

551.24 STA/HG

31 602/16

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS, BELLAS LETRAS Y NOBLES ARTES
DE CORDOBA



IDEAS

DONACIÓN
Prof. Dr. Infante Miranda
AÑO 2000

SOBRE LA TECTÓNICA DE ESPAÑA

POR

RODOLFO STAUB

VERSIÓN ESPAÑOLA Y PRÓLOGO

DE

A. CARBONELL T-F.



UNIVERSIDAD DE CORDOBA
LOS RABANALES - BIBLIOTECA

R 6078

K 309.388

D 247.581

CORDOBA-1927

Imp. "El Defensor., Ambrosio de Morales 6

PRÓLOGO

El Dr. Rodolfo Staub, después de su viaje por España, con motivo del Congreso Internacional Geológico de Madrid, ha publicado su «Gedanken zur Tektonik Spaniens» en la «Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich», en Septiembre de 1926. La amistad personal que en la citada reunión científica hice con el ilustre autor de las «Ideas sobre la tectónica de España» me llevó a ver con cariño este trabajo, que se refería a un problema tan interesante para nuestro país; interés que se acrecentó al examinar las ideas que sobre la cuestión vierte en el mismo el profesor suizo.

Desde luego puede afirmarse que el trabajo del Dr. Staub es obra que será combatida; las ideas y teorías distintas sobre orogénesis, las luchas en pró y en contra de la moderna escuela de tectónica, que en cada accidente ve fenómenos de formidables cobijaduras y colosales cabalgamientos, frente a las opiniones que pudiéramos llamar conservadoras en el amplio horizonte científico geológico, más parcas en ver desplazamientos sin que hechos palpables, indiscutibles, lo confirmen, es indudable que se remueven con la lectura del trabajo que nos ocupa.

Staub es un partidario de la moderna escuela y uno de sus paladines indiscutibles: particularmente en cuestiones de tectónica alpina puede decirse que hoy es una figura preeminente. Su colosal «Der Bau der Alpen», basta para consagrarlo en ese lugar; el minucioso y detallado análisis de la orogénesis del sistema montañoso fundamental del Mediterráneo es la obra maestra del hombre.

En la idea de aportar al acervo científico español materiales para el estudio, antecedentes del juicio, que nos permitan conocer las opiniones autorizadas que en el extranjero y en los centros más eminentes bullen sobre la tectónica ibérica, acometimos la tarea de realizar la versión española de la obra del Doctor Staub. Hemos comenzado por contar con el autor y de acuerdo con el mismo se ha llevado a cabo el trabajo. Nuestro agradecimiento por ello parece innecesario consignarlo, por ser afecto natural, lógica consecuencia de la colaboración lealmente sentida.

Pero si la obra del Doctor Staub ha de ser combatida, todos los que laboramos en esta clase de disciplinas científicas hemos de reconocer la originalidad de las opiniones del ilustre geólogo suizo, el amplio campo que aquellas abren al análisis para el futuro; y al mismo tiempo hemos de agradecer el que al fin con ello se expongan por primera vez, de una manera categórica, los fundamentos de las opiniones emitidas por la escuela en cuestión sobre la hipótesis de las cobijaduras y los cabalgamientos en el sistema alpino, aplicados al caso de nuestra patria; a terreno donde por lo tanto el análisis nos puede permitir fácilmente llevar la discusión científica ante el teatro donde yacen indelebles los rasgos de las estructuras de cordilleras que permiten la confrontación o la rectificación de ideas y de opiniones.

Esto ha sido realmente por último, lo que me decidió a pedir permiso al Doctor Staub para llevar al español su trabajo; la facilidad que de esta manera se nos ofrecía para abordar el interesante problema planteado ante el exámen geológico de la Cordillera Penibética, sobre su tectónica, sobre la gran arruga que en la edad terciaria puede decirse que dejó esquematizado el mundo tal y como en la actualidad la Humanidad lo habita. A su vez, relacionado el problema de nuestra sierra meridional con el plegamiento alpino, en donde los estudios sobre ese magno «acontecimiento geológico» son ya clásicos, es indudable que todos los trabajos llevados a efecto por los geólogos españoles y por otros en el Sur de España, tienen a su vez una repercusión en el análisis de los Alpes en general y sobre sus prolongaciones geológicas a Asia.

Tan solo por ese hecho de sintetizarnos los datos de esa gran cicatriz que parece que tiende a rodear el mundo, y de localizar el caso de nuestro país dentro de aquella, comparándolo con los que se nos ofrecen en otros lugares, particularmente en la Europa Central, ya bien conocidos de antemano, valdría la pena de leer la obra del Doctor Staub y seguir con intereses sus opiniones; a las que se podrá discutir, pero a las que no se puede negar una novedad palpitante y continua en las páginas sucesivas.

Una de las cuestiones geológicas donde más claramente se han puesto de manifiesto las opiniones encontradas en tectónica, es ese plegamiento alpino reflejado en la Cordillera Penibética. Las cobijaduras que allá han visto entre otro Bertrand, Nicklés, y Douvillé, se

niegan, al menos en parte, por la escuela clásica española. El Doctor Staub ha trazado un corte geológico para la traducción española que resume sus ideas acerca de la tectónica de esa porción del suelo hispánico, en el que la potente intensidad de los fenómenos de aquel tipo queda concretada en forma análoga a la que en sus cortes esquemáticos de los Alpes dicho autor puso de manifiesto de manera verdaderamente magistral.

Así sucede que este corte geológico, que aparece por primera vez en la versión española, sienta un precioso hito, una interpretación terminante y concreta, en la que las cobijaduras en grande, que afectan a las campiñas y sierras béticas, quedan reflejadas de forma ciertamente llamativa. Es un excelente complemento del plano de la estructura de la Península, que ya acompañaba a la versión alemana de la obra del geólogo suizo.

El principio fundamental orogénico, en relación con el movimiento alpino, que sintetiza las ideas del Doctor Staub sobre esta cuestión, se halla expuesto en el último párrafo de «Una sintesi delle Alpi», de aquel autor—Estratto dal Bolletino della Società Geológica Italiana. Vol. XLIV.-1925.-Fasc. 2.-Roma—, donde se expresa en esta forma, acorde con las ideas básicas de Suess:

«Habiéndose también definido el movimiento principal de *los Dinarides* hacia el Norte, resulta que *todo el sistema alpino muestra el vestigio de un arrollador e insuperable esfuerzo hacia el Norte*, hacia la vieja Europa. Hecho que solo se comprende por un gigantesco esfuerzo proveniente del Sur, de la Gondvania. Ha sido la marcha grandiosa de aquel continente, todo entero, la que ha provocado la formación de nuestros Alpes. En el «Bau der Alpen» esta ley de la orogénesis alpina se discute además para todos los otros *Alpides* nacidos de la Tethys, y *toda esta magistral orogénesis aparece hoy como un mero detalle, como una sola de las consecuencias de aquel fenómeno gigantesco que representa la gran ruta de la tierra firme de nuestros continentes*. En este sentido la teoría fundamental de Wegener parece de aquí en adelante asegurada, *los continentes se mudan de lugar y todo se muere en este mundo*».

Es lástima que el Dr. Staud, encerrado entre sus altas montañas helvéticas, aislado ante la contemplación de la magna obra de la naturaleza, no conozca más al detalle la labor geológica española, de los Casiano del Prado, Macpherson, Mallada, Adaro, Gortazar, Adán de Yarza, y muchos más; ya que en su obra aparecen una serie de manifestaciones que relacionadas con las deducciones de estos sabios españoles, recogidas en su tiempo por Suess, nos permitirían adelantar aun más en el terreno de la investigación de nuestro país. Hay ideas en esta síntesis del autor y en la escuela geológica española que en todo coinciden; tal ocurre con la visión sobre la falla del Guadalquivir, y con los póstumos movimientos que afectan a la cadena litoral cantábrica.

Pero además de aquellas hipótesis y observaciones, que no sorprenden al geólogo español, educado en dicha escuela ya clásica, en las «Ideas sobre la Tectónica de España» se nos ofrecen nuevas interpretaciones y puntos de vista verdaderamente singularísimos del sabio suizo; y entre ellos ocupa lugar preferente la interpretación que dá de los plegamientos hercinianos en España.

Geológicamente para Staub, se deduce que Iberia es un país esencialmente europeo, radicalmente diferenciado del Norte Africano, con el que no conserva más relación que la debida al choque constante, al aproximarse los labios de la gran herida mediterránea.

Esa interpretación de la Tethys, que en la edad del hombre ha de ser el *mare nostrum*, nos lleva de una manera irresistible a recordar y a seguir de cerca las ideas expuestas en «La Faz de la Tierra» de Suess; a pensar en las analogías mediterráneas con los mares antillanos.

Con arreglo a los estudios e ideas de Staub, entre Europa y Africa, a Norte y Sur del Estrecho de Gibraltar, se ve que las cadenas alpinas no vienen a enlazar según un arco, sino que se dirigen hacia el Océano; la diferenciación que aparece patente al comparar los pliegues hercinianos españoles con los marroquíes, está clara también en el acontecimiento alpino; viéndose que este grandioso suceso tectónico no solamente afecta a Eurasia y Africa, sino que los ejes de las series de montañas que hoy vemos, parecen querer indicarnos que se trata de algo aun más trascendental en la historia de nuestro planeta.

Si nuestra extensión en los conceptos puede admitirse, es indudable que el plegamiento herciniano manifiesto en España, tal como lo ve el Dr. Staub, que por un lado se relaciona con la plegadura de esa fecha observada en Bretaña, y por su continuación occidental desaparece en el Océano, en este caso decimos, se puede intentar relacionarlo como manifestación terminal de las plegaduras paleozoicas europeas con las que quedan patentes en América del Norte, en confirmación de la existencia de líneas débiles universales persistentes a través de los tiempos.

Lo que aparece fuera de duda después de leer el trabajo del Dr. Staub, es el gran valor que en su más amplio sentido, por lo que en sí representan en su aportación y por el carácter de difusión que sus consecuencias pueden tener, cada vez más y más han de despertar los estudios geológicos españoles; lo que sí ciertamente es un aliciente para mis colegas es anuncio de la responsabilidad que con sus observaciones pueden contraer dentro del conjunto científico mundial.

Por lo pronto resulta clara y terminante la relación que tales trabajos ofrecen para sus análogos en Europa, Asia y Africa, por lo que al movimiento alpino principalmente afecta y aun por lo que hace al precedente herciniano. La extensión que por lo tanto cabe dar a las investigaciones realmente aun aparece más amplia de lo que hasta el presente se suponía.

A la vez, las consideraciones que anotamos, nuestras, pero basadas en los hechos que llaman la atención a los ilustres investigadores citados: sobre el mar antillano, el Golfo de Méjico, el Mediterráneo; la sumersión de las plegaduras europeas de España y Portugal en el Océano, con rumbo hacia el Occidente, nos pone en antecedentes para analizar nuevos sucesos, hijos de la observación, de los cuales hay que esperar que flores del numen de los príncipes de la Ciencia fructifiquen en consecuencias útiles, positivas, para la Humanidad futura.

Ideas sobre la tectónica de España

Ningún país de Europa como la Península Ibérica revela al geólogo tanta riqueza en la construcción, tantas variedades en la estructura. Como si el sistema montañoso del Mediterráneo antes de hundirse en el Océano quisiera erigirse otra vez en toda su magnitud fundamental, así en el meridiano de España y de Marruecos se estrechan nuevamente los elementos alpinos de Eurasia para alcanzar el mar en cordilleras elevadas. El límite de esa imponente construcción tectónica hacia la interminable meseta africana queda definido en Marruecos por la cordillera del Gran Atlas. Los confines hacia los países europeos los determinan los Pirineos.

El espacio de esta manera limitado entre el *Gran Atlas* y *Los Pirineos*, con su tectónica joven, *alpina*, forma un elemento geológico de primera categoría frente a las zonas fronteras, bloques, o macizos continentales de ambos lados, los cuales desde el carbonífero apenas estuvieron sujetos a plegaduras. Ese conjunto intermedio es la zona donde aparece *amplificada la orogénesis alpina*, que en un sentido lato se extiende también a las *tierras adyacentes* de ambos lados; zona que con una anchura de 1.500 kilómetros aproximadamente corre hacia el Océano.

Es ese el magnífico final de las grandes cordilleras eurasiáticas, dentro de cuyo conjunto la tectónica particular de cada cadena de montañas de las series integrantes aparece como detalle y ornamento insignificante. El famoso «Arco» de las cuerdas montañosas de Gibraltar ¿que significa frente a ese imponente conjunto orogénico que corre entre el Pirineo y el Gran Atlas? Las grandes líneas de tal agrupación no se pueden medir por aquel rasgo, que apenas se nota dentro de ese formidable sistema montañoso hispano-marroquí. Y en cuanto a los Pirineos, ¿qué importa que sean o no unas cordilleras

diques, reacciones o contrafuertes alpinos, y que la aglomeración principal de los estratos se haya efectuado por los procedentes del Sur o del Norte? Todos estos problemas de gran importancia en sí, son detalles que ante el lenguaje gigantesco de la orogénesis del conjunto desaparecen como un juego de niños.

Por esto el cuadro de la estructura geológica de *España* solo se puede comprender teniendo siempre presentes los grandes rasgos fundamentales de la orogénesis *total*. Y esta orogénesis es de una amplitud tan monumental, que podemos compararla con las formas principales que aparecen patentes en la construcción fundamental de *Asia*. Y así se vé, al contemplar la *anchura* de la orogénesis asiática, que el espacio que existe entre el Gran Atlas y Los Pirineos apenas si es menor que el que aparece en el corte transversal de las cordilleras alpinas entre Arabia y el Turkestán; apenas si queda detrás de la sección que las cordilleras asiáticas muestran entre Bramaputra y Nanschan. Y si contemplamos de cerca la formidable subdivisión de aquellos segmentos asiáticos en cordilleras limitadas y concretas y tierras altas, en macizos de montañas que se extienden hacia el Norte y hacia el Sur, entonces, enseguida resaltan analogías más profundas entre la construcción hispano-marroquí y la asiática. Las cordilleras del *Atlas*, aun cuando su dirección es pronunciada hacia el Norte, corresponden en posición y estructura al macizo del *Himalaya*, los *Pirineos* ocupan el lugar del *Nanschan*, del *Tianschan* y del *Caucaso*, y el sin número de las cordilleras jóvenes y de las tierras altas de España y de Marruecos, ha de compararse con el amplio centro de las cordilleras o cadenas asiáticas, principalmente en Asia Menor, en Persia y en Tibet, con la cuenca de Tarín y de Tsaidam.

En Asia se intercalan entre las cadenas del Sur y del Norte de la orogénesis *geosinclinal* propiamente dicha, las amplias tierras altas de *Asia Menor*, *Persia* y *Tibet*. En el sector hispano-marroquí desempeña igual papel la amplia meseta marroquí situada entre el Rif y el Atlas. La cuenca de Tarim y el desierto de sal de *Tsaidam* definen en Asia el límite de los Alpides propiamente dichos hacia las plegadas situadas en la porción vecina del Nanschan y del Tianschan. En España aparece en una posición completamente análoga la gran *Meseta Ibérica*, que se puede decir en líneas generales que está situada entre la Cordillera Bética y los Pirineos. Y así como en Asia las tierras altas, intercaladas entre las cordilleras, terminan en forma de cuñas estrechas entre estas montañas, así vemos desaparecer en Marruecos la meseta marroquí entre el Rif y el Atlas en el Collado de Taza, o en el Mediterráneo occidental la Meseta Ibérica entre los

Pirineos y los Alpes (1). Así, ya a priori, sin entrar en más detalles, vemos que hay un gran número de analogías de enlace entre la construcción geológico-tectónica hispano-marroquí y la asiática.

De esta manera hoy solo podemos comprender la tectónica de la Península Ibérica considerándola como una parte de la gran orogénia eurasiática.

Ningún país de Europa muestra esa maravillosa subdivisión de su estructura como la Península Ibérica. Ningún país de Europa se presta por lo tanto en tan alto grado al reconocimiento de la *construcción estructural tectónica asiática*, y ningún otro país de Europa como este, en unión con su polo contrario, Marruecos, invita tan directamente a comparaciones con la arquitectura del coloso asiático. Ningún otro país de Europa alcanza por lo tanto, ni siquiera aproximadamente, la importancia de España en el camino del verdadero reconocimiento de la estructura geológica de nuestro continente eurasiático.

Pero hablando también en un sentido geológico netamente europeo, España, como el final occidental de Eurasia, se nos ofrece en primer término al estudiar las grandes cuestiones europeas. Es su terreno se decide el problema del *recorrido de las líneas fundamentales alpinas*, tan importante para el reconocimiento y estudio de la génesis europea, alrededor del cual sigue girando todavía en la actualidad la lucha de las opiniones. Cuan distinto se nos presenta el concepto de la génesis de los Alpes y el de la historia de Europa, si dejamos seguir a los Alpes directamente a las Baleares y a la Cordillera Bética, o si intercalamos además los Pirineos y los Hespérides. Por otro lado, cuan distinto aspecto tenemos estableciendo una relación directa entre las Baleares y los Alpes Occidentales, o dejando a las directrices orogénicas de aquellas líneas alpinas tomar el camino de Mar Tirrénico. Cuan distinto por fin es el aspecto si vemos hundirse los Alpes en el Océano, en el Estrecho de Gibraltar, con declinación moderada de sus ejes, pero continuando hacia el Oeste, o si creemos que vuelven por el estrecho hacia el Rif marroquí. ¡Qué cantidad de cuestiones y de problemas cuya solución está en el suelo ibérico!

Si se tiene en cuenta además que atraviesa la península, casi sin soluciones de continuidad, un importante conjunto de montañas *hercinianas*, tenemos en esto un estímulo más para los estudios comparativos. Ningún otro país de Europa demuestra todavía en la actualidad una construcción herciniana tan cerrada como la Península Ibérica.

(1) Los Alpes en este amplio concepto se extienden por las Baleares a la Cordillera Penibética.—(N del T.)

Así pues, un estudio general de los elementos de la estructura de España es sumamente apropiado para atraer el interés; más aún cuando hoy día ya tenemos a nuestra disposición un amplio material de informaciones con respecto a la estructura geológica española. Que se consideren las siguientes páginas como un ensayo en este sentido. Su finalidad primordial es la subdivisión, el deslinde de los elementos fundamentales integrantes de España en el orden geológico tectónico.

Como punto de partida para nuestros estudios hemos tomado el excelente mapa de la Península Ibérica, el «Mapa geológico de España» editado por el Instituto Geológico de Madrid 1919. De una manera que hasta la fecha no tiene rival, se halla allí reproducido el suelo ibérico en síntesis clara, reuniendo un inmenso trabajo de investigación, por el cual nosotros los geólogos de Europa Central solo podemos estar agradecidos. Este mapa, que a continuación nos servirá de guía, proporciona una visión admirable de la estructura de España. Vemos en el primeramente

La división en grandes conjuntos de la estructura geológica de España

Casi perturba la abundancia de las formas tectónicas que se presentan en la Península Ibérica; variadas como mosaico (1) árabe, se compone su estructura de los elementos más heterogéneos. A la cadena de los *Pirineos* siguen al Oeste las *montañas cántabro-asturianas*, ambas limitadas al Sur por las extensas *cuenclas terciarias del Ebro* y de *Castilla la Vieja*. Por el Oeste continúa la célebre *rodilla asturiana* y las zonas del neis y granito de *Galicia y del Norte de Portugal*. Por la *Sierra de Guadarrama* avanzan estas viejas cordilleras hacia el Este, entre *Castilla la Vieja y Castilla la Nueva*; y entre la cuenca del Ebro y la tierra alta de Castilla la Vieja se intercalan, procedentes del Este, las cadenas montañosas de los *Hespérides*. El borde Sureste de la cuenca del Ebro lo forman las *montañas de Cataluña*, desde Gerona hasta más allá de Tarragona. Por el Oeste de la cuenca de Castilla la Nueva, alcanzan el antiguo macizo o bloque de Iberia las llanuras de la desembocadura del Tajo en Portugal, por cuyas cercanías meridionales llega aquel hasta el Océano. Al Sur, por fin, este macizo o bloque baja con magestuoso desenvolvimiento hasta el

(1) Taracea. (N. del T.)

Guadalquivir. Allá, sobre la gran *bahía o seno del terciario* andaluz, se elevan las *cordilleras Béticas*, desde las Baleares hasta Jerez y Cádiz; y finalmente van adosadas a las montañas antiguas de Portugal las jóvenes plegaduras del *Algarve* y de la *Sierra de Arrábida*, y más al Norte un gran *foso de hundimiento mesozoico*, abundante en volcanes, *queda entre Lisboa y Oporto*. Cuencas terciarias de menor extensión hay encima de las viejas sierras en las orillas del Guadiana, cerca de Badajoz, en las modernas cadenas montañosas, cerca de Granada, de Murcia, y en las Baleares. Un imponente cuadro de la historia de la estructura geológica se nos presenta en el mapa de España.

EDUARDO SUESS ha facilitado por primera vez (1) una división de España. Diferenció las jóvenes montañas de los Pirineos y de la cordillera Bética, del bloque antiguo de la *Meseta* española. Concibió la cordillera meridional de España como continuación de los *Alpides*, que parecían tocar a su fin en las Baleares. Los Pirineos fueron excluidos más tarde como montañas *independientes*. Sin embargo, las síntesis más recientes de TERMIER, KOBER, KOSSMAT, JENNY y STILLE, han supuesto nuevamente en relación directa los Pirineos y los Hespérides con los Alpes; a causa de esto, paulatinamente iba aumentando la opinión de que la meseta ibérica se dividiera en *dos* partes completamente distintas la una de la otra, la *Meseta* rígida, con sus depresiones locales, las cuencas terciarias, por un lado, y las jóvenes montañas de plegadura de los *Alpides* por el otro. El carácter exterior de diques, de contrafuertes de reacción, de los Pirineos, así como el enlace de las cadenas montañosas de la Provenza con las zonas exteriores de los Alpes Occidentales en la Costa Azul, parecieron dar la razón a este supuesto.

Recientemente FALLOT, ARGAND y yo, cada uno a su modo, hemos vuelto a la antigua opinión de SUESS, al separar por completo, radicalmente, a los Pirineos de los *Alpides*, como montañas extrañas, intercontinentales, de extensión limitada. FALLOT demostró el primero la desviación del geosinclinal alpino de las Baleares con dirección a Sicilia, y el carácter epicontinental de la depresión pirenaica. Como imponentes plegaduras marginales designé a los Pirineos en «La Estructura de los Alpes», agrupándoles con el Cáucaso y las plegaduras lindantes o marginales asiáticas, representadas por el Tianschan y el Nanschan. En mi «Bosquejo tectónico de Europa»

(1) El autor se refiere en líneas generales a los conocimientos geológicos en Europa Central. Véase al efecto «La Faz de la Tierra» E. Suess, traducción española de Pedro de Novo y Chicarro, Bibliografía de los capítulos en que se alude a la geología española.—(N. del T.)

amplié este carácter de plegaduras marginales de los Pirineos a las montañas cantábricas, los Hespérides y la Sierra Arrávida, y designé al conjunto de estas cadenas limítrofes con el nombre de los *Ibérides*. ARGAND introduce para esta clase de plegaduras marginales en su «Tectónica de Asia» el concepto de «Plegaduras fundamentales» intercontinentales, y designa como tales en primer término a los Pirineos, así como también a las debidas a otras amplias desviaciones del bloque antiguo de la meseta. También se consideran a los Pirineos como un pequeño Tianschan. Sin embargo, mientras que ARGAND quiere hacer independientes sus «pliegues de fondo» («*plis des fonds*») españoles y asiáticos, considero yo esas plegaduras marginales de Iberia y de Asia como guardando estrechísima relación con las causas de la orogénesis alpina. Las plegaduras marginales para mí son solamente la formidable *reacción* o los contrafuertes a los imponentes avances del bloque o macizo africano, que hicieron surgir los Alpides. Sin el mecanismo de la formación de los Alpes, jamás hubieran existido tales plegaduras marginales lindantes, como las podemos observar hoy en Iberia y en Asia. Si bien ni con la misma distribución local ni con la misma intensidad.

De esta manera llegamos a dividir en *tres* los *elementos componentes* de la estructura de España. Distinguimos en ella:

1).—**La construcción antigua de la Meseta.**

2).—**Las cadenas de los Alpides:** de la Cordillera Bética y de las Baleares.

3).—Las plegaduras lindantes o marginales de **los Ibérides.**

Cada uno de estos elementos tiene sus características propias. La Meseta y los Ibérides nos ofrecen, sobre una base de plegaduras antiguas, la serie pobre de los sedimentos de las tierras marginales o macizos fronteros al movimiento alpino en la Europa Central; por el contrario, la Cordillera Bética contiene en unión, en parte concordante, con los estratos antiguos de su base, la rica serie de las capas alpinas de la Tethys. En el macizo de la meseta propiamente dicho encontramos un extraordinario y casi exclusivo predominio de las estructuras antiguas, a lo menos hercínianas; las líneas alpinas desaparecen allí por completo; pero en los Ibérides corren zonas de estructura alpina en gran cantidad cruzando a las series antiguas de la Meseta. Los Alpides forman en el Sur de España un conjunto de montañas único y magistral; los Ibérides, por el contrario, son casi siempre de extensión mas reducida, varían con frecuencia su dirección para desaparecer en pequeñas eminencias o bastidores. Los Al-

pides por último muestran una maravillosa construcción en mantos de desplazamiento o recubrimiento, en cobijaduras, como los Alpes clásicos, en tanto que en los Ibérides, tal vez hasta en los Pirineos, parece faltar tal constitución. En su construcción predominan plegaduras del tipo del Jura, montañas en cabalgamiento, estructuras en abanico y pequeñas cobijaduras. De esta forma el cuadro de la estructura de España se va definiendo cada vez más rico y variado.

