. Salido el Llobregat a terreno despejado, pasa al Este y, cerca de Manresa y a corto trecho se le une la rama del Cardoner.

El *Cardoner*, cerca de la base de la cordillera, pasa próximo y al Este de Solsona y penetra en el territorio de barrancadas de margas yesosas y salinas, estepario y de rala y pobre vegetación de las formaciones paleogenas de Cardona y Suria, por donde pasa, llegando a Manresa y uniéndose al Llobregat.

El Llobregat, desde la confluencia, continúa con arrumbamiento submeridiano, pasando por la base de las empinadas crestas de Montserrat (1.230 m.); cruza la depresión del Panadés, y llega a Martorell, donde se le une por la margen derecha el importante afluente el Noya, procedente de Igualada, y que pasa por las localidades de Capellades y San Sadurn de Noya, en amenas y productivas comarcas. Desde Martorell el Llobregat, arrumbado al SSE., pasa por Molins de Rey y San

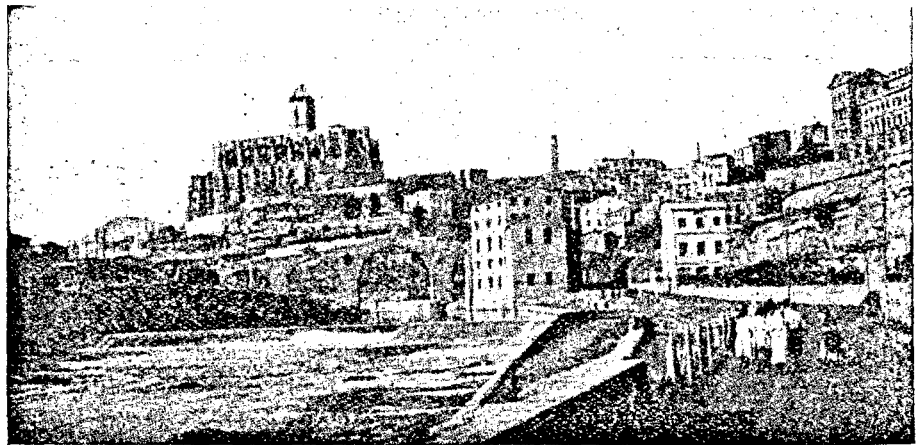


Fig. 233.—El Llobregat a su paso por Manresa (Barcelona).

(Foto M. Faura.)

Félin de Llobregat, en el fructífero y cuidadosamente cultivado delta, situado al Sur, junto a Barcelona. El recorrido del Llobregat comprende unos 150 kms. (fig. 233).

Sector fluvial tarraconense.

A partir de la cuenca del Llobregat, hacia el Suroeste, los ríos catalanes de la porción occidental de la provincia de Barcelona y los de la provincia de Tarragona son de corto recorrido y presentan atenuada la característica fluvial del tipo funcional de «rambla», dejando de correr en la estación seca. Dependen tales características de dos causas: Es una haber desaparecido el influjo pirenaico, cordillera que queda lejos y con la intercalación de la zona de relieves montañosos del Montseny y sus prolongaciones orográficas hacia el Oeste y Este. Otra causa es que el influjo del clima occidental europeo, en la provincia de Gerona, que modifica al típico mediterráneo, cesa hacia el Sur de esta provincia, presentando la de Tarragona, más clara, consti-

tución climatológica mediterránea, aunque atenuada en lo que respecta a la intensidad y duración de la sequía estival, y mayor unificación climatológica a lo largo del año, que ocasiona gran ventaja para los cultivos, que son, con preponderancia, de plantío.

Por otra parte, la alineación orográfica interior de las Catalánidas está muy próxima a la costa, y en el extremo occidental de la provincia, en la zona del Ebro partido de Falset) todo es montañoso

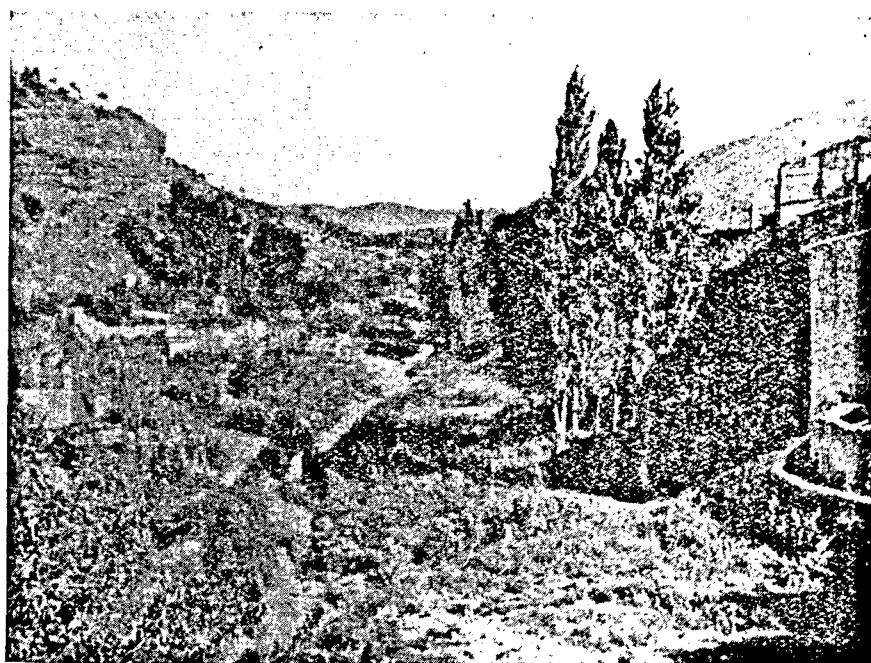


Fig. 234.—El Francolí en su tramo de origen en Espluga de Francolí (Tarragona).

(Foto Hernández-Pacheco, 1941.)

desde los llanos de Lérida hasta el mar. Tal disposición orográfica es productora de cursos fluviales de muy corto recorrido.

Río Foix.—Su valle establece límite interprovincial entre Barcelona y Tarragona. El arrumbamiento es submeridiano, pasa próximo a Vilafranca del Panadés, desemboca a media distancia entre Villanova y Geltrú y Vendrell; el recorrido es de unos 30 kms.

Río Gaya.—Se origina en la zona de serranía interior de la comarca de Queralt, atraviesa la campiña de Tarragona (vértice Montagut, 593 metros), con arrumbamiento meridiano, y desemboca en la playa de Al tafuya, al Este de Tarragona, con recorrido de unos 55 kms.

Río Francolí.—Procede el Francolí de la zona montañosa limitante de las provincias de Tarragona y de Lérida. Pasa por Montblanch, y una rama lateral por Valls; recorre la fértil campiña entre esta localidad, Reus y Tarragona, y desemboca junto a esta ciudad, con recorrido de unos 45 kilómetros (fig. 234).

Río Cambrils.—Al Oeste del Cabo de Salou desembocan en el Golfo de San Jorge, situado entre dicho cabo y el saliente del delta del Ebro, un conjunto de riachuelos procedentes de las montañas de Falset y de Tivisa (vértice Llavería, 914 m.). Los de más largo recorrido apenas alcanzan a la veintena de kilómetros; tal como el Cambrils, procedente del interior de la provincia (vértice Musara, 1.051 metros). De la abrupta zona montañosa de Tivisa procede, entre otros barrancos, el de Motó, que por la aldea de pescadores La Almeilla se vierte en el Mediterráneo.

RED FLUVIAL DEL SEGMENTO IBERICO DE LA SERRANIA DEL IDÚBEDA

Comprende el segmento Ibérico, cuya red fluvial se analiza, una extensión territorial incluida por el geógrafo Estrabón en el conjunto de serranías que denomina el Idúbeda; ancha banda divisoria de aguas entre Mediterráneo y Atlántico.

El segmento Ibérico es el oriental o, más bien, el del Sureste, cuyos límites son: al Noroeste, la otra mitad del Idúbeda, o sea, la Celtibérica, con la que establece separación el curso superior del Henares y el Jalón. Al Norte, la amplia depresión de la llanura del Ebro. Al Oeste, la planicie de La Mancha. Meridionalmente está limitado el Idúbeda por el valle del Montesa, al que bordea la Sierra Grossa de Játiva, que establece separación entre dos sistemas orográficos y orogénicos, constituyendo tal límite importante alineación geotectónica que se señala a modo de cicatriz entre los arrumbamientos orográficos y tectónicos valencianos y los alicantinos de las alineaciones del subsistema orográfico Subético (fig. 235).

La región que se examina está abierta al Este por la Plana costera valenciana, planicie continuada por el fondo submarino del golfo de Valencia, en cuya cuerda se señala escalón, hacia la fosa balear, y en el borde del cual asoman las isletas Columbretes y el placer de la Barra Alta, cuyas crestas sumergidas llegan cerca de la superficie.

La región Ibérica tiene unidad natural en sus características morfológicas, de constitución litológica, estratigráfica y geotectónica y de vegetación silvestre y cultivada.

La morfología del relieve se distingue por orografía de tipo tabu-

lar, en mesas y muelas, de bordes escarpados, y con gran frecuencia superficies culminantes planas; relieves interrumpidos por hondas valonadas y cañones fluviales. No suele haber alineaciones orográficas definidas, acumulándose los relieves escarpados y, a veces, de cumbres agudas, en zonas de distribución irregular, separadas unas de otras por

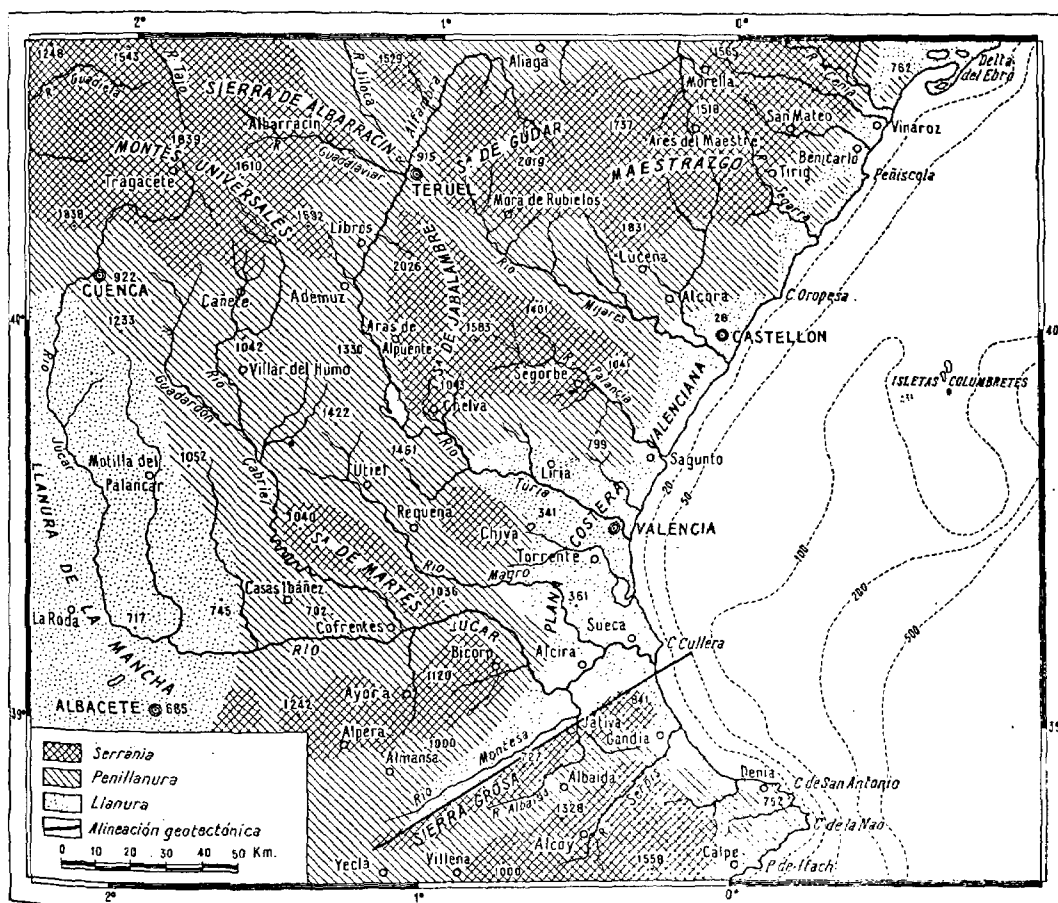


Fig. 235.—Red fluvial del tramo ibérico de la serranía del Idúbeda.

espacios intermontañosos de penillanuras, no muy evolucionadas, por las que la red fluvial se distribuye.

Se señalan como principales áreas de mayor altitud, las siguientes:

a) Montes Universales y sierra de Albarracín, en donde se originan el Tajo, el Júcar y Cabriel y el Guadalaviar o Turia, con altitudes de 1.600 a más de 1.800 metros.—b) Sierra de Gúdar, donde se forma el Al-

fambra, que concurre en Teruel (915 m.) con el Guadalaviar; área montañosa que se prolonga hacia el Este (1.737 m.) y forma la serranía del Maestrazgo y Peñagolosa (1.831 m.), al Norte de Lucena del Cid, y que desde la muela de Morella (1.565 m.) se enlaza hacia el NNE. con la alta serranía de los puertos de Beceite hacia las Catalánidas.—c) Sierra de Jabalambre, al Sur de Teruel, que llega hasta Chelva, junto al Turia (pico del Chelva, 1.043 m.) y al Este hacia Segorbe, por la sierra de Espadán (1.110 y 1.041 m.).—d) Sierra de Martés (1.036 m.), al Norte del Cabriel y del Júcar, de arrumbamiento Noroeste a Sureste.—e) Montañas de Bicorp, con la mesa del Caroche (1.120 m.); serranías que se extiende hacia Ayora, en donde se observa vallonada muerta, de Sur a Norte, residuo de antigua red fluvial. Grupo inmediato son las muelas de Carcelén (1.242 m.).—f) Forma el límite meridional del territorio la Sierra Grossa (727 m.), arrumbada de Suroeste a Noreste, que tectónicamente es de otra región, como el Mondúber costero (841 m.), entre el cabo Cullera y Gandía.

La constitución geológica del territorio consiste en un substrato paleozoico que aparece en muy escasos y reducidos afloramientos, continuación de otros septentrionales de arrumbamiento hespérico, o sea de Noroeste a Sureste. Al substrato se superpone en discordancia el terreno triásico de facies germánica, con abundancia de margas arcillosas, y, sobre éste, en concordancia, depósitos marinos y continentales de la serie mesozoica, con predominio de calizas, terrenos todos concordantes entre ellos.

Las acciones orogénicas durante el neozoico, que fueron de gran intensidad en el Pirineo y en la cordillera Bética, aquí se manifiestan atenuadas y son como reflejos de aquéllas, predominando las fracturas y dislocaciones y los despegues y extrusiones de las margas arcillosas triásicas, siendo el arrumbamiento general de los estratos plegados o dislocados de tendencia general de Noroeste a Sureste, disposición más clara en algunas alineaciones orográficas valencianas, predominando, en general, las fallas transversales y las paralelas a la línea de costa.

Fenómeno derivado de las acciones orogénicas y nueva disposición topográfica fué la formación incipiente de la actual red fluvial, que comenzaría a formarse en el paleogeno continuando en el neogeno, pues en las vallonadas existen depósitos neogenos, principalmente margosos, con abundancia de moluscos palustres y también anfibios salamandroides, y en Libros (Teruel), fósiles de ranas admirablemente conservados, y en diversidad de localidades acumulaciones en las margas miocenas con esqueletos de peces de agua dulce, tales como el *Leuciscus Pachecoi*, que aparece en gran cantidad.

En el plioceno avanzado se produjo la gran intumescencia del Idúbeda, que ocasionó la elevación de las parameras, tales como la de Molina, Montes Universales, Jabalambre, etc., en acción concomitante y compensadora de la producción de hundimientos, tales como los óvalos mediterráneos. Fenómeno derivado sería el encajonamiento y modificaciones de la incipiente red fluvial y la intensa acción erosiva de toda la red fluvial en proceso de desarrollo.

Comprueba tales acciones la disposición que presenta la red fluvial envolviendo los cauces externos a los internos: el Turia al Mijares, el Cabriel al Turia y el Júcar al Cabriel. Además de tal disposición, se advierte en la red fluvial Ibérica el predominio del tipo morfológico pectinado, o sea sin afluentes de importancia en una de las márgenes; en este caso en la derecha o externa, fenómeno patente en el Júcar y Cabriel, y también en el Mijares, y menos acentuado en el Turia, de morfología de tránsito al tipo pennado, y francamente penniforme en el Palancia, de curso en zona orográfica, entre relieves montañosos por ambas márgenes.

Otra consecuencia se puede deducir de la constitución litológica y de la situación del nivel de base común a la red fluvial, que es el golfo de Valencia. Consiste la deducción en la abundancia de manantiales en el borde interior de la plana costera valenciana y algunos potentes submarinos, conocidos de los pescadores; resurgencias producidas por corrientes subterráneas resultantes de las filtraciones a través de las abundantes calizas, permeables por fisuración, de los diversos terrenos mesozoicos hasta las capas impermeables de las margas arcillosas triásicas que forman la base del complejo litológico mesozoico.

Estrabón, en su Geografía, describe el territorio del Idúbeda como país áspero, de clima duro y poco productivo, y sus habitantes gente ruda y pobre, al contrario de los iberos del litoral y de Turdetania. El interior, efectivamente, es de contrastes térmicos estacionales; frío en invierno por la altitud.

La vegetación forestal, constituida por pinares, prepondera en las zonas septentrionales, ocupando las rasas montañosas, decreciendo hacia el Sur, en donde el pinar se aclara, predominando las matas de carrascas, el énebro y la sabina, y en los cauces torrenciales las adelfas, que denominan baladre. El matorral es de labiadas aromáticas, y hacia el Sur comienza la gran zona hispana del espartal. En contraste con tal vegetación está la plana costera, intensamente cultivada y productiva, con el más importante naranjal que existe; notables arrozales y diversidad de cultivos de regadío, constituyendo la huerta valenciana uno de los territorios agrícolas de más densa población de Europa.

Componen la red fluvial del segmento Ibérico del Idúbeda los siguientes ríos, prescindiendo de arroyos y riachuelos insignificantes; cursos fluviales que, contando de Norte a Sur, son los siguientes: ríos Cenía, Cervol, Cervera, Segarra y Mijares; Palancia, Turia y Albufera de Valencia; Júcar y Cabriel.

Ríos valencianos.

Corresponden a la provincia de Castellón, comarca del Maestrazgo, con relieves montañosos altos; hacia el Norte, los ríos Cenía, Cervol, Cervera, Segarra y Mijares.

Río Cenía.—Se forma con los derrames meridionales de los puertos de Beceite (Encadé, 1.893 m.), limítrofes entre la comarca de Tortosa, en la zona de desembocadura del Ebro, y la amplia del Maestrazgo; pasa por la Cenía, pueblo de donde le viene la denominación; atraviesa la llanura costera, pasando junto al extremo meridional de la sierra litoral de Montsiá (764 m.), y desemboca próximo a Vinaroz, teniendo un recorrido de unos 45 kilómetros y arrumbamiento general de Noroeste a Surestse.

Río Cervol.—Es otro riachuelo, con recorrido de unos 55 kilómetros y arrumbamiento como el anterior, formándose cerca de Morella, por Vallibona, y desemboca junto a Vinaroz.

Rambla de Cervera.—Semejante a los anteriores en tamaño y arrumbamiento, se forma en los terrenos escabrosos situados entre Morella y Ares del Maestre (Muela de Ares, 1.318 m.); pasa próximo y al Norte de San Mateo, con todo el recorrido en plena comarca del Maestrazgo, desembocando junto a Benicarló.

Río Segarra.—Es el cuarto de la serie de riachuelos, con características hacia la fisiografía fluvial del tipo «rambla» que se forman en la comarca del Maestrazgo. El Segarra pasa entre Tirig y Albocácer, y por Cuevas de Vinromá, comarca escabrosa con peñones y abrigos decorados con pinturas rupestres de época mesolítica; pasa también por Segarra del Maestre, localidad de donde le viene el nombre, y desemboca junto a Benicarló.

Río Mijares.—El río Mijares es el de más largo recorrido en la provincia de Castellón. Es claramente de tipo morfológico pectinado, desprovisto de afluentes por la margen derecha, y de varios importantes en la izquierda, que se forman en las serranías del Maestrazgo y de Gúdar; teniendo el cauce principal, que recoge los afluentes, disposición en arco abierto que abarca a las citadas serranías.

Se origina en la sierra de Gúdar, situada al Este de Teruel, avan-

zando con arrumbamiento meridiano que cambia al Sureste desde cerca de Mora de Rubielos. Pasa entre las montañas de Peñagolosa (1.831 m.), situada al Norte, y Espadán (1.041 m.), en el Sur; y por Ribesalbes, importante localidad por sus yacimientos miocénicos de facies continental, y desemboca en el Mediterráneo, próximo y al Sur de Castellón por Almanzora, teniendo un recorrido de unos 110 kilómetros.

Los afluentes del Mijares por la margen izquierda, que son los únicos importantes, son los siguientes: a) *Arroyo de Alcalá*, que se origina en Alcalá de la Selva (vértice Peñarroya, 2.019 m.), de la serranía de Gúdar; uniéndose al tronco fluvial en Valbona.—b) *Arroyo Fuentesasna*, procedente de Mora de Rubielos.—c) *Arroyo de Rubielos de Mora*, procedente de Peña Calva.—d) *Río de Villahermosa*. Se origina en el collado de la Gitana, de los montes de Pinarciago; desciende hacia el Sureste, pasando al Oeste de Peñagolosa y de Lucena del Cid; desembocando en el Mijares con un recorrido de unos 50 kilómetros.—e) *Rambla de la Viuda*. Se compone de dos ramas: una, que se origina en la provincia de Teruel, en los montes de Pinarciago; otra, en la de Castellón, en el vértice Ares (1.318 metros). Reunidos en un cauce pasa entre Villafamés y Alcora, en donde mediante presa se embalsa la corriente para regadíos. La ramificación afluente se incorpora al Mijares en Castellón, a corta distancia de la desembocadura de éste en el Mediterráneo.

A la provincia de Valencia corresponde la siguiente red fluvial: ríos Palancia, Turia, la Albufera, Júcar y Cabriel.

Río Palancia.—Se origina el Palancia en el paraje limítrofe entre las provincias de Teruel, Castellón y Valencia, donde se alza el vértice Salada, con altitud de 1.538 metros. Recoge el río los aportes meridionales de la sierra de Espadán, de arrumbamiento WNW. a ESE. (vértice Pina, 1.401 m.; vértice Espadán, 1.041 m.), dirección que es también la del Palancia, que recoge asimismo aportes por la margen meridional, o sea la derecha, hacia donde se alza el vértice Rebalsadores (799 m.). El Palancia es, por tales características, de tipo morfológico penniforme, siendo los afluentes, por una y otra margen, de corto recorrido y de carácter torrencial. Pasa por Viver, Segorbe y Sagunto, desembocando inmediato a esta última localidad. El recorrido total es de unos 70 kilómetros.

Entre el Palancia y el curso del Turia por el entrante de Liria, en la plana costera valenciana, existe un riachuelo de cauce en parte abarrancado, que es el denominado barranco de *Carraixet*, que se origina en las alturas de Embalsadores y, atravesando la llanura en recorrido de unos 30 kilómetros, desemboca al Norte y cerca de Valencia.

Río Turia.—El Turia es el río central del territorio Ibérico. El conjunto del recorrido del tronco fluvial forma arco, abarcando las cuencas de los ríos anteriormente descritos y a las zonas de serranía entre las que circulan; existiendo también en el Oeste y externa al arco fluvial del Guadalaviar o Turia la alta serranía de parameras de los Montes Universales y sierra de Albarracín, de donde procede el Alto Guadalaviar (fig. 236).

Tal conjunto de serranías interiores y exteriores al arco del Turia rodean a una alta nava o depresión intermontañosa de gran complejidad

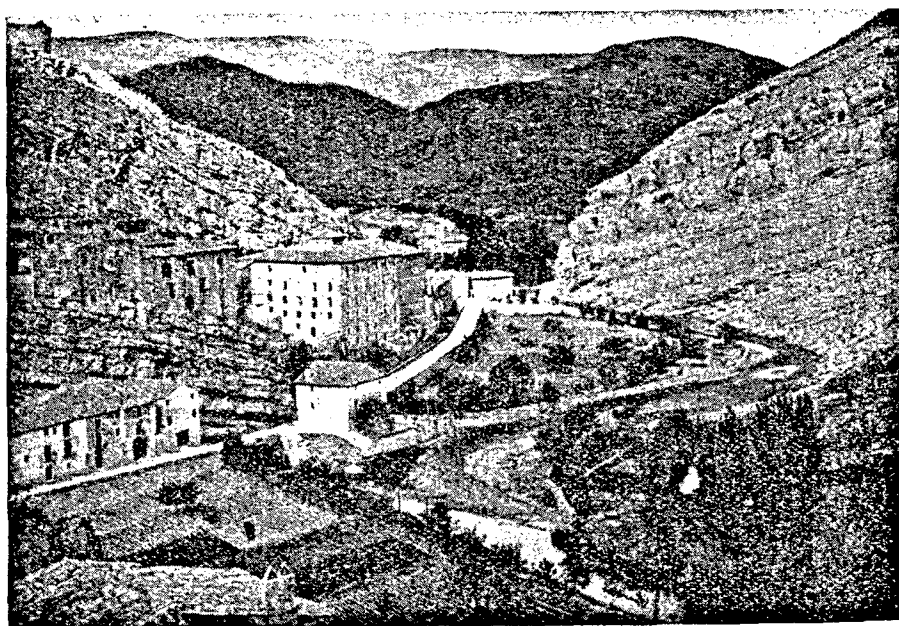


Fig. 236.—El Guadalaviar o Turia en el tramo de origen, en Albarracín (Teruel).

en el relieve, en cuyo comedio está la ciudad de Teruel (915 m.), en cuyas inmediaciones confluyen las dos ramas fluviales del alto Turia, que son: el *Alfambra*, que viene del Norte, y el *Guadalaviar*, que viene del Oeste, de los Montes Universales.

La gran nava o alta depresión intermontañosa de Teruel formó durante el mioceno medio y superior extensa zona endorreica o semien-dorreica de lagunas, pantanos y cursos fluviales sin salida, que constituyen extensa cuenca miocena con la ubicación de la actual ciudad en el comedio y, en otros parajes de la cuenca, Concud, Alfambra, Libros, Adamuz, etc., con importantes e interesantes yacimientos paleontológi-

cos de mamíferos fósiles, anfibios, peces de agua dulce y abundancia de moluscos palustres.

Se origina el Turia, que en esta parte se denomina más frecuentemente Guadalaviar, en los Montes Universales; pasa por Albarracín y llega a Teruel, donde confluye con el Alfambra, que viene, describiendo arco en codo, de la sierra de Gúdar (2.019 m.), y que, juntos, forman el Turia, que desde Teruel, con rumbo submeridiano, pasa por Libros, Adamuz y Aras de Alpuente, recibiendo pequeños afluentes por una y

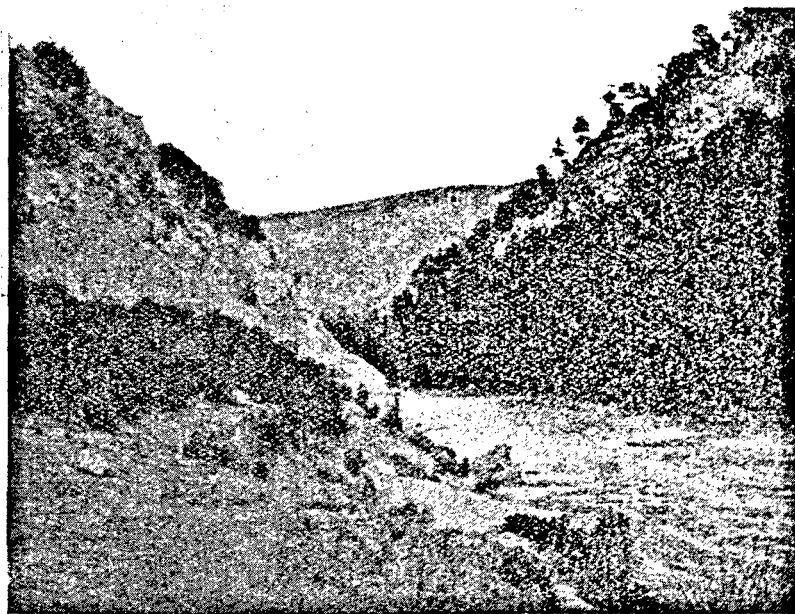


Fig. 237.—Congosto del Turia de Los Conquetes en Aras de Alpuente (Valencia).

(Foto Hernández-l'acheco.)

otra margen; atravesando por el eje longitudinal la cuenca miocena y terrenos mesozoicos, principalmente triásicos, por territorio quebrado, de vegetación esteparia y escasa forestal, de poca producción agrícola, salvo en algunas vallonadas (fig. 237).

Desde Aras de Alpuente el Turia se encajona en hoces y congostos roccsos difícilmente transitables, pasando por el ensanche de Benageber, formado por gran falla transversal; continuando en régimen de hondas barrancadas y estrechos congostos por Domeño, donde se le une por la margen izquierda el río de Chelva, teniendo por la derecha el alto escarpe, por el que caen en cascada los arroyos de la mesa de Utiel (Atalaya, 1.160 m.). Continúa el régimen de congostos por Chulilla,

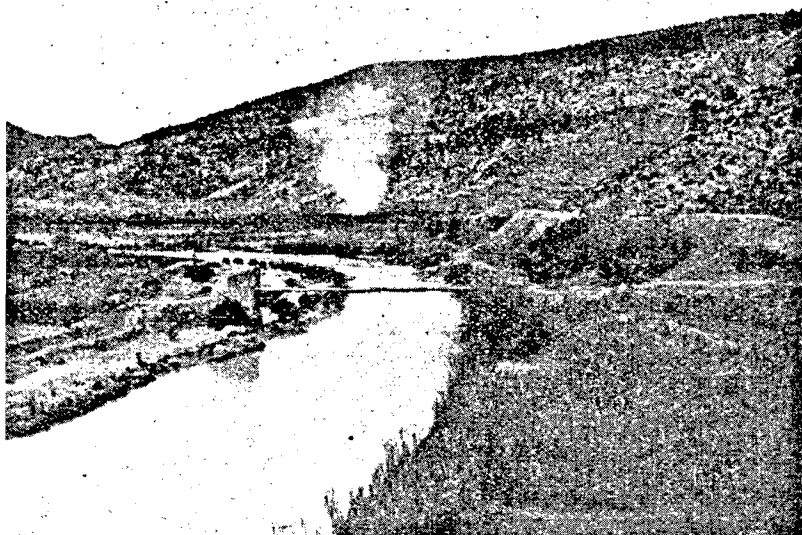


Fig. 238.—El Turia en la hoya de Benageber (Valencia), actualmente ocupada por las aguas del embalse.

(Foto Hernández-Pacheco.)



Fig. 239.—El Turia en las gargantas de calizas jurásicas, cerca de la cascada y molinos de Barchal, ayuso de la hoya y presa del embalse de Benageber (Valencia).

(Foto Hernández-Pacheco.)

hasta salir al ensanche de Liria de la plana costera valenciana (vértice Ródana, 344); planicie en la que el Turia ensancha la corriente, desembocando en el Mediterráneo por Valencia (figs. 238 y 239).

La amplitud del valle en Benageber se ha cerrado, recientemente, con alta presa a la salida del ensanche y entrada en otro congosto, formándose gran embalse que transformará en tierras de regadío las del llano de Liria, que son de secano.



Fig. 240.—Albufera de Valencia con el islote del Fango; paraje adecuado para puestos de caza de aves acuáticas.

(Foto Hernández-Pacheco.)

El recorrido total del Turia desde su origen en los Montes Universales es de unos 225 kilómetros, y la del Alfambra, hasta Ternel, contando con la gran curva, de unos 90 kilómetros.

Albufera de Valencia.—Se incluye en la descripción fluvial la Albufera de Valencia, porque esta gran laguna costera tiene más carácter de aguas continentales que marinas, a diferencia de la más extensa del Mar Menor, en la costa murciana, de amplia bocana y aguas en extremo saladas, o las de Torrevieja, de extraordinaria producción de sal. La Albufera de Valencia tiene difícil acceso al mar, del que está aislada en su mayor parte por ancha restinga. La comunicación con el mar por paraje del Perelló, es circunstancial. La Albufera de Valencia está entre la vegetación de la huerta; tiene en sus bordes pantanosos vegetación palustre y fauna de agua dulce y, temporalmente, abundante población de aves acuáticas (fig. 240).

Recibe la Albufera de Valencia el aporte de un riachuelo que cruza la huerta y que se denomina el *rio de Chiva*, en cuyo término se forma. Pasa el pequeño curso fluvial por Torrente, y desemboca en la Albufera por la parte septentrional. El recorrido del Chiva es de unos 40 kilómetros. La Albufera de Valencia va reduciéndose de tamaño en el transcurso del tiempo, a consecuencia de que los labradores ribereños van ganando poco a poco terrenos para cultivos, terraplenando las orillas.

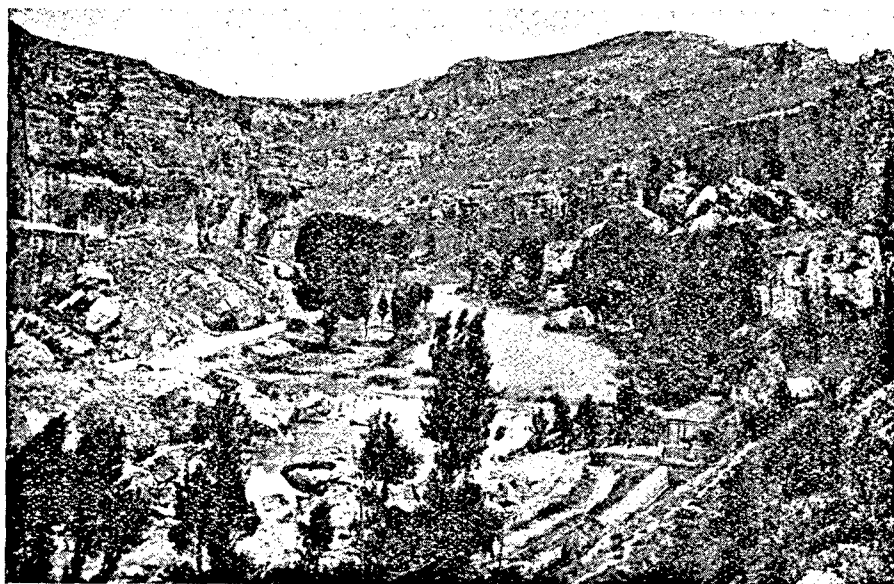


Fig. 241.—El Júcar en las inmediaciones de Cuenca; hoz en las calizas cretáceas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1921.)

Júcar y Cabriel.—El Júcar es el río ibérico de mayor caudal y recorrido. Abarca en un gran arco por Oeste y Sur a todo el conjunto fluvial del sector Ibérico. Particularidad notable de este río es tener la mayor parte del curso en la llana altiplanicie de la Mancha. Morfológicamente es claramente de tipo pectiniforme, con grandes afluentes por la margen izquierda, que es la del lado cóncavo de la curva que describe, y ninguno, salvo algunos insignificantes arroyos, por la margen derecha, correspondiente al lado convexo.

Se origina el Júcar en los Montes Universales, cerca de Tragacete (Cuenca), en el cerro de San Felipe (1.839 m.), y describiendo una S, contorneando la zona de cumbres, adquiere rumbo meridional, pasando por Cuenca, donde es ya relativamente caudaloso (fig. 241). Pasada

Cuenca (992 m.), penetra en la altiplanicie de la Mancha, que recorre a la altitud media de unos 700 metros, con arrumbamiento submeridiano, pasando al Oeste de Motilla del Palancar y del vértice Callejas (1.052 me-

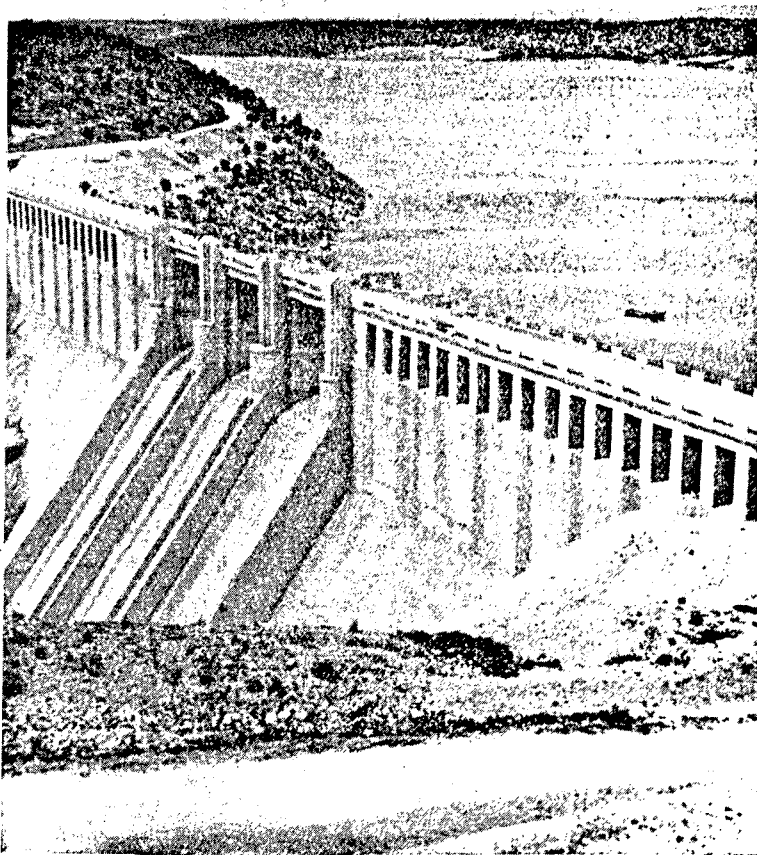


Fig. 242.—Embalse del Júcar en Alarcón (Cuenca) entre dos colinas de calizas cretáceas.

(Foto Hernández-Pacheco.)

tros), y al Este de La Roda, a altitud de 717 metros, torciendo suavemente el rumbo hasta adquirir el oriental, al Norte de Albacete, y al Sur de Casas Ibáñez, próximo al borde oriental de la llanura manchega. Las aguas del Júcar han sido remansadas en el gran embalse de Alarcón (fig. 242).

En el recorrido por la Mancha el río tiene valle y cauce suavemente encajado en la cobertura pliocena, atravesando terrenos sin arbolado y con cultivos cerealísticos preponderantes en el tramo submeridiano manchego, y con pinares en el tramo oriental (fig. 243). Llegado el río al borde de la altiplanicie se hunde en profunda barrancada hasta Co-frentes (Valencia), donde se le une el Cabriel. Juntos Júcar y Ca-briel, siguen en hondos barrancos entre la sierra de Martés, al Nor-te (1.036 m.), y la áspera zona del Caroche (1.120 m.), al Sur, hasta que



Fig. 243.—El Júcar en las inmediaciones del puente y molino de la Marmota, en término de Fuensanta (Albacete), al iniciarse la garganta en pendiente hacia Valencia.

(Foto Hernández-Pacheco.)

sale al llano de la plana costera valenciana, donde se le une el Monte-sa. Pasa el Júcar por Alcira, en plana llanura de Valencia, y por Sueca desemboca en el Mediterráneo junto al cabo Cullera.

Particularidad especial presenta la zona situada meridionalmente al tramo del Júcar comprendido entre La Roda y el borde interior de la baja planicie de Valencia. Alejado meridionalmente, está el extremo oriental del Campo de Montiel, con Munera y El Bonillo, y el vérti-ce Barreros (1.105 m.), distantes de La Roda de 30 a 40 kilómetros

al SSW., y, más hacia Oriente, se presentan relieves de la serranía de Alcaraz, con el vértice Roble (1.257 m.), situados al SSW. de Albacete y Chinchilla, a unos 35 kilómetros.

Esté territorio es de altiplanicie con característica endorreica, señalándose en la llanura neogena lagunas someras y cauces sin continuidad. En la llanura entre Albacete y las localidades mencionadas se recogieron en el siglo pasado los manantiales y la red fluvial endorreica de Balazote, que vierte en el Júcar junto al pueblo de Valdeganga.

La parte oriental del Campo de Montiel por El Bonillo y Munera, con sus manantiales, hacia La Roda, está constituida por gran extensión de calizas cretáceas en capas horizontales con amplias vallonadas encajadas en tal terreno, generalmente totalmente secas y, en todo caso, desproporcionadas por su tamaño al de los insignificantes arroyos que circunstancialmente contienen; particularidad indicadora de una antigua época geológica de mucha mayor pluviosidad que la actual, que correspondería a las épocas glaciales, aquí pluviales, del Cuaternario antiguo.

En el territorio de descenso desde la altiplanicie manchega hacia la baja llanura valenciana se observa el mismo fenómeno de grandes vallonadas secas o desproporcionadas al curso fluvial, con arrumbamiento meridiano, de lo que son ejemplos la de Ayora y la canal de Navarrés, al Este del Caroche, situada desde el valle del Montesa al del Júcar. Tales accidentes fluvio-topográficos deben interpretarse como retazos residuales de una antigua red fluvial modificada por levantamientos epigénicos posteriores, que, en los casos que se analizan, pueden situarse en el final del plioceno y comienzos del pleistoceno.

Al Júcar se le une por la margen izquierda el río *Valdemembra*, que se origina en la zona límite entre la serranía de Cuenca y las llanuras de la Mancha, en Almodóvar del Pinar. Es de curso paralelo al Júcar. Pasa próximo al vértice Callejas (1.052 m.) y por Motilla de Palancar, Villanueva de la Jana, Tarazona de la Mancha, y desemboca en el Júcar frente a Valdegangas.

La cañada del *Campillo* corresponde a otro afluente paralelo al anterior que se origina en Campillo de Altobuey, al Este del vértice Callejas; pasa por Fuentealbilla, al Oeste y cerca de Casas Ibáñez, y al Este del vértice Asomadilla (745 m.), en la llanura manchega, y se incorpora al Júcar en el pueblo de Jorquera.

El *Cabriel* es el gran afluente del Júcar, que tiene también su origen en los Montes Universales, al Este del Júcar, descendiendo con rumbo meridiano, que tuerce al Oeste, pasado Salvacañete, y recuperando la dirección meridiana en Boniches (Cuenca), donde recibe del Norte un afluente, el río *Laguna*, así denominado por ser el emisario de la la-

guna del Marquesado, situada al Este de la sierra de Valdemeca; afluente que pasa por Cañete y que se incorpora al Cabriel próximo a Boniches, al Norte del vértice Cuerda (1.400 m.). Pasa el Cabriel por Pajaroncillo, cerca de Villar del Humo, y al Sur de Cardenete se le incorpora, por la margen derecha, el *Guadalzaón*, procedente de la sierra de Valdemeca, entre Cuenca y Cañete.

El territorio recorrido por el Cabriel y sus afluentes, desde el origen hasta la confluencia con el Guadalzaón, es de mucho interés por su des-

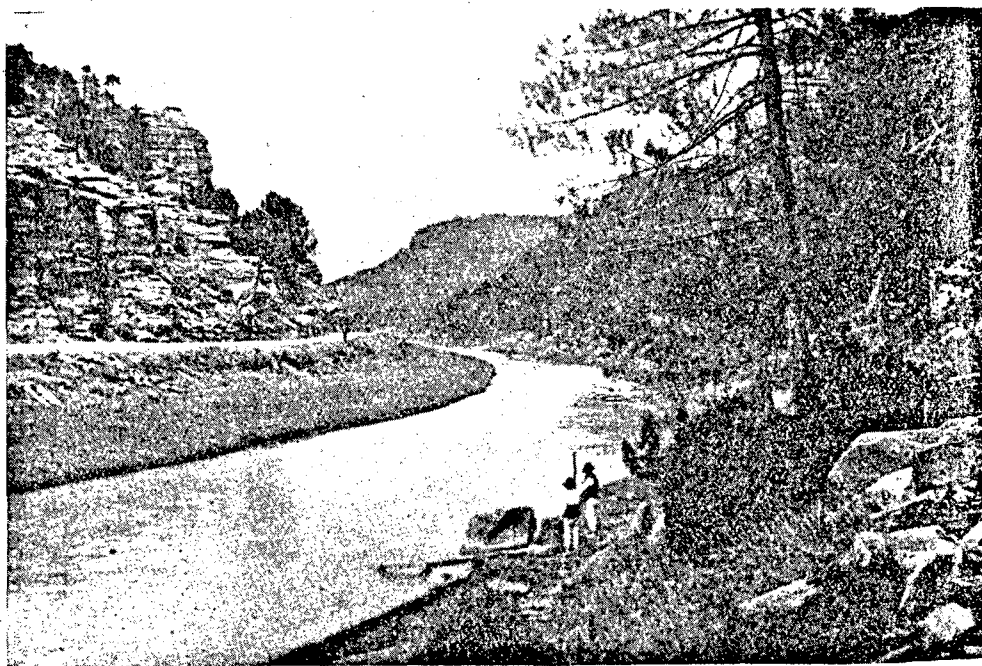


Fig. 244.—El Cabriel en Pajaroncillo (Cuenca), entre areniscas rojas triásicas.

(Foto Hernández-Pacheco.)

arrollo de pinares, constituyendo la comarca forestal denominada «Montes de Cuenca», de espléndida belleza silvestre por la asociación de la masa verde del bosque con el roquedo de arenisca roja triásica, o ródено, y de las calizas grisáceas mesozoicas, encauzando entre altos escarpes las claras aguas del curso fluvial con remansos tranquilos y apacibles en unos parajes, y, en otros, rápidos de la corriente sobre los guijos del fondo somero (fig. 244). Al paisaje de amenidad fluvial en el pinar boscoso dan carácter singular los peñones del roquedo de ródено, en relieves de erosión, de color rojizo, que destacan altos e innaccesibles sobre la masa verde de la vegetación arbórea en formas fantásticas y

perégrinas, o se alzan sobre los acantilados que bordean la corriente fluvial, semejando ruinas de ingentes torres y construcciones ciclópeas, como se observa en Pajaroncillo, en los términos de Boniches y Villar del Humo y en otros parajes de este territorio selvático de plena naturaleza silvestre, que no es de características rudas y aspereza montañosa, sino que produce la sensación de parajes apacibles y deleitosos, cual mítica mansión olímpica, morada de driadas, ninfas, faunos y silvanos y otras fabulosas deidades de los bosques y las selvas, de las aguas de los ríos y de las fuentes.

En la comarca referida existen diversidad de localidades con pinturas rupestres de la época prehistórica mesolítica, estudiados por el autor del presente libro, entre las que destaca el conjunto pictórico de la selva del Anear, entre Boniches y Villar del Humo, entre cuyas figuras está la más antigua representación de la domesticación del caballo, sujeto con un ronzal, por una figura humana.

Desde la confluencia con el Guadalzaón y el Cabriel, sale este río a terreno más despejado, toma arrumbamiento al Sureste y desciende por la penillanura en rampa hacia Valencia, encajándose en hondas barrancadas entre la sierra de Martés, al Norte, y la serranía del Caroche meridionalmente, estableciendo límite interprovincial entre Valencia y Albacete, llegando a Cofrentes (Valencia), en donde se une al Júcar.

En territorio íntegramente valenciano está otro importante afluente al Júcar por la margen izquierda. Es el río *Magro*, que se forma en la mesa de Utiel (vértice Pelado, 1.422 m.). Pasa por Utiel y Requena, y entre la sierra de las Cabrillas y la de Martés, paraje de importancia estratégica en el camino de Madrid, por Cuenca, a Valencia. Sale el Magro a terreno despejado torciendo el curso a SSE., atraviesa la llanura litoral y desemboca en el Júcar entre Alcira y Sueca.

RED FLUVIAL DEL SURESTE PENINSULAR

Comprende el Sureste peninsular, en relación con la red fluvial, el territorio del sistema orográfico Bético que vierte al Mediterráneo por el sector litoral comprendido entre el Norte de la península alicantina de los cabos de San Antonio y de la Nao, hasta el cabo de Gata, en la provincia de Almería; zona de costa con arrumbamiento general de Suroeste a Noreste: dirección coincidente con las geotécnicas y con la del conjunto orográfico del sistema subbético (fig. 245).

El área territorial que se analiza comprende un conjunto triangular, uno de cuyos lados corresponde a la línea de costa. El occidental se

señala por la línea irregular y sinuosa que forma la divisoria fluvial Subbética entre Mediterráneo y Atlántico. El lado septentrional, arrumbado en su conjunto de Oeste a Este, comprende dos porciones: la occidental, es el borde de la altiplanicie del Campo de Montiel y de La Man-

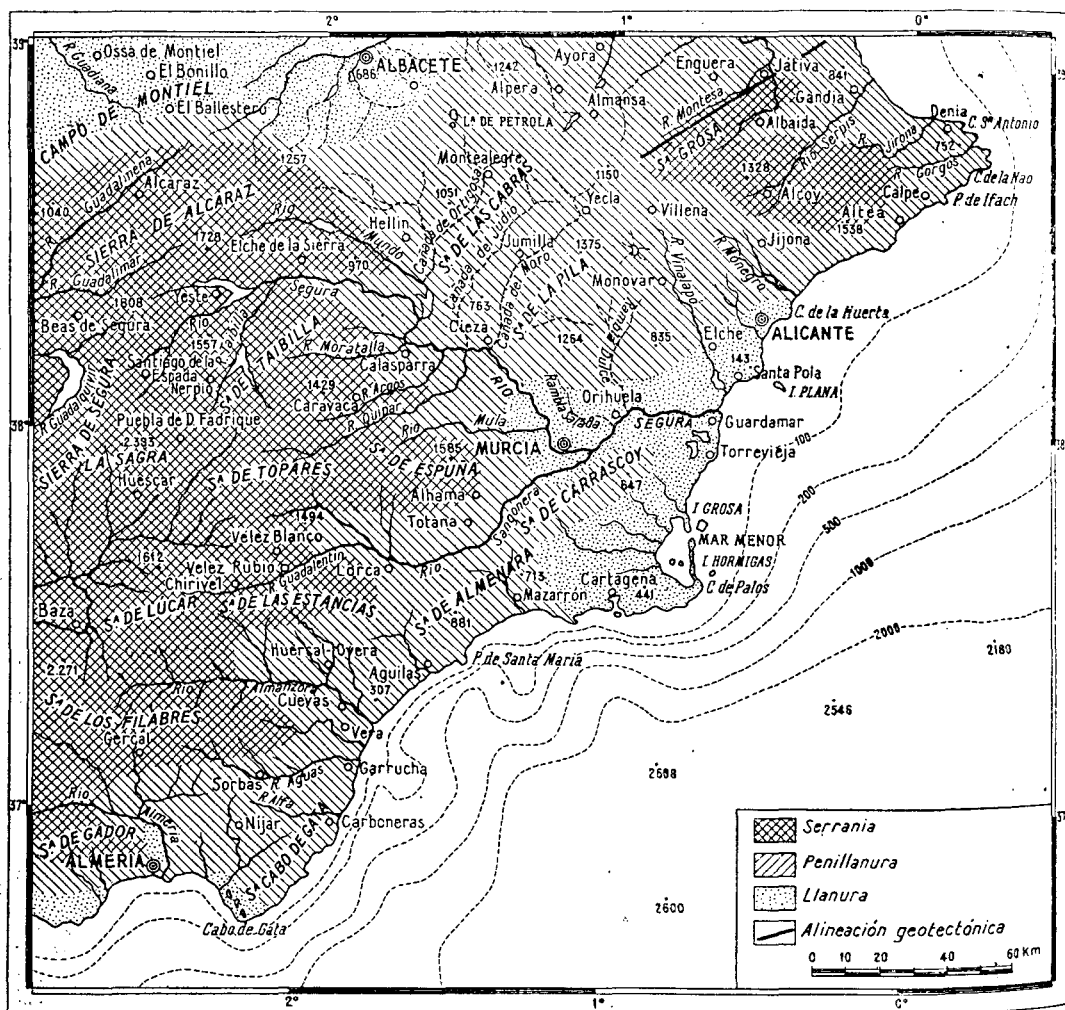


Fig. 245.—Red fluvial del Sureste peninsular; provincias de Alicante, Albacete, Murcia y Almería.

cha de Albacete, y la oriental, es la delimitación geotectónica con el sector Ibérico del Idúbeda, en el que los arrumbamientos son de Noroeste a Sureste, mientras que en el Sureste peninsular son de Suroeste a Noreste; cambio de alineaciones geotectónicas que señalan claramen-

te la vallonada del río Montesa y la Sierra Grosa, de Játiva, según se ha indicado anteriormente.

Respecto a la distribución del relieve están bien representados los tres tipos fundamentales: serranía, penillanura y llanura. La mitad occidental corresponde a la serranía Subbética, con altitudes que rebasan con mucho los dos mil metros, especialmente en La Sagra; serranía áspera y boscosa en la zona de origen del Guadalquivir y del Segura, por Santiago de la Espada, Beas y Yeste, mientras que la zona meridional es seca y árida sin vegetación por la sierra de los Filabres y de Gádor, a veces en altas y extensas mesas, por el Marquesado. Otra zona de serranía existe en el Noreste, por Alcoy y la base de la península de los cabos de la Nao y de San Antonio; zona montañosa, la última, de tamaño reducido, pero escabrosa y empinada, con altitudes próximas a los 1.500 metros.

La llanura está representada por dos tipos diferentes: en el Norte está el extremo oriental de la altiplanicie del Campo de Montiel, elevada al millar de metros; altiplanicie que se prolonga por Albacete, próxima a los 700 metros. El otro tipo de llanura es la litoral del Campo de Cartagena y zona baja del Segura hasta Elche y Alicante, con sus oasis de palmeras.

Una extensa penillanura está comprendida entre la extensa serranía Bética, al Suroeste, y la pequeña de la península alicantina, al Norte, y entre la altiplanicie manchega al Noroeste y la baja llanura murciana al Sureste; penillanura en rampa que establece amplia comunicación entre la elevada intumescencia del centro peninsular y el bajo litoral murciano-alicantino. No existe analogía alguna respecto a origen y formación de tal penillanura, con las típicas occidentales de la Hispania silícea producidas por la persistente acción erosiva de arrasamiento a lo largo de las épocas geológicas, sino que la del Sureste ha sido formada en tiempos modernos de la historia geológica, no más antiguos del mioceno.

La constitución geológica del territorio del Sureste peninsular corresponde a la Hispania calcárea, con cobertura neozoica, sin que asome el substrato paleozoico, ni tampoco los granitos de los cimientos de la corteza terrestre. Las emisiones de rocas volcánicas de diversos tipos son abundantes como fenómenos concomitantes y derivados de las acciones orogénicas que han fracturado y dislocado intensamente los terrenos que forman esta zona del Sureste peninsular. La penillanura levantina, que constituye la rampa de acceso entre la costa y el centro peninsular, se presenta, constituyendo notoria depresión orográfica, entre

la serranía Bética, por una parte, y las serranías valencianas y de la península alicantina, por otra.

Característica general del país es la pertinente al clima, de tipo subdesértico, con la consiguiente falta de vegetación espontánea, constituyendo la más amplia y seca estepa española.

La red fluvial tiene como carácter general, consecuencia del clima seco, pertenecer al tipo «ramblas», permaneciendo secos los ríos pequeños, que sólo corren durante la invernada o en los grandes aguaceros tormentosos, y, en este caso, súbitamente y por poco tiempo; régimen en el que los de mayor caudal, como el Segura, aumentan rápidamente, produciendo crecidas extraordinarias y las consiguientes inundaciones; son, pues, aparatos fluviales que funcionan a golpes.

La penillanura murciano-alicantina tiene acentuado carácter endorreico, con cauces secos que se pierden en la llanura, sin llegar a desembocar en el mar o en ríos mayores, como es el caso del Vinalapó, que pasa junto al oasis de Elche. En la zona alta de la rampa, y en la altiplanicie de Albacete, el endorreísmo se señala por abundancia de lagunas, temporales y permanentes, y más o menos salinosas.

En parte de la provincia de Murcia y en la de Alicante la red fluvial superficial es muy pobre y del tipo referido. Contribuye a tal fenómeno, además del clima seco, la constitución litológica, en muy gran parte de calizas que son permeables por fisuración, sumiéndose las aguas llovedizas y creándose red subterránea, origen de diversidad de manantiales y, en otros casos, produciéndose capas freáticas, relativamente abundantes, como la del Campo de Cartagena, utilizada para regadíos extrayendo el agua con bombas.

La mayor parte del territorio del Sureste peninsular corresponde a la ramificación del Segura. En la zona montañosa de la península alicantina el principal curso fluvial es el Serpis. En la zona de serranía del Sureste de Almería los dos ríos de alguna importancia son el Almanzora y el Almería.

Ríos Segura y Mundo.

El río principal que por su tamaño y extensión de la cuenca caracteriza al Sureste peninsular es el *Segura*. Se forma y procede de la extensa serranía Subbética, en la que está el tramo de cabecera conjuntamente con los afluentes que aportan la mayor parte del caudal. En su tramo medio sale a la penillanura murciana y a la llanura donde con sus regadíos origina la rica y amplia huerta de Murcia y de Orihuela, y, orientando el rumbo al Este, desemboca en el Mediterráneo, junto a Guardamar.

El Segura es de morfología pectinada, describiendo su curso amplia curva con la convexidad al Noreste, dando frente a la suave rampa murciana y alicantina. En su tramo de cabecera está formado por dos brazos: el Mundo, en la parte septentrional, y el Segura, en la meridional.

El *Mundo* se origina en la sierra de Alcaraz (vértice Almenara, 1.798 m.) y en las vertientes septentrionales de los relieves de calizas de la sierra del Calar del Mundo; corre con arrumbamiento orien-



Fig. 246.—Vega de Camarillas en el río Mundo, en tierra de Hellín (Albacete).

(Foto Hernández-Pacheco.)

tal, pasando al Sur de Hellín, desde donde tuerce hacia el Sur, y se incorpora en ángulo agudo al Segura, después de un recorrido de un centenar de kilómetros.

El caudal del Mundo ha sido recogido a la mitad de su recorrido en el embalse de Talave, en bello lago entre montañas, y también en el embalse de Camarillas, cerca de la confluencia con el Segura, cerrando con estrechura una presa la caliza de los Almadenes (fig. 246 y 247).

El *Segura*, de mayor importancia que el Mundo, se origina inmediato al Guadalquivir, en la Sierra de Segura; tiene en su principio arrumbamiento Noreste por sierras de calares con selvosa vegetación de pinares, por Santiago de la Espada y por Yeste, donde se le ha embalsado, cori-

juntamente con el afluente *Tus*. Desde Yeste, el Segura tuerce al Este y pasa cerca y al Sur de Elche de la Sierra, y recorre terreno más despejado, aprovechando para embalse, la larga angostura caliza del Cenajo, al Sur de Hellín. En el tramo recorrido recibe el Segura, por la margen derecha, al río *Taibilla*, que procede de la Sierra de las Cabras; pasa



Fig. 247.—Congosto de los Almadenes en el río Mundo, inmediato a la confluencia con el Segura, al Sur de Agramont (Albacete).

(Foto Hernández-Pacheco.)

por Nerpio, de cuya proximidad se embalsará la corriente mediante alta presa.

El *Segura* y el *Mundo* reunidos en único cauce salen de la serranía por Calasparra, donde se le unen; por la margen derecha, el río *Moratala*, y más adelante, el *Argos* y el *Quipar*; pasa por Cieza y, torciendo el rumbo al Sur, recorre la huerta de Murcia, incorporándosele el *Mula*, procedente de la Sierra de Espuña (1.585 m.). Entre Murcia y Orihuela desemboca en el Segura el afluente de más largo recorrido, procedente de las fragosidades de las sierras de Baza y los Filabres, constituyéndose el *Guadalentín*, que en su origen pasa por Chiriyel y Vélez Rubio, y sale a terreno más despejado en Lorca, donde reunidos los diversos afluentes se forma el *Sangonera*, que pasa cerca de Totana y

de Alhama, y desemboca en el Segura, después de un recorrido entre Guadalentín y Sangonera de unos 150 kilómetros. El Segura, desde Orihuela, atraviesa terreno árido y estepario, al que vivifica y cubre de vegetación verdeante en donde alcanzan los regadíos, y desemboca por Guardámar, habiendo efectuado un recorrido total, desde el origen, de unos 250 kilómetros (figs. 248 a 251).

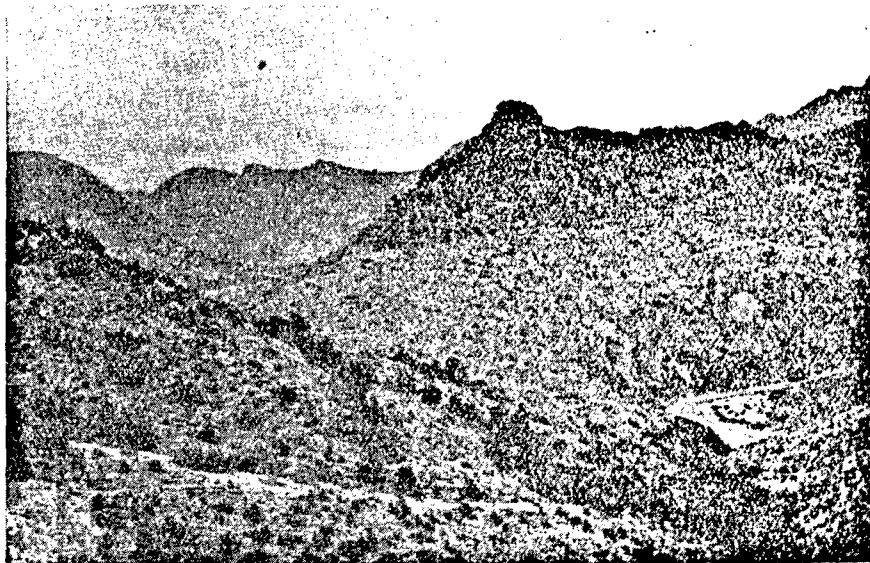


Fig. 248.—El Segura al Sur de Hellín (Albacete), en las serranías Subbéticas mediterráneas.

(Foto Hernández-Pacheco.)

Los mencionados afluentes al Segura son todos por la margen derecha y procedentes de las serranías Béticas. Por la margen izquierda, procedentes de la penillanura y llanura murciana-alicantina, no van al Segura afluente alguno de importancia, sino vallonadas que se denominan «cañadas», que sólo tienen curso fluvial en circunstancias extraordinarias, concurriendo también ramblas secas, a veces de largo recorrido, cañadas y ramblas que cruzan territorio de características esteparias con altitudes medias de unos 700 metros en la zona entre Chinchilla, Hellín, Jumilla y Monóvar, y de menos de 400 metros, hasta la llanura litoral, que no sobrepasa la altitud media del centenar de metros.

Entre este tipo singular de cursos fluviales sin corriente acuífera, se deben citar como los más importantes: La *Cañada de Ortigosa*, entre

Montealegre y Hellín, que desemboca en la parte baja del río Mundo. La *Cañada del Judío*, que viene por Jumilla, a terminar en el Segura, ayuso de Cieza. La *Cañada del Moro*, entre Yecla y Cieza. Las ramblas *Salada* y *Dulce*, que terminan, respectivamente, a uno y otro lado de Orihuela. Rambla de largo recorrido es el *Vinalopó*, de unos 80 kilómetros de longitud, que se forma cerca de Almansa; pasa por



Fig. 249.—El Segura en el congosto del Cenajo, al Sur de Hellín (Albacete).

(Foto Hernández-Pacheco.)

Villena y Monóvar, por Elche y oasis inmediatos, y se pierde antes de llegar al mar, entre Santa Pola y la desembocadura del Segura. Tales cañadas y ramblas son análogas y del mismo tipo que los «uadis» argelinos y del Sáhara occidental; son testigos morfológicos de una época de mayor pluviosidad que la actual, que debe referirse a los períodos glaciales (aquí pluviales) de la época cuaternaria.



Fig. 250.—El Segura en Murcia.



Fig. 251.—Vega final del Segura cerca de su desembocadura, en Guardamar (Murcia). Contraste entre los terrenos de regadio y los de secano.

(Foto Hernández-Pacheco, 1926.)

Red fluvial alicantina y de Almería.

La porción septentrional de la provincia de Alicante en sus límites con los meridionales de la de Valencia constituye un territorio monta-

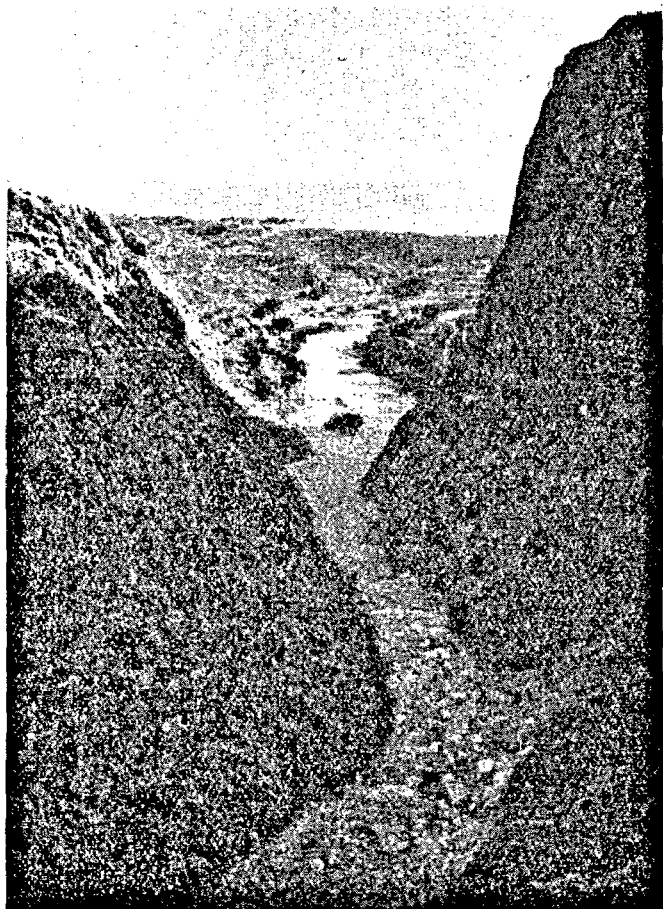


Fig. 252.—Rambla torrencial entre Altea y Calpe (Alicante).
Ejemplo de característica funcional de los cursos fluviales
del Sureste hispano.

(Foto Hernández-Pacheco.)

ñoso que deja intermedio el valle del Albaida, recorrido por el río de este nombre, que atraviesa en angostura la Sierra Grossa por Játiva y se incorpora al Júcar. Al Sur del Valle del Albaida está la comarca montañosa de Alcoy, con altitudes de 1.328 y 1.538 metros, que se pro-

longa hacia el Este, formando la escabrosa península de los cabos San Antonio, San Martín y de la Nao.

Este territorio montañoso está recorrido por el río *Serpis*, que a partir Alcoy corre con carácter torrencial desde la Sierra Mariola, hacia el Nor-este, generalmente encajado en barrancadas calizas. Pasa por Concen-taina. Sale a la estrecha llanura costera de Gandía y, por esta ciudad, se vierte en el mar, con un recorrido de unos 65 kilómetros.

Ríos Girona y Gorgos.—La península referida está recorrida a lo largo por dos cursos fluviales, con arrumbamiento oriental, y con las mismas características de abarrancamiento que el *Serpis*. Son estos ríos el Girona, que pasa cerca y al Sur de Pego y con un recorrido de unos 30 kilómetros desemboca en el mar, junto a Denia. El otro río es el Gorgos, que desemboca por Jávea, junto al Sur del Mongó (752 m.), y su prolongación, el cabo de San Antonio. El recorrido del Gorgos es de unos 40 kilómetros.

Ramblas alicantinas y río Monnegre.—La costa meridional de la pe-nínsula alicantina, hasta Alicante, por Calpe, Altea, Benidorm y Villajo-yosa, está cortada en diversidad de parajes por ramblas de muy corto re-corrido, que tan sólo corren muy circunstancialmente (fig. 252). Unica-mente al Norte y cerca de Alicante es rambla de mayor recorrido el río Monnegre, que se origina a unos 40 kilómetros tierra adentro; pasa entre Jijóna y el Maigmo (1.204 m.) y desemboca al Norte del cabo de la Huerta.

Entre Alicante y el Mar Menor la costa es llana. Rambla de largo recorrido es el *Vinalopó*, que pasa por Elche, y del que se ha hecho refe-rencia.

Al Sur de la desembocadura del Segura está el *Mar Menor*, depre-sión que recoge diversos arroyos, casi siempre secos, salvo durante las escasas lluvias de la seca comarca al Norte de Cartagena.

Al Oeste de Cartagena, a partir de Mazarrón, el influjo de la se-ranía, situada al Norte, origina diversas ramblas, de corto recorri-do, tales como la *Rambla Ancha*, de Mazarrón, y la *Rambla del Caña-rote*, de Aguilas.

En la provincia de Almería el mayor desarrollo de la serranía produ-ce cursos fluviales de más categoría, aunque sin perder el tipo de ramblas, conservando aguas subálveas.

Río Almanzora.—Es el más importante curso fluvial con caracterís-ticas de rambla, entre el cabo de Palos y el de Gata. Se origina entre las sierras de Lúcar y de los Filabres, con arrumbamiento de Oeste a Este y tipo morfológico penniforme, con numerosos y pequeños afluen-tes por una y otra margen; pasa por Purchel, y al llegar próximo a

Huércal-Overa recibe, por la derecha, el importante afluente *Chorrador*, y tuerce el curso al Sureste, pasando por Cuevas de Almanzora y cercano a Vera, desembocando a poco en el mar, con recorrido de unos 85 kilómetros (fig. 253).

Ríos Antas, Aguas y Alfa.—Son de pequeño recorrido y arrumbamiento oriental. El Antas está al Sur y próximo a Vera, y tiene un recorrido de unos 30 kilómetros. Meridional al anterior es el Aguas, pro-

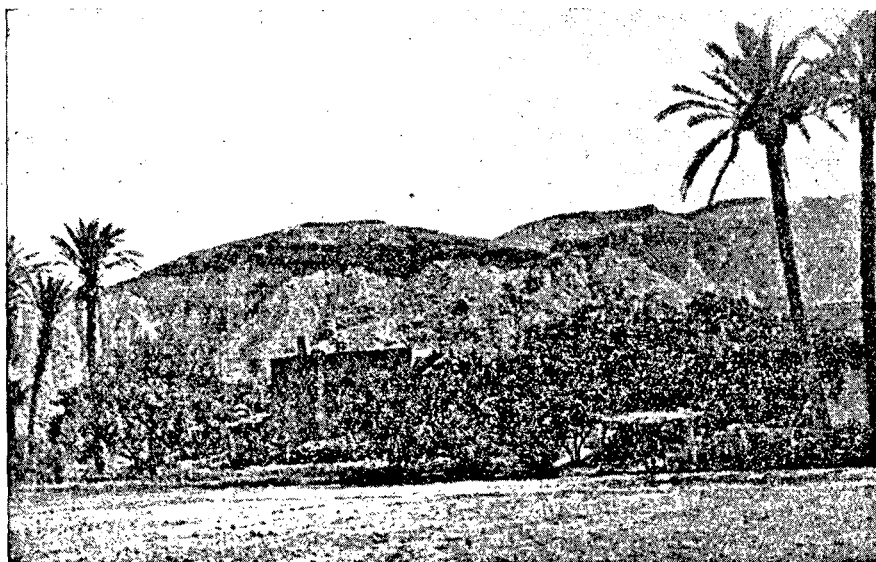


Fig. 253.—Vallonada del Almanzora en los territorios secos del Sureste español. Terrenos pliocenos y pleistocenos en Cuevas de Almanzora (Almería).

(Foto Hernández-Pacheco.)

cedente de la Sierra de los Filabres, pasa por Sorbas y desemboca junto a Garrucha, con recorrido de unos 40 kilómetros. El río Alfa se origina en la sierra Alhamilla y desemboca junto a Carboneras, con recorrido de unos 35 kilómetros.

Rambla de Morales.—Entre la sierra Alhamilla, al Norte, y la litoral del cabo de Gata, desembocan en el golfo de Almería, entre el cabo de Gata y Almería, cinco ramblas, de las que es la más importante la de Morales, formada por dos principales brazos: uno, de la *Rambla del Campo*, de arrumbamiento Noreste a Suroeste, paralela a la alineación de la Sierra de Gata. Otro, la *Rambla de Artal*, que viene con rumbo meridiano desde Níjar, procedente de la sierra Alhamilla. El recorrido en uno y otro brazo es de unos 30 kilómetros.

Map of the provinces of Granada, Almería, and Málaga, showing topography, rivers, and towns. The map is divided into three regions: Serrania superior a 1000 m. (cross-hatched), Serrania inferior a 1000 m. (diagonal lines), and Llanura (dotted). Key towns include Granada, Almería, Málaga, and various smaller towns like Loja, Padul, and Baza. Rivers shown include the Guadalquivir, Guadalhorce, and Guadalfeo. A scale bar indicates distances up to 40 km.

el Oeste, el continente europeo y el africano avanzan al encuentro el uno del otro por dos prolongaciones respectivas que no llegan a juntarse, dejando entre ellas el estrecho de Gibraltar, por el que comunica el Mediterráneo con las amplitudes atlánticas.

