

LAS GRANDES CUENCAS HIDROGRAFICAS Y SU RELACION CON LA ESTRUCTURA PENINSULAR

P O R

MARÍA JESÚS IBÁÑEZ

El objetivo fundamental de este trabajo es señalar a escala peninsular algunos de los rasgos más destacados de las cinco principales cuencas hidrográficas, tratando de establecer la relación existente entre dichos rasgos y los aspectos estructurales dominantes en ellas, los cuales influyen, directa o indirectamente, hechos tales como el diseño de la red hidrográfica, la densidad de drenaje o la pendiente longitudinal de los ríos, pudiéndose deducir de todo ello una serie de analogías y diferencias entre las distintas cuencas, así como su tendencia evolutiva.

Como base se ha utilizado diversa cartografía a escala 1/1.000.000: Mapa Topográfico de la Península Ibérica (Instituto Geográfico y Catastral, 1966), Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (IGME, 1966 y 1980), Mapa Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (IGME, 1966), y Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (IGME, 1972). A partir de ellos se han realizado los esquemas que se presentan de las diversas cuencas. Sin embargo, para algunas observaciones, así como para el trazado de los perfiles longitudinales y evaluación de ciertos parámetros se ha recurrido a cartografía de escala 1/200.000, tanto al Mapa Militar de España, como al Mapa Geológico de España (Mapa de Síntesis). Ambas son escalas válidas para el tratamiento de unidades morfotopográficas correspondientes al tercer orden en la clasificación taxonómica de Cailleux-Tricart (TRICART, 1965). Y, dada la escala de base, el tema ha sido abordado desde un enfoque global, marginándose intencionadamente los análisis de detalle.

Las cuencas seleccionadas superan, en algunos casos muy ampliamente, los 50.000 km², siendo la de menor superficie la del Guadalquivir (57.121 km²) y la más extensa la del Duero (98.375 km²) (SOLÉ SABARÍS, 1954); rebasan pues con mucho la superficie de las cuencas inmediatamente inferiores, como la del Júcar, que no alcanzan los 25.000 km². Las cinco cuencas se reparten desequilibradamente entre las dos grandes vertientes hidrográficas peninsulares, la atlántica y la mediterránea; pero no partiremos de este hecho en el desarrollo del trabajo, sino de una diferenciación genético-estructural de las cuencas,

lo que permite distinguir dos grandes familias: cuencas meseteñas, ligadas directamente a la deformación del zócalo ibérico, y cuencas extrameseteñas, marginales respecto a dicho zócalo y fuertemente relacionadas con la formación de las dos grandes cordilleras alpinas.

I. COMPARTIMENTACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA MESETA

Si geológicamente la Meseta destaca como un gran conjunto unitario, desde el punto de vista hidrográfico presenta una clara compartimentación en tres cuencas principales, Duero, Tajo y Guadiana, identificadas cada una de ellas con unidades morfoestructurales diferenciadas dentro del zócalo meseteño, y muy bien definidas sobre todo en los dos primeros casos.

Aunque la forma de las cuencas difiere, son muchos sin embargo los puntos en común, derivados de un paralelismo de génesis, de su inclusión dentro de una misma megaunidad, y de una herencia terciaria en antiguas cuencas endorréicas, sectorialmente todavía mal drenadas. En los tres casos la diferenciación de grandes sectores morfoestructurales presenta una marcada semejanza, pudiéndose distinguir: una alta cuenca excavada en un mesozóico plegado y con frecuencia nivelado erosivamente; un sector de neógeno horizontal o subhorizontal, muy extenso en el Duero y mucho más reducido en el caso del Guadiana; y un sector occidental de materiales antiguos, muy desarrollado en estas cuencas meseteñas y en especial en la del Guadiana. Sólo en la cuenca del Tajo cabe añadir un cuarto tramo correspondiente a la unidad de la fosa terciaria de Lisboa. Los valores porcentuales de los afloramientos en cada una de las cuencas son los siguientes:

	<i>Duero</i>	<i>Tajo</i>	<i>Guadiana</i>
Zócalo	37,0 %	48,0 %	63,7 %
Mesozóico	9,3 %	10,0 %	7,2 %
Terciario inferior	3,4 %	4,8 %	4,4 %
Neógeno	35,2 %	22,7 %	11,4 %
Plio-Cuaternario	15,1 %	14,5 %	13,3 %

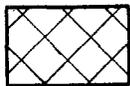
Las cuencas hidrográficas meseteñas se abren así en buena parte en los materiales del zócalo antiguo, hallándose en relación genética con las deformaciones negativas del mismo originadas en el momento de la orogenia alpina, responsable a través de sus distintas pulsaciones, y en particular de los movimientos nealpinos, de la fisonomía meseteña actual. Así, a finales del Mioceno y comienzos del Plioceno las tres grandes cuencas interiores estaban ya constituidas como tales, acoplándose a otras tantas depresiones tectónicas, carentes de avenamiento exorréico durante una gran parte del neógeno, en concreto hasta que se produce el basculamiento hacia el Atlántico del bloque

de la Meseta (SOLÉ SABARIS, 1952), hecho que condicionó el drenaje exorréico de las cuencas y la consiguiente jerarquización de la red hidrográfica todavía mal fijada a finales del Terciario. En este aspecto, sin embargo, la cuenca del Guadiana se sale del esquema general, dado que el sector más meridional de la Meseta, y en concreto el sector del Campo de Calatrava, sufrió una deformación tardía (HERNÁNDEZ PACHECO, F., 1932; SOLÉ SABARIS, 1952) que se prolongó hasta principios del Cuaternario; dicha deformación en el sector central de la cuenca, a la que acompañaron fenómenos de vulcanismo, es la principal responsable de que la cuenca del Guadiana, aun participando de los rasgos generales de las cuencas meseteñas, constituya un caso excepcional no siempre factible de comparación.

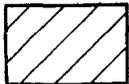
1. La forma en planta de las cuencas y el grado de simetría

Si en el aspecto estructural las cuencas del Duero y del Tajo presentan una gran semejanza, la analogía desaparece si se considera la planta de las mismas. Bajo esta óptica es mayor la similitud entre las cuencas del Tajo y del

LEYENDA (CUENCAS HIDROGRAFICAS)