Consideremos esas porciones singulares más de cerca. Por lo pronto tenemos

La construcción antigua de la Meseta

Notable es el contraste de la construcción geológica a ambos lados de la llanura del Guadalquivir en los alrededores de Córdoba y Sevilla. Desde el Noroeste descienden los antiguos plegamientos de la Meseta casi sin interrupción hasta el Guadalquivir repentinamente cortados por las grandes fallas, junto a las cuales, desde el Cabo de San Vicente en el Algarve hasta más allá de Córdoba, se sumerge el antiguo bloque de Iberia debajo de las formaciones más modernas de Andalucía. Desde los altos de la Sierra de Córdoba vemos con admiración como avanzan hacia nosotros las cadenas alpinas de las sierras subbéticas, cortando a las viejas plegaduras de la Meseta según un ángulo de 40 a 90 grados. La variedad en las direcciones de los plegamientos en la cadena alpina y en las tierras marginales es una característica especial de España, conocida desde hace largo tiempo. Solamente en los Sudetes se repite en el suelo europeo algo parecido, aunque en menor escala.

Le dirección NO. de las antiguas plegaduras de la Meseta, que llegan hasta Asturias, siempre se consideró como *uniforme*. Allí se observaron avanzando hacia el mar aquellas antiguas montañas, en la llamada «Rodilla asturiana», con pronunciada curva del norte hacia el noroeste; y de este modo se supuso, desde SUESS Y MARCEL BERTRAND, su continuación hacia el Norte en el arco armoricano de las montañas hercínianas de la Bretaña. Se habló de la rama española del arco armoricano, y se supuso que esta continuaba en dirección ininterrumpida hasta Andalucía y que quizás estuviera en comunicación, por la base de la Cordillera Bética, con las plegaduras hercínianas de la meseta marroquí y del *Atlas*, que nuevamente toman la dirección NNE. Así dibujan KOSSMAT y STILLE una combadura de la cadena hercíniana por el Este del Estrecho de Gibraltar, análoga a la curva de los Carpatos de la Puerta de Hierro.

Sin embargo, esta fácil unión de los Hercínides españoles y marroquíes parece más que dudosa; por un lado porque los unos pertenecen a la construcción fundamental africana, los otros a la de Europa, y porque las plegaduras hercínianas de la meseta marroquí de ninguna manera van en su conjunto con dirección NNE. hacia el Estrecho de Gibraltar, sino que *divergen en una virgación abierta* hacia el NO. y el NE. Además, la dirección NO.-SE. de las plegaduras antiguas no me parece que es en España ni aproximadamente general, ya que aquí se nota una importante dobladura en la dirección de las cadenas hercínianas, la cual aparece suficientemente pronunciada para demostrar que tales cadenas hercínianas de la meseta española no pasaron a África, sino que se dirigieron hacia el *Océano*, como hoy ocurre con los Alpides. Consideremos por lo tanto más de cerca la constitución antigua de la Meseta.

Tres grandes unidades de la construcción fundamental de Europa se manifiestan en el bloque o macizo de la Meseta; un núcleo antiguo con plegaduras *arcaicas*, probablemente a continuación un cinturón de cadenas *caledonianas* dislocadas, y en la parte más interior, por último, la corona de los *Hercínides españoles*. Aun cuando faltan todavía en muchos sitios conocimientos más concretos sobre el bloque antiguo, no obstante se puede reconocer lo siguiente:

Como **bloque o macizo arcaico** aparece en primer término el conjunto de pizarras cristalinas y de granitos antiguos del NO. de la Península, que se extiende desde Coruña y Orense por Braganza hasta Salamanca. La frecuencia con que las formaciones del estrato cristalino se encuentran en la cadena formada por la cordillera central de Castilla, Sierra de Gredos, Sierra de Guadarrama, se pronuncia en favor de que ésta también pertenece al bloque o macizo arcaico. Discordancias arcaicas se conocen en la Sierra del Agua, al Norte de Sevilla. Al Norte de Braganza, desde Moncalvo hacia el Norte, y después nuevamente en el río Miño, entre Lugo y Orense, vemos pasar el cámbrico y el silúrico en discordancias sobre las plegaduras del granito y de los neís. Estas se arrumban en dirección NNE., quedando cortadas en ángulo agudo por las plegaduras más recientes hercíniano-caledonianas, las cuales siguen hacia el NO. Dicho bloque o macizo arcaico se extiende próximamente desde Galicia hasta el Tajo y los Montes de Toledo.

Rodeando a este núcleo más antiguo de España, que bien puede compararse con el escudo báltico o con el neís de las Hébrides, reconocemos en diferentes lugares, pero de ninguna manera en su amplitud total, una **zona de plegamientos caledonianos**. Esta zona,

hasta ahora solo en contados sitios se puede fijar concretamente, o sea donde el devoniano descansa de manera transgresiva y discordante sobre el paleozoico antiguo plegado, como sucede en la región de *Almadén*. La falta completa de estratos devonianos en las plegaduras cambrio-silurianas entre Rivadeo y Tineo, en la *parte occidental de Asturias*, también hace sospechar movimientos caledonianos.

Pero ya pisamos un terreno firme al analizar las **CADENAS HERCINIANAS** de España. No importa que coexista o no una plegadura caledoniana; podemos seguir de una manera continua la prosecución de tales cadenas hercinianas alrededor del viejo macizo de Galicia y reconstruir el conjunto del plegamiento antiguo. La *rodilla asturiana*, con su apretada curva de plegamientos, que ya hemos mencionado, se conoce desde hace mucho tiempo. Entre Gijón y Vivero, las cadenas hercinianas alcanzan el mar Cantábrico con direcciones N. NNE. y aun ENE., cortadas en sentido inclinado, según veremos, por las líneas directrices, más recientes, de los Ibérides. En el espacio Lugo-Pola de Lena, todas esas cadenas cambian en un imponente arco su dirección asturiana NE-SO. por la dirección NO-SE. de la España central, y en la línea León-Zamora-Salamanca se sumergen las montañas de plegamiento con dirección uniforme al SE. debajo de los sedimentos jóvenes de Castilla la Vieja. Más allá de estos, en la *cadena central montañosa de Castilla*, de la Sierra de Gredos-Sierra de Guadarrama, avanza alejándose hacia el Este el conjunto arcaico de Galicia, con sus sierras fundamentales antiguas, estrato cristalinas, y sus granitos, seguramente en parte postcaledonianos. Solamente al Este de Segovia, entre Riaza y Sigüenza, reconocemos la continuación de las cadenas paleozoicas de Asturias. Estas, por consiguiente, tienen que seguir, desde la región de León y Zamora, con dirección casi oriental, por la parte inferior de Palencia y Valladolid y cerca de la porción más honda de la llanura de Castilla la Vieja, hacia la Sierra de la Demanda y la terminación oriental de la Sierra de Guadarrama. Esta dobladura hacia el Este quizá se ha acentuado por las tierras lindantes o marginales de los Ibérides, como también acaso ocurra con la rodilla asturiana; sin embargo de dicha circunstancia, no debe haber la menor duda acerca de la relación de tales acontecimientos, ni del hecho básico de que las antiguas plegaduras de las montañas asturianas *cercan o rodean a la Sierra de Guadarrama*.

Más por el extremo oriental de la Sierra de Guadarrama pasan de nuevo las cadenas paleozoicas con dirección pronunciada SE. y S. Cerca de Fuentenebro, al Sur de Aranda del Duero y al Sur de Atienza-Riaza, queda muy claramente en el mapa de España lo si-

guiente: *las cadenas doblan por el extremo oriental del bloque antiguo*. ¿Pero, qué es lo que sucede entonces con la continuación de las mismas? ¿Siguen ahora de nuevo los Hercínides españoles sin interrupción hacia el SE. para entrar en la construcción del fondo o base de las cordilleras béticas? Sigamos observando el mapa de España.

El antiguo macizo o bloque de la cadena central de Castilla emerge de nuevo al Sur del Tajo, en los *Montes de Toledo*. Más al Sur sobre él se recuestan con gran extensión el cambriano y el siluriano, principalmente hasta el borde meridional de la cuenca de Castilla la Nueva, aglomerándose hacia el Sur en amplias plegaduras. Al Oeste de la línea Toledo-Ciudad Real, estas plegaduras van arrumbadas al ONO. y hasta el NO., como arriba en Asturias y abajo en Andalucía; así es que a primera vista parece como si efectivamente estos Hercínides del Suroeste de España formasen desde Toledo y Ciudad Real hacia el Oeste una *cadena* particular hercíniana *paralela* a las montañas asturianas y de Castilla la Vieja. Las cadenas montañosas hercínianas de España adquieren de esta forma una gran anchura y debieran pasar de este modo en un imponente conjunto a África. Sin embargo, las circunstancias observadas en el borde Oriental de Castilla la Nueva, entre Toledo y el Guadalquivir, demuestran claramente que no ocurre tal cosa, sino que los hechos son los siguientes:

Las cadenas paleozoicas de Asturias pasan por los ángulos de Sigüenza y de los Montes de Toledo en una curva imponente por el extremo de la arcaica Sierra de Guadarrama y marchan muy juntas hacia dentro de Portugal y al Océano.

Esta gran **CURVA** de las cadenas hercínianas en España, que llamaremos **CASTELLANA**, en recuerdo del antiguo reino de Castilla, se nos ofrece como una reproducción admirable paleozoica de la curva de los Alpides en la «Puerta de Hierro». Solo que se manifiesta aquí mucho más claramente el antiguo obstáculo que deforma las cadenas en forma de imponente «Horst» o pilar. Los Hercínides meridionales españoles corresponden en este caso a los Balcanes, el trayecto Toledo-Riaza a la curva de la «Puerta de Hierro», y las cadenas de Castilla la Vieja y Asturias aparecen como análogas a los Cárpatos de Rumania y de Hungría. Las dimensiones de este *lazo de cadenas* en España casi son más formidables todavía. Lo que significa esta gran dobiadura castellana de los Hercínides españoles para el desarrollo estructural de Europa, lo discutiremos más adelante; por lo pronto investiguemos los hechos más próximos.

Cerca de Fuentenebro, en Castilla la Vieja, se arrumba la cadena herciniana al SE., al Oeste de Sigüenza sigue casi en dirección N-S., mientras que en el borde oriental de la Sierra del Guadarrama, al sur del Cerro de la Cebollera, pasa de la dirección N-S. ya casi al SO. Sigue la llanura de Castilla la Nueva, por la cual queda tapado un eslabón interesante. Pero entre Toledo y Ciudad Real aparece nuevamente la base antigua, y aquí vemos que las viejas plegaduras de España meridional no siguen *al Sureste, hacia la Cordillera Bética*, con dirección a Murcia y Alicante, sino que se doblan por los *Montes de Toledo*, cambiando su dirección ONO. por la OE. y después por la NE. Entre Orgaz, Madridejos y Alcázar de San Juan se doblan las plegaduras paleozoicas de *Extremadura* hacia el Noreste, el mapa lo demuestra con toda claridad, marcándose también el último rumbo de una manera clara en la terminación oriental de la Sierra de Guadarrama, al Oeste de Sigüenza. La relación entre esta terminación oriental en la cadena central de Castilla y la observada en el borde meridional del macizo o bloque de Toledo es tan manifiesta, que de ninguna manera se puede dudar de que las cadenas hercinianas doblan por este vértice arcaico-caledoniano. Además también los plegamientos meridionales de Extremadura van cambiando su dirección SE., entre Cáceres y Almadén, por la E-O., y aún la de ENE. en la parte oriental de la Sierra Morena.

Las cadenas paleozoicas de España vuelven por lo tanto hacia el Oeste rodeando el bloque o macizo antiguo de Galicia-Castilla según una amplia curva y marchan en dirección del Océano. El borde exterior de estas cadenas no está por lo tanto situado en Asturias en el Este, ni en España meridional en el Suroeste, mirando hacia el lado opuesto del antiguo macizo arcáico, sino que el *borde exterior de las montañas se amolda al contorno de este bloque o macizo antiguo.* De esta manera comprendemos la distribución del carbonífero en la Meseta, y su relación con los retazos aislados de las montañas hercinianas de Europa Central. A continuación del macizo o bloque antiguo de la Meseta siguen, en parte pasando a formar parte de aquel, las plegaduras caledonianas, como sucede en Inglaterra, en Escandinavia y en los Sudetes. Se trata de los pliegues cambro-silúricos de la parte occidental de Asturias, en los que falta por completo el devoniano, y de las plegaduras que se observan entre Almadén y Toledo, donde el devoniano descansa de manera discordante sobre el siluriano plegado. Más hacia el interior siguen aquí, como en Europa Central, las cadenas hercinianas propiamente dichas, que comprenden todavía los estratos del carbónífero inferior, desde Asturias hasta las sierras del

Norte de Córdoba y Sevilla. De esta forma la base caledoniana de nuevo se vé recogida entre los bordes de las cadenas asturianas debidas a los movimientos hercinianos, exactamente como sucede en los Ardenes o en los Sudetes. El cinturón caledoniano de las tierras marginales ha quedado incluido por los movimientos intercarbónicos en el ciclo herciniano, de análoga manera a como los macizos hercinianos de los Alpes occidentales han sido arrastrados hacia el interior de la región del plegamiento alpino. La *confusión o mezcla* de pliegues hercinianos y caledonianos en el borde exterior de los Hercínides españoles no parece ser por lo tanto, en manera alguna, una casualidad, sino que obedece a una ley determinada: *todas las cadenas de montañas más jóvenes tienden a incluir grandes porciones de sus tierras marginales en la construcción más moderna*; y precisamente, como consecuencia, la extraña mezcla de estructuras caledonianas y hercinianas en las márgenes del bloque o macizo arcáico, señala o define una vez más esa gran dobladura de las cadenas en Castilla. Además, las distancias de las primeras grandes fajas del carbonífero al bloque arcáico en la región Sur y en la región Norte de la gran curva reseñada son casi las mismas; los distritos carboníferos asturianos se corresponden por lo tanto directamente con los del Norte de Córdoba. La extensa región del Carbonífero de Huelva y del Sur de Portugal, se encuentra situada en el borde interior meridional de los Hercínides españoles, acaso como el indicio o la señal de una gran *depresión interior herciniana* entre las distintas cadenas diferenciadas.

De una manera parecida a la confusa mezcla caledoniana-herciniana, que se nos ofrece en el margen de las cadenas hercinianas, se puede comprender igualmente la entrada o el paso de la plegadura caledoniana en sus bordes al bloque o macizo *arcaico* de Galicia. Aquí la plegadura caledoniana se extendió a su vez a una parte de sus tierras marginales arcaicas, como más tarde el movimiento herciniano ha comprendido dentro de su construcción parte de los plegamientos caledonianos, o la *orogénesis alpina* parte de los Hercínides.

Innumerables son los problemas de la antigua tectónica que todavía esperan en el día solución y estudio, y aun queda un espléndido campo de trabajo aquí en las alturas de la Meseta española. Pero una cosa ya hoy se puede dar por asegurada, y es que las *cadenas hercinianas*, con algunos elementos caledonianos engarzados en su borde, *van describiendo desde Asturias una gran curva por el extremo oriental del bloque o macizo galaico-castellano, y avanzan por Portugal hacia el Océano,*

Los Hercínides españoles adquieren con esto suma importancia dentro del **plan de construcción de Europa**. Forman el magestuoso segmento occidental del arco de los Hercínides europeos, empujado hacia el Norte. Como continuación de las cadenas polacas, variscas, armoricanas, sigue la rama española determinando un sector mejor individualizado. Las cadenas asturianas y armoricanas se juntan según un arco que mira al NO., el cual en la parte del Este no tiene equivalente o reproducción alguna. Dicho arco avanza lejos hacia el Oeste, entre los antiguos pilares de Castilla y del Brabante, como hoy el arco de los Alpes Occidentales entre Córcega y los Vosgos. No cabe duda de que en esta disposición herciniana yace ya el germen para el emplazamiento posterior de los Alpes Occidentales. Al gran *arco armoricano* de Bretaña y Asturias sigue *el lazo de Castilla*, y a continuación el segmento de arco de *Extremadura* y del Alemtejo, cuyo dispositivo es hacia el Norte. Así terminan las cadenas hercinianas de Europa, con sus ramificaciones meridionales en un gran *lazo*, condicionado por la resistencia del antiguo pilar castellano. *Los Hercínides de Europa se doblan en España rodeando este antiguo pilar o bloque arcaico y, volviendo al Oeste, no penetran hacia el interior de Africa.*

Este curso de los antiguos plegamientos de la Meseta, desde el gran arco armoricano por la combadura de Castilla hasta el segmento debilmente empujado hacia el Norte de Extremadura, incita a comparaciones con las grandes **líneas fundamentales o directrices de los Alpides**. Estas, después de explicarnos el sector español en la forma arriba mencionada y prescindiendo de las deformaciones secundarias, aparecen muy conformes y amoldadas al recorrido de los Hercínides de Europa.

Así sigue el curso de los Alpes Orientales o Austrides, como fiel reproducción de su frente varisquico entre el Elba (Hamburgo) y el Mosa (Bruselas); de este modo viene a quedar situado el gran segmento de los Alpes Occidentales en el centro del formidable arco armoricano. La combadura entre los Alpes Orientales y Occidentales, indicada desde Padua hasta más allá de la Selva Negra, señala la dobladura de las plegaduras varisquicas por el macizo de Brabante; y al segmento del gran arco penínico corresponde a grandes rasgos la combadura occidental del distrito hullero belga al Oeste del río Mosa. Una rodilla asturiana de caracter alpino circunda la llanura del Piamonte, y finalmente, la gran combadura de los Alpides por el extremo Sureste de Cerdeña aparece como análoga a la dobladura castellana de los Hercínides. El sector tirrénico corresponde así de

esta forma al de Asturias-Castilla la Vieja, la cadena Baleares-Cordillera Bética a la sección arrumbada hacia el Oeste de las cadenas hercinianas de Extremadura. Por lo tanto, no cabe duda que *la disposición de las líneas directrices alpinas está basada sobre el curso de las cadenas antiguas hercinianas*. Desde luego se comprenden perfectamente ciertas anomalías, teniendo en cuenta los grandes intervalos de tiempo que median entre ambas orogénesis y también a causa de la desigualdad del subfondo interherciniano. De todos modos la forma del frente meridional mesozoico europeo está intensamente influenciada por el curso de estas cadenas hercinianas, y a ese frente meridional de la Europa mesozoica se amoldaron a su vez las líneas directrices alpinas. El seno o bahía de la Europa Central y el promontorio hispano-corso-sárdico, y quizás también el promontorio africano de ARGAND, se relacionan con esta escarpa herciniana.

Claramente se puede comprender lo que con relación a estas analogías alpino-hercinianas se observa entre Viena y Gibraltar. Será pues consecuencia de las investigaciones llevadas a efecto en la Europa Oriental el hallazgo de relaciones similares entre las líneas directrices hercinianas y alpinas en el espacio de los Cárpatos y de los Balcanes, donde hoy día estas relaciones solo parecen existir de una manera muy restringida. Los Cárpatos se originaron por un extraavance hacia el interior de la meseta rusa, cobijándola en parte, y además allí solo se pueden reconocer muy difícilmente en las tierras bajas orientales las relaciones con porciones mutiladas hercinianas, no con toda la claridad con que se manifiestan en las mesetas altas de Iberia. Pero la estructura de España al menos puede servir de estímulo para continuar los ensayos de esta clase.

En todo caso el curso de las líneas directrices hercinianas en España nos permite ver de una manera imprevista, pero por eso mucho más valiosa, la *afirmación* del camino que nosotros hemos supuesto que seguían las líneas directrices alpinas en «La Construcción de los Alpes» entre los Alpes Occidentales, Cerdeña y España.

De esta manera en la Meseta española quedan de manifiesto un sinnúmero de hechos importantísimos para la mejor comprensión del plan de construcción de Europa. Elementos arcaicos, caledonianos y hercinianos aparecen hoy soldados y reunidos en el formidable pilar, que a su vez ha determinado la dirección de los movimientos más jóvenes, alpinos, y ha detenido el avance africano. Estas antiguas cadenas caledoniano-hercinianas de España, para mayor sencillez y a causa de que un deslinde preciso hoy es muy difícil o casi imposible, pueden comprenderse dentro de una denominación común. Pro-

pongo emplear la denominación de «*Hispánides*». Tampoco podemos para designarlas hablar sencillamente de plegaduras de la Meseta española, en vista de que entre ellas se encuentran un sinnúmero de origen *alpino*. Por lo tanto, diferenciamos las *cadena paleozoicas de España y Portugal*, llamándoles los **Hispanídes**, de los contrafuertes de reacción o réplicas más jóvenes, *alpinos*, también situados en la meseta, designándolos por los **Ibéricos**.

Así se definen los Hispanídes como la terminación occidental de los Altaides europeos en el sentido dado por SUESS. Aquellos definen la continuación meridional del gran arco armoricano y después de doblarse en Castilla avanzan hacia el Océano.

Con esto dejemos la construcción antigua de la Meseta para pasar al estudio del segundo gran elemento de la constitución de la estructura de España, es decir,

La Cadena de los Alpides de la Cordillera Bética

Desde el cabo de Nao, entre Valencia y Alicante, hasta Sanlúcar de Barrameda, en la bahía de Cádiz, se levanta como formidable barrera del Mediterráneo la *Cordillera Bética*. Limita hacia el Sur en una extensión de 600 kilómetros las tierras altas de España y sobresale en cumbres de más 3.000 metros. Desde largo tiempo se ha considerando a esta imponente cordillera, que en ciertos sitios alcanza una anchura de hasta 160 kilómetros, como la continuación de los Alpes, como un miembro de los Alpides. ¡Pero de qué distinta manera se buscó *el enlace de las cadenas béticas con los Alpes de Europa Central!* Por el Atlas y los Apeninos; por las Baleares, los Hespérides, los Pirineos y la Provenza; por las Baleares, el mar Tirreno y Córcega; y por fin directamente por las Baleares a los Alpes Occidentales. SUESS pensó que la línea de los Alpes volvía hacia el Este, en aquel raro arco de Gibraltar, delante del macizo de la Meseta española, y creyó que esa línea de los Alpes terminaba en las Baleares, o más exactamente en Mallorca; ARGAND por el contrario cree que el extremo de los Alpides vuelve hacia el Este en el Rif marroquí. KOBER, KOSSMAT, JENNY y STILLE prolongan las cadenas béticas según lazos extraños, estimando que pasan por los Hespérides y los Pirineos a los Alpes Occidentales; y ARGAND supone que la cadena alpina es paralela a la costa catalana y explica la comunicación, que hoy seguramente pasa por detrás de Cerdeña y Córcega, por una separación violenta y de edad posterior a la de esos

conjuntos del pilar español, en unión con un gran desplazamiento continental del bloque sárdico hacia el Este. Yo mismo, en «*La Construcción de los Alpes*», he creído que se sumergía la Cordillera Bética con dirección occidental en el Océano, y de acuerdo con FALLOT, el excelente conocedor de las Baleares, la he relacionado hacia el Este *primeramente* con los Alpes por el intermedio del arco de las Baleares que sigue detrás de Cerdeña y de Córcega. Divergencias de opiniones como nunca. Por esto un exámen más detallado de la Cordillera Bética acaso está llamado a concentrar sobre sí el interés. Tratemos de hacer aquí ese exámen, siquiera sea en forma de bosquejo.

Sin duda alguna aparecen nuevamente en la Cordillera Bética **las series de facies alpinas de la Tethys**, en profundo contraste con las tierras altas de la Meseta, situadas al Norte, y con las cadenas de los Ibérides, en antagonismo también con las cadenas del Atlas alto y medio. *El cambriano y el siluriano* solo se observan en facies metamórficas. *El permiano* marino falta, lo mismo que sucede en los Alpes, donde este solo aparece en los Alpes meridionales en las capas de Bellerophon de los Dináricos. El Verrucano alpino (1) aparece tanto en la base de las cadenas sub-béticas, o mejor dicho pre-béticas, como en la Sierra Nevada y en las Alpujarras. *El trias* es muy típico. Mientras que en las regiones de la meseta y de los Ibérides generalmente descansa en discordancia sobre el paleozóico plegado, con todas las características de las facies nerítica, detrítica y lagunaria, muchos veces ofreciendo la clásica subdivisión del trias germánico, en la zona central bética y en las Baleares aparecen en circunstancias completamente distintas. Los únicos lugares de toda España donde se halla el trias marino clásico bien diferenciado se encuentran al Sur de las cadenas sub-béticas, a ambos lados de la Sierra Nevada, y en las Baleares. En las Alpujarras, entre Granada y Motril, las calizas de Gador parecen ser la representación del piso ladino (2), así como las dolomías con Megalodón, que siguen en la parte alta, las de la Dolomía principal alpina. En la base de la serie se hallan allí dolomías y calizas, muchas veces negras, en bancos delgados del aspecto de nuestro Muschelkalk anísico (3), y de vez

(1) El Verrucano alpino, especie de arenisca y conglomerado rojo o verde que define una facies permiana alpina. El nombre se deriva de la montaña de «Verruca», al Este de Pisa, Toscana.—(N. del T.)

(2) Ladino, de los Alpes del cantón de los Grisones, Tirol y Friul.—(N. del T.)

(3) Anísico, de anisomorfo o anisomero, rocas formadas en todo o en parte por una cristalización confusa interpuesta en una masa que le sirve de cemento.—(N. del T.)

en cuando se intercalan, especialmente en la Sierra Nevada, en la base de la Dolomía principal alpina, capas indudablemente del tipo de Raibl (1) con carniolas, dolomías de color variado y pizarras. También la subdivisión del triás en las Baleares, especialmente en Menorca, se parece mucho a la de los *Alpes Orientales*; su fauna recuerda en parte las condiciones observadas en las sicilianas y del Hallstatt. Pero en las porciones centrales de la Sierra Nevada, debajo del gran cinturón triásico de la Sierra, conocido desde tiempos antiguos, se halla concordante sobre el terreno cristalino pizarreño un triás pobre, con cuarcitas, dolomías, mármoles y carniolas, que recuerda indudablemente el visto en todos los perfiles de los Alpes Centrales Penínicos.

