

ACTA GEOLOGICA HISPANICA

INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA
(CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS)

Año III - N.º 4

Julio - Agosto de 1968

Nota acerca de un cabalgamiento en la región de Tierzo-Teroleja (Provincia de Guadalajara)

Por JOAQUÍN VILLENA MORALES *

RESUMEN

El macizo paleozoico situado al S de Molina de Aragón presenta una línea de cabalgamiento, con empuje al NE, cuyo carácter evoluciona de modo sorprendente en dirección SE. En efecto, el plano de cabalgamiento sufre un levantamiento llegando a la inversión del mismo, lo cual da lugar a que un bloque paleozoico sea arrastrado hacia el SW quedando englobado en las margas del Keuper. Se presentan tres hipótesis par explicar este fenómeno, partiendo de hechos reconocidos sobre el terreno: entrecruzamiento de dos sistemas de pliegues, el comportamiento diferencial de los materiales plásticos y resistentes de la serie mesozoica y el efecto de varias fases de plegamiento terciarias con direcciones de empuje distintas.

RÉSUMÉ

Le massif paléozoïque au Sud de Molina de Aragon, présente une ligne de chevauchement, avec poussée vers le NE, dont le caractère évolue, d'une manière frappante, vers le SE. Le plan de chevauchement, en se retroussant, donne lieu à un lambeau paléozoïque, inversé et charrié vers le SW, pincé dans les marges du Keuper. Trois hypothèses sont proposées pour expliquer ce phénomène en partant des faits reconnus sur le terrain: entrecroisement de deux alignements de plis, le comportement différentiel des matériaux plastiques et résistants de la série mésozoïque et l'effet de plusieurs phases de plissement tertiaires.

En una nota anterior (VILLENA 1967), se daba cuenta de los rasgos estructurales de conjunto de una zona de la Cordillera Ibérica que está siendo objeto de un estudio geológico detallado por nuestra parte.

Se trata de una zona situada entre Calamocha y el Oeste de Zaorejas, que comprende parte de las provincias Zaragoza, Teruel y Guadalajara.

Los estudios de detalle nos han revelado algunas estructuras realmente notables.

Una de ellas, se encuentra entre los términos de Vallehermoso y Tierzo (Provincia de Guadalajara), a unos doce kilómetros de Molina de Aragón siguiendo la carretera de Molina de Tierzo (ver fig. 1). Toda la zona de este estudio queda comprendida dentro de la hoja núm. 514 (Taravilla), del mapa Topográfico Nacional a escala 1 : 50.000.

A) *Principales rasgos estructurales de la región.* Como se pudo estudiar en el bosquejo geológico anterior (VILLENA 1967), se trata de una zona plegada según alineación NW-SE, vergente al NE y con apreciables cabalgamientos.

Interfieren estos accidentes con otros pertenecientes a un sistema de orden menor orientado de NNE a SSW.

El rasgo más notable de la región es la presencia del macizo paleo-mesozoico de Ventosa-Teroleja con un frente cabalgante de dirección general NW-SE empujado hacia el NE. Este accidente pone en contacto el Paleozoico o Triásico inferior, con las margas y arcillas del Keuper en gran parte de su extensión y algunas veces con materiales algo más modernos. Su salto vertical es muy variable de un extremo a otro. Para la parte occidental, en la que alcanza su máxima traslación rebasa los 1.300 m mientras que en su extremo SE su salto va disminuyendo, y estimamos que en su extremo SE su salto se reduce a unos 130 m.

Esta disminución del salto de falla, viene influida en gran parte por la variación de la potencia de los terrenos triásicos; sobre todo por las variaciones de la del Buntsandstein, ya que en menos de nueve kilómetros varía su potencia de unos 500 m (medidos en el Barranco de la Virgen de la Hoz, de Ventosa)

(*) Departamento de Sedimentología y Suelos C.S.I.C. Inst. Nacional de Geología. Facultad de Ciencias. Zaragoza.