Dominio de zócalo



Afloramientos de mesozóico y/o terciario inferior



Terciario superior y cuaternario



Principales líneas tectónicas de fractura

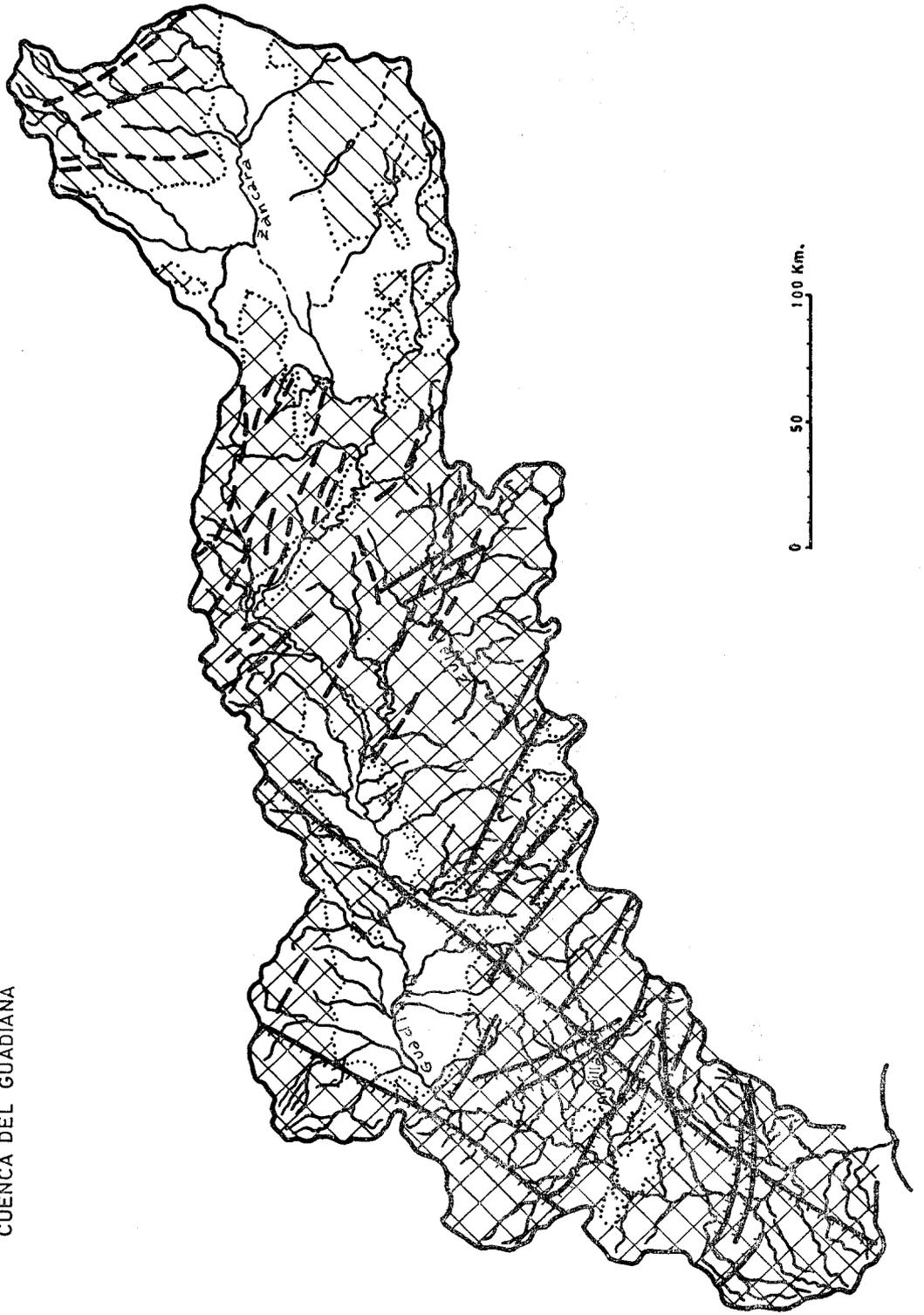


Principales ejes de plegamiento



Red hidrográfica

CUENCA DEL GUADIANA



Guadiana, de manera que frente a la extensa planta romboédrica de la cuenca del Duero, destacan las plantas notablemente alargadas y estrechas del Tajo y Guadiana, las cuales, orientadas groseramente de este a oeste, giran hacia el sur-oeste en su tramo final. El contraste entre una y otras queda patente en los valores de la relación anchura-longitud de cuenca, y que es de 1/1,8 para el Duero, y de 1/4,6 y 1/3,7 para el Tajo y el Guadiana respectivamente. Esto traduce un condicionamiento estructural distinto; mientras que la primera se adapta a una deformación mayor del zócalo en la Meseta septentrional, el Tajo y el Guadiana alojan sus cuencas en subunidades estructurales dentro de la Meseta meridional, puesto que la mayor complejidad tectónica de esta última determinó su compartimentación en dos deformaciones negativas del zócalo, separadas por el bloque de los Montes de Toledo, divisoria hidrográfico-estructural del Tajo y del Guadiana.

Con independencia del valor de los parámetros y de la forma de las plantas, las cuencas meseteñas coinciden con depresiones tectónicas de primer orden a escala peninsular, si bien sólo las del Duero y Tajo son clasificables en el tipo de fosas tectónicas; en los dos casos, grandes líneas de falla, más o menos continuas, cabalgantes o normales, delimitan las márgenes de la depresión, con rumbos E-W y NE-SW en los bordes norte y sur del Duero (Cordilleras Cantábrica y Central respectivamente), y NE-SW y E-W en los bordes norte y sur del Tajo (Cordillera Central y Montes de Toledo). La cuenca del Guadiana presenta, como ya hemos apuntado, una marcada personalidad tectónico-estructural y no responde al modelo de fosa, sino al de un amplio surco tectónico determinado por una doble flexión del zócalo, hacia el sur a través de la paulatina inflexión de los ejes hercinianos del sector meridional de los Montes de Toledo, y hacia el norte a partir del eje de Sierra Morena. Este surco, que hacia el suroeste desaparece, posee una gran complejidad en el sector central debido al ya mencionado umbral del Campo de Calatrava que, al subdividir transversalmente la cuenca, contribuye a provocar las anomalías de drenaje que caracterizan a ésta.

Las redes de drenaje que se acoplan a estas áreas depresivas presentan una serie de características que, además de marcar una diferencia en la personalidad de las cuencas, traducen condicionantes estructurales tales como los rasgos de las depresiones terciarias, el dispositivo de las series neógenas o la extensión de los afloramientos marginales. El grado de simetría o asimetría de la red es una de las características a destacar.

De las tres cuencas es la del Duero la de menor índice de asimetría, con valores que oscilan entre 1/1,1 y 1/1,4, y que sólo sectorialmente superan la relación 1/1,5 sobre todo en la parte más occidental. En concordancia con ello, la relación de longitud de los afluentes al Duero por una y otra orilla es relativamente equilibrada, siendo de 1/1,5 en el caso del Eresma-Pisuerga, y del orden de 1/1 en el del Tormes-Esla, ascendiendo sin embargo en el sector portugués (1/2,3 para el Tua-Távora).

En el caso del Tajo el colector principal fluye, en gran parte de su recorrido, al sur del eje de simetría de la cuenca, lo que se traduce en valores medios de disimetría del orden de 1/3 para la mitad oriental del valle, reducién-

dose dichos valores en la mitad occidental, e invirtiéndose, a favor de la vertiente meridional, en la depresión de Lisboa. La disimetría es máxima en el tramo terciario de la cuenca, en la que el Tajo recibe por su orilla izquierda afluentes de escaso interés. La relación de longitud de cauces, datos referidos siempre a cursos con desembocadura próxima, es en esta área de $1/3$ y $1/3,4$ para el Guadajoz-Guadarrama y Cedena-Alberche respectivamente, constatándose una variación hacia el oeste ($1/1,2$ para el Almonte-Alagón). En las proximidades del Atlántico el Tajo posee una cuenca claramente asimétrica pero de signo opuesto como ya hemos apuntado; así, frente al Sorraia los pequeños afluentes por la orilla derecha determinan disimetrías del orden $1/6$ (río de Alenguer-Sorraia).