En el jurásico se deben hacer notar aun en mayor grado las mismas diferenciaciones entre las cadenas béticas y el resto de la península ibérica. Frente al jura de los Pirineos, que solo está desarrollado hacia el oxfordiense, y al de los Hespérides en el Sur de la cuenca del Ebro, que es más rico, pero con frecuentes interrupciones, presenta el jura de las cadenas béticas un singular contraste desde todos los puntos de vista. Solo en este lugar en España tenemos la serie completa jurásica, y algunos de sus miembros demuestran sorprendentes parecidos con los de las regiones alpinas, especialmente con los de Sicilia y Lombardía. Así el amonítico rosado (2) se parece mucho al de los Alpes, al de Sicilia y al de Argelia, y muchas veces aun ofrece profusa su fauna siciliana. El domeriense recuerda las series de la provincia de Brescia. El titónico, en el que se hallan calizas con *Aptycum* de color claro rojizo y blancas en algunos sitios, presenta la fauna de las calizas de Stramberg de los Alpes Orientales. En el centro de Sierra Nevada, por último, aparecen de nuevo las pizarras «Bündner» o pizarras de los Grisones (3).

El yeso cretácico de las cadenas béticas proviene sin hiato o laguna del titónico, y en algunos lugares sigue sin interrupción hasta la transgresión del eoceno, recordando en algunos detalles las formaciones de Biançone y Scaglia en los Alpes Meridionales. En todos los demás lugares trasgreden varios escalones yesíferos, la mayoría de las veces del albiense superior y del cenomanense, dispuestos sobre capas más antiguas, que en los Pirineos descienden hasta el paleozoico. En el Norte de España, alrededor de Burgos y de Santander, en la cuenca de Aragón, hasta aparece la facies continental yesífera

(1) Raibl.—En los Alpes Julianos. Friul.—(N. del T.)

(2) Amonítico *rosso* de los italianos.—(N. del T.)

(3) Equivalencia de las pizarras Bündner según el Dr. Staub.—(N. del T.)

en forma de vealdense. Al comenzar *el terciario* desaparecen paulatinamente las diferencias con relación a las tierras marginales, aun cuando todavía sigue el contraste de un geosinclinal bético y de las Baleares con las depresiones llanas de las tierras marginales.

En resumen: aparece la región de la Cordillera Bética, aparte del jurásico, especialmente la correspondiente a las cadenas sub-béticas, como la zona de un extenso *geosinclinal* frente a las altas llanuras de la meseta. Se trata del geosinclinal alpino de la Tethys, el cual pasa indudablemente por este sitio y que por el Sur de las Baleares está *en relación directa* con el geosinclinal de los Alpes. FALLOT ha señalado este detalle en su monografía de las Baleares, aportando todos los medios de convicción.

Pero, aparte de este sinnúmero de analogías estratigráficas entre los Alpes y la Cordillera Bética, también hay un sinnúmero de analogías de naturaleza **tectónica**.

Tenemos en primer término la gran *depresión lindante con la falla del Guadalquivir*, la que se corresponde por sus notables analogías con las tierras marginales de la molasa de los Alpes. Siguen a aquella los *arcos marginales de las cordilleras sub-béticas*, que tienen sus equivalencias clásicas en los arcos marginales de los Alpes. Después de pasar la región de las cadenas de las sierras calcáreas béticas, penetramos en la gran *zona central cristalina de la Sierra Nevada*, que recuerda por completo el ambiente penínico. Entre Granada, Baza, Huercal-Overa, Canjayar, Orjiva y Lanjaron, aparece el complejo domo o cupula de la Sierra Nevada y de la Sierra de los Filabres, con una extensión de 140 kilómetros, como en los Alpes el complejo domo de los Tauros Altos. En la cenefa interior de una gran *dobladura*—alrededor de la Meseta, al Este de Jaén,—aparecen también como en los Alpes las *erupciones modernas* desde Almería hasta el Mar Menor. Y mirando desde los altos de la Alhambra por encima de la llanura de la Vega, bordada de montañas, reconocemos grandes analogías con las *cuenas alpinas interiores* a aquel macizo montañoso de los Alpes, sobre todo con la cuenca de Klagenfurt. Así, solo a primera vista, hay muchísimo que recuerda lo observado en los Alpes.

Consideremos pues algo más de cerca **la construcción de las cadenas béticas**.

A primera vista se reconocen dos grandes regiones de distinta naturaleza, la llamada **zona central bética**, una región donde imperan materiales pétreos antiguos, cristalinos y paleozóicos y las llamadas cadenas o sierras sub-béticas o penibéticas, en los bordes sep-

tentrionales de aquellas montañas, la gran **zona calcárea bética**. Al Norte de esta zona calcárea sigue aquí como en los Alpes una zona marginal del Flysch, débilmente pronunciada, después la amplia *cuenca terciaria del Guadalquivir*, y más al Norte por fin el pilar cristalino (1) de la *Sierra Morena*, la Meseta.

SUESS consideró la Meseta en su conjunto como un pilar, «horst», que tajado por fallas a lo largo del Guadalquivir, se hunde bajo la gran llanura terciaria de Andalucía. Esta la concibe SUESS como una *fosa o depresión marginal de la Cordillera Bética*, hacia la cual avanzan desde el Sur las plegaduras béticas. La Cordillera Bética misma la consideró SUESS todavía como completamente *autóctona*, excepción hecha de un reducido número de cobijaduras marginales.

Los sabios *españoles* también considerarán la Sierra Morena como un gran pilar, la llanura del Guadalquivir como un *foso de hundimiento*, el cual en la parte meridional se cree que está limitado nuevamente por una serie de *pilares*. (2) Como primero de estos se supone la zona calcárea bética. Este pilar calcáreo se compone, según esta hipótesis, de una serie de pilares diferenciados, triásicos y jurásicos, separados por sinclinales yesíferos independientes. La zona numulítica de Málaga forma un nuevo foso independiente dentro de la cadena bética, que al Sur queda limitado por el pilar cristalino de la región central, particularmente por la Sierra Nevada. Al Sur del cual se halla el foso del Mediterráneo actual (3).

En la excursión del Congreso Geológico hemos llegado a opinar que los hechos son los siguientes:

- 1.º *El borde Norte de la Cordillera Bética es una cobijadura.*
- 2.º *En aquellos lugares donde tales cobijaduras no aparecen visibles claramente, se juntan sin intermedio alguno, de una manera directa, series de facies completamente antagónicas e imposibles de yacer en tal dispositivo original.*
- 3.º *La tectónica de pilares y de fallas en la zona calcárea bética es en realidad una hermosa construcción en plegaduras.*
- 4.º *La zona cristalina de la Sierra Nevada aparece como el imponente asomo o ventana de una unidad tectónica mas profunda dentro de un gran conjunto de mantos alóctonos o desplazados (4) más altos.*

(1) El autor usa aquí la denominación de cristalino en un sentido amplio, significativo de premesozoico, como generalmente en el curso de la obra.—(N. del T.)

(2) No es idea general sustentada por los geólogos españoles; véase mi obra «La línea tectónica del Guadalquivir» C. I. G. Madrid 1926. A. Caronell T.-F.—(N. del T.)

(3) La traducción de la obra y su revisión se han llevado de perfecto acuerdo con el Doctor Staub.—(N. del T.)

(4) Creo que debe emplearse la designación de *mantos alóctonos*, venidos a donde yacen desde otro lugar, y por oposición o diferenciación de autóctonos. Se podría decir también *mantos corridos* (Staub), o mantos desplazados.—(N. de T.)

La construcción en pliegues y cobijaduras se manifiesta en todos los lugares, y, donde esa estructura no aparece directamente visible, la reconocemos en el contacto inmediato de series de facies completamente antagónicas.

Veamos los detalles de todo esto.

El hecho de que existan en el *margen Norte* de la Cordillera Bética *fenómenos de cobijadura*, nos es conocido desde las investigaciones de DOUVILLÉ en las inmediaciones de la ciudad de **Jaén**, donde los estratos yesíferos de la zona caliza sub-bética se han desplazado o corrido por encima de la molasa del mioceno andaluz, en una extensión de 5 a 7 kilómetros. Fenómenos de cobijadura se conocen por lo tanto desde hace bastante tiempo en la región marginal del Norte de la cordillera, solo que hasta ahora no se ha tenido idea alguna acerca de la extensión de estos fenómenos de la cadena bética hacia el *interior*. DOUVILLÉ se ha contentado con anotar estas modestas cobijaduras, y consideró ya las sierras jurásicas sitas Sur de la referida ciudad como montañas autóctonas.

Otros fenómenos de cobijadura se manifiestan muy claramente en la margen norte de la cadena bética en los alrededores de **Cabra**, al Sur de Córdoba. Aun cuando hasta ahora no se ha encontrado, y en parte ni siquiera se ha buscado, una superficie de contacto anormal precisa, un espejo de resbalamiento (1) concreto, sin embargo cerca de Cabra se hallan, unos frente a otros, conjuntos petrográficos de facies tan distinta y en tan marcado contraste, que de ninguna manera tal dispositivo puede ser original. Al Norte de Cabra aparece, delante de la zona calcárea sub-bética, una serie de sedimentos, con frecuencia interrumpida, en la que se hallan principalmente el trias germánico y el eoceno, juntamente con materiales yesíferos de clasificación cronológica algo incierta, debilmente desarrollados. Pero al Sur de la ciudad, se inicia de manera inesperada la sierra sub-bética, con muchas bóvedas o suaves pliegues anticlinales de estratos yesíferos y del jurásico, con potencia de centenares de metros, que aparecen como empujados sobre un plano, de una manera extraña, hacia el Norte. Un cambio primario, u original, repentino, de facies de este tipo, una aparición tan inmediata de la potente serie yesífera-jurásica sub-bética, es completamente imposible. Por el contrario tenemos que suponer que esa sucesión de capas, tan distintas, por un lado triásico-eoceno, por otro lado triásico-jurásico-yeso-eoceno,

(1) Esta expresión empleada, como se sabe, para el resultado de un desplazamiento en falla, muy usada en minería, creo que justamente puede ser aplicada a este caso.--(N. del T.)

están hoy separadas por una *cobijadura* de mayor amplitud que las precedentemente anotadas; y, de una manera particular, la zona calcárea bética solamente por una cobijadura de gran importancia pudo ser conducida desde una distancia originalmente muy grande al contacto inmediato, directo, con la zona de trias-Flysch, donde hoy la vemos. Sin embargo, tampoco en el caso de Cabra podemos formarnos idea acerca de la extensión de estas cobijaduras hacia el *interior* de la zona montañosa.

Una tercera región de cobijaduras en el margen del Norte de la cadena bética, es la región de la *Sierra de Cazorla*, al Este de Jaén, donde se vén descansar de una manera muy clara las cadenas de Trias-Jura-Yeso, según un plano, sobre el triásico de la Meseta. Allí parece como si un (1) «Saentís», retazo del conjunto mesozóico del Sur, hubiera cabalgado sobre la Meseta.

La *tectónica de «hundimientos o fosos y pilares» de la Cadena Bética* en realidad ofrece un aspecto completamente distinto. Una serie de magníficas bóvedas anticlinales alternan con pronunciadas y a veces profundas depresiones sinclinales, que en parte se pueden comprobar en grandes extensiones, y otras veces se allanan de nuevo después de un corto recorrido entre aquellas bóvedas bien diferenciadas. Las bóvedas a su vez muchas veces se sumergen rápidamente, otras, como sucede con el anticlinal triásico de Antequera, se pueden reconocer en extensiones grandísimas, que tienen hasta 90 kilómetros de desarrollo. Un corte de Cabra a Loja demuestra esta **construcción de las plegaduras sub-béticas** de una manera clásica.

Aquí hay una primer zona de plegamientos en bóveda, subdividida por tres sinclinales yesíferos, base estructural de las sierras propiamente dichas de Cabra. Al Oeste de Carcabuey queda arrollado su lado o porción meridional cretácea por dos escamas triásico-jurásico-yesíferas, que a su vez forman las sierras más elevadas de Carcabuey y de Priego. En la sierra de Priego se levanta el jurásico de estas escamas según una magnífica plegadura, definiendo una elevada montaña (2), para descender de la misma según varias plegaduras secundarias hacia la depresión de Iznájar, situada al Sur y en la que se ha conservado hasta el mioceno. Al mediodía de la depresión de Iznájar sigue un nuevo anticlinal triásico por la región de Archidona y Antequera, por la Peña de los Enamorados, con manifiesta cobijadura por encima del yeso del jurásico del extremo Norte de la

(1) Montes Saentis (Suiza), zona alpina. Ver los cortes del Dr. Staub sobre los Alpes.—(N. del T.)

(2) La Tiñosa de Priego (1.570 m. s. n. del m.)—(N. del T.)

tierra antequerana. Este anticlinal, el más potente de la zona calcárea bética, se halla limitado al Sur por la hondonada o depresión de yeso-jura de Loja. Al Sur de la cual por fin se levantan las sierras de tipo de meseta de Loja-Zafarraya, como el principio de una serie de bóvedas situadas en el extremo meridional, que en el Sur dejan al descubierto la formación cristalina de Málaga.

Una construcción estructural de plegamientos, con cobijaduras marginales considerables hacia el Norte, se puede por lo tanto comprobar en todas las porciones de la zona calcárea bética. Pero la magnitud de este fenómeno solo nos la revela la **zona central** cristalina de la **Sierra Nevada**.

Por lo pronto podemos allí distinguir a grandes rasgos tres elementos tectónicos distintos, los que por sus *facies* también se ofrecen como individualidades completamente independientes. Estas diferencias de facies son de una precisión notable en el triásico.

En la parte más inferior de todo el sistema o conjunto tectónico de la Cordillera Bética, con arreglo a la cronología geológica, se halla la **zona cristalina del Veleta**, la propia zona núcleo de la *Sierra Nevada* y de la *Sierra de los Filabres*, desarrollada según una imponente bóveda o domo, la cual, ya en los mapas actuales, recuerda a primera vista a las grandes cúpulas de neis de los Alpes Occidentales, o a la cúpula de los Tauros Altos. Construcción en lechos planos, periclinal (1), concordancia entre el mesozóico y las pizarras cristalinas, declinación en el eje longitudinal: exactamente como allí.

Esta *formación cristalina del Veleta* soporta una serie de depósitos muy poco conocidos hasta ahora, la que sin embargo alcanza en muchos sitios un espesor de varios centenares de metros. Se trata de la que ha llamado BROUWER zona de mezcla. Encima de la serie o sistema cristalina fundamental sigue en primer término una serie triásica *débilmente desarrollada*, en forma de cuarcitas, mármoles, dolomías y carniolas; el espesor de todo ese tramo o conjunto apenas excede de los 60 metros. Encima de este triásico, al que quede bien entendido que le falta precisamente el eslabón o piso típico del trias de la Meseta, el Keuper, de color irisado, aparecen mármoles micáceos, pizarras calcáreo-micáceas o samíticas, calizas micáceas también y filitas calcáreas, que *en nada se diferencian de las pizarras de los Grísos* de los Alpes, y que a juzgar por su posición, encima del triásico, en efecto podemos considerar a primera vista como una facies sumamente metamorfozada del *jurásico*. Toda la serie de sedi-

(1) Periclinal, que se inclina alrededor de un núcleo.—(N. del T.)

mentos de la zona del Veleta nos ofrece claramente el mismo carácter del mesozóico *penínico* de los Alpes. Allí está desarrollada la zona penínica con una anchura original, que por lo menos no es inferior a 400 kilómetros; por lo tanto hay que suponer que esta dimensión se hallará todavía en la anchura determinada por el corrimiento de las cadenas y estratos de la Cordillera Bética. Este hallazgo se ha logrado pues por el descubrimiento del perfil de base penínico de la Sierra Nevada.

Además de esos *sedimentos* mesozóicos se encuentran algunas veces metidos, encajados en la zona cristalina del Veleta, en forma de cuñas, otros lentejones de *serpentina*, dispuestos en largas filas. Ya hoy podemos decir con alguna certeza, que estos lentejones de serpentina son *cuñas correspondientes a depresiones sinclinales mesozóicas*, dispuestas entre mantos corridos u alóctonos cristalinos de la Sierra Nevada, pues estas serpentinas se hallan acompañadas algunas veces de lentejones de dolomita y de pizarras calcáreas, habiendo influido los materiales cristalinos sobre estos últimos por el metamorfismo de contacto. Exactamente el mismo cuadro que nos ofrecen las ofiolitas mesozóicas de la zona penínica de los Alpes.

Está justificado, por lo tanto, cuando concebimos *la cúpula* cristalina de la Sierra Nevada, tanto por sus facies como por su estructura, como un sistema de **Mantos alóctonos penínicos**, que solo a mayor profundidad descansa sobre la verdadera zona autóctona de la Meseta.

El sistema cristalino de la zona del Veleta se hunde por todas partes debajo de su cubierta mesozóica, triásico penínica y de pizarras de Bündner o de los Grisones. Por el Norte hacia el Norte, por el Este hacia el Este, por el Sur hacia el Sur, por el Oeste hacia el Oeste. Encima sigue, *cercando a su vez a este mesozóico penínico por todas partes*, una unidad geológica más elevada, que al Norte, Este y Oeste consiste casi exclusivamente en potentes depósitos triásicos y que al Sur rodea núcleos cristalinos y cambrianos. Es la gran zona del **trias de Sierra Nevada**, antiguamente conocida, la cual cobija en forma de manto alóctono a las pizarras de los Grisones de la zona central del Veleta. Entre el trias y las pizarras de los Grisones subyacentes se intercalan, tanto al Norte como al Oeste y al Este de la Sierra Nevada, lentejones o núcleos laminares de formaciones de neís, de anfíbolitas y del paleozóico, encima siguen muchas veces los depósitos del Verrucano de color morado, con areniscas, cuarcitas, brechas y pizarras de color variado, como en la base de la gran formación triásica de la Sierra Nevada. Por lo tanto no *pertenece* este triásico, que

hasta ahora siempre se ha considerado como el mesozóico *normal* con relación a la formación cristalina de la Sierra Nevada, *no pertenece al conjunto estratigráfico a que corresponda esa serie cristalina, sino que este trias define un manto alóctono, un conjunto independiente más elevado, de facies propia, encima de las pizarras Bündner o de los Grisones de la Sierra Nevada.* Las facies del triásico de Sierra Nevada se nos ofrece en intenso contraste con el triásico penínico de la zona del Veleta, completamente *alpino-oriental o austride*; observando esta, se cree estar en las dolomitas de Engadin, en los Tauern de Radstatt, o en el Karwendel. Lo podemos clasificar desde el Muschelkalk anísico hasta la Dolomia superior, principal, las calizas de Wetterstein y las capas de Raibl se hallan allí claramente desarrolladas.

Por el Sur, en la base de este triásico austride—es este el trias de facies más francamente marítima de toda España—, se intercala *el cambriano* y la zona cristalina de las **Alpujarras**, como *núcleo antiguo* del gran manto triásico alóctono, que fué empujado hacia el Norte. En estas Alpujarras el triásico y el paleozóico se hallan estrechamente entrelazados y escamados el uno con el otro (1); el triásico penetra según largas cuñas, sinclinales, entre las formaciones antiguas. Hacia el Norte únicamente se hallan delgados lentejones laminares del paleozóico, que suben con el triásico por encima de la cúpula de la Sierra Nevada, y en la región más alta o lejana solo el triásico alcanza la zona Norte de aquella cúpula.

El manto del trias de la Sierra Nevada está pues en contraste, por un lado, por su gran potencia, con los escasos depósitos pétreos del trias de la zona del Veleta, y por otro, por sus facies marina, con las series continentales de las cadenas sub-béticas (2).

Ya hoy no existe la menor duda de que este manto del triásico se halla con el dispositivo que se ha indicado, tanto por la distribución de las facies triásicas, como por la evidencia de los contactos observados. El Profesor BROUWER ha sido el primero en llegar a la conclusión de que existe ese *manto alóctono* del triásico de Sierra Nevada, desplazado de su yacimiento original, basándose para ello en los *contactos tectónicos* entre las formaciones cristalinas y del triásico de Sierra Nevada. Encontramos además en su base en todas partes la zona penínica de las pizarras de los Grisones; **los estratos jurásicos yacen cobijados hoy, como substrato más joven, debajo de la**

(1) Formación tectónica en escamas o en tejado.—(N. del T.)

(2) Téngase constantemente a la vista el plano.—(N. del T.)

gran zona, manto desplazado o alóctono del triásico, de la Sierra Nevada. Esa zona del trias aparece sin embargo demostrándonos otra facies, con carácter típico austride. Con arreglo al lugar más característico por el cual hoy se extiende ese manto, lo he denominado **el manto de Granada.**

El manto de Granada cobija con su trias, y al Sur con sus núcleos paleozóicos, la zona de las pizarras de los Grisonès de la Sierra Nevada central. No debe existir duda alguna acerca de la relación entre las formaciones del Sur y del Norte, en vista de que, tanto al Este como al Oeste de la gran cúpula de la Sierra Nevada, se puede seguir *paso a paso* cómo el trias del Norte va *hacia dentro* a unir sin solución de continuidad con el trias meridional de las Alpujarras. La amplitud de la cobijadura de este manto llega a ser así de unos 60 kilómetros; su frente se desconoce, yace sepultado hacia el Norte en profundidad; la raíz se halla en las Alpujarras meridionales. Allí alcanza el manto de Granada entre Motril y Almería la costa de Mediterráneo. La apretada estructura en plegaduras de las Alpujarras, de las Sierras de Contraviesa, Gador, Alhamilla, debe entenderse o considerarse como una zona cercana a la raíz del gran manto alóctono de Granada.

Con esto queda determinada una potente estructura en mantos alóctonos o desplazados en la Sierra Nevada. ¿Pero que significa esa construcción para lo sucesivo? ¿Puede todavía seguirse considerando como claramente autóctona la zona calcárea norteña de las cadenas sub-béticas, después de la existencia de esta construcción de mantos alóctonos o desplazados, cuando ya conocemos en el margen septentrional de aquellas sierras importantes cobijaduras hacia el Norte? El detenido estudio de las *cadenas sub-béticas* demuestra que esto es imposible.

Vemos en primer lugar como irrumpe el triásico austride de la Sierra Nevada en las montañas calizas de **Orduña**, al Norte de Granada, en contacto y con fuerte declive, por debajo de los *estratos del Verrucano y del trias germánico de las cadenas sub-béticas*. El trias alpino-oriental o austride y el trias germánico chocan el uno con el otro sin intermedio alguno en la superficie de resbalamiento. Sin embargo esto solo no es suficiente para demostrar el carácter de manto desplazado o alóctono de toda la zona sub-bética. Teóricamente aún es posible que el manto desplazado o alóctono del triásico de la Sierra Nevada se quedara al pié de un sistema de montañas autóctonas sub-béticas, incluso que las tuviera en parte bajo sí. Pero analicemos más detalles.

Por un lado el intenso *cambio de facies cerca de Cabra* señala o define como probable una cobijadura sub-bética de más importancia, y por otro lado, *siguiendo la cobijadura en Orduña*, queda demostrado que tenemos allá delante de nosotros un potente manto alóctono de primer orden. Pero, además, por una parte vemos aparecer al Este y en el Oeste de la Sierra Nevada **la base cristalina normal de la zona calcárea sub-bética, en las montañas cristalinas de Málaga y en la Sierra de las Estancias, cobijando en todas partes, hasta llegar al Mediterráneo, las formaciones triásicas del manto alóctono de Granada;** y por otro lado, según los magníficos hallazgos del Profesor BROUWER, *se hallan adosados encima de las rocas del triásico del manto alóctono de Granada, en varios sitios de Sierra Nevada, lentejones o hitos del manto cristalino de esta base sub-bética.*

Por lo tanto no cabe la menor duda de que **la zona cristalina de Málaga y de la Sierra de las Estancias, como núcleo de la zona calcárea bética, cobija debajo de sí al triásico alpino oriental o austríaco de la Sierra Nevada.** Desde las cadenas sub-béticas podemos descender sin solución de continuidad tectónica de ninguna clase a la base cristalina de Málaga; pero al cruzar esta, (1) no vemos en manera alguna capas cada vez más antiguas, sino que encontramos en su base las series más jóvenes del triásico de la Sierra Nevada. Estas pasan, *se cobijan en todas partes* debajo de la base cristalina de las cadenas sub-béticas. Por último llegamos, pasando alrededor de la cúpula de la Sierra Nevada, sin solución de continuidad alguna, a una zona cristalina de declive pronunciado, la cual, al Sur del triásico de Sierra Nevada, se tiende en dirección meridional hacia la profundidad y alcanza el mar en la región de *Motril*. Es la *raíz* del gran manto calcáreo bético.