La alineación orográfica que limita al mar de Alborán comprende, contando de Este a Oeste, los siguientes macizos montañosos: a) Sierra de Gádor y, al Norte, la sierra de los Filabres, correspondientes a la provincia de Almería.—b) Sierra de Contraviera, con las Alpujarras y Sierra Nevada.—c) Más a Occidente, sierra Tejeda, con la serranía de Alhama, que corresponden todas a la provincia de Granada.—d) Serra-

nía malagueña, conjuntamente con el Torcal de Antequera y la sierra de Abdelagis, de la provincia de Málaga. Al Oeste comienzan los altos macizos calcáreos y peridóticos de la serranía de Ronda, que forma prolongación montañosa europea hacia Africa, interrumpida por el estrecho de Gibraltar (fig. 254).

La serranía Penibética reseñada llega con sus relieves abruptos hasta el mar, y da la impresión, emitida por el geólogo Macpherson en el último cuarto del siglo XIX, de corresponder su elevación orogénica a empujes tangenciales procedentes del Sur; hipótesis según la cual la serranía Penibética, elevada, es compensación natural de la ovalada fosa del mar de Alborán, hundida. Los datos sismológicos y geotectónicos modernos inducen a comprobar la hipótesis del geólogo gaditano.

Tal disposición orográfica, cuyas últimas manifestaciones alcanzan al plioceno y en ciertas características al cuaternario antiguo, ocasiona la existencia de una red fluvial constituida por ríos numerosos, de arrumbamiento general de Norte a Sur, situados todo a lo largo del litoral, desde Almería a Málaga. Estos cursos fluviales son de tipo torrencial, y señalan en su zona de desembocadura un fenómeno postplioceno de hundimiento, de escaso desarrollo, seguido de estabilización, por efecto del cual los estuarios se rellenaron durante el período cuaternario y, continuando el fenómeno de colmación, se transformaron en incipientes deltas, de los que son ejemplos el Guadalfeo, de Motril (Granada), y el Guadalhorce, de Málaga.

Se manifiesta en el conjunto de las laderas y costa meridional de la serranía Penibética una atenuación del clima subdesértico del Sureste peninsular, de tal modo que disminuye la extrema sequedad según se avanza de Este hacia Oeste, transformándose en clima subtropical con mayor pluviosidad y uniformidad de la temperatura en el transcurso del año, con inviernos apacibles, en los que la temperatura no alcanza sino muy excepcionalmente los cero grados termométricos, y veranos no extraordinariamente calurosos, suavizados por la frescura de la brisa, que salta al avanzar la mañana.

Tal mejoramiento climatológico permite cultivos especiales propios de países intertropicales, tales como la caña de azúcar, de larga tradición hispana; del plátano o bananero, conjuntamente con intensivo cultivo y gran producción de otras especies mediterráneas, tales como higuera y vides para pasas y vinos especiales de gran riqueza alcohólica, como el Málaga. Esto hace que las vegas litorales de los estuarios colmatados, irrigados por las corrientes fluviales que descienden de las altas montañas litorales o por aguas subálveas o de capas freáticas someras,

sean de gran producción, tales como las de Adra, Albuñol, Motril y Salobreña, Almuñécar, Nerja, Torrox, la de Vélez-Málaga y la extensa de Málaga, irrigada por el Guadalhorce.

Además de numerosos arroyos, los ríos, en general de corto recorrido, son los siguientes, contando de Oriente a Poniente: río de Almería, río Verde de Adra, río de Albuñol, Guadalfeo, Almuñécar, Nerja, Torrox, río Vélez y Guadalmedina; pues el malagueño Guadalhorce, por su gran cuenca y características, corresponde más bien al gran conjunto orográfico de la serranía de Ronda. De los mencionados tan sólo deben ser descritos los principales, pues los otros son riachuelos que originan vegas de las localidades enumeradas.

Río de Almería.—Es el más importante, por su tamaño, de la serie penibética. En realidad, es de situación intermedia entre el conjunto del sector del Sureste peninsular y el Penibético. Tiene acentuado carácter de rambla. Se compone de dos ramas principales: La septentrional, que es la de más largo recorrido, se origina muy al interior de la serranía Bética, en las vertientes meridionales de la sierra de Baza, y tiene el recorrido entre las de los Filabres y el extremo oriental de Sierra Nevada (vértice Chullo, 2.609 m.), recibiendo afluentes por una y otra margen. Otra rama recoge los aportes meridionales del extremo de Sierra Nevada y los septentrionales de la Sierra de Gádor, pasando por Canjáyar, uniéndose, al poco trecho, con la rama anterior, avanzando en único cauce hasta Gádor, distante unos 18 kilómetros de Almería. En Gádor se incorpora una tercera rama, la *Rambla del Tabernas*, que recoge los aportes de la Sierra de los Filabres, por Gérgal, y juntos los tres brazos, en Gádor se arrumba al Sur y desemboca en el golfo de Almería, en paraje próximo a la ciudad, en donde ha formado delta. El recorrido del Almería, en su brazo mayor, es de unos 75 kilómetros.

Río Verde de Adra.—Es de curso meridiano, estableciendo el cauce límite interprovincial entre Almería y Granada. Es de tipo morfológico pennado. Cerca de la desembocadura, se le une un afluente por la margen izquierda, que procede de ramificación fluvial en la comarca de Berja, constituyendo el *Río Chico*. El brazo principal o eje procede de sierra Nevada, del vértice Chullo, y es el denominado *Río Grande*, que pasa por Ugijar. Tiene el río Verde longitud total de unos 40 kilómetros.

Río de Albuñol.—Consiste en ramificación de riachuelos, que, reunidos en la costa en cauce único, desemboca por la Rábita.

Guadalfeo.—El Guadalfeo es de ramificación compleja, procedente en parte del paso intermontañoso que existe en la serranía Bética en

la terminación occidental de Sierra Nevada, entre Granada y la costa, recogiendo los aportes meridionales del puerto montañoso de Padul y de

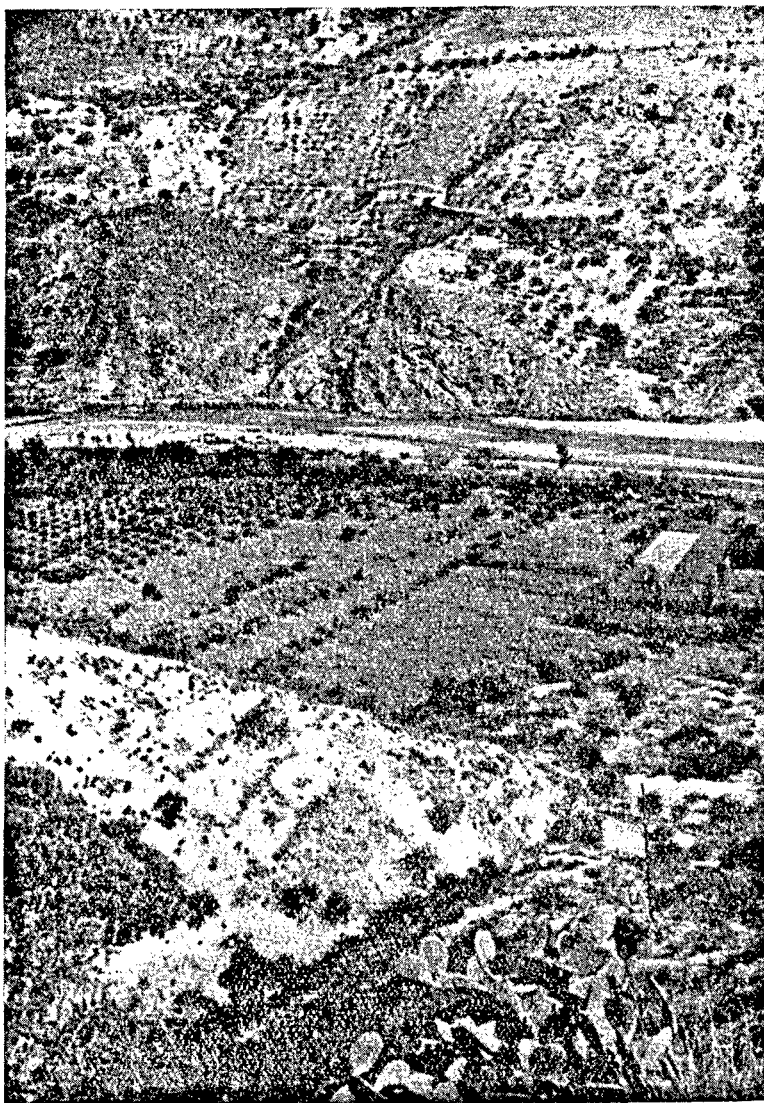


Fig. 255.—Vallonada del Guadalfeo en Vélez de Benandalla (Granada).

(Foto Hernández-Pacheco, 1953.)

la zona de Dúrcal, Lanjarón y Orjiva. En esta parte se une a la rama del puerto otra más importante, que recorre la depresión longitudinal entre Sierra Nevada y la sierra de Contraviesa, con aportes de una y de otra, y

de las Alpujarras. Próximo a Orjiva se unen las dos ramas, y en cauce único desciende meridionalmente el Guadalfeo al amplio estuario colmatado, transformado en vega intensamente cultivada de Motril y Salobreña. El recorrido de la rama mayor del Guadalfeo, hasta la desembocadura, es de unos 65 kilómetros (fig. 255).

Río de Almuñécar.—Es un riachuelo torrencial que, bifurcado desde el origen, se origina en la sierra litoral. Tiene recorrido de unos 16 kilómetros y forma en la desembocadura terreno en vega.

Río de Nerja.—Del vértice Nava Chica (1.831 m.), en el extremo oriental de la cadena montañosa litoral malagueña, procede el ramificado riachuelo de Nerja, cuyo brazo central se denomina el *Río Chillar*, que acaba en la costa en ensanche aluvial. La longitud es de una quincena de kilómetros.

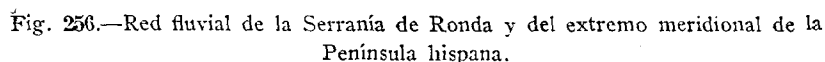
Río de Torrox.—Es de cauce único y de características semejantes a los anteriores.

Río Vélez.—Es el de mayor cuenca y recorrido de los ríos malagueños, después del Guadalhorce. Morfológicamente, es de ramificación compleja. Recoge los aportes meridionales de las sierras de Alhama, Tejada y Marchamoñas, que establece el límite interprovincial entre Granada y Málaga. Las diversas ramas se unen en la vega de Vélez-Málaga, la que recorre, desembocando por Torre del Mar, con un recorrido del brazo mayor de unos 40 kilómetros.

Guadalmedina.—Con arrumbamiento meridiano, procede de Colmenar, en la serranía situada al Norte de Málaga. Es de tipo rambla, con cauce seco ordinariamente. Se origina en Colmenar, en la serranía del Norte de Málaga, descendiendo y pasando junto a la ciudad, a la que ha causado múltiples destrozos con las crecidas súbitas. Actualmente el tramo de desembocadura ha sido objeto de obras de encauzamiento. El recorrido es de unos 25 kilómetros.

RED FLUVIAL DE LA SERRANÍA DE RONDA

Trescientos kilómetros en línea de aire separan el cabo de Gata del Peñón de Gibraltar, distancia que establece gran variación en la fisiografía de la red fluvial de uno y otro territorio de la cordillera Bética, pasándose del clima seco subdesértico, con características saharianas, típico del Sureste peninsular, al clima con abundantes precipitaciones pluviales y humedad atmosférica, con características atlánticas europeas, mejoradas por la suavidad de temperaturas invernales en las zonas altimétricas inferiores a los 500 metros.



de las vallonadas: Guadiaro-Turón, que se alzan por encima del millar de metros, sin alcanzar los dos mil metros, elevaciones que suelen cubrirse de nieves en sus cumbres durante la estación invernal, con la consiguiente reserva acuífera (fig. 256).

Situados los escarpados relieves montañosos de la serranía frente a las amplitudes atlánticas, los vientos húmedos marinos, al avanzar con rumbos del tercer cuadrante, chocan con las empinadas zonas de cumbres, que actuando de condensadores precipitan lluvias, que, en algunos parajes de la serranía, suelen alcanzar anualmente el millar de litros por metro cuadrado.

La constitución litológica de la serranía de Ronda es compleja y formada fundamentalmente por dos tipos rocosos: Calizas mesozoicas, principalmente jurásicas, en gruesos bancos, que dan coloraciones blanquecinas al roquedo. Alternan con los materiales calcáreos las masas eruptivas básicas, del tipo de las periodititas, más o menos alteradas en productos serpentinosos de tonos rojizos, coloración a la que aluden denominaciones toponímicas, tal como la sierra Bermeja. Como es característico de los terrenos calizos, las aguas pluviales se suman en conductos subterráneos laberínticos, con abundantes resurgencias y cauces torrenciales, profundos, en estrechos congostos.

La suficiente humedad origina vegetación arbórea variada y de matorral, que en el paisaje matiza con su verdor al roquedo, que es elemento predominante. La agricultura es variada, especialmente la de plantío y los regadíos.

La serranía de Ronda se presenta con su elevación orográfica en irregular intumescencia, rodeada, por el Norte, de la llanura de una altitud de 300 a 500 metros, salvo oteros y alcores, que no suelen rebasar el centenar de metros sobre la planicie que los rodea en el valle bajo del Genil, por Ecija, Puente Genil, Estepa y Osuna. Al Oeste está limitada por la llanura andaluza de Morón a Jerez. Al Suroeste se extiende la llanura gaditana con el otero de Medina Sidonia, Chiclana, Vejer y Conil, y la panda depresión de la laguna de la Janda, con el río Barbate, en la cercanía del arenoso cabo de Trafalgar. Por el Este, la serranía de Ronda se une con las sierras malagueñas de Abdalagis y el Torcal de Antequera. Por esta parte el Guadalhorce se ha abierto paso en estrechísimo congosto hasta la llanura litoral de Málaga. Meridionalmente, la serranía llega hasta la costa de Tarifa, y, desde Gibraltar a Torremolinos, por Estepona, Marbella y Fuengirola, los relieves montañosos llegan a las playas malagueñas.

La distribución de la red fluvial de la serranía de Ronda comprende dos importantes cursos, que reciben aportes de la serranía: uno, que es el Guadalhorce, la limita por el borde oriental. Otro, que es el Guadalete, por el borde occidental. El conjunto de la serranía presenta depresión de carácter geotectónico, a lo largo del territorio montañoso, con arrumbamiento general desde la bahía de Algeciras hacia

Ronda y al NNE. Accidente geológico por el que corre el Guadiaro, meridionalmente, y el Turón, septentrionalmente. En la llanura occidental tiene especial interés el área de depresión de la laguna de la Janda y del río Barbate.

Guadalhorce.—Se origina el Guadalhorce en las cercanías de Archidona, en la zona de borde de la serranía con la llanura septentrional, en el que están Antequera y Archidona, teniendo al respaldo las sierras de Abdalagis (1.369 m.) y El Torcal (1.285 m.). Un primer tramo del Guadalhorce está arrumbado de Este a Oeste, pasando entre Antequera y la Peña de los Enamorados, que se alza escarpada, como si estuviera varada en la llanura, llanura semiendorreica, con la extensa laguna salinosa de Fuentepiedra, a la altitud de 475 metros, vertiendo la suave pendiente hacia la vallonada del Genil y del Guadalquivir, no recibiendo el Guadalhorce afluentes de esta parte.

Al Oeste de Antequera, en paraje inmediato al cruce ferroviario de Bobadilla, el río tuerce el rumbo al Sur, cruzando entre el extremo occidental de la sierra de Abdalagis y los relieves orientales redondos, en cuyo paraje se ha embalsado la corriente mediante alta presa. En esta parte recibe el Guadalhorce, por la margen derecha, diversos afluentes, de los cuales es el más importante el río Turón, que se origina en la zona central de la serranía, por la sierra de Tolox (La Torrecilla, 1.918 m.), recibe aportes de las sierras del Burgo y Blanquilla y pasa por El Burgo y Ardales, con arrumbamientos NNE.

Recrecido el caudal del Guadalhorce con los aportes fluviales de la serranía de Ronda, ha labrado en la estrechura intermontañosa de los Gaitanes profunda y estrecha hoz, paso hacia la costa que se ha aprovechado para el ferrocarril a Málaga, por sucesión, en el congreso, de puentes, viaductos, túneles y tramos en cornisa sobre el abismo. En Alora sale el río de la estrecha grieta de los Gaitanes a paraje descubierta y a ensanche de productivos cultivos, recogiendo los aportes de algunos afluentes por una y otra margen, siendo el más importante, por la margen derecha, el *Río Grande de Tolox*, que se incorpora cerca de Cártama. Por la margen izquierda el más importante afluente es el *Campanillas*, procedente de las montañas litorales malagueñas y que desemboca al Oeste de Málaga, en el arranque del delta del Guadalhorce. El recorrido del Guadalhorce desde su origen, en Archidona, es de un centenar de kilómetros (fig. 257).

Guadalete.—Tiene su origen el Guadalete en las áreas centrales y altas de la serranía de Ronda, por Olvera y Grazalema y la sierra del Pinar (1.654 m.), y por la sierra de Ubrique, profusa ramificación de

aguas torrenciales que hace salga el río a la llanura gaditana con abundante caudal. Contornea por Poniente la serranía por la zona de borde



Fig. 257.—Estrechura en grieta denominada Tajo de los Gaitanes del Guadalhorce al atravesar las sierras litorales y salir a la costa de Málaga.

(Foto Hernández-Pacheco, V-1943.)

entre llanura y serranía, describiendo sinuosos meandros por Arcos de la Frontera, incorporándosele el *Majeceite*, procedente de Ubrique y del

Picacho del Aljibe (1.092 m.). Pasa el Guadalete por la Cartuja, al Sur y cerca de Jerez, y desemboca en la zona de marismas del Puerto de Santa María, en la bahía de Cádiz, con un recorrido de unos 140 kilómetros (fig. 258).

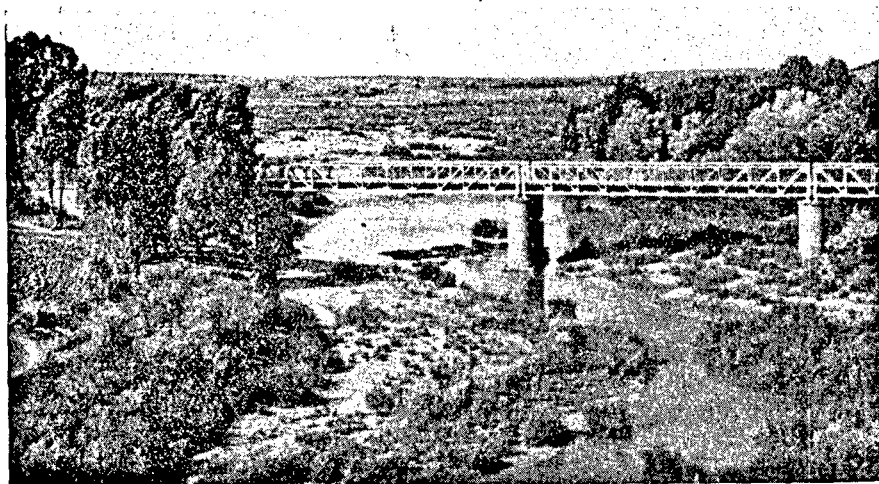


Fig. 258.—El Guadalete en la zona de Las Juntas, al unirse con el Majaceite, en tierra de Jerez.

(Foto Hernández-Pacheco.)

Guadiaro y Genal.—La red fluvial del interior de la serranía está muy influenciada por el accidente geotectónico, que desde el estrecho de Gibraltar, hacia el Norte y NNE., se advierte existe en el conjunto de la serranía. A estos arrumbamientos se acomodan el Guadiaro y su afluente el Genal, y al Norte de Ronda, el Turón, importante afluente del Guadalhorce, según se ha expuesto.

El Guadiaro se origina en Ronda, y en corriente encajada entre con-gostos calizos desciende al SSW. por Benaoján, paraje de importante caverna con yacimientos arqueológicos y pinturas prehistóricas trogloditas. La vallonada está entre la sierra de Ubrique, por la derecha, y la de Gaucín, a la izquierda. A mitad de distancia entre Gaucín y la costa se une al Guadiaro, por la margen izquierda, su gran afluente el Genal, de arrumbamiento paralelo y separado de la costa por Sierra Bermeja (Reales de Estepona, 1.452 m.). El Guadiaro recoge cerca de la desembocadura, por la margen derecha, al afluente *Hozgarganta*, procedente del Pico del Algibe, que pasa por Jimena de la Frontera. Desemboca el Guadiaro en el mar, a mitad de distancia entre Estepona y el Peñón de Gibraltar, con recorrido de unos 75 kilómetros (fig. 259).

Entre la desembocadura del Guadalhorce, próxima a Málaga, y la del Guadiaro, los relieves correspondientes a las sierras de Nijas, de la



Fig. 209.—Hoz en grieta del Guadiaro encajado en las calizas jurásicas de la serranía de Ronda.

(Foto Hernández-Pacheco.)

Alpujala, Blanca y Bermeja, llegan hasta la costa de Fuengirola, Marbella y Estepona, una docena de riachuelos torrenciales de unos 10 a 20 kilómetros de recorrido.

En el fondo del saco de la bahía de Algeciras desemboca el *Guadarranque*, procedente de la sierra de la Gitana; pasa por Castellar de la Frontera y cerca de San Roque. Tiene recorrido de unos 30 kilómetros.

Además del Guadarranque desemboca en la bahía de Algeciras, al Norte de esta ciudad, el *Río de las Cañas*, de arrumbamiento submeridiano y recorrido de unos 30 kilómetros, recibiendo aportes de la sierra de Luna (786 m.), cuya prolongación meridional forma la punta de Tarifa.

Al Suroeste de la serranía de Ronda existe una depresión topográfica, limitada en la zona de costa por relieves de poca altitud, destacando la meseta de Meca, en la que está Vejer de la Frontera, a la altitud de 217 metros, y a lo largo de la costa la sierra de Retín. La depresión tiene carácter endorreico y está ocupada por la extensa y panda *Laguna de la Janda*, con tupida vegetación palustre, en la que encuentran asilo innumerables aves acuáticas. A la depresión de la Janda llega del Este el arroyo de Almodóvar, y, por la parte septentrional, el *río Barbate*, que pasa por la laguna y vierte en el mar incompletamente, en marea baja. Rodeando a la laguna de la Janda por el Norte y Noreste está la sierra de Zanona, de muy poca altitud, pero escabrosa por efecto de los relieves labrados por la erosión subárea en las areniscas paleogenas y en las calizas, relieves abundantes en covachas y accidentes pintorescos. El fondo de la depresión es de arcillas triásicas impermeables. La comarca es abundante en yacimientos paleolíticos, en covachas con pinturas rupestres, mesolíticas y neolíticas, indicando abundante población prehistórica en diversas épocas de la fase de la cultura cazadora, entre cuyos yacimientos pictóricos destaca el denominado Tajo de las Figuras.

El territorio de la depresión de la Janda fué abundante en caza variada, según atestiguan las pinturas rupestres; actualmente es país esencialmente ganadero.

El río Barbate, que atraviesa la llanura de la depresión de la Janda, se origina al Norte de Alcalá de los Gazules mediante profusa ramificación flabelada de arroyos procedentes de la sierra del Algibe y de las Cabras, y del Oeste, por Medina Sidonia, reuniéndose en cauce único en Casasviejas. Atraviesa la laguna; desemboca al Sur de Vejer, según se ha expuesto. La laguna de la Janda, de tamaño variable, suele alcanzar longitud de unos 10 kilómetros. El Barbate, en su rama mayor, tiene un recorrido, hasta la desembocadura, de unos 60 kilómetros.

[illegible]

Fig. 260.—Red fluvial del territorio de Huelva.

alineación geotécnica, que avanza hacia Portugal, formada por cordales paralelos poco elevados, comprendidos entre los 700 metros y la máxima altitud de 1.102 m. en la cumbre Tentudia, junto a Monesterio.

Los relieves de tal serranía son: la sierra de Tudia, los picos de Aroche y la sierra de Aracena, conjunto orográfico que aparece como resultado del desenganche de un sector del accidente geotectónico de Sierra Morena, empujado hacia el Norte (fig. 260).

Las dos alineaciones orográficas paralelas de Tudia y de Aracena, en su prolongación hacia Portugal, van perdiendo altitud, formando relieves poco elevados en la penillanura portuguesa, tales como en la alineación orográfica de los picos de Aroche, el vértice Filcalho (518 metros), próximo a la frontera española, y en la alineación de la sierra de Aracena el vértice Agua Negra (263 m.), situado también junto a la frontera, y los 184 metros en la estrechura del rápido del Guadiana en el Pulo da Lobo, extinguiéndose en el macizo granítico y estratocristalino de Beja el gran accidente geológico del tipo de las alineaciones hispánidas que tan patente se advierte en los mapas geológicos del conjunto peninsular.

La serranía de arrumbamiento Este a Oeste formada por las alineaciones orográficas de la sierra de Tudia, picos de Aroche y sierra de Aracena es de constitución geológica paleozoica, metamórfica y eruptiva.

La pluviosidad en esta región serrana es relativamente abundante dentro del tipo mediterráneo, obedeciendo tal hecho a la situación de ser los relieves de la serranía del Norte de Huelva los primeros que dan frente a los vientos húmedos atlánticos procedentes del Golfo de Cádiz. La serranía de Huelva está poblada de alcornoques, encinas, algún pinar y castañares, y donde el terreno no está ocupado por dehesas de arbolado existen variedad de cultivos, predominando los de plantío.

Desde la base meridional de la serranía hasta la costa el país es penillanura pizarrosa paleozoica del silúrico y del carbonífero inferior, con abundantes emisiones de rocas eruptivas; pizarrosidad que origina terrenos semiesteparios, casi improductivos en el respecto agrícola; esterilidad del suelo compensada por la riqueza del subsuelo en el aspecto minero, principalmente en sulfuros y especialmente piritas. Al Oeste, el minero. Al Sureste está la prolongación occidental de la llanura del Guadalquivir, denominada El Condado, llanura que se extiende por la costa hasta el esturio del Guadiana fronterizo.

Comprendida la región onubense entre los dos ríos caudales, Guadalquivir y Guadiana, éstos sirven de nivel de base a los cursos fluviales laterales de tal modo que sólo vierten directamente al mar el conjunto del Tinto y Odiel y el Guadiana.

Ríos Tinto y Odiel.—El Tinto y el Odiel forman unidad fluvial, pues

se juntan en un estuario común, en el que en un avance del terreno, a modo de península, está la ciudad de Huelva (figs. 261 y 262).

El Odiel es el de más largo recorrido, formándose por profusa ramificación, procedente de la sierra de Aracena, por Aracena, Alájar, El Castaño y Cortégana; ramificación torrencial que desciende meridionalmente a la penillanura pizarrosa del Andévalo, al Cerro, Calañas y, más al Sur, entre Valverde del Camino, al Este, y Alosno, al Oeste; reunién-



Fig. 261.—Estuario del Odiel, visto desde el cabezo de margas pliocenas fosilíferas, denominado El Conchero, en Huelva.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1925.)

dose los diversos afluentes en tronco único a distancia de unos 20 kilómetros al Norte de Huelva, pasando por Gibraleón, y a poco trecho se ensancha el Odiel en espacioso estuario al Oeste de Huelva, en donde está el importante puerto comercial. Tiene el Odiel de recorrido, entre su origen en Cortégana y la desembocadura de la ría al mar libre, unos 90 kilómetros.

El Tinto es de situación oriental respecto al Odiel. Se forma al Sur de la sierra de Aracena, en la de San Cristóbal (Padre Caro, 702 m.), por Campojiro, y La Granada. Es de tipo penniforme en relación con sus afluentes, que son de poca importancia. Sale de la penillanura y penetra en la llanura del Condado, al Norte y cerca de La Palma; pasa por Niebla y, en San Juan del Puerto, situado en la margen derecha, comienza el estuario, de unos 12 kilómetros de longitud. En la margen izquierda

están el puerto pesquero de Moguer y el histórico de Palos. La distancia entre el origen y el mar libre es de unos 70 kilómetros.

Río Piedras.—Próximamente a mitad de la distancia entre Huelva y Ayamonte está el alargado estuario del río Piedras, entre Cartaya y Lepe. Tiene longitud de unos 36 kilómetros, con arrumbamiento general meridiano. Se origina en la penillanura, en término de El Almendro, y tiene tipo morfológico pennado.

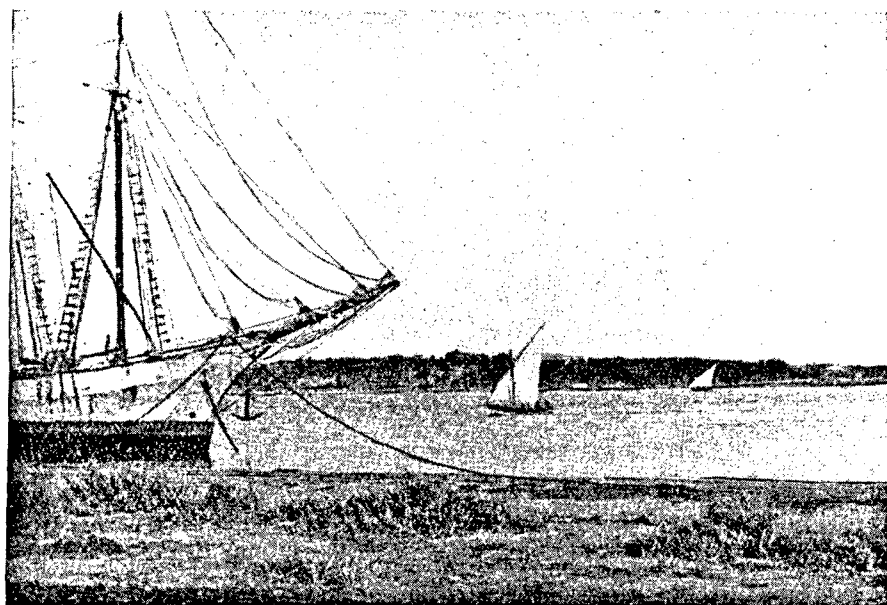


Fig. 262.—Estuario del Tinto, en Huelva, frente a Palos y al Monasterio de la Rábida.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1925.)

RED FLUVIAL DEL ALGARVE Y DEL ALENTEJO

La red fluvial del Alentejo y Algarve está limitada al Este por la división con el Guadiana; y, al Norte con la cuenca del tramo final de Tajo. Encuadra al conjunto territorial que se analiza, por el Sur y por el Oeste, la costa meridional atlántica del Algarve y la occidental del Algarve y del Alentejo. El Algarve tiene únicamente un río de alguna importancia, que es el Odelouca. En el Alentejo existen dos, vertiendo directamente al Atlántico, que son el río Mira, y el de mayor caudal y recorrido, el Sado, cuya cuenca ocupa la mayor parte del Alentejo. El

Sado es el río nacional portugués de la mitad meridional de la nación lusitana; curso fluvial representativo, al modo del Mondego, en la mitad septentrional de Portugal (fig. 263).

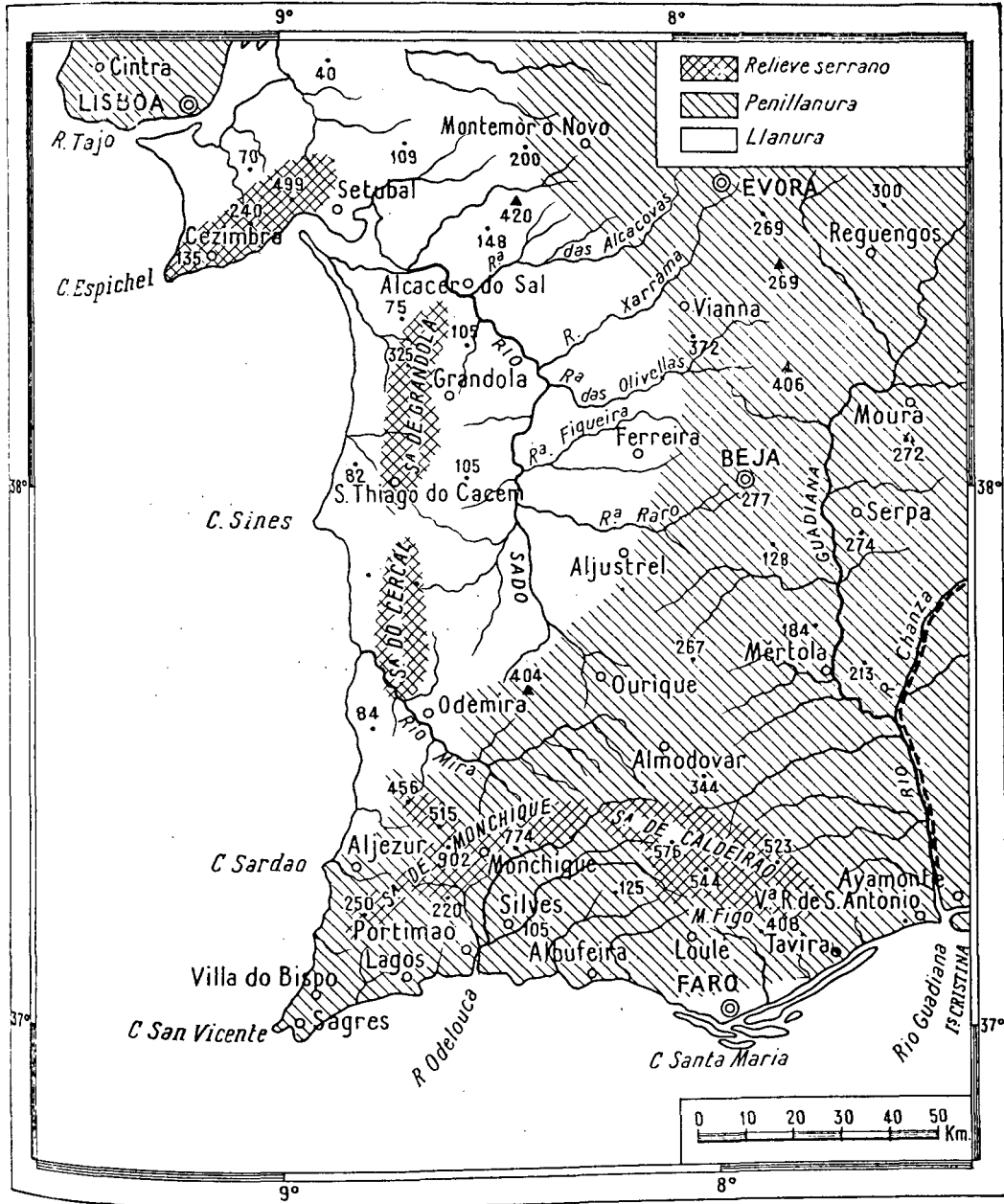


Fig. 263.—Red fluvial del territorio portugués correspondiente al Algarve y Alentejo.

El Alentejo y el Algarve son países de penillanura en estado muy avanzado de arrasamiento geológico, con relieves muy atenuados de montes-islas. Tal superficie de arrasamiento está ocupada, en gran parte del litoral occidental, por cobertura de depósitos neogenos de facies terrestre correspondientes al mioceno y plioceno, y, en algunos pocos yacimientos, al mioceno marino costero y de estuario. En la mayor parte del país la superficie de arrasamiento está al descubierto, constituida por paleozoico inferior metamórfico (estrato cristalino) devónico, y en enormes extensiones, en la mitad meridional, por pizarras del carbonífero inferior, añadiéndose al paleozoico grandes áreas de granito, dioritas, diabasas y rocas porfíroides.

Tal conjunto de terrenos metamórficos, paleozoicos y graníticos, tienen arrumbamientos hespéricos y fueron plegados en la revolución hercínica del paleozoico superior.

Ocupando ancha banda todo a lo largo del Algarve aparecen los terrenos mesozoicos desde el triásico hasta el cretáceo inclusive, con arrumbamiento general de Este a Oeste, con la característica especial de haberse producido tales alineaciones y dislocaciones en época postmesozoica, en la revolución orogénica de la época neozoica. Análogo fenómeno se observa, además de en la gran banda del Algarve, en otras partes del litoral, tal como la sierra de la Arrábida desde el cabo Espichel a Setúbal; también se señalan en el cabo Sines y en algún otro paraje litoral. Corresponden estas alteraciones y dislocaciones al grupo especial de alineaciones hispánicas que designamos con la denominación de Lusitánidas, producidas como efectos especiales de la revolución geológica de los tiempos terciarios. A tal época orogénica corresponden las emisiones volcánicas de la sierra de la Arrábida y la gran masa eruptiva de la sierra de Monchique, en el Algarve.

Las intumescencias orográficas de la citada sierra de Monchique y Caldeirão, en el litoral meridional del Algarve, como asimismo las de Grandola y Cercal, en el litoral occidental del Alentejo, son resultado de fenómenos de índole epirogénica y de acciones erosivas.

La gran extensión hespérica del Alentejo está emergida desde el comienzo de los tiempos mesozoicos, salvo incidentales accesos del mar mioceno al invadir circunstancialmente terrenos del área de depresión correspondiente a la zona baja del Tajo y del Sado.

La red fluvial del Alentejo y del Algarve se formaría en el neogeo superior y con la característica actual en el plioceno superior.

Climatológicamente, el Alentejo es de características mediterráneas respecto a temperatura y pluviosidad, con inviernos suaves y estación

estival larga, seca y ardorosa. Faltan las lluvias en verano por no presentar el país en su interior relieves orográficos que actúen de condensadores atmosféricos, relieves muy adentrados en España. El influjo atlántico, en tales respectos de temperatura y pluviosidad, comprenden estrechas bandas de costa, influenciada por la brisa. En el Algarve el clima es el del golfo de Cádiz.

La vegetación espontánea arbórea se caracteriza por las cupulíferas, especialmente el alcornoque y la encina. La vegetación de matorral dominante es el jaral. Es país principalmente ganadero y cerealístico, con grandes dehesas de arbolado y predominio de ganadería lanar, cabría y de cerda. La banda litoral del Algarve, con variedad de terrenos, es de agricultura compleja, predominando los plantíos, especialmente la higuera, el olivo, viñedos y diversidad de frutales, entre ellos el naranjo.

Río Odelouca.—Es el río central del Algarve, que se forma de múltiples afluentes que recogen las aguas de las vertientes de las sierras de Monchique y de Caldeirão. Se compone de tres ramas: Una, que es la más occidental y más corta, procede del collado en el que se asienta el pueblo de Monchique y recoge los aportes del segmento occidental de la masa eruptiva (vértice de Foya, 902 m.). La rama central del Odelouca, que contornea la sierra de Monchique por Oriente, recibe los aportes del segmento oriental de la sierra citada (774 m.), y su afluente, los del segmento occidental de la sierra de Caldeirão (vértice Mú, 576 m.). La tercera rama, que es la occidental, es la *ribeira de Arade*, que se prolonga a lo largo de la sierra de Caldeirão, en donde tiene su origen, y recoge los aportes meridionales de ella. La ribera de Arade pasa por Silves, y al poco trecho se junta con el río Odelouca, el cual recibe, próximo al estuario, la desembocadura de la rama occidental, procedente del pueblo de Monchique. El Odelouca forma extenso estuario en Portimao, importante centro pesquero del Algarve. El recorrido del Odelouca es de unos 60 kilómetros (fig. 264).

Río Mira.—El río Mira vierte en el Atlántico de la costa occidental de Portugal. Recoge los aportes occidentales y septentrionales de la sierra de Monchique y los de la sierra de Caldeirão que no van a nutrir al Guadiana o al Odelouca. Corresponde a su cuenca el área comprendida entre las sierras citadas y una línea arrumbada al Noroeste, desde Almodóvar, por Ourique a la sierrecilla litoral de Cercal.

Se origina en la penillanura pizarrosa del bajo Alentejo, junto a Almodóvar, con arrumbamiento al Oeste en la primera mitad y hacia el Noroeste, en la segunda. Morfológicamente, es de tipo pectiniforme, recibiendo los principales afluentes por la margen izquierda por efecto

de los relieves citados que están por dicha banda. Pasa por Odemira, en la llanura litoral, y vierte al mar al Oeste de la sierrecilla de Cercal, por Villa Nova de Milfontes, con un recorrido de unos 70 kilómetros.

Rio Sado.—Ocupa la cuenca del Sado la llanura del Alentejo (de cobertura de terrenos neozoicos) y la banda longitudinal, de Norte a Sur, de la penillanura de arrasamiento geológico, hasta Evora y Beja (al Este



Fig. 264.—Esteros y salinas en el estuario del Odeleuca en Portimão (Algarve, Portugal).

(Foto Hernández-Pacheco, 1947.)

de cuyas ciudades están los afluentes al Guadiana, y, al Norte de Evora, los que vierten al Tajo). Es el Sado río de llanura, pues las sierras poco elevadas de Grandola y Cercal, por su poco relieve, no influyen en la característica del río portugués, que carece de tramo torrencial, teniendo muy desarrollado el tramo de estuario por efecto de la depresión que existe en la porción media del litoral portugués. El tipo morfológico del Sado es penniforme y ramoso el de los afluentes, siendo el arrumbamiento general de Sur a Norte en la primera mitad del curso, y al Noroeste, en la segunda, incluso la zona del estuario.

Se origina el Sado en el Alentejo meridional, en los alrededores de Ourique (vértice Vigía, 404 m.), y la mayor parte de su cuenca está en llanura comprendida entre los 50 y los 200 metros de altitud. Unicamente en la cabecera de los afluentes por la margen derecha, por tierra de Evora y de Beja, la altitud se eleva de 200 a 400 metros, sin rebasar esta cifra. Alguna colina isla la sobrepasa (Monfurado, al Oeste de Evora, 420 m.). Los principales afluentes están por la derecha, llevando la

denominación de «riberas». Las principales, contando desde el origen, son: en tierra de Beja, las riberas del *Raro*, das *Figueiras* y das *Oliveiras*, y en tierra de Evora, riberas de *Xarrana* y das *Alcacovas*, que se une al Sado en Alcácer do Sal, próximo al estuario. En pleno estuario desemboca, al Este de Setúbal, la ribera de *Marateca*. A la salida del estuario está el gran centro pesquero de Setúbal. El recorrido del Sado, desde el origen, en Ourique, hasta la desembocadura, en Setúbal, es de unos 115 kilómetros.

RIOS PORTUGUESES ENTRE TAJO Y DUERO

La causa fundamental del arrumbamiento general de los ríos portugueses comprendidos entre los dos caudales hispanos, Tajo y Duero, vertiendo en el atlántico por la costa occidental de Portugal, es debida a la inclinación general del gran témpano cortical hespérico levantado por movimiento bascular epirogénico en el área central peninsular y hundiéndose por la banda occidental.

Tal accidente geotectónico puede indicarse como ocurrido en la segunda mitad del período neogeno. Contribuye a datar el fenómeno el hecho de que durante el paleogeno la mitad occidental peninsular, incluso el litoral portugués, estaba emergida, no existiendo en tan extensa área depósito alguno referible al numulítico, o sea al paleogeno marino. En cambio, se han señalado abundantes depósitos de facies continental en diversidad de comarcas de la Beira y por tierra de Zamora, Salamanca, Cáceres y Badajoz, en capas horizontales o subhorizontales, que hemos referido al eoceno muy superior y al oligoceno, en los yacimientos de mamíferos de Zamora y Salamanca. Los únicos yacimientos que se señalan en el litoral portugués referibles al oligoceno, pero sin fósiles, son los conglomerados de Bemfica (Lisboa), en relación con las abundantes emisiones volcánicas de tipo basáltico. El neogeno marino tampoco existe en el ámbito hespérico, sino únicamente en algunas zonas de borde y como fenómeno episódico y circunstancial, tales como en el borde frontal de Sierra Morena, en la costa de Huelva y del Algarve, y en la comarca de Lisboa.

Por otra parte, de las características topográficas, estratigráficas y paleontológicas de las planicies castellanas puede deducirse que su régimen fluvial durante el mioceno era de tipo endorreico o semiendorreico, lo cual indujo a la opinión, muy generalizada entre los geólogos del último tercio del siglo XIX, a suponer la existencia de grandes lagos

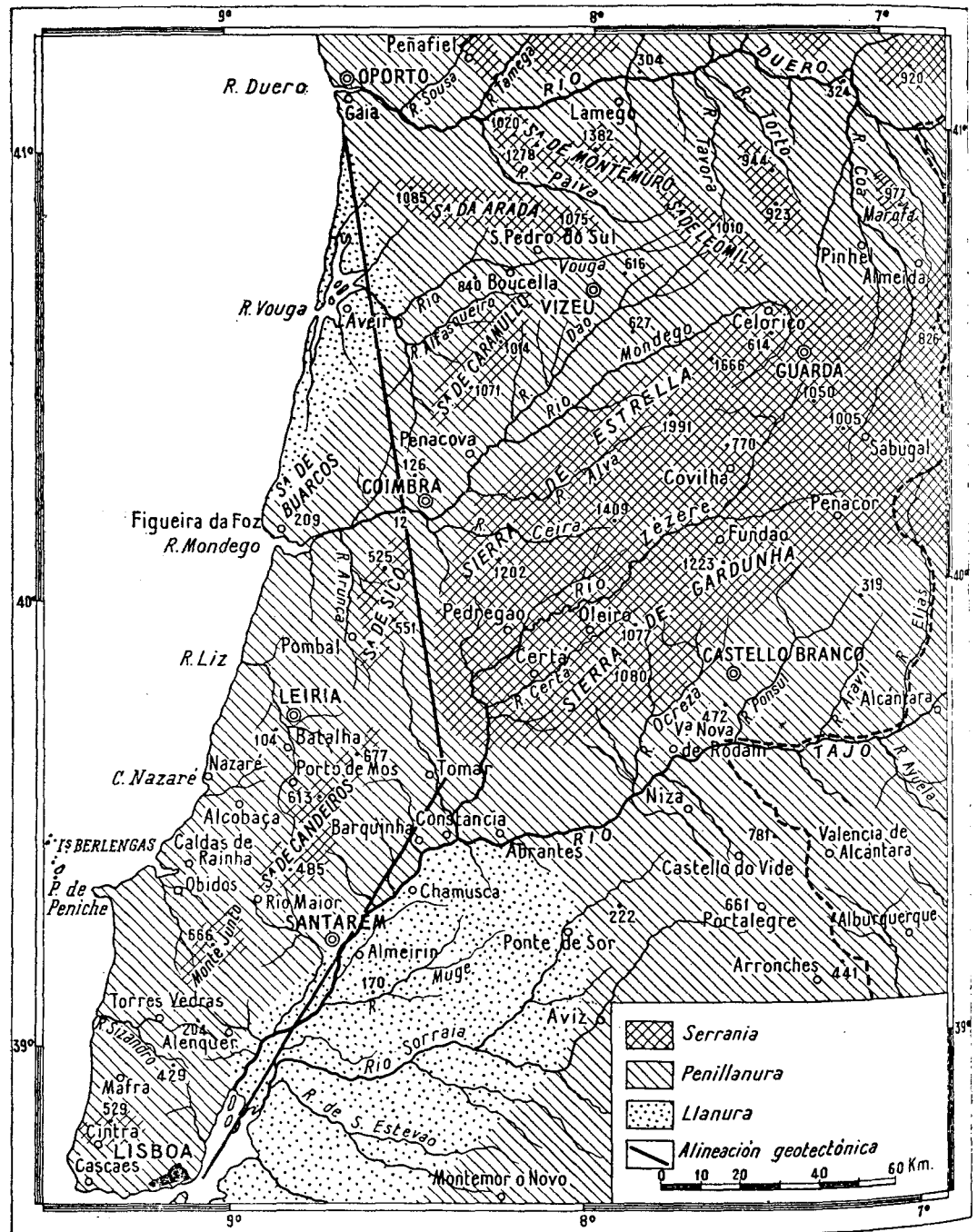


Fig. 285.—Red fluvial del territorio portugués entre Tajo y Duero

en las llanuras de Castilla durante los tiempos miocenos, cuestión actualmente resuelta.

La emersión de la orla atlántica portuguesa de terrenos mesozoicos fué fenómeno concomitante con la orogenia de época terciaria que produjo la elevación del Pirineo y de la serranía Bética, presentándose en Portugal, como acciones derivadas de la orogenia, intenso volcanismo con abundancia de emisiones basálticas y de otros tipos petrográficos que se ha datado como iniciado en el paleógeno.

El territorio de la orla mesozoica es actualmente una penillanura con relieves producidos más por acciones de dislocación que de plegamientos, y con cobertura parcial de depósitos neogenos de tipo arenáceo. Los relieves de esta zona presentan, en general, arrumbamiento submeridiano, coincidente con la alineación geotectónica que separa el gran bloque hespérico de la banda litoral mesozoica. En su conjunto, la orla de terrenos mesozoicos ha sido, en sus empujes procedentes del Oeste, detenida por el borde del macizo hespérico, que ha actuado de tope resistente.

El país recorrido por los ríos que se describen en el presente epígrafe es el más típico de Portugal, por el influjo marino del Atlántico, dándole característica especial climatológica que atenúa grandemente la sequía y ardor veraniego, con temperaturas más apacibles y algunas lluvias durante la estación estival por la existencia de relieves montañosos que actúan de condensadores de la humedad atlántica; acción atemperante marina que suaviza los efectos del clima de tipo continental con inviernos relativamente apacibles. Tales efectos climatológicos permiten agricultura variada de plantío y herbácea poco cerealística, predominando el maíz, que denominan «milho». La vegetación espontánea arbórea es principalmente el pinar, abundante y frondoso, y las cupulíferas, roble, alcornoque y encina. El matorral es variado y relativamente denso en algunos parajes de los sierras de Estrella y Gardunha (fig. 265).

La banda occidental de Portugal desde el estuario del Tajo hasta el Mondego está recorrida, según se ha dicho, por una serie de relieves montañosos de arrumbamiento general submeridiano, que establece divisoria entre Tajo y Atlántico; conjunto de relieves montañosos que, contando de Sur a Norte, son: la montaña de Cintra (529 m.); la zona central de la península lisbonense, que culmina en el comedio entre Mafra y Aladra, en el vértice Freixal (429 metros); Montejunto (666 m.); sierra de Candeiros (485 y 679 m.), y Sierra de Sicó (551 y 525 m.). Las laderas orientales de esta alineación orográfica vierten al Tajo por la margen derecha, mientras que las

vertientes occidentales lo hacen directamente al Atlántico por un conjunto de riachuelos, de los que son los más importantes los que se reseñan a continuación.

Los cursos fluviales portugueses que tienen su origen en el macizo hespérico atraviesan la orla mesozoica litoral sin modificación sensible en su arrumbamiento y demás características; tal ocurre con el Mondego y Vouga. Los meridionales a éstos, por efecto de alineación oro-

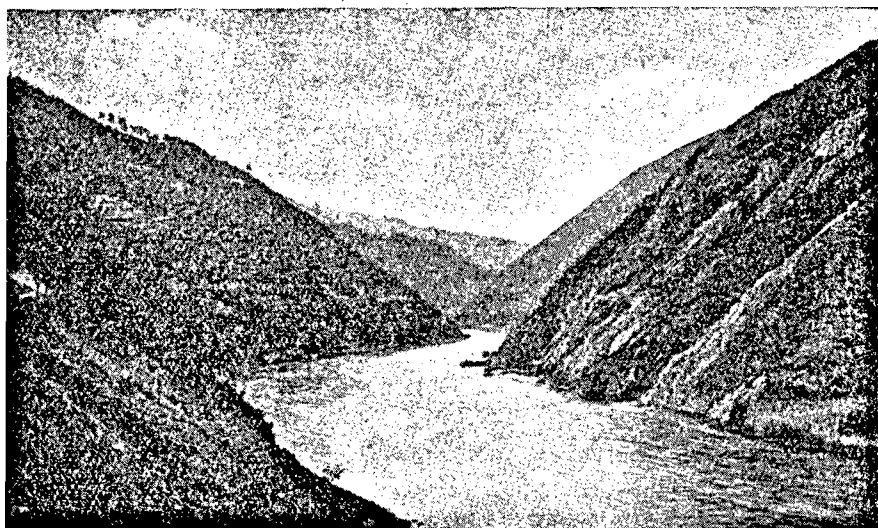


Fig. 266.—El Mondego a suso de Coimbra en la zona de terrenos pizarrosos y cuarcitosos del paleozoico inferior.

gráfica submeridiana comprendida entre la cuenca del Tajo y la costa, que establece divisoria de aguas, son de muy corto recorrido, siendo los principales el Sizandro, Obidos y Liz.

Sizandro, Ovidos y Liz.—Se origina el Sizandro en Monte Agraco y otro brazo en Montejunto, pues es curso fluvial de morfología ramosa; reunidos en tronco común pasa por Torres Vedras, que fué punto de apoyo para la célebre línea defensiva de Lisboa en la guerra de la Independencia. El recorrido más largo del Sizandro, desde el origen a la desembocadura, es de unos 70 kilómetros.

El río que desemboca en la albufera de *Obidos* se compone también de dos ramas principales. La mayor, con arrumbamiento general al NNW., se origina en Montejunto; la menor, que confluye con la anterior por la margen derecha, cerca de la desembocadura de la albufera, pasa al pie del cerro sobre el que se asienta la vieja ciudad amurallada

de Obidos. La albufera o estuario está próxima a la antigua ciudad, célebre por sus manantiales termales, de Caldas da Rainha. El recorrido del riachuelo es de unos 70 kilómetros.

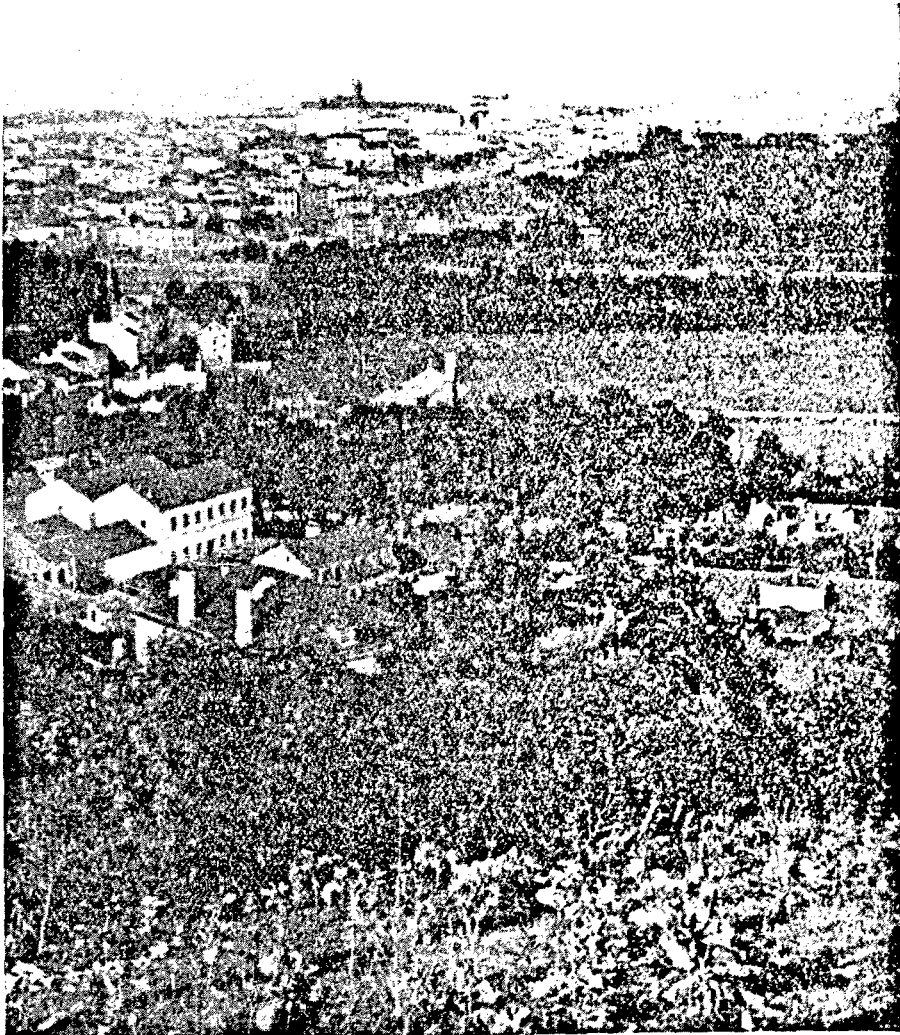


Fig. 267.—Valle del Mondego en Coimbra.

(Foto Hernández-Pacheco.)

El río *Liz* es el de la ciudad de Leiria, que corre al NNW., y en el último tercio hacia el Oeste. Se origina en la sierra de Candeiros, pasa por Porto de Mos y Leiria, atraviesa el espléndido pinar de esta comarca y vierte en el Atlántico, con un recorrido de unos 125 kilómetros.

Mondego.—Se origina el Mondego en la sierra de Estrella, en la que están las mayores altitudes de Portugal, 1.991 y 1.966 metros, en el extremo septentrional de la serranía, a la que contornea por el Norte en curva, que en comienzo avanza de Sur a Norte, al Oeste de Guarda (1.050 m.), y, descendiendo, envuelve a Celorico (614 m.), adquiriendo la corriente rumbo al Suroeste por la base septentrional de la serranía hasta Coimbra, en donde está a la altitud de 12 metros; elevándose la

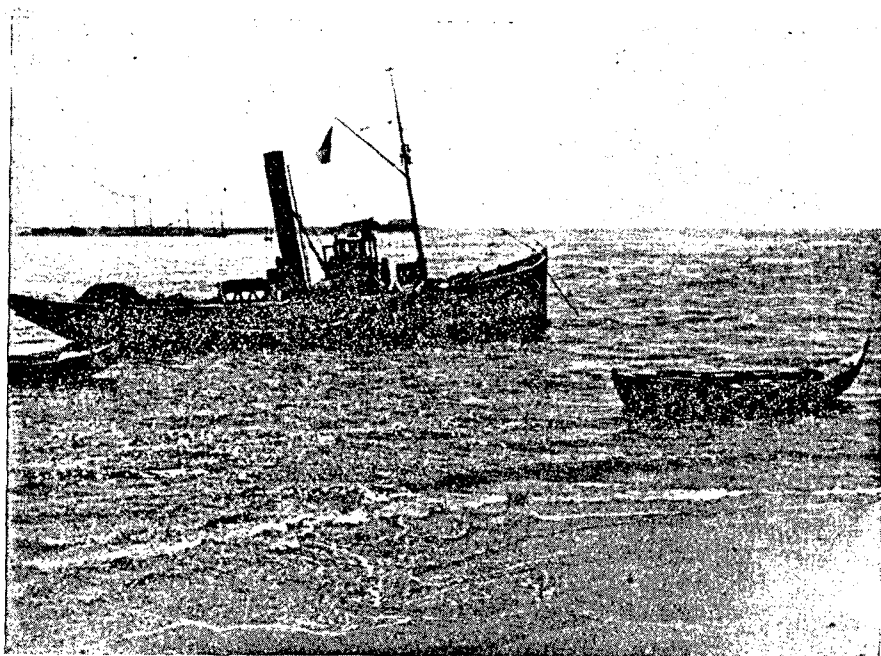


Fig. 268.—Desembocadura del Mondego en Figueira da Foz.

(Foto Hernández-Pacheco, 1917.)

ciudad, situada en la margen derecha, hasta los 126 metros. Pasada Coimbra, el Mondego, con gran caudal, cruza la penillanura mesozoica y neozoica litoral y, atravesando en garganta el accidente transversal de las Lusitánidas de la sierra de Buarcos, desemboca, mediante estuario, en el Atlántico por Figueira da Foz (figs. 266 a 268).

El Mondego es de tipo morfológico penniforme. Por la margen izquierda recibe importantes afluentes en caudal procedente de la sierra de Estrella, siendo los principales: el *Alva*, que se origina en la zona más alta de la serranía, y el *Ceira*, en las zonas media (1.409 m.) y del Suroeste (1.202 m.), desembocando frente a Coimbra. En su tramo final recibe el Mondego el aporte, por la margen izquierda, del *Arunca*, ria-

chuelo procedente de la sierra de Sicó (525 y 551 m.). El afluente de más largo recorrido del Mondego es el río *Dao*, que recorre la altiplanicie al Sur de Vizeu (627 m.), formando el cauce ángulo agudo con el del

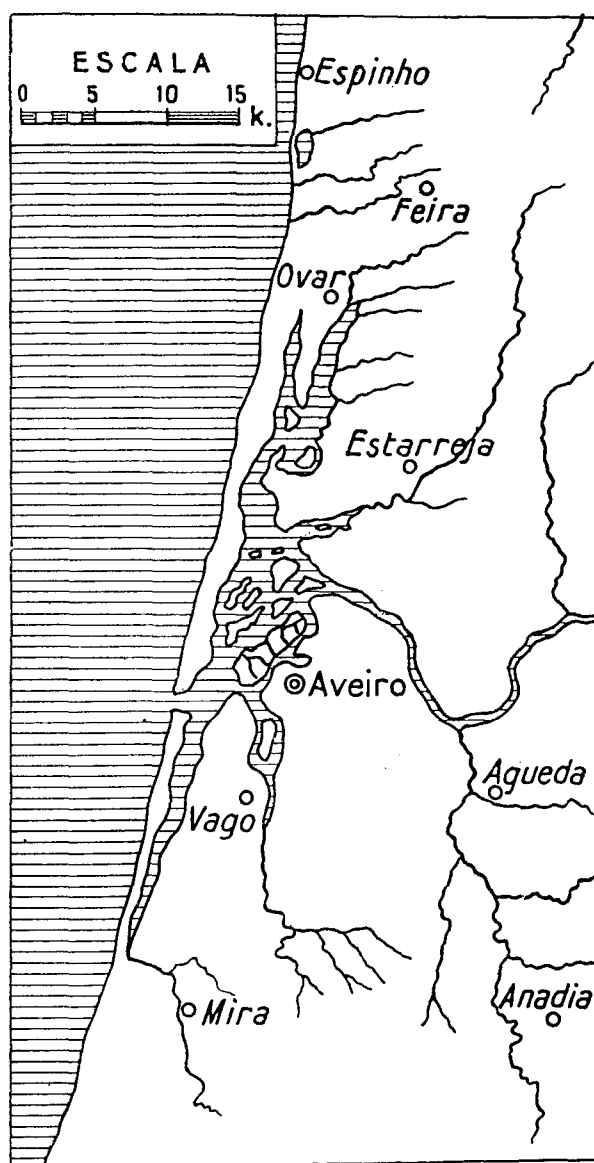


Fig. 269.—Estuario del Vouga en Aveiro.

Mondego, desembocando en éste por la margen derecha. Juntos Mondego y Dao, cruzan en meandros encajados la banda de cuarcitas silúricas de Penacoba, situada a una veintena de kilómetros al Noreste de

Coimbra. El recorrido del Mondego es de cerca de los 180 kilómetros. La mayor parte del recorrido del Mondego y todo el curso del Dao se efectúa por la extensa zona granítica que ocupa esta parte del Norte de Portugal.

Vouga.—El río Vouga tiene más de las dos terceras partes de su recorrido, que es de un centenar de kilómetros, en territorio granítico de 400 a 700 metros de altitud, en vallonada limitada al Sur por la altiplanicie de Vizeu (616 m.) y la sierra de Caramullo (1.014 y 1.071 me-

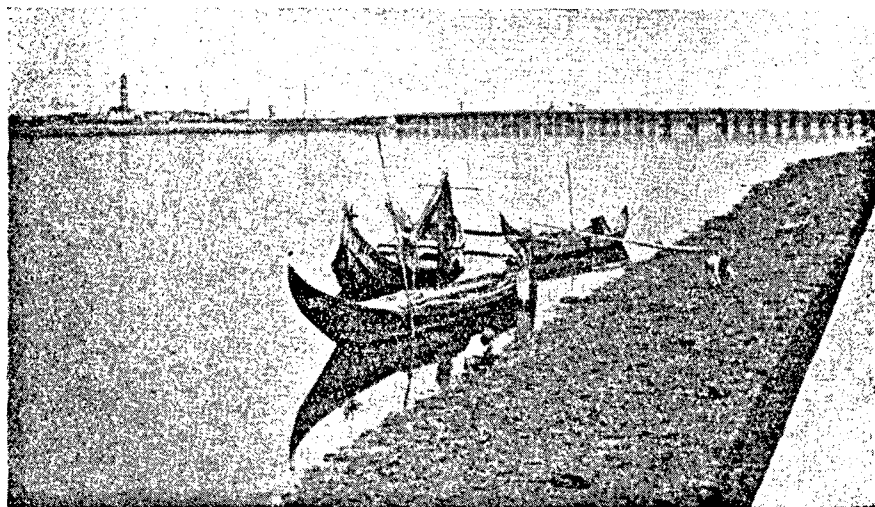


Fig. 270.—Barcas típicas del estuario del Vouga, en Aveiro.

(Foto Hernández-Pacheco.)

tros; al Norte, por la sierra de Lionil, donde se origina, y la sierra de Arada (1.075 m.). Pasa en esta altiplanicie por San Pedro do Sul y por Boucella. Al salir del territorio granítico y cruzar la llanura litoral, recibe por la margen izquierda a la ramificación del afluente *Alfasqueiro*, que recoge los derrames septentrionales de la sierra de Caramullo, y al Norte de Aveiro vierte el Vouga, en estuario extenso y complicado que forma en la arenosa costa de Aveiro alargada e irregular laguna, situada entre Ovar, al Norte, y Mira, al Sur, con longitud de unos 45 kilómetros, y anchura variable hasta un máximo de 7 kilómetros en la parte media, en donde está la desembocadura del Vouga y ubicada la ciudad de Aveiro, frente a la bocana de la restinga; diversidad de isletas arenosas, caños y marismas existen en el ámbito de la gran laguna de Aveiro, que constituye importante factoría marítima y centro pes-

quero (figs. 269 y 270). La altiplanicie del Vouga establece límite natural entre la zona Norte de Portugal, de características dourogalaicas, con la zona media beirense.

Ríos entre Duero y Miño.

El territorio portugués de Tras os Montes, con el Sureste de Galicia correspondiente a la parte oriental de la provincia de Orense, conjuntamente con la alta serranía de la comarca de la Sanabria en tierra zamorana y de la parte meridional de las montañas de León, constituyen un gran macizo de altos relieves cupuliformes, formado principalmente por terrenos graníticos. Las formas embotadas de las montañas y su vetustez morfológica indican su origen y largo transcurso de acciones erosivas, de tal modo que el macizo, con su característica topográfica actual, fué, durante los períodos glaciares pleistocenos, sostén de gran caparazón de hielos y nieves persistentes del que irradiaban lenguas glaciares, de cuyas acciones geológicas quedan como testimonio diversidad de morrenas y de lagos, entre los que destaca, como de mayor importancia, el morréniço de San Martín de Castañeda, próximo a Puebla de Sanabria.

De esta gran masa montañosa, cupuliforme en su conjunto, de la parte de ella que se extiende a lo largo de la zona fronteriza, descienden a la honda vallonada del Duero diversidad de ríos, de edad anterior al período pleistoceno y a su glaciario; cursos fluviales que presentan la característica común a todos ellos del arrumbamiento oblicuo respecto a la alineación del Duero, que es de Este a Oeste; arrumbamiento oblicuo de NNE. a SSW. o de NE. a SW., con el que llegan al Duero el Sabor, Tua, Corgo y Tâmega, que han sido descritos al tratar de los ríos caudales en la parte pertinente al Duero.

Los ríos portugueses situados al Oeste del Tâmega comprendidos entre el Duero y el Miño que atraviesan el territorio litoral del país duricense y desembocan directamente en el mar, presentan el indicado carácter respecto a su arrumbamiento. Son estos ríos el Ave, Cávado, Limia, Coura y el Miño, en el tramo que establece frontera. Se originan estos cursos fluviales en la serranía correspondiente a la denominada «raia seca» por los portugueses, o por efecto de erosión remontante en la penillanura gallega, como es el caso del Limia. Descienden de la serranía, atraviesan la penillanura litoral y desembocan en el Atlántico, mediante estuarios alargados y estrechos, en la costa rectilínea, hacia el Sur; carácter que presentan también el Miño y el Duero.

El territorio recorrido por tal conjunto fluvial es, en sus tramos altos, país de montaña, con escasa vegetación silvestre arbórea y de matorral, salvo en las hoyadas con pocos y desparramados robles, quejigos

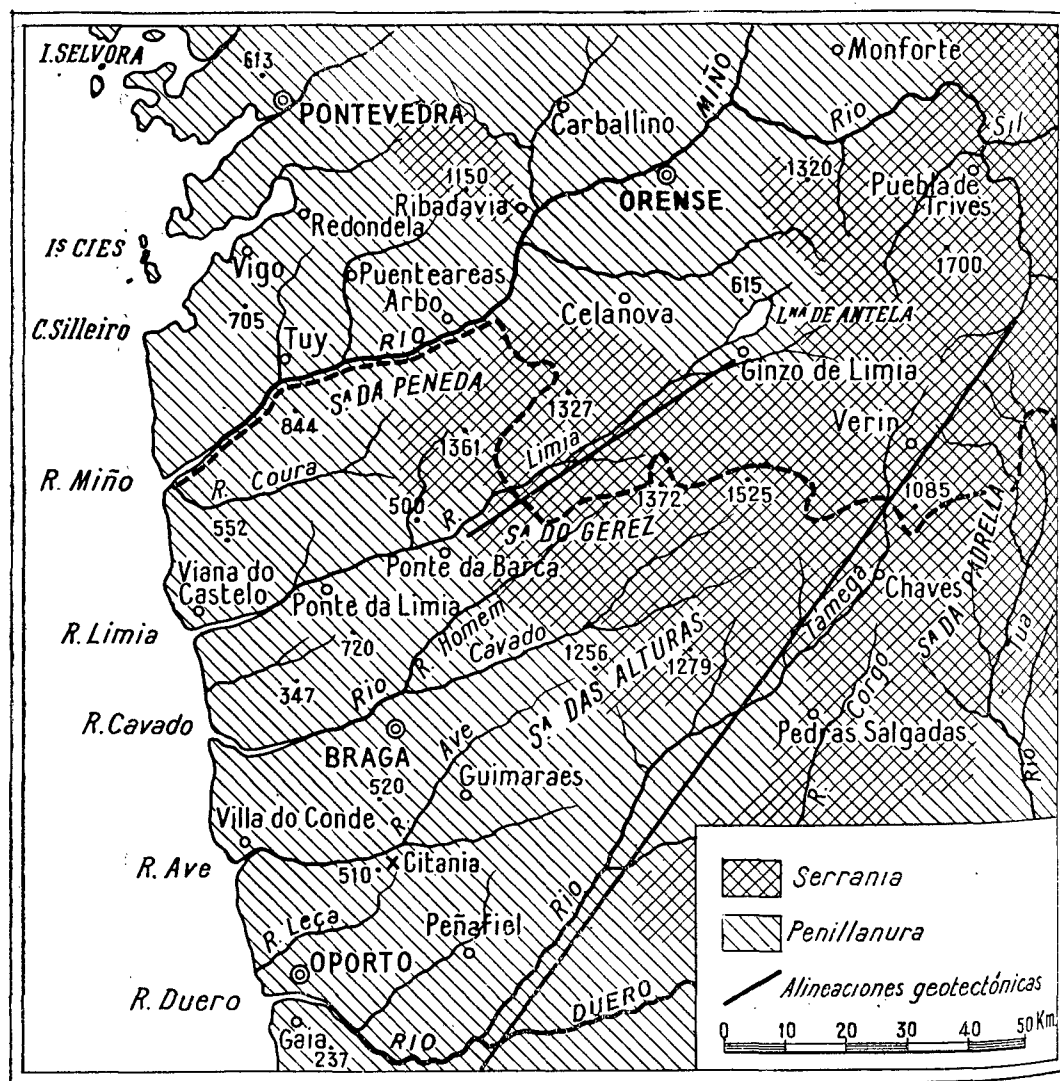


Fig. 271.—Red fluvial del territorio portugués entre Duero y Miño.

y castaños, hoyadas en las que se concentra la población en pequeñas aldeas. En otros casos, como en la sierra de Jerez, de la «raia seca» predomina el bosque de pinos. La penillanura litoral está muy poblada y los cultivos son variados, predominando el maizal. Todo el territorio

está muy influenciado por el clima atlántico, con frescura y pluviosidad veraniega por efecto de lluvias de relieve.

Los ríos del territorio entre Duero y Miño, que vierten directamente al mar, son: Leça, Ave, Cávado, Limia y Cousa (fig. 271).

Ríos Leça y Ave.—El *Leça* es un riachuelo de unos 30 kilómetros de recorrido que desemboca al Norte y cerca de Oporto. Se origina en la penillanura, al Noroeste de Peñafiel, y presenta en su curso dirección general al Suroeste.

El río *Ave* es curso fluvial que tiene el recorrido en la penillanura de Guimaraes y de Braga. Se compone de dos ramas principales, que comprenden entre ellas a la campiña de la ciudad de Guimaraes. La septentrional, que es la más larga, se origina en el extremo occidental de la sierra das Alturas (1.256 m.). Recorre la campiña de Guimaraes, pasando al Oeste de la ciudad. La rama meridional se forma en los bordes de la serranía y confluye con la anterior cerca y al Norte de la citania prehistoria (510 m.), próxima a Santo Thyrsó. Reunidas las dos ramas fluviales, y con dirección al Oeste, desemboca el Ave en el Atlántico por Villa do Conde, con recorrido de unos 80 kilómetros.