En la cuenca del Guadiana, haciendo excepción de la alta cuenca cuyos rasgos hídricos no son concluyentes, resalta la disimetría de la red; el eje principal se halla mucho más próximo a la margen norte de la cuenca, de manera que el desarrollo en anchura de ésta a partir de dicho eje llega a alcanzar una relación de $1/9$ ó $1/8$ a favor de la vertiente meridional, como ocurre en las transversales próximas a Castilblanco o a Olivenza. El mismo hecho se observa al comparar la longitud de los afluentes norteños y meridionales del Guadiana en los que se dan relaciones de $1/2,6$, $1/2,2$ y $1/6,5$ (Gargáldas-Zújar, Aljucén-Matachel y río de Cuba-Ardilla).

Esta disimetría hidrográfica es el resultado de una suma de factores combinados tales como clima, energía de relieve del marco montañoso y dispositivo estructural del mismo; todo lo cual puede determinar unos derrames diferenciales en la cuenca. Desde el punto de vista climático es evidente que los cursos de agua con origen en las cordilleras Cantábrica y Central, con precipitaciones superiores a los 1000 ó 1500 mm., han de poseer un mayor desarrollo que aquellos cuyo origen está en los Montes de Toledo o Sierra Morena, en donde el total pluviométrico es inferior a los 1000 mm. Este aspecto global tendría sin embargo que matizarse más a partir de datos más concretos, pero aquí interesa destacar sobre todo el papel jugado en la disimetría por la configuración de las cuencas.

La asimetría de la cuenca del Guadiana, muy acusada entre el embalse de Cijara y Badajoz, puede relacionarse con un mayor hundimiento del surco de la cuenca en las proximidades de la margen norte de la misma; de manera que ha sido el emplazamiento excéntrico de la depresión de La Serena-Badajoz, colmantada por sedimentos terciarios, el que ha dirigido la ubicación del río Guadiana y la asimetría del valle. En el Duero y en el Tajo la disimetría también está influida por la configuración tectónica de las depresiones terciarias, que traducen la diferente importancia de los accidentes de fractura que las enmarcan, sobre todo en la fosa del Tajo, así como por las deformaciones sufridas por el relleno neógeno, que en el caso concreto del Tajo fue basculado hacia el SW. durante fases tardías, postmiocenas (ALIA, 1960; CAPOTE y FERNÁNDEZ-CASALS, 1978); hecho decisivo para la migración del eje de drenaje. De las dos últimas cuencas, la del Tajo ha sido, debido a la complejidad de bloques del sustrato y a su menor anchura, la más influida por la estructura en el trazado y reparto de la red.

2. *El diseño de la red hidrográfica*

Este aspecto de la red informa bien acerca de algunas de las características de los materiales aflorantes, así como también de las áreas de mayor tectonización de las cuencas en las que los cursos presentan trazado distinto al de los sectores menos afectados por las pulsaciones orogénicas. En este sentido el diseño de la red puede ser indicativo de la distribución de las series pre y post-tectónicas aflorantes en las cuencas.

En el Duero el conjunto de la red es marcadamente dentrítico tanto respecto del eje principal como de las arterias afluentes fundamentales. No obstante pueden constatarse algunas variantes; así, el dispositivo tiende a ser subparalelo en determinadas cuencas, como las del Arandilla o el Valderabuey, y los diseños rectangulares o rectilíneos son frecuentes en los altos tramos de algunos de los ríos que drenan afloramientos de zócalo, como el Adaja, el Tormes o el alto Agueda, en los que se revela un control estructural vinculado a fracturas. El predominio corresponde, sin embargo, como ya se ha anotado, a una red de desarrollo libre y en general bien jerarquizada, en particular en la margen derecha del Duero a partir del Pisuerga y del Esla, lo que responde sobre todo a la extensión de las series neógenas postectónicas o poco deformadas.

El carácter dentrítico de la red es menos acusado en la cuenca del Tajo, en función de su forma, en concreto de la estrechez de la misma. De hecho sólo el tronco Jarama-Henares, valle del Guadiela y los sectores altos de algunos otros cursos de agua de entidad secundaria poseen un diseño dentrítico o tendente a él. En el resto, sobre todo en el sector paleozóico de la cuenca, son numerosos los trazados rectangulares y los tramos rectilíneos, como en las casos del Alberche, Tiétar, Alagón-Perte y Zézere, o en los del Uso, Gualija e Ibor; los primeros reflejando una tectónica de fractura, y los segundos una adaptación a las estructuras apalachenses de dirección noroeste-sureste a las que atraviesan aprovechando líneas de falla de dirección opuesta (caso de los ríos Gualija e Ibor al suroeste y norte respectivamente de Peraleda de San Román y de Fresnedoso).

A excepción del sector oriental, en donde la red por sus peculiaridades es difícilmente clasificable, en la cuenca del Guadiana la red hidrográfica puede incluirse dentro del modelo subdentrítico, bien representado en el Zújar y en el Matachel, aun cuando el diseño no responda exactamente al modelo tipo, debido por una parte a la planta alargada y estrecha de la cuenca, y por otra a las frecuentes adaptaciones de los ríos a las líneas estructurales NW-SE, crestas cuarcíticas fundamentalmente; hecho habitual en la cuenca del Guadiana, como se observa en los altos valles del Guadalmez, Matachel o Chanza, por citar algunos ejemplos representativos.

Los diferentes diseños de las redes traducen también los rasgos estratigráficos de las cuencas, así como los grandes sectores morfotopográficos que se distinguen en ellas. Las redes dentríticas caracterizan preferentemente los sectores mejor calibrados de las depresiones por su relación longitud-anchura, coincidentes en general con los materiales terciarios. En efecto, una cuenca estre-

cha bloquea el desarrollo de una red dentrítica típica, permitiendo a lo sumo un diseño subdentritico; por otra parte, los materiales terciarios, horizontales o subhorizontales, en todo caso deformados con valores de buzamiento muy bajos, han favorecido la génesis de una red de desarrollo libre, dado que no imponen un control estructural importante, al menos directo o salvo pocas excepciones, a la fijación de los cauces fluviales; un buen ejemplo de ello son las redes del Pisuerga y Esla. Las redes subdentriticas, con tendencia al desarrollo libre, suelen aparecer sobre materiales de zócalo, como ocurre en parte de la cuenca del Guadiana, pero coincidiendo normalmente con una superficie de erosión bien conservada y escasamente rejuvenecida nivelando topográficamente las estructuras. Finalmente, los diseños rectangulares, o la simple existencia de tramos marcadamente rectilíneos en la red, traducen un control estructural, ejercido a través de alineaciones cuarcíticas o de líneas de fracturación; líneas que en muchos casos se han generado o han rejugado durante las fases alpinas.

El diseño de las redes fluviales revela en definitiva los grandes sectores en que tradicionalmente se han dividido las depresiones meseteñas: un sector terciario, cuenca de relleno y de modelado tabular, en conexión topográfica con un mesozóico arrasado, con predominio de una red de desarrollo libre; y un sector de zócalo, nivelado en gran parte por superficies de erosión pero fuertemente tectonizado, y en el que es frecuente el control estructural de la red.