Al Oeste y al Este de la cúpula central de la Sierra Nevada vemos avanzar desde el Mediterráneo, como potente *manto alóctono cristalino*, procedente de una zona de raíz y con pronunciado declive, las montañas meridionales, principalmente cristalinas, sobre el triásico austríaco de Granada, hasta 60 kilómetros hacia el Norte. Delante de la línea de culminación longitudinal de la Sierra Nevada, tal como resulta por la emersión de la zona cristalina del Veleta en forma de bóveda debajo del triásico de Sierra Nevada, a ambos lados del macizo, es decir por delante de la Sierra de Baza, se elevan los ejes de los mantos alóctonos superiores, y la serie cristalina meridional, em-

(1) Al atravesar esta hacia la Sierra Nevada, —(N. del T.)

pujada por encima, apenas llega a alcanzar las culminaciones de las montañas. En parte quizá ha quedado refrenada esta formación cristalina detrás de las cúspides de la Sierra Nevada, pero en su mayor parte podemos considerarla como erosionada y barrida hace mucho tiempo por encima de ésta. Hoy, por lo tanto, la formación cristalina de base sub-bética sólo *a ambos lados de la Sierra Nevada* se extiende ampliamente hacia el Norte, y por ello podemos reconocer aquí, en el centro de la región, el hecho de una *circunvolución sucesiva de elementos tectónicos más elevados alrededor de un asomo o ventana más profunda* como ocurre una infinidad de veces en los Alpes. Al efecto sólo necesito recordar el avance del manto Bernardo-Adula a ambos lados de la semiventana del Tesino, la circunvolución de los Grisónides alrededor de los Pénides en Val Malenco, o las cenefas de los Tauros Altos o del Wechsel (1). Las condiciones en los alrededores de la Sierra Nevada son por completo análogas, sólo que aquí quedan algo ocultas las relaciones, no sólo por los derrubios cuaternarios de los valles, sino también por el relleno de las *cuencas terciarias* entre la Vega y Murcia. Acerca de esta relación, sin embargo, a mí parecer, no puede existir duda alguna. Todo conocedor de la tectónica alpina interpretará, según esto, la cúpula de la *Sierra Nevada y de la Sierra de las Filabres* como una magnífica *ventana* de unidades más profundas *dentro del conjunto de los grandes mantos alóctonos béticos*.

En resumen: queda demostrada la relación siguiente. Las montañas pretriásicas, principalmente cristalinas, de la Sierra de las Estancias y de Málaga, *llevan* cabalgando en sucesión normal las montañas de yeso-trías-jura *de las cadenas sub-béticas*, como ocurre a las cuñas paleozóicas en Orduña, en aquellos sitios donde se ha conservado la relación original entre las amplias cuencas terciarias. El hecho de que esas montañas de yeso-trías-jura *de las cadenas sub-béticas* han sido empujadas, como mantos desplazados o alóctonos, un poco por encima del margen de la colindante depresión andaluza y de la Meseta inclusive, ya lo sabíamos desde las investigaciones de NICKLES en el reino de Murcia y de DOUVILLÉ en la región de Jaén. Al Este demuestra la Sierra de Mallorca, descrita hace poco por FALLOT y DARDER de manera admirable, la misma construcción de escamas y mantos alóctonos. Los restos de una depresión marginal más antigua han sido empujados hacia el Norte con el avance de los mantos alóctonos calcáreos béticos, como en los Alpes, en forma de *mantos alóctonos de Flysch*. Particularmente en detalle, las

(1) Véase «Der Bau der Alpen», Doctor Staub.—Plano y perfiles.—(N. del T)

condiciones tectónicas de los mantos alóctonos béticos resultan sumamente complicadas; varias *escamas parciales* de la construcción ya han sido excluidas como tales, sobre todo por FALLOT y GENTIL y recientemente por BLUMENTHAL; pero todo eso aparece como un *detalle* insignificante ante el hecho de que **el fundamento, la formación básica del complejo total de los mantos sub-béticos, de la serie total de las cadenas peni-béticas, ha caminado como un manto alóctono cristalino de primer orden, por lo menos cerca de unos 80 kilómetros por encima de la cúpula central de la Sierra Nevada.** Tal es la distancia entre Orduña y la costa cerca de Motril. **Las cadenas sub-béticas, las montañas de Málaga y la Sierra de las Estancias, forman frente a la cúpula de la Sierra Nevada-Sierra de los Filabres una unidad considerable de primer orden, un complejo potente más elevado de mantos alóctonos o desplazados.**

Después de comprobada esta relación tectónica en la Sierra Nevada, podemos ahora diferenciar en el conjunto de la Cordillera Bética tres grandes unidades de estructura, tres grandes grupos de mantos alóctonos o desplazados componentes. En la parte más baja se halla la **zona del Veleta** con los sedimentos penínicos, como un gran manto que yace al menos por encima de las montañas autóctonas. Por encima sigue el **manto de Granada**, con depósitos cristalinos, paleozóicos y triásicos al Sur, como núcleo del manto, y con triásico sólo por el Norte. Sobre este manto de Granada se hallan descansando al Sur, Oeste y Este las montañas cristalinas de la Sierra de las Estancias y de Málaga, como núcleo cristalino de la zona calcárea sub-bética, y por el Norte se halla esta misma. **La formación cristalina de Málaga y de la Sierra de las Estancias, define por lo tanto con la zona calcárea sub-bética, un gran conjunto sobre el triásico del manto de Granada, un manto alóctono potente de orden superior, al que hemos denominado sencillamente el "manto bético".**

Con esto quedan definidas al mismo tiempo, de una manera indudable, tres grandes *unidades tectónicas de los Alpes*. En la base del sistema de mantos béticos reconocemos en la zona del Veleta de la Sierra Nevada la zona **penínica** de los Alpes Occidentales, encima sigue en el manto de Granada la zona de los **Grisónides** como en los Alpes, más complicada en sí. El manto bético por fin corresponde al potente manto principal de los Austrides, al *manto de los Tirólides*, de

la Silvretta, de los Alpes de Oetzal, de los Alpes Calcáreos Bávaros, al *manto austride* superior de los Alpes.

Las *longitudes de sus recorridos* o *importancia de los empujes* son como en los Alpes muy considerables; el frente bético ha avanzado por lo menos de 140 a 150 kilómetros. La zona de Granada ha caminado como manto alóctono o de desplazamiento cerca de 60 kilómetros por encima de la región penínica de la Sierra Nevada, y aún esta última no parece ser de ninguna manera autóctona.

Ahora vamos reconociendo más relaciones. El manto bético rodea casi completamente por el Oeste, Norte y Este la unidad más profunda del manto de Granada, éste a su vez está agujereado por la erosión completamente en la cúpula de la Sierra Nevada, y deja ver en el fondo, en el interior, la unidad bética más profunda, la zona penínica del Veleta. *Las montañas de la Sierra Nevada definen, por lo tanto, en su totalidad, en el interior de los mantos alóctonos de Granada y béticos, una ventana o asomo grandioso de más de 160 kilómetros de largo.* Con esto se ha reconocido el caso análogo a la ventana o asomo de los Tauros Altos, en España.

Por el Este y Oeste de la Sierra Nevada bajan los ejes del manto bético hasta tal punto, que la erosión actual no llegó a alcanzar unidades más profundas, y por lo tanto ese gran manto bético avanza en su conjunto íntegramente desde el Mediterráneo hasta el frente sub-bético. Ciertamente que a esta circunstancia se debe el que su carácter de manto alóctono o desplazado, y hasta la construcción en mantos de la Cordillera Bética entera, no se haya llegado a conocer hasta el día.

En resumen: en la Cordillera Bética tenemos las tres unidades siguientes, contadas desde arriba hacia abajo.

1. **El Manto Bético.**
2. **El Manto de Granada.**
3. **Los mantos de la Zona del Veleta.**

El manto de Granada y los de la zona del Veleta quedan limitados en la *ventana de la Sierra Nevada*; el *manto bético* forma el *conjunto principal de la cordillera*, desde las Baleares hasta Cádiz.

Con esto se manifiesta indudablemente una construcción **maravillosa en mantos alóctonos de la Cordillera Bética**. Hay en la Cordillera Bética de España potentes mantos alóctonos de dimensión alpina.

Desde Málaga, por la Sierra Nevada, hasta Murcia y Cartagena, reconocemos una *culminación potente de los mantos*, que puede com-

pararse con la culminación lepóntica de los Alpes, ó con la de los Tauros Altos. En correspondencia también suben y bajan los ejes de las cadenas béticas lindantes entre Cabra y Loja y en la provincia de Alicante. Concibiendo la construcción de la zona central cristalina como autóctona, lo que por otra parte ya hoy es imposible, no se podría comprender la sumersión de las plegaduras béticas desde el Este hacia el Oeste, entre Jaén y el río Genil; esa declinación de ejes se armoniza de esta manera con las oscilaciones de los ejes de la cadena central. A la sumersión de los ejes centrales entre Murcia y Cartagena corresponde en las cadenas béticas la desaparición de los grandes núcleos del jurásico debajo de las montañas alicantinas yesíferas. Veremos que la gran culminación de la Sierra Nevada todavía se deja notar en las tierras marginales españolas, hasta el bloque arcaico de la Sierra de Guadarrama. A las depresiones de ambos lados de la cadena bética corresponden en el Norte los hundimientos de la Meseta debajo de los sedimentos más jóvenes en Portugal y en Castilla. Así pues se amoldan también harmónicamente las circunstancias según las cuales se presentan los ejes de plegamientos en la *España antigua* con la referida construcción de los mantos alóctonos béticos.

Es importante para la mejor comprensión y para la significación de la construcción de las montañas españolas el análisis de la *segmentación horizontal* de estas montañas y su subdivisión en arcos. En la Cordillera Bética se pueden distinguir dos grandes sectores de primer orden: uno occidental, entre Cádiz y Mancha Real, con dirección ENE., y otro oriental, entre Mancha Real y el Cabo de Nao, con fuerte arrumbamiento al NE. *La dobladura entre ambos* segmentos es interesante en un doble sentido. Por un lado ésta se halla situada frente a un ángulo de la Meseta, en la región de Linares, y, precisando más, frontera de la combadura de los Ibérides, de la cadena central Castellana, entre la Sierra de Gredos y la Sierra de Guadarrama; y por otra parte en el «hinterland» cristalino, *tierra adentro* de esta gran combadura bética, se encuentra situado el *centro de la actividad volcánica joven*, en el Cabo de Gata, al Este de Almería. Tal como se halla emplazada la serie de volcanes y de macizos modernos del Hegau-Bregaglia-Adamello-Predazzo-Vicentino-Euganeen en la gran dobladura entre los Alpes Occidentales y los Orientales, o la serie de los volcanes de Estiria en la combadura entre los Alpes y los Cárpatos; así reconocemos aquí una disposición completamente análoga de volcanes y cicatrices de volcanes entre Ciudad-Real y Almería en la gran dobladura de las cadenas béticas frente al

ángulo sureste de la Meseta. La suposición expresada en «La Estructura de los Alpes», de que las erupciones volcánicas jóvenes y post-tectónicas tuvieron que seguir las grandes *dobladuras* de las cadenas, se confirma aquí de nuevo. También en el Alto Atlas el aparato volcánico del Djebel Siroua está situado detrás de la dobladura de la cadena en el Sur de Marraqués.

Los dos grandes *segmentos fundamentales* de la Cordillera Bética, los segmentos béticos occidental y oriental, se subdividen a su vez en varios arcos de montañas secundarios, o sea, a grandes rasgos, en dos por cada segmento. Entre Cádiz y Osuna avanza el *arco de Sevilla* hasta quedar a unos 50 kilómetros de la capital andaluza; a continuación se extiende hasta Jaén y Mancha Real el potente *arco de Jaén*. A estos arcos andaluces sigue una extensa guirnalda de ellos entre Mancha Real y el Paso del Segura, en el noroeste de Murcia, con el macizo de escarpas de Sagra. Este segmento, por ello, se ha designado con el nombre de *arco de Sagra* o *del Segura*. Por fin, al Este de la línea Murcia-Hellín se extienden, hasta el Cabo de Nao, un crecido número de elementos secundarios, que forman el *arco de Alicante*.

Las porciones interiores de las cadenas siguen en parte la forma de esos arcos. Así en la curva de la cadena cristalina del Talayón, hacia Cartagena y Cabo de Palos, reconocemos el arco de Sagra, y encontramos en la región de la ciudad del plomo, «La Unión», el principio de la combadura de ese arco de Sagra hacia el arco de Alicante. Corresponden a la intensidad de esta dobladura series de volcanes modernos, que se destacan de las montañas desde el Mar Menor hasta mucho más allá de Murcia; que también aquí vemos surgir de manera análoga a como aparecían detrás de la gran dobladura de las cadenas béticas, cerca de Mancha Real, en la región de Almería. Y débilmente por fin se puede también notar la dobladura andaluza en el Genil, en la cadena cristalina de Málaga.

Para el reconocimiento de las líneas fundamentales del plegamiento alpino tienen sobre todo una importancia particular el final *occidental* y *el oriental* de esa cadena, cerca de Gibraltar-Cádiz y entre Valencia y Alicante. La gran cuestión que se plantea en la *terminación occidental* es la siguiente: ¿Se doblan las cadenas montañosas, en efecto, como tales cadenas, con sus pliegues, por el Estrecho de Gibraltar, siguiendo el camino de Africa, para penetrar en el Rif, según el concepto de SUESS, GENTIL y recientemente de ARGAND, o es sólo el arco de Gibraltar una apariencia de cadena, acaso una cresta de enlace falsa entre los declinantes ejes de dos trozos de Al-

pides, que se hundan hacia el Océano, uno plegado en el Norte y el otro en el Sur, como el arco de Liguria, y es entonces, por eso, por lo que la Cordillera Bética avanza por el golfo de Cádiz hacia el Océano, como los sostuvimos **TERMIER** y yo? El problema del *término final oriental* bético es este otro: ¿Avanza la Cordillera Bética entre la península y la parte del Norte de las Baleares, paralelamente a la costa catalana, directamente hacia los Alpes de la Costa Azul, o avanza el margen exterior de la cordillera por las mismas Baleares, volviendo desde allí hacia Cerdeña? También en este caso **ARGAND** y yo tenemos un concepto distinto. Véamos pues.

El **extremo oriental de la Cordillera Bética** avanza entre Alicante y Gandía con dirección al Este, y en algunos sitios hasta con dirección ESE., hacia el Mediterráneo. El frente bético cerca de Gandía puede, por lo tanto, en el mejor de los casos, internarse en Ibiza, y aún esto solo previa una nueva y fuerte dobladura o encadenamiento de arcos en el espacio de mar situado en el intermedio. La cadena central bética ya va cayendo al mar 160 kilómetros más al Sur, con corrimiento ENE., y, teniendo en cuenta el rumbo en el arco de Alicante y en Ibiza, probablemente llega a quedar situada proporcionalmente al Sureste de las Baleares. Por lo tanto casi no se puede hablar de que la cadena central bética evolucione en dirección paralela a la costa catalana. Tampoco vuelve en Mallorca la dirección de las cadenas béticas hacia Cataluña, sino que entra muy suavemente y sin violencia alguna, impulsada por un empuje lateral corso-cerdeño, en la dirección de Menorca, donde probablemente predomina la corrida o rumbo hacia el SE. *De todas formas por ningún hecho se puede comprobar la comunicación directa entre Los Alpes y las Baleares paralelamente a la costa catalana.*

Pasemos, pues, al exámen de la *terminación occidental de las cadenas béticas entre* Gibraltar y la desembocadura del Guadalquivir. Vemos en primer término que la depresión marginal del arco de la cadena de Sevilla no continúa hacia el Sur, como lo exigiría ciertamente una dobladura de importancia primordial de las montañas hacia África, sino que continúa hacia *el Oeste*, en dirección poco inclinada con relación al borde de la Meseta. Desde Ayamonte se intercalan entre la costa y la Meseta las modernas *plegadasuras del Algarbe* con dirección EO. Estas se deben considerar como contrafuertes de reacción o réplicas de una continuación, hoy hundida, de las cadenas béticas en dirección EO., las cuales, por lo tanto, consideradas así, no podrían girar hacia África por la combadura de Gibraltar. **ARGAND** sorteó bien esta dificultad dejando avanzar, por lo pronto, la cadena

bética más hacia el Oeste, al Sur del Algarbe, y solo en el mioceno la hace girar bruscamente hacia el Rif. Con esto debía de concordar una débil actividad volcánica en el Algarbe meridional al final del terciario. *¿Pero dónde se hallan las manifestaciones volcánicas de una acción tan potente en las provincias de Huelva y de Sevilla?*

Otra circunstancia más habla en contra de la suposición de una gran dobladura en el concepto de SUESS y ARGAND. Si antes de la desviación de la cadena el extremo o final occidental bético estaba situado, como supone ARGAND, delante del Algarbe, entonces se debía haber dirigido la cadena bética al Oeste de la combadura de Almería-Mancha Real, quizás en el corte Córdoba-Málaga, según una nueva y pronunciada combadura hacia el Oeste. Más, en este caso, también debíamos encontrar allí, de una manera similar, *modernos fenómenos volcánicos*, como en la línea de Almería, es decir basaltos, andesitas, traquitas, etc. Sin embargo, *no ocurre así*. Tampoco se puede suponer que la cadena bética occidental, en su conjunto, haya influido para *reducir*, por su corrimiento en dirección meridional, una dobladura antes más pronunciada cerca de Almería. Pero la desviación de la cadena, según ARGAND, debe coincidir con el principio del mioceno; en tanto que los volcanes de Almería, que deben su origen a un quebrantamiento producido precisamente por una dobladura más *pronunciada* de la cadena, son más modernos que el mioceno. Por lo tanto la cadena bética occidental, por el contrario de lo que implicarían esos supuestos, ha sido **empujada** durante el mioceno **más hacia el Norte**, lo que llevó consigo una dobladura más pronunciada cerca de Almería, y con esto las series conocidas de aparatos volcánicos. En pró de estos movimientos miocénicos de la cadena hacia el Norte, también aboga el arrollamiento o cobijadura marginal de la depresión colindante miocénica, por el frente de los mantos béticos, en los alrededores de Jaén y al Sur de Córdoba.

Por fin toda Eurasia no tiene hasta hoy día ni una sola cadena que demuestre tal encorvamiento de su eje, como se exige para Gibraltar, y además vemos avanzar hacia el **Océano el conjunto** del *gran sistema alpino de cadenas*, desde los Pirineos hasta el Atlas Alto. ¿Donde queda aquí margen para tales circunvoluciones extrañas de una cadena o cordillera, que íntegramente están incluida en el sistema? **La Cordillera Bética avanza con rumbo al Océano, como todas las demás cadenas de la orogénesis eurasiática, con acentuado descenso hacia el Oeste.**

Por lo tanto siempre llegamos nuevamente a tener que suponer

que la cadena bética continúa hacia el Océano Atlántico, y el «arco» de Gibraltar nos va pareciendo cada vez más una especie de hermosa decepción.

Examinemos aún más de cerca el **extremo occidental de la cadena bética entre Málaga y Gibraltar-Cádiz** y la relación supuesta con el Rif norteño.

Entre Granada y Motril se hunde la ventana penínica de la Sierra Nevada, con sus ejes arrumbados hacia el Oeste, por debajo del triásico del manto alóctono de Granada, y este mismo se hunde debajo de la serie cristalina del gran manto alóctono bético. Esta serie cristalina, llamada formación cristalina de Málaga, envuelve como una cáscara de cebolla las unidades tectónicas más profundas. Por la provincia de Málaga avanza este potente núcleo cristalino hacia el Oeste, acompañado al Norte de la serie de las cadenas sub-béticas. *Pero entre Ronda y Estepona también vemos hundirse en profundidad, según sus ejes, a la serie cristalina de Málaga, hacia el Oeste y Suroeste, y los estratos mesozóicos de la cadena sub-bética se doblan según una bóveda declinante de la serie cristalina de Málaga hacia el Sur y el Este, formando una serie de estrechas cuñas mesozóicas, las cuales acompañan ahora también a la formación cristalina de Málaga, por el Sur,* hasta Málaga (1). Estas cuñas del triásico entre Estepona y Málaga están sin duda alguna relacionadas con el trias sub-bético, hacia cuyas cadenas avanzan, muestran la facies germánica sub-bética, lo que sin dificultad alguna se puede observar.

¿Qué es por lo tanto lo que tenemos ante nosotros? No es otra cosa que la gran **raíz de la zona calcárea bética**. Cerca de Motril hemos visto subir hacia el Norte la base cristalina de la misma, por encima del trias de Granada, y extenderse cada vez más por encima de este hasta la cuenca de Granada. Entre Estepona y Málaga reconocemos, en la porción *meridional* de ese mismo conjunto cristalino del núcleo bético, cuñas del triásico, que **sin solución alguna de continuidad** *pueden seguirse sobre la base cristalina declinante en todas partes, hasta internarse en el mismo trias sub-bético*. Estas cuñas se han de entender, por consiguiente, como **cuñas de la raíz de la zona calcárea sub-bética**. Las formaciones del triásico, jurásico, y aún la yesífera de las cadenas sub-béticas, evolucionan hacia el Este alrededor del extremo occidental declinante del conjunto cristalino de Málaga, y hasta la gran zona del Flysch de la provincia de Cádiz

(1) Téngase a la vista el plano.—(N. del T.)

evoluciona también claramente por ese extremo hacia el Sur y el Este.

Ahora bien, este hecho nos demuestra que de ninguna manera se puede hablar de una combadura de los mantos béticos hacia Africa. *La zona calcárea sub-bética no gira hacia Africa, sino que sigue según su base declinante hacia el Oeste, continuando dicha base cristalina al Sur como una raíz de arrumbamiento normal entre Estepona y Málaga.*

¿Entonces que interpretación cabe ahora a la región del **Estrecho de Gibraltar**, tomando por base este nuevo estado de cosas? Hasta ahora siempre se ha creído en una continuación de las cadenas de Gibraltar hacia el Rif. La Cordillera Bética debía *atravesar* el estrecho según el arco de Gibraltar.

La realidad sin embargo tiene un aspecto distinto. Primero alcanzan el mar en la región de *Cádiz* las cadenas *exteriores* sub-béticas con un rumbo completamente *normal*, y también *las plegaduras de la región situada entre Tarifa y Algeciras ofrecen un recorrido paralelo al estrecho y no en sentido transversal*. Las rocas de Tarifa, más al Norte y a lo lejos del Cabo Espartel señalan hacia el Atlántico. Pero es que, además, la costa *africana* tampoco en modo alguno aparece como sintomatizando favorablemente el cruce del estrecho por las plegaduras particulares de ese orden. Cerca de *Tánger* siguen las bóvedas *paralelamente a la costa*; lo mismo ocurre en el *Yebel Musa*, cerca de Ceuta, donde pueden seguirse los ejes de los plegamientos con igual dirección, *en su avance hacia el Mediterráneo, en vez de continuar hacia Gibraltar*. También la misma roca de Gibraltar *muestra fallas de resbalamiento EO*. Persuasiva aparece también la declinación occidental de esa gran roca del lías de Gibraltar; tal es la declinación general de los *ejes del plegamiento*, no la declinación de un lado, de una rama de una plegadura. Entre *Ceuta y Cabo Negro*, al Este de Tetuán, reconocemos, por fin, según los más recientes esquemas geológicos españoles, una gran bóveda cristalina, la cual se sumerge, corriendo sus ejes en dirección occidental, pero que avanza por el Este *con rumbo normal EO, hacia el Mediterráneo*.

Si consideramos la región del Estrecho de Gibraltar en su conjunto, reconocemos al Norte, entre Estepona y Ronda, la gran bóveda cumbre del manto alóctono bético, al Sur de esta la raíz bética. Más allá del estrecho sigue la bóveda cristalina entre Ceuta y Cabo Negro. La región intermedia, juntamente con el Estrecho de Gibraltar actual, aparece, por lo tanto, como una *zona sinclinal de dispositivo*

y recorrido normal y de construcción complicada entre ambas bóvedas anotadas, siendo entonces el mismo «Estrecho» la parte plegada más profunda. Se intercalan, por lo tanto, al Sur de la raíz bética, paralelamente a la cadena bética, *nuevos elementos de plegamiento*, que empiezan con la bóveda del lias de Gibraltar y que comprenden más al Sur las plegaduras del Rif. El mismo cuadro que al Sur de las raíces de los Alpes, donde también el «*hinterland*», las tierras interiores, más distantes de la cadena alpina, se han reunido en una gran *serie de plegamientos*. El Rif correspondería en este caso a los *Alpes meridionales*, las cadenas dináricas interiores. La bóveda de Ceuta tiene un gran parecido con el anticlinal insúblico (1) entre aquellas cadenas montañosas. Al Norte de la misma declinaciones hacia el Norte, al Sur de la misma declinaciones hacia el Sur, exactamente como en los Alpes.

De esta manera podemos comprender *hoy la relación entre el Rif y la cadena bética* de una manera completamente distinta. No existe en el Estrecho de Gibraltar una cadena que *atravesase* el Estrecho para internarse en el Rif marroquí, sino que en las costas del Estrecho de Gibraltar se reconoce una *serie completa de cadenas, que avanza desde el Mediterráneo hacia el Océano, en dirección normal, OSO. a través del Estrecho, paralela a la Cadena Bética*. Al Norte tenemos la cadena alpina, con sus grandes mantos alóctono o desplazados; al Sur la zona zaguera de fondo, la tierra marginal de fondo del pilar fundamental africano, con plegamientos dináricos, en el Rif. Por la depresión de Gibraltar, que se extiende en dirección OSO, queda establecida en profundidad la relación de ambos elementos; estos se nos muestran sencillamente como dos cadenas paralelas con su eje central en el Estrecho. Por lo tanto allí tenemos a la vista un grandioso **abanico de cadenas**.

Sin embargo, no es difícil juzgar cual ha sido el *movimiento principal de toda la orogénesis*. Las grandes cobijaduras todas *señalan al Norte, hacia Europa*, y están limitadas a la cadena bética. Las cobijaduras del Rif, que durante algún tiempo han sido muy exageradas, quedan dentro de límites mucho más modestos, aparecen frente a la potente plegadura del norte de la cadena bética como unas pequeñas *plegaduras secundarias*, (2) como los Alpes Meridionales frente a los Alpes. Los mantos de desplazamiento béticos avanzan 160 kilómetros desde su raíz hacia el Norte; las cobijaduras meridionales en el

(1) Insúblico, de Insubria, antigua comarca al Norte de Italia.—(N. del T.)

(2) Pudiera tratarse de un desplazamiento de *retroceso*.—(N. del T.)