Río Cávado.—El arrumbamiento del Cávado es en todo el curso de Noreste a Suroeste. Se compone de dos brazos principales, que forman ángulo agudo: el septentrional es el río *Homen*, principal afluente del Cávado por la margen derecha; recibiendo por la izquierda, en la zona de serranía, otro más pequeño, el *Rabadão*. Tal conjunto fluvial está comprendido entre la sierra das Alturas, meridionalmente, y la de Gerez, septentrionalmente. Se origina la ramificación fluvial del Cávado en la zona alta de montañas fronterizas denominadas «la raia seca», correspondiente a la granítica, escarpada y boscosa sierra de Gerez (1.372 y 1.525 m.). El brazo principal, o sea el Cávado, corre en hondo valle, cubierto de denso pinar; valle en el que brotan importantes manantiales recogidos en establecimientos de aguas mineromedicinales. Al salir a la penillanura litoral, los dichos afluentes al Cávado están reunidos en corriente común que pasa al Norte y cerca de Braga y junto a Barcelles, llega a la costa y atraviesa oblicuamente la estrecha banda de terrenos del paleozoico inferior y desemboca en el mar por Epouze, con recorrido del centenar de kilómetros.

Río Neiva.—Al Norte del Cávado y Sur de Limia está el riachuelo *Neiva*, de recorrido de unos 35 kilómetros, que se origina en el extremo occidental de la sierra Amarella (vértice Oural, 720 m.), y atraviesa la penillanura litoral.

Río Limia.—Es el río de más largo recorrido (120 kms.) de los situados entre Duero y Miño, con arrumbamiento en todo el curso de

Noreste a Suroeste. Se origina en la extensa y somera laguna de Antela (615 m.), situada junto a Ginzo de Limia (Orense) (fig. 272). El valle del Limia tiene clara alineación tectónica, encajado por la margen derecha por la sierra de Peneda (1.327 y 1.361 m.), continuada hacia la costa por relieves comprendidos entre los 700 y los 1.200 metros de altitud, limitando el valle por la margen izquierda la sierra Amarella y sus prolongaciones en el litoral, con altitudes entre los 500 y los 700 metros. Una de las ramas de la cabecera pasa por Ginzo de Limia; pasando, en te-

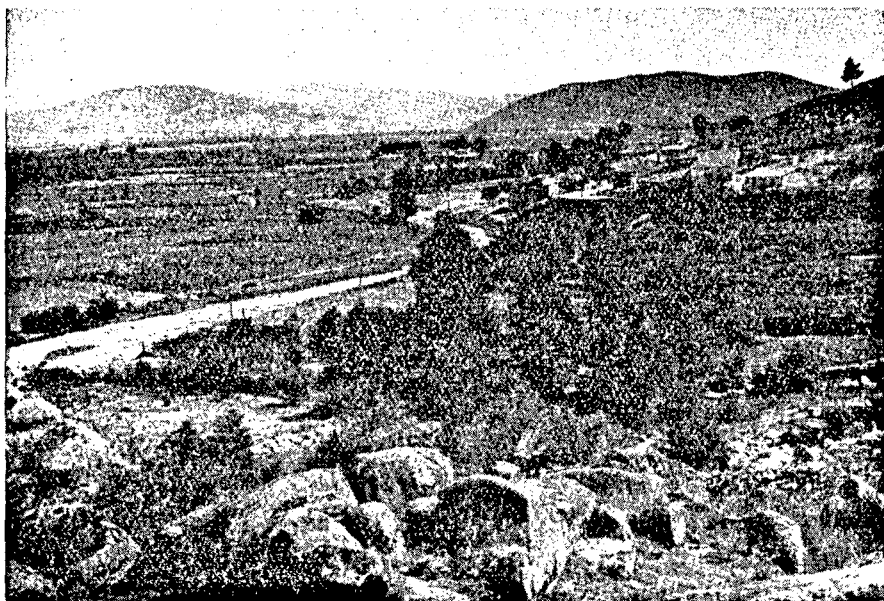


Fig. 272.—Depresión palustre de aluviones arenáceoarcillosos de Antela, origen del río Limia, en Ginzo de Limia (Orense).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

rritorio portugués, por Ponte da Barca y Ponte de Limia y descendiendo el río hasta la costa con morfología pennada con afluentes pequeños por una y otra margen, desembocando mediante alargado y estrecho estuario por Viana do Castelo.

Río Coura.—Es riachuelo de unos 40 kilómetros de recorrido, que se origina en los relieves occidentales que prolongan, hasta la costa, la serrata Peneda (844, 783 y 552 m.); pasa por Paredes de Coura y desemboca por Caminha en la salida del estuario del Miño.

RED FLUVIAL DE GALICIA

Galicia es la región hispana en la que se observa con más claridad la relación de dependencia de la red fluvial con la orografía y el relieve, como consecuencia de los movimientos orogénicos y epirogénicos, que en las costas gallegas han originado el singular fenómeno de las rías, que, en esencia, no son más que formas especiales de estuarios producidos por la invasión marina en el valle fluvial.

En el respecto orográfico y del relieve, la región natural de Galicia comprende una penillanura, rejuvenecida en sus formas de relieve. Limita a esta penillanura por su borde oriental un territorio montañoso, extenso y alto, formado por la superposición de dos tipos de alineaciones orográficas de origen orogénico correspondientes a dos épocas de revolución geológica: Una, la hercínica de los tiempos finales de la época paleozoica, con sus arrumbamientos tectónicos del tipo hespérico, o sea, de predominante rumbo Noroeste. Otra, la de arrumbamientos de tipo hispánico, ocasionado por la revolución orogénica de la segunda mitad del neozoico, que produjo la elevación del Pirineo y de la Cordillera Cantabroasturiana, de arrumbamiento general Este a Oeste.

Estas direcciones geotectónicas de tipo hispánico se prolongan hacia el Oeste en las bandas extremas septentrionales y meridionales de la penillanura gallega, originando en el litoral un conjunto de relieves montañosos formados por las sierras de Lorenzana, de la Carba, Gistral y Faladoira, mientras que en el Sur de Galicia se alza la alineación montañosa fronteriza con Portugal; divisoria orográfica que justifica la significativa denominación de Tras os Montes a la región situada al otro lado de la alineación orográfica. Resulta de tal disposición que la penillanura gallega está abarcada, por Oriente, Norte y Sur, por territorio de serranía, con formas de relieve más o menos embotadas por los efectos erosivos multimilenarios de diversas épocas geológicas.

No es ocasión de hacer la historia geológica evolutiva de tales zonas orográficas del Noroeste peninsular, territorio montañoso de gran complejidad y singularidad orogénica. Unicamente exponremos que debe en gran parte su especial constitución, según nuestra opinión (coincidente, en gran parte, con la del geólogo Macpherson, que estudió geológicamente el país en el último cuarto del siglo XIX), al cambio de rumbo experimentado por los empujes orogénicos al chocar contra el viejo y estable macizo galaico de época arcaicozoica.

La diferencia de apreciación entre la antigua opinión y la que exponemos consiste en que, para el geólogo gaditano, la orografía septen-

trional galaica era un fenómeno de recurrencia a los arrumbamientos arcaicos, hipótesis actualmente insostenible ante los modernos conocimientos respecto a geotectonia y orogenia.

La red fluvial del territorio galaico es consecuencia de la constitución orográfica y de la disposición general del relieve, tal como le hemos expuesto; tanto el Miño, con su gran afluente el Sil, como los demás ríos que, con los anteriores, componen el conjunto de la red fluvial de Galicia (fig. 273).

Procede el Miño de la rinconada orográfica del Noreste de Galicia, y avanza hacia el Sur por amplia vallonada, limitada en la banda oriental por la zona de serranía galaico-leonesa, de la que recibe diversos afluentes y, entre ellos, el importante caudal del Sil, procedente del territorio montañoso leonés y zamorano. Reunidas ambas ramas fluviales se arrumba el río hacia el Suroeste, como el Limia y demás afluentes, por la margen derecha, al Duero portugués y los situados entre Duero y Miño. El mismo arrumbamiento general de Noreste a Suroeste presentan los cursos fluviales gallegos que vierten en el Atlántico entre la desembocadura del Miño y el cabo de Finisterre.

Tal arrumbamiento general parece obedecer a una causa común, que, aparte del influjo geoclástico señalado en el Limia, puede ser el establecimiento de la pendiente hacia el Oeste del gran témpano cortical o bloque hespérico, fenómeno acaecido en la segunda mitad de los tiempos neógenos, o sea, durante la época miocena del piso pontiense y los primeros tiempos del plioceno, sin que en el estado actual de nuestros conocimientos podamos llegar a mayor precisión por falta de datos.

Se caracteriza la penillanura gallega y las serranías que la encuadran por la ausencia de depósitos correspondientes a los tiempos mesozoicos. En la zona de penillanura situada entre el borde de la serranía que la encuadra por Oriente y el curso del Miño, fuera del valle, se han señalado retazos de cobertura neogena, referidos a depósitos del mioceno superior o del plioceno, en disposición horizontal; de constitución arenáceo-arcillosa; facies continental y sin decisiva determinación estratigráfica por falta de fósiles. Son tales yacimientos los de Monforte de Lemos, Sarria, Lugo y al Este de Villalba, situados en zona de suave depresión, de arrumbamiento meridiano, destacando con más claro tipo litológico mioceno el de Monforte. A falta de datos positivos, puede determinarse por comparación y analogía con otras regiones peninsulares que el establecimiento de la red fluvial gallega debe datar como época más probable del pontiense, o sea, al terminar el mioceno.

La formación de las rías gallegas es fenómeno posterior, realizán-

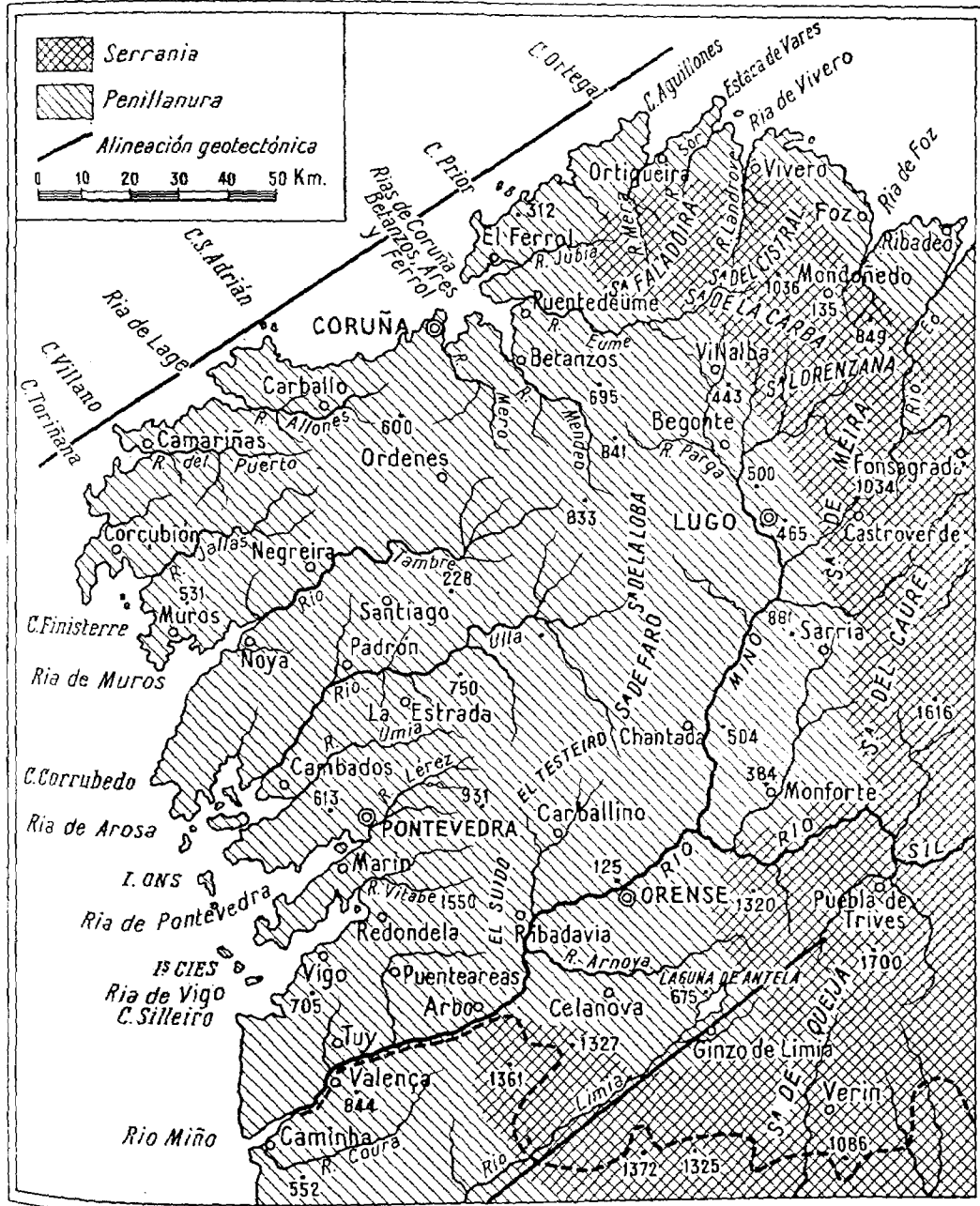


Fig. 273.—Red fluvial de Galicia.

dose en época pliocena, con la red fluvial en estado avanzado de evolución y las características morfológicas y topográficas del relieve, semejantes, en líneas generales, a las actuales. En tal estado geomorfológico de la penillanura gallega se produjo un movimiento epirogénico submersivo en el Noroeste peninsular, invadiendo las aguas oceánicas los valles de las zonas bajas de los ríos gallegos, quedando emergidas las partes altas de los relieves de las vallonadas, en forma de irregulares penínsulas o de isletas y farallones, dentro y fuera de las irregulares áreas de los valles fluviales invadidos por el mar.

Comprende tal fenómeno, con las características geomorfológicas expuestas, a la red fluvial gallega, que llega en el litoral meridional hasta la desembocadura del Miño, y en el litoral del chaflán costero y del Norte hacia Oriente, hasta la desembocadura del Eo. A partir de las dos citadas desembocaduras, la del Miño y la del Eo, la morfología de las rías son de otro tipo, estrechas y rectilíneas, por ser diferentes las características morfológicas y topográficas de las zonas bajas de los ríos y por la atenuación hacia el Sur y hacia el Este del fenómeno submersivo.

El accidente geológico de tipo epirogénico ejerció también influjo en la corriente y valle del Sil, pues el descenso del nivel de base ocasionó mayor intensidad erosiva remontante hacia la cabecera, dando por resultado el encajado de la corriente en hondos cauces y profundas hoces, características de los tramos del Sil entre el paraje de desembocadura en el Miño y la tectónica del Bierzo, que el Sil atraviesa en su zona alta entre las montañas leonesas.

La época del plioceno a la que corresponde la formación de las rías gallegas puede establecerse como ocurrida durante los tiempos medios pliocénicos, teniendo en cuenta que sería anterior a la producción de la terraza alta o más antigua de las del Miño y del Sil, que se data como del plioceno superior.

La red fluvial de Galicia, como la portuguesa del país Miñoto, se caracterizan por la permanencia de las corrientes fluviales, incluso de los riachuelos durante la estación veraniega, por efecto del clima lluvioso del país, durante todo el curso del año, no existiendo la larga estación seca estival, típica de la mayor parte de la península; sequía estacional exagerada en el Sur hispano y especialmente en el Sureste peninsular, que origina los cursos fluviales del tipo rambla. Tal característica climatológica de las regiones de la Hispania higrofita produce vegetación verde todo el año, y gran frondosidad arbórea acompañando a las corrientes fluviales.

Ramificación fluvial Miño-Sil.— El Miño y su confluente el Sil son los ríos regionales de Galicia. La ramificación fluvial Miño-Sil se compone de un tronco común con arrumbamiento de Noreste a Suroeste. A distancia de una veintena de kilómetros al Noreste de Orense está la confluencia del Miño, que viene del Norte, con el Sil, que viene del Este.

Se origina el Miño al Sur de Mondoñedo y al Norte de Lugo, con

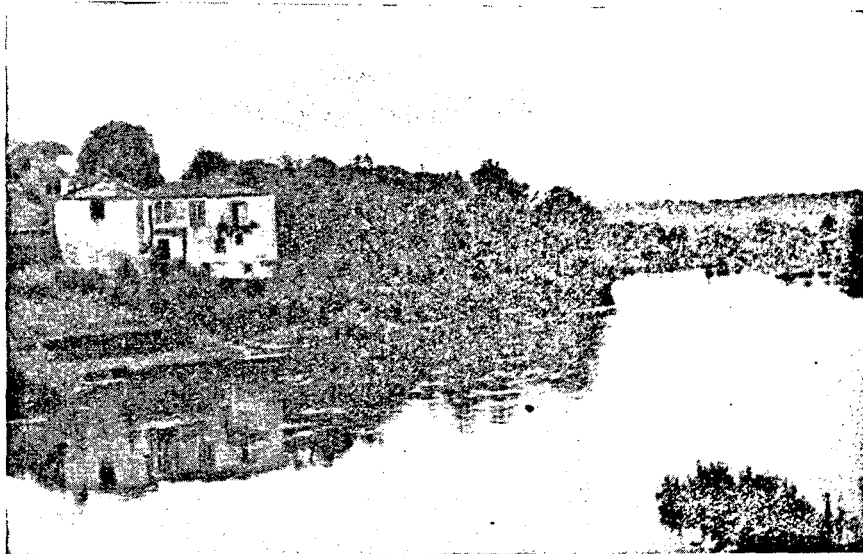


Fig. 274.—El Miño en Rabude (Lugo).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

los derrames de las sierras septentrionales de Lorenzana y de la Carba, mediante una ramificación de riachuelos confluentes, denominados respectivamente, contando de Este a Oeste, *Magdalena, Anilo, Támoga, Ladra y Parga*. La rama Ladra y Parga, que es la más importante, pasa por Villalba y Begonte, y todas confluyen en tronco común y constituyen el Miño, próximamente a la altitud de unos 500 m. Formado el Miño pasa por Lugo, ciudad situada a los 465 m. de altitud. Desde Lugo, el Miño, con arrumbamiento meridiano, pasa a unos 16 kilómetros al Oeste de Sarriá, y al Este y próximo a Chantada, llegando a la confluencia con el Sil, con recorrido desde el origen, en la serranía septentrional, de unos 130 kilómetros (figs. 274 y 275).

Tiene su origen el Sil en los límites entre las montañas leonesas y las asturianas del tramo occidental de la Cordillera Cantabroasturiana, en las vértices meridionales de las cumbres y puerto de Somiedo; por

Villablino, descendiendo la corriente por la serranía de las montañas de León con rumbo meridiano, hasta la cubeta geotectónica del Bierzo, cuyo fondo plano está ocupado por cobertura de terrenos aluviales, en las que el río ha formado terrazas, que han sido determinadas por Vidal Box, que distingue en ellas los niveles de las formadas en la época cuaternaria y otra más alta referible al plioceno final. En la hoya del Bier-

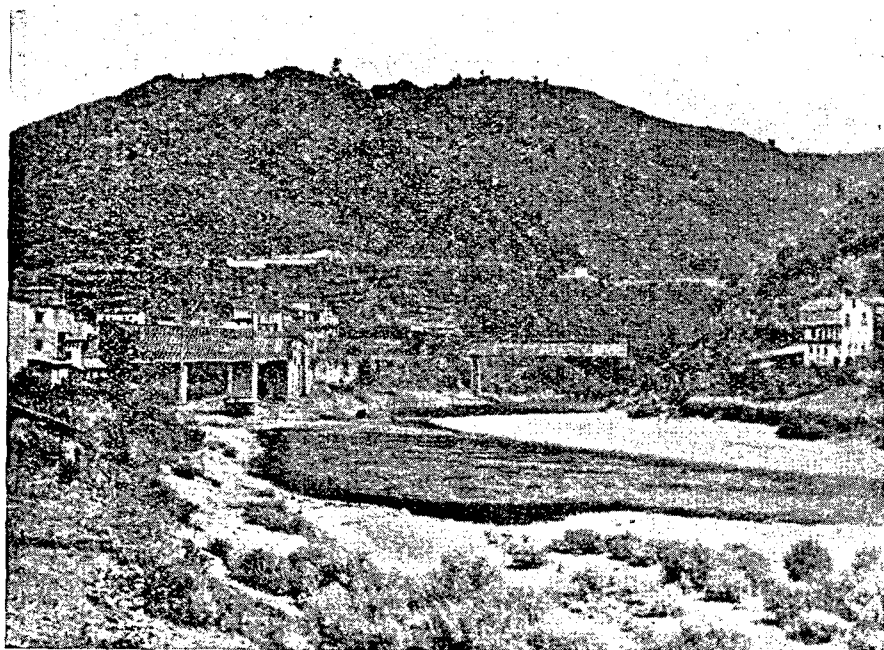


Fig. 275.—Confluencia del Miño y Sil en la provincia de Orense.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

zo pasa junto a Ponferrada (fig. 276) y cruza el territorio montañoso entre León y Galicia, recibiendo diversidad de afluentes por una y otra margen, y como más importante, por la izquierda, el río de la Cabrera, desde cuya desembocadura tuerce el Sil el rumbo hacia el Oeste y pasa por las localidades gallegas, del Barco de Valdeorras, al Norte, y cerca de Puebla de Trives, y por Quiroga, desde donde la corriente establece límite entre las provincias de Lugo y Orense hasta la confluencia con el Miño.

El tramo gallego del Sil, con los afluentes que en él concurren, ha sido detenidamente estudiado por Francisco H. Pacheco, especialmente las características morfológicas y de constitución geológica, en relación con la construcción de presas para la producción de energía eléctrica,

señalando dicho geólogo como principal característica la intensa acción erosiva ejercida en época geológica moderna, con la producción de hondo abarrancado y profundas hoces en territorio de formas topográficas embotadas por antigua y larga acción erosiva y de constitución geológica, estratocristalina o pizarrosas del paleozoico antiguo (fig. 277).

El tramo del Sil, con sus afluentes, fué objeto en la época histórica romana de muy importantes e intensos trabajos de explotación minera

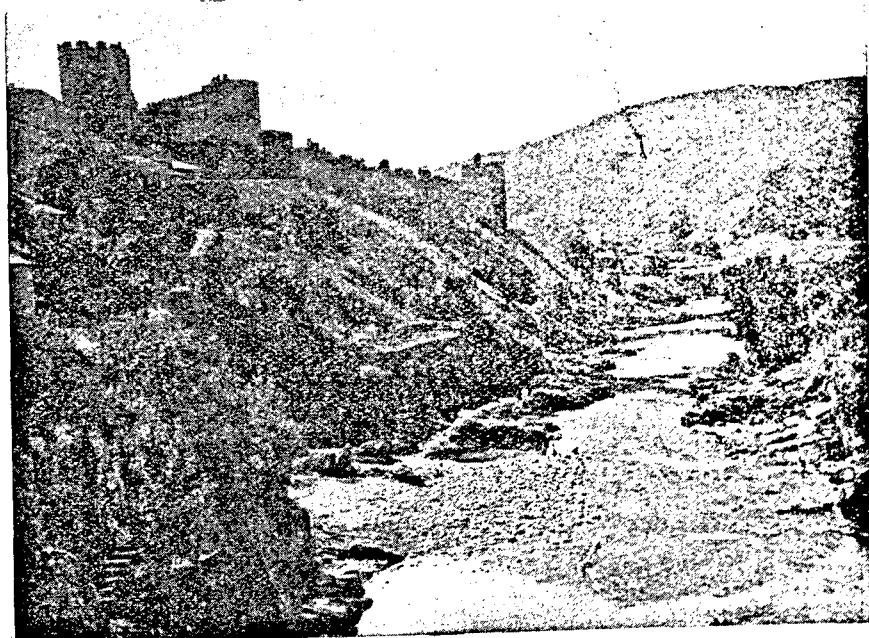


Fig. 276.—El Sil en Ponferrada (León).

(Foto Hernández-Pacheco.)

de los yacimientos auríferos, en roca o en aluviones fluviales, realizándose con gran competencia formidables obras ingenieriles en tiempos en que se desconocía la pólvora y los explosivos de los tiempos modernos.

El Miño unido con el Sil comprende desde la confluencia hasta la desembocadura en el Atlántico, atravesando la penillanura gallega con arrumbamiento general de Noreste a Suroeste.

A la distancia de una veintena de kilómetros, desde la confluencia, pasa junto a Orense, ciudad situada a los 125 metros de altitud (fig. 278). Pasado Orense recorre el Miño larga vallonada, en cuya ladera derecha que da frente al sol del mediodía se escalonan en bancales los viñedos productores del apreciado vino del Ribeiro. En Ribadavia (53 m.) conflu-

yé por la margen derecha el río *Avia*, formado por amplia ramificación, al Norte y Oeste de Carballino, y, algo ayuso de Ribadavia, se le une



Fig. 277.—Gargantas del Sil cerca de San Esteban (Lugo).

(Foto Hernández-Pacheco, 1946.)

por la margen izquierda el río *Armoya*, procedentes de la comarca de Celanova y de Allariz (vértice Panamá, 930 m.).

A una veintena de kilómetros ayuso de Ribadavia, comienza el tramo internacional. El cauce aparece ensanchado, llegando hasta las márgenes los campos de maíz, y los pinares, en intensa explotación maderera, con serrerías, por Arbo y otros parajes ribereños hasta la ciudad

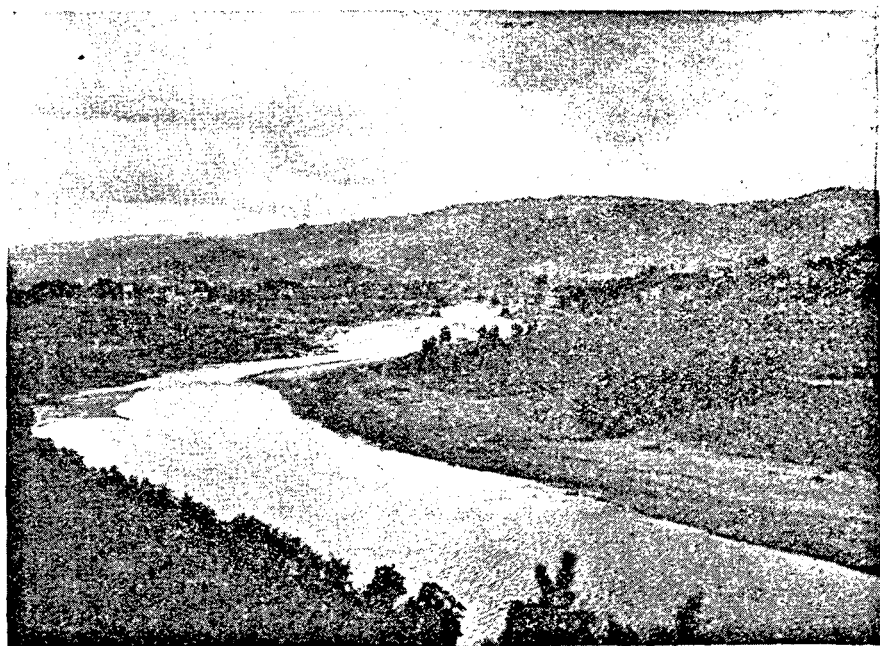


Fig. 278.—El Miño en Orense.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

de Túa, edificada sobre un altozano en la margen derecha. En la margen izquierda o portuguesa las características naturales y el tipo de vegetación silvestre y cultivada son las mismas que las españolas. Los dos principales centros urbanos portugueses son Melgaço, en el comedio, y Valença, frente a Túa, uniendo ambas ciudades largo puente internacional (figs. 279 y 280).

En el segmento fluvial internacional aparecen en diversos parajes cortada la corriente por construcciones en ruinas a modo de presas que encauzan la corriente en portillos o pasos estrechos. Tales construcciones hidráulicas sin uso alguno, actualmente, se interpretan como destinadas a la pesca, atajando los portillos con redes o por otros medios, y apoderarse especialmente de los salmones, que en otras épocas histó-

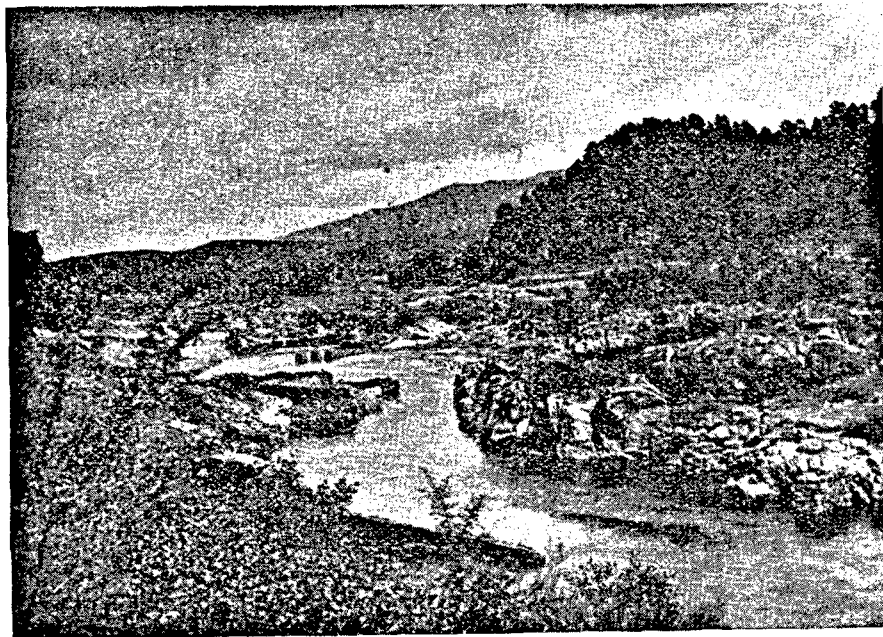


Fig. 279.—Tramo internacional del Miño en Arbo (Orense).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

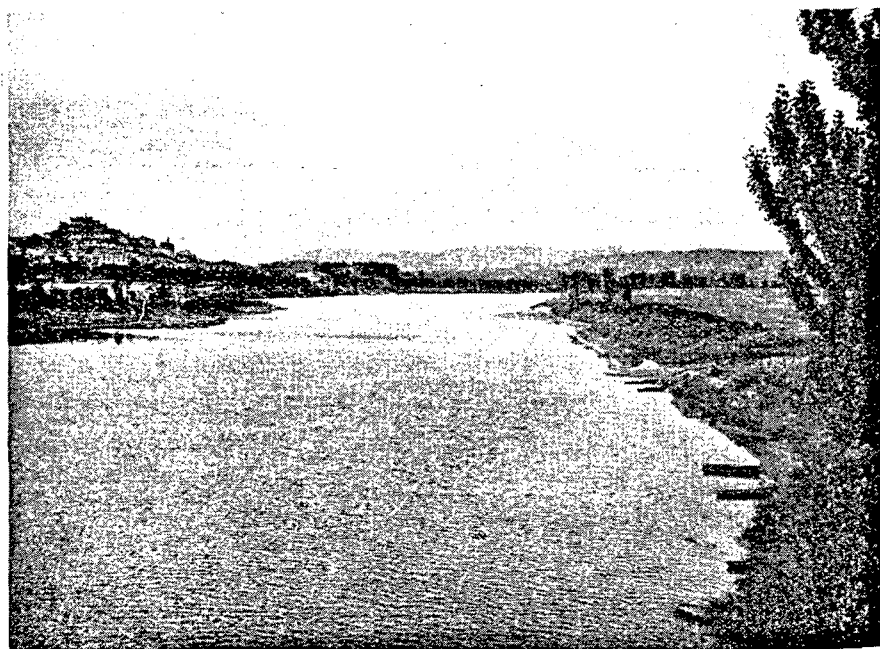


Fig. 280.—Tramo de desembocadura del Miño en Tuy.

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

ricas remontaban la corriente fluvial en mucha mayor cantidad que actualmente.

En Túy y en Valença comienza el tramo de desembocadura con longitud de una treintena de kilómetros, con paulatino ensanche del cauce, sin perder la característica morfológica fluvial, presentando mayor amplitud al final, en Caminha, con barra de difícil paso.

Ríos aferentes a las rías gallegas.

Además de la ramificación fluvial Miño-Sil, recorren las amplitudes del territorio gallego diversidad de corrientes fluviales, que desembocan en el mar por intermedio de las denominadas rías, cuya génesis geomorfológica se ha expuesto. Tal conjunto fluvial contando de Sur a Norte, son los siguientes ríos y riachuelos: Oitabe, de la ría de Vigo; Lerez, de la de Pontevedra; Umia y Ulla, de la ría de Arosa; Tambre de la Noya y Muros; Jallas, en la bahía de Corcubión; Río del Puerto, en la ría de Camariñas; Allones, de la ría de Dage; Mero Mendeo, Eume y Jubie, en las de Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol; de Porto de Cobo, de la pequeña ría de Cedeira; Mera de la ría de Santa Marta de Ortigueira; Sor, de la del Barquero; Landrove, de la de Vivero; ría de Foz, y Eo, en la de Ribadeo.

Todos estos ríos y sus afluentes son de tipo morfológico pennado y ramiforme, por tener el origen y la corriente en territorio de penillanura de relieves montañosos atenuados, y sin llegar a la fase de arrasamiento geológico.

Oitabe y Berdugo.— En el fondo de la ría de Vigo desemboca una ramificación fluvial, formada por dos riachuelos: el *Oitabe*, que es el meridional, y el *Berdugo*, el septentrional. Uno y otro se originan en la Sierra de El Suido, alineación orográfica de la penillanura gallega, de alineación meridiana, que culmina en los 1.150 m. cerca de Ribadavia y en los 931 m. al Oeste de Carballino. El riachuelo septentrional pasa por Puente Caldelas y se une al Oitabe cerca de la desembocadura en la ría, por Puente Sampayo. El recorrido es de unos 25 kilómetros (fig. 281).

Río Lerez.— Procedente de la misma alineación orográfica de El Suido, es el riachuelo Lerez, de arrumbamiento general al Suroeste, como la ría de Pontevedra, en la que desemboca, inmediato a dicha capital, con recorrido de unos 38 kilómetros.

Afluentes a la ría de Arosa.— En la ría de Arosa confluyen dos cursos fluviales. El principal es el *Ulla*, que es el más importante río de la penillanura gallega, después del Miño. Meridionalmente, y con el

arrumbamiento general, lo hace el *Umia*, y, por el Norte, diversidad de arroyos.

El *Ulla* se origina en la sierra de Faro; alineación orográfica de arrumbamiento meridiano como la de El Suido, pero más septentrional y más oriental que ésta. La corriente del Ulla establece límite entre las provincias de Lugo y Pontevedra. Llega y pasa por Padrón y se

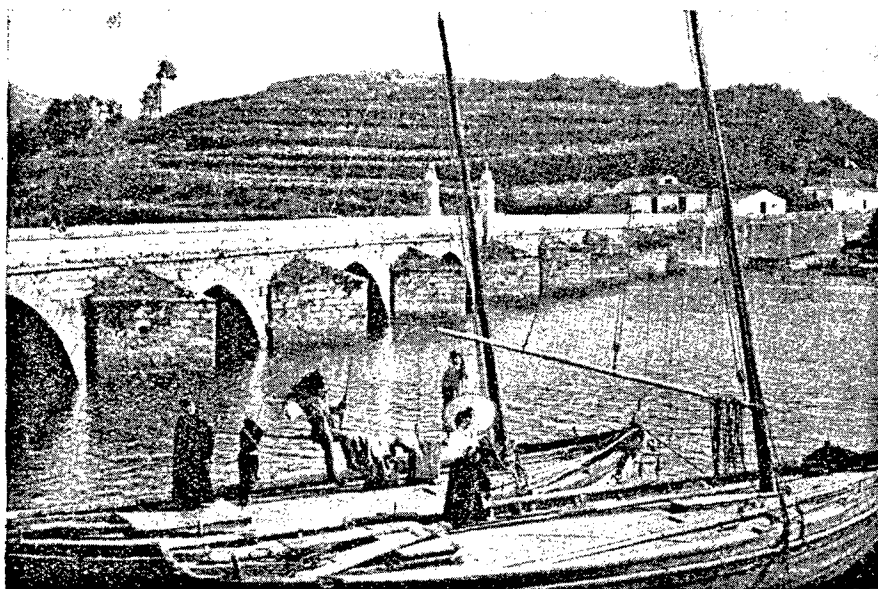


Fig. 281.—Puenle de Sampayo, próximo a Redondela; desembocadura del Oitabe y Berdugo en la ría de Vigo.

vierte en la ría de Arosa, con un recorrido algo superior al centenar de kilómetros.

El *Umia* tiene su origen en plena penillanura; el relieve más alto en las cercanías de su nacimiento, hacia el Este, es el monte Candan (817 m.). El arrumbamiento es al Oeste hasta Caldas de Reyes, en donde tuerce al Suroeste, y por Cambados se vierte en la ría de Arosa, con un recorrido de unos 45 kilómetros.

El conjunto de la ría de Arosa, con sus penínsulas, cual la de Grove, y sus isletas, como las de Arosa y Sálvora, parece corresponder a una antigua confluencia fluvial anterior al fenómeno de submersión que originó las rías. En tales respectos es probable que el antiguo Ulla corriera entre los relieves que son ahora la isleta Arosa y la costa septentrional de la ría, y el *Umia* pasara entre dicha isleta y la que es ac-

tualmente la península de Grove, efectuándose la confluencia entre el relieve que es al presente la isleta Sálvora y la actual costa.

Río Tambre.—El Tambre es la corriente fluvial de Galicia que sigue en importancia al río Ulla. Se forma el Tambre en las vertientes occidentales de la sierra de La Loba, de arrumbamiento meridiano (Coba da Serpe, 833 m.). El Tambre, desde su origen corre con arrumbamiento Sureste, que es también el de la ría de Muros y Noya. Tiene de recorrido unos 94 kilómetros. Pasa por Negreira y desemboca próximo

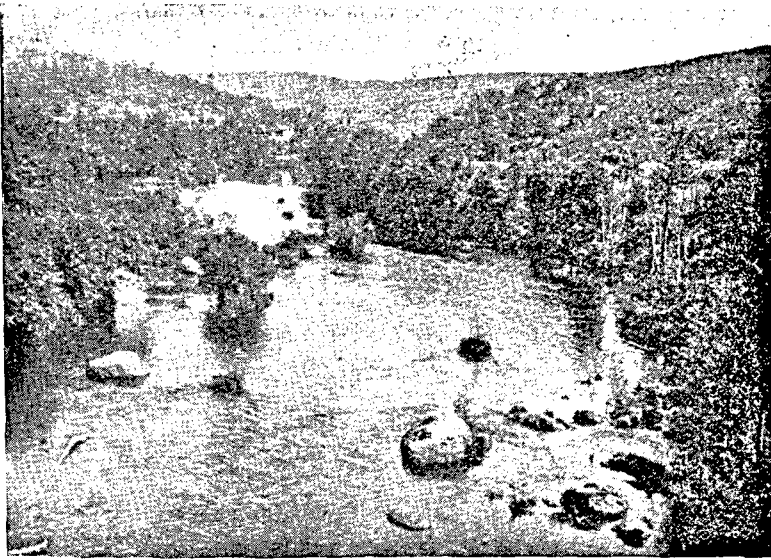


Fig. 282.—El río Tambre desde el puente de la carretera, cerca de Negreira (Coruña).

(Foto Hernández-Pacheco, 1931.)

a Noya. La longitud de la ría de Noya y de Muros prolonga en una veintena de kilómetros el recorrido del Tambre (fig. 282).

Río Jallas.—El río Jallas desemboca en un entrante de la costa abierto al Oeste, frente a las isletas Lobeiras, situadas en la bahía de Corcubión, abierta al Sur y resguardado por el lado occidental por la península del cabo Finisterre. Tiene el Jallas arrumbamiento general al Suroeste y recorrido de unos 45 kilómetros.

Río del Puerto.—El río del Puerto es un riachuelo de unos 25 kilómetros de recorrido, con arrumbamiento al Oeste; que se interna en la ría de Camariñas, asimismo arrumbada al Oeste.

Río Allones.—El río Allones se forma mediante profusa ramifica-

ción en la penillanura de la comarca de Carballo (vértice Cedeira, 600 metros), desde donde se arrumba la corriente al Oeste, recibiendo afluentes por una y otra margen, y, con recorrido de unos 40 kilómetros, desemboca en la ría de Lage.

El chaflán Noroeste de la costa gallega presenta, en su porción media, un gran entrante a modo de amplia bahía abierta a la mar del Oeste y del Norte y resguardada del Suroeste por el cabo de San Adrián. En el comedio de la costa de la bahía está Coruña, e inmediata a la ciudad, en una peninsulilla, la torre de Hércules, que sirve de faro desde la época romana, situado en la entrada al espacio marino, de terreno sumergido, en el que se abren las rías de Coruña, Betanzos, Ares y del Ferrol. En la ría de Coruña desemboca el *Mero*; en la de Betanzos, el *Mendeo*; en la de Ares, el *Eume*, y en la del Ferrol, el *Jubia*.

El río *Mero* es un riachuelo procedente del Sur que se origina en la campiña situada al Norte de Ordenes (Montes Castro Mayor, 439 metros), mediante ramificación de arroyos, teniendo un recorrido hasta su entrada en la ría de Coruña de unos 28 kilómetros.

El río *Mendeo* procede del Sureste, de las vertientes occidentales de la sierra de La Loba (849 m.), en los límites entre las provincias de Coruña y Lugo. Cerca de la desembocadura pasa por Betanzos y desemboca en la ría de este nombre, con recorrido de unos 30 kilómetros.

El río *Eume* es el de más largo recorrido de los cuatro que concurren al entrante marino situado entre Coruña y Ferrol en el chaflán Noroeste de la costa gallega. Procede de la sierra de Gistral (1.036 metros), situada en la provincia de Lugo, al Oeste de Mondoñedo. El curso del Eume es de tramos en zigzag, con dirección general hacia el Oeste, limitando septentrionalmente el valle los relieves montañosos del litoral del Norte de Galicia (sierras del Gistral y de Rañadoiro). Desemboca en la ría de Ares, por Puente de Eume, con recorrido de unos 60 kilómetros.

El río *Jubia* es el de la ría de Ferrol en cuyo fondo de saco desemboca el citado riachuelo, cuya rama principal tiene por la margen derecha, limitado el valle por el relieve litoral de la sierra Saturnina (712 metros). El arrumbamiento general es al WSW., y el recorrido de algo más de la veintena de kilómetros.

El conjunto fluvial reseñado y el complejo de rías de Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol, en que desembocan, inducen a considerar que se trata de un área de hundimiento correspondiente a una antigua confluencia al río principal, en este caso el Eume, en el que desembocarían, por la margen derecha, el Jubia, y por la izquierda, el Mendeo y el Mero. El estudio batimétrico detallado de la zona marina del Noroeste gallego puede aclarar la hipótesis que se plantea.

El litoral de Galicia que sobresale septentrionalmente de la alineación costera de Asturias occidental está recorrido, según se ha expuesto, por relieves montañosos que ejercen influjo en la morfología de las rías de dicha parte de la costa gallega y en el arrumbamiento de los cursos fluviales a ellas aferentes, siendo la principal característica el arrumbamiento de Sur a Norte.

Son tales ríos y rías, contando de Oeste a Este, los siguientes: río Porto de Cobo, aferente a la ría de Cedeira; río Mera, a la ría de Santa Marta de Ortigueira; río Sor, a la del Barquero; río Landrove, a la de Vivero; río y ría de Foz y río Eo, a la de Ribadeo.

Río Porto de Cobo.—Consiste en pequeña ramificación fluvial de un riachuelo formado por dos ramas: una arrumbada al Suroeste, y la otra al Noroeste, que se juntan en su desembocadura en la pequeña ría de Cedeira, situada en el chaffán de la costa y abierta al Noroeste. El recorrido del Porto de Cobo es de unos 10 kilómetros.

Río Mera.—Procede del Sur y corre hacia el Norte, recogiendo los aportes de la vertiente occidental de la sierra Faladoira, que se prolonga más adentro, formando la Estaca de Vares. El recorrido del Mera es de una veintena de kilómetros, desembocando en el fondo de saco, frente a Ortigueira, de la irregular ría de Santa Marta, la que se abre ampliamente al Norte entre el cabo de los Aguillones, por el Oeste, y la península de la Estaca de Vares, por el Este.

Río del Sor.—Establece límite entre las provincias de Coruña y Lugo. Es de arrumbamiento al Norte, de tipo morfológico pennado, recogiendo los aportes orientales de la sierra Faladoira. Tiene un recorrido de unos 25 kilómetros. Desemboca en la ría del Barquero, abierta al Noroeste y resguardada de la mar del Noroeste y Oeste por el avanzado saliente de la Estaca de Vares.

Río Landrove.—Con arrumbamiento al Norte y tipo morfológico pennado es el río Landrove, que se origina en la sierra de Gistral (1.036 metros) y desemboca en la ría de Vivero, que prolonga el arrumbamiento fluvial y se abre al Norte. El recorrido del Landrove es de unos 25 kilómetros.

Ría de Foz.—En la ría de Foz, y en la corriente fluvial que en ella desemboca, termina hacia Levante el viejo bloque gallego de constitución geológica granítica y arcaicozoica. Hacia el Este adquieren predominio las formaciones del paleozoico inferior, cámbrica y silúrica, más o menos metamorfizadas.

La corriente fluvial que desemboca en la ría de Foz, de tipo morfológico ramoso, se forma al Sur de Mondoñedo, en la sierra de la Carba y de Lorenzana (849 m.). El arrumbamiento del río y de la ría de Foz

es al NNE., y el recorrido del primero de algo más de una veintena de kilómetros

Río Eo.—Este aparato fluvial corresponde, por su morfología, al segmento fluvio-litoral de las Asturias occidentales. Se origina el Eo al Norte de Castroverde (vértice Pradairo, 1.034 m.), y tiene de recorrido unos 54 kilómetros. En su último tramo establece límite entre Galicia y Asturias.

Geomorfología de Galicia en relación con la red fluvial.

Las características geomorfológicas de Galicia en relación con lo expuesto pueden sintetizarse en los siguientes términos: 'La región natural gallega está constituida por una penillanura en estado erosivo que no alcanza el grado de arrasamiento geológico, presenciando relieves orográficos de carácter atenuado. El conjunto de la penillanura está influenciado por otro compartimiento de carácter montañoso; las montañas astúrico-leonesas-zamoranas, cuyos relieves también son proceso de penillanuración, y se prolongan hacia el Oeste en las zonas meridional y septentrional de Galicia, de tal modo que la penillanura gallega queda abarcada por el indicado conjunto montañoso y abierta en pendiente hacia el Oeste y Noroeste.

En la zona media de la penillanura se presenta con arrumbamiento general meridiano una alineación de segmentos montañosos, alineación de las que son porciones: el Suido, el Testeiro, la sierra de Faro, el monte de la Coba da Serpe y la sierra de La Loba.

Tal alineación de relieves montañosos establece entre ella y el borde de la serranía oriental una zona de depresión por la que descende el Miño desde su origen hasta la confluencia con el Sil, y paralelamente al valle del gran río gallego, un jalonado de retazos de depósitos neogenos de facies continental.

La referida alineación de relieves montañosos parece haber actuado de charnela en el hundimiento bascular hacia el Oeste de tal modo que todos los cursos fluviales de la penillanura gallega corren hacia el Suroeste y Oeste y terminan en las rías que no son otra cosa que las porciones inferiores de los valles sumergidas en el Atlántico por el indicado movimiento epirogénico de transgresión marina.

La época geológica de la última penillanuración de Galicia parece corresponder al mioceno avanzado, al Pontense, y el movimiento epirogénico de basculación productor de las rías, al plioceno medio. Durante el plioceno final y cuaternario antiguo y medio se señalan oscilaciones que se manifiestan por la formación de terrazas fluviales. Actualmente, el litoral y el conjunto de la penillanura gallegas están estabilizados.

RED FLUVIAL DEL CANTÁBRICO. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El conjunto fluvial que desemboca en el mar Cantábrico presenta gran uniformidad en sus características a consecuencia de la unidad geomorfológica de los relieves que originan a los ríos y formatizan los valles, contribuyendo a engendrar un mismo tipo fluvial la característica uniforme de la costa y la unidad climatológica del país recorrido por la red fluvial (véase lám. III).

Comprende el territorio en el que está comprendida la red fluvial afe-rente al mar Cantábrico, desde la ría de Foz, en el Norte de Galicia, hasta el Bidasoa, que establece frontera con Francia, en longitud de unos 460 kilómetros, por anchura comprendida entre los 75 kilómetros en el meridiano del cabo Peñas, en Asturias, y los 35 kilómetros en el meridiano de Zaráuz, en el entrante de la costa guipuzcoana, pudiéndose asignar a la banda litoral astúrico-cántabro-vasca recorrida por la red fluvial del Cantábrico, anchura media de unos 60 kilómetros.

Esta larga banda litoral del Norte peninsular está formada por la cordillera Cantábrica, en cuya vertiente septentrional se origina y constituye toda la red fluvial. Cordillera cuyos relieves abruptos no suelen llegar hasta el mismo borde del mar, sino que generalmente existe entre la base de la alta serranía y la línea de costa, banda irregular de terreno, de suaves relieves en unas partes, y, en otras, rasas costeras formadas por proceso erosivo subaéreo.

Tales rasas litorales presentan dos variedades morfológicas: En las Asturias Occidentales, desde Galicia hasta la península del cabo Peñas, se extiende la rasa litoral con uniformidad desde la base de la cordillera hasta el borde alto del acantilado marino. En las Asturias Orientales, la antigua rasa ha sido seccionada por la erosión fluvial en profundas barrancadas de dirección normal a la costa, de los que son ejemplos las denominadas «Tinas», correspondientes a los tramos de desembocadura de los ríos Deva y Nansa. Conjuntamente con tal acción de la corriente principal se observan hondas barrancadas paralelas y oblicuas a la línea de costa producidas por la acción erosiva de los fluentes, que recortan la rasa en segmentos alargados que presentan perfectamente plana la superficie superior de los relieves así formados, siendo buenos ejemplares de tal morfología la denominada Sierra Plana de la Borbolla, en el extremo oriental de Asturias.

En otras partes, entre la base septentrional de la cordillera y el mar, existe mayor anchura de terreno, originando semillanura de no grandes

relieves ; tal es el caso de las Asturias Centrales por Salas, Oviedo, Siero e Infiesto, en donde entre el Nalón y el Sella existe amplio espacio con dichas características. Esta morfología del terreno abunda también en la provincia de Santander y en Vasconia.

La cordillera Cantábrica, aunque seguida desde Galicia al Pirineo con relieves altos y escarpados, presenta mayor elevación en la zona media que en los extremos de Occidente y de Oriente.

Comprende esta zona de mayor relieve y aspereza desde el puerto de Reñosa (847 m.), en la provincia de Santander, hasta el puerto de Leitariegos (1.301 m.), cerca de los límites con Galicia, separando dichos parajes distancia de 230 kilómetros. Desde el puerto de Leitariegos la cordillera, con sus grandes altitudes, tuerce en arco hacia el Sur y Sureste, constituyendo las montañas de León y Zamora, de arrumbamientos hespéridos. Desde Reñosa, hacia el Este, la cordillera decrece en sus elevaciones, perdiendo fortaleza orográfica, y en Vasconia la alineación se diversifica en segmentos con depresión de los relieves montañosos respecto a los situados en Occidente.

En las Asturias Orientales y en el extremo occidental de la provincia de Santander es donde la cordillera tiene la máxima elevación y anchura, presentándose destacado hacia el mar el gran macizo montañoso de las abruptas Peñas de Europa, cuyos altos picos sobresalen del conjunto orográfico (Peña Santa, 2.452 m. ; Peña Vieja, 2.665 metros). El macizo de los Picos de Europa está separado de la alineación orográfica por el hondo y boscoso valle de la Liébana y por el collado de Posada de Valdeón, que es excelente miradero del conjunto de picos y crestas calizas del macizo avanzado hacia la costa. El conjunto de las Picos de Europa está, a su vez, separado del mar por la alineación orográfica de la escarpada sierra de Cuera (1.431), que se alza paralela a la costa en abruptas laderas y afilada cresta rectilínea. Entre la sierra de Cuera y el mar se extiende la rasa costera en retazos de antigua superficie de arrasamiento erosivo.

Tanto al Oeste como hacia el Este, en la descrita zona media de la cordillera, se presentan destacados de la alineación principal y más o menos avanzados hacia la costa pequeños macizos orográficos, tal como el Sueve (1.335 m.), entre el Sella y la ría de Villaviciosa, en la región asturiana. Análogamente acontece en los territorios de Santander, y principalmente de Vasconia, en donde se presentan en la semillanura montañas aisladas, escarpadas y altas, que en un estado más avanzado de penillanuración erosiva constituirían montañas islas residuales, como la Peña de Gorbea (1.508 m.), en Vizcaya ; la sierra de Arañar (1.471

metros), entre Guipúzcoa y Navarra, y la montaña de la Rhune (900 metros), junto a la frontera francoespañola.

La disposición orográfica reseñada origina en toda la vertiente marítima de la cordillera Cantábrica ríos del mismo tipo morfológico, en disposición ramiforme, que descienden de la alineación de altas cumbres hacia la costa con tramos fluviales y afluentes, que, obligados por los relieves avanzados hacia el mar, presentan arrumbamientos oblicuos o paralelos a la alineación principal de la cordillera y de la costa.

La constitución geológica y litológica de la cordillera, considerada en líneas generales, corresponde, en la zona occidental o asturiana, a terrenos pertenecientes al paleozoico inferior, cámbrico y silúrico, en las Asturias Occidentales, y al paleozoico medio y superior, devónico y carbonífero, en las Asturias Centrales y Orientales; de tal modo que los terrenos predominantes son tanto más modernos desde el Oeste hacia el Este, predominando en el cámbrico las pizarras silíceas; en el silúrico, pizarras silíceas y cuarcitas; en el devónico, calizas marmóreas y areniscas rojizas; en el carbonífero, la caliza llamada de «montaña» en los altos relieves de la alineación principal y formando la alta mole de los Picos de Europa, mientras que en la semillanura de la gran cuenca hullera las pizarras arcillosas y los conglomerados contienen capas de hulla. La península del cabo de Peñas y amplia zona costera, hasta Ribadesella, es principalmente de diversos terrenos del mesozoico.

Desde el meridiano de San Vicente de la Barquera hacia el Este, por la provincia de Santander y por Vasconia, son los terrenos mesozoicos los fundamentalmente constitutivos, predominando en toda esta gran zona las calizas cretáceas con intercalación de margas. Desde el meridiano de San Sebastián hasta la frontera francesa y el Pirineo, la constitución litológica es compleja.

Todos los terrenos mencionados son de facies marinas. El país, en mayor o menor extensión, estuvo emergido durante las épocas del hullero y del pérmico, según manifiestan los depósitos de hulla de las cuencas carboníferas y los acúmulos de conglomerados de formación continental en el hullero y en el pérmico. En los tiempos mesozoicos la principal emersión es la del comienzo del período cretáceo, señalada por la gran extensión de depósitos de la facies continental del terreno denominado wealdico.

La época neozoica corresponde, en términos generales, a período emersivo, aunque se señalan en varias localidades depósitos marinos numulíticos y oligocenos, tales como la costa de San Vicente de la Barquera (Santander), y también en localidades del litoral en Guipúzcoa y del interior de Navarra, con yacimientos fosilíferos en Estella. Desde

la segunda mitad del paleogeno está emergido todo el ámbito correspondiente de la cordillera Cantábrica, deducción fundamentada no tan sólo en el carácter negativo de la falta de depósitos de facies marinas, sino en la existencia de terrenos neogenos de fósiles continentales datados en los yacimientos de Oviedo por mamíferos fósiles, si bien de tales datos no puedan deducirse características pertinentes a la red fluvial de aquella época.

En diversos parajes de la rasa costera y, entre otros, en la comarca de las Regueras, al Oeste de Oviedo, entre el Nalón y la costa, existe una red de pequeños afluentes a dicho río, por la margen derecha, que corren de Norte a Sur, o sea desde la rasa costera que corona los altos acantilados, y, por lo tanto, desde el borde actual marino hacia el Nalón. Entre las «regueras» existen mantos de cantos rodados de cuarcitas con tipo de ranas pliocenas y de su desecho; materiales de acarreo fluvial desproporcionados por su cantidad a los relieves y cursos fluviales de la comarca, siendo probable que procedan de territorio más extenso que el actual que se extendiera mar adentro. El islote de la Deva, de cuarcitas silúricas, situado junto a la costa, al Este de la desembocadura del Nalón, pudiera ser un retazo del terreno sumergido.

La cordillera Cantábrica, en la disposición geotectónica de los terrenos que la forman y en el relieve que presentan, es el resultado de la acción de las dos grandes revoluciones orogénicas: la hercínica, de finales del paleozoico, y la alpinica, del período neozico, principalmente en su fase astúrica, además de diversidad de movimientos epirogénicos entre uno y otro período orogénico con posteridad a la fase astúrica. De la revolución orogénica hercínica no queda más que la disposición de terrenos y raíces de pliegues, pues larga época de penillanuración y de movimientos epirogénicos se sucedió entre una y otra época orogénica. El relieve actual es resultado de las acciones de la segunda época de revolución geológica, y la red fluvial consecuencia de estos últimos movimientos.

Los ríos aferentes al Cantábrico desembocan mediante estuarios alargados, sin la complicación y desarrollo que presentan las rías gallegas: únicamente en algunos casos, como en las bahías de Santander y de Santoña, presentan amplitud e irregularidad que las asemejan a aquella característica morfológica producida por casos particulares del relieve costero de Galicia.

Fenómeno frecuente en la zona costera cantábrica, especialmente en Vasconia, es la existencia de vallonadas paralelas a la línea general de costa; en unos casos como en San Sebastián, constituyen valles en seco, o sea, sin corriente fluvial; en otros, como el

puerto natural de Pasajes, invadidos por el mar, presentando el fondo, estrecho y largo gollete, con arrumbamiento normal a la línea de costa. En otras partes el valle de dicho arrumbamiento está ocupado por un afluente al río principal, como acontece con el río Cares, a su paso por Arenas de Cabrales, entre la sierra de Cuera y el macizo de las Peñas de Europa, a desembocar en el Deva. A tal disposición obedece en Guipúzcoa el codo que hace hacia el Oeste, cerca de la desembocadura, el río Oria, adaptando el curso a un antiguo valle paralelo a la línea de costa. Tales casos y otros semejantes pueden interpretarse como adaptaciones circunstanciales a retazos de valles abandonados, correspondientes a vieja red fluvial de época anterior a la actualmente establecida.

Característico de los ríos que atraviesan el macizo montañoso de los Picos de Europa es que lo realicen mediante profundas y estrechas hoces aserradas por la erosión remontante en la denominada «caliza de montaña» del carbonífero; siendo ejemplos notables de este fenómeno las hoces del Deva, Cares y Sella. La interpretación de tan estupendas acciones erosivas consiste en ahondamiento importante del nivel de base del río, con el consiguiente rejuvenecimiento de la corriente fluvial para adaptarse a la nueva disposición y alcanzar nuevamente el perdido perfil de equilibrio. Casos notables de este fenómeno son las hondas hoces formadas por los ríos Deva y Nansa, aserrando la rasa costera de su desembocadura, en los límites entre Asturias y Santander. Con la situación actual de la costa la formación de las denominadas «Tinas» no tiene explicación, pero es fenómeno fácil de comprender cuando la tierra firme se prolongaba mar adentro, produciéndose el aserrado en estrecha hoz de las Tinas, mediante erosión remontante, al descender el nivel de base fluvial por basculación y hundimiento de la zona costera actualmente sumergida.

Contribuye grandemente a reforzar la hipótesis de la submersión de ancha zona de territorio litoral en el mar Cantábrico el relieve submarino, según se expone en el capítulo pertinente a las costas hispanas; las recientes campañas oceanográficas del Instituto Hidrográfico de la Marina Nacional han complementado los datos que en tales respectos se tenían, de tal modo que la depresión submarina de la plataforma continental que veníamos designando con la denominación de fosa de Feijóo, en homenaje a la memoria del ilustre polígrafo, puede considerarse, fundadamente, como un valle fluvial sumergido, al que designaremos valle submarino de Feijóo.

La formación de la actual red fluvial aferente al Cantábrico puede determinarse de época posterior a los movimientos orogénicos que pro-

dujeron la surgencia de la cordillera con anterioridad a los tiempos pliocenos, distinguiéndose dos fases: Una primera, de la que no quedan sino retazos inconexos señalados en las rasas costeras o en el territorio actualmente sumergido. Otra fase, posterior, sería la originada por el movimiento de submersión del litoral, que produciría la red actual con rejuvenecimiento de porciones de la anterior.

Al terminar los tiempos pliocenos, el modelado producido por la red fluvial estaba realizado, presentando en sus líneas generales las características actuales, pues los fenómenos de erosión producidos por los glaciares de las diversas épocas glaciales del cuaternario actuaron ocupando las lenguas glaciares los valles actuales, formados durante los tiempos pliocenos.

La fase de hundimiento de litoral, al presente sumergido, puede deducirse de lo expuesto, que sería fenómeno concomitante y contemporáneo con el hundimiento que, en Galicia, originó la formación de las rías.

Actualmente, la costa cantábrica está inmovilizada y estable; estabilidad que data, por lo menos, desde el cuaternario medio, según se deduce del modelado costero, con cavernas que sirvieron de habitación a las hordas prehistóricas de las épocas paleolíticas, que dejaron en aquéllas, restos de su industria y arte rupestre. En tales respectos, la hipótesis de un levantamiento de la costa en los tiempos del cuaternario superior es insostenible, pues varias de dichas cavernas, con señales evidentes de ocupación humana durante el paleolítico, están en el borde del acantilado y a poca mayor altitud de las mareas equinocciales, lo cual supone, en la hipótesis del levantamiento moderno, situación submarina en dicha época prehistórica.

Todo el territorio ocupado por la red fluvial cantábrica es de clima atlántico europeo, con abundancia de precipitación de nieves en la zona de cumbres, y de lluvias a lo largo del año, sin interrupción pluvial en la estación estival; clima que favorece el desarrollo de la vegetación verde en todo tiempo; características climatológicas que hacen que los cursos fluviales medianos y menores tengan corriente en todo tiempo.

Ríos de Asturias.

La red fluvial aferente al mar Cantábrico, aunque con características uniformes, la dividiremos, para facilidad de la descripción, en los tres grupos de ríos de Asturias, de Cantabria y de Vasconia.

Desembocan en el Cantábrico por la costa de Asturias los ríos Eo, Navia, Negro, Canero, Nalón, Sella, Bedón; Deva y Nansa; entre los

que destacan por su mayor importancia el Navia; el Nalón con su afluente el Narcea, y el Sella.

Río Eo.—Tiene arrumbamiento meridiano de Sur a Norte, en recorrido de unos 64 kilómetros, originándose próximo a Castroverde, en el vértice Pradairo (1.035 m). Recorre terrenos pizarrosos del paleozoico inferior, estableciendo, en gran parte del curso, límite entre Galicia y Asturias. Desemboca por muy alargado estuario, con gran espesor de cienos en el fondo, que dificultan notablemente la fundación de puentes, entre la margen gallega, en la que está situado Ribadeo, y la orilla asturiana, en la que se asienta Castropol.

Río de la Bobia.—Desde Castropol hacia Oriente se prolonga larga rasa casi horizontal que llega al mar por alto acantilado formado por el embate erosivo del mar. Del borde inferior montañoso, que limita interiormente la rasa costera, procede pequeña ramificación fluvial, que se origina en la comarca de la Bobia, en el vértice de este nombre (1.203 m). El recorrido de la corriente fluvial hasta la escotadura en el acantilado, por la que sale al mar, es de una veintena de kilómetros.

Río Navia.—De tipo ramiforme en su origen y penniforme en su largo recorrido de más del centenar de kilómetros, con arrumbamiento general meridiano al Norte, el río Navia es uno de los más importantes que desembocan en el Cantábrico. Largo recorrido y abundante caudal que ha motivado su utilización para producción de energía eléctrica, mediante embalses y saltos de altas presas.

Se origina al Sur de Becerreá, por Cebrero y Piedrafita, en la linde entre las provincias de Lugo y de León, y una rama afluente por la margen derecha, en el pico Miravalles (1.970 m), de la boscosa sierra de Rañadoiro, en la rinconada de las provincias de Asturias, León y Lugo. Pasa el Navia en su tramo alto por Becerraá y Cervantes; en el tramo medio, al Este y cerca de Fonsagrada, y por Grandas de Saline, y desemboca mediante alargado estuario por la villa de Navia, a unos 13 kilómetros al Oeste de Luarca.

Río Negro.—Junto a la villa de Luarca desemboca la pequeña ramificación fluvial del riachuelo Negro, con su arroyo afluente el *For nes*. El recorrido es de unos 12 kilómetros.

Río Canero.—Al Este de Luarca, y al resguardo del saliente que hace el cabo Busto, existe el pequeño estuario, en ría alargada, del río Canero, de tipo morfológico ramiforme, con recorrido de unos 30 kilómetros.

Concha de Artedo.—Entre el cabo Vidio y Cudillero está abierta a la mar del Norte, resguardada del Oeste por el cabo Vidio, y del Este,

la Concha de Artedó; de mucho calado junto a tierra. En ella desemboca el riachuelo *Uncine*, de unos 10 kilómetros de recorrido, al que se le une junto a la desembocadura, por la margen derecha, el *Faedo*, más pequeño que el anterior.

Conjunto fluvial Nalón-Narcea.—El río Nalón, con su confluente el Narcea, que se juntan en Pravia, en paraje próximo al comienzo del



Fig. 283.—El Narcea en Cangas de Narcea (Asturias). Terrenos de pizarras y conglomerados hulleros.

(Foto Hernández-Pacheco, 1914.)

estuario, constituyen la ramificación fluvial más importante que desemboca en el Cantábrico.

La rama del Oeste, o sea el *Narcea*, se origina en el extremo occidental de la cordillera, en la divisoria orográfica entre Asturias y León, en la sierra de Degaña y puerto de Leitariegos, comarca de La Braña, de la que sale hacia el Sur el Sil y hacia el Norte el Narcea. Está formado en la zona de origen por abanico fluvial, del que son los principales componentes el *Cibea* (vértice Rabo, junto a Genestoso, 1.895 m); el propio *Narcea*, en la citada sierra de Degaña; el *Muniellos*, en la selva de este nombre, de la sierra de Rañadoiro; el del *Coto*, originado también en la citada sierra, afluente que pasa por Regla, recibiendo pintoresca cascada afluente, y se une por la margen izquierda al Narcea en Cangas de Tineo (fig. 283).

Pasada la confluencia de Cangas, el Narcea recibe por la margen izquierda al *Arganza* y al *Gera*, procedentes de la comarca de la Pola de Allande. Ayuso de estas confluencias pasa el Narcea inmediato a Tineo, y más adelante recibe por la derecha al importante caudal de su principal afluente, el *Pigüeña*, que se origina en la divisoria de la cordillera con León, en los abruptos relieves de Somiedo. Pasa el Pigüeña por Belmonte y se incorpora al Narcea. El recorrido del Narcea, desde el origen hasta la confluencia con el Nalón es de algo más del centenar de kilómetros.

El *Nalón* es de ramificación más extensa y de mayor complicación que la de su confluente el Narcea. El arrumbamiento general es de Sureste a Noreste. Se origina en las vertientes meridionales de eje crográfico de la cordillera, al Oeste del macizo calcáreo de las Peñas de Europa, en las laderas occidentales del Corral de Ponga y de los Picos de Mampodre (2.197 m). En Pola de Laviana (vértice Trigueiro, 1.299 m) el Nalón lleva abundante caudal. Pasa por Sama de Langreo, en la cuenca carbonífera, y al Sur y cerca de Oviedo, por Peñaflo, inmediato a Grado, Candamo y, próximo a Pravia, se le une el Narcea, que juntos forman el estuario con el gran puerto carbonero de San Esteban, que recoge la producción hullera de la mitad occidental de la cuenca carbonífera de Asturias. El recorrido del Nalón es de cerca del centenar de kilómetros (fig. 284).

Recibe el Nalón, antes de unirse con el Narcea, dos importantes afluentes por la margen izquierda, procedentes de la cordillera, y uno por la derecha. Los que forman en el eje orográfico de la Cordillera Cantábrica tienen arrumbamiento general meridiano, de Sur a Norte. El afluente por la margen derecha es de dirección general de Este a Oeste.

El principal afluente por la izquierda es el *Caudal*. Se origina en el Puerto de Pajares (1.364 m.), entre Peña de Guazones (2.189 m.) al Este y Peña Ubiña (2.317 m.) al Oeste, puerto por el que pasa la carretera y el ferrocarril que unen Asturias con el centro de España, vías de comunicación que van por la vallonada del río Caudal hacia Oviedo, atravesando por el centro la cuenca carbonífera, pasando por Pola de Lena y Mieres, en recorrido hasta la desembocadura en el Nalón, al Sur de Oviedo, de unos 45 kilómetros.

El otro importante afluente al Nalón procedente de la cordillera se forma por las dos ramas, respectivamente situadas, en la vertiente septentrional de Peña Ubiña y Puerto del Cordal de la Mesa (1.761 metros). La del Este origina al río de *Quirós*, y la del Oeste al río de *Teberga*, que se juntan y forman el río Trubia al pie del vértice Ga-

monal (1.712 m.), perteneciente al macizo montañoso del Aramo, que aparece separado del eje orográfico de la cordillera, entre el valle del Caudal y el del Trubia. Este, arrumbado al Norte, pasa por dicha localidad, de la que toma el nombre, y desemboca en el Nalón al Suroeste de Oviedo. El recorrido de la rama Trubia-Quirós, que es la más larga, es de unos 40 kilómetros.

El único río de importancia afluente al Nalón, por la margen derecha, es el *Nora*, que tiene su cuenca en el territorio semimontañoso

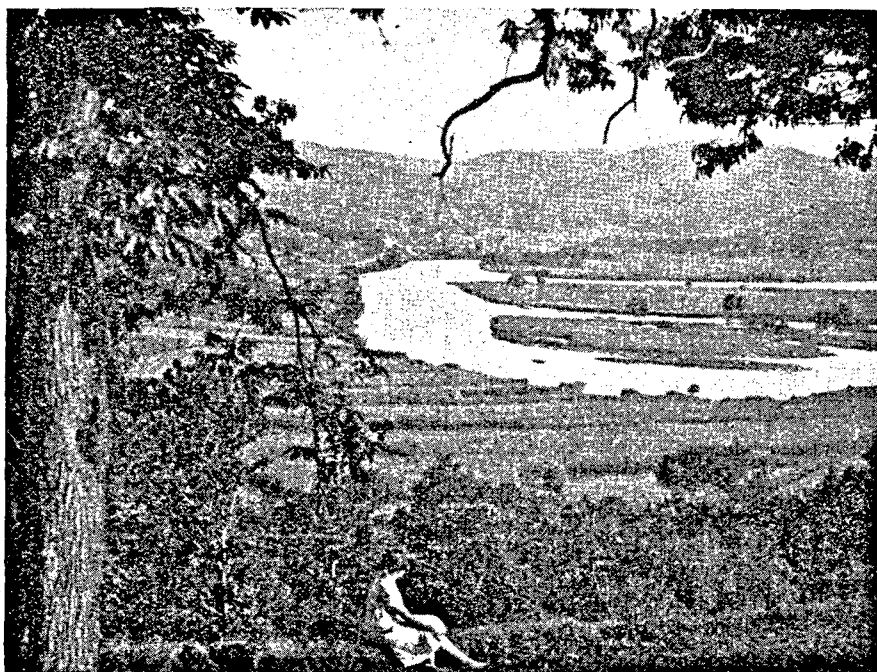


Fig. 284.—El Nalón en el tramo de desembocadura, desde Soto del Barco (Asturias.)

(Foto Hernández-Pacheco.)

situado al Este de la península del cabo Peñas y de Oviedo y que se extiende por el litoral hasta Ribadesella, territorio que está constituido por terrenos mesozoicos, triásicos, jurásicos y cretáceos. El arrumbamiento del Nora es de Oriente a Poniente.

Se origina dicho afluente al Oeste de Infiesto y pasa al Sur de la Pola de Siero y al Norte de Oviedo, contorneando septentrionalmente a la montaña del Naranco, para desembocar en el Nalón, frente y cerca de donde lo hace el Trubia. Presenta el Nora un afluente por la

margen derecha, que es el *Noreña*, formando con el Nora ángulo agudo y pasando al Norte de la Pola de Siero. La longitud del Nora es de unos 50 kilómetros.

Ría de Villaviciosa.—En la abrigada ría de Villaviciosa, abundante en calas y pequeñas ensenadas, desemboca un riachuelo que pasa por Villaviciosa y se forma en la comarca mediante ramificación; alcanza de longitud unos 12 kilómetros.