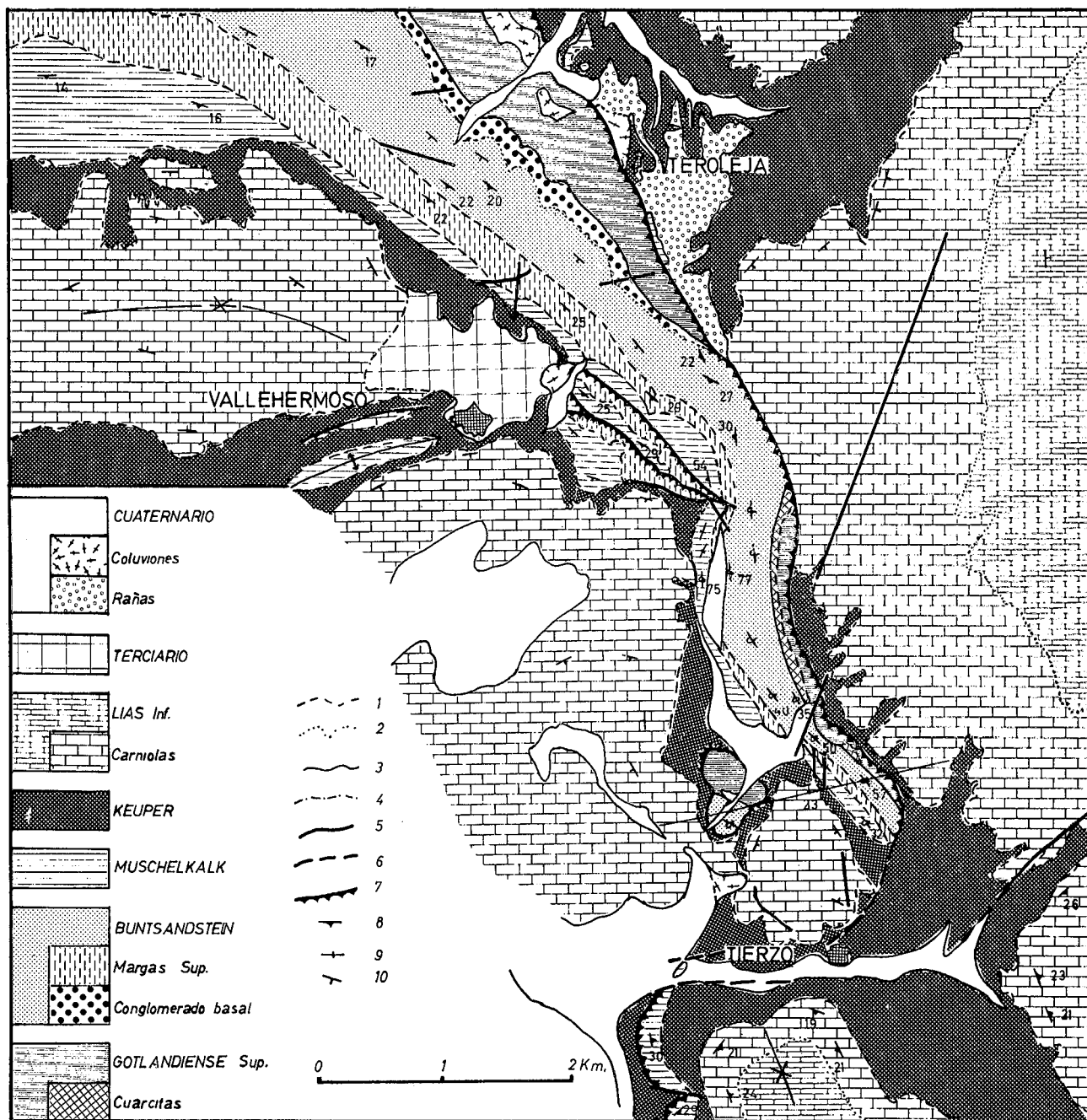


FIG. 1. — Bosquejo geológico de la zona de Tierzo-Teroleja. 1: Contacto normal concordante. 2: Contacto normal concordante poco preciso. 3: Contacto discordante en general. 4: Contacto discordante poco preciso. 5: Fractura. 6: Fractura supuesta o cubierta por Cuaternario. 7: Cabalgamiento. 8: Rumbo y buzamientos medidos en el terreno. 9: Capas verticales. 10: Rumbo y buzamiento apreciados en fotografía aérea.

a unos 80 m en las proximidades de Tierzo; ya que el frente cabalgante alcanza generalmente el mismo nivel estratigráfico del labio hundido.

B) *Estratigrafía*. — Sólo consideramos los terrenos del Paleozoico, Triásico y la base del Liásico.

PALEOZOICO. — El Paleozoico está constituido por los sistemas siguientes:

1) Pizarras ampelíticas, ricas en graptolites, alternan con algunas intercalaciones de bancos delgados de cuarcitas; hacia arriba, esta formación pasa a unas pizarras, en las que hay mayor frecuencia de

bancos poco potentes, de cuarcitas. Estas pizarras, según SACHER (1966), pueden ser atribuibles al Gotlandense superior (Ludlowiense). — 2) Cuarcitas en bancos gruesos.

Los afloramientos de la serie paleozoica se sitúan siempre en el frente de cabalgamiento mencionado en el apartado anterior.