Rif se mueven entre 20 y 30 kilómetros en la región de Mekinez y Fez. Estos corrimientos meridionales en el Rif son además los únicos reconocidos en toda la orogénesis entre el Atlas y los Pirineos; *en todas las demás partes todos los desplazamientos van hacia el Norte.*

La cadena bética aparece cada vez más como la fiel *reproducción* de los **Alpes**; por su potente corrimiento hacia el Norte, por su construcción en cobijaduras, por su subdivisión en varias zonas. Tres unidades potentes yacen una encima de la otra, la zona del Veleta, el manto alóctono de Granada y el manto alóctono bético. La zona del Veleta corresponde por sus facies y por su posición tectónica a la zona central penínica de los Alpes; el manto de Granada recuerda el potente conjunto de los Grisónides alpinos, los mantos alpinos orientales o australes, centrales e inferiores; el manto bético, por fin, con su base imponente cristalina, se ha de considerar como un equivalente a la zona principal de los Alpes Orientales; la zona calcárea sub-bética en especial aparece como análoga a los Alpes calcáreos orientales. La zona sinclinal de Gibraltar corresponde a una línea del Drave ampliada; la bóveda entre Ceuta y Tetuán al anticlinal insúbico, el Rif a los Alpes Meridionales. En la base del manto alóctono frontal bético se nos ofrecen unidades más profundas, bajo la forma de mantos alóctonos desplazados de Flysch, que, por su combinación trias-eoceno, recuerdan mucho el conjunto Gurnigel-Niesen, o la zona de Flysch alpino-oriental. La ventana de la Sierra Nevada es una reproducción de los Tauros Altos; el manto de Granada se corresponde grandemente con la ornamentación de Radstatt. Un sinnúmero de analogías une así los Alpes y la Cordillera Bética en un conjunto uniforme de cadenas.

Queda ahora que señalar las *diferencias*. Primero tenemos la mucho *menor aglomeración* de mantos alóctonos o de desplazamiento, comparada con la de los Alpes. Conocemos en la Cordillera Bética tres grandes mantos alóctonos tan solo de ese tipo, en tanto que en los Alpes conocemos bien de 10 a 12. Esta es *una* diferencia grande. La segunda consiste en la facies en parte distinta de los materiales que por lo general deben corresponderse los unos con los otros. Se manifiesta aquí en la Cordillera Bética cierto *empobrecimiento de las facies*, lo que sucede ya en la tierra marginal bética. Pero también la zona penínica es aquí incomparablemente más pobre que en los Alpes, aún cuando todavía se puede reconocer bien como tal zona. Muy de observar es especialmente la diferencia de facies entre el manto alóctono de desplazamiento bético, el manto alóctono de desplazamiento principal de la cordillera española, y los mantos alócto-

nos de los Austrides, superiores de los Alpes calcáreos. ¿En donde se halla aquí la gran zona del triásico austride superior; donde el triásico de los Dinárides? En su lugar nos encontramos con una formación triásica puramente «germánica». ¿Como explicar esto? Primero: este triásico no debe considerarse como germánico, sino como marroquí, puesto que este trias se depositó en otros tiempos al Sur del triásico de la Sierra Nevada, de facies marina, y estuvo en comunicación directa con el triásico continental de Marruecos, al Sur de este espacio de mar. La relación tectónica lo confirma de manera evidente. Pero es que parece observarse en el manto bético hacia el Este, ya en la zona de las Baleares, en la *misma* unidad tectónica, el tránsito del *régimen continental* bético al desarrollo *marino* observado en los Alpes Orientales. Parece, por lo tanto, como si la Tethys, muy ancha en el meridiano de los Alpes, hubiera quedado reducida en el sector hispano-marroquí a un *brazo de mar* relativamente *estrecho*, en cuyo fondo se fueron depositando series penínicas y austrides solo en reducida anchura, en tanto que especialmente la zona *meridional* de los Austrides posteriores era tierra firme, ligeramente inundada por el agua.

Diferencias en las facies se pueden observar aquí claramente en el recorrido de la Tethys antigua. En el espacio de los Alpes tenemos un mar ancho y relativamente profundo; en el espacio España-Marruecos solo un brazo de mar estrecho. El Estrecho de Gibraltar lo representa hoy en su último vestigio. Corresponderá a las investigaciones posteriores indagar más a fondo estas relaciones y buscar sus causas en la tectónica antigua precedente.

Existen, por lo tanto, diferencias entre los Alpes y la Cordillera Bética, pero estas son *insignificantes* ante el gran número de *analogías* que existen entre ambas formaciones. La concordancia mayor entre los Alpes y la Cordillera la tenemos en la *construcción en mantos alóctonos* o desplazados de ambas montañas.

Queda todavía por realizar un inmenso trabajo en la maravillosa cordillera de España meridional, hasta que la podamos clasificar en toda su extensión como a nuestros Alpes. Pero las líneas fundamentales de su estructura ya se manifiesta claramente; *la construcción en mantos alóctonos o desplazados es la que domina; una maravillosa tierra alpina, de mantos alóctonos desplazados, alcanza en el Sur de España el inmenso Océano.*

Con esto damos por terminadas nuestras consideraciones acerca de los Alpides de España y pasamos al tercer gran elemento de la estructura de la península ibérica, es decir al exámen de

La plegadura de las tierras marginales de los Ibérides

El gran empuje africano, que creó en el borde meridional de la antigua Europa las cordilleras de los Alpides, rompió también a gran distancia las *tierras marginales rígidas del continente* y las reunió de nuevo por cadenas *modernas*. El variado mosaico de las tierras marginales europeas queda de este modo asido uniformemente por esta potente plegadura de las tierras marginales o colindantes; dicha plegadura lo mismo pasa por macizos antiguos que por mesetas mesozoicos y cuencas terciarias. Pero mientras que en Europa Central esta plegadura de las tierras marginales, fuera de los macizos centrales autóctonos incluidos en los mismos Alpes, no ha podido llegar a acumular verdaderas cordilleras, a definir cadenas propiamente dichas, vemos que en la Meseta Ibérica, donde las tierras marginales estuvieron mucho más expuestas directamente al avance africano, destroza la Meseta entera, así como el zócalo de mesetas sedimentarias a ella adosadas, y se forman dentro de esas tierras ibéricas, marginales de los Alpides, potentes cadenas montañosas modernas, de dimensiones imponentes. Hay que tener en cuenta que las tierras marginales de la Europa Central estaban situadas lejos, hacia el Norte, en la bahía alpino-carpática, entre las montañas promontorios marginales rusos y españoles, y por lo tanto se hallaban bien *protegidas* contra el avance impetuoso del Africa antigua, mientras que España y la zona pónica hicieron directamente frente al coloso africano. Solamente por esa causa fueron muy débiles los efectos producidos por la plegadura de las tierras marginales en el sector de la Europa Central, en tanto que vemos surgir en las *tierras marginales expuestas al avance* de una manera directa, al Este el *Caucaso* y al Oeste los *Ibérides*, como potentes montañas particulares autóctonas. **La plegadura de las tierras marginales se nota especialmente en aquellos lugares donde el continente atacado puede ofrecer una resistencia acentuada.** Exactamente lo mismo reconocemos también en el Asia Central, delante del núcleo antiguo de la tierra o continente de Angara. *Así por su posición, que ya a primera vista resalta, alejada del continente hacia Africa, comprendemos hoy día la estructura complicada, peculiar y única en toda Europa, de la Península Ibérica,* donde, como en ninguna otra parte de Europa, se siguen, en las tierras marginales de los Alpides, unas tras otras las montañas de tipo extraño.

La tierra marginal ibérica se ha reunido gracias a un potente grupo de cadenas. Primero tenemos al Norte la cordillera de las montañas *pirenaico-cántabro-asturianas*, separando las tierras altas españolas del Océano y del resto de Europa. Después corre una segunda cadena elevada, mucho más encorvada en su transcurso y en parte resuelta en virgaciones secundarias o bastidores, que cruza toda la península desde Cataluña hasta Lisboa. En la *cadena central de Castilla*, de la Sierra de Gredos y de la Sierra de Guadarrama, alcanza hoy esa segunda cadena su zona de culminación. Las *sierras de Toledo y de Guadalupe* son otro miembro más débil del grupo de cadenas ibéricas y por último aparece al Sur, a la vista de las cadenas béticas, la ancha bóveda de la *Sierra Morena*, con su prolongación a las sierras portuguesas meridionales del litoral del Algarve, aglomerada como débil final de la plegadura de las tierras marginales ibéricas en troncos o segmentos llanos, los que sin embargo evidencian vivas erosiones.

La *intensidad de los movimientos disminuye desde el Norte hacia el Sur*, así como la altura de las cadenas. Mientras que en los Pirineos se alcanzan alturas de 3.400 metros y en Asturias de 2.700 metros, descienden estas en la cadena central de Castilla a 2.600 y 2.400 metros, y quedan en la cadena de Toledo ya por bajo de 1.500 metros sobre el nivel del mar. En la cadena meridional de Sierra Morena, por último, apenas si pasan de los 1.000 metros. Y en tanto que los Pirineos ofrecen una *construcción en mantos alóctonos compleja*, pero modesta en comparación con los Alpes o con la Cordillera Bética, aglomerados en un potente abanico tectónico, la cadena asturiana nos permite ver una *plegadura* formidable *en abanico*, con cobijaduras ocasionales y la cadena ibérica central una imponente *construcción de plegaduras* del tipo del Jura, reconocemos solo en los dos elementos meridionales débiles *combamientos* de la base antigua de la Meseta, con *movimientos en fallas* y planos listricos, que hoy muchas veces solo difícilmente se dejan reconocer como tales. **La plegadura de las tierras marginales se acentúa a medida que aumenta la resistencia en el interior del macizo frontero del continente**, es decir aumenta en intensidad y en magnitud hacia el Norte, hacia los baluartes firmes de la Europa Central. La cuenca intercontinental de los depósitos cántabro-pirenaicos puede que haya favorecido más aún la mayor trasformabilidad de estas zonas. Observamos, por lo tanto, en España una *disminución de los plegamientos de las tierras marginales, a medida que se alejan estas de la zona de resistencia de Europa Central*,

una reducción de esas plegaduras desde la mayor resistencia hacia el Sur; pero esta disminución de los plegamientos en las tierras marginales ibéricas hacia el Sur, de ninguna manera debe considerarse como un argumento en el sentido de que *no* se trata acaso en esos plegamientos de contrafuertes, réplicas o reacciones alpinas (1); estas réplicas se hallan y se refieren por lo tanto en su *totalidad* a las tierras marginales, las que se juntaron o soldaron por lo pronto a la *resistencia mayor más próxima*; es decir, que aparecen delante del bloque o macizo antiguo de la Meseta Central Francesa y en los sitios particularmente débiles. Con esto reconocemos aquí la misma *ley de la primera y más potente o fuerte deformación y aglomeración en frente de la resistencia más próxima*, como en los mantos alóctonos o de desplazamiento de los Alpes, donde también vemos originarse el manto alóctono o de desplazamiento de Bernardo como gran unidad penínica más inmediata a la base autóctona, antes de que se formaran los mantos traseros, también más débiles, del Monterosa y de la Dentblanche. Y sin embargo, nadie pondrá por esto en duda la acción del «hinterland», de la tierra interior alpina, del macizo zaguero, que empuja desde el Sur.

Veamos ahora algunos detalles y concretemos el dispositivo de los **Ibérides** de España y Portugal.

El hecho de que los **Pirineos** sean un sistema de plegaduras alpinas con lentejones enormes de núcleos hercinianos y construcción de mantos alóctonos o de desplazamiento o cobijaduras modesta, es conocido desde hace mucho tiempo. Todavía hoy muchos sabios investigadores relacionan los Pirineos directamente con los Alpes Occidentales y con el sistema de los Alpes en general. La circunstancia de que, sin embargo, la *facies* de los Pirineos en nada manifiesta un carácter verdaderamente alpino, siendo por el contrario netamente *epicontinental*, ya indujo a EDUARDO SUESS a reconocer los Pirineos como de tipo alpino deformado, pero a *separarlos* por otra parte radicalmente de la cordillera de los Alpides. En efecto, hoy que conocemos más a fondo la cordillera de los Alpides, y que también por fin hemos obtenido claridad completa acerca de la construcción de los Alpes mismos, resulta imposible una ordenación de los Pirineos en el sistema de los Alpides. *Sobre todo faltan las series típicas alpinas de la Tethys, las Ofiolitas y los sedimentos de mar profundo, pertenecientes a la construcción auténtica alpina*, y por último también falta en los Pirineos la intensa construcción de mantos alóctonos o de des-

(1) Contrecups-contrafuertes, o podríamos decir mejor cadenas de reacción o réplicas.
—(N. del T.)

plazamiento y las cobijaduras de *traza magistral*; todo lo demás aparece sobresaliente y dominante como en los Alpides auténticos. ¡Qué serie más pobre de sedimentos genuinamente europea nos ofrecen los Pirineos, y que pobres aparecen las ofitas pirenaicas al lado de los potentes lacolitos de los Ofiolitos alpinos! Siguiendo el sistema de los Alpes desde el Oeste hacia el Este, desde el Apenino y la Cordillera Bética hasta internarnos en Asia, hasta las islas de Sonda y más abajo hasta Nueva Caledonia, vemos *que la zona genuinamente alpina salida de la Tethys siempre en todas partes aparece acompañada de grandes masas de Ofiolitas*. Las Ofiolitas son, aparte de las series de sedimentos completas de la Tethys, las rocas características más sobresalientes de la zona alpina, de un lado al otro de Eurasia. Pues precisamente estas *faltan* también en los Pirineos.

Por consiguiente, de ninguna manera podemos considerar a los Pirineos como un miembro de los Alpides, y lo que vemos en los Pirineos de plegaduras alpinas, no es otra cosa más que una grandiosa *plegadura de las tierras marginales alpinas*, la cual ha comprendido los sedimentos y el fundamento antiguo de una cuenca marina de *la Europa interior*, que estuvo relacionada sólo superficialmente y con muchas interrupciones con la Tethys propiamente dicha. **Los Pirineos son, por decirlo así, el caso típico de un plegamiento de tierras marginales en la zona frontera de un sistema orogénico.**

Mucho menos conocida es la *edad alpina* del gran macizo *asturiano*, situado entre el mar Cantábrico y las provincias de León y Palencia. Llamo a estas montañas, con relación a los Pirineos, los **As-
tures**. La notable tectónica antigua de esta tierra montañosa, que tan evidentemente salta a la vista en la *rodilla asturiana* de los Hispánides, probablemente ha sido la causa de que hasta ahora no se haya prestado la debida atención a esa tectónica joven en Asturias. Y, sin embargo, la estructura alpina de este macizo asturiano está tan clara y es tan magnífica, que tiene que llamar la atención cada vez más al contemplar el mapa geológico de España. Por eso PENCK y TERMIER, prescindiendo de toda la complicación herciniana de esta cadena, han señalado las *líneas de estructura alpina* de la misma.

Primero las porciones orientales de la rodilla asturiana, es decir las plegaduras del siluriano-carbonífero al Este de Oviedo, están limitadas, tanto al Sur como al Norte, por largas depresiones sinclinales de depósitos yesíferos. Llama especialmente la atención la ex-

tenza **zona yesífera de Asturias**, *la que, desde la cuenca de Oviedo, y aún desde Grado, hasta más allá de Cangas de Onís, corta en una longitud de cerca de 100 kilómetros las plegaduras hercinianas de la rodilla asturiana en discordancias muy pronunciadas*, separándolas así de los plegamientos paleozóicos del litoral asturiano entre Avilés y Llanos. Esta alineación yesífera es **un sinclinal alpino** típico, y ambas cadenas paleozóicas, al Norte y al Sur de él, aparecen, por lo tanto, en cierto modo como **pilares o macizos centrales hercinianos**. Maravillosa es esta discordancia entre las estructuras alpinas y hercinianas entre Cangas y Oviedo, y es sorprendente ver como se imponen las líneas de la estructura herciniana a través de las depresiones mesozóicas de Avilés. Aquí quedan cortadas, según un ángulo de 90 grados, las alineaciones de los plegamientos hercinianos de Belmonte, que se extienden hacia el Noroeste, por la depresión jurásica-triásica, que avanza hacia el mar en dirección ONO., y más allá de esta depresión vemos las alineaciones antiguas seguir entre Gijón y el Cabo de Peñas con dirección ininterrumpida al NE. Al Norte de Infiesto y Arriendas observamos algo parecido. Zonas de depresiones y sinclinales alpinos, de arrumbamientos más o menos pronunciado al EO., cortan, por lo tanto, en sentido inclinado y transversal las plegaduras hercinianas antiguas de la rodilla asturiana. Al Norte de Oviedo se eleva la cadena de *Narancos*, con dirección típica pirenaica EO., en escarpadas fallas de pronunciado declive sobre la zona yesífera asturiana, empujada al mismo tiempo hasta el volteo local. Otra alineación alpina tenemos en las *Peñas de Careses*, al NE. de Oviedo, descritas por TERMIER, y en la bóveda del carbonífero de *Cabrañes*. Ambas zonas anticlinales se hallan en dirección ESE., en sentido inclinado con relación a la antigua alineación asturiana. Por la depresión de Oviedo-Cangas se dividen los Astures en dos macizos centrales independientes alpinos, el más meridional de los cuales se interna por Tineo directamente en la cresta antigua gallega, y el macizo que se halla situado al Norte alcanza en el Cabo de Peñas el Océano, después de sumergirse por debajo del puente de sedimentos de Villaviciosa y Gijón. *La zona del yeso de Oviedo, situada en medio, recuerda directamente los fosos o depresiones del Tianschan. Una depresión o foso de Ferghana* en el Suroeste de Europa.

Instructivo resulta, y sobre todo es un comprobante más para definir el carácter alpino de los Astures, el *final oriental* y el borde meridional del gran macizo central asturiano, que se eleva en los *Picos de Europa* hasta 2.700 metros sobre el nivel del mar Cantábrico.

Aquí, procedentes del Este, penetran en la infraestructura herciniana antigua en forma de lenguas, exactamente como por ejemplo en el macizo del Aar de los Alpes, largas hondonadas o sinclinales con sedimentos triásicos, jurásicos y yesíferos, y cerca de San Vicente de la Barquera hasta entra a formar parte de estos sinclinales el coceno. Este se cobija al Norte de una depresión sinclinal de declive pronunciado debajo del triásico y del paleozóico. Por otra parte aparece el carbonífero asturiano al Suroeste de Santander en medio de las plegaduras de los sedimentos cantábricos, en la profunda incisión de *Las Caldas*, al Sur de Torrelavega, en forma de una bóveda con dirección EO., como *ventana hercínica*, exactamente como emerge nuevamente al Este del macizo del Aar en la ventana de Vaetis el fundamente herciniano por debajo de los depósitos helvéticos. En el extremo oriental del macizo central asturiano también reconocemos la misma *discordancia* clásica de la estructura herciniana en contraste con el mesozóico, análogamente a como ocurre en el Dent de Morcles o en el Toedi. En el borde meridional del macizo, entre Cervera del Río Pisuegra y el extremo Noroeste de la Cuenca de Castilla la Vieja, al Oeste de la Vecilla, se hunden los depósitos yesíferos en pronunciadas plegaduras debajo del macizo asturiano. Este se eleva, por consiguiente, como un potente pilar o **macizo con estructura en abanico** entre los sinclinales de Oviedo y Vecilla-Cervera, definiendo la Sierra asturiana actual. Hacia el Este, en la línea Llanes-Reinosa-Cervera, se hunde este macizo central, en relación con la declinación o descenso oriental de toda la Meseta, por debajo del gran *punte de sedimentos de Cantabria*; hacia el Oeste se elevan los sinclinales alpinos al aproximarse a la gran *culminación gallega de los ejes* de los Ibérides, que vamos a reconocer más aún todavía; entonces las montañas parecen ensancharse, allanándose el macizo. Quizá la pequeña cuenca miocena de Monforte, al Noroeste de Orense, y la porción inferior del río Miño, marcan el final suave de los movimientos alpinos de los Astures hacia el bloque arcáico antiguo de Galicia.

Por último, también hay antecedentes de que en los Astures existen *fenómenos de cobijaduras*, con formación de ventanas y lentejones o retazos alóctonos aislados. Las areniscas paleozoicas descansan, entre Llanes y Santander en varios sitios, en forma de retazos o lentejones alóctonos, sobre el puente de sedimentos asturiano-cantábrico, y al Norte de los Picos de Europa debe aparecer cerca de *Lebeña* una ventana u ojal en el yeso, que asoma debajo del macizo asturiano. Pero con esto *no* se quiere decir que en la construcción de los Astures entren a formar parte verdaderos mantos alóctonos, des-

plazados, de carácter alpino, lo que tampoco es muy probable, según el cuadro que nos ofrecen los mapas. Acaso se deriven los lentejones y retazos alóctonos anotados en el litoral, que aparecen en disposición alóctona, de fenómenos de cobijadura locales, contiguos a el conjunto alpino de la cadena asturiana, y en este caso no aparece asegurada de ninguna manera la existencia de la ventana de Lebeña. Aun cuando las margas que allí asoman resultaran ciertamente ser de ese tramo yesífero que nos interesa, teniendo en cuenta la situación de Lebeña, en primer lugar habría que pensar en una continuación de la *depresión sinclinal de Oviedo* hacia el Este, la que muy bien pudiera cobijarse localmente debajo del macizo de los Picos de Europa. Que el macizo central asturiano entero haya cobijado bajo sí una meseta de yeso cerrada, no parece probable, por el mero hecho de que al Oeste del macizo, donde con arreglo a la elevación de los ejes asturianos debería aparecer el fundamento o la base del macizo entero, *en ninguna* parte podemos descubrir ni siquiera un indicio de tal base de yeso. Por lo tanto, me parece más concretado el carácter de los Astures como el de un doble *macizo en abanico*, por lo que se refiere a su estructura, de la clase o tipo de los macizos centrales alpinos.

Los Astures aparecen como un macizo central alpino con estructura herciniana magníficamente conservada. Por eso hay que clasificarlos como un soberbio miembro de plegamiento de las tierras marginales ibéricas, y hasta podemos decir que representan el tipo de los Ibérides por excelencia.

A causa del encaje alpino del fundamento o base asturiana, formando el macizo central actual, se ha *reforzado* considerablemente la *combadura* de la rodilla hercínica-asturiana. Sobre todo, la vuelta pronunciada de las alineaciones hercinianas en dirección paralela a la alineación yesífera meridional, tiene su origen en este movimiento de encaje alpino del antiguo arco de plegadura por el empuje joven ibérico. Aparte de esto, muchas veces aparecen en las cercanías de los sinclinales mesozóicos las plegaduras antiguas, localmente arrastradas según un corrimiento pirenaico EO., extraño a ellas.

Astures y Pirineos son ambos miembros del plegamiento de las tierras marginales ibéricas. ¿Se hallan acaso en relación, en comunicación directa, por debajo del puente de sedimentos cantábrico?

La parte septentrional de los Astures, el propio macizo del litoral, continúa por Santander, Bilbao y Tolosa, para internarse en los Piri-

neos. Pero el tronco principal meridional del macizo asturiano avanza hacia el Sureste a la cuenca del Ebro y reaparece quizá en la Sierra de Lérida.

La zona del sinclinal de Oviedo-Cangas y la parte Norte de la bóveda del macizo del litoral asturiano avanzan, en forma de un gran arco, por Santander y Bilbao hacia el extremo occidental de los Pirineos cerca de Tolosa. La gran zona de sinclinarios (1) de Cabuérniga, que rompen y dividen el propio macizo central asturiano al Norte de Potes, avanza, con declinación oriental de sus ejes y con allanamiento paulatino, por las depresiones terciarias de Villarcayo y Miranda del Ebro, para internarse en la gran depresión del eoceno de Pamplona y Tremp. La porción principal del macizo asturiano meridional puede seguirse directamente al Sur de aquella alineación fundamental, por la ancha zona continua de bóvedas o anticlinales, hasta penetrar en la cuenca del Ebro, y las porciones de aquel macizo situadas más al Norte están débilmente marcadas en sus prolongaciones por las sierras de trias-yeso sitas al Norte de Huesca y de Lérida. En los lugares en donde faltan estas sierras, hay que suponer que la continuación del macizo asturiano se halla directamente en la base inferior a la cuenca del Ebro.

Solamente una pequeña porción de la cadena asturiana continúa por debajo del puente de sedimentos cantábricos por Bilbao, internándose en los Pirineos, la porción principal, sin embargo avanza al Sur de los Pirineos, por la base o infractura fundamental del Norte de la cuenca del Ebro hacia el Este.

Pirineos y Astures parecen así sustituirse los unos a los otros en su recorrido. La construcción en mantos alóctonos de los Pirineos del Norte no alcanzan a los Astures; esta última, ya entre San Sebastián y Bilbao, avanza hacia el mar Cantábrico. Pirineos y Astures forman en el Norte de España una muralla potente de macizos centrales alpinos, la cual sólo en la gran depresión cantábrica queda interrumpida por el puente común de sedimentos de los referidos mantos. Este puente de sedimentos cantábricos une a los Astures y a los Pirineos en un sistema uniforme de cadenas, el cual, como miembro más septentrional de los Ibérides, de la plegadura alpina de las tierras marginales españolas, separa completamente la Península Ibérica del resto de Europa.

(1) Sinclinario — serie de sinclinales, estructura sinclinal predominante. Usado por R. Adán de Yarza.—(N. del T.)