Río Sella.—El río Sella corresponde a la zona occidental de los Picos de Europa, en cuyo borde meridional se origina, en donde está

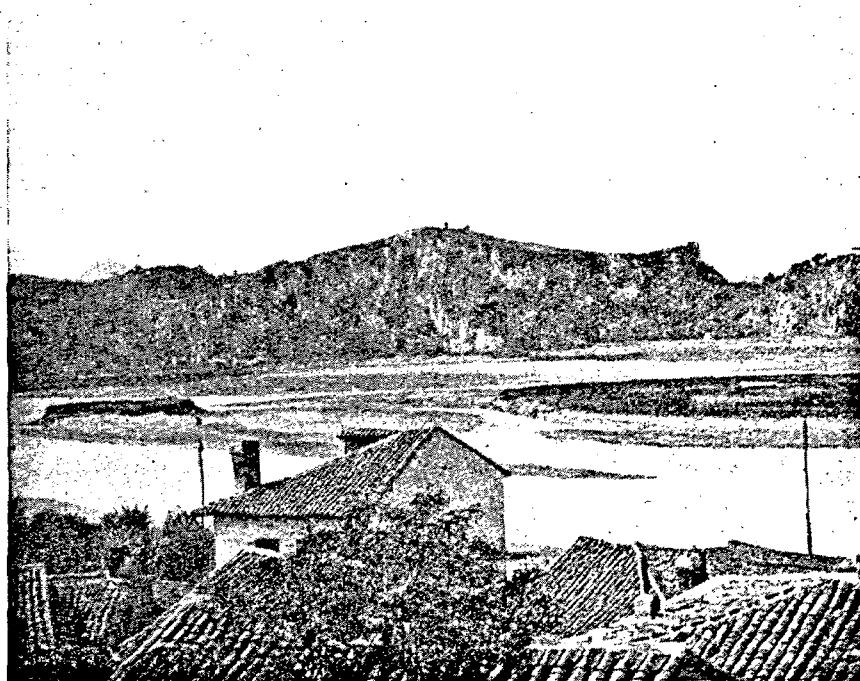


Fig. 235.—Estuario del Sella en Ribadesella (Asturias).

(Foto Hernández-Pacheco, 1914.)

la divisoria de aguas, hacia el Cantábrico y hacia la altiplanicie castellana. Se origina el Sella en Oseja de Sajambre, en la divisoria de aguas con el Esla que en la cercana localidad de Riaño (León) corre hacia Castilla. Entre Oseja de Sajambre y Sames, en una quinceña de kilómetros, el Sella atraviesa la ingente mole de caliza de montaña, en profunda y estrecha hoz, por cuyo fondo avanzan el río y la carretera, entrecruzándose múltiples veces para posibilidades y facilidades del trazado del camino. En algunos parajes del desfiladero se

puede observar el borde alto de los paredones rocosos que se elevan envueltos entre nubes que los ocultan y descubren a ratos, al pasar los jirones nubosos empujados por el viento, que sopla en las cumbres de la montaña. En Sames, a la salida de la hoz, se incorpora al Sella, por la margen izquierda, su afluente el *Pouga*, que se forma en los cordales de Artenorio y de Pouga, que limitan por Poniente al macizo de las Peñas de Europa.

Desde Sames, el Sella sale a terreno semillano y a la vega de Cangas de Onís, atravesando, en la villa, bajo el esbelto arco de antiguo puente. Pasada la vega, en Las Arriendas, se le incorpora por la margen izquierda su principal afluente, el *Piloña*, que viene de Infiesto y que se origina al Oeste de dicha localidad, teniendo recorrido de unos 40 kilómetros. Desde Las Arriendas, el Sella pasa al Este del macizo montañoso del Sueve, con arrumbamiento general al Sureste, adaptándose en algunos trayectos a la dirección de los cordales costeros, desembocando en amplio estuario por Ribadesella, con recorrido de unos 55 kilómetros (fig. 285).

Río Bedón.—Al Este del Sella, los relieves montañosos se aproximan al mar en cordeles paralelos a la costa (vértice Mofrecho, 903 metros), originándose vallonadas longitudinales recorridas por afluentes a los cursos fluviales procedentes del interior del país. Tal es el caso de la ramificación fluvial del riachuelo *Bedón*, que pasa por Posada, al Oeste de Llanes, y desemboca en la pequeña playa del antiguo monasterio de San Antolín, junto al cabo Prieto; el recorrido del Bedón no alcanza a la veintena de kilómetros.

Río Deva.—En el límite entre Asturias y la provincia de Santander cortan el acantilado costero las desembocaduras, próximas una a otra, de los ríos Deva y Nansa; desembocaduras en estrechas y profundas hoces, de mucho calado, que se denominan «las Tinas»: *Tina Mayor*, la del Poniente, o sea del río *Deva*, y *Tina Menor*, la del Saliente, o sea del río *Nansa*. El *Deva*, como el Sella, tiene gran parte del recorrido en las fragosidades del macizo montañoso de los Picos de Europa. Comprende dos brazos principales: el *Cares*, en la zona central del macizo de calizas de montaña, y el *Deva* en la zona oriental.

Se origina el Deva al Sur del macizo de los Picos de Europa, en la comarca de Valdeón, en la Sierra Grande, que es la zona de montaña que, a modo de istmo, une el macizo calcáreo al eje orográfico de la cordillera. Se forma con las vertientes orientales de los Picos de Europa, correspondientes al vértice Contés (2.373 m.); puerto de Aliva (1.701 m.) y Peña Vieja (2.665 m.). Desde Espinama desciende el Deva a Potes y al hondo y selvoso valle de La Liébana, en donde se le

incorpora el río *Valdepra*, procedente del puerto de Piedras-Luengas (1.537 m.) en el eje orográfico de la cordillera.

Formado el Deva, avanza desde Potes, con arrumbamiento al Norte, pasando inmediato a la notable y antiquísima iglesia de Lebeña, desde donde cruza el macizo montañoso de los Picos de Europa, por la hoz de la Hermida, en trayecto de una quincena de kilómetros, entre Lebeña y Panes, situado a la salida. Las gargantas de la Hermida, como las del Sella, son hondas y de altos paredones calizos, y, como aquéllas, está recorridas por la carretera, acompañando al río. Presentan en el comedio del trayecto un ensanche producido por la intercalación, mediante falla, de una banda de terrenos triásicos, en donde brotan importantes manantiales termales, recogidos en balneario. A la salida, cerca de Panes, de las gargantas de la Hermida, se incorpora al Deva por la margen izquierda de su gran afluente el *Cares*.

Procede también el *Cares* de la alta comarca de Valdeón y de la divisoria orográfica de aguas hacia Norte y Sur, formándose el río entre Oseja de Sajambre y San Martín de Valdeón, atravesando la comarca hasta la aldea de Caín.

Desde Caín penetra el Cares en estrecha hoz, a modo de grieta de altas paredes rocosas de más de un kilómetro de altura, hasta la aldea de Camarmeña, distante más de 10 kilómetros de recorrido impracticable, a no ser como empresa de deporte con equipo de alpinista. En Camarmeña el congreso aminora en estrechura y espereza, permitiendo camino practicable a pie o en caballerías hasta Arenas de Cabrales, donde la hoz acaba. En Camarmeña recibe el Cares, por la margen derecha, afluente torrencial procedente de la aldea de Bulnes, hasta donde hay vereda que va a trechos en cornisa de la escarpada ladera del barranco (fig. 286).

La zona de alta montaña de los Picos de Europa fué invadida durante los períodos glaciales del cuaternario por mantos de hielo, de los que descendían glaciares siguiendo los cauces y valles de la topografía actual, ya establecida en los tiempos finales del plioceno, no ejerciendo el glaciario sino acciones erosivas o de depósito, sin alterar en esencia la disposición de la red fluvial correspondiente a la topografía preestablecida. Tal hecho supone una antigüedad de la red fluvial actual anterior al final de los tiempos pliocenos, lo cual hace retroceder su época de instalación a la época del comienzo del plioceno o a los del final del mioceno, posteriormente a las acciones orogénicas que produjeron el levantamiento del relieve que la originó.

En Arenas de Cabrales, localidad situada en vallonada paralela a la alineación costera, el Cares recibe por la margen izquierda al subafluen-

te *Gasaña*, y tuerce el rumbo a Oriente, contorneando a la sierra de Cuera por su extremo oriental. En Panes se incorpora el Cares al Deva,



Fig. 286.—Comienzo de la hoz del Cares en Cain (León), abierta en la caliza del carbonífero inferior.

(Foto Hernández-Pacheco.)

que avanza de Sur a Norte hasta desembocar en el mar junto a Colombres, formando el estuario de Tina Mayor.

Ríos de Cantabria.

La Cordillera Cantábrica comienza a decrecer en altitud desde los Picos de Europa hacia Oriente, sin altos macizos avanzados hacia la costa, estando las más elevadas cumbres en el eje orográfico de la cordillera. Los ríos de Cantabria son el Nansa, Escudo, Saja y Besaya, Pas, Miera, Asón y Agüera.

Río Nansa.—Los altos relieves calcáreos de las Peñas de Europa están al Oeste del Nansa, el cual se origina en el eje orográfico de la cordillera al Oeste de Reinosa (Santander), en Peñalabra. Desciende por el valle de Cabuérniga, recibiendo en su curso casi todos los afluentes por la margen izquierda, procedentes del borde oriental del macizo de los Picos de Europa, particularidad que da al Nansa tipo morfológico pectiniforme. Con arrumbamiento general al NNW., y recorrido de unos 45 kilómetros, llega a la desembocadura, muy próximo a la del Deva, vertiendo en el mar por Tina Menor.

Río Escude.—La rasa costera, cortada por las Tinas, se prolonga hacia Oriente hasta la bahía de San Vicente de la Barquera, que es de difícil entrada, y formada por estuario irregular y amplio del riachuelo Escude, cuya ramificación alcanza hacia el interior unos 15 kilómetros.

Río Saja.—Constituye pareja fluvial con el Besaya y se origina en el eje orográfico de la Cordillera; descienden con arrumbamiento Norte y se reúnen en un cauce único, cerca de la desembocadura. El Saja, que es el occidental, tiene el nacimiento en la Sierra de Isar, al Oeste de Reinosa, en el pico de Tres Mares, en el que se originan también el Ebro, por intermedio de Híjar, y el Pisuerga, que va al Duero. Desciende el Saja por los hayedos del Escudo de Cabuérniga, pasa por este pueblo y por Cabezón de la Sal y, haciendo codo en la zona litoral, se une en Torrelavega al Besaya. El recorrido del Saja es de unos 50 kilómetros.

Río Besaya.—Procede de Reinosa y del borde septentrional de la amplia nava pantanosa y de turberas de La Virga, situada al Saliente de Reinosa, por Corconte, en paraje donde comienza el borde alto de la abrupta pendiente que desciende al litoral; borde casi al nivel de La Virga, la cual vierte al Ebro, y que actualmente está ocupada por el extenso y pando lago de embalse del río caudal. El Besaya desciende con arrumbamiento al Norte, por La Bárcena y Caldas de Besaya, a Torrelavega, en donde se junta con el Saja, desembocando en el Cantábrico.

co por el alargado estuario de la denominada ría de San Martín de la Arena, a Poniente de Santander. El recorrido del Besaya es de unos 55 kilómetros (fig. 287).

Río Pas.—Con análogo arrumbamiento que los ríos reseñados, desciende el Pas, situado al Saliente del Besaya y a Poniente del meridiano de Santander. Se origina el Pas en las vertientes septentrionales de la Cordillera en el tramo comprendido entre Corconte y el pico

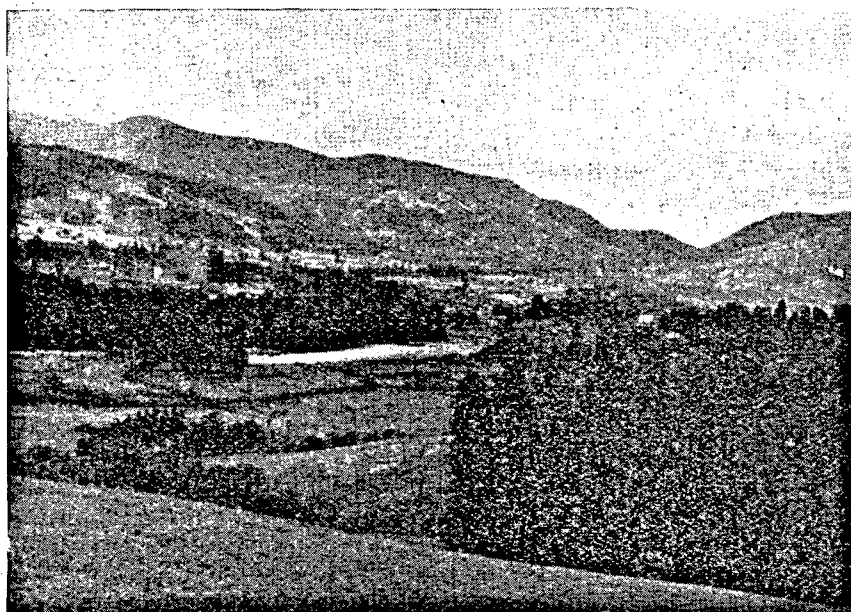


Fig. 287.—Depresión del Besaya en Canales de Buelna (Santander). Al fondo, montañas de calizas carboníferas.

(Foto Hernández-Pacheco.)

Valnera (1.778 m.). El afluente occidental es el *Luena*, al que se le une por la margen derecha, en el pueblo de Entrambas Mestas; afluente que recorre, de Este a Oeste, el valle longitudinal de Pas, desde Vega de Pas a la localidad citada, en longitud de una quincena de kilómetros, recogiendo, por la margen izquierda, los arroyos procedentes de la alineación orográfica. Desde la desembocadura del Luena, el Pas desciende con dirección septentrional hasta desembocar al Oeste de Santander, próximo adonde lo hace el Besaya, con un recorrido total de unos 50 kms.

Río Miera.—En la extensa e irregular bahía de Santander desem-

boca el río *Miera*, procedente del vértice Valnera ; pasa por Entrambasaguas, y tiene unos 35 kms. de recorrido.

Río Asón.—Se forma el río Asón por una ramificación fluvial que se concentra en Ramales, en los límites de Cantabria con Vizcaya, procediendo unos componentes de la Cordillera, muy decrecida en altitud. Entre estos afluentes, el *Gándara* y el *Calera*, proceden de la alta comarca de La Nestosa ; otros cursos confluentes vienen de la parte orien-

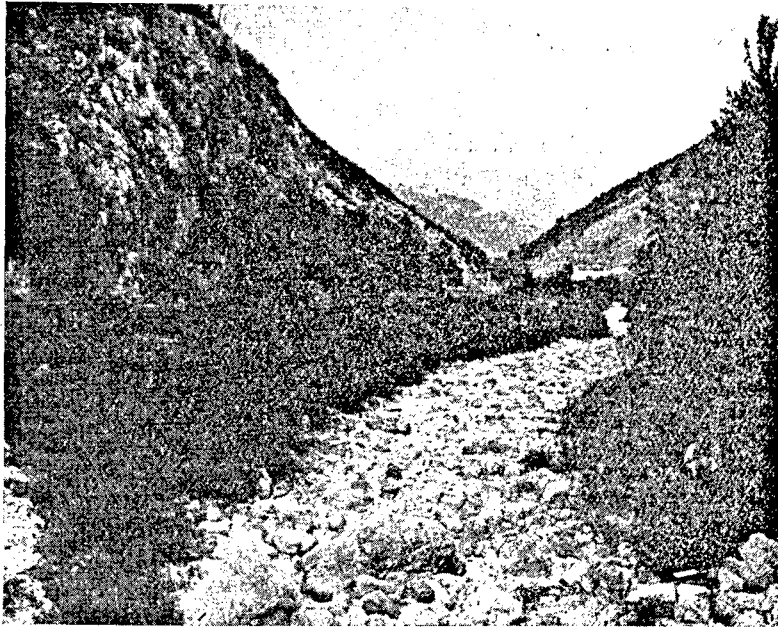


Fig. 288.—Cauce en seco del Asón entre el sumidero de la corriente fluvial y los manantiales de resurgencia del Cubillo y del Arco, en Ramales (Santander).

(Foto Hernández-Pacheco.)

tal del territorio semimontañoso situado al Oeste de Ramales, como el primer tramo del *Asón*, y otros del Este, de la parte de Valmaseda, en Vizcaya. Concentrados en Ramales estos cursos fluviales, el Asón se arrumba al Norte, pasa por Ampuero y Limpias y desemboca en la bahía de Santoña y Laredo, con cerca de 40 kilómetros de recorrido. El río Asón, en uno de sus tramos, anterior a Ramales, desaparece, en curso subterráneo, entre gruesos aluviones y fondo calizo, permeable por fisuración, reapareciendo la corriente en los manantiales del Cubillo y del Arco (fig. 288).

El territorio de la cuenca del Asón es de constitución caliza, principalmente cretácea, abundante en simas y cavernas, en corrientes subterráneas y en resurgencias; algunas de las cavernas de Ramales son de gran longitud e incompletamente reconocidas.

Río Agüera.—Entre Laredo y Castro-Urdiales, desemboca por una mella de la acantilada costa (vértice Cerredo, 646 m.) el río Agüera, procedente de Vizcaya; atraviesa el enclavado territorial de Trucias, tiene rumbo septentrional y recorrido de cerca de 25 kilómetros.

Ríos de Vasconia.

En el país vasco la Cordillera pierde altura y se diversifica en relieves más o menos aislados unos de otros; el eje de la alineación orográfica pierde la continuidad y decrece, arrumbándose hacia el Noreste sin alcanzar la costa. En Vasconia los relieves montañosos de cumbres superiores al millar de metros están separados por depresiones de poca altitud y son en número reducido, presentándose principalmente en los límites meridionales de Vizcaya y de Guipúzcoa o en el Norte de Alava y al Oeste de Pamplona en las sierras de Aralar y de Andía, en las que se reconoce arrumbamiento longitudinal. La alineación orográfica más seguida está muy al Sur del paralelo de alineación eje de la Cordillera Cantábrica (Montes Obarenes, Sierra de Cantabrio), que destacan muy poco en altitud de las que alcanzan la altiplanicie burgalesa y el valle del Ebro, en Miranda. Tales características del relieve hacen que deba considerarse al país vasco como área de depresión montañosa, que establece separación entre las dos largas y altas alineaciones orográficas septentrionales de España, entre la Cordillera Cantábrica y el Pirineo, que tienen individualidad manifiesta del relieve de cada una, y sus derivadas redes fluviales.

La red fluvial de Vasconia, aferente al Cantábrico, comprende los siguientes ríos: Nervión, Mundaca, Arrioas, Deva, Urola, Oria, Uru-meia y Bidasoa.

Río Nervión.—El Nervión es el más importante río del país vasco; su cuenca está comprendida en la curva isométrica de los 500 metros, salvo alguna montaña aislada, cuya cumbre, más o menos escarpada, sobresale. Está formado el Nervión por ramificación compuesta de tres cursos fluviales, que concurren en las proximidades de Bilbao, que son: El propio Nervión, de arrumbamiento meridiano; río que se origina en la escarpada montaña de la peña de Orduña (1.387 m.), al Sur de la villa de Amurrio, por la que pasa el río, que corre hacia el Norte hasta Bilbao, donde forma larga ría de mucho calado, en cuyas márgenes se

asienta la ciudad, de gran importancia y desarrollo industrial y comercial, desembocando el Nervión en el gran puerto natural de la Concha de Bilbao, en amplia bahía abierta al Norte. El recorrido del Nervión, desde su origen hasta la bahía, es de unos 46 kilómetros, prescindiendo del desarrollo de los meandros (fig. 289).

Por la margen izquierda confluye con el Nervión el *Cadagua*, que procede del valle de Mena, donde se origina, y al que atraviesa por territorio de altitud comprendida entre los mil y los quinientos metros.

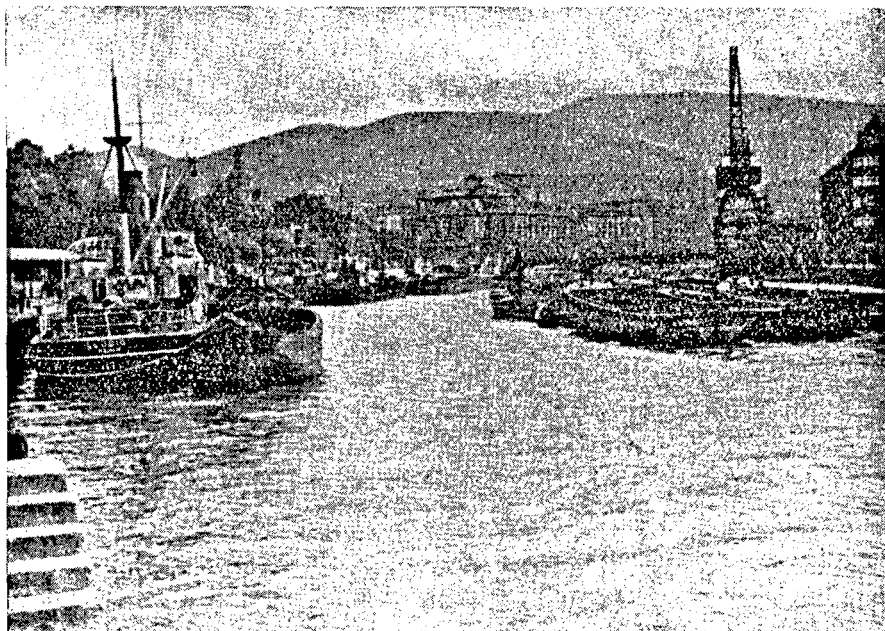


Fig. 289.—El Nervión en Bilbao.

(Foto Hernández-Pacheco, 1933.)

Con arrumbamiento general al Noreste, sale el río del valle de Mena; pasa en el comedio del curso por la importante villa de Valmaseda, y llega al Nervión, en Bilbao, con un recorrido de unos 50 kilómetros.

El otro importante confluyente con el Nervión es el río *Ibaizdoa*, procedente de la parte oriental de Vizcaya, y, por lo tanto, se incorpora por la margen derecha. Se origina el Ibaizdoa en la comarca de Durango (vértice Aitlluitz, 1.032 m.); corre en dirección general al Noroeste y se junta con el Nervión, próximo y ayuso de Bilbao, con recorrido de unos 30 kilómetros.

Río Mundaca.—La costa cantábrica hace gran saliente rocoso entre:

los cabos Villano y Machichaco (vértice Solluvé, 684 m.). Dando frente al saliente está el importante puerto pesquero de Bermeo, y, resguardado por el promontorio de Ogoño, de la mar procedente de dicho rumbo, hay prolongado entrante, que es la ría o estuario del Mundaca. El Mundaca procede de la comarca situada entre Durango, al Sur, y Guernica, al Norte, importante villa por la que pasa el río, que con arrumbamiento meridiano llega al fondo de saco de la dicha ría y sale a mar libre, con unos 30 kilómetros de recorrido.

Río Arrioas.—Es un riachuelo de unos 30 kilómetros de recorrido, con tipo morfológico ramoso, que desemboca junto a Ondárroa.

Río Deva.—El Deva es el río más occidental de Guipúzcoa y debe el nombre a la villa de Deva, situada en la margen derecha de la desembocadura por reducido estuario.

Se origina el Deva, en el Sur de la provincia, en la sierra de Elguea (pico Aitzgorri, 1.555 m.), por tres afluentes. El curso fluvial es penniforme respecto al acceso de los afluentes; está arrumbado en dirección meridiana. Próxima y en un afluente, por la derecha, está la villa de la histórica Universidad de Oñate, y en el comedio del curso fluvial, Vergara, y en afluente por la izquierda, la industrial villa de Eibar. Más hacia la desembocadura, junto al río, Elgoibar, terminando el curso fluvial en reducido estuario entre Motrico y Deva. La longitud del Deva desde el origen es de unos 42 kilómetros.

Río Urola.—El río Urola es de más corto recorrido que el Deva. Se origina el Urola en el territorio de relieves moderados de Guipúzcoa, en la comarca central de la provincia. Tiene arrumbamiento al Norte. Pasa por Azpeitia y por Cestona, a Oriente de la alineación de relieves montañosos, que separan su cuenca de la del Deva, con 810 metros de altitud al Oeste de Cestona. Desemboca en Zumaya, mediante estuario de relieve complicado. La longitud del recorrido es de unos 25 kilómetros.

Río Oria.—Se forma el Oria en los límites meridionales de Guipúzcoa, en las vertientes septentrionales de la sierra de Aralar, sector comprendido por el vértice Aitzgorri (1.554 m.). Puerto de Echegárate y vértice Irumugarrieta (1.427 m.), mediante conjunto de afluentes, que dan carácter pectinado al río, que se forma con tales aportes, y tiene arrumbamiento al Noreste hasta Tolosa, villa situada en el comedio del recorrido. Desde Tolosa, el arrumbamiento es al NNE. hasta cerca de San Sebastián, en donde la corriente se desvía al Oeste, encauzada en viejo valle longitudinal, paralelo a la alineación costera, desembocando en Orio, situado en el entrante que hace la costa entre

Guetaria y San Sebastián. La longitud del recorrido del Oria es de unos 55 kilómetros.

Rio Urumea.—Procede el Urumea de la zona montañosa con altitudes del millar de metros que existe en el extremo oriental de Guipúzcoa y Norte de Navarra, en sus límites con Guipúzcoa y Francia; territorio de constitución geológica y orográfica compleja, en gran parte paleozoica (vértice Ecaitza, 1.044 m.). El Urumea es de corto recorrido: de unos 35 kilómetros, de tipo ramiforme, arrumbamiento general NNE., desembocando junto a San Sebastián.

Rio Bidasoa.—Se origina en el valle del Baztán, procedente de cerca de la frontera francesa, recogiendo los aportes de las montañas navarras con altitudes del millar de metros que encuadran al valle meridionalmente. A esta rama arrumbada hacia el WSW. se une la procedente del puerto de Velate, en dichas montañas navarras, dirigiéndose el rumbo fluvial al Norte, a saliente del pico Ecaitza, pasando por Sumbilla y por Vera, desde donde es límite fronterizo con Francia, y entre Irún y Hendaya, llegando junto a Fuenterrabía, al estuario con el que desemboca, situado junto al cabo Higuer. El recorrido del Bidasoa es de unos 55 kilómetros.

DEDUCCIONES GEOLOGICO FISIOGRAFICAS DE LA RED FLUVAL HISPANA

La red fluvial de la Península hispana, como la de cualquier otro país, es consecuencia derivada de las modificaciones generales que en el relieve producen las acciones de la dinámica interna del globo por efecto de los movimientos orogénicos y epirogénicos, modificando la disposición geográfica y morfológica de la superficie terrestre. A su vez, la red fluvial establecida en un país a consecuencia de dichos fenómenos de origen endógeno procede por acciones erosivas y de depósito al cincelado y modelado del terreno en proceso continuo de desgaste de los relieves, hacia la fase de penillanuración, en la que únicamente sobresalen de lo allanado por desgaste erosivo, relieves de materiales rocosos más duros y resistentes, constituyendo cerros y montañas islas. Llegado el territorio a la fase de penillanura por arrasamiento geológico, los ríos alcanzan su perfil de equilibrio y la red fluvial se estabiliza. Tal estado de arrasamiento geológico es, por ejemplo, el que existe en la mitad meridional del Sahara español, en la extensa planicie del Tiris.

Se estabiliza el relieve penillanurado y su red fluvial hasta que sobreviene otra alteración orogénica o epirogénica. Las primeras se manifiestan en proceso violento; las segundas en proceso suave, pero unas

y otras son de larga duración, pues la característica de tales acciones dinámicas de la vitalidad terrestre es el mucho tiempo que requieren a lo largo de las edades geológicas.

Roto el equilibrio funcional, comienza un nuevo ciclo geológico, con alteración y modificación geográfica y topográfica, y nueva red hidrográfica acaba por sustituir a la anterior, de la que, a veces, que dan residuos que son o no englobados en la red fluvial naciente. Carácter también de la vitalidad terrestre es la continuidad funcional, con procesos normales o anormales, análogamente a como en los vegetales y animales se señalan procesos de salud y enfermedad y fases de desarrollo y de crecimiento.

Teniendo tan íntima relación la red fluvial de un país con las modificaciones acaecidas en el mismo por el variar de las características geográficas y geomorfológicas, y con las acciones de la dinámica funcional que dieron como derivación la creación de la dicha red fluvial, se comprende que de las características de ésta puedan deducirse importantes datos para el conocimiento de la historia geológica y vicisitudes que en el transcurso de los tiempos geológicos ha experimentado el país al que aquélla corresponde. A ello obedece el estudio realizado pertinente a la red fluvial hispana; nuevo método de investigación geológica, al que no se le ha prestado toda la atención que creemos merece, método que unido a los generalmente atendidos, de carácter estratigráfico, geotectónico y geomorfológico, dará luz respecto a diversidad de deducciones de índole histórico geológica, que en este primer estudio no hacemos sino esbozar.

Una primera deducción, de carácter general, es la unidad de la red fluvial hispana, ocasionada por la situación peninsular, con gran intumescencia central en las parameras del Idúbeda, de las que parten ríos en diversidad de direcciones y a ambos mares peninsulares. Intumescencia de los denominados, adecuadamente, Montes Universales, cuya época de elevación puede fijarse pasado el período mioceno, teniendo en cuenta la distribución y situación que tienen en el ámbito peninsular los diversos terrenos neozoicos de facies continental.

Comprendida en el mismo fenómeno de emergencia y contemporánea de él es la elevación de las planicies del centro peninsular y del gran témpano cortical o bloque hespérico, con inclinación hacia Occidente, hacia la costa atlántica, estableciéndose así el arrumbamiento tan general de la red fluvial hispana, del que participan los ríos caudales Duero, Tajo y Guadiana, y los medianos Sado, Mondego, Vouga y Sil-Miño.

Se señala como fenómeno geológico concomitante con los anterior-

res la suave y lenta retirada del mar plioceno del valle Bético, surgiendo el Guadalquivir, con crecimiento progresivo en proporción al abandono de la llanura de las aguas marinas del golfo plioceno.

Corresponde al Guadiana, de régimen endorreico en la llanura manchega, la utilización de algunos retazos residuales de la red fluvial anterior, y la persistencia en Extremadura Central del régimen endorreico con dos zonas lacustres pantanosas, denominadas, respectivamente, lagos Sereniano y Augustano.

Iniciada la red fluvial actual, en el final del mioceno y comienzo de los tiempos pliocénos, se produjo posteriormente, en la zona peninsular occidental atlántica, aproximadamente a lo largo de la frontera política lusoespañola, un suave escalón o caída del terreno, accidente señalado por alteraciones de carácter topográfico en la red fluvial aferente al Atlántico, y, entre otros caracteres, por el excavado de la garganta de los Arribes, en el Duero, mediante acción erosiva remontante de la corriente fluvial.

Fenómenos concomitantes con los anteriores son el hundimiento de gran sector de la costa portuguesa, más señalado entre Tajo y Mondego, como también la formación de las rías gallegas, y el hundimiento de gran sector litoral en el Cantábrico, del que son retazos residuales las rasas costeras asturianas y los valles paralelos a la línea de costa, existentes en Vasconia. El excavado de las Tinas, situadas en el límite entre Asturias y Cantabria, lo hemos interpretado como efecto producido por la acción fluvial erosiva remontante, cuando la línea de la costa actual estaba al interior del borde marino de ahora.

En la costa meridional hispana, tanto en la atlántica como en la mediterránea, los depósitos del plioceno marino están levantados, indicando que los movimientos de índole epirogénica, submersivos y emersivos, persistieron durante el plioceno inferior y medio de tal modo que los cursos fluviales aferentes al mar en esta parte del litoral no presentaron estabilidad hasta el plioceno superior o comienzos del pleistoceno; comenzándose el relleno de los estuarios, actualmente colmados y con formación de deltas, ocupados, al presente, los tramos fluviales de desembocadura, por vegas cultivadas de gran producción agrícola, de las que son ejemplo la del Guadalhorce, en Málaga, y la del Guadalfeo, en Motril.

Los ríos del litoral del Sureste peninsular (Murcia y Alicante) son asimismo, posteriores al mioceno y a la primera mitad del plioceno, pues en esta época el litoral mencionado estaba ocupado por áreas en gran parte marinas, intercaladas entre formaciones de facies continental. Emergida tal zona litoral en el último tercio del plioceno, los ríos

procedentes del interior la atravesaban, desembocando actualmente en el mar sin modificación especial en el tramo de desembocadura, como lo hace el Almanzora, próximo a Vera (Almería), y el Segura, por Guardamar (Alicante).

El litoral del extenso golfo de Valencia se presenta en el espacio marino comprendido entre el arco que señala la línea actual de costa y la cuerda del arco desde el delta del Ebro al extremo de la península de los cabos de San Antonio y de la Nao, como zona marina de profundidad somera, invadida por las aguas en época que no parece anterior al plioceno medio, en la que los ríos que atravesaban dicho espacio desembocan en el mar, sin modificación alguna, en la zona de desembocadura, tales como el Júcar, Turia, Palancia y Mijares.

En la costa catalana de Barcelona, el Llobregat desemboca mediante delta, que se formaría después de la emersión del plioceno marino catalán, muy estudiado en su respecto paleontológico por el geólogo Almera.

Por lo que respecta a la red fluvial en el interior de la Península hispana, se ha deducido del estudio pertinente a la formación y situación de las terrazas fluviales, que de los cuatro niveles de terrazas que normalmente presentan sobre el cauce de grandes avenidas, tres de ellas se formaron en sucesivas épocas del pleistoceno, o sea del período cuaternario, y la superior, que es la más antigua, durante el plioceno final, fenómeno coincidentes con las grandes glaciaciones del cuaternario, sin que de tal coincidencia se deduzca; por nuestra parte, como es opinión corriente, que consideremos que al glaciario cuaternario se deba la producción de tales terrazas, cuestión en cuya interpretación no entramos en este lugar, aunque sí insistimos en que durante el pleistoceno la red fluvial hispana estaba constituida como actualmente, salvo pequeños detalles.

En el estudio que antecede de las características de la red fluvial hispana no se exponen las pertinentes, en cada caso, al caudal acuoso y a sus oscilaciones estacionales, datos estos de índole meteorológica y de aplicación ingenieril a las obras hidráulicas con finalidades de aprovechamiento para regadíos y obtención de energía eléctrica.

En tales respectos, como en todo lo pertinente a la naturaleza del conjunto hispano, se advierte la gran diversidad de unas grandes regiones naturales respecto a otras, en relación con el clima, pudiéndose establecer tres grandes áreas fluviales: La red fluvial de la Hispania higrofita o húmeda, de régimen lluvioso, que no se interrumpe en larga estación estival, y que territorialmente comprende el Norte

peninsular, o sea Galicia y Norte de Portugal, Asturias, Cantabria y Vasconia y la zona pirenaica, con ensanche en el Norte de Cataluña. Caracteriza a la red fluvial de la Hispania higrofita la persistencia de la corriente fluvial, incluso de los ríos menores, en la estación veraniega, presentando atenuado caudal de estiaje respecto al normal de invierno.

En contraposición a las características fluviales de la Hispania húmeda, están las de la Hispania seca o de régimen subdesértico, del Sureste peninsular, zona de Almería, Murcia y Alicante, con régimen pluviométrico bajo y de larga interrupción de lluvias, período cuya duración suele rebasar ampliamente los límites estivales, con largas sequías; produciéndose gran parte de las precipitaciones mediante turbonadas y aguaceros tormentosos. Consecuencia de tal régimen pluviométrico es el tipo fluvial de «ramblas», que funcionan a golpes, de cauce seco, y rápidamente se convierte en torrencial de corriente violenta y arrolladora, que cesa pronto, volviendo el cauce a quedar en seco o con débil corriente subálvea, entre los gruesos cantos, que, a su vez, se agota pronto. Únicamente los cursos fluviales de mayor tamaño conservan la corriente permanente, y a consecuencia del régimen pluviométrico del país experimentan crecidas súbitas, que suelen tener carácter destructor.

El resto peninsular tiene en su red fluvial características intermedias entre las de la Hispania higrofita del Norte y las del xerofítico y seco Sureste peninsular. Comprende tal conjunto peninsular: las Castillas, la llanura aragonesa y Cataluña, salvo la zona septentrional, de influjo pirenaico; las parameras y serranía del Idúbeda; Extremadura, con el Oeste español y el Suroeste luso español, y Andalucía. Conjunto territorial en el que preponderan las condiciones climatológicas de tipo mediterráneo, entre las que es típica y fundamental la pluviosidad en las dos temporadas de otoño y primavera, separadas por un corto período de seca, generalmente en enero, y, como carácter decisivo respecto a la pluviosidad, la larga temporada de seca estival, que a veces se adelanta y con frecuencia persiste en el comienzo del otoño, con gran perjuicio para la ganadería, impidiendo el brote y desarrollo de la vegetación otoñal, que sustenta en esta estación a la ganadería extensiva de la mitad meridional de Hispania, y con perjuicio también para la agricultura, pues retrasa la siembra y germinación de los cultivos de secano.

Las características de la red fluvial del extenso territorio xerofítico hispano es la interrupción, durante la estación estival, de la corriente de los ríos menores, que queda reducida a charcos residuales y a corriente subálvea, no reanudándose la corriente superficial hasta el otoño

muy adelantado o comienzo del invierno, pues las lluvias otoñales, por lo general, se consumen en empapar el seco terreno, y suele ser en el comienzo del invierno cuando la corriente superficial se reanuda y se ceban los manantiales.

De la distribución geográfica peninsular cuyas características especiales hemos expuesto, escapan los cinco ríos caudales: Ebro, Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir, pues estos cursos fluviales rebasan los límites señalados de las tres zonas establecidas. Todos ellos son de curso permanente, con variaciones en el caudal de 1 a 1.000. Todos ellos, salvo el Guadiana, se nutren en gran parte con el derretimiento de las nieves de las cumbres montañosas en las que se originan: El Ebro, en las del ingente Pirineo y las del Moncayo y Cebollera, derretimiento de tales nieves que hacen que el Ebro tenga, por lo general, su máximo caudal normal en primavera adelantada, cuando el de los otros ríos comienza a decrecer.

El Duero se nutre con las nieves del alto macizo de Urbión, en donde se origina, de las vertientes meridionales de la cordillera Cantábrica y de las montañas leonesas, y de los derrames septentrionales de la alineación orográfica central.

El Tajo se nutre con las aguas procedentes del deshielo de las nieves de las altitudes de Albarracín, Montes Universales y paramera de Molina, y del derretimiento de las que blanquean en el invierno en las cumbres del Guadarrama y del Almanzor y demás altos relieves del sistema orográfico central; aguas que descienden por las vertientes meridionales.

El Guadalquivir recibe en su origen las aguas de fusión de las nieves de las montañas subbéticas, en las que nace, y muy avanzado el curso, las que, conducidas por el Genil, le llegan procedentes de las cumbres del Mulhacén y del Veleta, en Sierra Nevada.

Unicamente, entre los cinco ríos caudales, al Guadiana no le llegan aguas resultantes de nieves de altas montañas, constituyendo tal carácter negativo una de las particularidades de río de tipo anormal, que presenta el Guadiana.

Morfológicamente, en relación con sus afluentes y subafluentes, los ríos hispanos presentan gran diversidad, ocasionada por las características morfológicas y disposición de los relieves que las encauzan en la montañosa Hispania.

Para facilidad en la exposición del examen descriptivo de la red fluvial, hemos agrupado los caracteres morfológicos de los cursos componentes de ella en cuatro tipos, que son: ramiforme, flabeliforme, pen-

niforme y pectiniforme, cada uno de los cuales corresponde a determinada disposición de los relieves que encuadran a los cursos fluviales.

Considerada en su conjunto, la red fluvial hispana presenta disposición del más alto interés, derivada de la del relieve peninsular, con montañas y altiplanicies de situación céntrica, penillanuras intermedias y externas a los macizos montañosos y cordilleras y llanuras periféricas, tal como está expuesto en el capítulo destinado al estudio del relieve hispano.

Tal disposición especial del relieve peninsular origina una red fluvial asimismo especial, que tiene entre una de sus características fundamentales el aislamiento topográfico de los ríos hispanos, particularidad que impide la fácil unión de unos cauces fluviales a otros mediante canalizaciones; caso contrario al de Francia y de otros países europeos, en donde los ríos están enlazados entre sí mediante importantes canales, con gran ventaja para la economía nacional de dichos países. En la Península hispana los ríos caudales son difícilmente canalizables para que constituyan caminos fluviales, y tampoco resulta fácil la unión de unos ríos a otros por tal medio.

El único puerto comercial fluvial de Hispania, alejado de la costa, es el de Sevilla en el Guadalquivir. El Tajo puede ser, relativamente, fácil canalizarle hasta Alcántara y dotarle de puerto comercial en el interior.

La comunicación entre unos y otros ríos hispanos, al modo de la red francesa de canales interfluviales, es irrealizable con finalidad práctica para la economía nacional. Únicamente en la amplia altiplanicie del Duero, cuya topografía y red fluvial tienen condiciones adecuadas, se han realizado importantes obras públicas de canalización de tal tipo. En otras regiones españolas, como en la llanura aragonesa, la derivación de canales del Ebro, dentro del gran valle ibero, realizadas en diversas épocas históricas, tuvieron y tienen finalidad de regadíos, como asimismo las efectuadas en otros cursos fluviales en las épocas romana y musulmana.

Las características y disposición del relieve peninsular hace que, en general, los ríos hispanos desagüen rápidos su corriente, desde las zonas centrales a las periféricas, y den en la mar al final de un recorrido improductivo y con frecuencia destructor. Pero esta misma constitución topográfica, compleja de montañas, penillanuras y planicies, origina un relieve fluvial en el que alternan los congostos y gargantas de laderas rocosas con los ensanches del valle, y los tramos de rápidos de la corriente con las vallonadas amplias y niveladas, en donde el curso fluvial se ensancha y expansiona en tablas y meandros divagantes. To-

pografía fluvial adecuada en extremo para construcción de embalses, deteniendo y remansando la corriente mediante altas presas, consiguiéndose, por tal medio, regularizar la corriente, haciéndola producir energía eléctrica y guardar el caudal fluvial para la época estival, empleándole en regadíos vivificadores y productores de riqueza agrícola. El hombre, con tal método, somete a su dominio a las fuerzas salvajes y destructores de la naturaleza y las organiza, ordena, civiliza y domestica, haciéndolas producir prosperidad, bienestar y riqueza. Tal disposición del relieve y de la red fluvial hispana, apta para tales obras, compensa, con creces, la dificultad que ofrece para las canalizaciones fluviales, fácilmente hacederas en países de llana topografía.

Tales obras de ingeniería hidráulica, efectuadas en cursos fluviales que han alcanzado el perfil de equilibrio, son de gran duración. En los ríos de régimen torrencial y que no han conseguido la regularización armónica de la curva longitudinal del cauce, la corriente arrastra gran cantidad de detritos rocosos, resultantes de la acción erosiva del río, los que al llegar a los embalses se acumulan formando delta, que aumentando acaba por rellenar el lago artificial, inutilizando la obra. Este peligro es frecuente en los embalses hispanos, habiéndose colmatado y resultado inservibles algunos, incluso de construcción moderna. Se prevé y se dificulta o evita tan grave peligro con la conservación o repoblación del bosque y matorral, en la cuenca del embalse y mediante obras de ingeniería, que conoce la técnica ingenieril. Una vez relleno el embalse de detritos no hay remedio: el embalse está muerto.

Algunos embalses aún en actividad son de época romana, tales como los denominados de Proserpina y de Cornalvo, que surtian de agua a Mérida. En la construcción de ellos se atendió al problema de los arrastres y de la colmatación, con tan acertado ingenio respecto a las tomas de aguas para embalsar, que al cabo de los dos milenios de su construcción no contienen acarreos y han podido continuar funcionando, habiéndoseles restaurado en estos últimos años.

La construcción de embalses para producción de energía eléctrica es de fines del siglo XIX, cuando adquirió desarrollo creciente el empleo de la electricidad. En España, por sus condiciones climatológicas y por ser país esencialmente agrícola, se comprendió la gran utilidad que tendrían los grandes embalses para regadíos. Apóstol de su construcción intensiva fué el político Rafael Gasset, en el primer decenio del presente siglo. A partir del comienzo del segundo decenio la construcción de tales obras hidráulicas se había acometido con decisión y gran empuje, que ha continuado, sin interrupción, con actividad creciente por el Estado y empresas particulares nacionales.

CAPITULO VI

Climatología hispana

SUMARIO: Concepto de clima. Meteorología y estaciones meteorológicas.—La temperatura; climas continental y marítimo.—Ciclos normales de temperatura. Observaciones termométricas.—Humedad atmosférica. Formas de condensación de la humedad del aire. Nubosidad y tipos de nubes. Medida y representación de las lluvias.—Distribución geográfica y régimen de lluvias. Lluvias de la zona ecuatorial. Lluvias tropicales. Lluvias de la zona templada boreal. Lluvias de la zona polar ártica.—Presión atmosférica; su medición. Líneas isobaras y su distribución. Anticiclones y ciclones.—El viento. Tipos de viento.—Tiempo meteorológico. Régimen ciclónico y anticiclónico atlántico europeo; frente polar.—Previsión del tiempo.—Tipos de climas. Clima de Guinea, Fernando Poo y Annobón. Clima de Canarias y de Ifni. Clima mediterráneo. Clima europeo y sus modalidades.—Características comparadas de la vegetación de los climas mediterráneo y europeo. Índice de aridez.—Modalidades climatológicas hispanas.—Zonas climatológicas hispanas.

CONCEPTO DE CLIMA

Se entiende por clima de un país el estado medio atmosférico en el término del tiempo, resultante de la actuación mutua de los factores meteorológicos influenciados por las características geográficas. Los factores meteorológicos fundamentales del clima son: temperatura, humedad, presión atmosférica, viento y precipitaciones, especialmente lluvia.

De lo expuesto se deduce que refiriéndose el clima a un lugar de la superficie terrestre, concurren a establecer sus características climatológicas tres órdenes de concausas, que son: Unas, cósmicas. Otras, meteorológicas. Y las terceras, geográficas. Las primeras son constantes y de orden acompasado en la sucesión del tiempo, o sea rítmicas, cual la recepción del calor solar. Las segundas son variables en el tiempo respecto a producción e intensidad, cual el viento y la lluvia. Las terceras son modificadoras de la actuación de las dos concausas anterior-

res, de lo que es ejemplo las acciones atemperantes de las extensiones marinas y la disminución de la temperatura, en relación con la altitud de los relieves montañosos.

La única fuente de calor de la superficie terrestre es la que emana del sol. El calor del interior del Globo no trasciende, normalmente, a la superficie, ni los fenómenos de la endosfera guardan relación con los de la atmósfera; la meteorología endógena es diferente de la exógena, y, una y otra, funcionan y obran independientemente.

El calor que la Tierra recibe del Sol es absorbido por la atmósfera, que lo retiene, y en la que se distribuye por el ámbito de la superficie terrestre, siendo reflejado a los espacios el que no es absorbido.

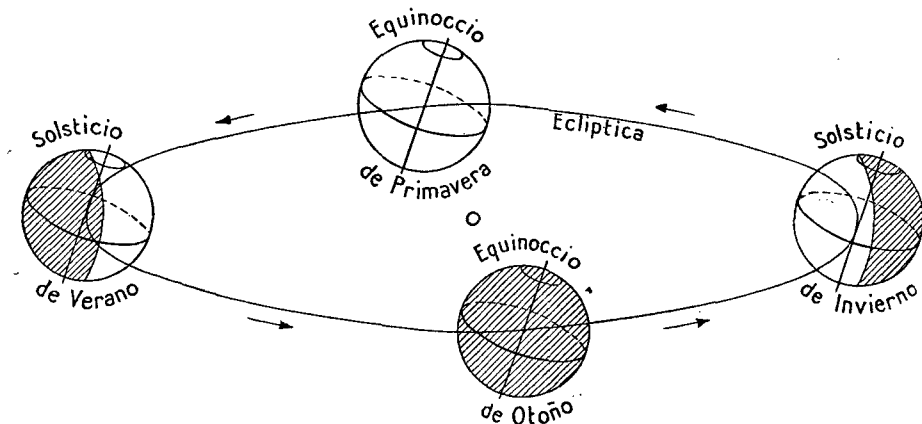


Fig. 290.—Posiciones de la Tierra en su giro anual alrededor del Sol.

Respecto a las causas cósmicas o astronómicas del clima, debe tenerse en cuenta que el eje de rotación terrestre está inclinado respecto al plano de la eclíptica, o sea el de translación de la Tierra alrededor del Sol en el transcurso del año; plano que corta al del ecuador según un ángulo de 23 grados y 27 minutos (fig. 290).

La esfericidad de la Tierra y su disposición en el espacio producen varios efectos. Es uno, el desigual caldeo de los diversos sitios del esferoide terrestre, por la diversa oblicuidad con que llegan los rayos solares; caldeo decreciente desde el ecuador a los polos. Otro efecto consiste en que un mismo paraje de la superficie terrestre no recibe constantemente la misma cantidad de calor y de luz durante el transcurso del año, originándose la producción de estaciones, con características climatológicas diferentes y, en oposición, la del hemisferio boreal con las del austral; siendo, por otra parte, variables la duración del día y de

la noche en el transcurso del año, y, según la latitud, desde el ecuador a los polos, como expresa el adjunto cuadro y esquema :

Equinoccio de otoño	22 septiembre	(Otoño)
Solsticio de invierno	22 diciembre	(Invierno)
Equinoccio de primavera . . .	21 marzo	(Primavera)
Solsticio de verano	21 junio	(Verano)

Por consecuencia de la figura elíptica de la órbita terrestre, la distancia de la Tierra al Sol es variable de una época a otra del año, aunque la cantidad de calor total recibida por cada hemisferio sea la misma en el conjunto de dicho período ; de lo que resulta que en el hemisferio boreal están algo atenuadas las diferencias entre verano e invierno, y, más exageradas, en el hemisferio austral.

Los rayos solares, para llegar a la superficie terrestre, tienen que atravesar una capa atmosférica de una treintena de kilómetros de espesor, que retiene gran parte del calor y que protege al suelo del enfriamiento, especialmente nocturno.

La energía solar se manifiesta en la Tierra por fenómenos de diversa índole, principalmente caloríficos y luminosos. Respecto a los primeros, o térmicos, se ha calculado que el calor del Sol recibido por la Tierra sería suficiente, si no existiese la atmósfera, para producir la evaporación de una capa de agua, envolvente de la Tierra, de 2,80 metros de espesor, y de fundir otra de hielo de un grosor de 20 metros.

La acción de la luz solar produce y regula las funciones vitales de la vegetación, en relación con la clorofila, variando las características de los vegetales en función con las condiciones de luminosidad. El influjo de la insolación en los países septentrionales del hemisferio boreal, tales como Fenoscandia y Canadá, hace que la vegetación se desarrolle rápidamente y se realice el ciclo vegetativo durante el corto período en que el Sol permanece mucho tiempo sobre el horizonte ; latitudes altas en las que las temperaturas medias anuales son inferiores a cero grados, y las mínimas, de 30 y 40 grados bajo cero. En tales países, al llegar el solsticio de verano el campo se cubre de verdor, que rápidamente florece y fructifica, y los frutos maduran, aconteciendo lo mismo en los cereales cultivados de tal modo, que en el equinoccio de otoño la siega está efectuada ; realizándose el ciclo vegetativo en los tres meses de máxima insolación.

El Sol es el engendrador del calor y de la luz que existe en el ámbito de la superficie terrestre, y a su acción vivificadora se debe la existencia y persistencia de la vida vegetal y animal. La exaltación y adoración humana al padre Sol está metafóricamente justificada.

De lo expuesto se deduce que, teniendo únicamente en cuenta las características de índole cósmicas, prescindiendo de las perturbaciones producidas por el juego cambiante de los meteoros y de las alteraciones de orden geográfico, se establece, teóricamente, el denominado «clima matemático»; pudiéndose deducir las temperaturas y características climáticas relativas que, bajo dichas condiciones, presenta cualquier lugar del Globo, en cualquier época del año; resultando, como consecuencia fundamental, que la temperatura de la superficie terrestre decrece según los paralelos, desde el ecuador a los polos.

Meteorología y estaciones meteorológicas

El conocimiento científico de la climatología está determinado por el de la meteorología atmosférica (ciencia del grupo de las físiconaturales), cuyas fundamentales investigaciones en el respecto climatológico son pertinentes a las variaciones, en el tiempo y en el espacio, de la temperatura y humedad ambientes, y presión atmosférica. El conjunto de estos factores, su acción recíproca, su desarrollo y funcionamiento, entran en el campo de estudio de la meteorología. La extensión y grado de intensidad de la temperatura; la cantidad, disposición y extensión de las masas de vapor acuoso, o sea la nubosidad y sus varios tipos; la condensación del citado vapor acuoso en sus diversas formas y estados: rocío, escarcha, lluvia, nieve, granizo, etc.; las variaciones de presión atmosférica y su situación; la intensidad y trayectorias de los vientos, son las principales observaciones y determinaciones meteorológicas.

La variabilidad de los meteoros, en lo que respecta a tiempo, intensidad y cambio de lugar, hace que en el conocimiento meteorológico se tenga que operar, en gran número de determinaciones, atendiendo a términos medios y a términos extremos en períodos convenidos de tiempo; por ejemplo, temperaturas medias, máximas y mínimas de un lugar; dirección media del viento y fuerza máxima del mismo. Tal variabilidad de los fenómenos atmosféricos en el tiempo y en el espacio, exigen en los métodos de investigación unidad de condiciones de observación; coordinación de las observaciones, multiplicidad de observatorios; o sea de estaciones meteorológicas y unidad en las características de instalación de los aparatos, para que los datos obtenidos en cada estación sean comparables, sin causas de error.

A consecuencia de las características cósmicas de la Tierra, los fenómenos meteorológicos se repiten, en su conjunto, por ciclos anuales;

pero por efecto de las alteraciones producidas por el influjo mutuo de los meteoros se originan particularidades en el conjunto de fenómenos, variables de un ciclo a otro; diferencias que aconsejan obtener medias anuales, cuanto más, mejor. Las unidades de tiempo en los estudios meteorológicos son: el año, las estaciones anuales, el mes y el día.

Una estación meteorológica exige ubicación en sitio despejado, exento de obstáculos que impidan, dificulten o modifiquen el libre acceso del aire y de los meteoros atmosféricos. En tales respectos, aun estaciones próximas, como en Madrid, la situada en la residencia del «Servicio Central Meteorológico», en el parque del Retiro, y la instalada en el aeropuerto de Barajas, discrepan en los datos termométricos en décimas y aun en algunos pocos grados, por estar la última citada en paraje descampado, y la del Retiro, rodeada de arbolado.

La caseta o garita que resguarde a termómetros y barómetros debe estar provista de doble techo, elevada metro y medio sobre el suelo y con persianas fijas por todos lados que impidan la entrada del sol y permitan la fácil circulación del aire (fig. 291).

Una estación meteorológica, elemental y completa, debe constar de los siguientes instrumentos: *Termómetros*, para determinación de temperaturas corrientes, máximas y mínimas (el termómetro diferencial señala conjuntamente temperatura máxima y mínima). *Psicrómetro*, aparato formado por dos termómetros, uno de los cuales tiene el depósito húmedo, por estar envuelto en tela o algodón mojado, en el que la evaporación produce descenso de temperatura en relación con el grado de humedad del aire ambiente; mediante tablas previamente calculadas, se puede saber, por la diferencia en grados de uno y otro instrumento, la humedad absoluta y relativa del ambiente. *Barómetro*, metálico, registrador y compensado para corrección del influjo de temperatura y altitud; aparato que inscribe en hoja de papel, convenientemente cuadrículada, la línea de variación de la presión a lo largo de la semana. *Veleta*, que señala la dirección del viento. *Anemómetro*, aparato que registra la velocidad del viento. *Pluviómetro*, recipiente cilíndrico, con boca en arista, de diámetro adecuado, en el que se recoge, en vasija interior, el agua llovida, la que se mide diariamente mediante probeta graduada, expresándola en capas de milímetros, correspondiendo cada milímetro de altura de la capa de agua a un litro por metro cuadrado.

La meteorología es ciencia relativamente moderna. Se constituyó como cuerpo de doctrina muy avanzado el siglo XIX. En el último cuarto de siglo ya funcionaban en España estaciones del tipo reseñado en todas las capitales de provincia y ciudades importantes. En lo que va

transcurrido del siglo actual se han establecido y funcionan gran número de estaciones reducidas de las denominadas «termo-pluviométricas», por estar constituidas por termómetros y pluviómetros para determinaciones de temperatura y pluviosidad, estaciones que prestan

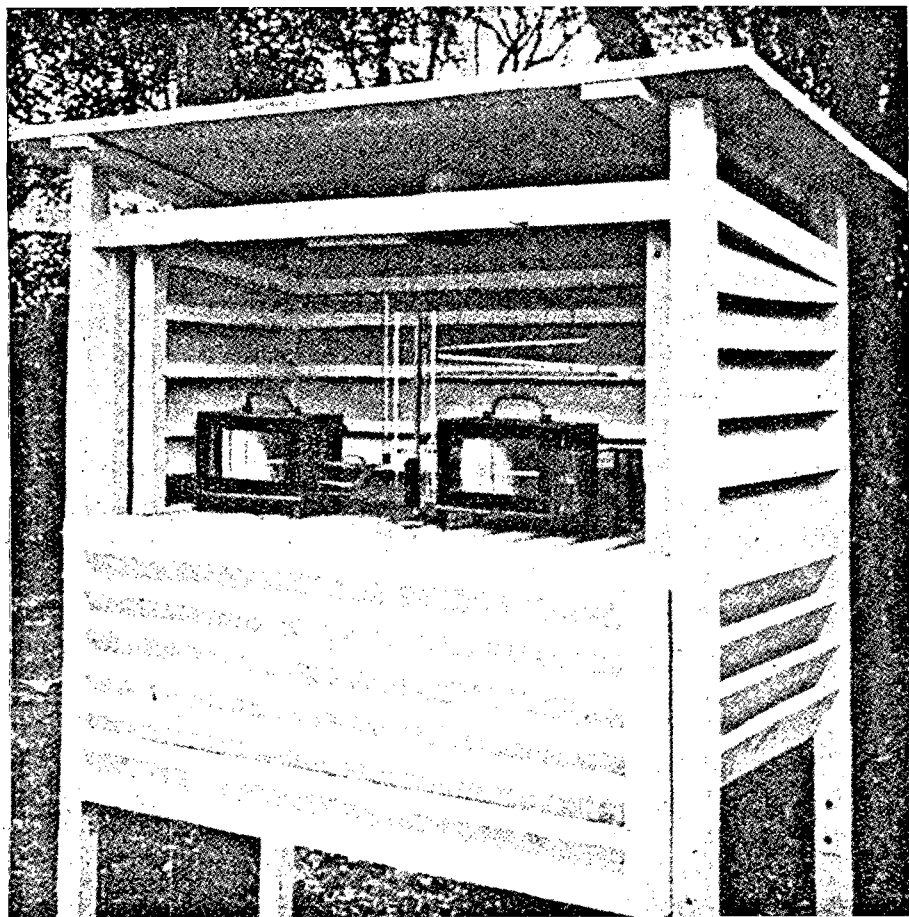


Fig. 291.—Modelo de garita para observaciones meteorológicas.

(Foto del Observatorio Central Meteorológico de Madrid.)

valiosos servicios auxiliares en relación de dependencia con el «Servicio Meteorológico Nacional», que, a su vez, forma parte del «Ministerio del Aire»

Actualmente con el desarrollo de la navegación aérea los estudios meteorológicos adquieren gran intensidad en los diversos países y naciones, atendiéndose, además de las especulaciones de carácter pura-

mente científico, a investigaciones especiales de orden climatológico y en relación con la previsión del tiempo.

El Servicio Meteorológico Nacional viene prestando desde hace algunos años especial atención e interés a los estudios fenológicos, o sea «la dependencia del desarrollo de las plantas con respecto al clima y al tiempo atmosférico»; cuestión de gran interés, en general, para la agricultura, especialmente en España, país de gran variedad botánica y agrícola, pues «del resultado de la observación de las plantas cultivadas se puede llegar al conocimiento de cuáles son las regiones tempranas o tardías para una determinada clase de esas plantas y de las épocas de vegetación, y, en consecuencia, trazar la división de nuestra Península en regiones agrícolas naturales. Con ello se tiene la base para la valoración exacta y mejor aprovechamiento de estas regiones»

LA TEMPERATURA. CLIMAS CONTINENTAL Y MARÍTIMO

El fundamental factor del clima es la temperatura, regulada por características de orden cósmico en la biosfera; biosfera, que, según se ha dicho, comprende: la zona inferior de la atmósfera o troposfera, la zona superior de la hidrosfera y la superficie externa de la litosfera.

La situación de las grandes áreas continentales y marinas tiene gran importancia en las modificaciones que introducen en la distribución general de la temperatura, la cual es, normalmente, decreciente en relación con la latitud desde el ecuador a los polos.

Las áreas continentales absorben y reflejan rápidamente el calor solar, calentándose y enfriándose con facilidad, mientras que las masas marinas tardan en calentarse y en enfriarse, conservando más tiempo la temperatura adquirida, actuando las masas marinas como atemperantes de las variaciones térmicas de los países litorales, y las corrientes marinas como moderadoras de la intensidad climática.

El desigual comportamiento térmico deriva de la gran diferencia de calor específico entre el terreno y el agua, diferencia que hace que, en igualdad de condiciones, la temperatura del agua aumente seis grados, mientras que la del suelo aumenta 10°; por la misma causa, si para alcanzar el terreno una determinada temperatura necesita éste 6 unidades de tiempo, el agua necesita 10, y, análogamente, para conseguir el grado de enfriamiento que el suelo alcanza en 6 unidades de tiempo son necesarias 10 para el agua.

Otra causa que establece diferencia entre las áreas terrestres y marinas consiste en que el calor no penetra, apenas, en profundidad en el suelo, pues a partir de la zona isogeoterma (que está muy cerca de la superficie del terreno) no se propagan hacia el interior las variaciones externas de temperaturas, mientras que las aguas del mar, en constante movimiento de oleaje y con corrientes marinas de diversos tipos, están en estado de agitación permanente de la masa líquida y de propagación de la temperatura hasta profundidades que alcanzan los 200 metros. En tales respectos los océanos son reservorios caloríficos en contraste con las áreas terrestres, en donde las temperaturas no traspasan límites, muy superficialmente situados.

Las consideraciones expuestas conducen a establecer dos tipos de climas: el «marítimo» y el «continental». El primero se caracteriza por moderadas variaciones térmicas. El segundo por extremados cambios de temperatura.

En el hemisferio boreal: en invierno las tierras están más frías que los mares, mientras que en el verano las tierras están más calientes que los mares. En el hemisferio austral ocurre lo contrario, pues por causa cósmica están invertidas las características meteorológicas de las estaciones.

En el hemisferio boreal predominan las áreas continentales respecto a las marinas, de tal modo que en el hemisferio septentrional no se puede circunnavegar la tierra por ningún paralelo sin topar con masas terrestres continentales o insulares; es por antonomasia el hemisferio de las tierras. El hemisferio austral es, por antítesis, el hemisferio de las amplitudes oceánicas, de tal modo que entre los paralelos 55° y el círculo polar antártico se puede circunnavegar el Globo sin topar con tierra alguna. Por el hemisferio austral hizo la mayor parte de su derrotero la nao *Victoria*, al mando de Sebastián Elcano, cuando por vez primera se dió la vuelta al mundo.

El hemisferio boreal con predominio de tierras respecto a mares es de mayor variación climatológica y de tiempo más cambiante, en sus diversos países, que el hemisferio austral, en el que predominan los mares sobre las tierras, las que están dotadas de más uniformidad climática, de menos variación de cambios de tiempo en el juego de la sucesión de estaciones y de más constancia en las temperaturas a lo largo del año por la acción atemperante oceánica. Asimismo la mayor variedad topográfica y de altitudes del relieve dan más variedad e intensidad a los fenómenos meteorológicos del hemisferio boreal que a los del austral.

Las temperaturas extremas en relación con el clima oscilan, según los países y localidades, entre límites muy diversos según la latitud, altitud y características geográficas de cada caso. La temperatura más baja registrada es la de Verkhojansk, localidad de Siberia oriental, en el valle del Jana, a un centenar de kilómetros al norte del círculo polar, temperatura de 69,8 grados bajo cero. Las características exageradamente de clima de tipo continental de este territorio están señaladas por la máxima de verano de 31 grados, existiendo, por lo tanto, entre máxima y mínima temperatura anual la diferencia de 101 grados. La localidad de máxima temperatura que se cita es la registrada en la depresión a mas bajo nivel del mar de Death Valley (California), con 54 grados.

En España, las capitales de provincia de temperaturas más bajas, en el período de treinta años, comprendidos entre 1901 y 1930, son: Teruel, con — 20,6; grados; Soria, con — 10,8°, y Burgos, con — 18,0°. Las máximas absolutas, en el mismo período, corresponden: a Sevilla, con 46,6°; Badajoz, con 46°, y Murcia, 44,7°. En las zonas altas de La Alcarria, en las parameras de Molina de Aragón (Guadalajara) y de Soria son relativamente frecuentes temperaturas de — 20°, y durante el invierno se han registrado mínimas absolutas de — 29°. Respecto a máximas absolutas, Ecija, Sevilla y Badajoz se han señalado, según se indica, máximas de 46 grados.

CICLOS NORMALES DE TEMPERATURA

Las variaciones temporales de la temperatura corresponden a los dos ciclos de movimiento cósmico que realiza la Tierra: el diurno, de rotación sobre su eje, y el anual, de traslación alrededor del sol.

Variaciones diurnas.—Las variaciones diurnas en temperatura tienen poca importancia en relación con el clima. La máxima diurna se produce unas dos horas después del mediodía, y la mínima próximamente a la salida del sol. En los países europeos y en los de características semejantes de las zonas templadas, la oscilación diurna es de unos 10 a 15 grados. En las ecuatoriales, si el cielo está cubierto, la oscilación es pequeña. En las grandes extensiones desérticas, de cielo despejado, calor y sequedad extrema en el ambiente, como en el Sáhara, la temperatura desciende mucho durante la noche y se siente frío en la madrugada, hasta que el sol se eleva algo sobre el horizonte. En el Tiriz, situado en el interior del Sáhara Occidental, en la primera quincena de diciembre, F. H.-Pacheco registró mínima, a la salida del sol,

de 6,8°, y máxima a las dos de la tarde, de 32,3°. En el verano, la temperatura registrada de madrugada fué de 22°, y a las dos de la tarde, de 45°. En el desierto australiano la oscilación diurna alcanza a los 30 grados.

Semejante contraste se produce en las altiplanicies descampadas. En los territorios hiperbóreos, la larga duración del sol sobre el horizonte o, bajo él, tiende a confundirse, en tal respectó, el largo día, o noche polar, con períodos estacionales, siendo de día durante el verano, y de noche durante el invierno.

Variaciones anuales.—De gran interés para las determinaciones climatológicas, es el conocimiento de las temperaturas medias, máximas y mínimas anuales, de las que se deducen las variaciones de la temperatura durante el transcurso del año en cada país.

Las modalidades respecto a temperatura en el transcurso anual, en el área mediterránea y en sus contornos europeo, africano y asiático, y en Europa occidental y central, se caracterizan por diferencias típicas estacionales, a las que están adaptadas las fases del ciclo anual del desarrollo vegetativo de las plantas herbáceas y rizocárpicas, respecto a germinación, foliación, floración y fructificación; análogamente en las leñosas, matas, arbustos y árboles, respecto a corriente de la savia y su paralización, pérdida de la hoja, en las de este tipo y demás particularidades del ciclo vegetativo anual. A tales características ambientales está acondicionada la agricultura en las cuatro estaciones de otoño, invierno, primavera y verano, a la que se acomoda no tan sólo la agricultura, sino el vivir y las actividades humanas.

Pero esto no es general en la biosfera, sino que las características de las estaciones anuales se confunden en determinadas zonas terrestres, cual las hiperbóreas, en las que no hay prácticamente más que una muy corta estación primaveral, de favorable temperatura, y otra muy larga, de invierno frígido. En contraste, en las zonas ecuatoriales existe una única estación, calurosa y húmeda, con persistencia de vegetación exuberante y densa; territorios, los intertropicales, con dos muy suaves variaciones en las dos épocas del año, de los solsticios, al paso del sol por el cenit.

Koppen, en el penúltimo decenio del siglo XIX, concretó la distribución geográfica de la superficie terrestre en siete agrupaciones típicas de carácter térmico, teniendo en cuenta el influjo que respecto a temperatura presentan las áreas montañosas de gran altitud. Las zonas de Koppen (fig. 292), son las siguientes:

Zona polar.—Se incluyen, por tener semejantes características, las porciones de alta montaña de los extensos relieves orográficos, cual

el del Himalaya en Asia central. Se caracteriza por temperaturas medias mensuales inferiores todo el año a 10 grados.

Zona fría.—Con cuatro meses, a lo más, de temperatura media superior a 10°. Son ejemplos de extensos países con tales características Finlandia, Siberia y Canadá. En España corresponden a esta zona las áreas de cumbre del Pirineo y Cordillera cantábrica, Serranía central y Sierra Nevada.

Zona templada fría.—Con dos meses por lo menos de temperaturas medias inferiores a 20 grados. Invierno frío. Predominio de ambiente

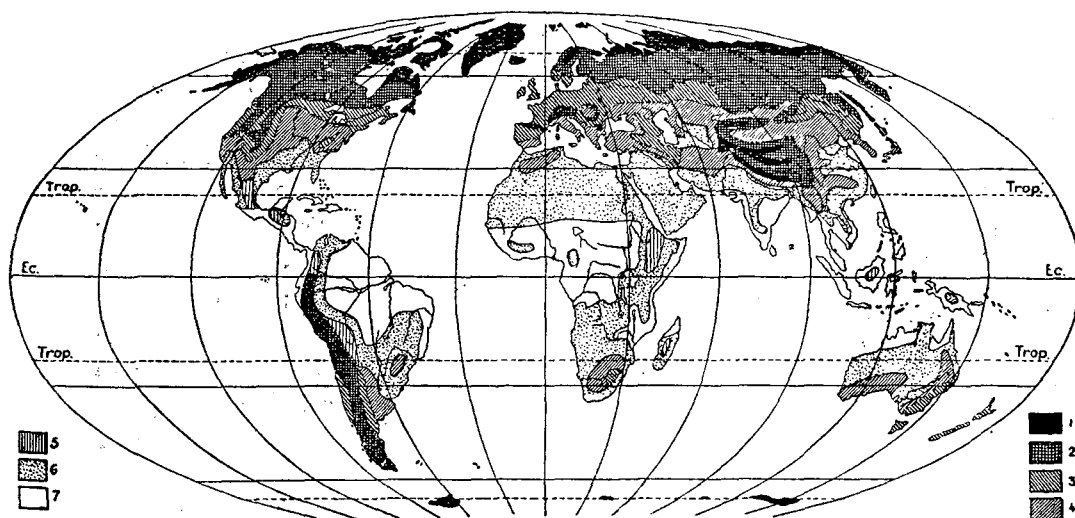


Fig. 292.—Zonas de temperatura en la superficie terrestre, según Koppen: 1, zona polar; 2, zona fría; 3, zona templada con invierno frío; 4, zona templada con verano cálido; 5, zona templada todo el año; 6, zona subtropical; 7, zona tropical.

invernizo. Se señalan las estaciones. Son ejemplos europeos Escocia, Alemania y Polonia. En España es de tales características la zona de la altiplanicie del Duero y las parameras de Soria y de Molina.

Zona templada cálida.—Con cuatro meses por lo menos de medias superiores a 20°. Estaciones claramente diferenciadas. Verano caluroso. Son ejemplos de esta zona la mayor parte de los países mediterráneos, tales como Italia meridional y Sicilia, Grecia y Siria. En Hispania, Andalucía, Extremadura central y El Alentejo.

Zona siempre templada.—Comprende países altos rodeados de territorios cálidos, tales como la altiplanicie del Africa oriental y la de Méjico, en América.

Zona subtropical.—Con cuatro a once meses cálidos; sin invierno. Entra en esta categoría el Sáhara occidental y Egipto. En España, el litoral del Sureste (Murcia y Almería), Málaga y la costa granadina. Modalidad de clima constante templado, por el influjo atlántico, es la de los archipiélagos de Macaronesia, especialmente Canarias y también Ifni.

Zona tropical.—Todo el año cálido, sin diversificación de estaciones, salvo muy suave modificación al paso del sol por el cenit. Son ejemplos típicos las grandes extensiones de la selva ecuatorial de África, y en América, el Brasil; en Asia, Ceilán, Filipinas y las islas ecuatoriales de la Insulindia.

Las agrupaciones de las zonas de Koppen presentan tipos de tránsito en sus características, de unas a las inmediatas, pudiéndose establecer modalidades además de las reseñadas.

El ecuador térmico, o sea la línea de más alta temperatura de la superficie terrestre, no coincide con el ecuador geográfico, sino que está desplazado al Norte, hacia las cercanías del trópico de Cáncer; correspondiendo el área de temperatura más alta al desierto del Sáhara, con medias anuales de 30°. Se explica el menor grado de calor de la banda ecuatorial por el influjo de la densa vegetación, que dificulta el caldeo del suelo, y por la gran humedad atmosférica que observa parte de las radiaciones solares. Tampoco coincide el polo del frío con el geográfico, del que está desplazado a las tierras que rodean el mar polar.