3. *La densidad de drenaje y la jerarquización de la red*

Partiendo del hecho de que la densidad de drenaje evaluada sobre una base de escala 1:1.000.000 no proporciona valores reales sino de referencia, y que por lo tanto dichos valores sólo son relacionables a dicha escala y, por consiguiente, no transponibles a otra mayor (GREGORY y WALLING, 1973), el conjunto de las cuencas, a excepción de las áreas endorréicas con muy baja densidad, pueden ser consideradas como de densidad de drenaje medio, cuya traducción cuantitativa a la escala utilizada es la de 0,21, 0,16 y 0,10 como valores medios para el Duero, Tajo y Guadiana respectivamente. En el caso del Tajo los valores son bastante próximos en toda la cuenca, oscilando entre 0,18 y 0,13. Sin embargo, en el Duero y en el Guadiana se constatan coeficientes muy bajos en determinados sectores, coincidentes sobre todo con áreas endorréicas, siendo notoria la escasa densidad de la alta cuenca del Guadiana en donde el valor desciende a 0,06; pero aquí hay que tener en cuenta que a los factores que normalmente condicionan el endorreísmo peninsular, se suma la existencia de un antiguo karst y la permeabilidad de los niveles neógenos.

En las cuencas meseteñas la mejor jerarquización de la red corresponde a la cuenca del Duero, evidente sobre todo en la margen norte, en la que destacan extensas cuencas en abanico centradas en dos troncos fundamentales, el Esla y el Pisuerga, a las que habría que añadir la del Tormes en el sur. La

relación de bifurcación media para la cuenca del Duero es de 3,2, siendo el valor más bajo de las tres cuencas interiores. En la cuenca del Tajo el coeficiente medio de bifurcación es de 4,4, y en ella la red se organiza en varias subcuencas importantes aun sin alcanzar el desarrollo de las citadas en el Duero; son las del Zézere, Alagón, Sorraía y Almonte, destacando la del Jarama-Henares. En el caso del Guadiana, en donde la relación de bifurcación media es de 3,6, no existen grandes trancos con excepción del Zújar y el peor drenado del Zán cara-Cigüela, si bien se da, fundamentalmente en la margen sur del Guadiana, una jerarquización en cuencas menores (Matachel, Ardilla, Chanza); en el sector oriental, más concretamente suroriental, la organización del drenaje superficial es muy deficitaria debido a la ya mencionada anomalía hídrica.

La red meseteña se organiza pues a partir de colectores secundarios cuyo número de orden máximo, a la escala utilizada, es de 4 en las cuencas del Tajo y Guadiana y de 5 en la del Duero. Dichos colectores dirigen el drenaje de unas cuencas de mediana entidad, cuya superficie oscila, en los casos más representativos, entre los 2.500 y los 5.500 km²; sólo la cuenca del Jarama en el Tajo (12.513 km²) y las del Tormes, Es la y Pisuerga en el Duero (7.130, 16.163 y 14.526 km² respectivamente) (SOLÉ SABARÍS, 1954) rebasan esa cifra, siendo los dos últimos colectores citados, a pesar de los focos endorréicos de sus cuencas, los que presentan una mejor jerarquización.

4. *Las pendientes longitudinales y la regularización de las cuencas*

Aunque la pendiente longitudinal media de los tres cursos meseteños posea valores distintos, siendo de 0,21 %, 0,15 % y 0,11 % para el Duero, Tajo y Guadiana respectivamente, los perfiles longitudinales pueden ser comparables en el caso de los dos primeros. En efecto, con independencia de las irregularidades del alto Tajo en la Cordillera Ibérica y Sierra de Altomira, ambos presentan rupturas de pendiente muy marcadas, sobre todo en el Duero, indicativas de la ausencia de regularización de los talwegs y, en consecuencia, de las cuencas. Estas rupturas, que se localizan entre los 265 y 400 kms. de la desembocadura del Duero y entre los 400 y 620 kms. de la del Tajo, traducen un hecho tectónico de primer orden en la gran unidad morfoestructural de la Meseta; se trata de la "zona fallada del borde occidental", del "cabalgamiento de Ferreira" y del "corrimiento de Juromenha (JULIVERT, FONTBOTE, RIVEIRO y CONDE, 1972), y que en síntesis responde a una compleja línea de fracturación que se prolonga desde Oporto hasta el sur de Badajoz delimitando el bloque paleozóico meseteño hacia el oeste. Este escalón tectónico ha constituido un obstáculo fundamental para la regularización de las dos cuencas, puesto que al ser un accidente transversal a la dirección del Duero y Tajo ha bloqueado la erosión regresiva a partir del nivel de base. Sin embargo, en un análisis comparativo de las dos cuencas se constata que la del Tajo, localizada a menor altitud, se caracteriza por una evolución más avanzada, y que la onda erosiva ha alcanzado a una considerable superficie

de la cuenca; hecho relacionado con la menor importancia del obstáculo tectónico, atenuado a su vez por la existencia de una fosa tectónica en el tramo final de la cuenca del Tajo, la de Lisboa, que, transversal al mencionado accidente, favoreció la progresión erosiva del río (SOLÉ SABARÍS, 1952). Esto queda reflejado, a pesar de los perfiles tendentes a convexos aguas arriba del Alagón y entre el Albergue y el Ibor, e independientemente de causas locales, en una excavación más profunda del Terciario de la Alcarria y en el grado de rejuvenecimiento más avanzado de la superficie de erosión en la alta cuenca. Por el contrario, el escalón tectónico occidental ha obligado al Duero a encajarse en los "arribes", pero sin atenuar su desnivel, de manera que entre las desembocaduras del Esla y del Agueda, en que el Duero bordea el macizo de Morais, se descienden 440 m. en 140 km. de distancia, constatándose localmente valores de pendiente de 0,7 % e incluso de 5 % entre los kilómetros 633 y 635.

En la cuenca del Guadiana el perfil longitudinal presenta una mayor regularización; aparte de las que posee en cabecera, la modificación más importante del perfil se localiza en el sector de Calatrava, pero como reflejo de éste, y no del escalón occidental meseteño que en esta cuenca es prácticamente inapreciable a las escalas manejadas, aun cuando se constatan fuertes encajamientos en la superficie de erosión del Alemtejo.

II. LAS CUENCAS EXTRAMESETEÑAS

En oposición a las anteriores, las cuencas del Ebro y del Guadalquivir son externas respecto al bloque de la Meseta, y generadas no en relación con éste sino con las dos grandes cordilleras alpinas peninsulares, Pirineos y Béticas. Ambas cuencas se adaptan a unidades morfotectónicas alpinas de primer orden, presentando una serie de rasgos comunes pero también notables diferencias. Las dos cuencas extrameseteñas tienen su origen en depresiones subalpinas; pero mientras la cuenca del Guadalquivir se identifica con una antifosa típica, perfectamente delimitada por un antepaís constituido por un zócalo antiguo, Sierra Morena, la del Ebro se acopla a una antifosa atípica del Pirineo (JULIVERT y FONTBOTE, 1977), marginada por un antipaís que se incluye entre las cordilleras de tipo mixto, la Cordillera Ibérica, en la que la cobertera mesozóica está muy bien representada. De aquí deriva precisamente uno de los principales rasgos diferenciadores de ambas depresiones. La extensión de los afloramientos para las dos cuencas, en tantos por cien, es la siguiente:

	<i>Ebro</i>	<i>Guadalquivir</i>
Zócalo	9,6 %	32,5 %
Mesozóico	25,6 %	21,7 %
Terciario inferior	31,1 %	6,8 %
Neógeno	24,6 %	18,5 %
Plio-Cuaternario	9,1 %	20,5 %