¿Cómo *termina* ahora esta cadena ibérica del Norte, de los Astures y de los Pirineos, *hacia el Este*? Los Astures acaso tocan a su fin en la cuenca del Ebro, y quedan más que sustituidos por el mayor desarrollo de los Pirineos al Este de Pamplona. Los Pirineos, a su vez, parece como si quisieran dividirse o abrirse en su extremo oriental en dos ramas: *su zona marginal septentrional avanza desde Perpignan siguiendo el golfo de León para internarse en las cadenas provenzales*, que con esto deben solamente considerarse como la continuación de los Pirineos del Norte; pero *el tronco principal meridional de los Pirineos se desvía entre el río Tech y Figueras de manera extraña, pero con suma claridad, hacia el Sureste*. Con esto *se ensancha* casi al doble normal la zona central de los Pirineos en un trayecto muy corto. Su parte septentrional se halla sin duda en comunicación con el macizo de Tolón, con las Islas Hyères y con los Maures. La parte meridional continúa hacia el Noroeste de Cerdeña. ¿Se ensancha aquí al final la zona central pirenaica para formar la porción septentrional del bloque o macizo de Córcega-Cerdeña? Casi así lo parece si tenemos en cuenta el estrechamiento de la depresión del Ebro, que nos va sirviendo de discusión, entre el término oriental de los Pirineos y las montañas catalanas del litoral con su construcción antigua. Parece como si los Pirineos y las montañas marginales catalanas tendieran a unirse en un potente bloque central, por debajo de un levantamiento de la cuenca del Ebro, que no puede ser otro que la gran zona Córcega-Cerdeña, un macizo interherciniano ancho, antiguo, comparable con el macizo de Bohemia o con la Meseta Central Francesa. Pero, si se nos permite este concepto, y nada habla en contra de el mismo, entonces ¿no reconocemos en la zona central pirenaica la continuación **al NO., estrechamente comprimida, del bloque de las tierras marginales de Córcega y Cerdeña?**, que de esta forma terminaría al Oeste en medio de varias cadenas en forma de puntas o cuencas. Mas con esto queda de nuevo demostrado el *carácter de tierra marginal* de la plegadura pirenaica, y los Pirineos aparecen como el plegamiento de las tierras marginales del macizo o bloque de Córcega-Cerdeña.

De todas formas, para el reconocimiento y estudio del plan de construcción de Europa, es de suma importancia ese hecho, que los Pirineos no se dirigen en su extremo oriental de una manera uniforme hacia el Noreste, para internarse en las cadenas provenzales o en el macizo de los Maures, **sino que su zona central se ensancha enormemente y sus porciones meridionales continúan distintamente hacia el SE.** Las cadenas estrechamente reunidas de los Pi-

rineos se abren a la vista del golfo de León; entonces la *tendencia al plegamiento pierde intensidad*, el empuje desde el Sur va debilitándose.

Pirineos y Astures forman el grupo *extremo* de las cadenas de plegamiento de las tierras marginales españolas. Hacia el interior sigue el imponente dique de cadenas que separa Castilla de Aragón, limitando por el Sur la cuenca del Ebro, las llamadas **cadenas de los Hespérides**, divisoria del Mediterráneo y del Océano. KOBER, KOSSMAT, JENNY Y STILLE relacionan estas cadenas con la continuación de los Alpes en las Baleares; sin embargo, esta supuesta unión con los Alpides me parece tan imposible como la que se quiso ver establecida con los Pirineos, siguiendo un itinerario alrededor del extremo occidental de la cuenca del Ebro. La *facies* de esta cadena tiene el carácter o sello de las *tierras marginales o lindantes*, como la de los Pirineos; el paleozóico, el triásico y el jurásico recuerdan perfectamente las condiciones de la Europa Central, en parte las típicas de Suabia, *sin el menor indicio de sedimentos verdaderamente alpinos*. Tampoco puede verse nada de las construcciones alpinas en grandes mantos alóctonos o desplazados; predominan las plegaduras del tipo del Jura y del Delfinado. *Estas cadenas son jóvenes, aglomeradas y debidas al movimiento alpino, pero se hallan en medio de las tierras marginales españolas*; no tienen nada que ver con la alineación fundamental de los Alpides, sino que han de concebirse únicamente dentro de la magnífica expresión de la *plegadura de las tierras marginales ibéricas*. Deben considerarse, al igual que los Pirineos y los Astures, como *contrafuertes de reacción o réplicas de la orogénesis alpina en las tierras marginales rígidas de los Alpides*.

Aquí se deben distinguir dos manojos, series o grupos principales de plegamientos, que aparecen separados por la prolongación oriental de la cuenca de Castilla la Vieja, por la *zona de depresión Valladolid-Soria-Teruel*. La cadena del Norte comprende *la Sierra de la Demanda, la del Moncayo, de la Virgen, Vicor, Cucalón, San Yust*; la meridional las Sierras de *Sigüenza, Molina y Albarracín, con los Montes Universales*. La cadena del Norte termina cerca de Burgos al Sur de este sitio, y toma por fin la dirección EO., en el terciario de Castilla la Vieja; pero al Este se dobla, sin duda para internarse en las montañas marginales catalanas; la cadena meridional alcanza el Mediterráneo cerca de Castellón de la Plana, entrando también ligeramente

en la dirección catalana; los ramales meridionales avanzan hacia Valencia; así que la cadena también parece *abrirse* hacia el Este. Por eso ya tenemos la construcción de la región entre Valencia y Tortosa casi en forma de meseta. También, pues, se nos ofrece en este lugar el indicio del *allanamiento* de la plegadura de las tierras marginales hacia el Mediterráneo. ¿No se debe esto acaso igualmente a la influencia de la zona rígida de Córcega-Cerdeña?

Más hacia el Oeste las plegaduras meridionales de las cadenas hespéricas continúan por Sigüenza y Atienza muy adentro, hacia la meseta central; sus ejes se van levantando, y finalmente doblan estas plegaduras por el extremo del Norte de la cuenca de Castilla la Nueva para internarse en las montañas cristalinas de la *Sierra de Guadarrama*. Con lo cual queda definitivamente comprobado que las cadenas hespéricas *no* pertenecen a los Alpides; éstas se hallan en **comunicación directa con las tierras marginales ibéricas, con la Meseta**. Las cadenas hespéricas aparecen, por lo tanto, sólo como recorte modesto de la potente fila de cadenas que se extienden desde la meseta de Castilla Central, la columna vertebral de España, hacia el Este, hasta internarse en las montañas catalanas.

Por eso las **montañas catalanas** entre Castellón de la Plana y Gerona tienen también que considerarse como montañas *alpinamente* dislocadas; sólo de una manera condicional se pueden considerar como prolongaciones de la zona no plegada de Córcega-Cerdeña. Hay que considerarlas como su porción más occidental, alpinamente dislocada, e incluida en la plegadura de las tierras marginales ibéricas. *El carácter de plegaduras de las cadenas hespéricas también se conserva muy claramente en las montañas catalanas*, es decir, hacia Barcelona. Sólo la parte del Norte ofrece una estructura más hercínica, la que distintamente recuerda a Cerdeña; pero frente al ramal oriental de la cuenca del Ebro se conserva también el carácter alpino de las montañas catalanas del Norte. En general se corresponde la alineación del trozo de los Ibérides de las montañas catalanas con el segmento de los Alpides de las Baleares. *Cerca de Gerona, sin embargo, se doblan las montañas en su totalidad, y de conformidad con la sección meridional de los Pirineos, para avanzar en dirección Este y Sureste hacia el mar*. En el vértice de este arco avanzan las series de los volcanes de Olot, confirmando así la desviación de la cadena. Aunque quedan claramente separadas de los Pirineos las montañas catalanas por la depresión terciaria de jurásico-yeso de Olot-Figueras, sin embargo, parece muy probable la desaparición completa del relleno *terciario* de la depresión, ya un poco al Este de Figueras.

Pero la **depresión del eoceno de Olot**, que separa al Este los Pirineos y las cadenas catalano-hespéricas sólo en un espacio de poco más de 20 kilómetros, se ensancha hacia el Oeste para formar la potente **cuenca del Ebro**. Esta aparece, por lo tanto, entre los Pirineos y los Hespérides, como una *depresión* amplia de traza magistral, de notables proporciones y muy típica, comparable con nuestra cuenca o artesa de molasa alpina. Con una anchura de 150 kilómetros, supera en más de 20 kilómetros la anchura de la cuenca de molasa en el meridiano de Regensburg. Aquel máximo lo alcanza la cuenca del Ebro en el lugar donde las cadenas de los Hespérides vuelven hacia atrás con dirección meridional, entre Zaragoza y Tarragona, seguidas en una larga distancia por el curso del Ebro. Sin embargo, en los sitios donde las cadenas hispérico-catalanas avanzan hasta aproximarse a los Pirineos y a las montañas cantábricas, como ocurre al Este cerca de Olot y de Gerona, y al Oeste cerca de Burgos, entonces aparece esta potente cuenca estrechada en el espacio de pocos kilómetros, y resalta de manera notable su verdadero carácter de depresión o sinclinalio.

Cerca de *Burgos* termina la cadena de los Hespérides del Norte, en la Sierra de la Demanda, y en su consecuencia se ensancha de nuevo el estrecho canal terciario entre los Hespérides y las montañas cantábrico-asturianas, formándose una ancha artesa o cuenca suave de depresiones, la cuenca clásica de **Castilla la Vieja**. Esta aparece, después de la sumersión de la Sierra de la Demanda, como potente reaparición, como *continuación magistral de la depresión de la cuenca del Ebro*. Con esto llegamos por el Este sobre terreno completamente seguro, apoyándonos en argumentos irrefutables, a la importante conclusión de que las grandes *cuenca terciarias de la Meseta Central* significan, como lo supuso ARGAND, *depresiones alpinas clásicas y de traza magistral entre cadenas alpinas dislocadas y levantadas*. Veamos al efecto más detalles.

Casi como continuación y culminación de las cadenas Hespéricas de los Montes Universales, de las Sierras de Albarracín y de Molina, aparece el núcleo antiguo de la **Sierra de Guadarrama**, después de una dobladura pronunciada, magnífica, por el extremo Norte de la cuenca de Castilla la Nueva; la Sierra de Guadarrama aparece como el principio de un extenso grupo de cadenas cristalinas, que llega sin interrupción al borde de la falla de la meseta de los depósitos portugueses. El extremo oriental de esta **cadena central castellana** demuestra, de una manera especial y clara, la relación con las mon-

tañas de plegamiento concretamente así reconocidas en los Hespérides. Así penetra el siluriano de la zona oriental del Guadarrama, desde Riaza por Atienza, como *cuña* en el gran conjunto o núcleo del triásico de Sigüenza, la bóveda núcleo de la Sierra de Molina, y por otro lado avanza el trias y la serie yesífera, y en algunos sitios también el jurásico, a ambos lados de la bóveda, continuando durante gran distancia hacia el Oeste y el Suroeste por las alas o declives de ambos lados de la Sierra del Guadarrama. En el borde Norte de ésta, en la región de *Segovia*, la serie yesífera de *Castilla la Vieja* en parte se halla fuertemente plegada y reunida intensamente ante el avance del núcleo central cristalino. Cerca de Torrelaguna la formación yesífera de *Castilla la Nueva* se halla engranada y alternativamente mezclada con la serie cristalina, de manera parecida a como se encuentran los sedimentos helvéticos en el borde oriental del macizo del Aar; y por debajo de los montes Carpetanos el recubrimiento yesífero de la meseta está metido profundamente, en forma de *cuña*, entre las formaciones neísicas, en un sinclinal arrumbado al NE. A la vez aquí, como arriba en Asturias, sobresale maravillosamente *el contraste de las líneas o ejes fundamentales alpinos frente a las estructuras antiguas de la Meseta*, y así vemos claramente cortadas de manera brusca las antiguas plegaduras de los Hispánides por dislocaciones jóvenes. El sinclinal yesífero de Sigüenza-Torrelaguna cruza las antiguas plegaduras hercinianas con un ángulo de 90 grados.

Pero este salto de las líneas jóvenes alpinas por encima de las estructuras antiguas, esa terminación brusca de las plegaduras hercinianas o aun de otras más antiguas en los sinclinales y fallas alpinas jóvenes, no queda limitada en modo alguno al extremo oriental de la cadena central de Castilla. La hallamos cerca de *Segovia*, entre *Madrid y Talavera*: la encontramos nuevamente al Oeste de *Salamanca*. Hacia el Suroeste, en la proximidad de la Meseta Central, desaparece el último resto de los sedimentos mosozóicos, y el terciario de ambas cuencas castellanas aparece en contacto directo con las montañas cristalinas. Estas se elevan ahora como potente zona anticlinal entre las depresiones de Castilla la Vieja y Castilla la Nueva. Lo mismo en la región de Burgos que en las cercanías de Salamanca se manifiesta muy claramente el carácter sinclinal de la cuenca de Castilla la Vieja; y de manera parecida también va disminuyendo hacia el Oeste la extensión del terciario de Castilla la Nueva, en forma de estrechas cuñas sinclinales entre las Sierras de Toledo y la cadena central castellana, tales como el *foso del Tajo* de los geólogos españoles. Hacia el Oeste desempeñan, por lo tanto, las *cuencas*

terciarias el papel de depresiones, que limitan a ambos lados la cadena castellana. En estas depresiones sinclinales del terciario se hallan cortadas muchas veces en ángulo recto por la formación yesifera, como en la zona del Este, las antiguas estructuras o alineaciones de la Meseta. Así cortan las plegaduras de rumbo NO. de la serie cristalina de la *Sierra de Gredos* los labios de la falla arrumbada a NE. de la cuenca de Castilla la Nueva; así avanza al Oeste de *Salamanca* el plegamiento antiguo que comprende el siluriano y el cambriano con rumbo Sureste, en sentido transversal, hacia el extremo del sinclinal de Castilla la Vieja, arrumbado al NE.

Pero la Sierra de Guadarrama es tan sólo el primer miembro de una extensa cadena cristalina, que avanza por la *Sierra de Gredos*, la *Sierra de Francia*, las *de Gata y de Estrella*, para internarse en Portugal. Los límites del Norte se hallan formados por la cuenca de Castilla la Vieja, los del Sur por la de Castilla la Nueva. Entre las Sierras de Guadarrama y de Gredos conocemos una fuerte *dobladura* de esta cadena, y en el interior parecen animar el cuadro aglomeraciones complejas de porciones aisladas de cadenas cristalinas. Entre la Sierra de Gredos y la Sierra de Francia se interpone un sinclinal secundario del terciario de Castilla la Vieja, que procede del Este, así que la Sierra de Francia aparece, como la Sierra de Gata, como un nuevo *bastidor* de la cadena castellana. El extremo de la depresión principal de Castilla la Vieja en Salamanca, que finaliza en la Meseta en forma de cuña aguda, parece separar este bastidor intermedio, de la Sierra de Gata, de la Sierra Estrella, que de esta forma aparece nuevamente como otro bastidor del extremo Norte de la cadena central de Castilla. Estos bastidores en sí muy cortos dan testimonio, de la gran rigidez de la materia comprendida por el movimiento original, y recuerdan mucho, con sus *fosos terciarios* intercalados, a las montañas del *Turkestán*.

Hasta el meridiano de Salamanca se hallan muy bien marcados los límites del Norte y del Sur de esta potente cadena ibérica central, formados por las depresiones adyacentes del terciario. Cerca de Salamanca termina hacia el Oeste la cuenca de Castilla la Vieja, a ambos lados de la Sierra de Francia, en dos agudas cuñas, *los ejes de fondo de las depresiones marginales suben al aire por encima de la Meseta*. De la misma manera termina la cuenca de Castilla la Nueva en una cuña aguda entre Naval Moral y Plasencia. También allá sube al aire el fondo de la depresión, presentándose, por lo tanto, a ambos lados de la Sierra de Gata una magnífica *culminación de ejes*. Es la misma culminación cerca de la cual más al Norte, al avanzar hacia

el Oeste, se rellenan de depósitos yesíferos las depresiones de ambos lados que limitan el macizo asturiano. El hecho pues observado es *la subida paulatina de todos los elementos tectónicos jóvenes hacia el antiguo bloque arcáico*. Pero mientras que al Norte sólo encontramos elementos de juicio al lado *oriental* de esa magnífica culminación, por la subida hacia el Oeste de todos los ejes de las plegaduras alpino-asturianas, reconocemos aquí al Sur también la declinación *occidental* de los mismos hacia **Portugal**. Pues allí vemos reaparecer a ambos lados de la cadena central castellana las depresiones que antes subieron hasta el aire, la formación yesífera y el terciario, perdidos sobre la gran culminación de la Meseta; y los vemos ahora descender claramente hacia **Portugal**, aún cuando muchas veces interrumpidos todavía por influencias secundarias. Así se presenta nuevamente la zona de las depresiones de *Castilla la Nueva*, ya en la frontera portuguesa al Norte de Alcántara, de donde sigue distintamente al Sureste de Castel-Branco y a la gran cuenca terciaria del *Tajo*. Al Norte de la Sierra de Estrella, aún cuando quizás no con el rumbo directo de las puntas de las depresiones de Ciudad-Rodrigo de *Castilla la Vieja*, aparecen al Sureste de *Coimbra* alineaciones yesíferas de arrumbamiento NE., que cruzan por encima de las antiguas plegaduras de la citada Sierra de Estrella, que aquí se extienden casi con rumbo NS. En la gran fractura o falla que se prolonga por toda la parte occidental de Portugal, se hallan súbitamente hundidas en profundidad la totalidad de las cadenas montañosas españolas; después de sus elevaciones por encima de la Meseta, repentinamente, al ocurrir tal hundimiento, aparece el *recubrimiento de depósitos mesozóicos de las mismas*. Aquí ahora reconocemos la continuación de las cadenas ibéricas centrales de la Meseta, con toda claridad, en la región hundida de la falla en Portugal. La bóveda cristalina de Sierra Estrella continúa en la bóveda de sedimentos yesíferos-triásicos-jurásicos que se extiende desde *Coimbra* hasta *Lisboa*. La zona sinclinal continúa al Norte, la reconocemos en la *depresión de Leira*; y la depresión de Castilla la Nueva se halla más al Sur, en la *depresión de la cuenca del Tajo*. Pero en la gran falla de Coimbra se halla *corrida unos 20 kilómetros hacia el Norte* la continuación occidental de la Meseta central; así que hoy los elementos correspondientes, originalmente situados al Este y al Oeste de dicha falla, ya no encajan completamente los unos con los otros. Pero, a pesar de esto, queda fuera de duda la gran analogía y correspondencia.

Vemos por lo tanto que en las alineaciones yesíferas de trias-jura, entre Coimbra y Lisboa, donde el mesozóico de la cadena central ibérica,

pasada la culminación de la Meseta, se nos ofrece nuevamente, se halla la reproducción y la continuación de las cadenas hespéricas. Desde Coimbra hasta Cintra avanzan estas plegaduras hacia el Suroeste y hasta arrumbadas al Sur. Sin embargo, en la parte meridional de aquella notable región se doblan estas cadenas en sentido paralelo a la Sierra Arrábida, para avanzar al Oeste de Cintra hacia el Océano. Pero en su conjunto se hallan estas cadenas corridas más de 20 kilómetros hacia el Norte, frente a los elementos correspondientes de la Meseta. Esta es una prueba evidente de un activo movimiento alpino en el «hinterland» meridional de Portugal, en plena tierra portuguesa.

Con esto hemos reconocido un potente grupo de cadenas de génesis alpina que atravieza a España entera, desde las montañas catalanas y desde la costa valenciana por las cadenas hespéricas y castellanas hasta el Océano, a través de todas las estructuras antiguas. Las tierras y las cuencas de la Meseta, la alineación antigua de los Hispánides, hasta el mismo macizo arcáico antiguo de la Meseta Central, todo sin distinción alguna, queda cogido uniformemente por el empuje alpino africano, y deformado según su rigidez o moldeabilidad relativa. Las regiones mosozóicas aglomeradas en montañas de plegamiento de características genuinas, las masas rígidas de la Meseta levantadas a lo largo de fallas y de llanos listricos. La meseta de la zona zaguera de la falla de Portugal, por fin, queda separada de la Meseta principal hispana, deja de tener relación con ésta, al ser empujada independientemente hacia el Norte, según un vigoroso impulso transversal.

Una potente cadena ibérica central avanza cruzando toda la Península desde Cataluña hasta Lisboa. Montañas de plegamiento normal alternan con pilares y núcleos cristalinos, según la calidad de los elementos o materiales integrantes y según la oscilación de los ejes de las plegaduras. *De las montañas de plegamiento normal de las cadenas hespéricas surgen hacia el Oeste sin solución de continuidad las grandiosas cadenas cristalinas de la Meseta. Y al Oeste, donde esta vuelve a hundirse en profundidad, aparecen las bóvedas de sedimentos normales de Portugal.* ARGAND ha demostrado hace poco sus «plis de fond», plegaduras fundamentales o de base de la Iberia Central, por el carácter de *sinclinal* que tienen allí las cuencas de ambos lados; creo hoy poder demostrar esta potente plegadura de las tierras marginales de manera mucho más concluyente e impresionante, *al seguir las cadenas cristalinas en las montañas de plegadura orientales y occidentales.* Estas zonas anticlinales se pueden precisar

mucho más claramente al terminar las extensas cuencas de sinclinales o sinclinarios (1) que solamente en sus extremos, al terminar en forma de puntas, demuestran un carácter claramente pronunciado de sinclinal. Sólo el verdadero reconocimiento de las bóvedas fundamentales auténticas arroja en este caso plena claridad, y creo haber comprobado ahora explícitamente esta naturaleza de bóvedas de las cadenas ibéricas centrales.

Con las dos grandes cadenas de los *Pirineos-Astures* y la *cadena central ibérica* se han reconocido los fenómenos mayores de plegamientos marginales alpinos. Al lado de estos son casi insignificantes todos los demás contrafuertes o cadenas de reacción originadas en las tierras marginales. Pero la plegadura de estas tierras marginales no se detiene de manera alguna al Sur de estas dos grandes cadenas; también se nota todavía mucho más al Sur, hacia las cadenas béticas, aun cuando en forma mucho más débil de la impresa en aquéllas. Aquí nos sirven de guía casi exclusivamente para juzgar de ella las *cuencas terciarias*. En dirección paralela a la fractura de la Sierra Morena, hacia el Guadalquivir, vemos penetrar en medio de la Meseta la *cuenca de la Mancha* por *Ciudad Real* hasta Almodóvar del Campo, y, más allá de la culminación de Almadén, reconocemos la continuación de esta primera zona de depresiones en la *cuenca de Badajoz-Villanueva de la Serena*. Esta depresión, de características bien diferenciadas, de traza magistral, corta o divide las antiguas montañas al Sur de la depresión del Tajo-Tejo de Portugal y Castilla en dos bóvedas aisladas, cristalinas, de gran amplitud. La zona de *Toledo-Alcázar de San Juan-Montes de Toledo-Sierra de Guadalupe-Cáceres Portalegre*, y la propia **Sierra Morena** entre Ciudad-Real-Alcaraz y Aljarbe, la que quizás está otra vez dividida en la región de Beja. La zona del Norte, de los Montes de Toledo, tiene su continuación al Oeste de la gran falla portuguesa, que bien pudiera ser en *Sierra Arrábida*, al Oeste de Setubal, la que alcanza con débil rumbo al SO. el Océano; la zona meridional de la Sierra Morena pasa sin interrupción por la provincia de Huelva con dirección hacia el Oeste, siguiendo el margen Norte de las plegaduras mosozóicas del Aljarbe; y por último, la continuación de la región de depresiones que las separa, Ciudad-Real-Badajoz, habrá que buscarla en la zona terciaria al Sur de Setubal.

(1) Anticlinalio, estructura en anticlinario predominante, usado por R. Acán de Tarza.—(N. del T.)

Por el Este se sumerge la *Sierra Morena* hacia Albacete bajo el manto de sedimentos más modernos, entre Manzanares y Villacarrillo. La forma y manera de ofrecerse indica una relación que demuestra claramente que este macizo ha estado todavía sometido a los movimientos terciarios; y por lo tanto tenemos aquí otra vez la *unión de una bóveda fundamental* de la Meseta, señalada en la culminación de la misma Meseta por el solo hecho de la distribución de las cuencas terciarias y por su limitación por fallas, con una zona de *plegaduras alpinas en estratos sedimentarios*, débilmente movida, aunque de características inconfundibles. Esta última zona se extiende a su vez, según la declinación oriental de la Meseta, lejos hacia el Este, entre las cadenas béticas y el terciario de Castilla la Nueva, hasta llegar a la costa de Valencia. La cuenca de Castilla la Nueva queda allí cada vez más estrechada ante el avance del arco alicantino de la Cordillera Bética y termina en punta hacia el Este, como la cuenca del Ebro y Castilla la Vieja. Sólo entre Casa Ibáñez y Valencia alcanza el mar en una reducida faja, entre las cordilleras centrales y las meridionales.

Con esto hemos bosquejado la extensión, forma y relaciones de los Ibérides de España y Portugal. *Cuatro grandes cadenas, disminuyendo del Norte al Sur en intensidad los movimientos reflejados y en altura, se extienden por las tierras altas ibéricas a través y por toda la estructura antigua de los Hispánides, en conformidad completa con los sucesos tectónicos patentes en las jóvenes cordilleras alpinas de Andalucía y Murcia.*

1.—los **Pirineos y Astures.**

2.—la **cadena central ibérica** entre *Cataluña y Lisboa.*

3.—la **bóveda de Toledo-Cáceres-Portalegre-Arrábida:**

4.—la **Sierra Morena**, de *Algarbe a Valencia.*

Entre estas cadenas se intercalan tres potentes *zonas de depresiones y sinclinales o sinclinarios:*

I.—Entre 1-2: la depresión sinclinal *Olot-cuenca del Ebro-Burgos-Castilla la Vieja-Salamanca-Coimbra-Leiria.*

II.—Entre 2-3: la zona de depresiones sinclinal *Castilla la Nueva-cuenca del Tajo.*

III.—Entre 3-4: la zona de depresiones sinclinal *Setubal-Badajoz-Ciudad Real-Valencia.*

Aparte de esto, penetran en diferentes lugares otras depresiones secundarias dentro del conjunto de la Meseta. Pero *todas las depre-*

siones desaparecen durante un cierto trayecto sobre la Meseta Central, para presentarse de nuevo al otro lado de ésta, entre las montañas cristalinas. *Todas estas depresiones culminan entre Castilla y Portugal según una línea que pasa desde Coruña al Norte, por Orense, Guarda y Cáceres, hasta Andújar, al lado del Guadalquivir.* ¿Es una casualidad que la prolongación recta de esta línea pase por la *cúpula de la Sierra Nevada*, y que, al cruzar la línea de esa potente culminación de las tierras marginales, ofrezcan las cadenas béticas una fuerte *dobladura*, y que, al fin, visto en conjunto, también se hallen situados los *volcanes béticos* según el rumbo de esta línea?