Se caracterizan las diversas zonas térmicas de Koppen por adecuado ambiente a la especial flora de cada una, e incluso el desarrollo y actividades vitales de las especiales entidades étnicas de los pueblos que las habitan.

En el ámbito de la Península hispana están representadas todas las zonas de Koppen, salvo la polar y tropical, según lo indican los ejemplos citados y de otras localidades no citadas. Consecuencia de tal diversidad de ambiente geográfico es la extraordinaria abundancia, genérica y específica, de la flora hispana, que es de las más variadas de la Tierra.

Observaciones termométricas

Temperaturas medias.—Las observaciones de temperaturas de cada lugar, en el respecto meteorológico, y especialmente para el conocimiento del clima del paraje de la observación, se realizan diariamente para obtener la «máxima» y «mínima» diarias, y de ellas, por diferencia de

una a otra, la «media» diaria. La mejor hora para la observación es de ocho a diez de la mañana del día siguiente, hora que coincide aproximadamente con la temperatura media, y en la que los termómetros registran las extremas del día anterior.

Con los datos de temperaturas medias de todos los días del mes se obtiene la «temperatura media mensual», y de las medias mensuales, la «media anual».

Análogamente pueden determinarse medias estacionales y medias que comprendan un conjunto de años. Para las determinaciones corrientes de climatología se considera suficiente un período de diez años. Generalmente, si existen observaciones, se opera con el período de treinta años (desde 1901 a 1930).

Con arreglo a esto último, las temperaturas medias mensuales y la anual de Madrid, según los datos del Servicio Meteorológico Nacional, son las siguientes:

Temperaturas medias, mensuales y anual de Madrid

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO
Madrid.....	13,6	8,2	5,3	4,8	6,2	8,8	11,6	15,6	19,7	23,2	23,5	18,8	13,3

Temperaturas extremas.—La observación de las temperaturas extremas tiene gran interés, especialmente las «máximas y mínimas absolutas», que son las más altas y bajas temperaturas mensuales observadas en el año, o en un período de años, contribuyendo grandemente su conocimiento al del clima de la localidad en que se realiza la observación.

En tales respectos las temperaturas mínimas y máximas absolutas de Madrid, en el período de 1901 a 1930, según el Servicio Central Meteorológico, son las siguientes:

Temperaturas mínimas de Madrid

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO
Madrid.....	-1,1	-3,8	-8,8	-8,8	-9,0	-4,2	-3,5	0,2	4,6	8,2	8,6	4,0	-9,0

Temperaturas máximas de Madrid

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO
Madrid.	30,0	20,2	17,1	15,8	21,1	26,7	27,8	33,6	37,3	38,4	37,7	36,4	38,4

En los cuadros que anteceden se comienza el año por el mes de octubre y se termina por el de septiembre, acomodándose al ciclo normal de la vegetación silvestre de plantas herbáceas y, también, de las cultivadas de ciclo largo, tales como los cereales. En las cultivadas de ciclo corto, tales como leguminosas, cucurbitáceas, etc., éste comienza retrasado, al llegar el equinoccio de primavera, y termina en el de otoño. En los frutales, el de floración más temprana es el almendro, y el de madura del fruto más tardía el membrillero y el selvático castaño. Los dos árboles de hoja perenne más extendidos por el solar hispano, la rústica encina y el cultivado olivo, son de ciclo largo, pues florecen en mayo y maduran el fruto pasado el equinoccio de otoño. El vivir hispano y, en general, el de los pueblos mediterráneos, está acomodado al ciclo y al ritmo que, según lo expuesto, marca la Naturaleza. Al iniciarse el año agrícola en octubre, el calor veraniego ha cesado y comienza la temperatura a decrecer, alcanzándose las más bajas en diciembre y enero. Entrado febrero comienza el aumento de la temperatura, que llega al máximo en julio y agosto, señalándose la pendiente hacia el frío en el mes de septiembre, cerrándose el ciclo anual.

Variación de amplitud anual.—Las temperaturas medias anuales no son adecuadas por sí mismas para hacer resaltar las características de temperatura en el transcurso del año, pues «dos regiones de la misma media anual, pueden tener: una, clima muy regularizado, y la otra, un clima variable». Más ventaja tiene, en tales respectos, el conocimiento de la «variación media anual», que es la diferencia entre la media del mes más frío del año y la máxima media del mes más cálido; meses que generalmente, en la Península hispana, son, respectivamente, los de enero y agosto. También es de interés para el conocimiento climatológico la «variación absoluta anual», que es la diferencia entre la mínima y máxima absoluta del año.

El adjunto cuadro comprende, comparativamente, tres localidades de variaciones anuales grandes, con otras tres, asimismo españolas, de variación pequeña, como ejemplos que indican la diversidad climatológica del ámbito peninsular.

LOCALIDADES	Media enero	Media agosto	Mínima absoluta	Máxima absoluta	Media anual	Variación anual	Variación absoluta
Madrid	4,8	23,5	— 9,0	38,4	13,3	18,7	47,6
Huesca	4,7	33,5	— 11,8	41,0	13,5	18,8	52,8
Albacete	4,6	24,4	— 12,9	41,8	13,6	19,8	54,7
Coruña	9,5	18,0	— 4,0	35,0	13,4	8,5	39,0
Santander.	9,9	19,7	— 2,0	38,5	14,3	9,8	40,5
Valencia	10,0	24,6	— 3,8	38,0	16,7	14,6	41,8

Líneas isotermas.—La expresión de la temperatura en las extensiones de la superficie terrestre se representa en los mapas mediante el trazado de las denominadas «líneas isotermas», que unen localidades de temperatura media anual (fig. 293). Variedades de las isotermas son las «líneas isoquimenas», las cuales pasan por los sitios de igual temperatura media de invierno, o sea del mes más frío del año, que en la

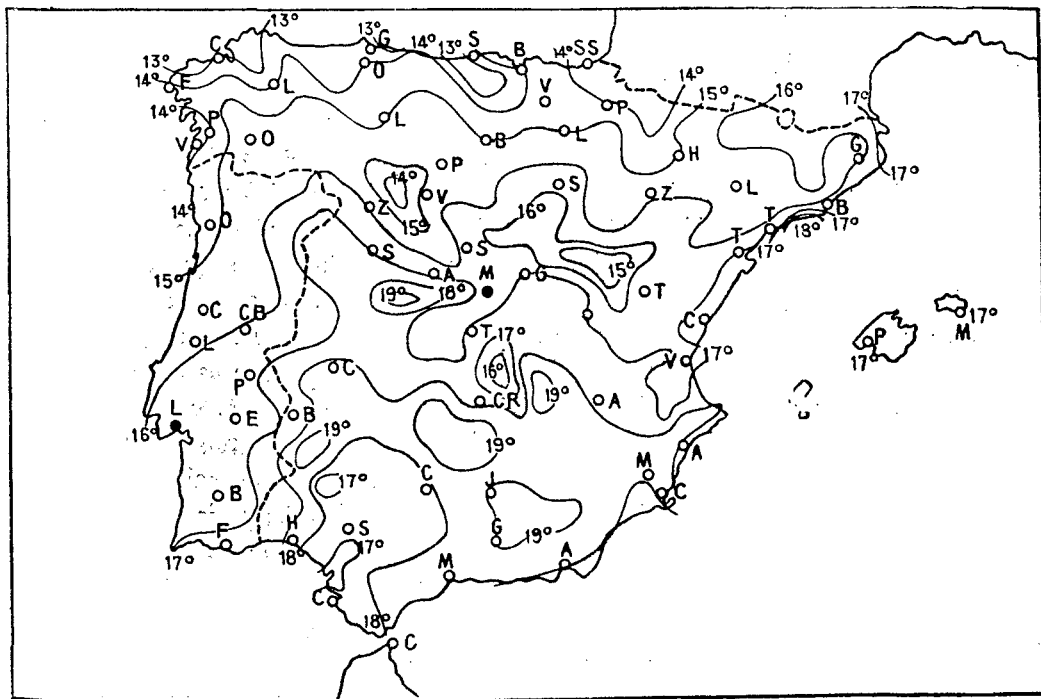


Fig. 293.—Líneas isotermas medias anuales en la Península Hispana.

(Según el Servicio Meteorológico Nacional.)

Península corresponde generalmente al mes de enero. Las «líneas isóteras» dicese de las que unen los puntos de temperaturas en el verano, o sea en el mes más caluroso, que es generalmente el de agosto.

En las líneas isotermas, para evitar las complicaciones que en su trazado producen las comarcas de elevados relieves montañosos, en los que la temperatura está modificada por la altitud, se representan las temperaturas reducidas al nivel del mar. Esto, que tiene ventajas unificadoras para las comparaciones, tiene el inconveniente de expresar datos que no son los de la realidad, inexactitudes que en gran parte pueden remediarse, haciéndose el trazado de las curvas isotermas sobre mapas que tengan señaladas curvas topográficas, de amplitud, por lo menos, de cien en cien metros, o acompañar cifras de altitud en los más importantes sitios del mapa atravesados por la línea isoterma.

Las modificaciones en la temperatura producida por la altitud es generalmente de disminución de un grado térmico por cada 180 metros de elevación sobre el nivel del mar. La disminución de la temperatura en relación con la altitud, es consecuencia del enrarecimiento del aire, que se va haciendo menos denso, disminuyendo su capacidad calorífica conforme se asciende en la troposfera.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA

El vapor de agua contenido en la troposfera procede de la evaporación de las aguas marinas, de las terrestres superficiales, del suelo húmedo y del producido en la respiración de los vegetales. La evaporación es tanto más intensa cuanto mayor es el estado de sequedad del aire y más elevada la temperatura. El viento, removiendo las capas de aire y reemplazando unas por otras, contribuye, en gran manera, a la evaporación. Cuando el aire contiene el vapor de agua que es capaz de almacenar, se dice que está «saturado». La saturación depende del grado de temperatura del aire, conteniendo tanto mayor vapor de agua cuanto más elevada es aquélla. Si un aire frío saturado se caldea puede absorber más cantidad de vapor. Por el contrario, si un aire caliente saturado o muy cargado de humedad se enfría, no puede contener toda la que tiene y abandona una cierta parte, produciéndose el fenómeno de la «condensación».

El enfriamiento causante de la condensación puede ser debido a diversas causas, tales como la radiación; tránsito del aire por una zona más fría; cambio por enfriamiento de corrientes aéreas ascendentes en la zona ecuatorial; condensación en altas áreas montañosas, etc.

En la determinación de la humedad del ambiente se atiende a dos medidas:

a) «Humedad absoluta», que es el peso del vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire.

b) «Humedad relativa», que es la cantidad de vapor de agua que tiene el aire respecto a la que puede absorber para estar saturado, o sea, la relación del grado de humedad respecto al del estado de saturación, igual a 100.

La humedad absoluta presenta valores máximos en los países ecuatoriales, decreciendo la intensidad con el aumento de la latitud. En relación con la distribución de áreas marinas y continentales, es mayor en las extensiones oceánicas que en las continentales, y más elevada en las costas que en el interior de las tierras. Los valores mínimos corresponden a los grandes desiertos de las zonas tropicales, tales como el Sáhara y Arabia en el hemisferio boreal, y a los de Kalahari y Australia en el austral. También es de valores mínimos en las grandes extensiones frías de las planicies siberianas.

La intensidad de la humedad relativa guarda cierta relación directa con la pluviosidad, y tiene valores máximos en las costas oceánicas.

La humedad absoluta y la humedad relativa en un mismo país, especialmente en las zonas templadas, varían en sentido inverso, una de otra. La humedad absoluta tiene valores máximos en los meses de más elevadas temperaturas medias, y valores mínimos en los de más bajas temperaturas. Lo inverso sucede con la humedad relativa, que presenta los máximos en los meses fríos, y los mínimos en los de más suave temperaturas. No obstante, en casos de muy poca variación en el transcurso del año, puede coincidir la mínima media mensual con meses de invierno.

En el adjunto cuadro se presentan, como ejemplos, los datos de humedad relativa media en tres ciudades españolas (Albacete, Córdoba y Toledo) de gran variación del fenómeno, comparándolas con los de otras tres estaciones meteorológicas (Gijón, Coruña y Oviedo) de humedad poco variable a lo largo del año. Se indican, en el cuadro, los datos de variación anual entre máximas y mínimas de medias mensuales: las altitudes y las respectivas distancias al mar, para el mejor conocimiento del influjo que ejerce la posición geográfica. También se indican las coincidencias mensuales en valores máximos y mínimos, para mejor interpretación de la variación en el transcurso del año.

Humedad relativa media por 100 (1901-1930)

LOCALIDAD	Media anual	Máx. mensual	Min. mensual	Amplitud de la variación	Altitud	Distancia al mar km.	Coincidencia de medias mensuales
Albacete	58	78	36	42	685	150	Máx. - Diciembre Mín. - Julio
Córdoba	58	77	34	43	128	180	Máx. - Diciembre Mín. - Agosto
Toledo	57	78	37	41	540	360	Máx. - Diciembre Mín. - Julio
Gijón	78	80	75	5	10	0	Máx. - Octubre-diciembre Mín. - Enero-julio
Coruña	78	80	75	5	54	0	Máx. - Octubre Mín. - Abril
Oviedo	77	78	75	3	234	30	Máx. - Enero Mín. - Marzo

La distribución de la humedad relativa media por 100 en el conjunto peninsular es la que expresa el adjunto mapa, según publicación del Servicio Meteorológico Nacional (fig. 294).

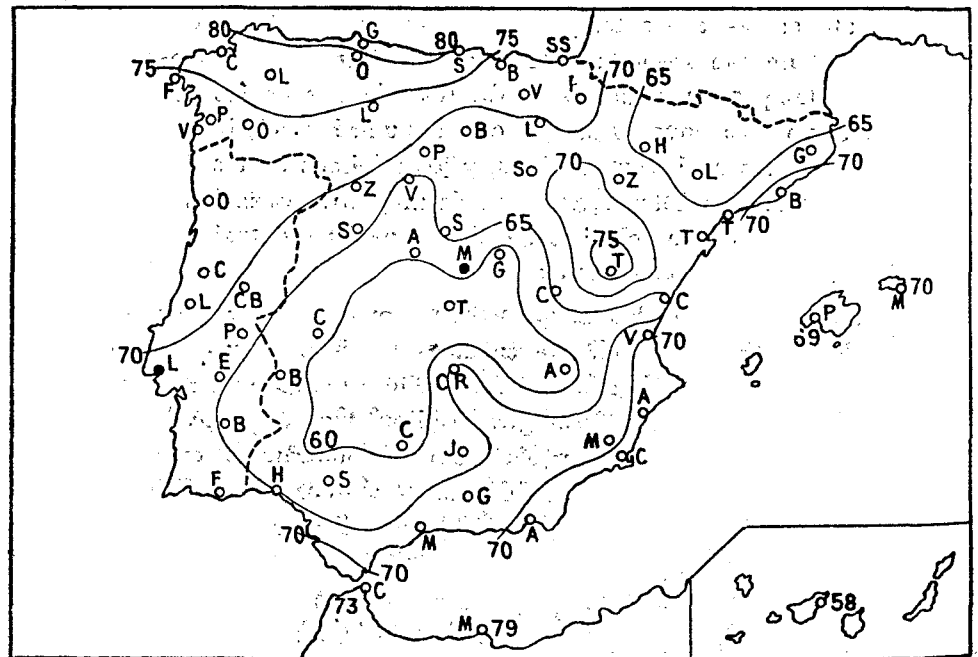


Fig. 294.—Distribución de la humedad relativa media anual en la Península Hispana.

(Según el Servicio Meteorológico Nacional.)

Formas de condensación de la humedad del aire

Según la temperatura del ambiente en que se produce la condensación de la humedad del aire, el vapor atmosférico adquiere el estado físico líquido o sólido.

En tiempo despejado, en calma, con frío y humedad en el ambiente, las plantas pierden, por radiación nocturna, más calor que el aire que las rodea y que el suelo en que viven. Si la temperatura del vegetal des-



Fig. 295.—Mar de nubes sobre el circo de Gavarnie (Francia), visto desde la frontera hispano-francesa, en el macizo del Monte Perdido, del Pirineo.

(Foto Hernández-Pacheco, VIII-1947.)

ciende más bajo que el grado de saturación del aire, parte de la humedad de éste se condensa y deposita sobre las plantas en gotas de «rocío». Cuando el enfriamiento de los vegetales desciende de cero grados, que es el punto de congelación del agua, la del rocío se hiela, y el rocío se transforma en «escarcha», cuya blancura cubre los campos. Cuando sale sol y el calor de la mañana avanza, la escarcha se derrite y el rocío se evapora.

Tales fenómenos sostienen la vegetación de los países subdesérticos o desérticos en los que escasean o faltan las lluvias. En el Sáhara Oc-

cidental, durante la primavera y principios del verano, los rocíos son abundantes en el país litoral, apareciendo, por la mañana, empapadas

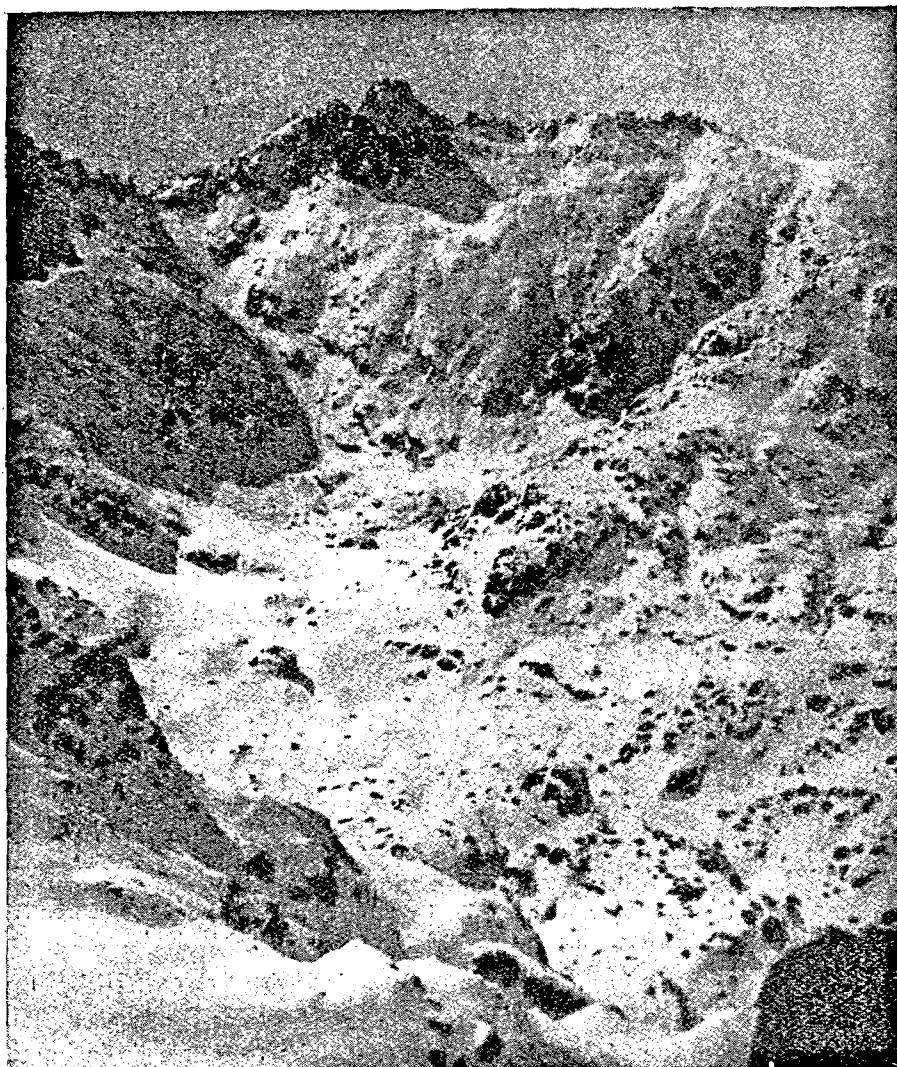


Fig. 296.—Cumbres del Almanzor, en la Sierra de Gredos, cubiertas de nieves en las estaciones de invierno y primavera.

(Foto Hernández-Pacheco, III-1929.)

las jaimas o tiendas de campaña. En el interior los rocíos menguan y desaparecen en el verano, época de gran sequedad atmosférica, que hace quebradizas las uñas y los párpados rozan en el globo del ojo, falto de humedad lacrimal. El rocío es también factor importante en las re-

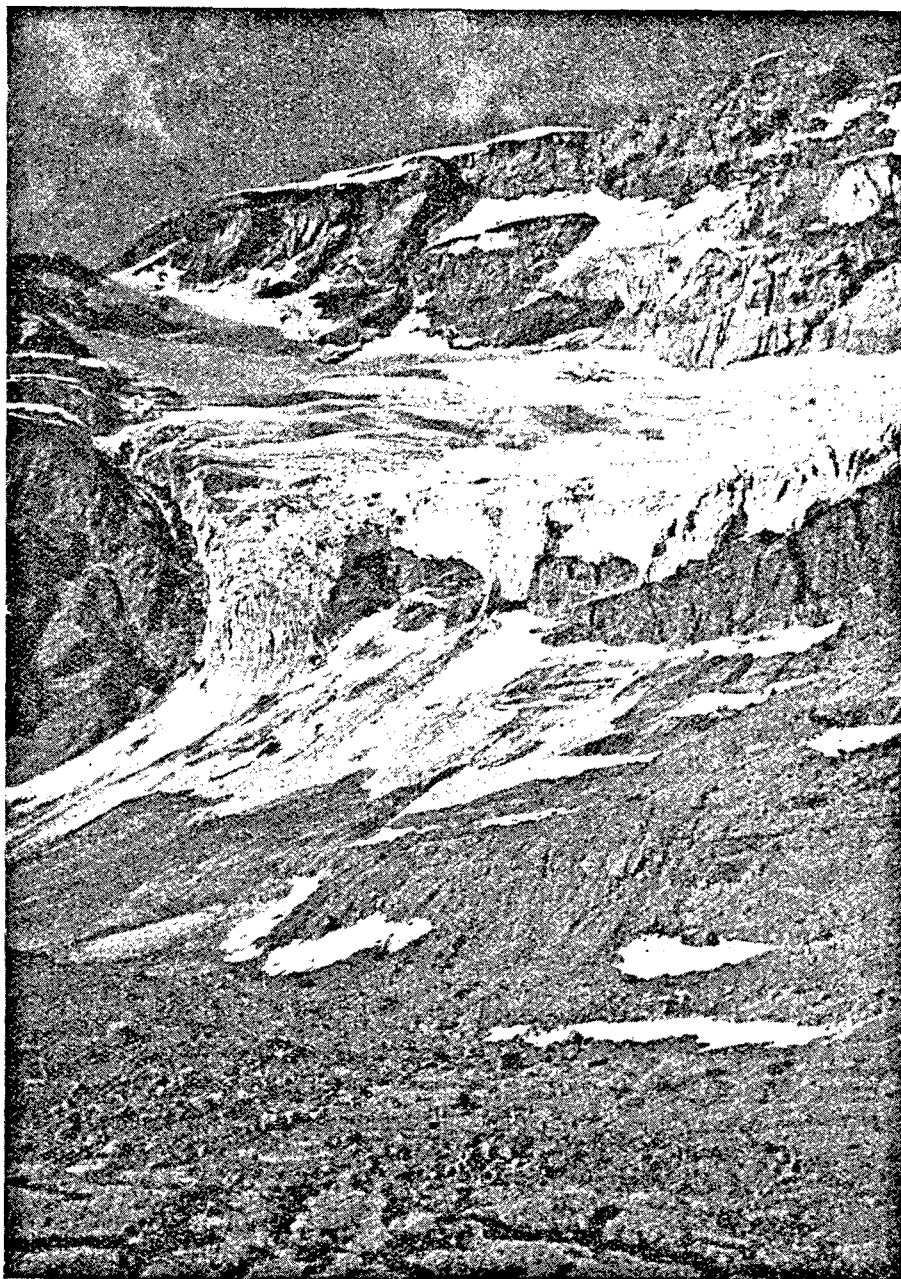


Fig. 297.—Glaciar del Monte Perdido, en los Pirineos Centrales de la provincia de Huesca.

(Foto Hernández-Pacheco.)

giones tropicales cubiertas de vegetación. Ambos fenómenos, rocío y escarcha, son frecuentes y abundantes en el interior peninsular, especialmente en las planicies centrales y en las penillanuras de la mitad occidental.

Generalmente, la condensación del vapor de agua atmosférico se produce en el aire en forma de diminutas gotas, cuya acumulación forma las nubes. Las «nieblas» son nubes bajas en contacto con el suelo. En los territorios montañosos las nieblas suelen ocupar los valles, ocultando en su masa las laderas y relieves bajos, hasta la capa superior de la masa nubosa, remontada la cual brilla el sol en las alturas, en cielo despejado y límpido, en el que destacan los relieves elevados como islas y penínsulas del «mar de nubes», con bordes desflecados que semejan batir de oleaje en los accidentes topográficos (fig. 295). Al atardecer, es frecuente que, por efecto del mayor enfriamiento de las cumbres, asciendan las nieblas, ocultando las altas laderas y las cúspides.

La «nieve» es la condensación del vapor acuoso del aire al estado sólido en agrupaciones de diminutos cristales de hielo, lo que se realiza cuando la temperatura de condensación es inferior a cero grados. La nieve es la forma corriente de las precipitaciones acuosas en las zonas polares y en las cumbres de las montañas (fig. 296).

El nivel inferior de las nieves persistentes en las montañas decrece con la latitud. En Spitberg (a los 77° de latitud) está a los 460 metros de altitud. En Noruega (a los 61°), a la altitud de 1.600 m. En los Alpes (a los 46°), está entre los 2.600 y los 3.300 m., según la orientación sea septentrional o meridional. En los Pirineos (entre los 43° y 42°), a los 3.300 m. de la vertiente meridional (fig. 297). En el Himalaya (entre las latitudes 34° y 27°), está a los 4.940 y los 5.670 m., según la orientación.

En Europa la nieve es frecuente en los países centrales y septentrionales, cubriendo el suelo gran parte del año.

En Europa atlántica, la duración de la nieve en los campos no suele pasar de una semana. Esta es la regla general en las altiplanicies castellanas, salvo en la del Norte, por tierra de Burgos, en donde suele permanecer la nieve más de una quincena de días; de tal modo, que el antiguo camino real, a la altitud del millar de metros, está jalonado de altos mojones pétreos para indicar a los caminantes por dónde va el camino cubierto por la nieve. En el Norte de Alemania suele durar la nieve, en la llanura, más de cuarenta días, y de sesenta en Polonia; un centenar en Riga y en Kiew (Ucrania), y cerca de ciento cincuenta días en Moscú (Rusia).

La capa de nieve sirve de aislador, a cero grados, al suelo, impi-

diendo que éste se hiele en profundidad, resguardando a la vegetación herbácea, cuyas raíces no se hielan, resurgiendo las plantas vigorosas al fundirse la nieve.

En los territorios mediterráneos europeos la nieve es fenómeno accidental, desapareciendo en pocos días de las llanuras y penillanuras, persistiendo durante el invierno en la zona de cumbres de las altas montañas. En África mediterránea occidental la nieve es fenómeno muy poco frecuente, salvo en las altas zonas montañosas. En África mediterránea oriental (Libia, Egipto), la nieve es desconocida.

El límite meridional de las precipitaciones de nieve en el hemisferio boreal (aparte de las cumbres de alta montaña) coincide aproximadamente con el paralelo 30° que pasa próximo al Norte de Lanzarote y de Ifni, al Sur de Marrakés, por el Cairo, y por la desembocadura del Tigris, en el Golfo Pérsico. Las zonas intertropicales están exentas de nieves.

En ciertos casos, como resultado de condensación rápida por brusco enfriamiento de la masa de aire húmedo, generalmente acompañado de viento fuerte y acciones eléctricas, se produce la formación y precipitación del «granizo», en forma de granos irregulares de hielo compacto, imperfectamente cristalizado.

Nubosidad y tipos de nubes

Nubosidad, es la proporción mayor o menor de nubes en el cielo de un país. la cual comprende tres términos principales: «cielo despejado», o sea sin nubes; «cielo nuboso» con nubes, sea cualquiera la cantidad y tipo de éstas; «cielo cubierto», cuando las nubes ocupan todo el espacio visible. La distribución en el tiempo de la nubosidad es importante factor para la determinación del clima, rigiéndose las variaciones del fenómeno por las de la humedad relativa y la pluviosidad.

En el respecto geográfico, el máximo de nubosidad es propio de los países ecuatoriales y de sus océanos. Otra zona terrestre de abundante nubosidad es la comprendida entre los paralelos 45° y 70° del hemisferio boreal, principalmente en el mar y en las costas; zona que comprende a Europa Occidental (Norte de Francia, Islas Británicas y Escandinavia). Londres es muy señalado por la abundancia de nieblas. Las mínimas de nubosidad corresponden a las latitudes medias, desde el trópico de Cáncer hasta el paralelo 45°. Las grandes extensiones desérticas del Sáhara y de Arabia son las de más acentuadas mínimas de nubosidad. El Mediterráneo y los territorios que le encuadran son de nubosidad intermedia, predominando el cielo nuboso o despejado.

En la Península Hispana las costas (salvo la del Sureste) son de más nubosidad que el interior. La llanura manchega es de menor nubosidad que la aragonesa. En el adjunto cuadro, en el que se han agrupado las capitales de menor número de días en el año con cielo despejado (Vitoria, Santiago, Orense y Bilbao) y las de más días despejados al año (Jaén, Alicante, Ciudad Real y Murcia), resalta la existencia de una zona de máxima nubosidad en el Noroeste peninsular y país cantábrico. Destaca como de mínima nubosidad y, por lo tanto, máxima luminosidad, el litoral Sureste peninsular. En el interior, la mínima nubosidad corresponde a la planicie de la Mancha, con el Campo de Montiel y sus proximidades meridionales.

Distribución en los 365 días del año de la nubosidad en ocho capitales de España entre las de máxima y mínima intensidad del fenómeno.

LOCALIDAD	Días despejados	Días nubosos	Días cubiertos
Vitoria	19	235	111
Santiago	43	159	163
Orense	61	181	123
Bilbao	62	131	172
Jaén	194	124	47
Alicante	179	141	44
Ciudad Real	152	118	45
Murcia	148	151	66

En el tránsito del estado de vapor de agua atmosférico al estado líquido deben distinguirse dos fases: una, la de nube; otra, la de lluvia. Al producirse la condensación se realiza en diminutas gotas que, por su pequeñez, aunque tienden a caer, permanecen agrupadas en el aire formando las nubes, que los vientos empujan y trasladan. En el descenso lento de caída de las diminutas gotas, éstas se volatilizan antes de llegar al suelo. La nube está en continuo deshacerse y rehacerse, disminuyendo o aumentando, y variando de forma en sus contornos.

Cuando la condensación es intensa y rápida, las gotitas se unen unas a otras, formándose gotas que, por su mayor tamaño, caen en lluvia. La lluvia puede también producirse por el efecto de descargas eléctricas, cayendo en aguaceros tormentosos.

La clasificación de las nubes está fundamentada en su forma y situa-

ción respecto a su altitud en la troposfera. En la estratosfera no hay nubes. Los tipos fundamentales de nubes son: cirrus, estratus, cúmulos y nimbus, formándose subtipos intermedios por la asociación de los tipos más próximos.

Cirrus.—Son nubes blancas, alargadas, de figuras filamentosas, con bordes como deshilachados, que están constituídas por finas agujas de hielo. Se forman y son propias de las altas capas de la troposfera, en

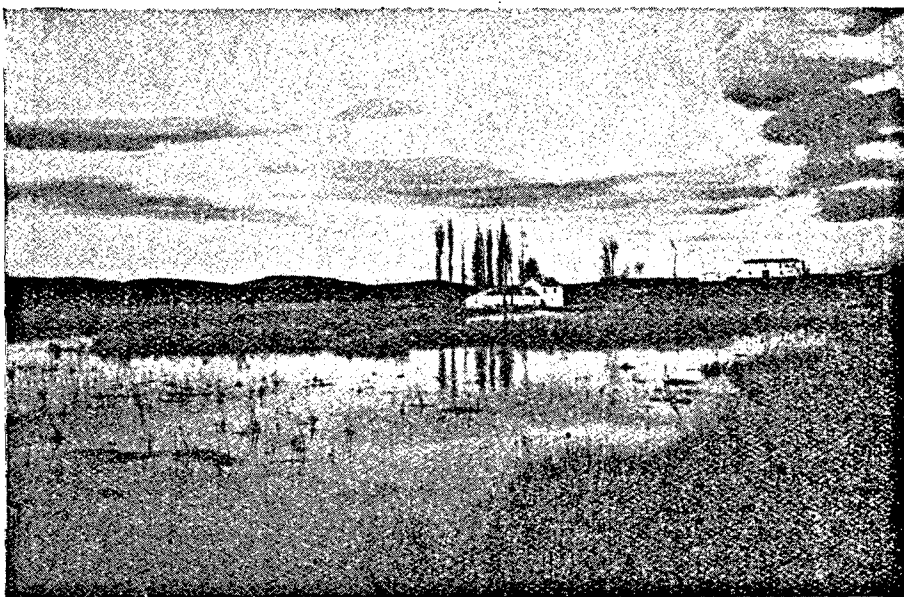


Fig. 298.—Nubosidad en forma de «estratus» en la llanura del Guadiana, de Alarcos (Ciudad Real).

(Foto Hernández-Pacheco, 1921.)

altitud de 8.000 a 10.000 metros. Su presencia, en cielo despejado, es anuncio de cambio de tiempo.

Estratus.—Forman bandas grisáceas, alargadas, de contornos indefinidos. Son también nubes altas que no se resuelven directamente en lluvia. Suelen ser, en el invierno, tránsito a nimbus y productoras de nevadas (fig. 298).

Cúmulos.—Tienen formas globosas, mamelonadas y contornos redondeados, irregulares e indefinidos, con uno de los bordes oscuro y el otro blanquecino, por contraste de iluminación. Forman en ocasiones agrupaciones de pequeñas masas redondeadas y juntas, que son tránsito a cirrus, constituyendo asociaciones de «cielo aborregado», de poca

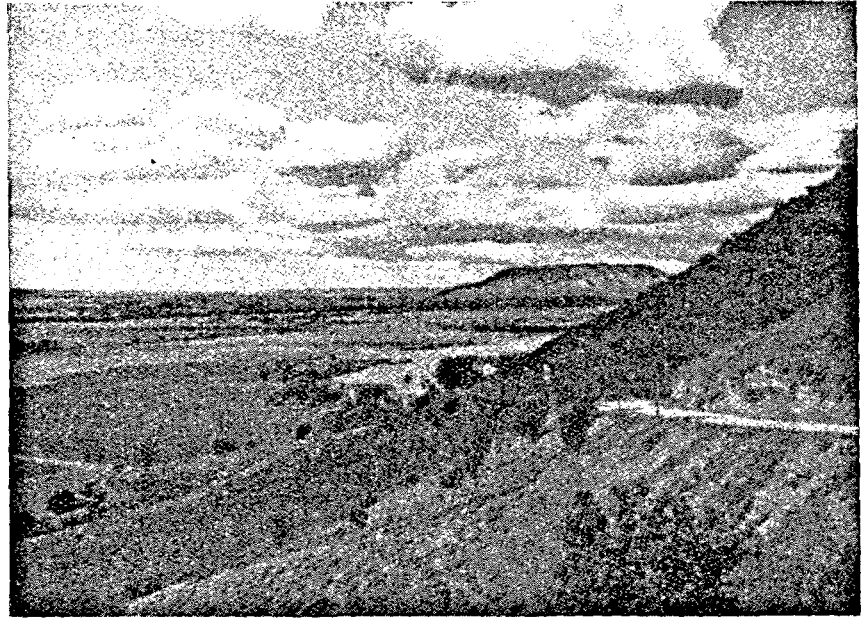


Fig. 299.—Nubosidad en forma de «cumulus» en la llanura carpetana, desde Alcalá de Henares (Madrid).

(Foto Hernández-Pacheco.)

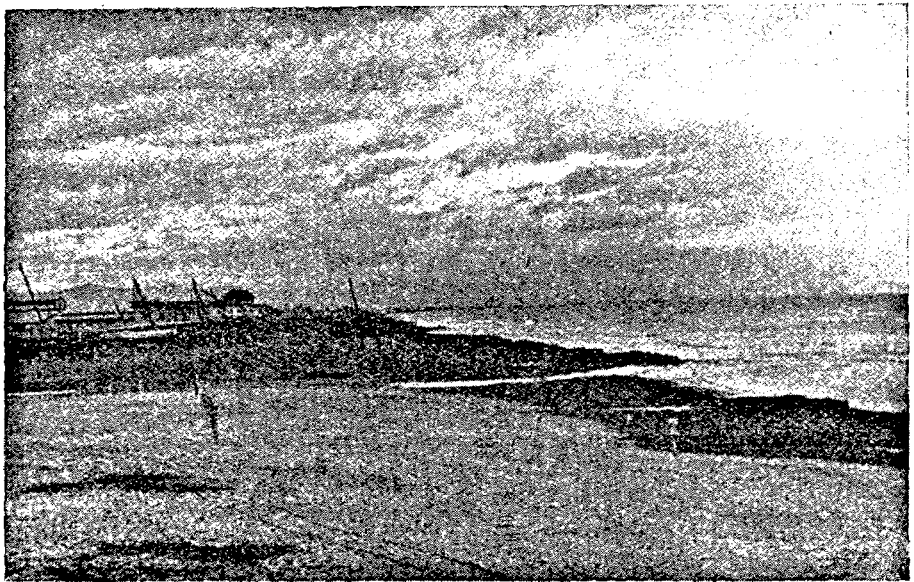


Fig. 300.—Nubosidad en forma de «nimbus» en la costa valenciana, desde Valencia.

(Foto Hernández-Pacheco.)

duración con tal características. Más comunes son los cúmulos de mayor tamaño, en grupos aislados unos de otros. Ascenden desde los 2.000 metros, sin pasar de los 6.000 m., no resolviéndose directamente en lluvia (fig. 299).

Nimbus.—Son las nubes características de la producción de lluvia; presentan color oscuro, constituyendo masas extensas, uniformes, de bordes imprecisos y deshílachados. Ocupan grandes extensiones y se resuelven comúnmente en lluvia. Generalmente, los nimbus son nubes bajas e inestables, elevándose a altitudes de varios miles de metros en asociación con cúmulos (fig. 300).

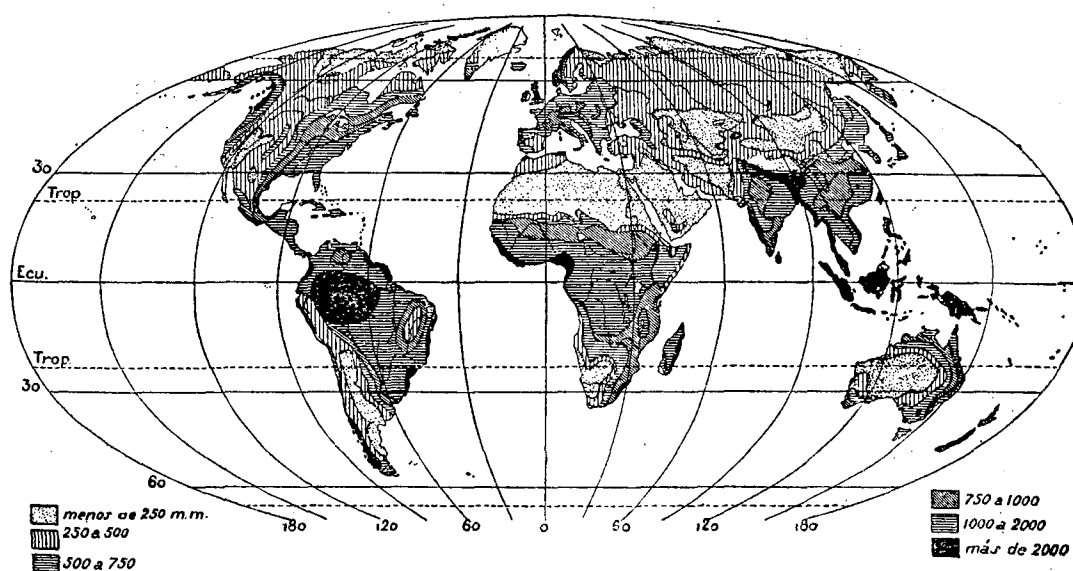


Fig. 301.—Distribución de la lluvia anual en la superficie continental del Globo, según Supan.

Los diversos tipos de nubes, en las variaciones barométricas, suelen formar conjuntos nubosos de gran extensión superficial, constituyendo «sistema de nubes» con movimiento, del que son componentes varios de los tipos descritos.

Medida y representación de las lluvias.

La lluvia se mide con los pluviómetros, y se expresa por la altura, en milímetros, de la capa que al caer formaría en el suelo, y también se expresa en volumen de litros por metro cuadrado, puesto que en un metro cuadrado cada milímetro de espesor de la capa de lluvia es igual

a un litro. Las unidades de tiempo que corresponden a la cantidad de lluvia son el día, el mes y el año.

Con los datos obtenidos de la cantidades de lluvia caída en las diversas estaciones meteorológicas de una región o país se dibujan los mapas pluviométricos, que expresan, mediante curvas, los espacios de la misma cantidad de lluvia durante el transcurso de determinado tiempo (figura 301).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y RÉGIMENES DE LLUVIA

Las lluvias están muy desigualmente distribuidas geográficamente respecto a cantidades y épocas anuales de pluviosidad (fig. 302). Como ocurre con otros factores climatológicos, las desigualdades respecto a

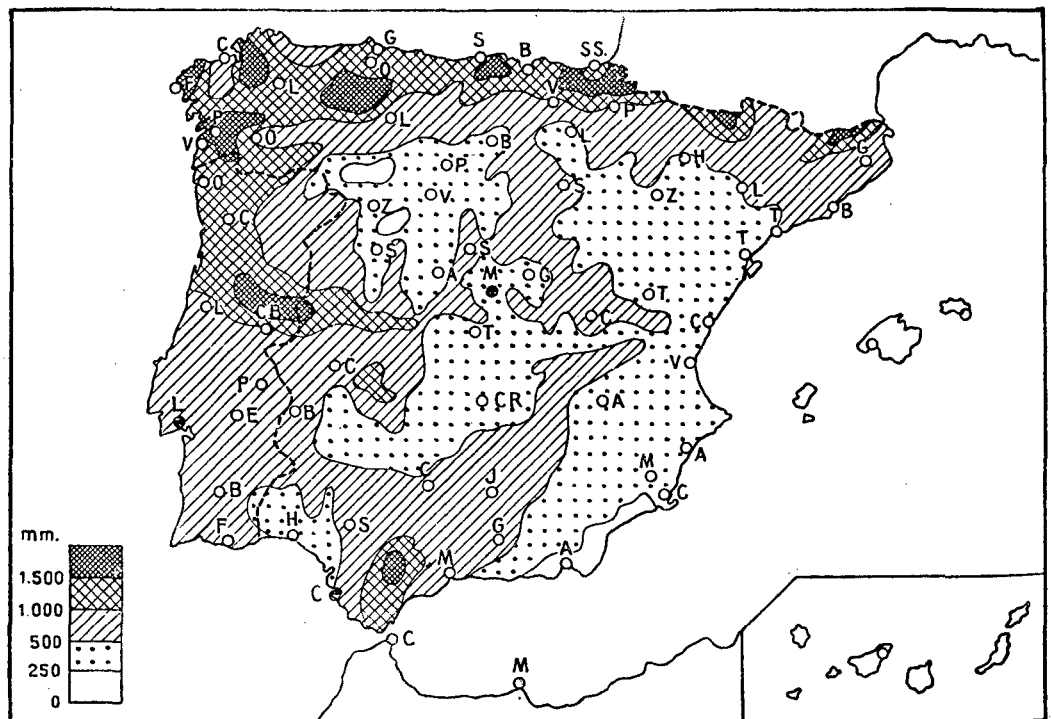


Fig. 302.—Distribución de la lluvia anual en la Península Hispana, según el Servicio Meteorológico Nacional.

pluviosidad son más intensas en el hemisferio boreal que en el austral, siendo las circunstancias que más influyen en la diversidad pluviométrica la distribución de áreas continentales y amplitudes oceánicas, la

latitud y el relieve. Respecto a distribución geográfica, la zona ecuatorial es la de máximas lluvias, y también el Asia meridional, al Sur del Himalaya. Zonas de mínima pluviosidad son los desiertos tropicales y las zonas circumpolares, tales como Siberia y Alaska

La pluviosidad puede considerarse distribuída en las zonas terrestres y en modalidades de diversos tipos de lluvia, con arreglo a la siguiente clasificación:

- a) Zona ecuatorial.
- b) Zonas tropicales, que comprenden dos subtipos: a) Régimen monzónico. 6 Régimen desértico.
- c) Zona templada boreal, en donde se reseñarán dos modalidades: a) Régimen mediterráneo. 6) Régimen mesoeuropeo.
- d) Zona ártica.

Lluvias de la zona ecuatorial

El régimen de vientos ascendentes en la zona ecuatorial y la condensación de la humedad en las áreas altas de la tropoesfera, produce durante todo el año régimen lluvioso; señalándose dos periodos de máximas precipitaciones, coincidentes con el paso del sol por el cenit en marzo y en septiembre. En el transcurso del día llueve, mayormente, por la tarde y durante la noche, luciendo generalmente el sol por las mañanas. La estación más lluviosa dura de seis a ocho meses. Una de las máximas equinocciales es más acentuada que la otra. En realidad no hay estación seca, sino reducción marcada de pluviosidad. Las medias anuales de lluvia sobrepasan a los 2.000 mm. Son países típicos de lluvias ecuatoriales: En Africa ecuatorial, el golfo de Guinea y la isla de Fernando Poo. En Asia, Ceilán y la Insulindia. En América, la cuenca brasileña del Amazonas, la Guayana y el litoral meridional del golfo de Méjico, con algunas porciones del litoral pacífico de América Central. Son ejemplos de estaciones pluviométricas: En Africa, El Camerún, con 4.195 mm.; El Gabón, 2.217 mm.; Sierra Leona, 4.000 mm. En Asia, Batavia (Java), 1.836 mm.; Padang (Sumatra), 4.576 mm.; Macassar (Célebes), 3.042 mm. En América, Colón (Panamá), 3.108 milímetros; Pernambuco (Brasil), 2.971 mm.

Lluvias tropicales

El régimen de lluvias ecuatoriales, al avanzar hacia los trópicos, se va modificando por la intercalación entre los periodos lluviosos de otros dos secos, que van adquiriendo, en relación con la latitud, mayor desarrollo; existiendo zona de tránsito en la que la media pluviométrica

anual descende hasta los 1.000 mm. y menos. Corresponde a este tipo de tránsito, entre el ecuatorial y el tropical, la mayor extensión de Africa Central, desde la costa atlántica hasta el territorio de los grandes lagos del Africa Oriental. En América, la parte septentrional del Brasil, Paraguay, Venezuela, Colombia y Ecuador, América Central, las Antillas y el litoral del golfo de Méjico.

Entre los 20° y 30° de latitud boreal, el verano es periodo de sequía, y el invierno o la primavera, según los casos, periodo de lluvias, que es de características muy irregulares.

Las lluvias tropicales comprenden dos principales modalidades: una, la de tipo monzónico, característica del Sur y Sureste del continente asiático; otra, típica de las grandes amplitudes desérticas del Sáhara, Arabia y Suroeste de los Estados Unidos, en el hemisferio boreal, y el desierto africano del Kalahari, el australiano y el de Chile, en el hemisferio austral.

Lluvias monzónicas.—El régimen de lluvias monzónicas se puede considerar dividido en dos periodos estacionales: uno, de invierno, que es la estación seca, y otro, de verano, que corresponde a la estación lluviosa. Las medias anuales de lluvias monzónicas pasan de los 1.500 milímetros, penetran en el interior de China y alcanzan, copiosas, al Japón. Las máximas precipitaciones son en el litoral y regiones no muy del interior: Bombay, 1.890 mm.; Calcuta, 1.655 mm.; Saigón (Indochina), 1.873 mm.; Cantón (China), 1.709 mm. La estación pluviométrica que registra mayor cantidad de lluvia anual es la de Tcherrapundji, situada a los 1.250 metros de altitud, en los montes de Assan, situada en el fondo del golfo de Bengala, con media anual de 12.040 mm., siendo la lluvia máxima recogida en un día de 1.036 litros por metro cuadrado; en lo que influye el gran relieve montañoso.

Lluvias de los países desérticos.—Las grandes extensiones desérticas terrestres, aparte de las polares, corresponden a las zonas medias tropicales, tanto en uno como en otro hemisferio. La mayor extensión desértica es la situada a lo largo del trópico de Cáncer, que comprende desde la costa atlántica africana hasta el mar Rojo, continuándose hacia el Este, comprendiendo la amplia península asiática de Arabia, extensión con límites indefinidos meridionalmente, y que alcanza por el Norte al Mediterráneo Oriental; amplia área desértica que está cruzada, de Sur a Norte, por el valle del Nilo y por el mar Rojo.

Caracteriza al régimen desértico la rareza e irregularidad de las precipitaciones acuosas, que, en el Sáhara, están influidas por el constante viento alisio del Noreste, si bien tal influjo es costero y no pasa de la banda litoral, de anchura de 25 a 30 kilómetros, en la que predomina

clima uniforme marítimo durante el año. En el interior, aunque las escasas precipitaciones pueden realizarse en cualquier época del año, se señala débilmente una época de alguna lluvia, que es suficiente para que la poca vegetación brote y se desarrolle rápidamente, permitiendo la alimentación del ganado, que vive en perpetuo régimen de trashuman-
cia. Época de alguna lluvia ocasional en las zonas septentrionales es

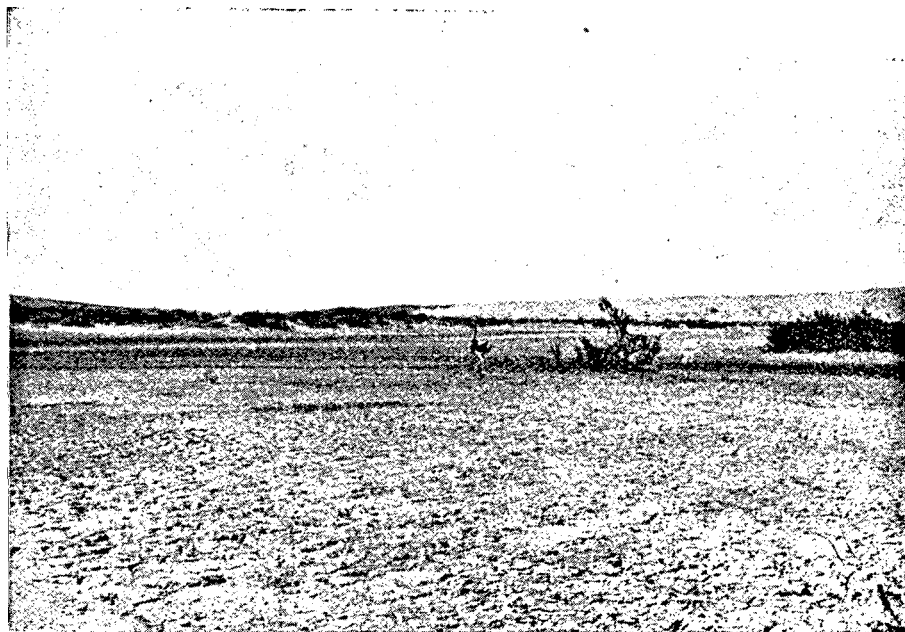


Fig. 303.—El amplio cauce del Seguia-el-Hamra, en las inmediaciones de El Aiun (Sáhara español), totalmente seco desde muchos años, en abril de 1941.

(Foto Hernández-Pacheco.)

principalmente el invierno, y en las meridionales, la primavera avanzada o principios de verano.

En raras ocasiones se producen lluvias intensas y de corta duración. Tal fué el caso, en el Sáhara Occidental, en la primavera de 1942 y en el otoño de 1944; período de lluvias, el último, de varios días seguidos lloviendo con intensidad; lluvias que originaron grandes inundaciones; fenómenos en extremo anómalos, no teniendo recuerdo las gentes del país de haber ocurrido otro semejante en varias décadas de años. El ancho cauce de la Seguia-el-Hamra se ocupó por las aguas, formándose gran lago en la zona del Aiún; lago represado, naturalmente, por la banda de médanos situada en la desembocadura del uadi. La depresión

en la que estaba la antigua alcazaba de Dora, situada a 35 kilómetros de Villa Bens, se llenó con las aguas pluviales, alcanzando las inundaciones en las barrancadas altura de cerca de 15 metros, cubriéndose la alcazaba, construída de tapial, la cual se derrumbó completamente (figuras 303 y 304).

Como valores normales de la pluviosidad en el valle bajo del Nilo (que debe considerarse como un oasis alargado cortando transversal-



Fig. 304.—El amplio cauce del Segui-el-Hamra, en las inmediaciones de El Aiun (Sáhara español), ocupado por las aguas de la crecida producida por las copiosas lluvias de la primavera de 1942.

(Foto Vidal Box, 1942.)

mente la anchura del Sáhara Oriental) pueden citarse El Cairo, con 34 milímetros de lluvia anual, y Suez, con 25 mm.

Lluvias de la zona templada boreal

Nos referimos principalmente, en este epígrafe, al hemisferio boreal y, en especial, al Atlántico y países europeos, al Asia Occidental y al Africa al Norte del Sáhara. Se caracteriza la zona templada boreal por el régimen de lluvia en las diversas épocas del año. Como regla general, la cantidad de lluvia disminuye desde el mar hacia el interior de los continentes de tal modo que, en el litoral atlántico europeo, la

media anual es de unos 800 mm.; de 600 a 500, en Europa Central; de 500 a 400 mm., en Rusia, y de 200 mm. y menos, en Asia Central.

El relieve influye mucho, aumentando la cantidad de lluvia con la altitud. Por otra parte, es mucho mayor la pluviosidad en la vertiente montañosa que da frente al viento húmedo que en la opuesta; como es notorio en el Pirineo por el contraste de la frondosidad de las laderas septentrionales respecto a las meridionales. En la baja estribación subpirenaica, que da frente a la llanura de Lérida, la alargada sierra del Montsech debe su nombre a lo seca y pelada de la ladera meridional, en contraste con la septentrional de la Conca de Tremp, cubierta de jugoso matorral. La portuguesa sierra de la Estrella tiene pluviosidad media anual superior a 1.500 mm. por efecto de las lluvias de relieve; zona montañosa separada de la costa por territorio de pluviosidad comprendida entre los 500 y los 1.000 mm. Ejemplo más limitado es el de la sierra de Grazalema, en la serranía de Ronda, cuya abrupta ladera del Suroeste recibe unos 1.500 mm. de lluvia anual, mientras que la vertiente opuesta está casi seca. El fenómeno, aun sin lluvia, se realiza por la diferente condensación del viento húmedo en el roquedo; así, en los extensos campos de lava de la erupción de 1730 a 1736 en la isla de Lanzarote (Canarias), el campo lávico, cuando se le mira cara al alisio que sopla del NNE., presenta el color negro de las lavas basálticas que le cubren, desprovistas de vegetación alguna; y cuando se le observa de espaldas al viento, aparece la superficie rocosa que da frente al alisio, de color gris; coloración resultante de la cubierta de líquenes que se desarrolla con la humedad del viento.

Diversidad de regiones desprovistas de lluvias es por estar rodeadas de montañas que las condensan al exterior, llegando secos los vientos al interior, originándose áreas desérticas por falta de lluvias; como ocurre en la planicie central de Anatolia, en Turquía asiática. Fenómeno análogo se produce en los Estados Unidos en la gran cuenca de las Montañas Rocosas, en el desierto del Colorado.

Régimen mediterráneo de lluvias.—Comprende el régimen mediterráneo el ámbito de este mar con sus grandes islas y los países que le rodean, africanos, asiáticos y europeos.

El régimen anual pluviométrico mediterráneo se caracteriza por lluvias de invierno y por una estación seca de verano, de larga duración y calurosa. En el régimen mediterráneo de lluvias se señala una variante en el Mediterráneo Oriental, que, por una parte, consiste en presentarse la temporada lluviosa muy retrasada, llegado el invierno; mientras que en el Mediterráneo Occidental comienza en el otoño (septiembre y octubre). Por otra parte, en el Mediterráneo Oriental, la pluviosidad

Pluviosidad mediterránea

LOCALIDAD	Altitud m.	Tempera- tura máx. y mín.	P L U V I O S I D A D												AÑO
			Octubre	Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Seppure.	
Lisboa	20	35,4 2,9	77	94	101	93	84	96	70	54	13	4	8	82	726
Madrid	667	38,4 — 9,0	44	61	43	25	43	37	38	41	39	9	6	36	420
Badajoz	186	46,0 — 6,4	63	89	63	44	56	55	48	40	32	6	6	36	538
Barcelona	95	36,3 — 4,4	91	57	44	34	44	46	48	50	38	28	34	64	578
Marsella	75	38,3 6,1	89	71	53	45	33	41	49	43	29	16	27	52	548
Palermo	70	45,1 — 1,9	101	101	115	104	78	81	67	34	15	8	14	38	756
Melilla	10	39,2 1,2	36	81	59	57	52	35	32	15	11	1	2	37	418
Argel	20	38,7 — 4,2	80	117	137	107	90	89	59	39	15	2	7	29	765
Corfú	30	45,5 — 1,9	161	216	247	159	151	110	76	54	22	5	23	90	1314
Atenas	107	37,9 — 1,6	44	73	62	52	37	34	21	20	17	7	9	14	390
Esmirna	23	38,5 — 3,1	45	108	112	105	75	85	45	32	12	5	3	23	650
Jerusalén	750	36,2 — 1,0	10	59	146	165	127	101	40	6	0	0	0	1	750
El Cairo	23	42,7 1,9	1	4	9	5	4	3	4	2	0	0	0	0	32

(Datos del Servicio Meteorológico Nacional y de E. Martonne).

está principalmente concentrada en la temporada invernal, mientras que en el Mediterráneo Occidental está mas repartida a lo largo del año.

El adjunto cuadro de pluviosidad comprende estaciones típicas de las modalidades occidental y oriental del régimen pluviométrico mediterráneo.

El régimen de lluvias mediterráneo suele estar influido localmente por uno u otro de los en que está comprendido: de una parte, por el desierto africano del Sáhara y el de los países del Asia Occidental; de otra, por el régimen de lluvias, todo el año, de Europa Central. En uno y otro influjo interviene la situación de los sistemas montañosos. El Atlántico es el principal productor del régimen de lluvias, no tan sólo de la Península Hispana, sino del Mediterráneo en su conjunto, llegando el influjo atlántico desde el Alentejo portugués al valle del Jordán, desde Lisboa a Jerusalén.

El Atlántico es el más importante modificador del régimen hispano, tanto en la Hispania húmeda septentrional y del Noroeste, como en la Hispania seca del resto peninsular, sin que ello sea óbice para las modificaciones regionales producidas por otros regímenes externos a la Península, tal como el influjo desértico africano, en el Sureste de España, y el importante producido por la situación del relieve.

Se caracteriza el régimen pluviométrico de la Hispania seca por una época de lluvias que comienza hacia el equinoccio de otoño, con un máximo en otoño e invierno; un corto período de seca en enero; otro máximo en primavera, hasta que, hacia el solsticio de verano, comienza la estación seca, que dura el verano, con raras lluvias esporádicas poco intensas y tormentosas, terminando hacia el equinoccio de otoño, en que se reanuda el ciclo pluviométrico.

Régimen de lluvias mesoeuropeo.—La característica principal del régimen de lluvias de la zona templada fría, y, en particular de Europa litoral Atlántica y de Europa Central, es la distribución de la lluvia en el transcurso del año, sin período seco de verano, e incluso predominando la pluviosidad en dicha estación en algunas regiones orientales; es el régimen típico de lluvias variables. El acceso de los vientos cargados de humedad procedentes del Atlántico, que soplan del Noroeste y del Suroeste, produce, en otoño y en invierno, abundantes lluvias anuales en la Europa Atlántica. En Europa Central las primaveras son muy lluviosas, y más al interior, en Europa Oriental, el predominio de las lluvias es en verano.

Respecto a cantidad, se señala decrecimiento constante en relación con el alejamiento al océano; correspondiendo las cantidades mayores a las zonas litorales: Bergen (Noruega), 1.840 mm.; Valentia (Irlandia), 1.840 mm.

da), 1.422 mm. ; Brest (Francia), 824 mm. ; Santiago (Galicia), 1.442 milímetros ; mientras que en el interior, en la misma zona de latitud, están Varsovia (Polonia), con 554 mm. ; Kiew (Ucrania), 535 mm., y Bucarest (Rumanía), 583 mm.

En el interior europeo, con tal distribución y cantidades de lluvia anual, resultan países cerealísticos, especialmente trigo, centeno y avena, con ventaja sobre los países de régimen de lluvias mediterráneo, que son adecuados para el plantío, especialmente de la vid y del olivo. Análoga producción a la centroeuropea cerealista es la de las zonas templadas americanas, tales como los Estados Unidos y Canadá, y en el hemisferio austral, Argentina. A pesar de las bajas temperaturas, el límite del cultivo del trigo, en el Canadá Central, llega hasta el paralelo 58°, al Sur del lago Athabaska, en el río Mackenzie, y en la región atlántica, al paralelo 47°, por efecto de las primaveras frías en exceso.

La distribución del relieve montañoso produce importantes variaciones regionales en el régimen de las lluvias europeas, especialmente en Europa Occidental y Meridional. De más uniformidad son las llanuras centrales (Alemania, Polonia) y las orientales (Hungría, Ucrania, Rusia). Al régimen de lluvias occidentales europeas corresponde la porción septentrional peninsular, denominada Hispania húmeda, inadecuada para el cultivo cerealístico, salvo algún centeno en Galicia y muy restringidas porciones en Asturias, y más extensas en Alava ; región, la septentrional hispana, situada fuera de los límites del cultivo del olivo, e impropia para la ganadería extensiva porcina y la lanar ; país de pastos verdes en verano y abundante en vegetación arbórea y de cultivos hortícolas herbáceos de ciclo estival con regadío natural de lluvia.

Lluvias de la zona polar ártica

La característica fundamental de las regiones árticas es la temperatura frígida en el transcurso del año, con alguna más suavidad en corta temporada de solsticio de verano ; bajas temperaturas que hacen que las precipitaciones acuosas se efectúen bajo la forma de nieve ; las aguas superficiales, tanto marinas como continentales, se hielan, y, asimismo, en espesor de varios metros en profundidad las que existen en los terrenos bajo la superficie del suelo. Carácter general de las zonas árticas es la sequedad del aire, lo que ocasiona precipitaciones muy débiles, pues la baja temperatura ambiente impide la evaporación, permaneciendo el suelo helado, cubierto de nieve, la mayor parte del año.

En la zona polar ártica se distinguen dos modalidades de país geográfico : una, es el de la inmensa llanura siberiana ; otra, el archipiélago polar.

En la llanura siberiana las precipitaciones anuales son menores de 100 mm., cayendo los dos tercios en los meses de junio, julio y agosto, que es el verano siberiano, con temperaturas análogas a la primavera centroeuropea y precipitaciones en forma de lluvia. Al comenzar este período se verifica el deshielo, o sea la «rasputitsa», en que los ríos arrastran témpanos de hielo; el país se convierte en un fangal intransitable, entre desplomes de hielo, tierras y rocas, que se precipitan por las laderas de las barrancadas. Avanzada la estación el terreno se seca y hace transitable y se desarrolla rápidamente vegetación fugaz, que crece, florece y fructifica en la corta estación indicada.

En Spitzberg, las precipitaciones anuales no alcanzan a los 200 milímetros. La sequedad del aire ocasiona, tanto en el archipiélago polar como en Siberia, que el viento arrastre la nieve en polvo, en tempestades de gran violencia. Groenlandia está toda ocupada por un enorme caparazón de hielo de que, como en Spitzberg, en Islandia y en las islas más o menos montañosas del archipiélago polar, descienden glaciares que llegan al mar, y de los que en la fugaz estación del verano polar se desprenden grandes bloques y gruesos témpanos de hielo o «icebergs» que, arrastrados por las corrientes marinas hacia latitudes más bajas del Atlántico, acaban por fundirse. Es en esta época cuando el borde costero de Groenlandia y parte de Islandia, los campos, en las porciones descubiertas, presentan algún verdor.

Los adjuntos datos estadísticos dan idea del régimen pluviométrico de la zona polar ártica, según las estaciones de Verkhojank (Siberia) y de Danmarkshaven (Groenlandia).

Régimen pluviométrico de las estaciones de Danmarkshaven (Groenlandia) y Verkhojansk (Siberia), en la zona polar ártica, según datos transcritos de E. Martonne.

LOCALIDAD	Altitud m.	Tempera- tura máx. y mín.	P L U V I O S I D A D m/m												AÑO
			Octubre	Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	
Danmarkshaven ..	5	14,8 — 39,8	7	26	19	30	17	18	3	4	6	1	8	7	146
Verkhoyansk	107	29,2 — 69,2	5	5	4	5	2	1	2	5	12	30	22	6	99

PRESIÓN ATMOSFÉRICA ; SU MEDICIÓN

La presión de la atmósfera en condiciones normales y al nivel del mar es equivalente a la de una columna de mercurio con altura de 760 milímetros (según se dedujo del experimento de Torricelli, en 1643) y, por lo tanto, el peso de la atmósfera al nivel del mar y sobre una superficie de un metro cuadrado es igual a 10,333 kilogramos.

Se mide la presión atmosférica por medio del barómetro de mercurio, en cuyo tubo de vidrio la columna barométrica alcanza la cifra que expresa la presión del aire. Si se asciende en altitud, la capa de aire atmosférica está tanto más enrarecida cuanto más elevación se alcanza en la troposfera, pesando cada vez menos de lo que pesa al nivel del mar ; así, a los 1.000 metros de altitud el peso de la atmósfera es tan sólo de 6,90 kilogramos por metro cuadrado ; cambio de presión que indica el barómetro por la disminución en milímetros a que alcanza la columna barométrica ; de lo cual se ha deducido la aplicación del barómetro para la medición de los relieves montañosos.

Por otra parte, el aire es cambiante en sus características, especialmente en lo que se refiere a temperatura y humedad : «El aire frío es más pesado que el aire caliente, y el aire seco pesa más que el húmedo.»

Tales variaciones en las características del aire se señalan en el barómetro por la variación de la altura ; en milímetros, de la columna de mercurio respecto a la «presión normal», de 760 mm. ; en «presiones bajas», inferiores a la normal, y en «presiones altas», superiores a la normal. La unidad de presión atmosférica es el milímetro barométrico.

El barómetro de mercurio es reemplazado en las estaciones meteorológicas por los metálicos aneroides registradores, cuyas indicaciones están corregidas por comparación con otro de mercurio. En las observaciones en viaje y medición de altitudes se utilizan, asimismo, barómetros metálicos aneroides denominados altímetros. Para eliminar las indicaciones de los altímetros producidas por variaciones de presión independientes de la altitud, se establece comparación con los datos suministrados con otro barómetro fijo en estación de la comarca en que se opera.

Líneas isóbaras y su distribución

Para dar expresión gráfica a la situación y variación de las áreas de presión en el tiempo y en el espacio, se han ideado las «líneas isóbaras», que unen los puntos de la superficie terrestre que tienen la misma pre-

sión barométrica. Análogamente a como acontece en las líneas isotermas, se ha referido al nivel del mar la altitud de los puntos de observación situados sobre las tierras, con lo cual el trazado de las isóbaras se presenta más sencillo en su interpretación (fig. 305).

La distribución general de isóbaras en la superficie de la Tierra, reconoce como causa primordial características de orden cósmico, modificadas por otras secundarias de orden geográfico y por el juego de las acciones circunstanciales de los meteoros. En esta continua acción

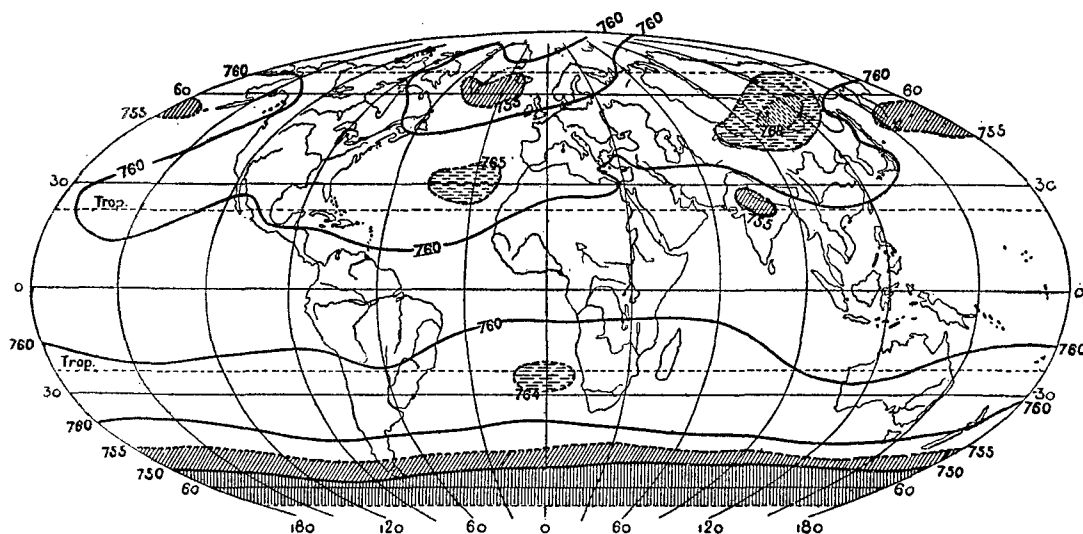


Fig. 305.—Isóbaras anuales de la superficie terrestre, según Hann.

a lo largo del tiempo se producen variaciones estacionales, siendo las diferencias más señaladas las que existen entre las isóbaras de invierno y las de verano, o sea entre las de enero, el mes más frío del ciclo anual, y las de julio o agosto, los meses más calurosos.

El principio que regula la producción de presiones barométricas, formulado por Angot, está expresado en los siguientes términos: «En toda región que presenta un máximo de temperatura absoluta o relativa, respecto a las regiones más vecinas, se produce un mínimo de presión. Inversamente, las mínimas absolutas o relativas de temperaturas, corresponden a máximas de presión.» Este principio es aplicable a la diferencia de aptitud de continentes y mares para absorber y conservar el calor solar.

La distribución general de las presiones atmosféricas en el conjunto de la Tierra y sus variaciones en el transcurso del año está determinada

por la existencia de una banda de bajas presiones a lo largo de la zona ecuatorial, que constituye el «mínimo ecuatorial»; banda cuya isóbara de 760 mm. oscila en el transcurso del año, al Norte y Sur de la línea ecuatorial, en relación con los cambios de las estaciones, que son contrapuestas en uno y otro hemisferio.

Al Norte y Sur, respectivamente, de la banda del mínimo ecuatorial, existe en cada hemisferio, desde las latitudes próximas al trópico hasta las no muy lejanas al círculo polar, por la extensión de las zonas templadas un conjunto de áreas continentales y de extensiones marinas de altas presiones que forman las bandas del «máximo subtropical», boreal y austral.

Pasadas las bandas del máximo subtropical, ocupan las altas latitudes árticas y antárticas bajas presiones, constituyendo, respectivamente, el «mínimo polar».

En el hemisferio austral la situación de las áreas de isóbaras, en el transcurso del año, está mucho más regularizada que la del hemisferio boreal por el gran dominio en aquél de las amplitudes oceánicas respecto a las áreas continentales. En el hemisferio boreal, al contrario, por el predominio de las tierras y por las variadas características meteorológicas de temperatura y de humedad, se producen áreas de isóbaras irregulares, con importantes cambios en su desarrollo en el transcurso del año.

El conocimiento de la distribución geográfica de las presiones atmosféricas y su variación en el transcurso del año se complementa con el trazado de isóbaras medias mensuales, especialmente de enero y de julio o agosto.

Isóbaras de enero.—El mapa de isóbaras de enero correspondiente al conjunto de la superficie terrestre, hace ver que en esta época del año el mínimo ecuatorial está avanzando hacia el hemisferio austral, porque entonces es verano en este hemisferio; no obstante, no desaparece por completo del hemisferio boreal. Hay persistencia del máximo subtropical en los océanos del hemisferio Norte, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, con los áreas de máximas presiones: una, en el archipiélago de las Azores, frente a Portugal, a la latitud de Lisboa, con 165 mm.; otra, en el Pacífico, frente a California, a la latitud de San Francisco, con 760 mm. En esta época de enero, las grandes áreas continentales son territorios fríos, con máximas barométricas: con 778 mm., en Siberia, y con 768 mm., en las zonas centrales de los Estados Unidos. En las zonas árticas se establecen sobre los océanos dos centros de bajas presiones: uno, en el Atlántico, al Sureste de Groenlandia y Sur de Islandia, a la latitud de 60 grados, frente a las costas

noruegas, con 748 mm. de presión barométrica. Otro centro de baja presión está al Norte del Pacífico, en las Aleutinas, al Suroeste de Alaska, con presión de 755 mm.