Estos afloramientos no presenta la distribución que aparecía en las cuencas meseteñas, de manera que no puede hacerse referencia a tres sectores más o menos desarrollados transversalmente al eje de las cuencas, sino que en el caso que nos ocupa destaca: una alta cuenca excavada en el mesozóico de la Cordillera Cantábrica en el Ebro, y en las también series mesozóicas del Subbético en el Guadalquivir; un sector central neógeno que se alarga en el sentido de la depresión; y por último, un sector correspondiente al antepaís de las depresiones, dominio del zócalo en el Guadalquivir y de mayor complejidad morfoestratigráfica en el caso del Ebro. En esta cuenca cabría hacer referencia a un sector oriental correspondiente al dominio de las Cordilleras Costero Catalanas, las cuales han intervenido directamente en el aspecto evolutivo de la cuenca. Al contrario de lo que ocurre en las cuencas meseteñas, en las marginales no se dan secciones excavadas por el río principal en materiales de zócalo; existe una independencia, al menos relativa, de las cuencas extrameseteñas respecto al zócalo, habiendo éste participado más pasivamente en su constitución, bien como núcleo de las estructuras axiales en las cordilleras alpinas, bien formando parte del antepaís total o parcialmente.

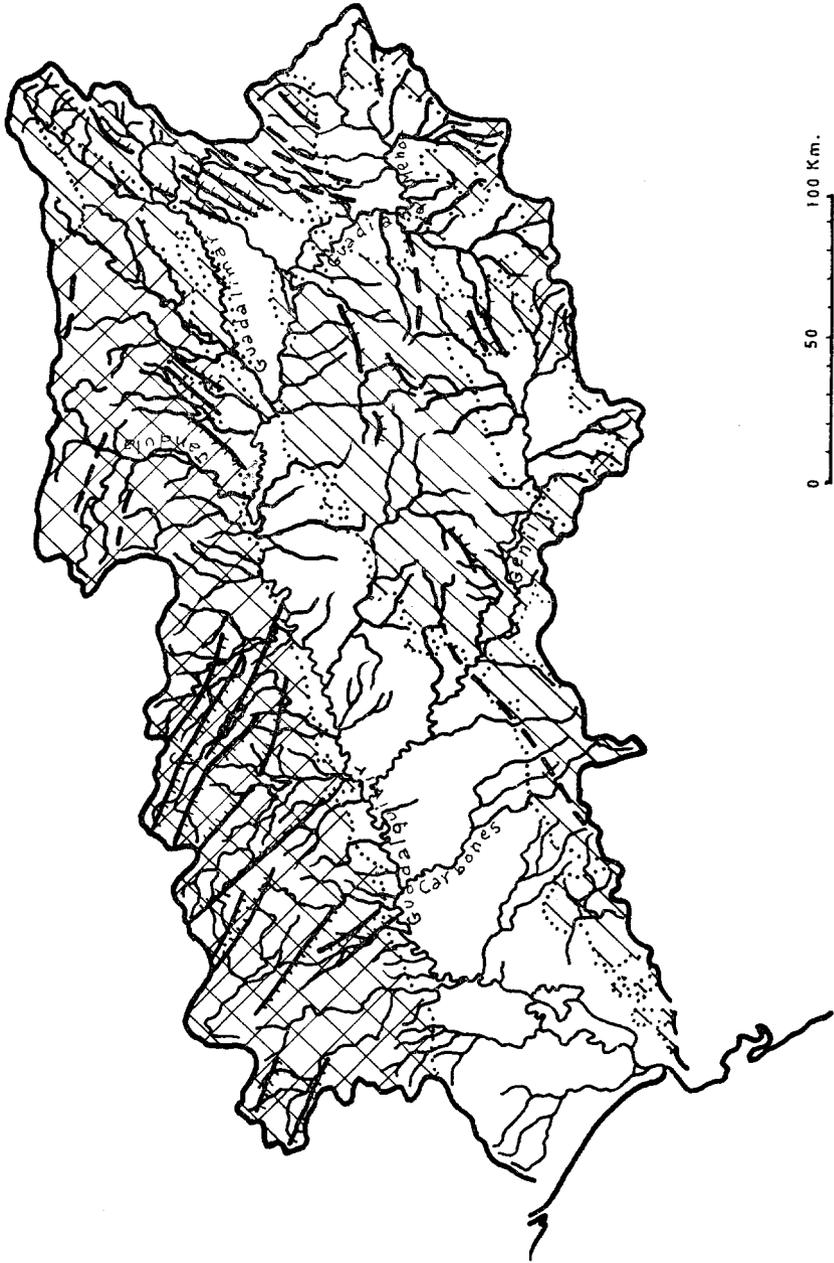
Debido al carácter de antefosas alpinas, las dos cuencas poseen un relleno terciario cuya potencia es máxima al pie de las cordilleras con que genéticamente se relacionan, es decir, hacia el norte en el caso del Ebro y hacia el sur en el del Guadalquivir; estas líneas de máxima potencia marcan la ubicación original del eje de la depresión, el cual ha sufrido una migración a lo largo del neógeno, tal como ocurrió en el Ebro cuyo eje a finales del Mioceno se situó más próximo de la Ibérica.

Frente a este paralelismo genético de las fosas, marginadas en sus bordes por líneas de fractura cabalgantes o normales o por flexiones, ambas cuencas presentan una marcada diferencia que deriva del hecho de que si la colmatación terciaria del Ebro se produjo en régimen continental, en el Guadalquivir se realizó en régimen marino (SOLÉ SABARÍS, 1952) hasta bien avanzado en Terciario superior, sobre todo en el sector occidental de la depresión. Esto, que en el Ebro se tradujo en un endorreísmo terciario que le aproxima a las cuencas meseteñas, influyó indudablemente en la organización del drenaje y la jerarquización de la red.