Al Oeste y delante de esta *culminación principal ibérica*, la que al Sur difiere mucho de la que ha sido bosquejada por ARGAND, parece hallarse una segunda culminación secundaria *portuguesa*, que se extiende desde la región de la Sierra de Estrella por Portalegre y Evora hacia Tavira en el Algarbe. En medio de estas culminaciones de ejes aparece una *depresión de ejes*, fijada por los puntos *Castel Branco-Badajoz*, que sigue aproximadamente el curso del Guadiana hasta Huelva, y que consideramos como causa y reflejo (1) de la gran *depresión de ejes en el Golfo de Cádiz*, en donde se hunde hacia el Oeste en el estrecho de Gibraltar el abanico de cadenas de los Alpes.

Al Este de la culminación principal de la Meseta y en dirección paralela a ella reconocemos, por fin, la extensa depresión que existe *entre los Astures y los Pirineos, la cadena castellana y la catalana*, que a su vez coincide con una depresión de ejes de las cadenas béticas, en la que desaparecen, entre Elche-Alicante y Mallorca, debajo de la serie yesífera y del terciario, todos los núcleos de las plegaduras triásicas y jurásicas. Una magnífica armonía entre las tierras marginales y la cadena alpina se manifiesta aquí en las grandes líneas de la construcción. Insistiremos aún sobre este particular. *Las tierras marginales y la cadena alpina, la Meseta y la Cordillera Ibérica, los Ibérides y los Alpes, se hallan unidos en un sistema uniforme por estas leyes periódicas.* Todas ellas llevan el sello de una génesis uniforme, por lo que pueden reconocerse como consecuencias de una sola gran causa fundamental. *En sentido transversal a toda la estructura antigua* han sido deformadas las tierras marginales españolas según las alineaciones de los plegamientos de los Ibérides, pero *muy conforme con el dique de los Alpes, definido por la Cordillera Bética, que avanza impetuosamente, y acorde con el frontal del Norte de Africa.*

(1) Reflejo.—(N. del T.)

¿Quién pudiera negar las relaciones entre estos tres fenómenos? El coloso africano claramente aparece soldado de una manera intensa con «sus» tierras marginales, *la Tethys en forma de Cordillera Bética las tierras marginales de esta en el grupo de cadenas de los Ibérides*. Los Ibérides aparecen como contrafuertes o reacciones del mismo hecho que creó los Alpides; se trata de los *contrafuertes o cordilleras de reacción al gran empuje africano hacia el Norte*,

Con esto llegamos a

La significación del plegamiento de las tierras marginales ibéricas

No debe haber la menor duda acerca de que el plegamiento de las tierras ibéricas guarda cierta relación, cierta afinidad, en cuanto a su *periodo de formación*, con el ciclo alpino, aunque con diferentes fases singulares. Sin embargo, hay dos opiniones distintas acerca de las *causas* de este fenómeno.

ARGAND, en su explícita «Tectonique de l'Asie», ha distinguido entre los superficiales «*Plis de couverture*» y los «*Plis de fond*», de acción profunda, lo que yo llamé, en la «Construcción de los Alpes», *plegadura de las tierras marginales*. Ambas definiciones de ARGAND se hallan comprendidas en el concepto de plegaduras de las tierras marginales. En los lugares donde solamente la Meseta sedimentaria de las tierras marginales, sin participación de su antigua base, ha llegado a plegarse, reconocemos el sistema de los «Plis de couverture», de los pliegues de la cobertura o superficiales, como por ejemplo sucede en el Jura, en la Cuenca de París y Londres, en el campo de plegadura sajón. Pero en aquellos otros sitios en donde la plegadura de las tierras marginales comprende también el antiguo fundamento o base, como ocurre en los Ibérides, o en los «pilares» europeos, o en las montañas de las tierras marginales de Asia Central, tenemos ante nosotros las grandiosas plegaduras de fondo, los «Plis de fond», bóvedas de fondo o fundamentales (1) de ARGAND. Los pliegues de cobertura sólo son la débil expresión de un plegamiento de tierras marginales, y la diferencia entre «Plis de fond» y «Plis de couverture» sólo es *gradual*. El concepto del plegamiento de las tierras marginales, además, parece más *preciso* que el que AR-

(1) Por actuar sobre la base o fundamento geológico.—N. del T.

GAND concede a sus «Plis de fond» y «Plis de couverture», aun incluso por lo que hace a las modernas *montañas de geosinclinal*, ya que aquellos se hallan en todas partes. Sin embargo, al hablar de la *plegadura de las tierras marginales*, queda dicho de manera terminante que ésta se limita a *las tierras marginales* de las cadenas jóvenes. Por lo demás, esto es sólo una cuestión de nomenclatura, que en manera alguna tiene que ver nada con el fundamento de la cosa en sí. Resulta mucho más útil subrayar en este punto la coincidencia entre ARGAND y yo. Ambos designamos el mismo fenómeno, sólo que con nombres distintos.

Sobre el *concepto* de una potente plegadura de las tierras marginales alpinas estamos completamente de acuerdo ARGAND y yo, pero no acerca de las causas de la misma. ARGAND ve en sus grandes «Plis de fond» expresiones de energías puramente *intercontinentales*, que, desde el punto de vista genético, tienen una explicación completamente independiente de la plegadura alpina de las cadenas mediterráneas. Yo, sin embargo, veo en la plegadura de las tierras marginales del ciclo alpino solamente el grandioso *contrafuerte* o *la reacción al mismo* e importante acontecimiento; la reacción de las tierras lindantes al avance de la plegadura alpina, que creó en el Sur los Alpidés, llevó ambos fenómenos consigo, la acumulación de los Alpidés y la plegadura de las tierras marginales, como debidas a la misma causa, el empuje hacia el Norte del macizo africano. **La causa de la plegadura de los Alpes también es la causa del plegamiento de las tierras marginales**, y por este motivo he designado también a estos plegamientos con el nombre de **contrafuertes (1) alpinos**, como contrafuertes o replicas, productos de la reacción ante la plegadura de los Alpes, o en general como contrafuertes ante el empuje africano hacia el Norte. ARGAND es de opinión que la plegadura de las tierras marginales de las cadenas alpinas también hubiera tenido lugar *sin plegadura alguna de los Alpes*, de manera puramente intercontinental, mientras que yo considero esto como absolutamente *imposible*. Ya en «La Construcción de los Alpes» he señalado cómo dependen las grandes *agrupaciones* eurasiáticas y la *intensidad de las plegaduras de las tierras marginales del avance del macizo de Gondwana*, relación que *existe*, en efecto, y que demuestra manifiestamente, de manera convincente, cómo dependen los grandes fenómenos de las tierras marginales del empuje alpino-africano hacia el Norte. Pasemos ahora al análisis de la plegadura de las tierras marginales ibéricas en concreto.

(1) Cadenas de reacción alpina indicaría concretamente su génesis.—N. del T.

Aunque sólo sea observando el exterior, salta a la vista la gran *conformidad de las cadenas de las tierras marginales ibéricas con la Cordillera Bética*, y esto a pesar de la falta de analogía en la infraestructura. Las dos cadenas meridionales de la Sierra Morena y de los Montes de Toledo, así como las porciones occidental y oriental de la cadena principal de la Iberia central, se extienden casi en dirección paralela a las montañas béticas; pero, aparte de esto, se manifiestan también relaciones más profundas entre ambos sistemas. *Las mismas grandes oscilaciones de ejes* pasan por *ambos* grupos de montañas, los Alpides y los Ibérides. Así sigue la gran culminación de la Meseta, la gran culminación occidental de los Ibérides, desde Coruña por Cáceres y Andújar, sin solución ninguna de continuidad, en la gran culminación de la Sierra Nevada; de análoga manera la depresión de ejes del Oeste sigue por Castel Branco-Badajoz, avanza hacia el Golfo de Cádiz, hacia el que también vemos sumergirse en el Estrecho de Gibraltar, con dirección occidental, todos los elementos de la estructura bética. La gran depresión de ejes que sigue al Este de la culminación de la Meseta, entre los Astures y los Pirineos, avanza desde Cantabria, al Este de las cuencas castellanas, *en evidente paralelismo* con la gran culminación de la Meseta Central, por la zona deprimida que aparece entre las cadenas castellana y la catalana, para seguir a la gran depresión de los ejes de las plegaduras béticas entre Alicante y Mallorca. Por último, la gran culminación de los Pirineos también avanza hacia Menorca en la misma dirección, pasando los plegamientos catalanes, desnudos hasta la serie cristalina, cuyos plegamientos, en los que abundan los materiales paleozóicos, nos ilustran acerca de una nueva culminación de la Cordillera Bética.

Las grandes oscilaciones de los ejes de los Ibérides y de los Alpides son, por lo tanto, las mismas. Se observan en *los dos* sistemas de la *misma* manera y según las mismas leyes. Ya de esto resulta la *analogía* en cuanto al origen de ambos.

Un segundo punto de importancia para el entendimiento del hecho es *que las grandes dobladuras de los Ibérides coinciden con dobladuras de la Cordillera Bética*. Así, delante de la gran dobladura de las montañas béticas, en el espacio situado entre Mancha Real y Cabo de Gata, vemos afectadas también las cadenas ibéricas hasta Castilla la Vieja por una dobladura análoga. *La dobladura de Toledo*—entre la Sierra de Guadarrama y la Sierra de Gredos y en los Montes de Toledo, al Sur de Ciudad-Real—es la misma que la de *Almería*. Y esta dobladura de las alineaciones de los Ibérides parece estar claramente influida por la Cordillera Bética, y no adaptarse esta última a las do-

bladuras de los Ibérides ya existentes. Si así fuera, entonces nos sería fácil reconocer en la Meseta castellana los fenómenos volcánicos más intensos, desde Linares hasta Toledo y aun más allá todavía. Pero, en vez de ser así, dá comienzo la fractura volcánica ya cerca de Almería y sólo llega hasta Ciudad-Real, y, por lo tanto, la dobladura que produce esa fractura no proviene de la Meseta, y, por tanto de los Ibérides, sino de la *zona alpina* y del final de su «hinterlan», de tierra adentro de la misma. La combadura de Almería-Toledo llama la atención de todas maneras. Una segunda dobladura importante de la Cordillera Bética reconocemos entre el arco de *Alicante y las Baleares*. Frente a esta pronunciadísima dobladura de la cadena alpina—véase la zona central—se halla en las tierras marginales otra tan pronunciada como aquella entre el segmento *hespérico* y el *catalán* de la cadena ibérica central. Tampoco aquí puede pasar inadvertida una estrecha relación entre los Ibérides y los Alpes. Aparte de esto, las cadenas ibéricas se manifiestan propensas a cerrarse, a determinar *bandas paralelas* entre ellas y con las cadenas alpinas entre Valencia y los Pirineos. La cadena central ibérica, que al Oeste en Castilla pasa a una distancia de cerca de 200 kilómetros al Norte de los Alpes, se aproxima cerca de Valencia al frente bético, quedando a pocos kilómetros del mismo; y la cuenca de Castilla la Nueva, situada en medio, termina en una estrecha depresión o canal entre estas dos formaciones. También *dentro* de las cadenas de los Hespérides se puede reconocer una agrupación análoga en bandas paralelas con dirección hacia el Mediterráneo; véase, al efecto, la virgación de las cadenas entre la Sierra de la Demanda y la Sierra de Guadarrama, que al Este de Teruel llegan a unirse en un solo conjunto de plegaduras. Y, por fin, delante del potente empuje de los Alpes en las Baleares, también forman agrupaciones o concentraciones en apretadas fajas paralelas las cadenas de los *Astures* y de los *Pirineos*, muy separadas al Oeste, *con la cadena ibérica central de Cataluña*, y la depresión o sinclinal de la cuenca del Ebro, situada en medio, se reduce casi completamente hacia el Este. Todo esto, que por lo demás se halla en relación evidente con las líneas fundamentales alpinas, difícilmente se podría explicar sin el empuje de los Alpes al Este de Almería.

Pero también los grandes **arcos de las montañas de los Alpes** tienen sus *reproducciones* en las tierras marginales ibéricas. Primero tenemos el extenso arco de las cadenas ibéricas centrales entre Lisboa y Sigüenza, que se extiende en dirección *paralela* al frente bético. En el segmento de *Sagra-Segura*, en el Sur entre Almería y Car-

tadena, vemos sobresalir hacia el Norte la cadena alpina en un pronunciado arco particular, delante del cual reconocemos el gran arco que une la *Sierra de Guadarrama* con la región Sur de los *Hespérides Meridionales*. En la *desviación hacia el Sureste de la cadena marginal catalana, de la depresión del Ebro y de los Pirineos*, reconocemos el final, la reacción lejana del distante arco de las Baleares entre Mallorca y Menorca. El borde oriental entero de la cuenca del Ebro y las cadenas catalanas se extiende con dirección paralela al segmento Alpidico de las Baleares. Y de conformidad con la desviación de la cadena bética en el Golfo de Cádiz, hacia el *Suroeste*, y no hacia Africa, vemos finalmente avanzar las montañas ibéricas centrales de la Sierra Estrella, no ya hacia el Oeste, sino también hacia el Suroeste.

Estas son, de todas formas, analogías que señalan *estrechas* relaciones genéticas entre Ibérides y Alpides. Desde luego también hay *discrepancias o discordancias*. Pero éstas se deben o consisten en la reacción diferente de la base o fondo tan distinto. ¡Cuán variado mosaico ha quedado comprendido dentro de esta zona de plegamientos de las tierras marginales, y cuán fácilmente se comprenden los caprichos de los Ibérides, las raras y extravagantes formas que a veces nos ofrecen, si tenemos en cuenta lo poco que sabemos realmente del *subsuelo de las grandes cuencas terciarias*!

Las plegaduras de los Ibérides se ciñen estrechamente alrededor de tales depresiones, y casi parece como si antiguos *macizos* rígidos dirigiesen en su subsuelo los plegamientos que los rodean. Pero, si existen estas posibilidades, entonces fácilmente se pueden comprender tales extravagancias en el rumbo de los Ibérides en cuanto a las direcciones, y esos hechos *no pueden servir más de argumento en contra de su carácter como contrafuertes alpinos*. Bien sabemos por lo que se refiere a la cuenca del Ebro, que parte del gran macizo asturiano tiene que intervenir en su composición, y de esta forma llega a comprenderse por completo el extraño enlace de esa cuenca del Ebro. *No hace falta* que los Ibérides estén absolutamente conformes en sus alineaciones con la cordillera de los Alpides. Sin embargo, *al estarlo* durante largos trayectos, mejor todavía, y con *mayor claridad* demuestran de este modo su carácter de *contrafuertes alpinos* o cadenas de reacción alpina. Pero esta conformidad en el arribamiento de las direcciones no es absolutamente necesaria; y aún esa conformidad *tiene* que ser turbada, si tenemos en cuenta el variado mosaico de las tierras marginales ibéricas. Dentro de las mismas montañas *alpinas* no se evidencia mayor conformidad y analogía entre los Cárpatos y

la cadena Dinárica, por ejemplo, que entre los Ibérides y los Alpides de España. Y no obstante los Cárpatos y los Alpes Dináricos son unidades de origen completamente análogo, y hasta son miembros de un solo sistema montañoso muy individualizado, concretado en sí mismo. ¿Porqué entonces extrañarnos de las irregularidades y aparentes anomalías o rarezas de las cadenas ibéricas? Las discrepancias que se observan entre Ibérides y Alpides no son mayores que las que existen entre Cárpatos y Alpes Dináricos, antes al contrario.

Después de todo esto creo que los Ibérides y los Alpides en realidad están estrechamente relacionados en cuanto a su génesis, y que la *plegadura de las tierras marginales ibéricas*, aunque ocurrida intercontinentalmente, *no obstante, es un potente contrafuerte o reacción de la plegadura alpina en el frente del empuje africano hacia el Norte*. Y si ARGAND relaciona hoy día sus «Plis de fond», sus pliegues profundos o fundamentales, del fondo, con la marcha de los continentes por encima de una base desigual de Sima, entonces aquí en España, como en Asia, *no es un fenómeno por sí sólo* el hecho de ser impulsado hacia el Norte el continente de las tierras marginales, sino que, como tal fenómeno, está *estrechamente unido con la plegadura de las cadenas alpinas y con el empuje indo-africano hacia el Norte*. **Sin el empuje de Africa hacia el Norte no existirían ni Alpides, ni Ibérides, ni tampoco una plegadura de las tierras marginales asiáticas; todo este gigantesco fenómeno de la plegadura de las tierras marginales eurasiáticas se halla estrechamente relacionado con la génesis de los Alpides y con sus causas.** El suceso de la plegadura de los Alpes no queda limitado solamente a la *geosinclinal de la Tethys*, sino que éste también alcanza ampliamente, extensamente y en todas partes a *las tierras marginales* rígidas, como ocurre en las montañas clásicas de los mismos Alpes: la región eurasiática al Norte, la indo-africana al Sur. *Tenemos que incluir hoy en el sistema u* **orogénesis alpina no sólo la alineación de los Alpides sino toda la zona influenciada entre los Pirineos y el Atlas.** El sistema orogénico alpino-urasiático *se compone de la zona central de los Alpides, surgida de la Tethys antigua, y de dos potentes zonas marginales de dislocación alpina, que penetran* en una gran extensión en las **tierras marginales** de ambos lados. Lo que aparece en la Europa Central como contrafuertes alpinos, o montañas de reacción, no es más que un débil final del grandioso conjunto alpino. Sólo en España encontramos en suelo europeo la magnífica subdivisión del sistema oro-

génico total de Eurasia, y sólo España y su polo opuesto Marruecos pueden tomarse en consideración para serias comparaciones con Asia. **Los Ibérides corresponden al plegamiento de las tierras marginales del Asia Central; ellos forman un componente íntegro del sistema alpino, y como margen del Norte de aquella acompañan en todas partes al tronco central de los Alpides.**

La zona de la orogénesis alpina del Mediterráneo occidental puede, por lo tanto, ser clasificada o dividida en tres grandes unidades; el tronco central de los Alpides, la plegadura de las tierras marginales del Norte en los Ibérides, y finalmente la plegadura de las tierras de fondo africanas, tierras de la zona zaguera influenciadas por el movimiento orogénico, en los Marróquides. A estas porciones corresponden en Asia el Kwenlun, el Tianschan y el Himalaya.

Con esto dejamos el análisis de los Ibérides y sólo vamos a examinar todavía el cuadro de la estructura de la Península Ibérica, ahora así deducido, por si acaso aun resultaran más puntos de referencia dignos de consideración.

Análisis para el conocimiento de las líneas fundamentales alpinas en el Mediterráneo Occidental

En primer lugar hay que abandonar definitivamente la tesis de SUESS de que la alineación de los Alpides pase por el Apenino para volver por el Atlas y el Rif, internándose por el Estrecho de Gibraltar en la Cordillera Bética, y que termine en las Baleares. Esa lazada, antiguamente ideada por SUESS, de la alineación de los Alpides, ya en sí difícil de comprender, queda hoy anulada, en vista de que ha sido reconocida como inadmisibles la continuación por el Atlas. Por lo tanto nada nos impide en la actualidad relacionar la cordillera de los Alpes, que baja por el Apenino y Córcega Oriental y que pasa alrededor de la gran esquina de Cerdeña, nada nos impide relacionarla con la terminación oriental de las cadenas béticas en las Baleares; los arcos marginales helvéticos quizás pudieran avanzar aun más hacia el Sur por el lado occidental de Córcega y terminar por fin en el escudo o pilar antiguo. ARGAND, FALLOT y yo hemos

llegado al mismo tiempo a la necesidad de esta comunicación, cada uno desde un punto de vista diferente, y hemos considerado las *Baleares*, como ya antes en otra ocasión lo hizo TERMIER por cierto, como *el elemento más próximo a los Alpes de los Alpides hispano-marroquíes*. Pero mientras yo concebí en «La Construcción de los Alpes» la dobladura de los Alpides por la esquina de Córcega-Cerdeña como un fenómeno *primario*, causada por la resistencia del antiguo macizo corso-erdeño-catalán, como análoga a la dobladura de los Cárpatos en la Puerta de Hierro, llega ARGAND a conclusiones completamente distintas. Mientras que para FALLOT y para *mi* quedan guardadas y a salvo las correlaciones inter-europeas y la forma primaria de la cordillera de los Alpides del Mediterráneo Occidental, según un recorrido primario de Alpides completamente *distinto*, y que son debidos tales hechos a grandes *desgarramientos* ulteriores. Según mi opinión pasa la cordillera de los Alpides, procedente desde el Océano, a la Cordillera Bética, y, avanzando lejos hacia el Norte, va a las Baleares, en potente dobladura *primaria* pasa por Sicilia, el Apenino y Córcega hasta los Alpes. ARGAND sin embargo, coloca Córcega-Cerdeña, con sus zócalos submarinos, en relación con el Sur de la Sierra Nevada, gracias al recorrido y lazos que supone describen las cadenas en la costa de Cataluña, Sicilia y el Apenino; las cadenas del Rif las pone en relación con las plegaduras del Algarbe; y cree surgir la forma *actual* de la alineación de los Alpides como muy deformada y rota, desgarrada por potentes *movimientos de macizos* entre Europa y África y por la *separación de Córcega-Cerdeña de Cataluña*. Según él avanzó en otros tiempos la alineación de los Alpes desde Valencia *por el Norte* de las Baleares y por el margen Sureste del macizo Córcega-Cerdeña, pegado junto a Cataluña, siguiendo en dirección NE. *directamente* hacia los Alpes; el arco de las Baleares aparece entonces como una consecuencia secundaria de la desviación de Cerdeña hacia el Sureste. El «arco de Gibraltar», según ARGAND, tiene su origen en un avance acentuado de Eurasia hacia el Oeste frente a África, y en un aprisionamiento posterior de las cadenas entre la meseta española y la marroquí.

La *discusión* de ambas opiniones puede concretarse a tres puntos principales:

¿El arco de las Baleares es algo *primario* o *secundario*? ¿Existen indicios de un paso o arrumbamiento *primario* de los Alpides hacia el Noroeste a lo largo de la costa catalana? ¿Y existe por fin la vuelta de la cadena bética en el estrecho de Gibraltar?

Claro está que estas cuestiones sólo pueden ser discutidas en re-

lación con la construcción de las inmediaciones, y que, prescindiendo de ello, algunos extremos quedan relegados meramente a una cuestión de criterio. Sin embargo, hay una serie de puntos en el cuadro de la estructura de España, que me parecen a propósito para arrojar nueva luz sobre estos puntos litigiosos, que son de gran importancia para definir el extremo occidental de Eurasia.

Tenemos primeramente el **arco de las Baleares**, que une y enlaza las cadenas de Mallorca y Menorca. Aquel se manifiesta claramente, tanto en el recorrido de las alineaciones de los plegamientos de ambos lados, como también en el dispositivo del zócalo submarino de las islas. Tanto ARGAND como FALLOT aceptan el mismo arco. Sólo que según ARGAND debió ser originado de una manera secundaria por el empuje de Cerdeña, que retrocede hacia el Sureste. En contra de este concepto se pronuncian por un lado los análisis estratigráficos de FALLOT, según los cuales *la Tethys geosinclinal siempre quedó al Sur de las Baleares*, habiendo estado también constantemente en comunicación directa con Sicilia. Además es sorprendente que el vértice del arco de las Baleares entre ambas islas señala hacia el N. NO. con *exactitud la desviación análoga de un elemento de estructura ibérico, que corre en dirección paralela a aquel arco y que como él se halla en una línea de culminación de la Meseta*, es decir el arco de la depresión de Olot y la desviación de las montañas pirenáico-catalanas hacia el SE. **Cerca de Gerona y de Olot queda manifiesta de una manera indudable la repetición del arco de las Baleares en las tierras marginales ibéricas.** Mas tal coincidencia solamente se puede explicar si en efecto el arco de las Baleares ha existido ya *primariamente*. Sólo por el avance acentuado de los Alpes en el arco de las Baleares se puede explicar el arco de Gerona en las tierras marginales de los Ibérides. El hecho de que el arco de las Baleares se refleje también a grandes rasgos en el trascurso de las cadenas provenzales alrededor del Golfo de León, debe a su vez mencionarse aparte. Pero de todas formas la desviación hacia el SE. de los Ibérides situados más al Norte, en Cataluña, en el final de los Pirineos y en la Provenza, indica también con más probabilidades una desviación primaria hacia el Sureste de la cordillera de los Alpes entre la Menorca actual y Cerdeña. Este arco de Gerona-Olot y el de la Provenza quedan sin tener una explicación, en la hipótesis de ARGAND, de una continuación directa hacia los Alpes de la cadena bética en dirección NE. a lo largo de la costa catalana.

Los indicios de tal vecindad directa alpina de la costa catalana

son de todo punto completamente **negativos**. Únicamente pudieran considerarse como tales las mismas plegaduras de Cataluña; sin embargo, todas las demás circunstancias observadas en España demuestran que montañas de esta clase también se pueden formar a gran distancia de toda cadena alpina. Recordemos, al efecto, los Hespérides, Pirineos, Astures, y sus distancias a la Cordillera Bética. Aún más importantes son los indicios que nos ofrecen las montañas de España Oriental en su recorrido, en sus terminaciones en el Mediterráneo y en la intensidad de sus plegamientos. Y de nuevo puede decirse ahora que no hay nada que permita establecer la vecindad inmediata de una gran cadena alpina entre Valencia y Narbona, que más bien al contrario existen todos los indicios de que la cordillera de los Alpides se aleja de la costa española, según queda demostrado también por la naturaleza primaria del arco de las Baleares, como acabamos de exponer.