En el hemisferio austral (en donde entonces es verano) los continentes están más calientes que los mares, y tienen bajas presiones; y las altas están en los centros meridionales del Atlántico, Indico y Pacífico. Las bajas presiones antárticas (745 mm.) están en el océano y continente glacial antártico.

Isóbaras de julio.—En la segunda quincena de julio y primera de agosto, las características de orden cósmico producen otra disposición de las isóbaras. En el hemisferio boreal es verano, y en el austral, invierno. El mínimo ecuatorial ha seguido el movimiento aparente del Sol y está expandido hacia el mar del ecuador. La zona de máxima subtropical está avanzada en los océanos, hacia el Norte; estableciéndose al Noroeste de las Azores extensa área anticiclónica, de 769 mm. de presión; área que fué la que permitió a la escuadrilla de descubierta de Colón, los Pinzones y Juan de la Cosa llegar fácilmente, por vez primera, a América. La otra área anticiclónica se establece en el Pacífico, en la latitud de San Francisco, con altas presiones de 768 mm. Áreas de bajas presiones se establecen en los continentes sobrecalentados, que en las amplitudes asiáticas comprenden mínimas barométricas de 755 a 748 milímetros.

En el hemisferio austral, que está en invierno cuando el boreal está en verano, las máximas presiones subtropicales aumentan en los continentes, que entonces están fríos, presentando el conjunto del hemisferio más regularidad que el boreal por el predominio de las extensiones oceánicas, señalándose 768 mm. de presión, en Africa Austral; 765 mm., en el Sur del Brasil; de 765 a 770 mm., en Australia; 768 milímetros, en el Indico meridional, y 766 mm., en el Pacífico, frente a Chile. Pasado el paralelo 40° y la isóbara de 760 mm. se extienden las mínimas polares.

Anticiclones y ciclones

Se denominan «anticiclones» a centros atmosféricos de altas presiones rodeados por isóbaras concéntricas, cuyas presiones son decrecientes hacia el exterior. El «área anticiclónica» es la extensión en que el fenómeno se produce. Caracteriza al área anticiclónica el aire en calma, la sequedad del ambiente, el cielo despejado de nubes, temperaturas extremadas y el buen tiempo fijo. Los anticiclones son centros de emisión de

aire, con vientos centrífugos que soplan del interior al exterior (figura 306).

Los «ciclones» son centros atmosféricos de bajas presiones rodeados por isóbaras concéntricas de bajas presiones que van aumentando hacia el exterior. «Area ciclonal» es la extensión que ocupa el fenómeno. Es característico de las áreas ciclonales el aire en movimien-

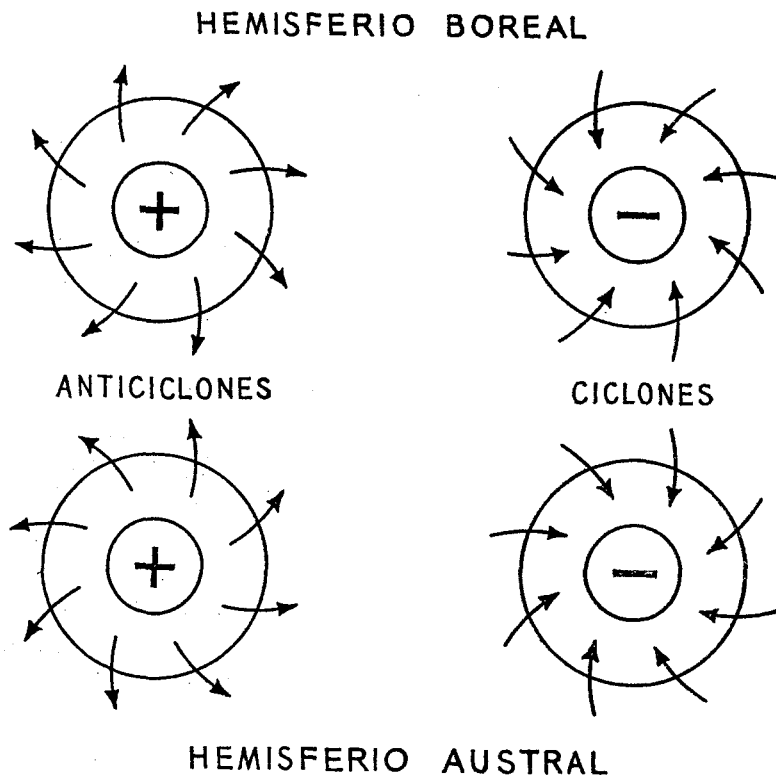


Fig., 306.—Anticiclones y ciclones.

to; el cielo cubierto o nuboso, con lluvias frecuentes; temperaturas moderadas, y tiempo variable. Los ciclones son centros de atracción del aire, con vientos centrípetos del exterior al interior.

En el hemisferio boreal los vientos centrífugos que parten del centro anticlinal no siguen completamente la dirección radial, ni tampoco los que afluyen desde el exterior al centro ciclinal, sino que, por efecto del giro de la Tierra, son desviados, incurvándose, originándose movimiento en torbellino espiral de aire ascendente, en los ciclones, y de aire descendente, en los anticiclones.

En el hemisferio austral la desviación del viento en ciclones y anticiclones es en sentido contrario que en el hemisferio boreal.

Las áreas ciclónicas son inestables, variando de lugar las del hemisferio boreal, en el Atlántico, de Oeste a Este o al Noreste y Sureste, nunca en dirección contraria hacia el Oeste. Los anticiclones son más estables, permaneciendo estacionados más o menos tiempo. Tanto los anticiclones como los ciclones se forman y mueven sobre los continentes o sobre los mares, variando el régimen y produciendo las más intensas perturbaciones en las épocas de los cambios estacionales.

Los ciclones en la Península hispana, con sus turbulencias y lluvias, vienen casi siempre del Atlántico, del Oeste y, más generalmente, del Suroeste. Cuando el viento sopla del Saliente el tiempo se estabiliza y serena; a veces, con exceso de sequedad, pues hacia el Este es donde suelen estar las áreas anticiclónicas.

EL VIENTO

El aire es inestable y se mueve cambiando de lugar, estableciéndose corrientes para restablecer el equilibrio atmosférico perturbado; el viento es el aire en movimiento. El principio que rige los desplazamientos del aire se ha formulado diciendo: «El viento sopla de las zonas de altas presiones hacia las bajas presiones. La velocidad del viento está en razón directa de la diferencia de presión de los lugares entre los que sopla.»

A falta de una medición fácil de la velocidad del viento se ha establecido mediante «estima», o sea concepto aproximado por apreciación personal. La escala de términos que expresa el adjunto cuadro, contiene las divisiones establecidas respecto a velocidad del viento.

La fuerza del viento la determinan automáticamente los anemómetros, aparatos registradores, especialmente el de Robinsón, conocido y utilizado desde que en el siglo XIX se constituyó la meteorología en organizado cuerpo de doctrina; aparato que voltea sus aspas de cazoletas a modo de enseña en lo alto de las estaciones meteorológicas y registra las velocidades del viento sin distinción de rumbos. Los aparatos modernos que establecen distinción entre las velocidades de las diversas direcciones del viento son de gran complicación, y su empleo está restringido a los observatorios de superior categoría.

La velocidad del viento está expresada por el «gradiente», que es la diferencia de presión entre puntos separados un grado de meridiano (igual a 111 kilómetros), efectuándose la medida en alineación normal a las que siguen las isóbaras en los parajes de la observación. El valor



del gradiente se expresa en milímetros barométricos. Se considera que un gradiente de un milímetro de presión origina un viento de unos tres a cinco metros de velocidad por segundo, o sea un viento «bonancible» de la escala anterior. Un gradiente de 3 mm. corresponde a un viento «muy fuerte», y de 5 mm. a un viento «huracanado». Son causas que alteran las

Escala de velocidades del viento

Núm.	CLASE	Velocidad Metros por segundo	Presión Kilogramos por metro cuadrado	CARACTERISTICAS
0	Calma	0 a 0,5	0 a 0,15	El humo se dirige hacia arriba o casi verticalmente.
1	Flojo	0,5 a 4	0,15 a 1,87	Viento que se percibe; mueve una banderola.
2	Bonancible ...	4 a 7	1,87 a 5,96	Extiende una banderola; mueve las hojas de los árboles.
3	Fuerte	7 a 11	6 a 15	Mueve las ramas de los árboles
4	Muy fuerte ...	11 a 17	15 a 35	Mueve las ramas gruesas y los troncos delgados.
5	Temporal.....	17 a 28	35 a 95	Mueve todo el árbol violentamente.
6	Huracán.....	más de 28	más de 95	Efectos destructores.

deducciones derivadas del gradiente, entre otras, la desviación del viento por efecto de la rotación de la Tierra; el movimiento en torbellino de la corriente aérea; la diferente intensidad de la frotación, en mar o en tierra; en llanura o en montaña; en descampado o en poblado de bosque, etc.

El fenómeno de la desviación de las corrientes aéreas por efecto de la rotación de la Tierra sobre su eje es general a los vientos, y más manifiesto en los que soplan en dirección meridiana o submeridiana. Así, el viento que sopla del Norte, cual el «alísio» en el hemisferio boreal, va encontrando al avanzar hacia el ecuador zonas terrestres de movimiento cada vez más rápido de Oeste a Este, y se va desviando hacia el Oeste, soplando del NNE. a la altura de Canarias y en el trópico del Noreste. El viento de Sur a Norte, o «contralísio», al avanzar, va encontrando zonas de más atenuadas velocidades en el movimiento giratorio de la Tierra, y el viento se desvía soplando del Suroeste. En

el hemisferio austral ocurre lo contrario: el alisio sopla del Sureste, y el contralisio del Noroeste.

En el régimen general de la distribución de viento se señala con característica especial la amplia zona ecuatorial, cuyo régimen fundamental es la estabilidad y la calma atmosférica. En la zona ecuatorial, por efecto de recibir los rayos solares perpendiculares a la vertical, el aire, al calentarse intensamente, se dilata, pierde peso y se eleva lenta y constantemente hacia las altas regiones de la troposfera, donde se enfría por efecto de la disminución de la temperatura en relación con la altitud. La humedad del aire se condensa por efecto del enfriamiento, formándose ancha zona de nubes. El continuo aire ascendente de las regiones ecuatoriales no se manifiesta en forma de viento, sino que origina la banda ecuatorial de calmas persistentes, que oscila hacia el Norte, en el verano del hemisferio boreal, y hacia el Sur durante el verano del hemisferio austral; oscilación que comprende anchura variable, desde unos 250 hasta cerca del millar de kilómetros.

En uno y otro hemisferio se extienden las zonas tropicales, rebasando los trópicos y alcanzando los paralelos 30° N. y 30° S., respectivamente; extensión terrestre típica de los vientos constantes como los alisios y los periódicos estacionales, cual los monzónicos. En contraste con tales zonas (la ecuatorial y las tropicales, de vientos regularizados) está la zona templada boreal, en donde lo típico y lo propio son los vientos irregulares, originados por la formación y alteración constante de áreas ciclónicas y anticiclónicas en régimen de producción de vientos y lluvias, de procedencia principalmente atlántica.

Vientos ciclónicos.—En las regiones tropicales, no obstante lo expuesto, se forman ciclones locales de áreas limitadas, pero que constituyen muy violentas corrientes aéreas. Son éstos impetuosos vientos, los «huracanes» de las Antillas y de América Central; los «ciclones» del litoral meridional de los Estados Unidos; los «tornados» de la costa de Africa tropical; los «tifones» de la Insulindia y mar de la China. Avanzan estos vientos girando en torbellino de círculos que van aumentando de diámetro al decrecer, efectuando largo recorrido, señalándose su paso por gran descenso barométrico.

Tales tipos de viento suelen producirse con mucha menos frecuencia y menor fuerza en las zonas templadas, especialmente en las porciones subtropicales. Tal fué el último de gran violencia ocurrido en España el 15 de febrero de 1941, que penetró en la Península por el litoral atlántico de Portugal, con dirección Noreste, atravesó el Alentejo y Extremadura Central, cruzó las Castillas, pasó el Ebro por la

Rioja y se deshizo en el Pirineo, dejando, por huella de su paso, largo trayecto de arboleda arrancada y diversidad de destrozos.

Ciclones minúsculos son los torbellinos que en tierra levantan columna giratoria de polvo que hace visible al remolino de viento y que avanza largo trayecto, hasta que mengua y se deshace. En el mar son también frecuentes en ciertos parajes, especialmente en las épocas de cambio estacional, levantando agua pulverizada en lugar de polvo. En la zona próxima a la costa catalana se observan con relativa frecuencia tales trombas o torbellinos.

Tipos de vientos

La clasificación general de los vientos, atendiendo a las características que presentan, comprende los grupos o tipos siguientes: vientos constantes, vientos periódicos, vientos variables y vientos locales.

Alisios y contraalisios.—Entre los del primer grupo tienen gran importancia los «alisios» y «contraalisios», por la gran regularidad con

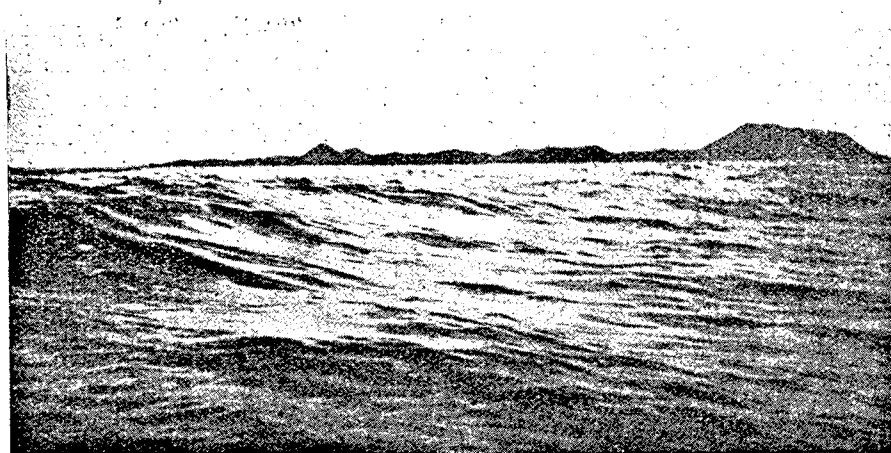


Fig. 307.—Marejada de fuerte alisio del NNE. y corriente marina en el estrecho entre Fuerteventura y Lanzarote, frente a la isleta Lobos (Canarias).

(Foto Hernández-Pacheco, 1907.)

que soplan y la mucha extensión que comprenden. Los «alisios» soplan de las zonas templadas a la ecuatorial, en donde acaban. El alisio del Norte se origina en la zona atlántica boreal, frente a Portugal, entre el continente y el archipiélago de las Azores, más hacia el Norte o más hacia el Sur, según las épocas. Avanza por la zona atlántica de Macaronesia (archipiélagos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde) y

la costa africana. En Canarias, por efecto de la desviación, sopla del NNE., y en el trópico, del Noreste (fig. 307).

En las altas regiones atmosféricas de la zona ecuatorial se acumulan los vientos ascensionales del ecuador, parajes los de tales altitudes de inestabilidad atmosférica. Francisco H.-Pacheco, en su ascensión, conjuntamente con el comandante Cogollor, al pico de Santa Isabel (3.002 m.) de la isla de Fernando Poo en 1951, describe la estancia en tales alturas, en constante alternancia de violentas ráfagas de aire, tan



Fig. 308.—El pico del Teide, en Tenerife.

(Foto Hernández-Pacheco, 1Y-3941.)

pronto frías como cálidas. Son tales sitios de desequilibrio atmosférico parajes de partida de corrientes aéreas compensadoras de los alisios, originándose los contraalisios en direcciones contrarias a aquéllos; contraalisios que avanzan por regiones altas de la troposfera; de Sur a Norte en el hemisferio boreal, y de Norte a Sur en el austral, cerrando circuito de corrientes atmosféricas. En la isla de Tenerife es frecuente ver desde lejos al alto pico del Teide (3.707 m.) destacar limpio de nubes por el contraaliso, sobre la zona nubosa en la que sopla el aliso. Si el aliso atlántico boreal fué el que hinchó el velamen de la escuadrilla de Colón y de los Pinzones, el aliso austral fué el que em-

pujó a las naos de Magallanes y de Sebastián Elcano, permitiéndoles atravesar las inmensidades del Pacífico en el primer viaje de circunnavegación de la Tierra (fig. 308).

Vientos periódicos.—En la parte correspondiente a la humedad atmosférica, en los epígrafes relativos a las lluvias, se describen las «monzones». El régimen monzónico de vientos es producido por la desigual absorción de calor de las amplitudes continentales respecto a la de la masa acuosa de las extensiones oceánicas. Las áreas terrestres absorben pronto el calor, y rápidamente la pierden; el mar tarda más en calentarse y conserva más tiempo el calor absorbido. Las grandes áreas continentales son depósitos veraniegos de calor, mientras que los océanos son reservorios caloríficos de invierno.

En el invierno las amplitudes asiáticas están frías y los vientos, que están secos, soplan del Noroeste y del Noreste hacia los mares Pacífico e Indico. En el verano las tierras asiáticas se han calentado y los océanos que las bañan están más fríos y, por lo tanto, el viento marino, cargado de humedad, sopla del Suroeste y del Sureste hacia las tierras asiáticas. En la época del equinoccio de primavera se produce trastorno en el proceso meteorológico, hay cambio y avanza hacia tierra el monzón, acompañado de copiosas lluvias, especialmente en los países litorales. El término árabe «monzón» deriva de la voz estación, y significa cambio de estación.

Las características geográficas y las del relieve, conjuntamente con las circunstancias meteorológicas, modifican más o menos la llegada del monzón, con sus lluvias reguladoras del régimen agrícola. En la isla de Zanzíbar, junto a la costa oriental de Africa, al Sur del ecuador, llega el monzón a principios de marzo. En el Sur de Arabia, en el golfo de Aden, a fines de marzo. En la desembocadura del Indus, en mayo. En Bombay, en la costa occidental de la India, a primeros de junio. En Calcuta y desembocadura del Ganges, a mediados de junio. En Australia se produce un régimen de vientos semejante: durante el verano soplan los vientos marinos, de diversos rumbos, hacia el gran desierto australiano recalentado, mientras que durante el invierno corrientes centrífugas procedentes del interior enfriado soplan del Norte, del Este y del Oeste.

Las «brisas marinas» corresponden a la periodicidad del cambio de viento en el transcurso de un día entre la tierra y el mar, especialmente en verano; soplando el viento durante la noche del litoral, que se enfría, hacia el mar, que conserva más el calor, mientras que durante el día, avanzada la mañana y caldeada la costa, «salta la brisa» del mar a tierra, que se ha caldeado. En las costas mediterráneas y en las atlánticas subtropicales el fenómeno es muy notorio. En algunos casos el vien-

to ardoroso de tierra continúa, sin dar lugar a que el litoral se enfríe, como ocurre con el viento denominado «terral», en la costa malagueña, y entonces el juego diario de la brisa se interrumpe. En las regiones intertropicales, de gran diferencia térmica diaria entre el día y la noche, las brisas marinas suelen tener características muy acentuadas.

Las «brisas de montaña», entre extensas llanuras y alineaciones montañosas, o entre las zonas de cumbres y los valles, se producen en el verano en el transcurso del día; soplando, en las horas del centro del día, de la llanura o del valle a la montaña, condensándose en nubes en las altas cumbres, mientras que a la caída de la tarde, enfriándose el valle, descende la corriente aérea, formándose nieblas en el valle y despejándose las cumbres.

Vientos variables y locales.—En las zonas templadas, especialmente en el hemisferio boreal, los vientos no tienen la constancia que en las regiones intertropicales, tales como los alisios y los monzones, sino que son variables e irregulares, y algunos típicos de determinados países o regiones, o sea locales. La producción de los vientos variables y locales es debida a la variación e inestabilidad de las áreas anticiclónicas y ciclónicas que las originan.

Debido a las características geográficas especiales de diversos países se producen en ellos vientos típicos dominantes en la región, de los que deben señalarse como ejemplos, entre otros: el «foehn», de los Alpes; el «mistral», de Francia; el «bora», del Adriático; el «solano», del centro y mitad meridional de España; el «irif», del Sáhara Occidental, etcétera. En el Mediterráneo Oriental, y especialmente en Grecia y en el mar Egeo, son típicos y denominados desde los tiempos de la «Odisea» cuatro vientos principales, a los que alude el relato de Homero «y soplaron a la vez, el Euro y el Noto, y el violento Céfito y el impetuoso Bóreas, que levanta olas enormes» (Homero, «Odisea», rapsodia V). El «bóreas» es viento frío y seco que viene de la parte septentrional; el «euro», sopla de Oriente; el «noto», viene de la parte del Mediodía, y el «céfito», de Poniente. El «foehn» se establece entre un área de altas presiones del Norte de Italia y una zona de bajas presiones en el Norte de Europa (Báltico, mar del Norte); desde Italia Septentrional remonta las pendientes alpinas, enfriándose durante el ascenso y calentándose al descender por la pendiente septentrional por efecto del aumento de presión en la masa de aire comprimida en el violento descenso, originando derretimientos súbitos de nieves, con perturbaciones dañinas por su violencia, y beneficios en cuanto despeja de nieves los pastizales de las laderas septentrionales suizas.

El «mistral» francés se establece entre las áreas de bajas presiones

mediterráneas occidentales del golfo de Lyon y de Génova y el área de altas presiones del Norte de Francia. Es viento frío y fuerte, que generalmente sopla en invierno, recorriendo el valle del Ródano. El viento denominado «tramontana» en Cataluña, que atraviesa el Pirineo Oriental, es también frío y violento, y tiene origen análogo al anterior. El «bora» italiano, del Adriático, procede de las zonas montañosas de Yugoslavia; recorre las costas dálmatas.

El «solano» es viento frecuente y típico de gran parte de la Península Hispana; sopla principalmente en verano, procedente de amplia zona sobrecalentada del Sureste de España y del Norte de Africa (área oriental de Marruecos y Argelia) y parte septentrional del Sáhara. Sopla del Sureste y Este hacia las regiones occidentales de la Península, recalentándose a su paso por la planicie manchega, llegando seco y ardoroso al Suroeste español, a Sierra Morena, a Extremadura y al Alentejo portugués.

El «siroco», italiano, es viento cálido, de acción enervante en el hombre y en los animales. Procede de las altas presiones que se establecen en el Norte de Africa, y se origina en las regiones septentrionales del Sáhara, dirigiéndose hacia las áreas de bajas presiones del Mediterráneo, donde se carga de humedad.

El «leveche» es del Levante y Sureste español, teniendo mucha analogía con el viento anteriormente citado.

El «irifi», del Sáhara Occidental, puede considerarse como el viento más ardoroso, seco y violento; el polvo fino que levanta y arrastra llega con frecuencia, arrastrado por el alisio o el contralisio, a distancias de más del millar de kilómetros; generalmente dura poco tiempo, varias horas, o uno o dos días. En el libro pertinente a nuestra expedición al Sáhara, en 1941, se describe un temporal de irifi en los siguientes términos: «Pero a veces, de tarde en tarde, una perturbación atmosférica altera y cambia el persistente soplar del alisio, y entonces, tras un corto período de calma aérea, con calor seco y agobiante, el viento salta del interior, del Sureste, seco y ardoroso, y con fuerza extrema en crescendo, levantando las arenas que forman nube baja, avanzan impetuosas, hiriendo con sus innúmeras y finas partículas silíceas las partes del cuerpo al descubierto; violencia del viento que dificulta en extremo la marcha y exige gran esfuerzo mantenerse erguido. A la serenidad, luminosidad y silencio del desierto, sucede el silbar y gemir del vendaval. La atmósfera se enturbia y oscurece. El disco del sol pierde el brillo y muestra, a través de la masa de fino polvo que llena el ambiente, su disco rojo con intensidad atenuada en extremo.

«Al cabo del tiempo, el ardoroso huracán pierde fuerza y amengua, se debilita y cesa, persistiendo el cielo turbio y el ambiente caliginoso, hasta que rolando el viento salta el alisio, la atmósfera se aclara y se restablece lentamente el ambiente normal» (fig. 309).



Fig. 309.—Temporal de «irifi» cerca de Esmara (Sáhara español) en abril de 1941.

(Foto Hernández-Pacheco.)

TIEMPO METEOROLÓGICO

El tiempo es la forma del mudar. Es la duración de las cosas sujetas a mudanza. En meteorología, es el estado atmosférico durante un período, en determinada extensión de la biosfera, de las actividades de los factores meteorológicos. El tiempo está regulado por la situación y desplazamiento de los centros de acción de la atmósfera, o sea de las áreas ciclónicas (de mínimos barométricos) y de las anticiclónicas (de máximos barométricos). El tiempo meteorológico es, por esencia, transitorio y variable, en más o en menos.

Las características medias de la actuación de los factores meteorológicos en un país, o sea los términos medios del tiempo, es lo que constituye el clima del país en el que se producen dichas variaciones.

Las variaciones del tiempo no son desordenadas y arbitrarias, sino en concordancia y en relación con las características cósmicas, tales como la regularidad de la sucesión de las estaciones, y también en re-

lación con la distribución geográfica y sus diversos accidentes. Son causas modificadoras de las variaciones del tiempo las acciones circunstanciales producidas por el constante juego de los fenómenos meteorológicos. Hay, pues, «tipos de tiempo» propios de las diversas zonas, países y regiones, con modalidades y características especiales, que se repiten a lo largo de los años.

En lo pertinente al estudio del tiempo nos referiremos a la extensión de la zona boreal, que comprende el Atlántico y las áreas continentales europea y americana que la encuadran; extensión terrestre en la que la actuación de los ciclones y anticiclones está muy estudiada, y en la que está comprendida Europa Occidental y Central, el Mediterráneo y la Península Hispana.

Para tal estudio conviene tener presente lo expuesto en epígrafe anterior acerca de la «Distribución general de las presiones atmosféricas» y la distribución de Isóbaras anuales, Isóbaras de enero e Isóbaras de julio.

Régimen ciclónico y anticiclónico atlántico europeo; frente polar

Las características fundamentales de los ciclones y anticiclones de Europa atlántica, media y meridional, unas son comunes al fenómeno en general; otras, pertinentes a la situación geográfica. Las características generales son las siguientes:

a) Tanto las áreas ciclónicas como las anticiclónicas, pueden establecerse sobre los continentes o sobre las superficies oceánicas.

b) Los ciclones ocupan las zonas inferiores de la troposfera, y la tendencia del torbellino de aire es a escapar y difundirse en las zonas altas. Los anticiclones tienden a difundir la corriente de aire por las zonas bajas de la atmósfera.

c) Los ciclones y los anticiclones son inestables. En los anticiclones hay cierta tendencia a persistir en el paraje de formación; estabilidad que en ningún caso rebasa de la estación anual. Las áreas anticiclónicas establecen límite a las turbulencias de los ciclones. En los ciclones la característica es el desplazamiento, no persistiendo estables sino algunas horas.

d) Los anticiclones se desplazan con lentitud. Los ciclones van rápidos en su movimiento de traslación; el desplazamiento es mayor en invierno que en verano. La velocidad, en los que atraviesan el Atlántico, alcanza una media de 42 kilómetros por hora, en América, y tan sólo de 27 kilómetros por hora en Europa, existiendo retardo en el recorrido por efecto del rozamiento.

e) El ciclón avanza de Oeste a Este, con desviación hacia el Noreste o hacia el Sureste; nunca hacia el Oeste.

f) El frente delantero de los ciclones atlánticos, especialmente el del Sureste, es, generalmente, caliente, por recibir aire meridional. El frente trasero, especialmente el del Noroeste, es frío, por recibir aire septentrional.

En el anticiclón ocurre lo contrario: el frente delantero es frío y el frente trasero cálido.

El aire del ciclón es húmedo, templado y ventoso. El aire del anticiclón es seco, frío y en calma.

g) La dirección de los ciclones atlánticos hacia el Este es originada por el arrastre que ocasiona el movimiento de rotación de la Tierra. El aflujo de aire caliente por el Sur y Sureste produce baja presión en la delantera, con formación de nubosidad, y el aflujo de aire frío del Norte y Noroeste determina precipitaciones, acompañando al ciclón, en la zaga, lluvias copiosas.

Los cambios de tiempo en los países europeos y mediterráneos dependen de las trayectorias y épocas del año en que se efectúan los movimientos de los ciclones; dependiendo también de la situación que ocupan y de la actividad de las áreas anticiclónicas; fenómenos atmosféricos que complementan las acciones de otros factores climatológicos estables y propios de cada país, tales como la distribución de tierras y mares, y determinadas particularidades, como es el caso, en Europa Occidental, la presencia de la corriente marina cálida del Gulf Stream, que contribuye a la temperatura bonancible en las costas europeas, en contraste con las frías del litoral americano, situadas a la misma latitud e influenciadas por corriente oceánica de procedencia ártica.

Las trayectorias de los ciclones en el Atlántico boreal coinciden, en gran parte, con la de la citada corriente cálida del golfo de Méjico.

Se originan las trayectorias ciclónicas atlánticas en las áreas continentales canadienses y de los Estados Unidos, saliendo al Atlántico entre el cabo Hatteras (Carolina del Norte) y Terranova, o sea entre los paralelos 35 y 50°. La dirección general del desplazamiento es oriental, con desviaciones mayores o menores al Noreste, alcanzando las costas europeas desde el Norte de Noruega hasta el Norte de España, desviándose algunas trayectorias hacia las zonas polares.

Se señalan en las zonas de las trayectorias de los ciclones atlánticos determinados parajes, a modo de encrucijadas, en las que suelen converger varios y de donde parten otros. Son principales focos de convergencia el situado en Terranova y el que está al Sur de Islandia.

De menor importancia es el situado al Sur de las Islas Británicas y el que se establece sobre el paraje de entrada al mar Báltico. En el Báltico y en el Mediterráneo se originan ciclones de tipo secundario que avanzan hacia el interior de Europa (fig. 310).

Los anticiclones, con mayor estabilidad que los ciclones, acrecientan las características de índole continentales de los países en que se desarrollan, aumentando el frío invernal y el calor estival.

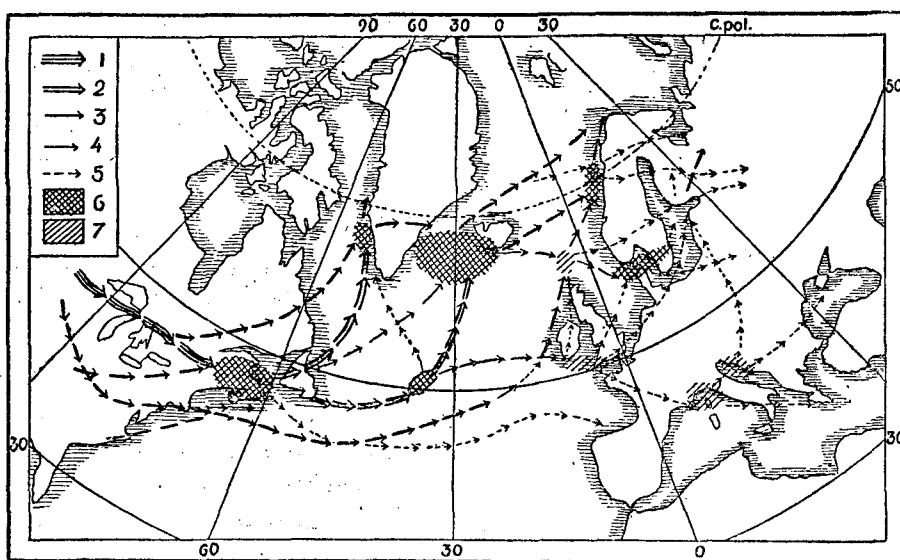


Fig. 310.—Principales trayectorias de los ciclones en el Atlántico septentrional, según Koppen.

Las áreas ciclónicas europeas están limitadas por dos importantes áreas anticiclónicas: al Este, por el área anticiclónica siberiana, y al Suroeste, por el anticiclón de las Azores.

Entre los anticiclones situados en el mar y los establecidos en tierra, existen notables diferencias. Así, los anticiclones de las Azores, que ejercen gran influjo en el tiempo de la Península hispana, son menos secos y menos fríos que los correspondientes a Europa Central y a Rusia. Los primeros originan en invierno tiempo brumoso, húmedo; los segundos, producen tiempo despejado y fríos extremados. Los anticiclones atlánticos que llegan a Europa en verano ocasionan condensaciones en lluvias de relieve por las montañas del interior.

En Europa atlántica y del interior, funcionan dos grupos de ciclones: uno, más septentrional, cuyas trayectorias afectan principalmente

a los países nortños (Escocia, mar del Norte, Escandiavia, mar Báltico y Fenoscandia). Otro grupo de ciclones atlánticos, más meridional que el anterior, afecta principalmente a Europa media (Francia, Alemania, Austria), la Península hispana, países mediterráneos y balcánicos.

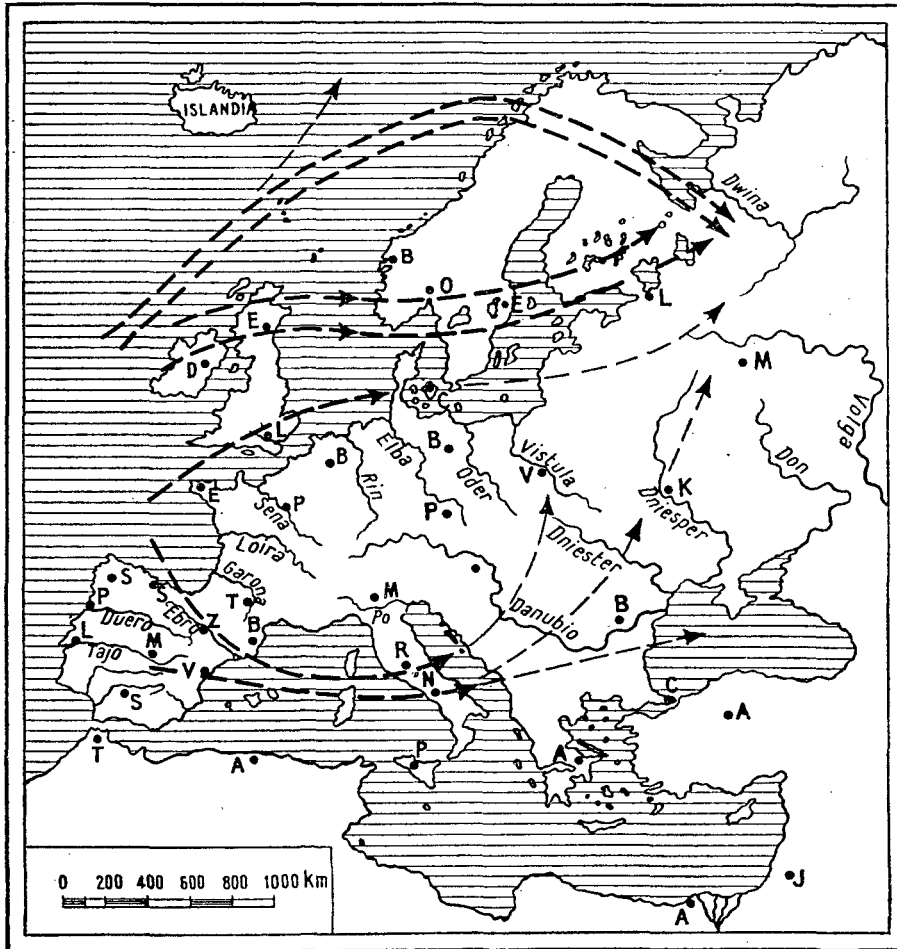


Fig. 311.—Ambito ciclónico europeo y mediterráneo de las trayectorias de los ciclones durante el mes de octubre, según Van Bebber.

En el transcurso del año los grupos ciclónicos oscilan en su situación y adquieren diverso desarrollo, pero en su conjunto son los que determinan las lluvias en todo tiempo, principalmente en verano, en Europa media, mientras que su ausencia o flojedad ocasionan la sequía veraniega de los países mediterráneos.

El grupo ciclónico meridional es el que afecta mayormente a la Península hispana, estando limitado por el área anticiclónica marina de las Azores y por el área anticiclónica terrestre rusesiberiana. Al iniciarse el otoño los dos sistemas ciclónicos adquieren mayor actividad, y el meridional es el que actúa más intensamente respecto al cambio de tiempo en la Península y en el Mediterráneo (fig. 311).

En cuanto al origen y mecanismo de la formación de los ciclones y de los anticiclones, con el tipo giro del aire en unos y otros, el meteorólogo Bjerknes ha ideado la teoría denominada del «frente polar»: la formación de ciclones y anticiclones es debida, según el citado autor, al encuentro de corrientes de aire frío procedente de las regiones polares, con vientos templados que llegan del Sur.

Distingue dos modalidades: En una, el movimiento del ciclón se produce en el límite oriental de las corrientes aéreas, respectivamente, cálidas y frías, que avanzan en direcciones contrapuestas; elevándose, al encontrarse, la corriente de aire caliente sobre la de aire frío, girando el aire del encuentro en sentido ciclónico para alcanzar las zonas superiores atmosféricas. El movimiento anticiclónico se produce en corriente descendente del aire frío, lo que ocasiona que en la trayectoria los anticiclones alternen con ciclones. El paraje donde esto se realiza es en las altas latitudes, en donde Bjerknes supone están las raíces de las corrientes del alisio, vientos que son patentes en las altitudes medias.

La segunda modalidad se realiza en las regiones siberianas, que están en extremo frías en invierno y que son el paraje en donde se instalan los anticiclones estables.

PREVISIÓN DEL TIEMPO

La previsión del tiempo que puede hacerse en un lugar determinado es muy escasa y a muy corto plazo. El conocimiento adquirido de las trayectorias y velocidad de los ciclones y la rapidez de medios de comunicación entre las estaciones meteorológicas, permite en muchos casos deducir el probable paso del meteoro por paraje determinado. Del conocimiento de la situación y del desplazamiento de las áreas anticiclónicas y ciclónicas pueden deducirse las modificaciones de tiempo que se efectúen en territorio determinado; pero, en todo caso, la previsión es de plazo corto, de muy pocos días.

De las observaciones barométricas y, mejor, de las concordantes entre barómetro y termómetro, pueden obtenerse datos convenientes para la previsión del tiempo en plazo corto de días. En tales respectos,

el Servicio Meteorológico Nacional ha publicado en sus «Calendarios» las deducciones del meteorólogo Gachons del examen conjunto de una línea de observaciones barométricas y de otra, cercana, en el mismo papel cuadriculado, pertinentes a datos diarios, unos y otros, y ambas sincrónicas. Las indicaciones son las siguientes:

1.^a Si lentamente se acercan las líneas, es indicio de que vendrá mal tiempo. Si de ese modo se alejan, buen tiempo.

2.^a Si bruscamente se acercan, indicio de borrasca importante. Si de ese modo se alejan, buen tiempo poco estable.

3.^a Si con oscilaciones se acercan, indicio de largo período de mal tiempo. Si de ese modo se alejan, señal de que vendrá, poco a poco, buen tiempo.

4.^a Si las dos líneas van paralelas, indicio que el tiempo continuará como está.

El meteorólogo Sr. Sama, del Servicio Meteorológico Nacional, ha formulado las siguientes reglas para previsión del tiempo, utilizando únicamente el barómetro aneroide, las que están reproducidas en el «Calendario» del año 1950, publicado por la citada institución oficial: reglas que son las siguientes:

1.^a Si el tiempo es bueno y el barómetro señala aproximadamente el valor normal del lugar, pero comienza a descender moderadamente hasta unos seis milímetros en veinticuatro horas, puede suponerse que una borrasca está cruzando lejos del lugar de la observación.

2.^a Si el descenso barométrico es rápido, de un milímetro por hora, es muy posible que la perturbación atmosférica pase cerca del observador o que sea de importancia.

3.^a Si el descenso barométrico es aún más rápido que el citado, la borrasca tomará caracteres alarmantes o pasará muy cerca del observador.

4.^a Si el barómetro sube francamente a la misma velocidad con que bajó, irá mejorando el tiempo, hasta ser bueno; pero si sube muy lentamente es posible un retroceso al mal tiempo.

5.^a Si estando el barómetro muy bajo sube bruscamente, la mejoría del tiempo que se produzca será poco duradera.

6.^a Si estando el barómetro en su altura media, sube bruscamente, es probable una próxima bajada y tiempo poco estable.

7.^a Un ascenso persistente y lento por encima del valor normal denota buen tiempo, duradero por otros tantos días como los tardados en llegar al valor máximo.

El barómetro que se utilice debe estar corregido, respecto a la presión del lugar de la observación en relación con la correspondiente al

nivel del mar, que es de una media de 760 mm., o saber la altitud del lugar, para deducir la presión que le corresponde, la cual varía según se indica en el adjunto cuadro:

Altitudes	Presión media
0 metros	760 mm
100 »	751 »
200 »	742 »
300 »	733 »
400 »	724 »
500 »	716 »
600 »	707 »
700 »	699 »
800 »	691 »
900 »	682 »
1000 »	674 »

La gente marinera obtiene deducciones por observación constante del influjo de los vientos en sus tipos y dirección, como también de las clases de nubes en relación con los cambios de tiempo. Análogamente, algunos campesinos, especialmente pastores, con espíritu observador, llegan a interpretar, en la comarca en que habitan, los diversos aspectos de la nubosidad y del viento, juntamente con otras señales de la Naturaleza que les rodea, como anuncios de cambio meteorológico; observando también, para tales efectos, la actuación de los animales salvajes. Las supuestas relaciones de las fases de la luna, a lo que es tan aficionada la gente de campo, no tienen realidad alguna.

En otro orden de consideraciones, ciertos animales, más perceptible en algunas especies de aves, deben experimentar en su organismo algo que les predice la llegada de los intensos cambios de tiempo estacionales; sensación que les hace adelantar o retrasar las emigraciones o el retorno, como se observa, por ejemplo, en las palomas torcaces, averías, golondrinas, aviones, estorninos, cigüeñas, etc. Incluso el organismo humano percibe algunos cambios de tiempo por la sensación molesta y, generalmente, dolorosa, en las cicatrices antiguas y en ciertos tejidos; sensación previsorá del cambio de tiempo que se realiza con adelanto variable de dos a ocho días. Los cambios de tiempo anunciados

por tales sensaciones del organismo humano se refieren principalmente a las altas presiones anticiclónicas, relativamente estables; por ejemplo, a la temporada fría y seca intervernal de enero, y a los cambios equinocciales de otoño y primavera. Las explicaciones corrientes, respecto a tal propiedad del organismo, no aclaran la cuestión.

TIPOS DE CLIMAS

La clasificación de los climas se establece generalmente atendiendo a su distribución en las zonas geográficas de la Tierra, en tres grandes grupos: de climas ecuatoriales o intertropicales, de las zonas templadas y de las zonas polares. Tal distribución es coincidente con la del desarrollo de los fundamentales factores componentes del clima, temperatura y pluviosidad, que son decrecientes desde el ecuador a los polos.

En el gran conjunto de climas se señalan dos fundamentales divisiones: en marítimos y continentales, según que los países que los presenten correspondan al litoral oceánico o al interior de los continentes. Presentan los primeros variaciones suaves y uniformes a lo largo del año, mientras que los segundos se señalan por grandes diferencias en las distintas épocas anuales, especialmente respecto a temperaturas y humedad. Son, pues, los primeros climas de características uniformes; son los segundos de características extremadas.

En lo pertinente a la clasificación de los climas, existe unidad de opiniones respecto a las grandes divisiones taxonómicas; no es así respecto a las subdivisiones y tipos climáticos de inferior categoría, en lo que hay discrepancias de opiniones. En relación con lo expuesto, al exponerse en la presente publicación ejemplos de tipos de climas de las zonas ecuatorial y subtropical, nos fijaremos especialmente en los tipos climáticos de países y regiones de mayor interés español (fig. 312).

Los ejemplos de tipos de clima escogidos para su descripción, son los siguientes:

a) Tipos de la zona intertropical; pertinentes al litoral e islas del golfo de Guinea, comprendiendo la Guinea Continental Española y las islas de Fernando Poo y Annobón.

b) Tipos subtropicales, comprendiendo:

α) Archipiélagos de Macaronesia, especialmente Canarias.

β) Litoral occidental atlántico. Clima del territorio de Ifni.

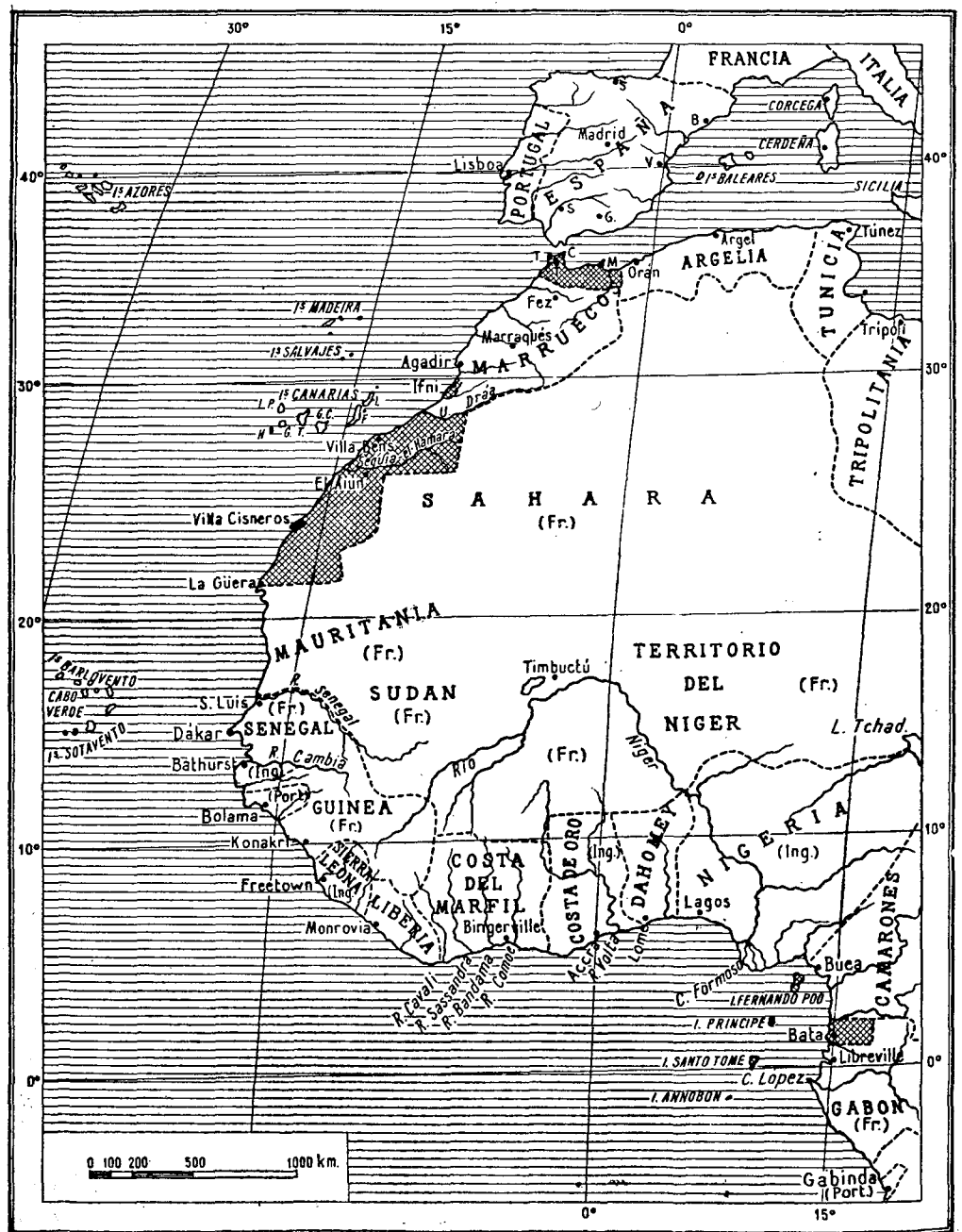


Fig. 312.—Mapa de Africa Occidental Atlántica boreal.

c) Tipos de la zona boreal templada, analizándose los siguientes:

- α) Clima mediterráneo.
- β) Clima de Europa media atlántica.
- γ) Clima de Europa media continental.

Clima de Guinea, Fernando Poo y Annobón

El territorio al que se refiere el epígrafe forma el litoral de la porción más entrante, en el continente africano, del golfo de Guinea abierto al Suroeste hasta el cabo López; pasado el cual, el arrumbamiento costero del Gabón tuerce a SSE.; ocupando el fondo de saco del golfo la costa de Camarones con Buea, su capital, y el alto monte volcánico del Kámerun, de 3.360 metros de altitud. Comprende la cuerda del arco del golfo de Guinea entre el cabo Formoso (en el delta del Níger) y el cabo López (en el límite septentrional del Gabón), longitud de unos 600 kilómetros, y la flecha (que pasa por la isla de Fernando Poo) unos 350 kilómetros.

Esta flecha del arco o bisectriz del ángulo formado por las costas del golfo de Guinea, tiene alineación al Suroeste, correspondiendo tal arrumbamiento a una gran gleoclasa o fractura de la corteza terrestre por la que ha surgido al exterior grandes masas lávicas, cuyo acúmulo ha edificado la ingente montaña del Kámerun, y, en el mar, las islas de Fernando Poo, Príncipe y Santo Tomé, y en el hemisferio austral, la pequeña isla española de Annobón. La distancia, jalonada de islas volcánicas entre el monte Kámerun y Annobón, comprende longitud de más de 700 kilómetros. En la prolongación, hacia el Suroeste, está solitaria en las amplitudes atlánticas la isla de Santa Elena, asimismo volcánica, a distancia de unos 1.100 kilómetros de Annobón. En dirección contraria, por el continente africano, está en las soledades del Sáhara Central el macizo montañoso del Tibesti, también volcánico. En opinión de algunos geólogos, ambas áreas volcánicas (la de la isla de Santa Elena y la del Tibesti sahariano) corresponden a la misma alineación volcánica que las islas del golfo de Guinea y su prolongación atlántica, constituyendo el accidente geográfico referido una de las fracturas de la corteza terrestre de mayor longitud, pues alcanza a unos 2.650 kilómetros.

Tanto la zona litoral y del interior del territorio de Guinea, como la alineación de islas que se interna en el Atlántico ecuatorial, son de clima y características fisiográficas típicamente ecuatoriales. En tales respectos seguiremos en la descripción climatológica la que expone en sus publicaciones el profesor de Geografía Física de la Universidad de

Madrid Francisco H.-Pacheco, que ha realizado diversidad de exploraciones y estudios de tales territorios.

«Las características del ambiente en las latitudes ecuatoriales hace que durante días enteros se pueda navegar sumergido en una luminosidad intensa, pero gris, sin términos ni contrastes, sin que se distinga el mar del cielo. La mar es llana, y el constante calor bochornoso, que no llegan a mitigar los grandes aguaceros. En ocasiones, nubes más altas caminan lentas, arrastrando sus enormes masas que, iluminadas por el sol, muestran paisajes fantásticos y tonalidades cambiantes, y de las cuales, aquí y allá, se desprenden fuertes chaparrones que, con la distancia, aparecen como recortados flecos y festones que cuelgan de las nubes. Por la noche, el encapotado cielo se ilumina con el reflejo del relámpago y, a veces, más o menos lejano, se percibe el sordo retumbar del trueno. Al cesar el viento, durante días enteros el oleaje se aquieta y, con las calmas, se origina un mar dormido, liso y gris, de grandes ondas acompasadas, lentas y de tersa superficie que se pierde a lo lejos, sobre la que el barco avanza.»

El ambiente climatológico se caracteriza por su gran uniformidad a lo largo del año y por la abundancia de las precipitaciones, siendo el sol el que regulariza el tiempo, precisamente al alcanzar el cenit dos veces al año en su carrera diurna en la época de los solsticios, determinando los dos períodos de máximo caldeamiento de las masas de aire que, al ascender, se enfrían, y, al enfriarse, se condensa la gran masa de vapor acuoso que arrastran, produciéndose así las máximas precipitaciones del año. En los otros períodos, o sea en los equinoccios, la masa atmosférica pudiera decirse que está más aquietada, pues el caldeamiento es menos intenso y, por ello, no produciéndose los intensos movimientos ascensionales, las precipitaciones son mucho menores, existiendo días despejados. En las islas, los períodos de lluvia se anticipan algo con respecto al continente; pero el régimen, a lo largo del año, es el mismo, no pudiéndose, pues, hablarse de regímenes distintos en el continente y en las islas.

Las precipitaciones anuales en Fernando Poo, en estos últimos años, ha oscilado entre 3.300 y 1.600 mm., debiendo ser considerada como media anual de las precipitaciones la de 2.200 mm. En el continente las precipitaciones anuales son algo menores. En todos estos parajes, y durante los períodos de lluvia, los chaparrones son de intensidad desconocida en la Península, y el dicho vulgar de «llover a cántaros» tiene allí cierta realidad (fig. 313).

Las temperaturas son, a lo largo del año, muy uniformes y elevadas, alcanzando las máximas 30°, y no descendiendo en la época menos ca-

lurosa de los 20°, no siendo en las localidades de gran altitud. La humedad es siempre grande y extraordinaria en las épocas de lluvia. Aunque las temperaturas no son excesivas, pues rara vez el termómetro alcanza a los 30°, el calor se deja sentir con fuerte intensidad, debido a la gran cantidad de radiaciones oscuras, que tanta influencia tienen sobre el organismo. En ciertos parajes elevados del interior del continente, las condiciones varían en tales respectos, y especialmente en Fernando



Fig. 313.—Aguacero en un poblado de la comarca de Río Benito (Guinea española) durante la época del solsticio de invierno.

(Foto Hernández-Pacheco, XII-1932.)

Poo, donde existen zonas de altitud con buen clima, verdaderos lugares de reposo para el europeo.

Los vientos son regulares, soplando con cierta frecuencia del Suroeste y no violentamente. Unicamente en las épocas de tránsito del período relativamente seco al lluvioso, y viceversa, pueden producirse violentos tornados o huracanes de tipo ciclónico.

Característica común a los países ecuatoriales, derivada del clima, es la «selva ecuatorial», tanto en los territorios del continente como en los

insulares. La selva se extiende, uniforme e impenetrable, en centenares de kilómetros cuadrados.

«Cuando se vuela sobre la selva, rara vez se descubre un poblado o la traza de un camino. A veces la masa negruzca de un pantano y, con más frecuencia, la corriente de un río, que brilla al sol. Las altas copas de los árboles, apretados unos contra otros, presentan, desde lo alto, amamelonada e irregular superficie. Algunos árboles gigantes descue-

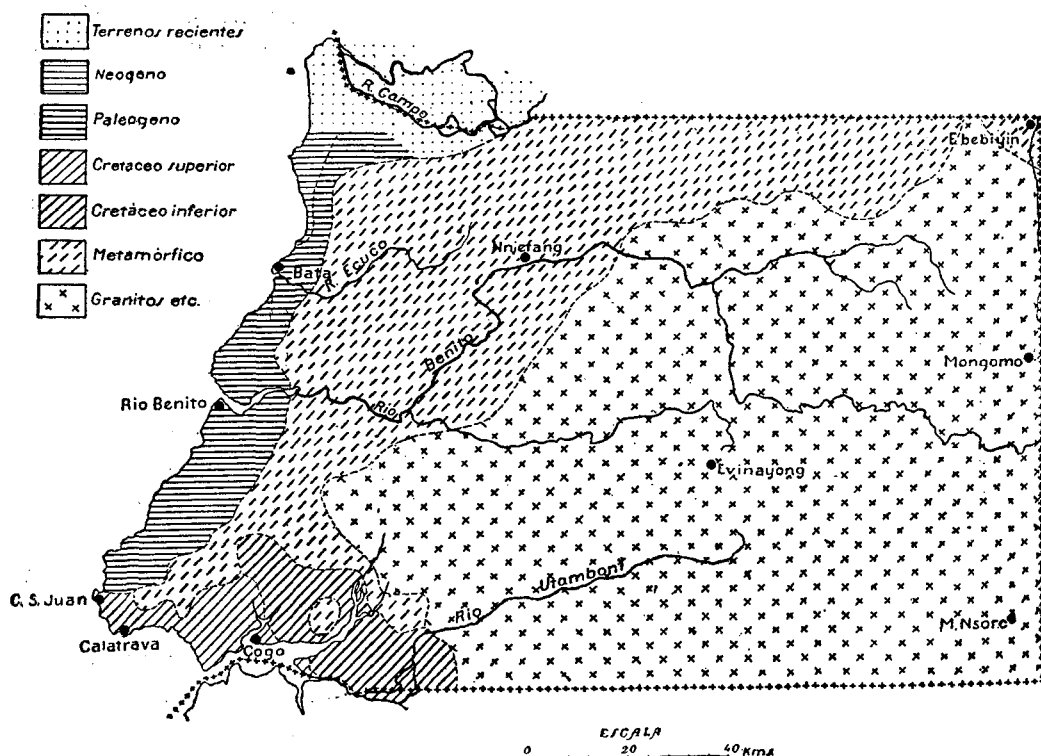


Fig. 314.—Bosquejo topográfico-geológico de la Guinea española, según Francisco Hernández-Pacheco (1936).

llan en el conjunto y alcanzan su magnífico y opulento ramaje a más de 50 y 60 metros sobre el suelo, oculto por la tupida masa arbórea. Los tonos verdes son infinitos y, entre su masa oscura, destaca descortezada y blancuzca osamenta de un árbol coloso que se mantiene erguido por el apoyo que la selva le presta. En el interior del denso conjunto vegetal existe ambiente húmedo y cálido, especial luz verdosa en suave penumbra, y no llega el claro brillo de la luz solar, ni suena el soplo del viento.»

En plena zona ecuatorial pertenecen a España las posesiones del golfo de Guinea, constituídas por la Guinea Continental Española, la isla de Fernando Poo y la pequeña isla de Annobón, estando la primera cercana al continente, y la segunda alejada en pleno Atlántico, en el hemisferio austral, no muy alejada de la línea del ecuador. Estos territorios son de ambiente típicamente ecuatorial, con importantes relieves los insulares, y todas con extensas selvas vírgenes.

La *Guinea Continental Española* (figs. 314 y 315) constituye una superficie trapezoidal de unos 130 kilómetros de costa y unos 125 kilóme-



Fig. 315.—Playa del sur del estuario del Muni (Guinea española).

(Foto Hernández-Pacheco, 1933.)

tros en el interior en alineación meridiana, por unos 160 kilómetros en la de los paralelos. Comprende un país interior granítico y estratocristalino, que llega hasta cerca de la costa. En el litoral están los terrenos modernos, generalmente a tope con los antiguos, en la zona de contacto del interior, que se señala por la formación de rápidos fluviales. Los terrenos litorales son: el cretáceo, en la porción meridional; el paleogeno, en la banda costera, todo a lo largo del territorio, y el neogeno y terrenos modernos, en el litoral septentrional y zona de desembocadura del río Campo. Litológicamente, todo el territorio es de preponderan-

cia silíceas, dominando en los terrenos mesozoicos y neozoicos los materiales areniscosos.

En general, la Guinea Española es de relieve atenuado, con colinas y lomas que en el Noreste se elevan a los 700 metros de altitud, pre-

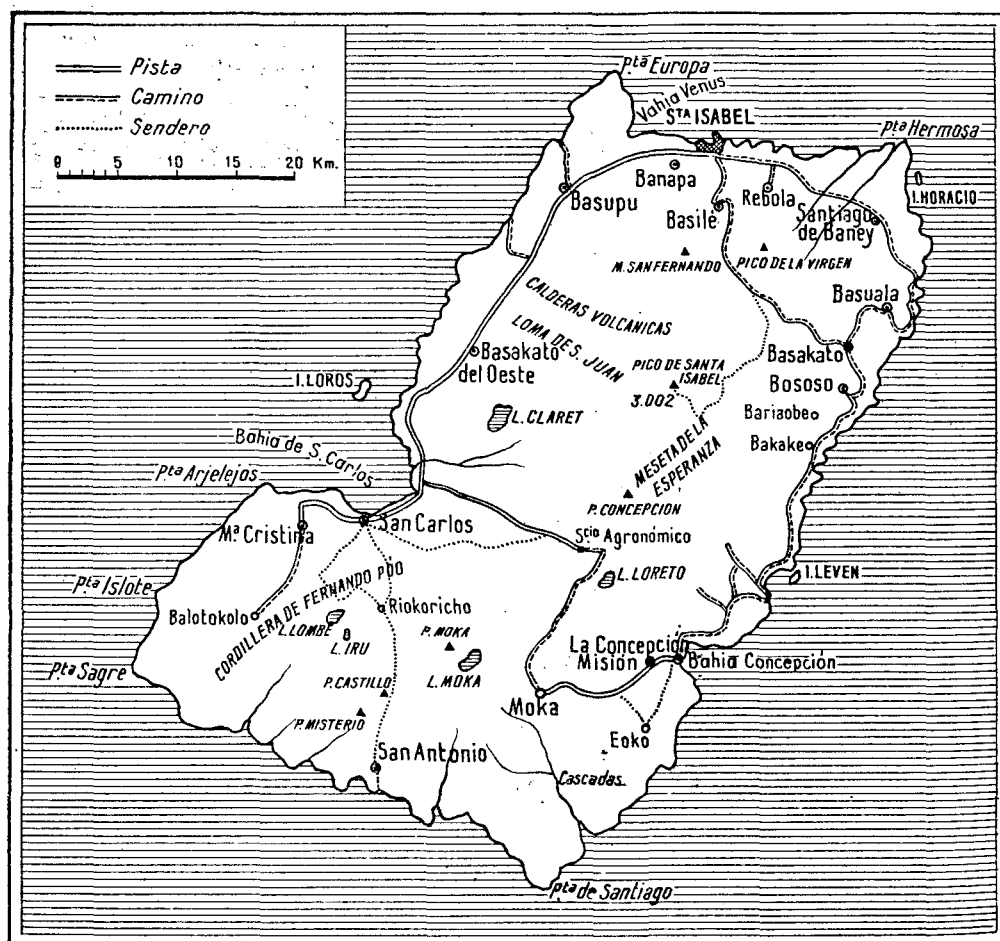


Fig. 316.—Mapa de la isla de Fernando Poo.

dominando en el país los relieves de 250 a 300 metros. En la zona de contacto entre el granito con los neis y pizarras cristalinas, existe una banda de relieves montañosos. La máxima altitud es el monte Mítra, con 1.200 metros.

El río Campo, procedente del territorio de Camarones, forma la frontera septentrional en la zona de desembocadura. Análogamente al

estuario del Muni, es la frontera meridional, en la desembocadura del Utamboni, que tiene su corriente en el país español. El río central del territorio es el Benito, que recibe varios afluentes y desemboca en el comedio de la costa mediante estuario alargado. En la porción septentrional está un río menor, el Ecuco, en cuya desembocadura está Bata, capital del país.

En el interior existen diversidad de espacios desprovistos de vegetación arbórea, ocupados por altas hierbas y de suelo arenoso, formado por aluvionamiento. La costa forma extensas playas, generalmente invadidas por la marea alta, llegando el bosque a la orilla del mar; borde costero en el que destacan los altos cocoteros. En muchos parajes el bosque se ha destruido y el terreno se ha roturado; labor penosa, cara y lenta, ocupando lo descujado cultivos de cafetales y plantaciones de cacao.

Fernando Poo (fig. 316).—La isla de Fernando Poo está considerada como la joya del golfo de Guinea, pues su gran relieve, que alcanza los 3.002 metros de altitud en el pico de Santa Isabel, hace que se modifique el clima en diversos parajes en relación con la altitud, como ocurre en la localidad de Moca, en el interior, y en Basilé, al Sur de la ciudad de Santa Isabel; localidades de ambiente agradable y sano, en relación con el general del país. En Moca y en otros lugares de altitud, el bosque está reemplazado por la pradería de altas hierbas, con las que pueden apacentarse ganadería vacuna y caballar, pues están libres de la mosca tsé-tsé y de los mosquitos. Tal mejora en las condiciones de ambiente hace que, además de la ganadería para el suministro de carne y leche, se cultiven hortalizas diversas, que no prosperan en las zonas bajas de la isla ni en el continente.

Comprende la isla de Fernando Poo unos 70 kilómetros de longitud por unos 35 de anchura. Geológicamente, es una gran acumulación de materiales eruptivos, que culminan en el gran cono volcánico de Santa Isabel. Una depresión orográfica y dos escotaduras de la costa; la bahía de San Carlos, al Oeste, y la de Concepción, al Este, establecen división entre dos partes de la isla: En la del Norte se alza el pico de Santa Isabel (3.002 m.) (fig. 317). En la del Sur, están dos grandes lagos de tipo crateriano. Puede considerarse que el conjunto insular está formado por dos macizos volcánicos que se unieron por la acumulación de materiales lávicos. En la actualidad, las manifestaciones eruptivas están reducidas a emanaciones gaseosas y a manantiales de aguas carbónicas. El litoral es escarpado, con ingentes acantilados, especialmente en la costa meridional, entre Punta Sagre y Punta Santiago.

La capital de Santa Isabel, bien urbanizada, agradable y limpia,

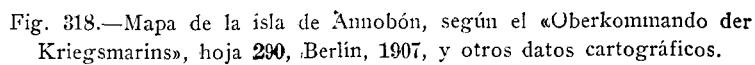
está situada en el fondo de una abrigada bahía, debida a un viejo cráter desportillado por erosión marina y ampliamente abierto a la mar. La isla, en general, está bien cultivada y es muy productiva, especialmente



Fig. 317.—Zona de cumbre del pico de Santa Isabel (3.002 m.) en la isla de Fernando Poo. Bosque de ericáceas con vegetación epifita de largos líquenes del grupo de la *Usnea barbata* (barba de árbol) y géneros afines; sotobosque de helechos.

(Foto Hernández-Pacheco, XII-1951.)

en cacao y café. Una buena carretera une el puerto de Santa Isabel con el de San Carlos, bordeando parte de la isla, y otra carretera asciende desde la ciudad a Basilé, situado en la zona alta de la isla, con ganadería y cultivos de zona templada.



39

La isla Príncipe tiene una longitud, de Norte a Sur, de unos 18 kilómetros; y la mitad de dicha cifra de Este a Oeste. Culmina en el pico Papagallo; tiene por capital a San Antonio, situada en bahía abierta al Este. Toda la isla es de formación volcánica.

La isla de Santo Tomé es la mayor de la alineación, después de Fernando Poo. Es de figura alargada de NNE. a SSW., prolongándose

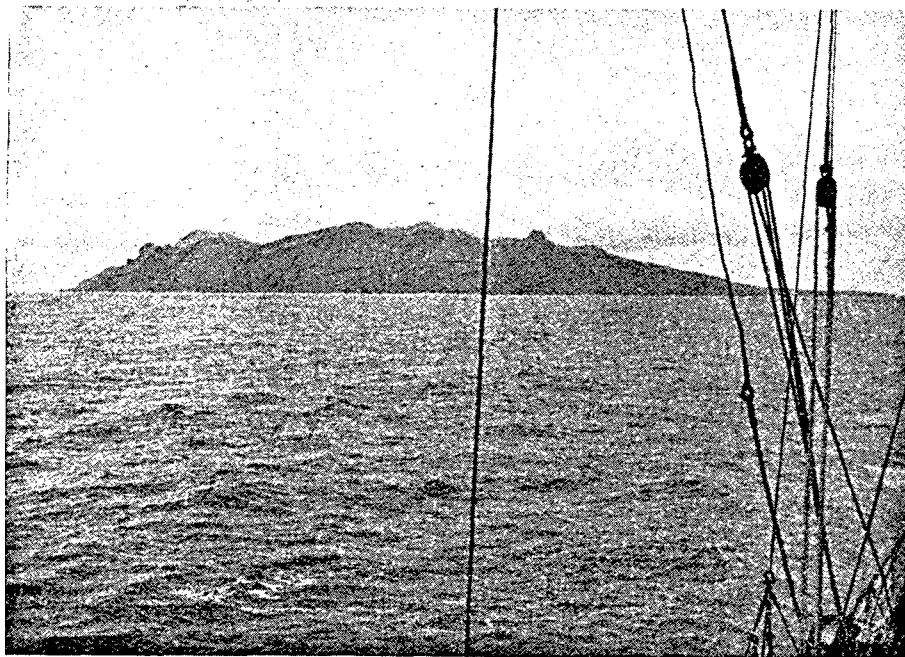


Fig. 319.—La isla de Annobón desde el Noroeste, a distancia de unas tres millas.

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)

en el extremo meridional por la punta de Homen da Capa, que tiene en su continuidad la isleta Das Prolas, separada de la punta por un canal, precisamente situado en la línea equinoccial. La isla de Santo Tomé es muy montañosa, con diversidad de picos volcánicos, siendo el más alto el de Santo Tomé, de 2.024 metros. La longitud de la isla es de unos 42 kilómetros, por anchura de una veintena. Tiene población de unos 5.500 habitantes, de los que la mitad son trabajadores importados de las colonias portuguesas del Africa Austral; población distribuida en diversidad de centros urbanos de las costas septentrional y oriental. Está bien e intensamente cultivada, siendo los principales productos cacao, café y quina.

Isla de Annobón.—Está situada en el extremo de la alineación insular del golfo de Guinea, en el hemisferio austral, distante del cabo López, en el continente, unos 360 kilómetros. Es de figura alargada, de unos seis kilómetros y medio de larga por dos y medio de ancha, con arrumbamiento meridiano. La constitución es volcánica y el relieve muy escarpado. En la porción septentrional existe un lago crateriano, con

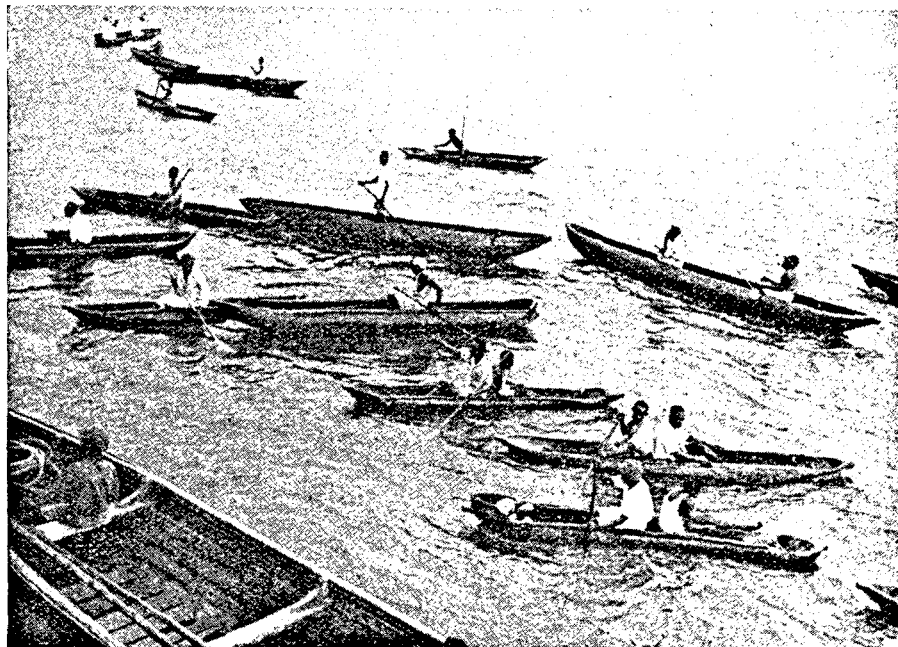


Fig. 320.—Indígenas de Annobón en sus típicos «cayucos».

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)

fondo situado a los 150 metros de altitud, elevándose en el borde del cráter el pico Fogo (455 m.), y hacia el centro de la isla el pico Abieín (650 m.), y próximo a éste, hacia la costa occidental, el pico Antroí (831 m.), el más alto de la isla. La costa del Oeste es la más escarpada, con acantilados, a pico, del centenar de metros (figs. 318 a 321).

La selva ecuatorial cubre casi toda la isla; tan sólo hay zona de costa baja en la parte Norte y Noreste, con terreno adecuado para cultivo, y también en los conos de deyección de algunas barrancadas.

Situado Annobón inmediato al Sur del ecuador, el clima es totalmente ecuatorial, con características especiales por el influjo de la corriente marina de Bengüela, de aguas relativamente frías. La temperatura media anual es de 26 a 27°, oscilando la variación anual entre 25



Fig. 321.—Selva del interior de la isla de Annobón.

(Foto Hernández-Pacheco, 1935.)

y 30°. La lluvia es casi constante, suponiéndose oscilen las precipitaciones entre 2.700 y 3.000 mm. Viento alisio del Sureste. Gran nubosidad, con cumbres casi nunca libres de nubes y muy raros días despejados. A pesar de estar la isla en la zona de las calmas ecuatoriales, domina mar de fondo con olas de gran tamaño, que no rompen sino contra los acantilados.

Annobón sólo está habitada en determinados parajes litorales donde pueden establecerse cultivos. El núcleo urbano principal es Ambo, en un extenso playazo en el Norte de la isla, en donde está la Misión católica de San Antonio y el edificio del puesto de la Guardia Civil. La población, de unos 1.650 habitantes, desciende de un grupo de esclavos desembarcados en época imprecisa de los tiempos modernos. Las actividades es el cultivo, principalmente de bananeros. La población blanca está reducida a la de la Misión católica y del puesto de la Guardia Colonial.