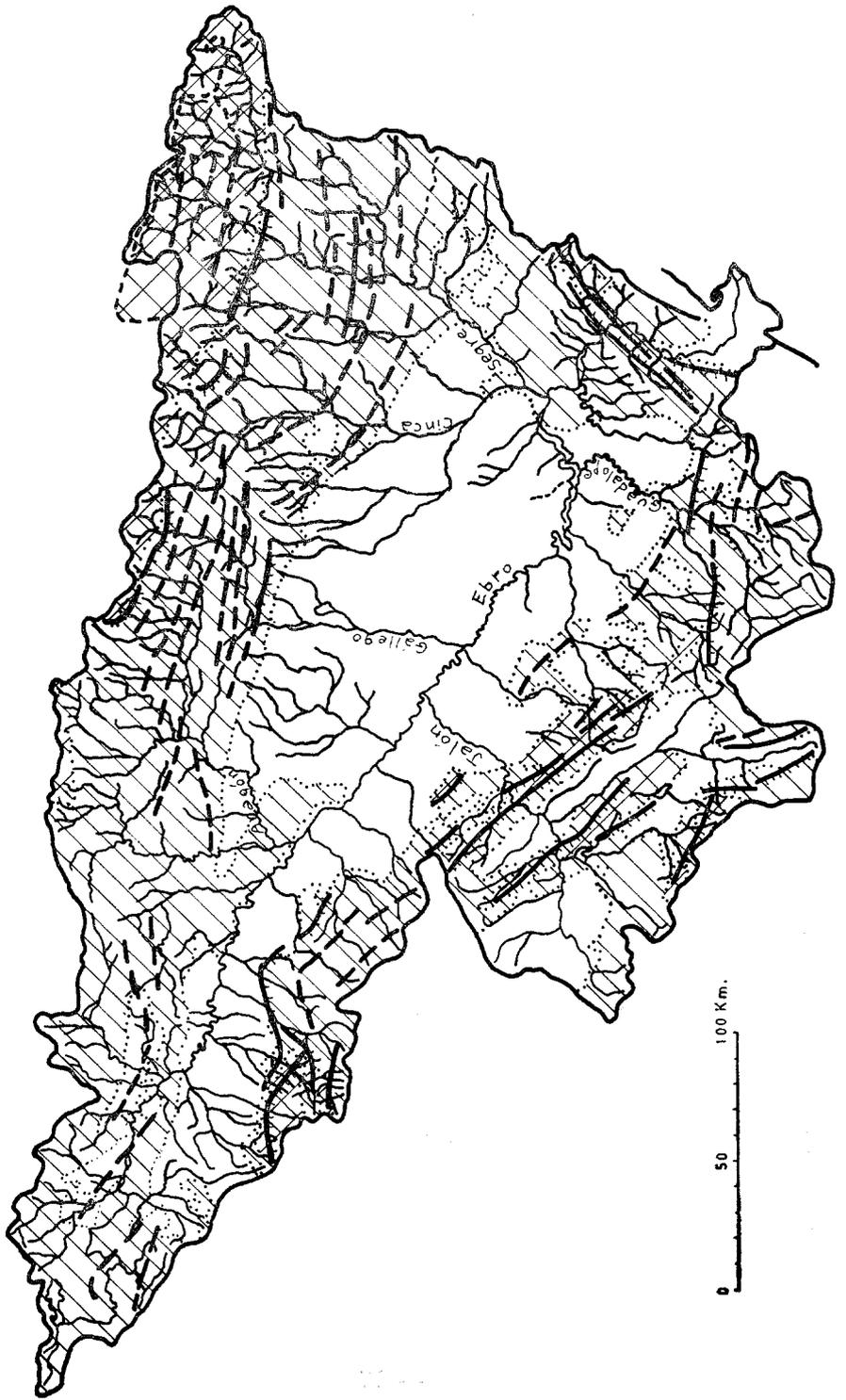
1. *Contraste de planta y simetría de cuencas*

Las plantas de las cuencas extrameseteñas dibujan contornos muy distintos. La del Ebro se caracteriza por una planta marcadamente triangular, reflejo de las líneas estructurales que la enmarcan, con dirección este-oeste en la alineación Pirineos-Cantábrica y sureste-noroeste en la Ibérica, directrices que se aproximan en el extremo occidental de la cuenca a la que cierran en

CUENCA DEL GUADALQUIVIR



CUENCA DEL EBRO



vértice muy neto. Por el contrario, a la cuenca del Guadalquivir, abierta ampliamente al Atlántico, corresponde una planta groseramente rectangular, mucho menos extensa que la anterior, y que como ella traduce el dispositivo estructural de sus bordes; mientras que el meridional se adapta a las directrices béticas, noreste-suroeste, el septentrional se dispone paralelo, no a los rumbos hercinianos, sino a la deformación tectónica meridional de Sierra Morena que en definitiva es la que ha dirigido la evolución de la margen norte de la cuenca; por último, el límite oriental traduce las estructuras que de norte-noreste a sur-suroeste, marcan las sierras de Alcaraz y Cazorla, en las que penetra profundamente la red del Guadalimar y el propio Guadalquivir, así como también la expansión de la alta cuenca del Guadiana Menor en la depresión de Baza.

A partir del eje principal de drenaje de ambas cuencas, la simetría de márgenes que a primera vista parece bastante marcada queda interrumpida en muchos sectores. En la cuenca del Ebro la simetría es notable tanto en el sector occidental como en la cuenca media, con valores del orden de 1/1,1, salvo en la transversal al este de Pamplona en donde la relación en el desarrollo de las vertientes del valle es de 1/2,2; en el tramo oriental la disimetría es también bastante acusada, a favor de una mayor amplitud, como en el caso anterior, de la vertiente pirenaica. En relación con esto, la longitud de los ríos afluentes al Ebro tiende a ser máxima en la margen septentrional de la cuenca, con valores de asimetría del orden 1/2 ó 1/1,5 (Alhama-red del Aragón-Salazar, Huerva-Gállego, Guadaloque-Segre); el Jalón guarda sin embargo valores muy próximos a los de los ríos pirenaicos.

En el Guadalquivir la amplitud de las márgenes de la cuenca a partir del río es muy semejante en su mitad occidental (1/1), exceptuando el tramo al sur de Sevilla; pero al este de Córdoba, hasta aproximadamente la transversal de Jaén, la asimetría es notoria, con valores de 1/2 ó 1/1,6, siendo máxima en el sector del río Arenoso (1/4). Salvo en este caso, la relación de longitud de los afluentes al Guadalquivir por su orillas derecha e izquierda es de 1/1,1 (Viar-Carbones, Bembézar-red Blanco-Genil, Rumblar-Guadalbullón) o 1/1,3 (Rivera de Huelva-Guadaira, Guadalmellato-Almedinilla). Sin embargo, en alguno de estos casos no es comparable la relación de los cursos de agua con el desarrollo de las márgenes de cuenca a partir del Guadalquivir, ya que la margen sur puede aparecer compartimentada, dentro de la misma transversal, en dos subcuencas, como es el caso del Almedinilla y del Guadalbullón, cuyas cabeceras se hallan alejadas de la divisoria principal de la cuenca del Guadalquivir drenada por la red del Genil.

En las cuencas extrameseteñas los dos ejes fundamentales de drenaje, Ebro y Guadalquivir, no se ubican en el eje de simetría del relleno terciario, sino desplazados en dirección opuesta a las cadenas alpinas. El Ebro se instala acoplado, en buena parte de su recorrido, al surco finimioceno, más próximo de la Ibérica que del Pirineo; mientras el Guadalquivir fluye, aguas abajo del embalse de Menjíbar, totalmente alejado del eje de la depresión terciaria adosado al escarpe tectónico de Sierra Morena. En ambos casos esta ubicación es exéntrica, mucho más acusada en el Guadalquivir; esto, así como la mayor

longitud de los ríos pirenaicos y béticos respecto a sus oponentes de la Ibérica y Sierra Morena, es función, por una parte, de la ya mencionada traslación de los ejes depresivos como fenómeno compensatorio a la elevación de las cadenas alpinas; por otra parte, de la mayor altitud absoluta de estas cadenas frente a las constituyentes del antepaís, lo que, reforzado por el factor climático, ha determinado el balance positivo que en cuanto a longitud presentan los cursos pirenaicos y béticos.