Vemos en primer lugar que solo las cadenas extremas de los Hespérides doblan por el margen meridional de la cuenca del Ebro para internarse en las montañas catalanas. La gran cadena central ibérica de las sierras castellanas y de los Montes Universales, por el contrario, avanza cerca de Castellón de la Plana con rumbo E. NE. hacia el mar. También entre Barcelona y Narbona vemos avanzar hacia el mar con dirección Este y Sureste las cadenas catalanas y pirenaicas, juntamente con la depresión del Ebro, situada en medio de éstas. Esto, al buscar la casi absoluta concordancia con los Alpides, no se comprendería si los Alpides hubieran avanzado verdaderamente en el sentido supuesto por ARGAND en dirección paralela a la costa catalana hacia la Costa Azul. Todas estas cadenas ibéricas hubieran avanzado a su vez en este caso en sentido completamente transversal hacia los Alpides, mientras que al aceptar una desviación primaria de los Alpides en dirección Sureste en Menorca, se doblan aquellas cadenas conforme a la cordillera de los Alpides en la misma península ibérica.

La desviación de los Pirineos y cadenas catalanas hacia el SE. me parece incompatible con una cordillera de los Alpides que avanzara directamente desde las Baleares según un recorrido primario para internarse en los Alpes Occidentales. Finalmente, aparte de esto, hemos visto que todos los tres grandes grupos de cadenas de Ibérides que entre Valencia y Narbona alcanzan la costa mediterránea, al aproximarse a ésta parecen abrirse, ensancharse, allanarse. Así sucede en la cadena hespérica en las montañas al Oes-

te de Castellón de la Plana y de Valencia, con las montañas de la margen catalana al Norte de Barcelona, y con los Pirineos cerca de Perpiñán. Al abrirse estas montañas hacia el Este y el Sureste, señalan una gran *disminución de la fuerza plegadora*; y tal disminución, por otro lado, sólo parece comprensible si el centro de aplicación, el origen casi de la fuerza alpino-africano *retrocede* en ese lugar *hacia el Sur*. Este es el caso si consideramos el arco de las Baleares de la cordillera de los Alpides como algo *primario*; pero resulta completamente *incomprensible* si suponemos que pasan los Alpides *por las inmediaciones muy próximas a esta virgación*.

Por otra parte, al abrirse las cadenas catalano-pirenaicas, al cerrarse finalizando la depresión de la cuenca del Ebro, al allanarse la plegadura, parece ser un indicio importante en el sentido de que estos elementos de la estructura de España *se juntan* hacia el Este, *para formar un solo macizo formidable, poco plegado, en el cual finalizan los Ibérides*. Como tal macizo o pilar siempre se ha considerado a la *zona corso-cerdeño-catalana*, como potente pilar fundamental rígido ante la plegadura de los Alpides e importante frontera de facies hacia la Tethys. Por un lado este antiguo macizo se opuso al avance de los Alpides, obligándolos a cambiar su dirección hacia el SE., a dar la vuelta alrededor de Cerdeña, y por otro lado quedó protegida la zona Norte de esta región antigua contra las plegaduras más intensas de las tierras marginales lindantes, precisamente por este retroceso de los Alpides hacia el Sureste. Así podemos comprender una disminución y una terminación paulatina de las plegaduras de los Pirineos y de las Montañas Catalanas, pero de otra manera no.

Llegamos, por lo tanto, a *rechazar* la suposición de ARGAND de una comunicación primaria y *directa* entre los Alpes y las Baleares, y con esto el extraño movimiento de trompo de Córcega, Cerdeña, Sicilia y del Apenino. Una zona pilar potente corso-cerdeño-catalana, que el arco de las Baleares trató de reventar, de salvar, desde el Sur, y que obligó al sistema de los Alpides a cambiar su dirección hacia el Sureste y a dar la vuelta por Cerdeña, nos parece mucho más probable. La cuenca del Norte del Mediterráneo occidental, desde el Golfo de León hasta la línea Menorca-SE. Cerdeña, guarda u hospeda en su fondo un potente pilar antiguo, *el corso-cerdeño-ibérico, en cuya rígida joroba termina la plegadura de las tierras marginales ibéricas, y que comprende por el Oeste el final de los Pirineos, de las montañas catalanas y de los Hespérides, por el Norte el macizo de los Maures y por el Este y Sur Córcega y Cerdeña*. Sólo en sus márgenes va acompañado ese pilar formidable de las plegaduras de las tierras

marginales, como en Cerdeña y en la Provenza, o bien en el Noroeste de España; pero el centro parece haber quedado a salvo de estas influencias alpinas, un *Horst o Pilar* rígido. Tomando por base este concepto, tendremos en las profundidades del Mediterráneo del Noroeste una potente formación, con la apariencia de un núcleo lenticular o almendroide, con grandes analogías con la *cuenca del Ebro*. ¿Implica esto, acaso, una continuación occidental aunque disimulada del macizo del pilar de Córcega-Cerdeña? Este macizo corso-cerdeño, en su conjunto, seguramente se halla en comunicación directa con la gran zona principal de la Meseta, por debajo de las cadenas meridionales hespéricas. *Un potente macizo o conjunto de tierras marginales se extendió en otros tiempos desde la Meseta hasta Cerdeña*, como colosal barrera contra las cadenas de los Alpes que avanzaban desde el Sur.

Con todo es'o el cuadro de la estructura de España parece que nos habla en favor de una zona hundida de tierras marginales en el Noroeste del Mediterráneo, la cual obligó a las cadenas de los Alpes a la dobladura actualmente manifiesta entre las Baleares y Córcega.

Pasemos de nuevo a analizar brevemente el «Problema de Gibraltar.» Ya hemos mencionado lo que en el mismo estrecho se pronuncia en contra de una desviación hacia el Rif africano. Queda todavía por consultar el cuadro de las estructuras que se nos ofrecen en las *tierras marginales*. En esta idea parecen tener significación los *Ibéricos de Portugal*. Pero estos tampoco de ninguna manera demuestran una vuelta hacia atrás, conforme con una «dobladura de Gibraltar», sino que avanzan en sentido inclinado y transversal a aquella dirección, *hacia el Océano*. Así las tierras plegadas entre Coimbra y Lisboa se doblan para avanzar hacia el mar a ambos lados de Cintra en dirección E. O., así avanza la Sierra Arrábida en línea recta en dirección O. SO. Además estas plegaduras son en parte de edad postmiocena, datan por consiguiente de una época, en la cual, según ARGAND, ya era un hecho consumado desde hacía mucho tiempo la dobladura de Gibraltar. Y finalmente vemos empujada hacia el Norte, en un *movimiento transversal* de más de 20 kilómetros y frente a la Meseta Central Española, la meseta de la falla portuguesa, como extraño contrafuerte o reacción alpina del «*hinterland*», *de la tierra firme del Algarbe*; fenómeno que otras veces se nos ofrece claramente, no en pró o en confirmación de un *retroceso* del frente de los Alpes, sino, al contrario, en demostración de un *avance* enérgico del mismo en el Suroeste del Algarbe. *Así también el cuadro de la estructu-*

ra ibérica más bien señala la **continuación hacia el Oeste** de la cadena alpina, en el sentido de TERMIER y en el mío, según puede observarse efectivamente «in natura» en el estrecho de Gibraltar.

Y al mismo resultado llegamos, si consideramos en su *totalidad* el conjunto del sistema orogénico alpino, incluida la plegadura fundamental, la de las tierras marginales y la del «hinterland». **Todos los elementos de la estructura de la misma, desde los Pirineos y Astures hasta el Sahara, avanzan hacia el Océano.** Ninguno trata de indicar siquiera una *dobladura de los Alpides cerca de Gibraltar*. ¿Por qué no copian algo al menos el «arco» de Gibraltar las mesetas españolas y marroquí? ¿Por qué las plegaduras del Algarbe se extienden en dirección normal, en sentido transversal al Océano? ¿Por qué el Atlas, la Sierra Arrábida, las cadenas portuguesas siguen igual trayectoria? ¿No nos parecería como un capricho muy singular de la naturaleza el que la cadena de los Alpides, en el centro de todo el conjunto orogénico, de repente quisiera abandonar su rumbo, su camino, de tan singular manera? ¿Dónde ha lugar o espacio para estas extravagantes divagaciones, y cómo se manifiesta, por ejemplo, ese hecho más lejos hacia el Este, junto al edificio o construcción eurasiática, *el resbalamiento de Africa hacia el Este*, exigido por dichas irregularidades, cuando precisamente atraviesan el continente africano una serie de fallas y *desgarramientos*, que más bien demuestran que este pilar africano avanza hacia el Oeste, con la corriente y rumbo de la misma dirección, como todo lo demás en la Tierra? ¿O tendríamos que buscar las causas de este mecanismo supuesto en *Europa* en un potente *empuje del macizo eurasiático hacia el Oeste*, frente a la zona africana? Ciertamente que parece haberse iniciado una modesta derivación de la Europa occidental a lo largo de los fosos Rin-Rodano y de las emisiones volcánicas de la Auvernia; sin embargo este movimiento propio, por cierto relativamente débil de la Europa Occidental, jamás hubiera sido suficiente para originar la «dobladura» de Gibraltar. Una cierta derivación hacia el Oeste del témpano o macizo *total* eurasiático frente a África, se manifiesta realmente en el recorrido de las líneas fundamentales del plegamiento alpino, apareciendo aquel como arrastrado en dicha dirección Oeste; pero al fin tampoco podría comprenderse bien como un segmento alpino arrumbado en su origen hacia *Portugal*, queda precisamente pegado junto a *Africa*, para ser combado completamente al revés por ésta. ¿Dónde se conoce por fin un caso análogo en fenómenos de esta clase en la Tierra? «*Dobladuras*» de la clase de ésta de Gibraltar ciertamente las hay, pero ninguna del *mecanismo* tectónico que esta requiere. Tal ar-

co en verdad pudo formarse por una entrada forzada de las montañas béticas, desde el Este, entre los dos pilares fundamentales de la meseta española y la marroquí. Mas, en primer término, no tenemos antecedentes de referencia para poder considerar empuje alguno del Este al Oeste en la orogénesis alpina, y en segundo lugar, siendo así las cosas, tendría que manifestarse un *dispositivo completamente distinto en los contrafuertes de reacción ibéricos; y en tercer y último término, esto habla en contra de la geología del estrecho mismo*. La aceptación del arco de Gibraltar, con un mecanismo constructivo como el supuesto por ARGAND, prescindiendo de la *contradicción con los hechos* hoy manifiesta, tropieza también teóricamente con las mayores dificultades de naturaleza mecánica y geológica. ¡Cuánto más fácilmente se puede comprender el *abanico de cadenas*, que entre la cadena bética y el Rif se sumerge en dirección Este-Oeste, según se manifiesta hoy con toda precisión en el estrecho de Gibraltar!

Un abanico de cadenas se sumerge en dirección occidental entre la Cordillera Bética y el Riff, el que aparece introduciéndose armoniosamente en la construcción del sistema orogénico alpino entre los Pirineos y el Atlas; una rama de los Alpides, perdida y doblada hacia atrás entre estas dos formaciones, parecería un capricho infundado de la naturaleza en medio de las líneas severas de su regularidad.

De esta manera llego nuevamente y en todos sus puntos, por lo que hace a la dirección de las líneas de la cordillera de los Alpides, a la conclusión siguiente, que he bosquejado en «La Construcción de los Alpes»: **Los Alpides avanzan desde los Alpes por Córcega, Elba y el Apenino, para internarse por el extremo de Cerdeña a las Baleares, y siguen avanzando por la Cordillera Bética y el estrecho de Gibraltar directamente hacia el Atlántico.**

RESÚMEN

Accidentada, como la cultura y la historia de la Península Ibérica, es también su estructura geológica. Llena de encantos como mosaico árabe, casi una copia de los departamentos laberínticos de la Alhambra y de la grandiosa mezquita de Córdoba; pero, al contemplar detenidamente su estructura, es ciertamente de gran regularidad y potente magnitud, como las cúpulas clásicas de las catedrales góticas españolas.

España entera se halla situada dentro del sistema orogénico alpino. La Cordillera Bética y las Baleares forman los representantes de los *Alpides*, el tronco central de ese sistema y las grandes cadenas de los *Ibérides* una zona Norte correspondiente a la potente *plegadura de las tierras marginales*. Al Sur del eje de los *Alpides* aparecen los plegamientos de las tierras de fondo de Marruecos hasta el Alto Atlas, como una grandiosa reproducción del plegamiento de las tierras marginales españolas.

Los *Alpides* de España surgen del fondo de la vieja Tethys, las *Ibérides* se forman sobre la construcción continental de Europa, cuyas estructuras antiguas quedan cortadas por las que imprimen los movimientos alpinos. Esta base ibérica, la **Meseta**, se divide en dos elementos principales, el antiguo **macizo arcáico de Galicia** y una cadena herciniana profundamente deformada, con elementos caledonianos, los **Hispanídes**. *Estos enlazan o rodean el antiguo macizo arcáico, según una magnífica dobladura de traza magistral que recuerda la «Puerta de Hierro» alpina, y avanzan hacia el Océano, como luego a su alrededor lo hacen los Alpides.*

Los **Alpides** de España quedan limitados al Sur de la Península, a la **Cordillera Bética** y **Las Baleares**. Los Pirineos, Astures, Hespérides y las montañas catalanas tienen que diferenciarse, separándose definitivamente de los *Alpides*. *Los Alpides pasan de los Alpes por alrededor de la esquina meridional de Cerdeña para internarse en las Baleares y siguen avanzando por la Cordillera Bética hacia el Océano. El arco de Gibraltar no existe, pero si un potente abanico de cadenas al-*

pinodindrico, que en el Estrecho de Gibraltar se hunde hacia el Oeste en el Océano, en creciente allanamiento.

Al Norte de este eje central de *Alpides* de la orogénesis alpina, aparece el formidable grupo de cadenas de los **Ibérides**, como consecuencia de una intensa *plegadura de tierras marginales*. *A esas cadenas de los Ibérides pertenecen los Pirineos, los Astures, la cadena central ibérica entre Gerona y Lisboa, las Montañas de tronco de Toledo-Gáceres, de la Sierra Morena, etc.* Esta plegadura de las tierras lindantes o marginales se halla en relación genética clara con el eje central de los Alpides, y tiene que considerarse como debida a las mismas causas que originaron la acumulación y formación de los Alpides, es decir al empuje de Africa hacia el Norte. **Los Ibérides aparecen con esto como contrafuertes o reacciones alpinas; su origen no se puede comprender sin la plegadura de los Alpes, son consecuencia necesaria de la misma.**

La reproducción de la plegadura de las tierras marginales ibéricas la hallamos en las plegaduras de las tierras básicas, zagueras o de fondo, de Marruecos y del Atlas, los Marróquides. Lo mismo que los Ibérides, cortan también estas cadenas marroquíes, de tierras o estratos de fondo de la zona zaguera, a las antiguas estructuras hercinianas de la base continental, e igual que los Ibérides, tampoco demuestran las cadenas del Atlas facies alpinas, sino una facies epicontinental y continental. La meseta marroquí es la reproducción de la meseta española; ambos pilares van disminuyendo borrándose hacia el Este, entre los Alpides y las plegaduras de las tierras marginales y zagueras respectivamente.

Esta grandiosa subdivisión o composición de España, que es única en toda Europa, sólo permite una comparación con casos *asiáticos*, según ya hemos mencionado al principio. Aquí ya la *anchura* del sistema alpino total, que alcanza el Océano con una extensión de 1.500 kilómetros, tiene dimensiones asiáticas. Pero, aparte de esto, España, con su polo opuesto marroquí, también en cuanto hace a su *estructura*, ofrece grandes analogías con la construcción asiática central. **Atlas e Himalaya, meseta marroquí y Tibet, Alpides y Kuenlun, meseta española, la cuenca de Tarín y el desierto de sal de Tsaidam, Ibérides y Tianschan-Nanschan, definen grandiosos equivalentes.** Y así como la cuenca de Tarín termina junto a la gran agrupación de las montañas asiáticas de las tierras altas de Pamir, entre las cadenas de las tierras marginales del sistema Tianschan-Alai y el tronco

de los Alpídes de Kuenlun, así vemos terminar en la Provenza, en forma de cuña, a la meseta española entre Ibérides y Alpídes. *La agrupación de Pamir*, con su gran recogimiento de todas las cadenas, tiene que igualarse con la *gran agrupación de los Alpes*, que recoge todas las cadenas asiáticas en *un grupo potente de montañas*, desde la plegadura de las tierras zagueras (1) o de fondo de los Dinárides, hasta los contrafuertes de reacción de las tierras marginales. Así se explica la potente *construcción en mantos alóctonos, desplazados*, de los Alpes, *consecuencia o resultado de la gran agrupación o aglomeración de cadenas*. **La agrupación de mantos alóctonos o de desplazamiento sólo aparece entonces como la expresión, la consecuencia, de una enorme y exagerada agrupación de cadenas particulares.** Aquella formación en mantos alóctonos o desplazados de los Alpes queda así *limitada* en su parte principal a estas agrupaciones, y, por lo tanto, *no es ni mucho menos tan universal* como quizás hoy se supone. Y si queremos dar un paso más en las analogías entre Europa y Asia, reconocemos en la plegadura múltiple y atenuada de las tierras marginales, entre los Pirineos y la Meseta Rusa, una débil reproducción de la zona asiática entre Tianschan y el extremo de Siberia, una analogía con las montañas del *Altai*.

La razón por la cual la *intensidad* de la plegadura de las tierras marginales europeas no llega a alcanzar las potentes manifestaciones de la misma en Asia, quizás hay que buscarla en que en Asia era *mucho más potente la resistencia del conjunto continental de Eurasia*. *Europa, como conjunto, más bien fué empujada hacia el Norte*, y así, *como totalidad*, era mucho más susceptible de ser rendida que el coloso asiático. Por eso a esta **mayor resistencia interior de Asia se debe aquella grandiosa plegadura de las tierras marginales, acentuada hasta lo gigantesco, de las cadenas centrales asiáticas, y aquella extraña vuelta o dobladura de toda Eurasia hacia la derecha, que se ha señalado en «La Construcción de los Alpes».**

Esas grandes analogías entre España y Asia Central tienen aún mayor importancia. Demuestran que **la orogénesis alpina de ninguna manera está limitada al tronco de los Alpídes y Dinárides, sino que hay que incluir también en aquella la potente plegadura de las tierras marginales y de la zona zaguera, de fondo, que acompaña al sistema de los Alpes al Norte y al Sur.** Sólo entonces comprendemos toda la magnitud del fenómeno, y también entonces

(1) Macizo zagüero empleado por Gortazar y Novo.—N. del T.

vemos que en Europa las relaciones de los diferentes elementos estructurales son ciertamente más confusas, y estos aparecen como más desgarrados que en la construcción concreta de Asia; **pero que la orogénesis eurasiática avanza hacia el Océano Atlántico, con toda la integridad de su desenvolvimiento, cual grandiosa porción asiática, como no la suponíamos hasta ahora en Europa.** El término occidental de Eurasia en la Península Ibérica es un potente testigo de esta construcción intacta asiática.

En el término occidental de Eurasia, entre los Pirineos y el Atlas Alto, avanza la orogénesis alpina con dimensiones asiáticas por España, Portugal y Marruecos hacia el Océano.

Tal es el cuadro de la estructura de España, que nos revela esta construcción en toda su magnitud y con toda su pujanza.

BIBLIOGRAFÍA

(NO ESPAÑOLA)

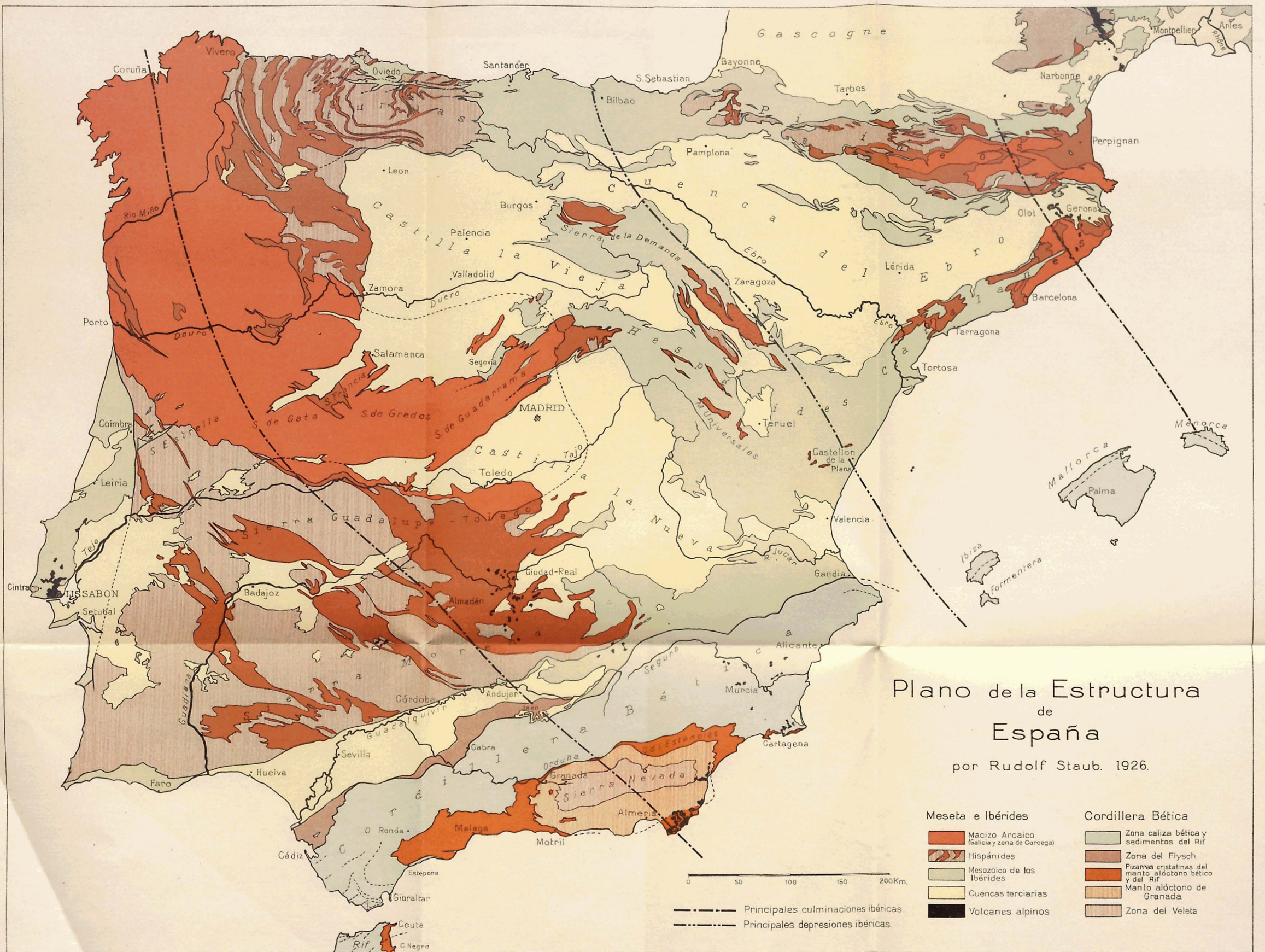
- 1.—ARGAND, E., La tectonique de l'Asie, C. R. Congr. géol. Internat. Bruxelles 1924.
- 2.—BROUWER, H. A., Zur Geologie der Sierra Nevada. Geol. Rundschau 1926.
- 3.—DOUVILLÉ, R., Handbuch der regionalen Geologie, Espagne, 1911.
- 4.—FALLOT, P. Etude géologique de la Sierra de Majorque, Paris, Beranger, 1922.
- 5.—KOBBER, L., Der Bau der Erde, Borntraeger 1921.
- 6.—KOSSMAT, F., Die mediterranen Kettengebirge etc., Abh. sächs. Akad. Wissenschaften 1921.
- 7.—STAUB, R., Der Bau der Alpen, Beitr. geol. Karte d. Schweiz 1924.
- 8.—STILLE, H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Bornträger 1924/25.
- 9.—SUESS, E., Das Antlitz der Erde.
- 10.—TERMIER, P., Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale, Revue gén. Sciences 1911.

MAPAS

- 11.—Mapa geológico de España. 1: 1.500000, Madrid 1919.
- 12.—GENTIL, L., Carte géologique du Maroc, 1922.

ÍNDICE

ASUNTO	Página
Prólogo	3
Ideas sobre la tectónica de España.—Introducción.	9
La división en grandes conjuntos de la estructura geológica de España	12
La construcción antigua de la Meseta	15
Subdivisión y construcción interior	16
Nueva interpretación de los Hercínides españolas.	17
Correlación con Europa y los Alpides	21
La cadena de los Alpides de la Cordillera Bética	23
Variación de facies.	24
Organización tectónica.	26
Los mantos alóctonos o de desplazamiento de la Sierra Nevada	37
Segmentación	38
Zonas extremas del Este y del Oeste, Baleares y Gibraltar	40
La plegadura de las tierras marginales en los Ibérides	47
Subdivisión	48
Pirineos y Astures	50
Hespérides, Montes Catalanes y Cuenca del Ebro.	53
Cadena central Castellana y Portugal	56
Montes de Toledo y Sierra Morena	63
Perfil longitudinal.	64
La significación del movimiento de las tierras marginales Ibéricas	66
Análisis para el conocimiento de las líneas fundamentales alpinas en el Mediterráneo Occidental	72
Resumen	80



Corte transversal esquemático al través de la Cordillera Bética.

Escala 1 : 370 000
por Rudolf Staub. 1926.