TRIÁSICO:

BUNTSANDSTEIN. — Muy bien representado en esta región:

1) Conglomerados basales, bien cementados, de cantos silíceos muy rodados. — 2) Areniscas silíceas de grano fino, generalmente con raras intercalaciones arcillosas muy finas. — 3) La parte superior del Buntsandstein está formada por una serie margoso-arcillosa de colores rojo y verde.

La formación Buntsandstein se apoya en discordancia sobre distintos niveles del Paleozoico. La potencia de este Triásico inferior es muy variable; de 500 m en La Hoz a 80 m en Tierzo.

En algunos lugares no muy distantes de la zona que estudiamos hemos encontrado, bajo los conglomerados basales del Buntsandstein, unos niveles de lutitas y brechas de unas características petrológicas bastante diferente de los materiales Triásico. Estos materiales podrían ser por su similitud con las facies pireniacas (VIRGILI 1961) atribuidos al Pérmico.

MUSCHELKALK. — Se pueden distinguir, aunque muy brevemente, dos tramos:

1) Dolomías, en bancos potentes, a veces con intercalaciones de tipo carniolas. — 2) Calizas y calizas margosas en bancos delgados, que a veces constiuyen verdaderas calizas en plaquetas. Estos niveles más superiores del Muschelkalk suelen ser fosilíferos.

KEUPER. — Facies Keuper en su mayor parte constituida por margas de colores muy vivos y muy ricas en yesos. A veces, entre estas margas, se presentan delgadas intercalaciones calcáreas. La potencia del Keuper es muy difícil de apreciar ya que debido a sus propiedades mecánicas suele presentar una potencia aparente muy variada.

Todo el Triásico superior constiuye un nivel plástico y lubricante, desempeñando un papel de gran importancia en el desarrollo de la tectónica de la Cordillera Ibérica. Este nivel plástico, por un lado, ha actuado como nivel amortiguador entre zócalo y cobertera haciendo que algunos accidentes del zócalo no se transmitan a los terrenos superiores al Muschelkalk, y a su vez, que otros accidentes de los terrenos superiores al Keuper, no afecten a los sedimentos infrayacentes. A la vez este nivel plástico ha podido actuar como nivel de despegue entre dos paquetes estratigráficos; uno que comprendería desde el Paleozoico hasta el Triásico medio, y otro segundo, paquete que comprendería los niveles superiores al Keuper.

JURÁSICO. — Sobre el Keuper descansa una serie que comienza por dolomías y calizas dolomíticas en bancos delgados, con potencia variable, que no suele sobrepasar los 20 m. Sobre estas dolomías descansan unos niveles de calizas brechoides y brechas de una potencia de hasta 60 y 70 m, y por último encontramos las carniolas. Todo este paquete, podría representar el Liásico inferior, lo representamos bajo la denominación: CARNIOLAS.

Hacia arriba, las carniolas pasan a calizas en bancos delgados y algunas calizas oolíticas que dan tránsito a unas calizas litográficas y sublitográficas que constiuyen el Hettangiense-Sinemuriense.

C) *Descripción de la estructura de Tierzo-Teroleja.* — El accidente en el que vamos a fijar nuestra atención es el cabalgamiento dirigido al NE. Lo denominaremos en lo sucesivo: frente cabalgante de Tierzo-Teroleja.

Constiuyen el bloque levantado de este cabalgamiento materiales del Paleozoico y la serie triásica completa, separados entre sí por la discordancia a la cual hemos aludido.

Todo este conjunto parece formar una sola unidad, que denominaremos unidad de Ventosa, en la cual los materiales triásicos forman una serie monoclinial inclinada hacia el SW.

El frente de esta unidad cabalgante lo constiuyen, casi siempre, los niveles paleozoicos próximos a la base del Buntsandstein, o bien, los niveles inferiores de éste.

Siguiendo el frente cabalgante de Tierzo-Teroleja en sentido longitudinal, se puede ver que los materiales con los que este frente se pone en contacto, son en su mayor parte, las margas y arcillas del Keuper, y sólo en algunos puntos éste toca niveles estratigráficos algo superiores; aunque nunca se rebasan los niveles estratigráficos inferiores al Toarcense.

Si avanzamos desde Ventosa hacia el SE y próximos a la línea cabalgante de Tierzo-Teroleja observamos los siguientes hechos: 1.º Que el frente Tierzo-Teroleja sufre algunos cambios en su dirección pasando de NW-SE, que lleva hasta un poco al Sur de Teroleja, a N-S, para zonas situadas al Sur de Teroleja, para volver nuevamente a obtener su orientación primitiva en su extremo más oriental (figuras 1 y 2).

Esta inflexión de la línea de cabalgamiento va acompañada de una inflexión paralela en la orientación de los estratos triásicos de la unidad de Ventosa.