2. *El trazado de la red hidrográfica y su organización*

Las cuencas externas a la Meseta poseen un diseño de red en el que quedan reflejados muchos de sus rasgos morfoestructurales. En el Ebro la red responde a un modelo de drenaje dentrítico, bien representado en la cuenca alta y central, y con excepciones más o menos importantes en el resto, en donde efectivamente son frecuentes los trazados rectilíneos, en relación con un control estructural. El ejemplo más notable es el de buena parte de la cuenca del Jalón, varios de cuyos afluentes (Jiloca y otros de menor entidad) se acoplan a las líneas tectónicas de la fosa de Calatayud y otras paralelas; a otra escala, algunos altos cursos pirenaicos, como el Segre, Aragón-Onsella o Ara, traducen también las directrices estructurales de determinados sectores del Pirineo.

En la cuenca del Guadalquivir el modelo de red es menos generalizable que en la del Ebro, y también, en general, se ajusta peor a una tipología. Sin embargo, puede diferenciarse un sector oriental y meridional, caracterizado por un diseño tendente a dentrítico, y en el que, a pesar de ello, son normales los controles estructurales por líneas de plegamiento o fractura, como en el alto Guadalquivir, el Guadahortuna o el Jándula; y un sector noroccidental en el que la red principal de afluentes responde a un diseño controlado, rectilíneo o subparalelo, no siempre ajustable al modelo tipo, y en el que es patente la adaptación de la red (Viar, Bembézar, Guadalmellato) a líneas de fractura de dirección noroeste-sureste, las cuales imponen a la mayor parte de la red una orientación anómala, noroeste-sureste, respecto a la dirección de fluencia del Guadalquivir, en el que desembocan tras dibujar una flexión en su trazado.

La densidad de drenaje en las dos cuencas extrameseteñas, referida a la escala ya citada para las cuencas interiores, posee valores medios muy semejantes; 0,13 y 0,12 para el Ebro y Guadalquivir respectivamente. No obstante, mientras que en la primera de las cuencas los valores oscilan poco, con la excepción de las áreas endorréicas en las que el coeficiente es del orden de 0,05, en la del Guadalquivir se constatan valores que oscilan entre 0,10 y 0,15 a favor de los sectores paleozóicos.

La jerarquización de la red es más acusada en la cuenca del Ebro, con valores medios de bifurcación de 3,4 y en donde los cursos fluviales se agrupan en grandes troncos, especialmente en el sector central, destacando el Jalón y el Guadalupe en la margen derecha, y el Aragón, el Gállego y el Segre

en la izquierda; este último forma una extensa cuenca (22.467 km.²) con el Cinca y los dos Nogueras que, en conjunto, drenan más de la cuarta parte de la totalidad de la del Ebro. En la cuenca del Guadalquivir, en donde el coeficiente de bifurcación medio asciende a 3,9, sólo destacan los troncos del Genil, Guadiana Menor y Guadalimar, el primero de los cuales, con la cuenca más amplia (8.786 km.²), no alcanza la entidad de los troncos del Ebro si se exceptúa el Guadalope.

3. *Una mayor regularización del perfil longitudinal*

Los ríos extrameseteños, con valores de 0,21 % y 0,26 % para el Ebro y Guadalquivir respectivamente, poseen una pendiente media longitudinal más elevada que la de los ríos de la Meseta con la excepción del Duero. Pero no es este valor global el más significativo, sino el hecho de que los perfiles longitudinales destaquen por su mayor regularidad, constatándose en ellos sólo una ruptura importante en la alta cuenca del Guadalquivir, traducción de las estructuras de la Sierra de Cazorla que el río salva discordante antes de penetrar en la depresión terciaria. Por el contrario, en el Ebro no se aprecian rupturas notables, incluso al atravesar éste la Cordillera Costero Catalana. En este sentido puede afirmarse que, a nivel de grandes colectores, Ebro y Guadalquivir poseen perfiles longitudinales tendentes a un perfil fluvial de equilibrio, aun partiendo del hecho real de que éste puede quedar interrumpido por modificaciones locales pero sin reflejo a la escala utilizada. El tipo de perfil longitudinal marca pues una diferencia entre las cuencas meseteñas y las extrameseteñas.

En el Guadalquivir la regularidad del perfil longitudinal denuncia una estructura abierta al nivel de base marino. El caso del Ebro es particular, puesto que la depresión quedó cerrada al mar por el estrecho pedúnculo de las Cordilleras Costero Catalanas, y funcionó como cuenca endorréica, similar a las meseteñas, hasta el Mioceno final; sin embargo, el obstáculo montañoso no ha supuesto rupturas importantes en el perfil, y fue atravesado epigénicamente por el Ebro exorréico, que aprovechó también la existencia de las fosas terciarias de Mora y Tortosa. A la regularidad de los perfiles ha contribuido decisivamente el que las depresiones del Ebro y del Guadalquivir funcionasen como cuencas unitarias de avenamiento, acopladas a una megaestructura de evolución conjunta y sincrónica, frente a la mayor compartimentación sectorial que la movilidad del zócalo impuso a las depresiones meseteñas, sobre todo en el Tajo y el Guadiana.

III. CONCLUSIONES

Del análisis de cada una de las cuencas hidrográficas y de las conclusiones parciales realizadas pueden deducirse, considerando la Península en su conjunto, una serie de hechos fundamentales de orden hidrográfico-estructural,

entre los que interesa destacar dos: el importante papel jugado por el borde oriental meseteño como divisoria hidrográfica peninsular, y la evolución diferencial de las grandes cuencas peninsulares.

El borde oriental del zócalo de la Meseta, y en consecuencia la Cordillera Ibérica, ha intervenido decisivamente en la organización del drenaje de la Península, condicionando la fuerte disimetría hidrográfica entre las vertientes atlántica y mediterránea; disimetría que, haciendo sólo referencia a las grandes cuencas, está en relación 1/3,5 a favor de la vertiente atlántica, a pesar de que la cuenca del Ebro representa un 22,03 % de la superficie total de las cinco cuencas. Esta disimetría está provocada por una parte por la proximidad del borde oriental de la Meseta a la costa mediterránea, y por otra por la penetración original hacia el este, en función de su propia estructura, de las cuencas meseteñas, de manera que la del Duero penetra hasta unos 235 kms. del Mediterráneo; la del Tajo hasta 140 kms.; la del Guadiana, a través de su afluente el Rus, lo hace hasta 160 kms.; y la del Guadalquivir hasta sólo 60 kms. a través del Galera.

El dispositivo de la divisoria ibérica es claramente meridiano, y rebasa ampliamente el área geográfica de la Cordillera Ibérica. A partir de las Sierras de Albarracín y Cerro de San Felipe se prolonga, con una marcada inflexión hacia el noroeste, por el Sistema Ibérico zaragozano y el Macizo de la Demanda, enlazando, a través de la Bureba, con los Montes Vascos, divisoria cantábrico-mediterránea. Hacia el sur se continúa por la Serranía de Cuenca y Altos de las Cabrejas, realizándose la conjunción Ibérica-Prebético a través de las pequeñas sierras de El Provencio y El Bonillo, hasta conectar con las sierras de Alcaraz y de Segura.