Clima de Canarias y de Ifni

Las áreas climáticas, en sus diversas categorías, tienen límites imprecisos, en donde las características típicas se confunden hacia las de las regiones inmediatas. Esto ocurre incluso en territorios insulares, tales como el conjunto de archipiélagos, de destacada unidad geográfica de la denominada Macaronesia (del griego «makaros», afortunado), situada a lo largo del Atlántico boreal, entre los 37 y los 14° de latitud, cuyos archipiélagos, componentes, son las Azores, Madeira, Islas Salvajes, Canarias y Cabo Verde, situados en geoclasas, por las que han surgido los magmas internos que han formado las islas, todas ellas de constitución volcánica.

Presentan las islas de tan típica alineación geotectónica relieves montañosos comprendidos entre las altitudes de 1.500 metros (Madeira) y los 3.720 m. del Teide (Canarias); lluvias anuales de régimen alisio y ciclónico, de 290 mm. en Santa Cruz de Tenerife, y 703 mm. en Punta Delgada (Azores), de los cuales 57 mm. caen en los meses de verano; análogamente en Funchal (Madeira), se producen 16 mm. de junio a agosto. Respecto a temperatura, en las Azores, la media de febrero es de 14°, y la de agosto, 22°. En relación con tales características, el profesor Luis Ceballos ha estudiado la vegetación forestal, resultando que ésta presenta desarrollo máximo en Madeira (y de aquí tal denominación, dada por los portugueses que descubrieron la isla), vegetación forestal que decrece en los otros archipiélagos macaronésicos, hasta el más meridional, el de Cabo Verde, en donde no existen

bosques; señalándose decrecimiento en la vegetación; de Norte a Sur.

En el conjunto de un mismo archipiélago macaronésico, cual es el de Canarias, existe señalada variedad climática; de tal modo, que las islas orientales de Fuerteventura y Lanzarote presentan características climatológicas de tipo subdesértico, que las asemeja al litoral africano de Ifni y del Sáhara Occidental.

El tipo de clima macaronésico es de régimen ventoso del alisio, con contraalisio, que se observa bien en la zona alta del Teide. El régimen de temperaturas es sin grandes contrastes en el transcurso del año, sin alcanzar los cero grados, y aumento de temperatura, sin exceso de fuertes calores en la estación estival. La pluviosidad es irregular, decreciendo, en el conjunto macaronésico, la lluvia anual, de Norte a Sur, en el orden de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde.

Punta Delgada (Azores) ...	{	Temperatura media anual	17° 3
		Id. máxima	28° 5
		Id. mínima	6° 6
		Oscilación térmica absoluta	21° 9
		Lluvia anual	703 mm.
Funchal (Madeira)	{	Temperatura media anual	18° 3
		Id. máxima	29° 3
		Id. mínima	9° 6
		Oscilación térmica absoluta	20° 0
		Lluvia anual	645 mm.
Porto Praia (Cabo Verde)...	{	Temperatura media anual	25° 0
		Lluvia anual	266 mm.

Los adjuntos datos meteorológicos de los archipiélagos de las Azores, Madeira y Cabo Verde, indican las características principales climatológicas de cada uno de los grupos insulares, cuyo conjunto presenta unidad de clima marítimo atlántico de la zona templada, con matices producidos por la diferente latitud, y en las islas planas orientales de Canarias (Lanzarote y Fuerteventura) y en las de Cabo Verde, con modalidades subdesérticas de tipo litoral sahariano.

El adjunto cuadro meteorológico da idea de las características climatológicas de las Canarias. En Gran Canaria, su fuerte relieve hace que, en contraste con las islas planas de Fuerteventura y Lanzarote, la climatología sea la misma que la de las Canarias Occidentales, con alguna atenuación en pluviosidad y decrecimiento en la vegetación forestal, la cual aumenta en el archipiélago del Este hacia el Oeste en las islas occidentales de Tenerife, La Palma, Hierro y Gomera. (Véase el cuadro de clima de Canarias.)

CLIMA DE CANARIAS.—*Temperaturas medias mensuales, máximas y mínimas absolutas, oscilación térmica anual y absoluta y lluvias mensuales y anual. (Período de 1901 a 1930).*

Locali- dad	D A T O S	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	AÑO	Oscila- ción anual	Oscila- ción absoluta
Sta. Cruz de Tenerife	Temp. media. .	23,1	20,4	18,7	17,5	17,1	17,9	18,7	20,1	22,2	24,3	25,8	24,7	20,9	8,5	30,9
	Temp. máxima .	33,9	30,8	26,3	26,5	28,5	28,4	26,5	33,7	35,2	30,1	39,0	37,6	39,0		
	Temp. mínima..	16,0	10,1	12,4	10,1	8,5	10,6	0,4	12,8	14,0	16,5	18,0	18,0	8,1		
	Lluvia	24	69	46	55	35	32	15	10	2	0	0	2	290		
La Laguna	Temp. media...	18,5	15,6	13,3	12,5	12,7	13,5	14,3	15,7	17,6	19,9	21,5	20,5	16,3	9,0	39,1
	Temp. máxima .	35,5	29,0	26,0	24,2	26,7	25,8	32,2	36,2	34,3	39,9	41,2	37,4	41,2		
	Temp. mínima .	7,5	3,8	2,4	2,1	2,6	3,0	2,7	5,0	6,6	8,8	3,6	8,8	2,1		
	Lluvia	52	112	97	89	82	63	40	19	8	4	3	15	580		
Las Palmas	Temp. media...	22,5	20,8	18,9	17,8	17,7	18,0	18,6	19,8	21,2	24,4	23,7	23,5	20,4	6,0	34,8
	Temp. máxima .	34,8	31,0	29,3	30,0	29,0	29,4	32,2	39,8	30,2	33,0	37,4	38,0	39,8		
	Temp. mínima .	13,6	12,8	5,0	7,8	5,0	10,0	6,0	5,0	14,2	17,0	18,2	15,0	5,0		
	Lluvia	24	39	33	63	23	13	15	3	1	1	2	4	194		

(Datos del Servicio Meteorológico Nacional).

Ejemplo de clima regional formado por concurrencia de factores correspondientes a los países que rodean a la región es el de Ifni, territorio litoral africano situado frente a Canarias y rodeado al Sur y al

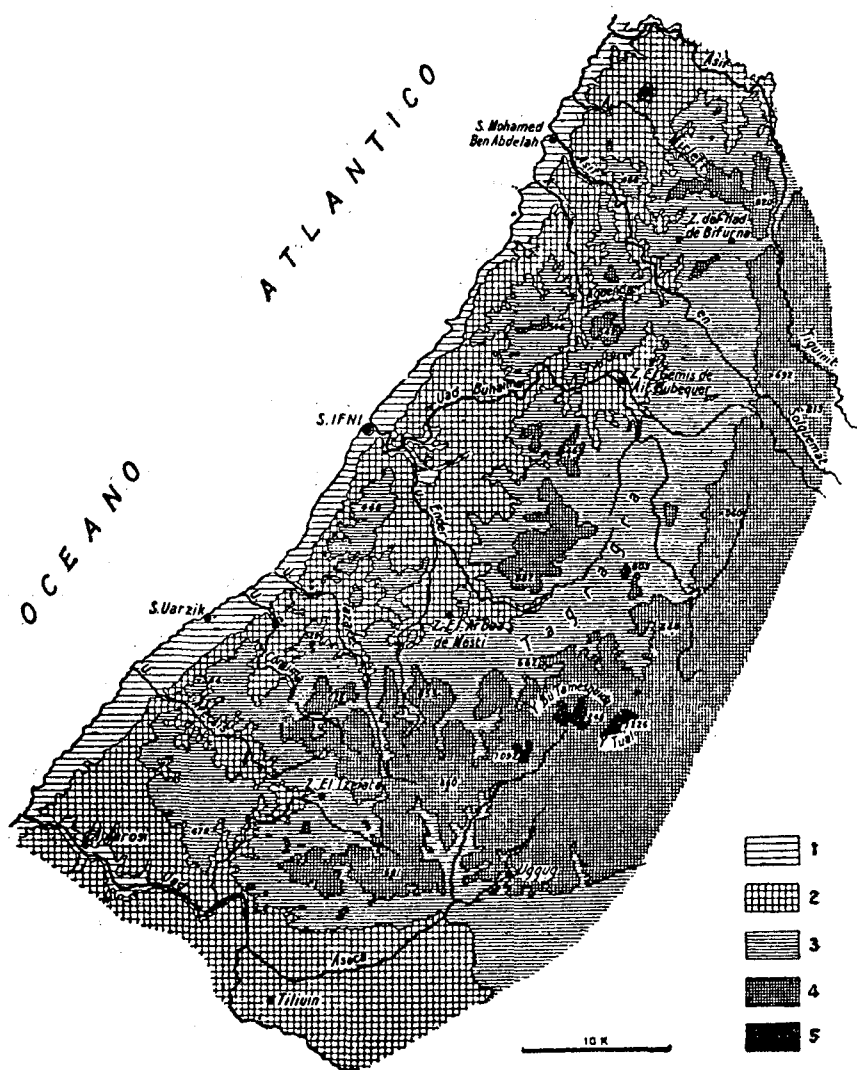


Fig. 322.—Bosquejo topográfico de Ifni, según los estudios realizados por la expedición Hernández-Pacheco en 1934, y el mapa a escala 1:50.000 del Servicio Cartográfico del Ejército. *Explicación*: 1, de 0 a 100 metros; 2, de 100 a 200 m.; 3, de 300 a 600 m.; 4, de 600 a 1.000 m.; 5, más de 1.000 m.

Este por el desierto del Sáhara ; al Noroeste, por el Antiatlás y la altiplanicie y cumbre del Sirua (3.300 m.), que une el Antiatlás al Gran Atlas ; formando el límite Norte la llanura fluvial del Sus, que establece

separación entre Ifni y el Sur de Marruecos. La región natural de Ifni (que rebasa los límites del enclavado español) constituye ancha área

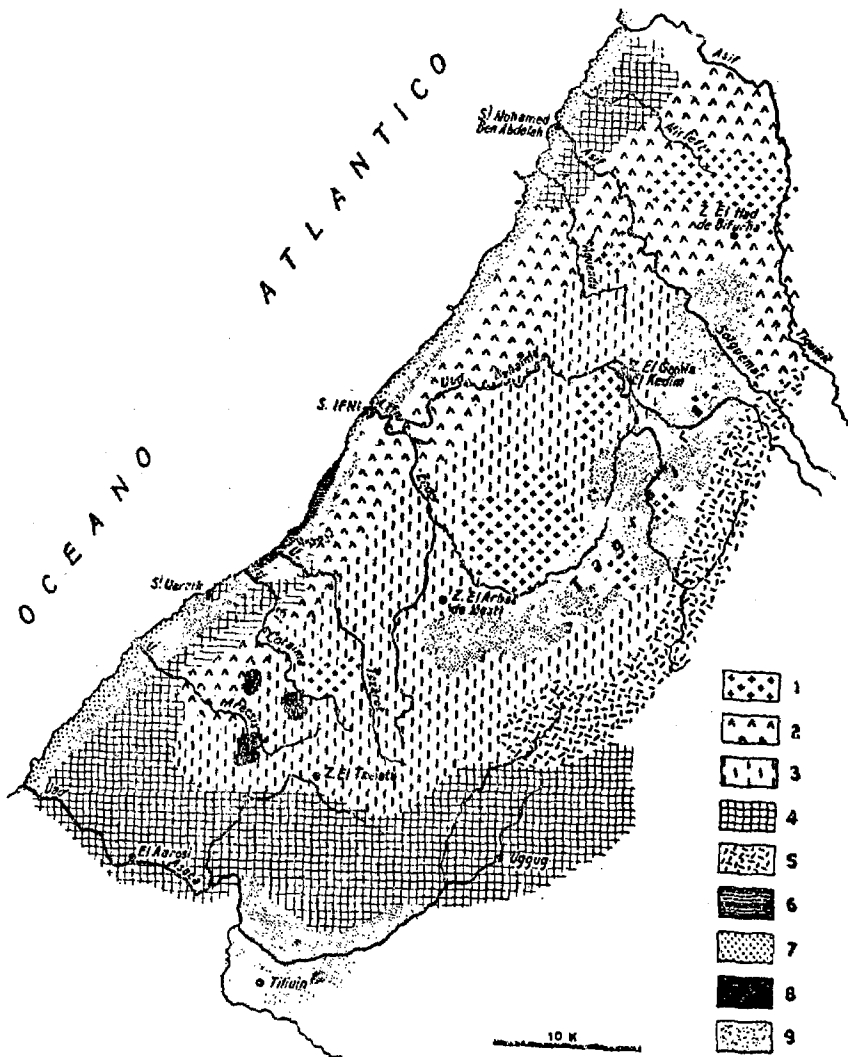


Fig. 323.—Bosquejo geológico de Ifni, según los estudios realizados por la expedición Hernández-Pacheco de 1934. *Explicación*: 1, granitos y sienitas; 2, paleozoico metamórfico; 3, formaciones paleozoicas inyectadas de rocas eruptivas; 4, cámbrico y silúrico; 5, riolitas; 6, eoceno; 7, conglomerados rojos de Ifni (oligoceno); 8, erupciones basálticas; 9, cuaternario.

litoral, con extensión superior a la mayor de las islas Canarias. La constitución geológica es compleja y, en gran parte, volcánica. Es país

montañoso, con rasa costera, penillanuras y navas centrales de 300 a 600 metros de altitud y alineación orográfica todo a lo largo, cuyas escarpadas vertientes orientales dan frente a la llanura subdesértica del Uad-Nun y a las estribaciones meridionales del AntiAtlas y del Yebel Bani, las cuales son Sáhara.

Hay en Ifni dos principales cursos fluviales: uno, es el Ifni, formado por dos ramas que confluyen cerca de la desembocadura: una, procedente del Noreste, y la otra, del Sureste de la región, conservando en los estiajes charcos y corriente subálvea. Otro río, que es el más importante, es el Asaca, procedente de la planicie subdesértica oriental del Uad Num; río que, al atravesar la zona española, toma la denominación de Asaca, y avanza en honda zanja de erosión y forma la frontera política meridional del territorio, cuyo límite natural está pocos kilómetros al Sur de la margen fluvial izquierda, donde comienza la comarca de Tecna, correspondiente al Sáhara Occidental (figs. 322 y 323).

Ifni, cuando se exploró científicamente por primera vez, en 1934, le consideramos geográficamente a modo de una isla atlántica varada en la costa del comienzo del Sáhara Occidental. El clima es atlántico, con régimen de viento alisio, con las características del típico de Canarias; con más pluviosidad y humedad que las islas planas Fuerteventura y Lanzarote, por efecto de lluvias de relieve. Concorre con el clima atlántico de régimen alisio el de tipo desértico del Sáhara que rodea a la región por Oriente y Mediodía. Tercera influencia climática de Ifni es la del Sus, o sea de la planicie al Sur del Atlas; clima, el del Sus, que está atenuado hacia más temperatura y menor pluviosidad que el de Marruecos, al Norte del Atlas. Elemento climatológico propio de Ifni es el que produce la orografía que en la alta zona montañosa, a partir de los 800 metros, reproduce las características típicas del clima de Marruecos y del Sur y Suroeste hispano.

La temperatura de Ifni es uniforme en el año, salvo un verano retrasado y corto, con máximas frecuentes superiores a los 35 grados, y que termina bruscamente por régimen de tormentas y turbonadas. El ambiente en Ifni es húmedo, con nieblas, rocíos y lloviznas que apenas calan la tierra. La lluvia es escasa, con temporada corta al terminar el verano, en octubre o noviembre; otra temporada tormentosa es la de marzo y abril. No nieva ni hiela. Algunas veces sopla el «irifi» del desierto, viento seco y ardoroso procedentes del Sureste que dura poco tiempo, pero que quema los cultivos, produciendo, por efecto contrario, los daños de las heladas tardías en la antiplanicie de Castilla.

Las referidas características climatológicas producen la compleja y singular vegetación típica de Ifni, predominando las euforbias cacti-

formas, con las especies denominadas «fernán» y «dagmug» y la «tabaiba» canaria. La especie arbórea típica de Ifni es el «argán» o «palo de hierro» (*Argania sideroxylon*), así denominada por la extraordinaria dureza de su madera. Esta singular especie vegetal está limitada al Suroeste de Marruecos, al Sur y a Ifni, decreciendo hacia el borde del desierto; presenta el argán formas arbóreas copudas en grandes

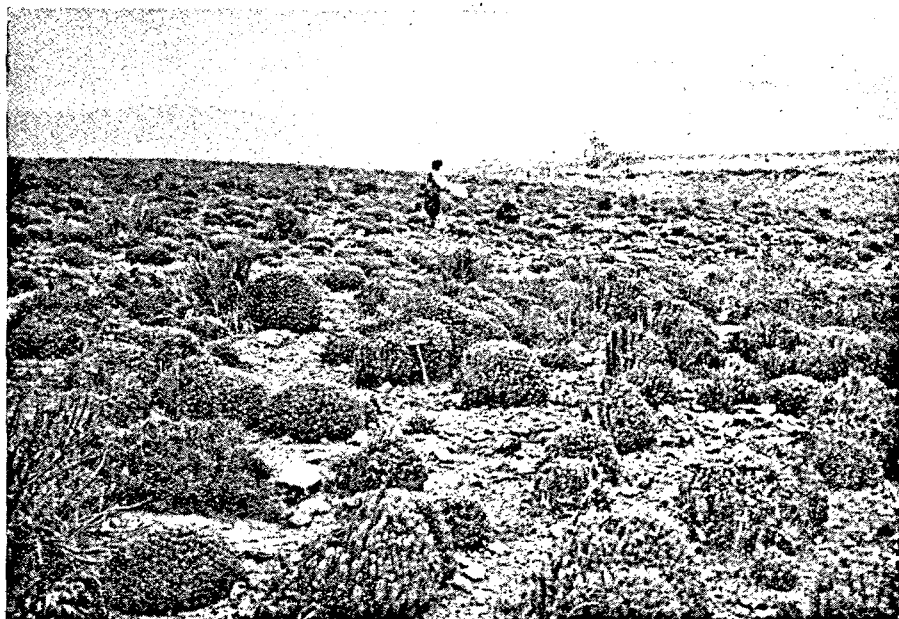


Fig. 324.—Vegetación de euforbias cactiformes en la rasa litoral de Ifni.

(Foto Hernández-Pacheco, 1934.)

extensiones de dehesas, al modo de los encinares extremeños, mientras que en otros sitios forma matorreras, especialmente en la zona que bordea al desierto. El argán es árbol providencial que sostiene a la economía rural ganadera de Ifni, cuya vegetación es fundamentalmente de matorral claro y de hierbas anuales y vivaces, constituyendo formación vegetal de alcarrias (figs. 324 y 325).

En la zona montañosa de altitud superior a los 800 metros, la vegetación propia de Ifni está asociada, en minoría, a especies características de Marruecos y del Sur y Suroeste hispano; flora de tipo mediterráneo, aislada y resguardada en el recinto montañoso de Ifni desde la época pliocena. Comprende esta flora de vegetación de matorral, entre otras especies, las siguientes: acebuche (*Olea europea*), algarrobo (*Ceratonia silicua*), encina (*Quercus ballota*), quejigo (*Quercus* sp.), jaras

y jaguarzos (*Cistus salvaefolia*, *C. villosus*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), madroñera (*Arbustus unedo*), cantueso (*Lavandula pedunculata*, *L. dentata*, *L. multifida*), tomillo (*Thymus maroccanus*), clavellina (*Dianthus* sp.), esparto (*Macrochloa tenacissima*), palmito (*Chamerops humilis*), etc.

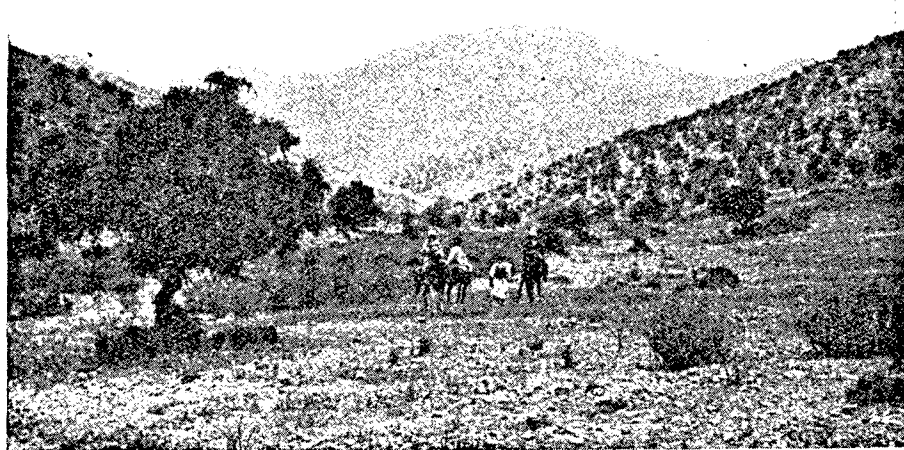


Fig. 325.—Vegetación de arboleda y matorral de argán en la serranía de Ifni.

(Foto Hernández-Pacheco, 1934.)

Clima mediterráneo

En la zona templada boreal, en el espacio comprendido entre los paralelos 30 y 60°, situados, respectivamente, al Norte del trópico de Cáncer y al Sur del círculo polar, están situados los países en que se ha realizado el constante desarrollo de la Humanidad en avances progresivos hacia nuevas formas del vivir, y donde han surgido, en el transcurso de los tiempos, las sucesivas culturas, desde las primitivas épocas prehistóricas. Zona terrestre de expansión de las culturas durante los tiempos antiguos y medios, en dirección occidental de los paralelos geográficos y hacia las áreas limítrofes del reducido ecúmeno de los antiguos, e incorporada América, zona moderna de expansión actual por todo el haz de la biosfera terrestre.

Cabe pensar que tal desarrollo funcional de la especie humana no es arbitrario, sino razonable y de acuerdo con las reglas preestablecidas

Climatología Mediterránea

LOCALIDAD	D A T O S	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	AÑO	Temp. máxima y mínima
Tetuán.....	Tem. media....	18,8	14,2	12,1	11,4	11,9	13,0	14,8	17,2	20,2	23,0	23,0	21,4	16,3	39,6
	Lluvia.....	74	187	74	61	92	109	74	34	14	2	1	2	739	1,0
Argel.....	Temp. media..	20,3	16,9	13,1	11,9	13,0	18,8	16,1	18,8	21,9	25,0	25,3	20,3	18,3	38,7
	Lluvia.....	80	117	137	107	90	33	59	33	15	2	7	80	765	4,2
Valencia	Temp. media ..	18,2	13,6	11,1	10,0	10,8	12,6	14,8	17,7	21,4	24,0	24,6	22,0	16,7	38,0
	Lluvia.....	45	72	26	24	40	27	30	33	29	11	8	71	407	3,8
Palermo.....	Temp. media ..	19,6	15,2	11,9	10,3	11,2	12,6	14,8	17,8	21,5	24,6	24,8	23,0	17,3	45,5
	Lluvia.....	101	101	115	104	78	81	67	34	15	8	14	38	756	1,9
Atenas.....	Tem. media....	19,4	14,1	10,5	8,6	9,4	11,9	19,3	20,0	24,4	27,3	26,9	23,5	17,6	37,9
	Lluvia.....	44	73	62	52	37	34	21	20	17	7	9	14	3 0	1,6
Jerusalén....	Temp. media...	19,1	13,3	9,4	7,0	8,6	10,8	14,9	19,4	21,9	22,9	23,0	21,3	15,9	36,2
	Lluvia.....	10	59	146	165	127	101	40	6	0	0	0	1	695	1,6

(Datos del Servicio Meteorológico Nacional y de E. Martonne).

que rigen los fenómenos naturales, probablemente en relación con el influjo que ejerce el ambiente natural, cuyas acciones, en tal respecto, no deben negarse por el hecho de ser ignoradas o poco conocidas, y no satisfactoriamente interpretadas todavía sus causas; pues en este caso, como en otros diversos, aunque conocemos los efectos de la Naturaleza, tan sólo tenemos, aún, atisbos del funcionamiento causal productor del fenómeno.

Se distingue climatológicamente la amplia zona que se estudia, por presentarse en ella claramente definidas las estaciones, con sus características meteorológicas, especialmente las dos fundamentales, invierno y verano, con las otras dos intermedias y de transición, primavera y otoño, en contraste con la climatología de las zonas tropicales, ecuatorial y polares, en las que, según se ha expuesto, las estaciones se confunden por sus efectos meteorológicos en dos o en una, cual la ecuatorial, calurosa y lluviosa, o en otra frígida, con primavera fugaz y atenuada en su acción, como ocurre en los países hiperbóreos; y, en el caso de las grandes áreas desérticas terrestres, en constante régimen casi uniforme en el transcurso del año.

Comprende el denominado clima mediterráneo (véase el cuadro «Climatología Mediterránea») al conjunto de tal mar interior, situado entre Europa, Africa y Occidente de Asia, participando de tal tipo climatológico el ámbito del Mediterráneo en sus diversas porciones, tales como la occidental, los mares Tirreno, Adriático, Jónico y Egeo, con el extremo oriental, y también con grandes afinidades el mar Negro, por Oriente, y el amplio golfo de Cádiz, dependencia del Atlántico, por Occidente. Son de clima mediterráneo las grandes islas, tales como las Baleares, Córcega y Cerdeña, Sicilia, y, en la mitad oriental, Creta, Chipre y el profuso conjunto insular del archipiélago griego.

En los países europeos que limitan al Mediterráneo, son del expresado tipo de clima la Península hispana (salvo el sector del Noroeste y la zona septentrional); el litoral meridional de Francia; Italia central y meridional; Grecia, con las regiones del Epiro y Tesalia; la península de Morea y el litoral de Macedonia y Tracia. Toda esta zona sureuropea está influenciada por el clima de tipo mesoeuropeo, que modifica al típicamente mediterráneo, haciéndole variar hacia los europeos de modalidad atlántica, como ocurre en Galicia y Norte de Portugal, en el litoral y serranía astúrica-cántabro-vasca. Análogo efecto se produce en la parte francesa meridional, en donde el clima mediterráneo está reducido al litoral del golfo del León, y de la Provenza, limitada en el interior por los relieves montañosos de los Cevennes y las derivaciones alpinas occidentales. En Italia, el clima mesoeuropeo pre-

domina en el Piamonte, Lombardía y el Veneto, hasta el Bolonesado. Caso semejante ocurre en el litoral de Dalmacia, en el Adriático, por la acción de los relieves de los Alpes Dináricos, y en el litoral del mar Egeo, por los Balcanes.

En Africa septentrional es de clima mediterráneo, incluso el litoral atlántico hasta rebasar, hacia el Sur, la desembocadura del Sebú, en el antiguo reino de Fez; presentando típico clima mediterráneo todo el país rifeño, la zona litoral de Argelia y la de Túnez. En toda la banda meridional mediterránea, el influjo modificador del clima se produce por la gran extensión del Sáhara, limitado en el Noroeste por el complejo sistema orográfico del Atlas. Desde Túnez hasta Palestina el litoral mediterráneo es desierto, con el clima propio de las grandes extensiones desérticas del Globo; incluso entre Marruecos y Argelia el Sáhara emite prolongación hasta el mar por el desierto de Angad, cuyo influjo se hace sentir en el Mediterráneo Occidental.

El Mediterráneo, en su parte más avanzada hacia Oriente, está limitado por los países asiáticos de Palestina, Siria y la gran península de Asia Menor, que tienen todos ellos amplias áreas de desiertos al respaldo, como son los de Arabia, Transjordania y de Siria, hacia Mesopotamia y Persia. El Asia Menor es país con gran extensión interior de altiplanicie desértica, rodeada de montañas. Tales extensiones, que limitan por el interior a los países asiáticos mediterráneos, ejercen importante influjo en el clima de los territorios ribereños, produciendo modalidades especiales climatológicas.

El tipo climatológico mediterráneo se caracteriza, por lo que se refiere a temperatura, por una estación invernal no excesivamente fría, si bien con descensos termométricos por bajo de cero grados, comprendiendo, en duración, los meses de diciembre, enero y febrero. Un verano largo y ardoroso con temperaturas que suelen sobrepasar las de los países tropicales y ecuatoriales, y comprende, por lo general, desde mediados de junio hasta mediados de septiembre y, en todo caso, intenso y seco durante julio y agosto, con máximas alrededor de los 40 grados. Las otras dos estaciones del año están también individualizadas en el respecto térmico; la primavera es irregular, con tendencia, unos días, hacia el invierno, y otros, con aumento de temperatura y tendencia hacia el verano. El otoño es más uniforme en el carácter térmico y más pausada la variación hacia las temperaturas invernales, comprendiendo desde mediados de septiembre hasta la segunda quincena de noviembre.

En relación con la pluviosidad, existen dos temporadas anuales de lluvia: una, de otoño e invierno, y otra, de primavera, con precipita-

ciones irregulares en relación con la producción y recorrido de los ciclones procedentes del Atlántico y de áreas de depresión formadas en parajes mediterráneos, tales como el golfo del León y el Adriático. Las dos temporadas pluviosas se suelen alcanzar una a otra, y en otros casos hay un período intermedio que las separa. Otra interrupción de las lluvias se produce casi siempre en el invierno; es de corta duración, de una quincena de días generalmente: es la denominada «seca de enero», que se adelanta o retrasa y que se caracteriza por tiempo seco y frío, sin viento y abundantes escarchas. En la seca y ardorosa temporada de verano no hay más que algunas lluvias accidentales tormentosas, y, frecuentemente, ni esto. La media pluviométrica anual es alrededor de los 500 mm., en unos países más, en otros menos, determinándose las variaciones por circunstancias especiales de la situación del relieve. Las nevadas son fenómenos accidentales, derivadas también, en gran parte, del relieve, y derritiéndose la nieve en pocos días, no persistiendo más que en las altas zonas montañosas. Las nevadas, donde se producen, es en enero y febrero, rara vez antes o después de estos meses.

El clima mediterráneo es de predominio de cielo despejado, con gran luminosidad, de sol fuerte y días claros o con nubosidad de variados cúmulos redondeados y, otras veces, de altos cirrus y suaves estratus, y especialmente en primavera, y más en otoño, atardeceres serenos con resplandecientes arboles.

Consecuencia de este clima, que es el de tipo medio mediterráneo, es el régimen fluvial, caracterizado por acentuada disminución en la corriente de los ríos caudales; acortarse ésta en los medianos, y reducirse a charcos residuales y a corriente subálvea en los pequeños.

Se refleja tal tipo de clima en la vegetación y en el paisaje, pues las campiñas pierden el verdor en la estación estival, que es sustituido por el amarillo de los pastizales secos y de los rastrojos. La vegetación espontánea de los países de clima mediterráneo es la estepa de labiadas balsámicas y de matas de hojas pequeñas y carnosas o aciculares, a poco que coadyuve a formarlas el terreno calcáreoarcilloso y, especialmente, el yesoso. Si el suelo es calizo y rocoso se forman las alcarrias o terrenos de vegetación rala de matorral claro. El clima mediterráneo es el sustentador del matorral de cistáceas, tales como las jaras y jaguarzos; de cupulíferas, como la coscoja; de labiadas, como el romero, los cantuesos y los tomillos; de papilionáceas, como las retamas y tojos, y de ericáceas, como la madroñera y los brezos. El bosque típico es el pinar y las grandes cupulíferas, como la encina, el roble, el alcornoque y el castaño.

En el conjunto del clima mediterráneo se pueden distinguir diversidad de modalidades, señalándose como típicas las siguientes:

a) La litoral portuguesa, con atenuación en la temperatura veraniega y con ligeras lluvias en dicha estación.

b) La producida por el influjo del clima europeo occidental, comprendiendo la costa mediterránea francesa, la de Cataluña y la del Adriático, con clima de más suavidad en la estación seca, mayor pluviosidad en primavera y otoño.

c) Otra variedad es la de las costas meridionales de la Península hispana y Norte de Marruecos, Argelia y Túnez, con inviernos suaves, a veces de temperatura subtropical, como en Málaga y Almería, y, en menor grado, en Melilla y Argel.

d) En el Mediterráneo Oriental, comprendiendo Grecia, el litoral de Macedonia, Tracia y de Asia Menor, debido al influjo de los relieves balcánicos; modalidad caracterizada por medias mínimas de enero de $-1,6$ en Atenas; sequía de largo verano, con medias de julio de 27° , y máximas medias de 38° .

e) Países del extremo oriental mediterráneo, cual Asia Menor, con altiplanicie subdesértica en el interior; Siria y Palestina, con extensos desiertos al respaldo, que originan degeneración del clima mediterráneo, como el de Jerusalén, con lluvias desde noviembre a abril, media anual de 660 mm. y sequía el resto del año; temperaturas máximas y mínimas de $36,2^{\circ}$ y $1,6^{\circ}$, respectivamente.

Clima europeo y sus modalidades

Características muy diferentes de la climatología mediterránea presentan los países europeos, desde las zonas atlánticas hacia el interior, por Francia y Alemania, y más al Este, por Bohemia, Polonia, Austria, Moravia, Hungría, Rumania y Ucrania, hasta la llanura rusa. Corresponden tales particularidades climatológicas al persistente juego, en el transcurso del año, de los ciclones que, procedentes del Oeste, recorren los territorios europeos hasta las áreas anticiclónicas rusas y siberianas.

Tiene de común el clima europeo, como factor general, la pluviosidad en todos los meses del año, sin estaciones secas y, en algunas regiones, preponderancia de precipitaciones en primavera y comienzos del verano.

Respecto a temperatura, se observa creciente variación del clima litoral (suave y con cierta uniformidad en el transcurso del año) hacia el del interior, con inviernos tanto más fríos cuanto más se avanza hacia el Este, y con más tiempo de duración las nieves en las campiñas;

régimen continental que se acrecienta con el alejamiento de la costa, pero sin extremado calor veraniego.

Es propio del clima europeo la humedad atmosférica, con nubosidades y nieblas intensas y frecuentes, como es típico en Inglaterra, con las características de Londres. No es frecuente que el cielo, en la costa, esté despejado, sereno y luminoso, como es lo general en los países mediterráneos, sino grisáceo. En el interior, la transparencia y serenidad celeste es principalmente en corta temporada de invierno, en la que se establece el anticiclón sobre los campos cubiertos de nieve.

Los cambios estacionales experimentan avance respecto a los mediterráneos, adelantándose el invierno y también el verano. Los territorios costeros son de más alteraciones meteorológicas (producidos por la frecuente llegada de los ciclones atlánticos) que los países del interior, soliendo haber más calma atmosférica en éstos que en el litoral.

Los vientos dominantes son los del Oeste, Noroeste y Sureste, señalándose los procedentes del Este por el recrudecimiento del frío en invierno, y por el aumento del calor en verano.

Comprendidos en tales características generales se distinguen diversidad de subtipos de climas europeos, entre los que describiremos los que ejercen importante influjo en la climatología de Hispania, y, en general, del Mediterráneo, que son los siguientes: a) Subtipo europeo marítimo atlántico. b) Subtipo de Europa media, continental atenuado. c) Subtipo de Europa interior, continental extremado.

Subtipo climatológico europeo atlántico.—Comprende el litoral entre los 40° y 60° de latitud, o sea entre la desembocadura del Mondego, próximo a Coimbra (Portugal) y Bergen, en la costa noruega. Hacia el Sur, Lisboa tiene ya acentuadas características climatológicas mediterráneas, señaladas por la vegetación silvestre y cultivada, que se ponen de manifiesto en la magnificencia del vergel de Cintra. Hacia el Norte de Bergen (Noruega) se entra en modalidades atenuadas del clima hiperbóreo. El área central de tal banda climatológica atlántica comprende el litoral de Francia, especialmente Bretaña, zona que se prolonga al Sur por el litoral del golfo de Vizcaya, por Cantabria, Asturias, Galicia y Norte de Portugal; y, hacia el Norte, por las islas Británicas, Bélgica, Holanda y Dinamarca, y las porciones occidentales del tercio meridional de Noruega y Suecia.

En Bretaña hay retardo estacional; el mes más frío es febrero, y el mes más cálido, agosto. En Brest, según Martonne, la media de enero es 6,3°, y la media de Julio, de 18°. La media mínima anual es —1°,5, y máxima media, 25°; temperaturas agradables, sin fuertes calores ni fríos extremados. Lueve en todos los meses del año, y no es

frecuente que transcurra una quincena sin llover, cayendo las tres cuartas partes de la lluvia anual en el transcurso de los meses de octubre, noviembre y diciembre; lluvia que no suele ser violenta como en el clima mediterráneo, sino fina y continuada, del tipo del denominado «chirimiri» en Vizcaya. Los vientos dominantes son los del Oeste y Suroeste, y el ambiente, tibio y húmedo.

Subtipo climatológico europeo continental, atenuado.—Desde el litoral atlántico hacia el interior de Europa, el clima va adquiriendo caracteres de continental, con modalidades especiales en los territorios montañosos. Corresponden a un tipo intermedio, entre el marítimo del litoral y el acentuadamente continental, la mayor parte de Francia, especialmente la amplia llanura central y la de Aquitania. Es también del mismo tipo la llanura del Po, en Italia, de clima originado por el influjo montañoso de los Alpes, que la abarcan en semicírculo por el Norte, y por la situación del país entre el golfo de Génova y el seno del Adriático, que templan y contrapesan la acción de los Alpes. Asimismo es de clima continental atenuado, el del Valle del Rhin, el de Westfalia y muy gran parte de la llanura de Alemania. En el Sureste europeo existe también clima intermedio entre el marítimo litoral y el acentuadamente continental, en la llanura de Hungría y en Rumania, producidos por el influjo atemperante de la gran extensión del Mar Negro.

En París, el invierno no es la estación de máxima pluviosidad; la humedad es grande, con brumas frecuentes y heladas nocturnas, que empapan el terreno, conservando éste suficiente humedad. Las temperaturas son moderadas, siendo poco frecuente que el termómetro descienda a cero grados durante el día. El verano es de calor moderado, con temperaturas medias en julio de 18° y amplitud de oscilación anual de 15°; nieva algunas veces, pero la nieve no persiste muchos días en el campo.

En Berlín la media mínima de enero es de $-0^{\circ},5$, y en Praga (Bohemia), de $-1^{\circ},5$. En la llanura danubiana el clima presenta características continentales y atenuado régimen mediterráneo, por lo caluroso del verano y del comienzo del otoño; el invierno es corto y la primavera húmeda y lluviosa. Bucarest recibe anualmente 583 mm. de lluvia; la media anual de temperatura es de $10^{\circ},6$, con máxima de $34^{\circ},7$ y mínima de $-16^{\circ},5$.

Subtipo climatológico europeo continental extremado.—En los países situados en el Este europeo, el influjo marino atlántico ha desaparecido, ejerciendo su acción, en el Noreste, el mar Báltico, y en el Sureste, la proximidad del Mar Negro. La modalidad climatológica

que prepondera es la continental, y, al contrario que en el tipo mediterráneo, el invierno es frígido, lo que da carácter principal a los territorios de Polonia y de Ucrania.

Caracteriza al clima de Polonia el invierno frío, poco lluvioso y con intensas nevadas, persistiendo la nieve en los campos durante algunos meses; la primavera es adelantada y lluviosa, enfangándose los caminos, y el Vístula arrastra témpanos flotantes, resultantes del deshielo; el verano es, relativamente, caluroso y húmedo. En Varsovia la temperatura mínima es de -21° , y la máxima, de 32° . En enero y en febrero las temperaturas medias son, respectivamente, de $-3^{\circ},5$ y de $-2^{\circ},5$; y en julio y agosto, de $18^{\circ},2$, y de $17^{\circ},3$. El total de lluvia está repartido en todos los meses del año, y es de 554 mm.

En la extensa llanura de Ucrania, limitante con Polonia, recorrida por el Dniéper y ribereña del mar Negro, la acentuación climatológica hacia la modalidad continental es aún más exagerada, tendiendo, hacia el Este, a las características esteparias subdesérticas que rodean al mar Caspio. El invierno es largo y riguroso, y las temperaturas veraniegas se prolongan gran parte del otoño. En Kiev, capital de Ucrania, la temperatura mínima es de $-23^{\circ},2$, y la máxima, $32^{\circ},1$; la media anual, de $6^{\circ},8$; las medias mensuales de diciembre a marzo son de bajo cero, y la pluviosidad anual de 535 mm., con lluvias en todos los meses del año.

CARACTERÍSTICAS COMPARADAS DE LA VEGETACIÓN DE LOS CLIMAS MEDITERRÁNEO Y EUROPEOS

Del estudio climatológico de los países mediterráneos y europeos (véase cuadro *Climatología de Europa atlántica e interior*) se deduce que el conjunto territorial está limitada, por el Sur y por el Norte, por tipos de climas extremados: meridionalmente, por el desértico, cálido y seco del Sáhara, que en algunas de sus zonas alcanza directamente la costa mediterránea, como ocurre desde Trípoli a Egipto inclusive. Septentrionalmente son climas frígidos, de características hiperbóreas, más o menos atenuadas, las de los países situados desde los 60° a 65° de latitud. En el Norte europeo, un mar interior, el Báltico, se adentra desde el Atlántico hacia las áreas septentrionales de Europa, mar interior que, aunque más reducido que el Mediterráneo, ejerce como éste acción atemperante, llevando a las tierras de Fennoscandia las condiciones climatológicas del ambiente marítimo.

El conjunto de países europeos van perdiendo, con la distancia al Océano, sus cualidades climatológicas, y la gran llanura ruso-siberiana

Climatología de Europa atlántica e interior (según datos meteorológicos de E. Martonne).

LOCALIDAD	D A T O S	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	AÑO	Temp. máxima y mínima
Toulouse (Aquitania)	Temp. media ..	12,0	7,3	3,9	3,7	4,6	6,8	10,1	13,5	17,1	19,9	19,7	16,8	11,3	35,6
	Lluvia	66	49	42	46	43	50	71	71	78	43	40	58	666	— 8,4
París	Temp. media ..	9,0	5,8	2,7	2,1	3,7	5,9	10,0	13,1	16,6	18,0	17,7	14,7	10,0	33,8
	Lluvia	54	48	40	36	28	37	39	47	93	50	47	48	527	— 11,3
Berlín..... (Alemania)	Temp. media ..	9,0	3,4	0,4	— 0,4	0,3	2,8	7,7	12,7	16,7	18,1	17,4	13,9	8,5	33,5
	Lluvia	51	47	49	39	37	47	35	44	63	60	57	42	580	— 16,4
Praga..... (Bohemia)	Temp. media ..	9,3	3,3	— 0,4	— 1,5	0,0	3,2	8,5	13,5	17,4	19,0	18,3	14,7	8,8	32,8
	Lluvia	30	29	27	19	20	31	34	45	67	54	53	34	443	— 16,3
Varsovia (Polonia)	Temp. media ..	8,0	2,1	— 1,7	— 3,5	— 2,5	1,0	6,8	13,4	16,3	18,2	11,2	13,2	7,4	32
	Lluvia	44	37	36	27	27	32	36	51	71	68	72	54	551	— 21,3
Kiew..... (Ucrania)	Temp. media ..	7,5	1,2	— 4,4	— 6,2	— 5,3	— 0,7	6,9	13,8	17,6	19,2	18,4	13,8	6,8	52,1
	Lluvia	44	37	39	28	21	38	43	44	60	75	62	44	535	— 23,2

presenta clima continental de gran rudeza y de características hostiles al diverso desarrollo de la flora y de los múltiples cultivos que el hombre ha creado, e incluso a los variados modos del vivir y del progreso humano, pues no por poco aparente la relación entre tipo de cultura y clima es menos cierta, porque el hombre, como todos los seres de la Naturaleza, dependen del ambiente natural en que se crían, viven y prosperan, en la compleja actividad de adaptación al medio.

Respecto a la vegetación, existe marcada diferencia entre la de los países mediterráneos y la de los mesoeuropeos, principalmente del interior, contribuyendo a ello las diferencias de ambiente invernal y veraniego, pues la nieve, que en el interior y Norte de Europa es persistente en las campiñas durante larga temporada, es fenómeno fugaz en los países mediterráneos, en los que únicamente persiste en las altas zonas montañosas, hasta que el sol primaveral la derrite.

Hay que tener en cuenta que la vegetación silvestre actual es heredera de la que existía en las épocas glaciales e interglaciales. En los períodos glaciales la flora nortea avanzaba hacia el Sur, y en los interglaciales retornaba lentamente, o se refugiaba ascendiendo a las cumbres montañosas, de ambiente semejante al nórdico; pero la flora típica meridional que emigraba a los países septentrionales recalentados, al llegar el siguiente período glacial, no podía persistir en el país que había invadido ni encontrar allí refugio, y se retiraba hacia el Sur o perecía. Por esto los países mediterráneos presentan colonias vegetales de la flora nortea, no realizándose el fenómeno inverso, resultando mayor riqueza florística en los países mediterráneos que en los de Europa central y noratlántica.

El conjunto europeo y mediterráneo corresponde por su vegetación a la «zona de los bosques boreales» que, en general, donde no ha sido desforestada por la invasión de los cultivos, es más variada, en arboleda y en matorral, en los países mediterráneos que en los centroeuropeos.

Entre las especies que principalmente forman asociaciones arbóreas en Europa están los sauces y chopos, el olmo, el tilo y el abedul, el tejo, etc., especies que son esporádicas, con mayor o menos profusión, en los territorios de clima mediterráneo, formando en Europa media bellos bosques monotípicos el alerce, el haya y el abeto.

La arboleda forestal mediterránea corresponde con gran intensidad al pinar, con dos principales especies: el pino carrasco y el pino piñonero. El árbol predominante especialmente en España es la encina, formando también bosque otras cupulíferas, como los robles y el castaño, y en el Occidente mediterráneo, el alcornoque, generalmente en aso-

ciación con la encina; especies del Líbano y del Atlas son, respectivamente, los cedros. En Grecia y en Asia Menor decoran las rocosas campiñas los esbeltos cipreses, y en las serranías centrales y levantinas crecen otras dos cupresáceas: el enebro y la sabina.

Es típico del clima mediterráneo, especialmente en la Península hispana, la formación botánica de matorral, constituido por matas de cupulíferas, como la coscoja, la chaparra (forma en mata de la encina); las cistáceas, como las jaras y jaguarzos; labiadas, como el romero y el cantueso; el lentisco y la madroñera; brezos de gran talla, y el mirto o arrayán. Formación vegetal típica de España son las alcarrias, y, también, las estepas de matas ralas y aromáticas, como los tomillos y el espliego, y gramíneas de finos tallos tenaces, como el esparto. En los cauces de los arroyos predomina la adelfa, de tersas hojas y grandes flores rosadas.

La vegetación del matorral europeo no es de formación densa, predominando los enebros del grupo *oxicedrus*, los agracejos; el mirto de Brabante; los pequeños brezos de flores rosadas; el grosellero; los arándanos; el helecho común, y las gramíneas, que forman prados permanentes todo el año.

Es característico de los climas de Europa media la pradería verde en verano. Es propio de los países mediterráneos el verdor herbáceo en la otoñada alta, en primavera y aun en el invierno, verdor que se torna en el amarillento de los pastizales secos, al llegar los calores estivales.

En los paisajes de la Europa media el componente vegetal oculta con su verdor al roquedo. En los paisajes mediterráneos el roquedo es factor predominante sobre la vegetación; los tonos grises y rojizos preponderan y, en otros casos, armonizan los verdes de la vegetación con los pardos y cenicientos del roquedo. Tan sólo la florida primavera iguala, con sus múltiples tonalidades y coloraciones, los paisajes de uno y de otro clima; pero, aun en este caso, el roquedo es componente complementario del paisaje en las campiñas y serranías mediterráneas.

Los países mediterráneos, respecto a los europeos atlánticos y del interior, tienen agricultura que es complementaria una de la otra. Los principales cultivos en los territorios del clima europeo, especialmente del interior de la Europa media, son los cerealísticos: trigo, centeno y avena, que son asimismo importantes en los países mediterráneos. Son también cultivos preponderantes en Europa media la patata y la remolacha, comunes en las tierras mediterráneas. Todas estas plantas prosperan en las extensas llanuras de suelo profundo y composición

ponderada, arcilloso-silíceo-caliza, de terrenos neógenos y cuaternarios, fáciles de labrar.

De todos los países europeos, el de mejores características agrológicas y de más riqueza agrícola es Francia, con su gran planicie central, parisién, de Orleáns y de Turena, y la amplia extensión meridional de Aquitania. La campiña belga y la interior de Holanda y la gran llanura alemana son también países de buenas condiciones agrícolas para las especies citadas. En el Sur de Suecia tiene mucho desarrollo el cultivo del centeno y de la remolacha. En Irlanda, el de la patata es de la mayor importancia. En el interior europeo, la llanura de Polonia es país cerealista, y la patata y remolacha, de amplio cultivo. En el Sureste, la extensa planicie húngara es de gran producción cerealista. Análogamente acontece en Rumania. La llanura de Ucrania es de máxima producción de cereales, país gran exportador de trigo por el puerto de Odesa, en el mar Negro.

También los países mediterráneos son cerealistas, especialmente en Tracia y Macedonia, y parte de la llanura de Anatolia; más aún en Italia, en la extensa llanura del Po, en las regiones meridionales y en Sicilia. Asimismo en España, en las llanuras castellanas y en la aragonesa, en Extremadura central y en el gran valle Bético. Completan el cuadro de la principal producción cerealista mediterránea Argelia y Marruecos, en la llanura litoral de Yebala, del bajo Lúcus, y en la situada entre Fez y Marraqués, que tiene por puerto central a Casablanca.

El cultivo del lino, generalizado a toda Europa, y en los países mediterráneos a las comarcas y terrenos húmedos, decreció a finales del siglo XIX, especialmente en el ámbito mediterráneo, por el desarrollo del algodón y de la industria textil, conservándose en España, como señal del anterior desarrollo, la abundancia de designaciones topónimicas que le recuerdan, tales como linares, linar, linarejo, etc.; decrecimiento del citado cultivo, que es mucho menor en los países fríos y húmedos europeos.

Típico de diversas regiones de Europa húmeda es también el cultivo del lúpulo, especialmente en aquellos poco adecuados climatológicamente para el de la vid. Entre las plantas cultivadas en los países húmedos de Europa media está la colza (*Brassica napus*, var. *oleífera*), parecida a la col, de cuya semilla, muy oleaginosa, se extrae un aceite empleado mucho, y que aún se emplea en la condimentación y para otros usos.

En general los vegetales, y en especial las plantas cultivadas que se han citado, típicas de los países de Europa media, tienen, según los especialistas en agronomía, índices mínimos de temperatura para sus

fases de germinación, floración y maduración (según se indica en el adjunto cuadro) que les permiten realizar el ciclo vegetativo en países de bajas temperaturas en gran parte del año, lo cual hace que en Suecia, los cereales, especialmente el centeno, estén abundantemente cultivados, y que en Ucrania, de medias mínimas mensuales inferiores a cero grados, durante cuatro meses, con otros tres inferiores a 10°, y media anual de 6,8°, sea importante país exportador de trigo.

El clima mediterráneo, en diversos aspectos, es más desfavorable a los cereales que el europeo; lo que consiste en la falta de regulación de la lluvia, en las sequías prolongadas y en las heladas tardías en plena floración. Los cereales bajo el manto de nieve se fortalecen en su aparato radicular. En los países mediterráneos el invierno templado y de ambiente suave es, con frecuencia, perjudicial a las plantas, por el desequilibrio que se establece entre la formación radicular y la foliación, y de esto, la práctica en tales casos, durante la estación invernal, de entrar ganado lanar en los sembrados para que despunten los tallos adelantados con exceso, fenómeno y práctica que no se concibe en los países del interior y del Este europeo.

*Temperaturas mínimas de las fases vegetativas, en grados,
de algunas plantas cultivadas*

VEGETALES	Germinación	Floración	Madurez
Trigo	3 a 5	16	21
Centeno	1 a 2	12	19
Avena... ..	4 a 5	16	18
Cebada	3 a 5	16	18
Remolacha	4 a 5	18	19
Lino	2	15	20
Colza	2 a 3	15	18

El cultivo de la vid es propio de los países mediterráneos y de la mitad meridional europea; Francia, en tal cultivo, es el principal país productor, siguiendo en categoría la Península hispana e Italia, pero con vinos de mayor riqueza alcohólica y con más variedad, especialmente en Hispania.

El árbol cultivado típico y genuino de los países mediterráneos es el olivo, que ocupa en la Península hispana grandes extensiones en la mitad meridional, al Sur de la Cordillera Central, y que se extiende

por Levante y gran parte de la cuenca baja del Ebro, y por la zona media de Portugal. Análogamente ocupa grandes superficies de la mayor parte de Italia, y asimismo es abundante en el Oriente mediterráneo.

Gran desarrollo presenta también en los países mediterráneos el naranjo y las especies afines de la familia botánica de las hesperídeas, correspondiendo la mayor extensión al Levante hispano, a Sicilia y a Italia meridional y países del Mediterráneo oriental.

Frutal típico mediterráneo es la higuera, tanto en la parte oriental como en la occidental. El granado, albaricoquero, melocotonero, etcétera, son frutales característicos de los países del mar interior, juntamente con el algarrobo y el laurel. De plantas herbáceas, la más característica entre las leguminosas es el haba y el garbanzo; de las solanáceas, el tomate y el pimiento; de las cucurbitáceas, la sandía, el melón y calabazas. En las vegas soleadas de la costa meridional de España, desde Málaga a Almería, fructifican el plátano o bananero y el chirimoyo, y la caña de azúcar es cultivada desde tiempos antiguos.

Principal dificultad climatológica para la vegetación cultivada en los países centroeuropeos es la temperatura, mientras que en los mediterráneos, más que el total de lluvia anual, que viene a ser muy semejante en unos y otros, es la mala distribución en el transcurso del año, con sequías prolongadas y con intempestivos y violentos aguaceros.

Índice de aridez

El profesor Emmanuel de Martonne ha tratado de expresar numéricamente en cada localidad, comarca o país, lo que denomina índice de aridez, que es la relación que existe entre los dos factores principales de la climatología, que son la temperatura y la pluviosidad, y para expresarlo expone una fórmula que consiste en el número de milímetros de lluvia anual, dividido por el de la media anual de temperatura, más 10; o sea:

$$\text{Índice de aridez} = \frac{\text{Lluvia media anual}}{\text{temperatura media anual} + 10}$$

Los resultados de aplicación de esta fórmula dan el grado de aridez, o sea aptitud para el desarrollo de la vegetación silvestre y cultivada del paraje, región o país a que se aplica.

Martonne establece en los resultados una escala de aridez, de término tanto mayor cuanto menor es el número que la expresa: escala que

interpretamos dando a cada grupo denominación que sea adecuada al caso, en la Península hispana, del modo siguiente:

Regiones desérticas.—Menos de 5.—Aplicable a los extensos desiertos del Globo, tales como el Sáhara, Arabia, Australia central, etc.

Regiones subdesérticas.—Entre 5 y 10.—En este grupo se incluye lo que Martonne denomina orlas de los grandes desiertos; ciertas zonas al Sur del Antiatlás; comarca oriental de Marruecos al Este de Melilla; Sur de Argelia y de Túnez; Transjordania; parte de Anatolia, y, en España, zona de Almería.

Regiones xerofíticas.—De 10 a 20.—Caracterizadas por cursos fluviales del tipo «rambla» y cuencas cerradas, endorreicas. Desarrollo de formaciones esteparias; vegetación herbácea, conjuntamente con plantas frutescentes y árboles y arbustos espinosos. Necesidad de irrigación para los cultivos.

Regiones subxerofíticas.—De 20 a 30.—Regiones en las que los cursos fluviales pequeños, se secan o reducen a charcos residuales y a corriente subálvea en la estación veraniega. La irrigación no es necesaria sino para los cultivos muy exigentes en agua. Cultivos cereales y de arboledas de secano. Predominio de formaciones vegetales de matorral.

Regiones higrofíticas.—De 30 a 40.—Los cursos fluviales pequeños corren todo el año. No existen cuencas endorreicas. Cultivos sostenidos por regadio natural de lluvia, como el maizal.

Regiones pluvioboscosas.—Más de 40.—Cursos fluviales, pequeños permanente. Países muy lluviosos y con abundancia de bosques y arboledas espontáneas. Las regiones ecuatoriales están contenidas en este grupo.

El índice de aridez no depende únicamente de los factores expuestos de pluviosidad y de temperatura, pero tiene hasta cierto punto una realidad que debe tenerse en cuenta. Existen otros factores, tales como la humedad del ambiente, la evaporación, la distancia al mar, la altitud, la naturaleza y disposición del relieve, etc., que en muchos casos no pueden expresarse en números; son factores imponderables que alteran la exactitud de la determinación numérica.

Debe tenerse en cuenta, por otra parte, el influjo producido por la distribución del índice de aridez en los diversos meses del año, análogamente a como acontece respecto a distribución de pluviosidad y temperatura. La aridez mensual se determina por la misma fórmula que la anual, sin más que sustituir el año por el mes.

El índice de aridez establece lo que debe entenderse por localidad

seca o húmeda, pues atendiendo únicamente a la totalidad de la lluvia anual, llevaría a error, si no se tiene en cuenta la distribución a lo largo del año.

El meteorólogo portugués A. Carvalho Andrea ha obtenido interesantes datos climatológicos de Portugal, mediante la aplicación del índice de aridez.

MODALIDADES CLIMATOLÓGICAS HISPANAS

El clima de un país depende fundamentalmente de la latitud. En tal respecto, la Península hispana presenta condiciones, por su situación en la zona templada boreal, para tener un clima suave y bonancible, ni en exceso frígido, ni en exceso cálido, puesto que el conjunto peninsular se halla comprendido entre el paralelo 36°, que pasa por el Estrecho de Gibraltar, y el 44°, muy próximo y al Norte de las costas cantábricas. Otra circunstancia que da carácter de importancia al clima de un país es la situación de éste respecto a las amplitudes oceánicas, puesto que el influjo marino tiende a moderar las temperaturas extremas estacionales, cuyas diferencias entre máximas y mínimas anuales son grandes en los países del interior de los continentes; y de aquí la división general de los climas en continentales y marítimos. Una tercera condición fundamental del clima es la pertinente a la altitud, análoga en cierto modo a la de la latitud, puesto que la temperatura, en términos generales, desciende aproximadamente un grado por cada 180 a 200 metros de elevación sobre el nivel del mar, lo cual, teniendo en cuenta otras particularidades, originan los denominados climas de montaña. El conjunto de estos tres factores y las particularidades geográficas y topográficas son los que forman las variadas modalidades de clima; las cuales, a su vez, originan las diversas formaciones botánicas, y todo ello los diferentes tipos de fauna.

En la Península hispánica, a su latitud y situación marítima se unen factores geográficos muy complejos; relieve y orografía complicada y, además, ubicación excepcional entre dos masas continentales: Europa y África; y entre dos extensiones marinas: la atlántica y la mediterránea. De tal conjunto de concausas, latitud, situación intercontinental e intermarina, orografía, relieve y constitución litológica, resulta que la característica de la naturaleza hispana destaca también, en lo que respecta a su climatología, por la complejidad y variedad, pues los factores enunciados ejercen influjo preponderante en determinadas extensiones del ámbito peninsular, y al actuar con mayor o menor intensidad

y extensión hacen que no se deba hablar de clima hispano, sino de los climas hispanos.

Tal diversidad climatológica de la Península explica, en cierto modo, la en general fácil adaptación de sus habitantes a los diversos y extremados climas del haz de la Tierra; al frío y al calor, al húmedo y cálido ambiente ecuatorial, a la sequía y asperezas climáticas; pueblo de empuje y resistencia, sufridor de intemperies y de escaseces, pues en el ámbito de su minúsculo continente peninsular, mediante herencia de múltiples generaciones, el organismo del hispano ha adquirido características de adaptación a las más diversas condiciones climatológicas.

Pero siguiendo la ley general de la Naturaleza de manifestarse por tránsitos y términos intermedios, y no mediante saltos bruscos y características cerradas por límites precisos y exactos, están influenciados los climas por los inmediatos, de cuyas características participan en cierto grado; de tal modo, que puede hablarse en esta cuestión de los climas hispanos, de los influjos climatológicos ejercidos por las extensas áreas continentales y marinas entre las que está ubicada la Península.

La Hispania higrofita o húmeda y la Hispania xerofita o seca.—El influjo del clima europeo, cuya característica notable son las lluvias de verano, se manifiesta en la Península en una ancha banda que ocupa todo el Norte peninsular, con dos ensanchamientos en los extremos, motivados por concurrencia del influjo marino. Un ensanchamiento mayor en el Noroeste, que comprende Galicia y el país Miñoto hasta el Sur del Duero; otro ensanchamiento menor en Cataluña, que comprende parte de la provincia de Gerona. Toda la zona pirenaica está incluida e influenciada por el clima europeo, con sus lluvias de verano y, análogamente, todo el país vasco en la depresión en altitud, con montañas y valles laberínticos, donde el Pirineo decrece en el Oeste y comienza a alzarse la cordillera cántabroasturiana. Toda Cantabria y todas las Asturias y las montañas de León están contenidas en esta zona, siempre verde, influenciada por el clima europeo.

Son estos territorios en donde la arboleda prospera y se desarrolla espléndida. En donde la pradería llena de efluvios aromáticos el ambiente, procedentes del heno recién segado; donde vegeta opulento el maizal y, en general, los cultivos hortícolas, sustentados por regadío natural de lluvia y el trigo ocupa extensiones reducidas; donde los manzanos y demás pomáceas se llenan de flores y de jugosos frutos, y donde la vid no prospera, o se necesita que su tronco se alce elevado y los sarmientos, pámpanos y racimos vegeten en alto, sostenidos mediante postes, para librar a las vides de los hongos epidémicos, cuyo

desarrollo favorece la humedad. Países de ganadería intensiva, no en grandes rebaños, especialmente muy abundante la vacuna y de cerdos caseros. Países éstos de régimen vegetativo higrofita. De propiedad rústica en minifundios, porque así lo exige lo intensivo del cultivo. De población dispersa. De edificaciones caseras, en donde la madera entra en gran proporción, con balconajes cubiertos en solana, tejados de gran pendiente y aleros salientes. En ciertas regiones, Asturias y Galicia, con hórreos, o sea edificaciones aisladas del suelo mediante postes para preservar los frutos resguardados de la humedad y del diente de los roedores.

En contraste con la Hispania higrofita de influjo europeo, con lluvias de verano, está la Hispania xerofita, en la que la sequedad es lo que da características más acusadas al clima. Territorios en los cuales la humedad relativa media anual por ciento es inferior al 70 por 100, salvo en las costas, en las que el influjo marino las hace alcanzar esta cifra, como también los altos macizos montañosos y altas parameras del Idúbeda; humedad atmosférica, en cierto modo algo compensadora de la falta de lluvias estivales. Contraste entre la Hispania húmeda y la Hispania seca, que se hace patente en la vegetación herbácea y en el paisaje, pues el verde ropaje primaveral de los campos y praderíos se cambia anualmente por el amarillo estival de los pastizales y de los rastrojos, salvo en las zonas altas de la montañosa Hispania, en donde el cambio anual es del blanco de los mantos de nieves invernales al verde jugoso de las praderías de alta montaña; en las cuales, a la soledad de las nevadas cumbres y al silencio invernal, sucede, al terminar la primavera, la ocupación por los rebaños trashumantes y el sonar de las esquilas del ganado.

La diferencia entre uno y otro país, el hidrofita y el xerofita, es a veces brusca. Cuando en la estación estival, avanzando de la periferia al centro, se alcanza la divisoria entre Galicia y la alta llanura central peninsular, lo húmedo, jugoso y verde queda atrás, y lo seco, pardo y amarillento se extiende delante por la amplia llanura leonesa. El Montsech, en los contrafuertes meridionales pirenaicos de la provincia de Lérida, merece su nombre en las laderas del Sur, secas, desoladas, sin vegetación, con el terragal y el roquedo desnudo, mientras que en las vertientes septentrionales el ambiente húmedo que viene del Norte las cubre de tupida vegetación verde de matorral.

La España de ambiente africano.—El influjo africano tiene su más acentuado desarrollo en el Sudeste de España, provincias de Almería, Murcia y Alicante.

La característica climatológica más saliente es la escasez anual de

precipitaciones acuosas. Es la región peninsular donde menos llueve, y de veranos en extremos secos y con lluvias comúnmente tormentosas.

El Sudeste español es la antítesis del Noroeste peninsular; ni ambiente húmedo, ni celajes, ni brumas, ni lluvias frecuentes, sino cielo despejado, azul intenso, por lo que se denominó a la región murciana el «reino serenísimo». Días de sol espléndido, noches estrelladas, firmamento diáfano. Tierra desnuda, con el roquedo y el terragal al descubierto. Montañas pedregosas, sin la vestimenta del bosque, del matorral ni de la pradería; macollas de esparto y distanciadas matas xerofitas. Cauces fluviales secos, de tipo ramblas, en donde el aguacero tormentoso arrastra, destruye y no vivifica. Buen año agrícola si llueve algunas veces en tiempo oportuno, y el pluviómetro suma anualmente 300 milímetros; pero, a veces, pasan casi años enteros sin llover. Temperaturas suaves, inviernos templados, veranos cálidos; poca ganadería, dominando el cabrío.

Población, en general, concentrada; caseríos distanciados, al amparo de algún manantial. Construcciones rústicas, en donde el tejado está sustituido por terrados y azoteas o por cubierta terriza. Algunas higueras y frutales junto al manantial, y la esbelta palmera con su elegante y bello penacho foliar. A veces, grupos densos de granados y palmeras, como en los oasis de Elche.

País árido y desolado, que transforma instantáneamente la pobreza en opulencia, donde las aguas se alumbran y se establecen los regadíos fructíferos, o donde se conducen las aguas lejanas, procedentes de embalses fluviales para que se consuman en la huerta, no perdiéndose, estériles, en el mar; surgiendo el naranjal, los frutos apreciados y las verduras tempranas y abundantes, y las moreras, alimento del gusano fabricante de la fastuosa seda, como en la hoya de Murcia y Orihuela y en los valles de aguas subálveas del Almanzora, con sus espléndidos parrales, sus maizales, pimentales y cultivos hortícolas múltiples. Densidad de población mínima en los secanos, donde la tierra apenas vale. Población densa en los parajes de regadío, donde el valor de la tierra se multiplica intensamente por lo mucho que supone el agua fecundizadora de la tierra.

Influjo climatológico atlántico.—A los vientos húmedos procedentes del Océano debe la Península las lluvias productoras de la otoñada, que hacen que los agostados campos se cubran de la verde alfombra, sustento de los ganados y esperanza del labrador, que comienza el eterno giro anual, abriendo los surcos y depositando en ellos la semilla que ha de germinar en el fecundo seno de la madre tierra.

Las lluvias invernales, de procedencia atlántica, penetran en el in-

terior peninsular, riegan las planicies centrales y alcanzan, a veces, las costas mediterráneas. Las lluvias primaverales, generalmente menos copiosas que las invernales, pero de la misma procedencia, invaden y atraviesan el ámbito portugués o penetran por la costa del gran valle Bético, el que remontan, o, entrando por el golfo de Vizcaya, riegan el ancho valle Ibérico, alcanzan la penillanura extremeña y las altiplanicies centrales, y, cuando no llegan con gran retraso, aseguran las cosechas de las tierras hispanas. El Atlántico produce las lluvias beneficiosas, atenúa la crudeza del invierno, y su viento fresco, en el verano, alivia el seco calor estival.

El influjo atlántico, aunque se extiende a toda la Península, ejerce su principal acción en la gran banda occidental, que constituye la nación portuguesa. Se atenúa pasada la frontera, pero ejerce acción preponderante en la penillanura extremeña y de Huelva y en las zonas occidentales de Salamanca y Zamora. En el Sur, combinado con el africano, el clima de la llanura tartesia o del Guadalquivir y de sus dos laderas, la de Sierra Morena y la correspondiente a las serranías subbéticas.

De tales territorios occidentales es característico el matorral de tojos, de brezos y de helechos, con los bosques de cupulíferas, encinares y alcornocales principalmente, y en ellos las dehesas con ganadería extensiva, de grandes rebaños lanares y porcinos. También es propio de los territorios de acción atlántica el olivar y los viñedos, y en las zonas meridionales o interiores, los campos cerealísticos.

La población vive concentrada en lugares, villas y ciudades. La propiedad rústica está distribuida, por lo general, en predios de extensión media y en latifundios, especialmente en los casos de suelo pobre y arbolado de cupulíferas, formando dehesas de principal aprovechamiento ganadero. En las construcciones rurales domina el caserío amplio o cortijada, con múltiples dependencias de un solo piso para la explotación agrícola y ganadera. Edificios de grandes portadas, cobertizos, patios y corrales, y de muros blanqueados.

La Hispania del clima mediterráneo.—El Mediterráneo, como mar interior que es, ejerce una acción más moderada que la del Océano Atlántico, pero su acción climatológica se patentiza en una amplia banda litoral en el Levante español.

Gran parte de las lluvias de dicha zona proceden de la parte Norte del Mediterráneo occidental, especialmente del golfo del León, decreciendo la lluvia, en el litoral, conforme se avanza hacia el Sur. De tal modo, que en la provincia de Gerona tal acción marítima, unida a la de clima europeo, produce el ensanche higrofito, del que se hizo mención antes. La provincia de Barcelona es de influjo climatológico preponde-

rantemente mediterráneo, y las de Tarragona, Castellón y Valencia, típicamente mediterráneas.

Tal acción, de Norte a Sur, se refleja en la vegetación espontánea, especialmente en la arbórea. Así, el pinar de la serranía levantina pierde fuerza, se aclara y achaparra, en formas retorcidas, al avanzar hacia el Sur, y acaba por desaparecer.

Las montañas calcáreas valencianas son el asiento del matorral balsámico de romeros, de espliegos y de tomillos, entre el roquedo gris con los cauces de los arroyos ocultos entre la masa verde de las adelfas, de vistosas flores rojas en el verano, con los retorcidos algarrobos de lustrosas hojas y blancos caseríos de la montaña y las ermitas campesinas acompañados de los esbeltos y altos cipreses.

En la plana costera, el clima suave, de raras heladas, el ambiente atemperador marino y la abundancia de manantiales y de regadíos, permite una agricultura intensiva y próspera, de extensos naranjales, encanto de la vista y que, en la época de la floración, llena de aromas el ambiente. Cultivos hortícolas variados se desarrollan profusos en la plana y en otros parajes; los arrozales ocupan amplias extensiones. Una densa población humana ocupa la opulenta zona litoral levantina, agrupada en grandes pueblos y dispersa en innumerables caseríos desparramados por toda la extensión de la huerta fructífera.

El influjo mediterráneo ha producido, como efecto principal de abolengo de tiempos geológicos, la extensión de la denominada flora mediterránea a la mayor parte del ámbito peninsular. Modalidad especial de esta flora es la formación tupida y siempre verde de matorral politépico, pero principalmente de cistáceas, que tanto carácter da a las fragosidades de Sierra Morena, de Extremadura y de los Montes de Toledo; matorral de jaras y jaguarzos, con altos brezos blancos y rojos; el oloroso mirto o arrayán; el lentisco y la olivilla; la madroñera, de bellos frutos rojos y de lustrosas hojas, y las matas de cupulíferas, tales como la encina y la coscoja.

El clima de las altiplanicies centrales.—Todas las acciones climatológicas externas a la Península se atenúan más o menos, y en ciertos casos desaparecen al llegar a las altiplanicies centrales de España.

La característica fundamental de éstas es su gran altitud, desde 600 a más de 1.000 metros; de donde resulta una disminución importante en la temperatura, debido a tal causa, equivalente de 3,5 a 5,5 grados menos de temperatura que si la llanura estuviera al nivel del mar.

Por otra parte, la situación interior de las altiplanicies, y especialmente la del Duero, aislada del mar por un reborde montañoso, surge

dos efectos: uno, relativo a la temperatura, pues las montañas circundantes aíslan a las planicies centrales de la acción atemperante del mar. Otro efecto es de orden pluviométrico, pues las montañas litorales y las que circundan los macizos centrales consumen la mayor parte de la humedad de las nubes procedentes del mar, en lluvias de relieve, disminuyendo grandemente la pluviosidad en las altillanuras castellanas, la cual no suele pasar de los 500 mm. anuales.

Como resultado de todo ello se origina en el centro de la Península, a pesar de no ser grande la distancia al mar, un clima de tipo continental, caracterizado por inviernos fríos, primaveras fugaces, veranos secos, y tan sólo con una estación llevadera de corta duración, la del otoño, que hace concebir esperanzas en que llegue a buen término la sementera, pero que, frecuentemente, se defraudan por las heladas tardías de primavera, cuando los verdes campos de cereales están en plena floración.

Así, se origina un clima duro, de tipo continental, aunque no tan exagerado, pero análogo, más que al de las regiones europeas, a las asiáticas, tales como Anatolia. Tal rudeza climatológica, unido a las características litológicas y topográficas, y en general fisiográficas, tienen su repercusión en el paisaje, que es la manifestación sintética de las características naturales de un país, y también en el vivir del pueblo castellano, en sus agrupaciones urbanas y construcciones rústicas, en el vestir, en el carácter, en las costumbres y en la Historia.

En Castilla llueve poco, menos de la mitad que en las serranías norteñas; pero cuando está la lluvia bien repartida en el año, es suficiente para obtener cosechas remuneradoras.