El papel fundamental de esta alineación ibérica, como primera divisoria hidrográfica peninsular, no radica en su pluviometría, ya que en su sector principal el total anual de precipitación es inferior a los 1.500 mm., e incluso oscila alrededor de los 1.000 mm., lo que le impone el carácter de montaña relativamente seca en relación a otras peninsulares. Tampoco la disimetría pluviométrica le imprime su carácter de montaña divisoria. No existe pues correspondencia entre el aspecto climático y el hecho de ser nudo de dispersión de aguas. La importancia de la alineación ibérica radica básicamente en sus rasgos estructurales, puesto que la Cordillera Ibérica se identifica con el borde oriental de la Meseta elevado durante la orogenia alpina que afectó conjuntamente al zócalo y a la cobertera, confiriendo a la Ibérica el carácter de cordillera mixta, diferenciadora del mundo herciniano y alpino, cuyos rasgos sin embargo conjuga. Es precisamente en este carácter, así como en su localización, en lo que estriba el relevante interés de la Ibérica como divisoria estructural e hidrográfica. De manera que en la génesis de la disimetría hidrográfica peninsular, y por lo tanto en el exorreísmo hacia el Atlántico de la mayor parte de las grandes cuencas, ha intervenido decisivamente el levantamiento de las estructuras ibéricas; hecho conectado con el basculamiento hacia el oeste, más concretamente oeste-suroeste, del bloque de la Meseta, dirección a la que responden las marcadas inflexiones de los cursos fluviales del Tajo y fundamentalmente del Guadiana.

En las cuencas hidrográficas peninsulares existe una tendencia evolutiva diferente, mostrándose la más agresiva la del Ebro, mientras que la evolución más lenta corresponde a las cuencas del Duero y del Guadiana; una erosión retardada en el Duero, y un bajo potencial erosivo en el alto y medio Guadiana es la causa de ello, y la disminución de superficie de cuenca su efecto.

De las cuencas meseteñas es la del Tajo la más activa, en detrimento de las del Duero y Guadiana; los ríos Zézere y Alagón penetran profundamente en las cuencas del Coa-Huebra y Tormes, y las cuencas de los ríos Almonte, Ayuela y Sorraía han invadido la cuenca del Guadiana, llegando hasta 18 kms. de éste. La expansión del Tajo a expensas de sus vecinos revela una fosa de dovela más hundida que la del Duero, provocando un desnivel entre ambas de más de 200 m., lo que ha proporcionado una actividad erosiva más intensa a la red del Tajo. En relación con el Guadiana, el Tajo fluye también a menor altitud, pero aquí la lucha se inclina a favor del Tajo por la pasividad erosiva del Guadiana, debido a las características de la red en el sector oriental.

Pero en el avance o retroceso de la divisoria de cuencas intervienen también otros aspectos estructurales. Así, la orientación noreste-suroeste de las principales líneas de fractura es un elemento que indudablemente ha favorecido la expansión del Tajo en su borde septentrional, al coincidir direcciones tectónicas con direcciones de fluencia de sus principales afluentes, como es el caso de los ya mencionados Zézere y Alagón que han podido acelerar su penetración al norte, frente a sus oponentes del Duero instalados en dirección transversal a las fracturas. En el mismo sentido, la disimetría tectónica de los Montes de Toledo, a favor del accidente septentrional, así como las directrices apalachenses dominantes en ellos, han impulsado la actividad de los afluentes sureños del Tajo frente a la red del Guadiana.

La expansión de las cuencas extrameseteñas es positiva respecto a las cuencas internas. En la del Guadalquivir la eficacia erosiva de los afluentes de la margen derecha ha provocado el retroceso de sus cabeceras hasta penetrar profundamente en el zócalo de Sierra Morena. Dos hechos morfoestructurales pueden relacionarse con ello; por una parte el fuerte escarpe tectónico de Sierra Morena, responsable de la mayor pendiente longitudinal de los afluentes al Guadalquivir; y por otra, la existencia de accidentes tectónicos menores que, transversales al principal de Sierra Morena, han facilitado el proceso de erosión regresiva de estos ríos. Todo esto ha condicionado el que la cuenca del Guadalquivir haya progresado hacia el norte, rebasando los límites de la cuenca terciaria, a expensas de la cuenca del Guadiana; a esto responde la penetración de las cabeceras del Jándula, del Bembézar o del Viar que, paralelos a las directrices estructurales y con pendientes longitudinales superiores al 0,8 %, amenazan las cuencas del Tirteafuera, del Matachel y del Ardilla con pendientes inferiores al 0,5 %. En la cuenca del Ebro, cuyos límites desbordan también ampliamente la depresión terciaria, la red del Jalón se ha expandido hacia el sur, a través de la superficie de erosión de la Ibérica, con tendencia a progresar en el alto Duero y en la cuenca del Tajo, próxima a la cual la red Piedra-Mesa se opone al río Gallo.

En un intento de balance entre las diferentes cuencas puede afirmarse que la cuenca del Duero retrocede a partir de las cuencas del Tajo y Ebro así como de la vertiente cantábrica, y la cuenca del Guadiana lo hace por el ataque erosivo del Tajo, Guadalquivir y Júcar; por lo que ambas cuencas, Duero y Guadiana, pueden ser consideradas como cuencas regresivas, con frentes de retroceso parciales en sus distintas márgenes. Las cuencas del Tajo y del Guadalquivir, efectivas frente a las anteriores, se hallan también amenazadas, la primera por la red Júcar-Cabriel así como por los afluentes del Jalón, y la segunda por los cursos del Mediterráneo meridional, alto Guadalhorce y Guadalfeo; no obstante, las cuencas del Tajo y del Guadalquivir pueden incluirse entre las cuencas en equilibrio, ya que su retroceso queda compensado por la progresión a expensas de las restantes cuencas meseteñas. Finalmente, la cuenca del Ebro, sólo abiertamente atacable por los ríos cantábricos en su sector noroccidental, cabe clasificarla entre las cuencas en ligera expansión.

En resumen, puede concluirse que la gran divisoria hidrográfica ibérica, localizada mucho más próxima de la costa mediterránea que de la atlántica, tiende a progresar de este a oeste, a expensas de las grandes cuencas atlánticas y en beneficio de las cuencas mediterráneas y cantábricas de mayor potencia erosiva. Esta progresión refleja en buena parte la estructura peninsular, articulada en dos grandes unidades, la meseteña del viejo zócalo y la de las cadenas alpinas del este de la Península, adosadas éstas en un proceso de agradación tectónica al núcleo meseteño.

BIBLIOGRAFIA

- ALÍA, M. (1960): "Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo". Notas y Comunicaciones I.M.E. Madrid, núm. 58, pp. 125-162.
- CAPOTE, R. y FERNÁNDEZ-CASALS, M. J. (1978): "La tectónica postmiocena del sector central de la depresión del Tajo". Boletín Geológico y Minero. Madrid, tomo 89, II, pp. 6-14.
- GREGORY, K. J. y WALLING, D. E. (1973): "Drainage Basin. Form and Process". Ed. Arnold. London.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1932): "La región volcánica de Ciudad Real". Boletín Real Sociedad Geográfica Nacional. Madrid, tomo LXXII, pp. 131-148.
- HORTON, R. E. (1970): "Erosional Development of Streams: Quantitative Physiographic Factors". Ed. G. H. Dury. Macmillan Edinburgh.
- IGME (1977): "Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares". Madrid.
- MABESOONE, J. M. (1961): "La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (prov. Palencia)". Estudios Geológicos. Madrid, volumen XVII, pp. 101-130.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1952 y 1954): "Geografía de España y Portugal". Tomos I y II (Geografía Física). Ed. Montaner y Simón. Barcelona.
- TRICART, J. (1965): "Principes et Méthodes de la Géomorphologie". Ed. Masson. Paris.