Castilla es país de agricultura cerealística, y también vitícola. La ganadería, constituida principalmente por la oveja churra, resistente y sobria en extremo. El pan, la carne y el vino son los productos casi únicos en la tierra castellana. La población está concentrada; las ciudades, situadas en amplios valles; los pequeños pueblos, al pie de las cuevas, entre la llanura alta y la campiña, al resguardo del cierzo y al amparo de los manantiales que brotan bajo la cobertera de calizas del páramo. Las edificaciones rústicas son pardas como el terruño, con el adobe, amasado con paja, como principal materia de construcción; sólo para el castillo, la iglesia y las viejas casas señoriales está reservada la destacada arquitectura de mampostería y de sillería, y también para los soportales, de dominio público, de la plaza o de la calle mayor. Lo rudo del clima y el intenso frío del largo invierno, ha producido en las comarcas de la Tierra de Campos y en los valles palentinos de Cerrato la ingeniosa calefacción casera del doble muro, por cuyo hueco el aire

caliente, alimentado con un haz de sarmientos o un poco de paja, sostiene suave calor es la habitación familiar. La vestimenta clásica del castellano es parda, como la casa y la tierra; capa larga y de amplio vuelo en el hombre; refajo vueludo de lana en la mujer.

En el transcurso de la Historia, Castilla ha ejercido la hegemonía del ámbito peninsular, agrupando al núcleo castellano el resto de las regiones y comarcas hispanas. El hombre de la altiplanicie, de espíritu templado por la rudeza del clima y por el duro luchar con la Naturaleza hostil, descendiendo a las regiones de clima más benigno y de vida más fácil y a las costas soleadas, de donde arrancan las lejanas rutas marinas, consolidó en unidad nacional las variadas regiones españolas.

Las penillanuras del Oeste de España, desde Salamanca por Extremadura, hasta Huelva, a causa de la menor altitud y estar abiertas al Atlántico, tienen mejor clima que las altiplanicies centrales. Son territorios de inviernos más suaves y estios ardorosos, y mayor cantidad de lluvia: Cáceres, 562 litros por metro cuadrado; Badajoz, 578. En todo el conjunto peninsular xerofítico, al que corresponden las cuatro quintas partes del solar hispano, se observa de Norte a Sur, de acuerdo con la latitud, un aumento de temperatura media anual. En Portugal, desde Tras-os-Montes, a la Beira, al Alentejo y al Algarve. En la banda occidental española de Sierra de Gata, por la Extremadura Alta del Tajo, a la Extremadura Baja del Guadiana, y hacia Huelva. En la banda mediterránea, desde Gerona, a lo largo de Cataluña, a la Plana costera valenciana, y a través de Alicante y la depresión murciana, a la seca Almería y a las soleadas hoyas costeras del mar de Alborán, donde se cultiva la caña de azúcar y los frutos tropicales maduran.

Clima hispano de montaña.—Aún es más variado, de lo expuesto, el clima peninsular, pues a las modalidades descritas se une el especial tipo climatológico que presentan las zonas de cumbres de la montañosa Hispania.

A modo de islas sobresalen en el conjunto peninsular territorios montañosos elevados por encima de los 1.500 metros sobre el nivel del mar, que precisamente por la altitud reúnen características especiales de clima. Se elevan estas zonas todo a lo largo de la Cordillera Pirenaica, especialmente en los Pirineos Centrales, en donde descuellan el Aneto, con 3.403 metros, y el monte Perdido, con 3.352. Pasada la depresión montañosa vasca, se alza otra larga banda en la cordillera cántabroasturiana y montañas de León y Zamora, donde son cumbres dominantes: la Peña de Cerredo, de 2.678 metros, y el Pico Espiguete,

con 2.453. Una tercera zona es la de cumbres de los macizos ibéricos por tierra de Burgos y de Soria, con el Pico de Urbión, de 2.246 metros, y Moncayo, de 2.315

La Serranía Central o lusocastellana, desde la Somosierra a la portuguesa Sierra de la Estrella, es la cuarta zona, donde destacan: Peñalara, con 2.405 metros; el pico Almanzor, 2.680, y la Sierra de la Estrella, 1.991. A estas cuatro se suma la meridional o del sistema orográfico bético, y especialmente los altos macizos montañosos del subsistema penibético, cuya cumbre del Veleta y del Mulhacén alcanzan, respectivamente, altitudes de 3.430 metros y 3.481, las mayores de la Península.

Todas estas zonas montañosas fueron, durante las épocas glaciares del pleistoceno, ocupadas por nieves y hielos persistentes y lenguas glaciares que descendían por los valles, tal como ahora en el macizo montañoso suizo, de mayor altitud. De aquella época queda, como testigo, la topografía glaciaria, con sus morrenas y el modelado característicos de los antiguos valles glaciares.

Actualmente, la nieve que cubre estas alturas en los inviernos es derretida por el sol primaveral, y a lo más tardar por el calor estival. Tan sólo en los Altos Pirineos persisten en las cumbres del macizo de La Maladeta y en el de Las Tres Sorores alguna lengua glaciaria, mientras que en las otras montañas sólo quedan manchones de nieve en las altas barrancadas orientadas al Nordeste que acaban casi todas por desaparecer al terminar el verano.

Pero el lento derretimiento de las nieves de las cumbres altas produce dos beneficiosos efectos: uno, el que las aguas, en múltiples arroyos, descienden por las laderas, donde la vegetación, de tipo hortícola, se sostiene en el verano mediante los regadíos; tal acontece en la Vera de Plasencia y en el valle del Jerte, por ejemplo, con sus pimentales y tabacales espléndidos. Otro efecto es que la zona de montaña se conserva verde todo el verano y sostiene abundante ganadería. Las altas cumbres cántabroasturianas se pueblan en el verano de vacas mugidoras y de pastores, que habitan las rústicas cabañas, y en la montaña resuenan las canciones.

Las construcciones rústicas de los pueblos y aldeas de las zonas de alta montaña presentan características típicas, adecuadas para resguardarse de las rudas intemperies, del vendaval y de las nieves, sin saledizos ni balconajes, con tejados adecuados a las especiales condiciones climatológicas.

Las cumbres pirenaicas se llenan de numerosas rebaños de ovejas y carneros, que ascienden al final de la primavera de las bajas llanuras

de Lérida y de Aragón, para retornar cuando las nieves otoñales comienzan a caer.

Todos los años, desde las remotas edades prehistóricas del bronce y del hierro, cuando se labraron las grandes esculturas berroqueñas de los toros de Guisando y los toscos y graníticos verracos de Avila, durante las épocas antiguas y medievales, y en los tiempos modernos, se ha realizado esta emigración temporal de ganados; al llegar el verano, hacia las cumbres montañosas castellanas, leonesas y asturianas, cubiertas de verdes y jugosos pastos, y al caer las primeras nieves otoñales, en trashumancia de retorno, a las cálidas tierras del Sur, al valle de Alcudia, a los plácidos encinares extremeños, a las dehesas andaluzas, donde la otoñada cubre el campo de verdor, que persiste en el suave invierno.

Así, pues, a la banda higrofitá del Norte peninsular hay que añadir estas cinco zonas de cumbres montañosas, en cuyo total conjunto la característica más saliente es el verdor estival de los campos.

De lo expuesto respecto a climatología peninsular resulta, como es regla general en la Naturaleza hispana, la variedad y complejidad, con seis tipos climatológicos en su ámbito: clima de tipo europeo; de tipo norteafricano, atlántico y mediterráneo; clima continental de características atenuadas centroasiáticas, y clima de tipo alpino. En tales respectos, también la Península hispánica puede considerarse como un minúsculo continente.

ZONAS CLIMATOLÓGICAS HISPANAS

El más importante factor meteorológico del conjunto de la formación climatológica hispana son las corrientes aéreas ciclónicas procedentes del Atlántico, que penetran en la Península por el sector Occidental, siendo las principales trayectorias las del Noroeste y las del Suroeste, y, en términos generales, las del componente Oeste.

En el período estival tal régimen se atenúa y estabiliza en la banda central y meridional peninsulares, en donde prepondera tranquilidad atmosférica sin viento o con viento suave del Oeste que atenúa el calor; o con viento «solano», procedente del sector oriental, principalmente del Sureste, viento seco y ardoroso que hace que aumente el calor en el ámbito de la Hispania xerofita y, si alcanza al sector de la Hispania higrofitá, interrumpe por cortas temporadas el régimen de lluvias, señalándose disminución pluviométrica en los meses altos del verano y comienzo del otoño. Entrada la estación otoñal se produce la

gran actividad de las corrientes aéreas ciclónicas procedentes del Atlántico mediante borrascas que se resuelven en lluvias; régimen que prosigue durante el transcurso del año, con variaciones respecto a intensidad y frecuencia de las precipitaciones, según los regímenes estacionales.

Las borrascas ciclónicas del Noroeste proceden de parajes septentrionales fríos, y alcanzan a la Península en Galicia, litoral de Asturias, de Cantabria y del golfo de Vizcaya; recorren la amplia llanura de Aquitania, regándola con intensidad, conjuntamente con las vertientes septentrionales del Pirineo, y penetran en el Mediterráneo por el golfo del León, entre la costa de Cataluña Septentrional y el litoral del Rosellón y de la Provenza.

Otras trayectorias de las borrascas ciclónicas atlánticas proceden de zonas templadas, viniendo del Suroeste, y penetran en la Península por las costas portuguesas del Alentejo y del Algarve y, principalmente, del golfo de Cádiz; corrientes aéreas que remontan el valle Bético, adentrándose en España por Extremadura y las Castillas, o avanzan hacia el Este, originando en la angostura del Estrecho de Gibraltar fuerte viento del «poniente». Estos vientos occidentales son los que producen alguna frescura en verano en las calurosas regiones de la mitad meridional hispana; los que originan las borrascas y lluvias otoñales; las principales precipitaciones invernales y de primavera; vientos y borrascas que alcanzan el mar de Alborán, y que también suelen cruzar la Península y adentrarse en el Mediterráneo Occidental.

A los vientos occidentales atlánticos se oponen los mediterráneos, propios del litoral levantino español, que no suelen traer lluvias al interior y occidente español. En este grupo está el «levante», que se opone al «poniente» del Estrecho de Gibraltar.

Un último tipo de viento es el procedente de los parajes subdesérticos del Norte de Africa y del Sáhara, viento seco que invade el litoral del Sureste español.

La distribución de la lluvia y de la temperatura, los dos factores fundamentales del clima, están regulados por la situación, dirección y altura de las cordilleras y alineaciones montañosas que hacen el efecto de murallas y telones que detienen y encauzan los vientos húmedos, aislando unas de otras a las regiones y comarcas; además, las partes altas de las montañas producen la condensación de las humedades de los vientos en lluvias de relieve.

Considerando, en tales respectos, la situación y dirección de los relieves orográficos del conjunto peninsular, se observa la siguiente distribución:

A lo largo de todo el Norte hispano está la alineación orográfica de los Pirineos y Cordillera Cantábrica, que en León se incurva entre Galicia y la altiplanicie de Castilla la Vieja; larga alineación montañosa que intercepta a las borrascas que proceden del Norte y del Noroeste atlántico.

En el Centro peninsular la alineación de altos relieves del sistema Central, alineado de WSW. a ENE., corta los vientos procedentes del Norte y Noroeste; pero no obstaculiza las corrientes atmosféricas que vienen del Oeste o del Suroeste.

En situación también central y más meridional, y con arrumbamiento general de Oeste a Este y altitudes inferiores a los 1.500 metros, está el sistema orográfico Oretano (Montes de Toledo, Guadalupe, Villuerca, etc.), que tampoco cortan el paso a los vientos atlánticos que llegan al interior peninsular.

En el Sur de España el sistema orográfico Bético, con sus dos subsistemas, el Penibético y el Subbético, con arrumbamiento general de WSW. a ENE., no se opone al paso de los vientos y borrascas procedentes del Atlántico; vientos que van dejando en lluvias de relieve las humedades que llevan, llegando muy agotados al Sureste español.

Las demás alineaciones de la mitad occidental de la Península tienen, en el respecto pluviométrico, poca importancia, pues son relieves residuales de penullanuración, con altitudes inferiores al millar de metros, ejerciendo únicamente acciones climatológicas de detalle. De tal tipo es la denominada sierra de San Pedro, en Extremadura, en la parte fronteriza con Portugal. Análogo es el caso del borde frontal de Sierra Morena, en donde el cerro Estrella (1.300 m.) y Sierra Madrona, que son las máximas altitudes, corresponden a relieves aislados.

Otro es el caso del relieve del gran sector peninsular del Noreste. En esta parte, una ancha banda de serranías, altas parameras y aislados macizos montañosos, con arrumbamiento generalmente de Noroeste a Sureste, establece divisoria de aguas y aun de vientos entre Atlántico y Mediterráneo, constituyendo tan conjunto orográfico el país del Idúbeda.

De esta banda montañosa se destacan hacia Cataluña, por los altos relieves de los puertos de Beceite, las alineaciones de las Catalánidas, arrumbadas de Suroeste a Noreste, aislando del Mediterráneo a la extensa llanura del Ebro, que queda encerrada entre relieves orográficos que ponen obstáculo a los vientos húmedos.

Debemos señalar en tal relación entre relieves montañosos y clima a determinados macizos y cumbres altas, a las que denominamos «montañas pluviosas» por el efecto condensador de la humedad que originan

por sus situaciones especiales frente a las corrientes atmosféricas, produciendo localmente, en las laderas de barlovento, precipitaciones del más del doble o triple de la normal del país, mientras que en las de sotavento apenas llueve. Son ejemplos de tales parajes la sierra de Grazalema (Cádiz), con mucho más del millar de litros por metro cuadrado, y Algeciras, con 1.221 mm. Las sierras de Cazorla y Segura, con abundante vegetación forestal, en donde se originan el Guadalquivir y el Segura. Las cumbres de las Oretánidas, en tierra de Guadalupe, con precipitaciones superiores al millar de litros por metro cuadrado y en donde nieva casi todos los años. La portuguesa sierra de la Estrella, la más lluviosa del Sistema Orográfico central. León, en el centro del semicírculo montañoso astúrico-leonés, recibe doble precipitación anual que las demás estaciones de la altiplanicie del Duero.

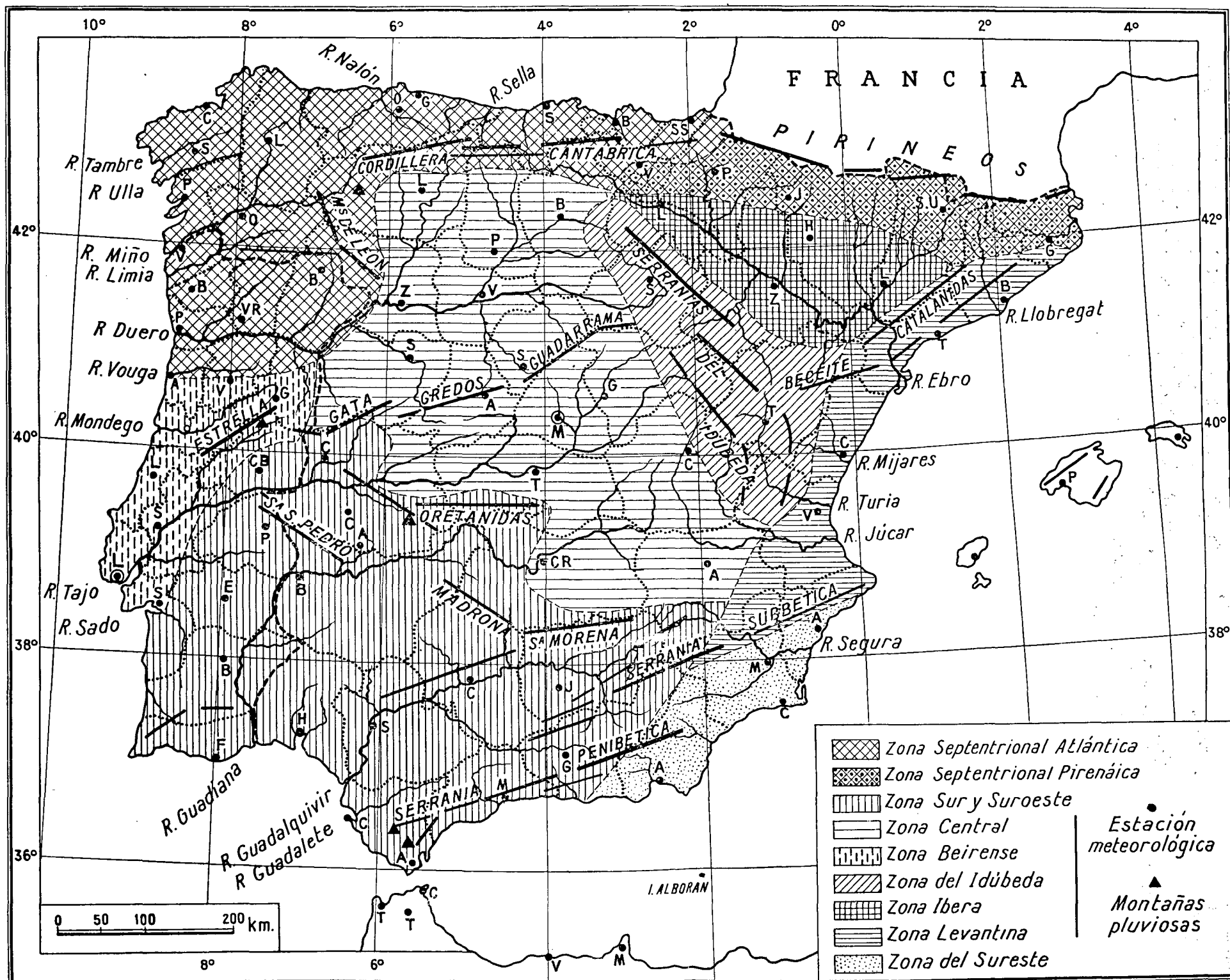
Del estudio de las características climatológicas del conjunto peninsular hispano deducimos que puede considerarse constituido por nueve zonas climatológicas, cuya distribución indica el adjunto mapa (lámina VI), y cuyas características meteorológicas están expresadas en los cuadros estadísticos pertinentes de cada zona.

Zona climatológica Septentrional Atlántica (lám. VII).—Es la que establece la notoria diferencia de clima del Norte peninsular respecto a la mayor parte del ámbito hispano de características mediterráneas. Comprende toda Galicia, con las montañas de León y el Norte de Portugal hasta pasado, hacia el Sur, el valle del Duero, pudiéndose establecer por esta parte el límite meridional de la zona en el valle del Vouga. Se prolonga la zona climatológica hacia el Este por toda la Cordillera Cantábrica, alineación orográfica que establece barrera, de tal modo, que el clima húmedo se extiende por las laderas septentrionales y todo el litoral asturiano, cantábrico y de Vasconia.

Constituido todo el país galaico-duriense por relieves de arrumbamientos diversos y por montañas que destacan con altitudes superiores a los 1.500 metros, presenta caminos abiertos a los vientos y borrascas procedentes del Norte, Noroeste y Oeste, que en tal territorio van descargando, hacia el Sur y Sureste, copiosas precipitaciones en todo el transcurso del año.

La temperatura, y en general el clima, es de predominante tipo marítimo. Las nevadas no son de gran intensidad, salvo en las zonas altas de la cordillera Cantabro-Astúrica y territorios de las montañas de León y Tras-os-Montes.

El adjunto cuadro climatológico comprende una veintena de estaciones meteorológicas, unas costeras y otras del interior, habiéndose prescindido de las situadas a más de 810 metros de altitud.



Zonas climatológicas del solar hispano.

La característica del país situado a altitud inferior a los 800 metros es de temperatura media anual superior a los 10°, estando comprendida entre esta cifra y menos de los 15°. La media de enero, el mes más frío, en ninguna de las estaciones meteorológicas situadas fuera de la zona de montaña desciende a los 3 grados. La media de agosto, el mes más cálido, es lo general que esté comprendida entre 18° y 23°. La zona climatológica Septentrional Atlántica tiene como principal característica la pluviosidad, que está comprendida, según las localidades, entre los 800 y los 1.800 mm. anuales; no existiendo temporada seca veraniega, aunque sí decrecimiento de la lluvia en julio y agosto. Tal régimen meteorológico, térmico y pluviométrico, sostiene al campo verde todo el año, con abundante vegetación arbórea de matorral y pradería.

Zona Pirenaica (lám. VIII).—Comprende esta zona del Norte peninsular la alineación orográfica del Pirineo, de mar a mar, desde el Atlántico al Mediterráneo, con grandes altitudes en el eje montañoso, especialmente en el sector medio de la cordillera; estableciendo divisoria entre la Península y Europa Occidental.

En la característica morfológica y en la climatología presentan notorias diferencias las vertientes septentrionales respecto a las meridionales, por ser las francesas, en general, abruptas y en continuada pendiente de la cumbre al llano, mientras que las españolas están escalonadas y con alineaciones montañosas y vallonadas longitudinales, paralelas al eje orográfico. Tal disposición topográfica hace que corresponda el Pirineo al tipo meteorológico que hemos denominado «montañas pluviosas», pues los vientos procedentes del Atlántico descargan la mayor parte de su humedad en la vertiente septentrional, con notable disminución de lluvia en las meridionales, lo que produce que las laderas francesas sean herbosas y más boscosas que las españolas, predominando en las primeras el paisaje de componente vegetal ocultando al roquedo; mientras que en las laderas españolas este componente aparece en asociación con el vegetal, originándose paisajes más armónicos.

La Zona Climatológica Pirenaica presenta, en diversos aspectos, analogía con la Zona Septentrional Atlántica. Una y otra son países de relieve montañoso, influenciados por el clima europeo, que en ambas zonas se manifiesta por la existencia de lluvias en la estación estival, constituyendo el conjunto de las dos la Hispania higrofitá, en contraste con el área peninsular de la Hispania xerofita, de mayor extensión.

Pero entre la Zona Atlántica y la Pirenaica existen, asimismo, diferencias climatológicas de las que da idea el adjunto cuadro de Meteorología comparada.

*Meteorología comparada entre la Zona Septentrional Atlántica
y la Zona Pirenaica*

L O C A L I D A D		Lluvia anual mm.	Temp. media anual	Temp. máxima	Temp. mínima	Oscilación térmica
Zona Atlántica litoral	Coruña	792	13,4	35,0	— 4,0	39,0
	Pontevedra	1455	13,7	39,0	— 7,0	46,0
	Oporto	1271	13,5	39,6	— 6,4	46,0
	Santander	1191	14,3	38,5	— 2,0	40,5
	Bilbao	1142	14,3	40,4	— 5,6	46,0
Zona Atlántica interior	Santiago	1442	13,3	40,3	— 4,6	44,9
	Lugo	1155	11,0	35,0	— 6,0	41,0
	Orense.....	830	14,5	43,6	— 7,2	50,8
	Braga.....	1817	13,7	38,8	— 6,0	44,8
	Braganza	1367	10,9	38,2	— 11,0	49,2
Zona Pirenaica	Vitoria	828	11,4	39,0	— 12,8	51,8
	Pamplona	788	12,0	39,0	— 17,0	56,0
	Jaca	877	11,6	39,0	— 18,8	57,8
	Seo de Urgel.....	633	11,7	36,0	— 16,5	52,5
	Gerona.....	763	15,0	40,6	— 13,9	53,6

(Datos del Servicio Meteorológico Nacional y de análogo Instituto de Portugal).

Son las principales analogías meteorológicas, además de la pluviosidad veraniega, la temperatura media anual. Consisten las diferencias en mucha mayor cantidad de lluvia anual y estacional, que en la Zona Atlántica está comprendida (según las localidades) entre 800 y 1.500 milímetros, mientras que en la Zona Pirenaica oscila (según los Observatorios) entre 633 y 877 mm. Otra discrepancia es la pertinente a temperaturas mínimas absolutas, que varían, en la Zona Atlántica, de — 2° (Santander) a — 11° (Braganza); temperaturas que contrastan con las

pirenaicas, de $-12^{\circ},8$ (Vitoria) hasta $-18^{\circ},8$ en Jaca; diferencias que se manifiestan en la oscilación térmica anual, comprendida entre los $39^{\circ},6$ (Coruña) y $49^{\circ},2$ (Braganza), de la Zona Atlántica; mientras que en la Pirenaica la oscilación es entre $51^{\circ},8$ (Vitoria) y $57^{\circ},8$ (Jaca).

Tales diferencias se manifiestan en la vegetación silvestre y cultivada, y también en la ganadería. En lo arbóreo presentan de común ambas zonas el pinar y el hayedo, pero falta el abeto en la Zona Atlántica, característico de zona alta pirenaica. La arboleda de sotoneras presentan en uno y otro país grandes diferencias específicas. El castaño, tan abundante en Galicia, y el manzano, productor de la sidra asturiana, no son árboles típicos del Pirineo; ni, recíprocamente, característicos de las serranías atlánticas, el grosellero silvestre y la fresa, propios de los valles altos de las montañas pirenaicas. Respecto a ganadería, el ganado vacuno, que ocupa las praderías gallegas y cantábricas y asciende a las zonas de cumbres asturianas en el verano, es muy escaso en el Pirineo, en donde la cría de ganado caballar y mular es importante producción desde Roncesvalles a la Cerdaña y en las serranías centrales y por los valles de Arán y de Andorra. La alta montaña pirenaica es asiento en sus verdes herbazales de los rebaños de ganado lanar que en trashumancia ascienden en el verano, procedentes de la tierra baja catalana y del valle ibero.

La extensa área septentrional de la Hispania higrofita comprende dos zonas climatológicas: una, la Atlántica, de influjo y clima marítimo. Otra, la Pirenaica, de influjo climatológico europeo continental.

Zona climatológica Sur y Suroeste (lám. IX).—Comprende los territorios de la mitad meridional de la Península afectados directamente y con intensidad por los vientos y borrascas atlánticas procedentes del Suroeste y WSW., estando incluido el Alentejo y el Algarve, el litoral español del golfo de Cádiz, la amplia llanura del valle Bético, la penillanura de Sierra Morena correspondiente al Norte de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba; la penillanura extremeña con las Oretánidas, y rebasando el Tajo medio la región natural Cauriense (Coria y Castello Branco) hasta la base de la sierra de la Estrella y de Gata. Hacia el Este forma el límite septentrional de la zona el borde alto del escalón de Sierra Morena, desde el que comienza la altiplanicie manchega. Se incluye también en la zona más de la mitad occidental del sistema orográfico Bético, con la costa del mar de Alborán y las serranías de Ronda, Málaga, Granada y Jaén.

Es zona de gran complejidad en microclimas, con pequeñas comarcas de tipo subtropical (Málaga, Vélez Málaga, Motril) y de montaña alta (Ronda, Sierra Nevada, Alpujarras), pero en el conjunto tiene la

zona gran unidad de clima, típicamente mediterráneo, con lluvias que, por lo general, rebasan los 500 mm. anuales, siendo más las localidades con lluvia anual superior a 600 mm. que las que no llegan a los 500 milímetros anuales. Inviernos de suave temperatura, con media de enero comprendidas, en general, entre 7 y 12°, según las localidades. Acentuada y larga seca estival, que comprende julio y agosto, en los que la media mensual es de 2 a 4 mm., o no cae gota alguna de lluvia. Temperatura media estival, por lo común de 26 a 28° (salvo en las localidades costeras), y máximas alrededor de los 40°.

Los vientos atlánticos que recorren la zona no encuentran, dentro de ella, obstáculo para su prolongación hacia el Norte y Noreste; mientras que, hacia el Este, se va agotando la humedad en lluvias de relieve pasada Sierra Morena y las boscosas serranías en las que tienen su origen Guadalquivir y Segura.

En la vegetación silvestre arbórea preponderan las cupulíferas (encina y alcornoque), y en el matorral espontáneo el jaral. En los cultivos, el olivar se extiende abundante por casi todo el territorio de la zona.

Zona climatológica Central (lám. VII).—Entre la zona septentrional, lluviosa y de tipo atlántico europeo, y la meridional y del Sureste, de larga sequía estival y de tipo mediterráneo, se intercala la gran amplitud de las altiplanicies hispanas, que a pesar de su proximidad al Océano y al Mediterráneo tiene características notorias de tipo climatológico continental, o sea de inviernos crudos, con mínimas invernales que generalmente rebasan los 10° bajo cero, y han alcanzado algunos años los — 20°, y temperaturas estivales, que en algunas localidades llegan, y aun rebasan, los 40° de máximas absolutas.

Comprende la Zona Central las altiplanicies castellanas del Duero, del Tajo y del Guadiana; altiplanicie central hispana dividida, en su porción media, por la serranía Central en sus segmentos de Somosierra, Guadarrama y Gredos; alta alineación orográfica que separa la parte septentrional de la altiplanicie de la meridional, situada centenar y medio de metros a más baja altitud. Tal alineación, eje orográfico de Hispania, que divide a las altiplanicies centrales, establece barrera para los vientos que avanzan hacia el Sur, produciéndose lluvias de relieve que, generalmente, agotan la humedad de los vientos norteños, los que llegan casi siempre secos a Castilla la Nueva y Extremadura; vientos fríos en invierno que despejan las nubes y en el verano proporcionan algo de ambiente fresco.

Tal alineación orográfica divisoria produce lluvias de relieve en los vientos húmedos atlánticos procedentes del Suroeste; características

que dan a la altiplanicie del Tajo mejor clima que a la del Duero, destacando en tales respecto Madrid, de situación en la solana de la serranía Central, con temperatura máxima absoluta de 39°,1 (el 4 de agosto de 1949) y mínima absoluta de — 10°,1 (el 16 de enero de 1945). En el borde bajo de la cordillera, en la provincia de Madrid, está el límite septentrional castellano del olivo.

La altiplanicie del Duero, rodeada de un cerco montañoso por Norte, Sur y Este, únicamente está abierta por anchos portillos del lado occidental, que dan paso franco a los vientos húmedos atlánticos procedentes del componente Oeste; disposición ventajosa, pues si el cerco montañoso estuviese también cerrado por Occidente, las altiplanicies castellanas serían de tipo subdesértico, reproduciéndose en el Oeste europeo mediterráneo las características totalmente esteparias y subdesérticas que presenta la altiplanicie de Anatolia, en Asia Menor.

La llanura manchega está abierta hacia el Este, descendiendo por suave rampa escalonada a la llanura litoral de Valencia. Es de clima duro y extremado, con temperaturas máximas absolutas de 43° en Ciudad Real, y mínima absoluta de — 12°,9 en Albacete.

Salvo León, con 965 mm. de lluvia anual, y Segovia, con 545 mm., los demás observatorios castellanos reciben menos de los 500 litros por metro cuadrado, siendo de lluvia mínima Zamora, con 255 mm. anuales. La seca estival es más moderada en Castilla que en el Sur y el Suroeste peninsular, lloviendo en julio y agosto algo más que en Extremadura y Andalucía. La temperatura en el rigor del verano es algo más suave que en estos últimos países.

Las altiplanicies centrales son países cerealísticos y de viñedo, con muy gran extensión en la Mancha.

Zona climatológica Beirense (lám. IX).—Esta zona climatológica corresponde toda a territorio portugués. Está situada al Oeste de la penillanura salmantina de la Zona Central, y a poniente de la penillanura extremeña; llega ampliamente abierta hasta la costa atlántica, comprendida entre el estuario del Vouga y el golfo de Setúbal, al Sur del Tajo y de Lisboa. Comprende la denominada Extremadura portuguesa y casi toda la Beira, y de esto la denominación que la hemos dado; en ella está incluida la alta sierra de la Estrella, gran condensador de las humedades de los vientos de procedencia atlántica. Comprende, la zona, el más genuino y típico territorio portugués.

Las corrientes aéreas atlánticas tienen amplia extensión de entrada y precipitan sus humedades en lluvias de relieve, por la condensación que produce la sierra de la Estrella y pequeñas montañas aisladas a lo largo del país litoral. Los vientos dominantes son de componente Oes-

te, y muy frecuentes los del Noroeste, actuación que se manifiesta por la inclinación que presenta la arboleda en algunas comarcas. El clima es de tipo atlántico europeo muy atenuado, por efecto de la latitud. Los inviernos son suaves y los veranos frescos, con algunas lluvias.

La pluviosidad es la principal característica de la Zona Beirense, con media anual mínima en la porción meridional del territorio, tal como en Lisboa, con algo más de los 600 mm; presentando pluviosidad máxima las comarcas septentrionales, como Viseo, con más de 1.300 mm., alcanzando alrededor del millar de litros por metro cuadrado las localidades de situación intermedia (Guarda, Coimbra). Se señala la iniciación de la seca veraniega por el gran decrecimiento de la lluvia en julio y agosto, particularidad de característica mediterránea. Respecto a temperaturas, las medias de enero están comprendidas entre 6°,6 en Viseo, y 10°,6 en Lisboa, siendo tan sólo de 3°,7 en Guarda por efecto de la altitud, superior al millar de metros. Las temperaturas mínimas son de algunos pocos grados bajo cero. Las medias de julio y agosto son alrededor de los 20°, alcanzando Santarén los 23°,6. Las máximas suelen llegar a los 40°.

Zona climatológica del Idúbeda (lám. VIII).—El sector del Noreste peninsular está separado del conjunto fluvial atlántico por una larga y ancha banda de serranías y altas parameras, con arrumbamiento general de Noroeste a Sureste, que constituye el extenso territorio descrito por el antiguo geógrafo Estrabón, que le denomina del Idúbeda, la cual adoptamos para la designación de tal conjunto territorial, que no tan sólo es divisorio fluvial entre Atlántico y Mediterráneo, sino divisoria climatológica.

Comprende la Zona del Idúbeda longitud de unos 550 kilómetros entre la serranía Cantábrica y la península del cabo de la Nao, por anchura media de más del centenar, predominando los arrumbamientos orográficos de Noroeste a Sureste, y también comprende altos macizos inconexos en la porción oriental, o sea Ibérica. Las altitudes montañosas rebasan mucho los 1.500 metros (sierra de la Demanda, 2.132 metros; Cebollera, 2.142 m.; Moncayo, 2.016 m.; Albarracín, 1.856 metros; sierra de San Just, 1.522 m.; Jabalambre, 2.020 m.).

En su conjunto es país de régimen climatológico continental: inviernos fríos, con nieves largo tiempo en las cumbres y temperaturas mínimas absolutas de — 16 a — 20°; máximas absolutas de 36 a 41°, y algunas lluvias de verano. La pluviosidad suele rebasar la media anual de los 500 mm., con otras localidades que no alcanzan esta cifra, tal como Teruel, con 381 mm. La seca veraniega es mucho menos acentuada que la de la Zona Meridional y del Suroeste, y equivalente a la de la

Zona Central. Respecto a temperatura, las medias invernales son las más bajas de las zonas de la Península, como asimismo las mínimas de las frías parameras. Las medias veraniegas alrededor de los 20°, y las máximas, en general, por bajo de los 40°. En gran parte es país forestal y, en general, de pobre agricultura. Es territorio aislador entre el Noreste peninsular y la extensa área de régimen fluvial atlántico.

Zona climatológica Ibera (lám. VIII).—La amplia llanura del Ebro forma espacio triangular alargado hacia el WNW., recorrido a lo largo por el Ebro, con altitudes inferiores a los 400 metros (Lérida, 150 m.; Zaragoza, 200 m.; Logroño, 384 m.). Es país encuadrado por altas montañas: por el Norte, el Pirineo; del lado interior peninsular, por la ancha serranía del Idúbeda; separado del Cantábrico por las navarras, vascas y cantábricas, y aislado del Mediterráneo por las dos serranías de las Catalánidas. Consecuencia de tal disposición de la fosa tectónica del Ebro, es no recoger más lluvia que la residual de las que atraviesan las bandas montañosas que cercan a la depresión ibera.

La gran altitud pirenaica constituye muralla aisladora de la pluviosidad procedente del Atlántico en borrascas que vienen del Noroeste, y las atlánticas del Suroeste no llegan sino excepcionalmente. Las corrientes aéreas más frecuentes, procedentes del Noreste, llegan con humedad muy atenuada. Predominan en la llanura ibera vientos fuertes y secos. La pluviosidad está por bajo de los 500 mm., y respecto a temperatura, las máximas absolutas rebasan en Zaragoza, centro de la cuenca, los 40°, y las mínimas absolutas los 15° bajo cero.

Grandes extensiones son de estepa yesosa, como entre Zaragoza y Belchite, en la derecha del Ebro, y por la izquierda, en las Bárdenas, Alcubierre y Monegros. En otras zonas existe buen terrazgo y son de producción cerealista importante, si las lluvias caen a tiempo. El problema agrícola de la llanura del Ebro es compensar la deficiencia del clima con regadíos, recogiendo los caudales acuosos fluviales procedentes del Pirineo.

Zona climatológica Levantina (lám. VIII).—Todo a lo largo de la costa mediterránea, desde el Sur de la provincia de Gerona hasta rebasar la península alicantina de los cabos de San Antonio y de la Nao, se extiende un territorio de llanura o de atenuada orografía, formando ancha banda litoral hasta alcanzar en el interior de Cataluña la alineación orográfica interna de las Catalánidas; en las provincias de Castellón y Valencia, los ásperos relieves ibéricos del Idúbeda; y al Sur del Júcar, la zona alta de la cuesta por la que se asciende a la altiplanicie de la Mancha de Albacete.

La zona levantina se prolonga al Sur del valle del Montesa, com-

prendiendo la denominada Serra Grossa, de Játiva, y por el valle del Albaida, situado entre dicha alineación orográfica y la alta serranía de Alcoy, en la provincia de Alicante, que establece límite meridional a la zona levantina.

Se caracteriza tal banda de terrenos litorales por presentar unidad de características climatológicas de tipo mediterráneo, con cierta atenuación en los términos extremos pertinentes a temperatura. No es de excesiva sequía por falta de pluviosidad. En este último carácter se aprecia disminución paulatina según se avanza hacia las comarcas meridionales, señalándose, asimismo, acrecentamiento en la temperatura.

La zona climatológica levantina presenta tipo marítimo, con temperatura media anual comprendida entre 16 y 17°; con máximas absolutas que no han rebasado los 38°, ni mínimas absolutas los — 5° desde 1901 a 1930.

Es típico de la zona climatológica levantina la variedad de cultivos en las comarcas catalanas, como acontece en la provincia de Tarragona. En toda la zona es abundante el naranjal y sus afines, especialmente a lo largo del litoral del golfo de Valencia. Está también muy desarrollado el cultivo del arroz y la variedad de productos hortícolas.

Las islas Baleares tienen grandes analogías climáticas con el litoral levantino peninsular, y deben considerarse incluidos en la misma zona climatológica. Los cultivos son más afines a los de Tarragona que a los valencianos, distinguiéndose especialmente por los frutales, tales como el albaricoquero, el almendro, etc.

Zona climatológica del Sureste (lám. IX).—La variedad de regiones climatológicas de la Península hispana se hace notoria por la existencia del clima subdesértico de tipo norteafricano en la Zona del Sureste peninsular.

Traspuesta hacia el Sur la alta serranía de Alcoy, el ambiente y el paisaje cambia en la provincia de Alicante, presentando característica típica africana, con los oasis de palmeras de Alicante y de Elche; ambiente africano que se acrecienta con lo pelado de vegetación de los relieves montañosos que rodean a la huerta de Murcia y de Orihuela y con lo reseco de los campos y los espartizales; adquiriendo completo carácter de sequedad los territorios de la provincia de Almería.

Se señala el clima del Sureste por la gran disminución de la pluviosidad, que va decreciendo desde los 335 mm. de media anual, en Alicante, hasta los 219 mm. en Almería; en donde, con gran frecuencia, se pasan varios meses seguidos, además de la estación seca estival, sin caer gota de agua. Las temperaturas máximas absolutas son, general-

mente, por encima de 40°, y las mínimas absolutas no llegan a bajo cero.

En las campiñas la vegetación espontánea es el esparto y distanciadadas y reseca matas esteparias. En las montañas del interior, donde se conservaba en precario algún residuo forestal de la época lluviosa del cuaternario, una desforestación insensata para carboneo destruyó tales formaciones residuales, desapareciendo, con ellas, la capa de tierra que le sostenía. Es la roca pelada y los pizarrales secos el paisaje de estos territorios, que hace fuerte contraste con la vegetación que se desarrolla en los parajes en los que se hace aflorar o se conduce el agua para los regadíos de las vallonadas en que todavía se conserva alguna tierra.

Reconoce la sequedad del clima dos causas principales: una, el régimen de vientos secos procedentes de Africa septentrional que no se cargan de humedad en la poca anchura del mar de Alborán. Otra causa procede de que los vientos atlánticos que vienen del Oeste llegan secos, por haber precipitado su humedad en lluvias de relieve a su paso por el largo trayecto a lo largo de las altas serranías del sistema orográfico Bético.

La extrema sequedad y demás características del Sureste hispano está en completa oposición con las manifestaciones climatológicas que dan frescura y lozanía a la vegetación de las comarcas del Noroeste peninsular.

Por tales características climatológicas, la Península hispana es también un minúsculo continente.

Zona Septentrional Atlántica

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Galicia	Coruña..... 1901 - 1930	5	Temp. media.. Lluvia	14,7 87	11,7 99	10,6 110	9,5 81	9,9 74	10,5 80	11,7 63	14,0 51	16,0 37	17,7 28	18,0 30	17,0 54	13,4 792	35,0 — 4,0	33,8
	Santiago..... 1901 - 1930	120	Temp. media.. Lluvia	14,3 157	10,4 172	8,9 212	8,1 140	8,7 157	9,9 153	11,2 105	14,4 94	17,1 63	18,9 55	19,7 49	18,3 85	13,3 1442	40,3 — 4,6	61,8
	Pontevedra..... 1901 - 1930	19	Temp. media.. Lluvia	14,5 141	11,0 183	9,3 228	8,5 160	9,4 165	10,6 152	12,3 104	14,9 93	17,6 59	19,2 39	19,3 41	18,1 90	13,7 1455	39,0 — 7,0	61,4
	Vigo..... 1901 - 1930	10	Temp. media.. Lluvia	14,8 86	11,7 109	10,1 134	9,1 94	9,9 99	10,7 84	12,1 54	14,9 53	17,6 24	19,3 23	19,3 22	18,2 48	14,0 380	33,9 — 2,3	34,6
	Lugo..... 1901 - 1930	465	Temp. media.. Lluvia	11,3 77	7,4 95	5,5 232	4,4 94	5,6 155	6,5 187	8,2 67	12,6 76	14,9 34	18,4 34	19,4 35	17,4 69	11,9 1155	35,0 — 6,0	52,7
	Orense..... 1901 - 1930	125	Temp. media.. Lluvia	15,0 93	10,3 84	7,9 120	7,1 90	9,0 99	10,6 95	13,1 63	16,6 60	18,9 33	22,2 18	22,6 17	19,9 52	14,5 830	43,6 — 7,2	33,8
Norte de Portugal	Braga..... 1929 - 1941	190	Temp. media.. Lluvia	14,8 136	10,8 208	8,2 293	8,4 288	8,9 191	11,0 243	12,6 156	14,8 81	17,7 66	19,7 35	19,9 26	18,3 94	13,7 1817	38,8 — 6,0	76,6
	Oporto..... 1931 - 1941	90	Temp. media.. Lluvia	14,6 97	11,0 172	8,4 174	8,5 188	9,3 117	11,0 169	12,6 112	14,3 94	16,9 52	18,7 26	19,4 17	17,4 53	13,5 1271	39,6 — 6,4	54,5
	Braganza..... 1931 - 1941	730	Temp. media.. Lluvia	11,1 75	6,4 161	3,7 180	3,6 302	4,9 176	7,2 196	9,6 93	12,3 77	16,8 41	19,4 13	19,6 16	16,6 37	10,9 1367	38,2 — 11,0	65,4
Asturias - Cantabria - Vasconia	Gijón..... 1901 - 1930	10	Temp. media.. Lluvia	15,7 88	12,1 129	10,1 117	9,6 97	9,2 100	10,3 85	11,4 85	13,5 87	16,0 40	18,3 46	18,7 37	17,5 60	13,5 971	28,2 — 0,2	41,3
	Oviedo..... 1901 - 1930	226	Temp. media.. Lluvia	13,8 94	9,9 107	8,3 109	7,1 85	8,1 85	9,2 91	10,4 92	13,5 78	15,9 65	17,8 44	18,4 41	16,9 75	12,5 966	36,4 — 1,4	42,9
	Santander..... 1901 - 1930	7	Temp. media.. Lluvia	15,8 147	12,2 151	10,6 134	9,9 110	10,3 85	11,0 101	12,0 101	15,1 81	17,3 56	19,1 58	19,7 62	18,7 105	14,3 1191	38,5 — 2,0	49,0
	Bilbao..... 1901 - 1930	8	Temp. media.. Lluvia	15,5 120	11,9 110	10,3 133	8,6 107	9,2 101	10,6 107	12,2 108	15,7 91	17,6 76	19,6 51	20,5 42	19,2 96	14,3 1142	40,4 — 5,6	47,0
	San Sebastián.... 1901 - 1930	7	Temp. media.. Lluvia	15,3 149	11,3 152	9,6 149	8,3 119	8,8 97	10,4 118	11,7 115	14,8 104	17,0 80	19,0 71	19,6 63	18,5 117	13,7 1334	38,6 — 9,6	56,2

Zona Central

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Altiplanicie del Duero	León..... 1901 - 1930	822	Temp. media.. Lluvia	9,7 107	5,3 112	3,1 124	2,0 73	3,1 86	5,4 98	8,2 72	12,4 99	15,8 67	18,1 46	18,8 20	15,1 61	9,8 965	38,9 — 13,0	48,7
	Burgos..... 1901 - 1930	850	Temp. media.. Lluvia	10,7 49	5,9 52	3,5 51	2,6 32	3,6 39	5,9 46	8,0 44	12,1 58	15,4 49	18,0 20	18,9 14	15,4 32	10,0 486	36,8 — 18,0	24,3
	Palencia..... 1901 - 1930	739	Temp. media.. Lluvia	12,1 47	6,6 51	3,9 39	3,3 27	4,9 35	7,2 41	9,3 41	13,8 56	17,6 48	20,4 16	20,8 8	17,2 26	11,4 430	39,0 — 14,0	20,1
	Valladolid..... 1901 - 1930	691	Temp. media.. Lluvia	12,0 45	7,0 48	4,2 43	3,4 23	5,1 39	7,5 35	10,0 33	14,3 45	17,7 41	20,9 17	21,4 10	17,3 28	11,7 407	39,5 — 11,2	18,7
	Zamora..... 1901 - 1930	650	Temp. media.. Lluvia	13,1 27	7,6 35	5,7 36	4,2 13	5,7 18	8,6 25	10,6 19	14,8 28	18,3 24	21,4 5	21,8 7	18,0 18	12,5 255	39,2 — 12,0	11,3
	Salamanca..... 1901 - 1930	797	Temp. media.. Lluvia	12,4 43	7,0 52	4,6 37	3,7 29	5,0 39	7,5 37	10,2 32	14,6 36	18,2 35	21,2 14	21,5 11	17,5 31	12,0 396	40,6 — 17,4	18,0
	Avila..... 1901 - 1930	1.126	Temp. media.. Lluvia	10,4 45	5,6 44	3,1 30	2,4 22	3,2 33	5,3 29	7,7 28	12,0 39	16,1 44	19,6 12	19,9 8	15,6 35	10,1 369	35,2 — 15,4	18,3
	Segovia..... 1901 - 1930	1.000	Temp. media.. Lluvia	11,7 59	6,4 66	3,8 53	3,1 37	4,3 45	6,6 45	9,1 57	13,3 56	17,3 57	20,8 17	21,2 10	17,0 43	11,2 545	39,7 — 14,0	25,7
Altiplanicie del Tajo	Madrid..... 1901 - 1930	655	Temp. media.. Lluvia	13,6 44	8,2 61	5,3 43	4,8 25	6,2 43	8,8 37	11,6 38	15,6 41	19,7 37	23,2 9	23,5 6	18,8 36	13,3 420	38,4 — 9,0	18,0
	Guadalajara..... 1901 - 1930	679	Temp. media.. Lluvia	13,4 44	8,1 40	5,2 34	4,7 23	6,1 35	8,3 37	10,6 37	15,2 43	19,1 34	22,5 15	23,0 8	18,8 34	12,9 384	38,4 — 11,8	16,7
	Toledo..... 1901 - 1930	548	Temp. media.. Lluvia	15,3 39	9,5 43	6,5 41	5,8 26	7,6 38	9,9 35	12,7 38	17,4 38	21,6 22	25,4 8	25,5 3	20,6 27	14,8 357	41,4 — 10,2	14,4
Altiplanicie del Guadiana	Ciudad Real..... 1901 - 1930	635	Temp. media.. Lluvia	14,6 42	8,9 53	5,9 36	5,0 23	6,5 38	8,9 46	11,6 37	16,1 34	20,4 31	24,3 3	24,7 2	19,9 32	13,9 377	43,2 — 12,4	15,7
	Albacete..... 1901 - 1930	685	Temp. media.. Lluvia	14,2 32	8,7 35	5,6 20	4,6 18	6,2 23	8,6 33	11,5 40	15,5 43	20,1 34	23,9 15	24,4 6	19,5 37	13,6 336	41,8 — 12,9	14,2

Zona Pirenaica

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Pirineos	Vitoria	520	Temp. media..	13,0	7,6	5,4	4,9	5,9	7,7	9,4	13,2	16,1	18,4	18,9	16,7	11,4	39,0	38,6
	1901 - 1930		Lluvia	78	80	92	91	63	91	78	84	50	43	27	51	828	— 12,8	
	Pamplona	449	Temp. media..	13,1	8,2	5,6	4,5	5,5	8,0	10,1	14,2	17,2	19,8	20,5	17,8	12,0	39,0	35,8
	1901 - 1930		Lluvia	86	82	78	65	63	78	74	78	54	36	32	62	788	— 17,0	
	Jaca	810	Temp. media..	12,6	7,3	3,3	2,5	4,9	9,0	11,5	14,2	18,6	19,9	19,1	16,7	11,6	39,0	40,6
			Lluvia	77	74	99	74	58	71	93	91	57	45	66	72	877	— 18,8	
	Seo de Urgel.....	691	Temp. media..	12,3	6,8	3,6	2,5	5,3	8,9	11,5	14,1	18,6	21,1	20,2	16,5	11,7	36,0	29,2
	1944 - 1953		Lluvia	54	37	54	15	31	42	47	81	81	49	83	59	633	— 16,5	
	Gerona.....	62	Temp. media..	16,0	11,3	8,1	7,3	8,7	10,7	12,8	17,0	20,6	23,2	23,5	20,6	15,0	40,6	30,5
	1901 - 1930		Lluvia	93	69	44	45	65	70	72	83	72	36	53	71	763	— 13,0	

Zona Ibera

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Planicie del Ebro	Logroño	384	Temp. media..	13,5	8,5	5,9	4,8	6,4	8,7	10,7	15,1	18,1	20,9	21,5	18,3	12,7	40,4	17,2
	1901 - 1930		Lluvia	40	34	39	26	29	34	37	47	40	24	12	30	392	— 16,9	
	Zaragoza	200	Temp. media..	14,8	9,6	6,8	5,6	7,5	10,1	12,5	16,9	20,5	23,4	23,7	19,8	14,3	44,1	12,5
	1901 - 1930		Lluvia	36	31	23	15	20	22	28	40	23	19	14	29	305	— 15,2	
	Lérida	150	Temp. media..	15,1	8,9	3,8	4,2	7,5	11,3	13,8	17,0	21,0	24,0	23,0	20,6	14,2	39	19,1
			Lluvia	16	25	14	43	22	23	101	23	68	17	69	42	463	— 10	
	Huésca	466	Temp. media..	14,4	8,8	5,5	4,7	6,3	8,9	11,7	16,1	19,9	23,1	23,5	19,5	13,5	41,0	20,7
	1901 - 1930		Lluvia	55	50	3,4	23	35	45	41	62	47	20	23	52	52	— 11,8	

Zona del Idúbeda

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Serranías del Idúbeda	Soria	1955	Temp. media..	11,9	6,0	3,5	2,7	3,6	5,9	8,4	12,6	16,3	19,7	2,03	16,0	10,5	36,3	27,6
	1901 - 1930		Lluvia	49	56	54	36	52	48	51	65	61	27	19	49	566	— 18,8	
	Cuenca	922	Temp. media..	12,0	6,9	4,3	3,2	4,6	6,4	9,1	13,8	17,5	21,3	21,3	17,0	11,5	38,5	24,3
	1901 - 1930		Lluvia	45	54	48	29	54	50	54	67	55	16	6	48	523	— 16,0	
	Teruel	915	Temp. media..	12,2	7,0	4,0	3,1	4,2	6,7	9,5	13,7	17,8	21,3	21,9	17,3	11,6	41,4	17,6
	1901 - 1930		Lluvia	31	32	16	16	21	28	34	55	53	23	21	90	381	— 20,0	

Zona Levantina

LOCALIDAD		Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Indice de aridez
Litoral Levantino	Barcelona	5	Temp. media..	17,6	13,2	10,6	9,4	10,5	11,9	13,9	17,1	20,7	23,5	24,2	21,4	16,2	36,3	22,0
	1901 - 1930		Lluvia	91	57	44	34	44	46	48	50	38	28	34	64	578	— 4,4	
	Tarragona	48	Temp. media..	17,5	13,0	10,5	9,5	10,8	11,9	13,6	16,8	20,3	22,9	23,6	21,4	16,0	33,4	20,0
	1901 - 1930		Lluvia	76	52	36	14	41	43	44	54	41	15	39	67	522	— 4,0	
	Tortosa		Temp. media..	17,7	12,9	10,1	9,1	10,5	12,8	14,7	18,3	21,8	24,6	25,0	22,0	16,6	38,4	15,0
	1901 - 1930		Lluvia	61	46	28	18	46	37	36	61	41	19	22	57	472	— 2,8	
	Castellón	28	Temp. media..	18,5	14,1	11,7	10,5	11,2	12,8	14,7	18,0	21,2	24,1	24,8	22,1	17,0	38,0	15,0
	1901 - 1930		Lluvia	66	57	23	11	61	23	28	48	23	9	11	45	405	— 9,0	
	Valencia	13	Temp. media..	18,2	13,6	11,1	10,0	10,8	12,6	14,8	17,7	21,4	24,0	24,6	22,0	16,7	38,0	15,5
	1901 - 1930		Lluvia	45	72	26	24	41	27	30	33	29	11	8	71	416	— 3,8	
Balears	Palma	10	Temp. media..	18,6	14,2	11,4	10,0	10,5	12,2	14,2	17,7	21,4	24,5	25,1	22,6	16,9	39,0	17,8
	1901 - 1930		Lluvia	67	58	53	36	38	9	37	43	21	8	14	67	481	— 3,0	
	Mahón	10	Temp. media..	18,6	14,6	11,9	10,6	10,8	12,3	14,0	17,4	20,8	23,7	24,6	22,1	16,8	38,4	22,6
	1901 - 1930		Lluvia	96	97	70	55	47	0	53	35	20	8	15	61	607	— 2,0	

DATOS METEOROLÓGICOS DE LAS ZONAS CLIMATOLÓGICAS DEL SOLAR HISPANO

Zona Sur y Suroeste

LOCALIDAD	Altitud m.	D A T O S	Temperaturas mensuales en °C												AÑO máxima y mínima	Índice de aridez	
			Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre			
Llanura Bética y Algarves	Jaén..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	17,4 56	11,9 82	8,8 78	8,0 50	9,1 70	11,0 94	13,7 75	18,1 49	22,5 33	26,6 1	27,3 3	22,6 37	16,4 628	43,0 — 8,2	23,8
	Córdoba..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	18,4 77	12,6 89	9,3 78	8,6 53	10,5 86	12,4 91	14,7 65	19,4 46	24,2 22	27,4 2	27,9 2	23,9 20	17,4 631	44,0 — 4,8	23,0
	Sevilla..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	19,4 70	14,1 99	10,9 67	10,1 44	11,6 65	13,8 70	16,5 50	20,2 36	24,3 27	27,7 2	28,4 2	24,6 27	18,5 559	46,6 — 5,0	19,6
	Cádiz..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	19,7 61	15,6 91	12,9 82	12,1 61	13,3 78	14,2 78	16,0 45	19,1 15	21,5 10	23,8 2	24,6 1	23,2 22	18,0 546	38,0 — 0,3	19,5
	Huelva..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	18,9 61	14,3 82	11,4 63	10,6 42	11,9 50	13,5 47	15,8 30	18,8 27	21,7 12	24,1 0	25,1 1	22,5 29	17,4 444	42,0 — 4,0	16,2
	Faro..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	18,4 46	14,4 51	12,5 49	11,5 49	10,1 63	13,3 108	15,4 48	20,0 20	22,0 0	24,7 0	23,1 0	20,9 11	17,2 444	36,5 — 1,0	16,3
Extremadura	Badajoz..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	17,4 63	11,8 89	8,9 63	8,1 44	9,6 56	11,8 55	14,4 48	18,2 40	22,3 32	25,3 6	25,8 6	22,4 36	16,3 538	46,0 — 6,4	20,4
	Cáceres..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	16,5 70	10,6 79	7,6 74	6,8 51	8,4 70	10,3 71	13,1 39	17,8 36	21,9 27	25,5 5	25,9 8	21,9 32	15,5 562	43,2 — 7,0	24,6
	Alcázar..... 1940 - 1949	Temp. media... Lluvia.....	17,1 55	12,2 57	6,6 59	6,4 101	8,9 77	11,3 98	14,2 68	16,3 55	22,4 20	25,6 4	25,4 10	21,9 40	14,9 644	42,7 — 5,0	26,3
	Castello Branco .. 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	16,3 99	10,3 222	8,5 100	8,4 130	6,6 118	10,8 238	13,4 90	17,5 74	22,4 0	24,3 0	23,5 1	19,4 55	15,1 1127	38,4 — 0,4	44,9
Alentejo	Portalegre..... 1939 - 1946	Temp. media... Lluvia.....	16,3 87	11,5 87	8,6 81	7,4 128	9,5 48	12,0 103	14,3 81	16,3 48	21,4 37	23,8 8	24,4 4	21,3 27	15,5 739	45,0 — 8,0	28,9
	Evora..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	16,3 64	11,7 98	9,1 88	8,4 66	9,3 87	10,9 73	13,0 47	16,1 41	19,6 31	22,3 4	22,8 3	20,3 32	14,9 634	—	25,4
Serranías Béticas	Algeciras..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	19,5 91	15,4 257	13,3 174	12,4 97	12,6 255	13,8 151	15,7 97	18,2 34	21,1 45	23,4 0	24,3 1	22,1 19	17,7 1221	39,2 — 1,2	44,0
	Málaga..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	19,5 73	15,5 96	12,9 64	12,3 48	12,8 53	13,8 76	16,1 38	19,0 20	22,2 10	24,5 1	25,4 0	23,1 30	18,1 509	44,7 — 0,9	18,1
	Granada..... 1901 - 1930	Temp. media... Lluvia.....	16,0 47	10,6 58	7,5 49	6,7 34	8,0 43	10,0 61	12,7 51	16,6 42	20,9 20	24,9 4	25,5 2	20,9 28	15,0 439	40,2 — 8,5	17,5

LAM. IX

Zonas Breñense

Región de la Beira		Región Centro - Litoral		Zona del Sureste													
LOCALIDAD	Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Índice de aridez
Viseo..... 1926-1941	451	Temp. media... Lluvia.....	13,9 91	9,3 171	7,1 197	6,6 224	7,8 132	9,9 173	11,4 123	13,9 73	17,9 45	20,4 14	20,9 16	18,6 58	13,1 1318	41,5 — 7,5	57,0
Guarda..... 1901-1930	1.039	Temp. media... Lluvia.....	10,8 123	6,3 158	4,2 148	3,4 91	3,7 132	5,4 116	7,8 98	11,9 76	15,4 50	18,6 17	19,2 16	15,5 54	10,1 1079	—	53,6
Coimbra..... 1901-1930	140	Temp. media... Lluvia.....	15,8 97	11,8 126	9,7 197	9,0 100	9,8 122	11,2 119	13,1 88	15,9 71	18,6 41	20,4 17	20,6 12	19,3 52	14,6 984	—	48,1
Santarém..... 1924-1941	59	Temp. media... Lluvia.....	17,6 65	12,8 95	10,2 89	9,7 88	10,4 73	12,9 93	14,6 60	16,5 38	20,2 25	22,6 6	23,6 3	21,6 30	16,0 665	44,5 — 4,5	25,5
Lisboa..... 1901-1930	95	Temp. media... Lluvia.....	17,4 68	13,6 103	11,5 84	10,6 66	11,3 74	12,6 63	14,2 46	16,7 32	19,4 18	21,3 6	22,0 3	20,5 38	15,9 602	—	23,2
Sureste de la Península																	
LOCALIDAD	Altitud m.	DATOS	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	AÑO	Temp. máxima y mínima	Índice de aridez
Alicante..... 1901-1930	4	Temp. media... Lluvia.....	19,4 40	15,2 56	12,3 28	11,2 20	12,0 18	13,3 30	15,3 37	18,2 25	21,6 16	24,3 6	25,3 5	22,9 54	17,6 335	40,6 — 2,2	2,1
Cartagena..... 1901-1930	10	Temp. media... Lluvia.....	19,7 31	14,5 47	11,4 16	10,7 14	11,7 41	13,1 27	15,4 21	18,3 18	21,8 10	25,0 0	26,0 2	23,3 47	17,6 274	37,6 — 0,0	9,9
Murcia..... 1901-1930	42	Temp. media... Lluvia.....	18,8 37	14,1 50	11,1 23	12,2 16	11,7 22	13,6 25	15,8 31	19,1 31	22,8 13	25,7 3	26,3 2	23,1 36	17,7 289	44,7 — 5,0	10,4
Almería..... 1901-1930	17	Temp. media... Lluvia.....	20,8 22	15,6 39	13,2 18	12,6 15	13,0 22	14,3 20	16,2 25	19,4 30	22,3 10	25,1 0	26,1 2	24,0 16	18,6 219	42 — 1,0	7,6

Zona del Sureste

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL

	Páginas
PREÁMBULO	VII
CAPITULO PRIMERO	
CONSTITUCIÓN DE LA TIERRA:	1
Las envolturas terrestres: La Atmósfera:	1
<i>Hipotéticas variaciones en la constitución de la atmósfera y consecuencias de orden geológico (3).</i>	
La Hidrosfera:	4
<i>Distribución de la hidrosfera. Persistencia geológica de las áreas oceánicas y continentales (9).—Arcas y alineaciones de mínima resistencia terrestre (11).—Volcanismo y sismicidad de las áreas terrestres de mínima resistencia (14).—Distribución batimétrica de los sedimentos marinos (20).</i>	
La Litosfera:	22
<i>Geotermia (26).—Stal y sima (27).</i>	
La Barisfera y el hipotético globo meteorítico:	29
<i>Magnetismo terrestre. Isostasia (33).—La Biosfera (34).</i>	
Composición litológica de la corteza terrestre:	35
<i>Rocas endógenas y eruptivas (36).—Rocas exógenas o sedimentarias (37).—Litogenesis y facies geológicas (43).—Rocas estratocristalinas y metamorfismo (44).</i>	
Características litológicas y paleontológicas del Arcaicozoico:	47
El continuo nacer, acabar y revivir del mundo litológico	49
CAPITULO II	
EL RELIEVE HISPANO	53
Situación geográfica: Hispania, país hespérico	53
Características generales del relieve peninsular:	60
<i>La divisoria de aguas (62).—Escalonado geográfico (65).—Eje orográfico peninsular (66).</i>	
Altiplanicies centrales:	67
<i>Altiplanicie del Duero (67).—Altiplanicies Carpetana y de la Mancha (69).</i>	
La evolución orográfica:	71

<i>Penillanuras del occidente hispano (74).—Penillanuras portuguesas litorales (77).</i>	
El escudo o témpano cortical Hespérico:	78
<i>Límites del Escudo Hespérico (79).</i>	
Llanuras exteriores al Escudo Hespérico:	83
<i>Llanura Ibera (83).—Llanura Bética (84).—Llanura litoral portuguesa (87).—Plana costera valenciana (87).</i>	
Alineaciones orográficas exteriores al Escudo Hespérico:	87
<i>El Pirineo (88).—Cordillera Cantabro-Astúrica-Leonesa (88).—Sistema Orográfico Bético (89).—Las Catalánidas (92).</i>	
Elementos geográfico-geológicos del conjunto peninsular:	93
<i>Distribución del relieve hispano (93).</i>	
Edad y formación de las montañas hispanas:	95
<i>Orogenia peninsular (99).</i>	

CAPITULO III

LITOLOGÍA HISPANA	101
Componentes litológicos del solar hispano	101
La Hispania silícea:	102
<i>Extensión de la Hispania silícea (102).—La sílice rocosa (102).—Terrenos graníticos (104).—Terrenos de cuarcitas y de pizarras silíceas (107).—Particularidades de la Hispania silícea y su influjo en la Historia hispana (110).</i>	
La Hispania calcárea:	112
<i>Calizas y margas. Variedad marmórea de Hispania (112).—Situación y extensión de la Hispania calcárea (119).—Particularidades típicas de la Hispania calcárea y su influjo en la Historia hispana (123).</i>	
La Hispania arcillosa:	125
<i>Características, proceso de formación y situación de las llanuras arcillosas hispanas (126).—Particularidades típicas de carácter agrícola de las planicies arcillosas hispanas, y su influjo en la Historia hispana (134).</i>	
Ponderación litológica del solar hispano	136
Rasgos edafológicos	138
Síntesis agropecuaria del solar hispano:	139
<i>Características agropecuarias de la Hispania silícea (139).—Características agropecuarias de la Hispania calcárea (141).—Características agropecuarias de la Hispania arcillosa (143).</i>	

CAPITULO IV

LAS COSTAS	145
Segmentos costeros de la península hispana	145
Costa Cantábrica:	146
<i>Topografía submarina de la plataforma continental (150).</i>	
Litoral de Galicia: origen de las rías gallegas	154
Litoral atlántico portugués del oeste:	161

	Páginas
<i>Características geotectónicas del segmento litoral miñotoduriense</i> (165).	
<i>Accidentes geotectónicos de las «Lusitánidas»</i> (166).— <i>Relieve submarino del sector central atlántico portugués</i> (172).— <i>Costa del Alentejo</i> (178).	
Litoral atlántico del sur peninsular:	180
<i>Costas del Algarve</i> (181).— <i>Sector litoral de la playa de Castilla</i> (187).— <i>La problemática ubicación de Tartesos</i> (190).— <i>Sector gaditano</i> (191).	
El estrecho de Gibraltar y su prolongación geotectónica mediterránea y atlántica:	195
<i>Características del estrecho de Gibraltar</i> (196).— <i>Historia geológica del estrecho de Gibraltar</i> (201).	
El mar de Alborán y sus costas:	208
<i>Litoral español del mar de Alborán</i> (210).— <i>Litoral africano del mar de Alborán</i> (214).— <i>Constitución geológica del litoral del mar de Alborán</i> (215).— <i>Formaciones volcánicas</i> (218).— <i>Origen y formación geotectónica del mar de Alborán</i> (221).	
Costas del sureste peninsular:	224
<i>Costas del segmento transversal Penibético</i> (225).— <i>Costas del segmento transversal Subbético</i> (229).— <i>Costas de Baleares</i> (236).	
Litoral valenciano y catalán:	238
<i>Costas de la Plana Valenciana</i> (239).— <i>Costa catalana del Ebro al Llobregat</i> (241).— <i>Costa catalana desde Barcelona al Pirineo</i> (244).	

CAPÍTULO V

LA RED FLUVIAL	249
Ciclo fluvial y aguas subterráneas:	250
<i>Aguas juveniles</i> (255).	
Características generales de los ríos caudales hispanos:	259
<i>Terrazas fluviales</i> (262).	
El Ebro. Características de la cuenca:	263
<i>Tramo superior del Ebro y afluentes</i> (266).— <i>Tramo del Ebro, entre las Conchas de Haro y Tudela. Afluentes</i> (270).— <i>El Ebro entre Tudela y Mequinzenza</i> (271).— <i>Ramificación fluvial del Jalón y afluentes al Ebro por la margen derecha</i> (273).— <i>Tramo inferior del Ebro</i> (277).— <i>Característica general pirenaica en relación con el Ebro</i> (279).— <i>Ramificación fluvial del Aragón. Ríos Arba y Gállego</i> (280).— <i>Conjunto fluvial Cinca y Segre</i> (284).— <i>Ramificación del Alcanadre. Río Valcuerna</i> (291).	
El Duero: característica y descripción del curso:	292
<i>Afluentes del Duero por la derecha en la parte oriental de la planicie castellana</i> (301).— <i>Ramificación fluvial del Pisuergra</i> (302).— <i>Afluentes al Duero por la derecha en la parte occidental de la planicie castellana</i> (305).— <i>Ramificación del Esla</i> (305).— <i>Afluentes al Duero por la izquierda en la planicie castellana</i> (311).— <i>Afluentes al Duero en Portugal</i> (318).	

	Páginas
Características paleográficas y descripciones del curso del Tajo:	320
<i>Afluentes al Tajo por la margen derecha en la parte alta del curso (333).—Ramificación fluvial: Tajuña-Henares-Manzanares. Río Guadarrama. Terrazas fluviales (334).—Abastecimiento de agua a Madrid (341).—Afluentes por la derecha al tramo central del Tajo (345).—Afluentes por la derecha al tramo portugués del Tajo (351).—Afluentes al Tajo por la izquierda; ramificación del Guadela y ríos oretanos (353).—Afluentes por la izquierda al Tajo, procedentes de Extremadura (355).—Afluentes portugueses al Tajo por la margen izquierda (357).</i>	
El Guadiana. Descripción del curso fluvial	360
<i>Componentes del Guadiana en el tramo de origen o manchego (372).—Afluentes al Guadiana en los tramos palustre y oretano (377).—Afluentes al Guadiana en el tramo extremeño (380).—Afluentes al tramo portugués del Guadiana (387).—Regulación del Guadiana y transformación de Extremadura Central (390).</i>	
El Guadalquivir. Descripción del curso fluvial:	392
<i>Alto Guadalquivir y rama fluvial del Guadalimar (397).—Rama fluvial del Guadiana Menor y otros afluentes, por la izquierda, al Guadalquivir (402).—Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir, hasta Córdoba (406).—Afluentes por la derecha al tramo medio del Guadalquivir, desde Córdoba (410).—Característica general de la red fluvial de Sierra Morena en relación con la geotectónica y la paleogeografía (417).—Afluentes por la izquierda al tramo medio del Guadalquivir (418).—Tramo final del Guadalquivir y sus afluentes (421).</i>	
Red fluvial catalana:	428
<i>Conjunto fluvial gerundense (432).—Sector fluvial de la zona media catalana; Llobregat (435).—Sector fluvial tarraconense (436).</i>	
Red fluvial del segmento ibérico de la serranía del Idúbeda:	438
<i>Ríos valencianos (442).</i>	
Red fluvial del Sureste peninsular:	453
<i>Ríos Segura y Mundo (456).—Red fluvial alicantina y de Almería (462).</i>	
Cursos fluviales de la serranía Penibética al mar de Alborán	465
Red fluvial de la Serranía de Ronda	469
Red fluvial de Huelva. Ríos Tinto y Odiel	477
Red fluvial del Algarve y del Alentejo	480
Ríos portugueses entre Tajo y Duero:	485
<i>Ríos entre Duero y Miño (493).</i>	
Red fluvial de Galicia:	497
<i>Ríos aferentes a las rías gallegas (507).—Geomorfología de Galicia en relación con la red fluvial (512).</i>	
Red fluvial del Cantábrico. Características geomorfológicas:	513
<i>Ríos de Asturias (518).—Ríos de Cantabria (527).—Ríos de Vasconia (530).</i>	
Deducciones geológico fisiográficas de la red fluvial hispana... ..	533

CAPITULO VI

CLIMATOLOGÍA HISPANA	541
Concepto de clima:	541
<i>Meteorología y estaciones meteorológicas (544).</i>	
La temperatura. Climas continental y marítimo	547
Cielos normales de temperatura:	549
<i>Observaciones termométricas (552).</i>	
Humedad atmosférica:	556
<i>Formas de condensación de la humedad del aire (559).—Nubosidad y tipos de nubes (563).—Medida y representación de las lluvias (567).</i>	
Distribución geográfica y regímenes de lluvia:	568
<i>Lluvias de la zona ecuatorial (569).—Lluvias tropicales (569).—Lluvias de la zona templada boreal (572).—Lluvias de la zona polar ártica (576).</i>	
Presión atmosférica; su medición:	578
<i>Líneas isóbaras y su distribución (578).—Anticiclones y ciclones (581).</i>	
El viento:	583
<i>Tipos de vientos (586).</i>	
Tiempo meteorológico:	591
<i>Régimen ciclónico y anticiclónico atlántico europeo; frente polar (592).</i>	
Previsión del tiempo	596
Tipos de climas:	599
<i>Clima de Guinea, Fernando Poo y Annobón (601).—Clima de Canarias y de Ifni (613).—Clima mediterráneo (620).—Clima europeo y sus modalidades (625).</i>	
Características comparadas de la vegetación de los climas mediterráneo y europeos:	628
<i>Índice de aridez (634).</i>	
Modalidades climatológicas hispanas	636
Zonas climatológicas hispanas... ..	645