2.º Disminución hacia el SE de la potencia de los niveles estratigráficos en la unidad de Ventosa sobre todo en los niveles del Triásico inferior y medio.

3.º Brusco levantamiento de las capas que forman la unidad de Ventosa apartir de Teroleja. Esto

hace pasar en un poco más de 1 km de recorrido longitudinal de una inclinación de 20° al SW en Teroleja, a capas verticales y ligeramente invertidas a la altura del km 30 de la carretera de Molina a Tierzo (fig. 1). Esta inversión en los estratos se va acentuando cada vez más a medida que avanzamos hacia el SE de la unidad de Ventosa, llegando, en su extremo suboriental, a existir buzamientos de inversión inferiores a 30° al NE (150 al SW) (figs. 1 y 2).

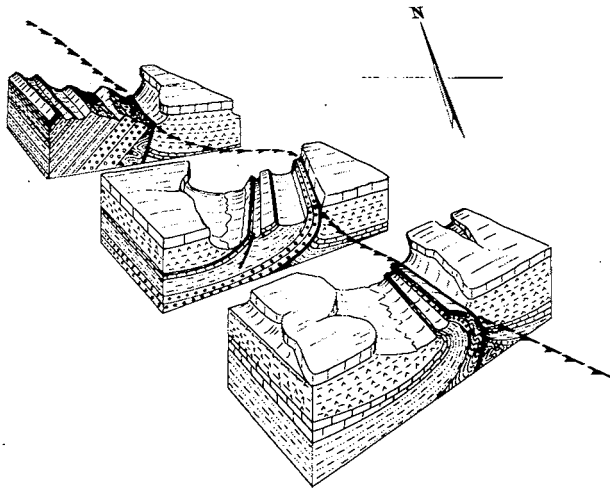


FIG. 2. — Cortes esquemáticos del frente cabalgante Tierzo-Teroleja. Los mismos símbolos de la figura 4.

La iniciación de esta variación brusca del buzamiento, coincide con una zona en que el frente de Tierzo-Teroleja se pone en contacto con niveles del bloque hundido correspondientes al Lias inferior calizo.

4.º Disminución hacia el SE del salto vertical y horizontal del cabalgamiento. El salto vertical, en efecto, varía de unos 1.300 m en Ventosa a unos 130 m aproximadamente al N. de Tierzo.

5.º Existencia a la altura del km 28 de la carretera de Molina a Tierzo, de un afloramiento de materiales paleozoicos y triásicos en el cual las capas

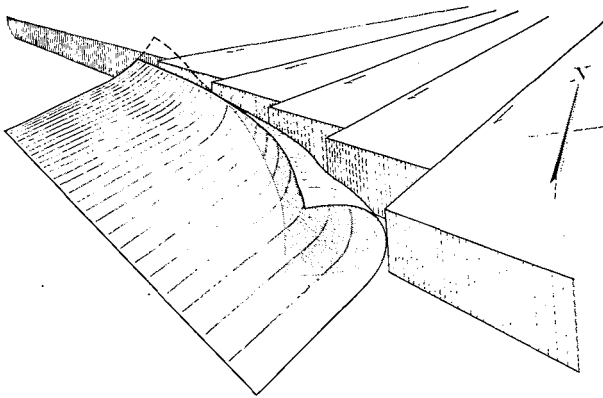


FIG. 3. — Esquema estructural de la región estudiada.

están netamente invertidas según determinaciones de polaridad de estratificación cruzada. Este bloque queda totalmente desligado del frente cabalgante de Tierzo-Teroleja al cual sin duda perteneció. Además lo hallamos en contacto anormal con las margas y arcillas del Keuper y está parcialmente incluido dentro de éstas. La existencia de este afloramiento parece debido a haberse formado por erosión una ventana u ojal en los materiales del Keuper (fig. 4).

6.º En las proximidades de Tierzo encontramos sobre la unidad de Ventosa (que aquí presenta su serie invertida) las margas y arcillas rojas del Keuper, sobre los cuales descansan de manera concordante las dolomías y carníolas de la base del Liásico sin que estas capas hayan sufrido aparentemente apenas deformación.

7.º Existencia de bastantes cantos de pizarras, cuarcitas paleozoicas y rodano trásico, diseminados e incluidos, incrustados, en las margas del Keuper que afloran en la región situada al Norte y Sur del extremo SE del frente cabalgante de Tierzo-Teroleja. Además es preciso señalar la presencia de muchos cantos de Paleozoico sobre la superficie topográfica de la unidad cabalgante en la región antes citada (extremo SE), lo cual aboga por la existencia de un deslizamiento (al menos relativo) del Keuper y Lias sobre la unidad de Ventosa. Este deslizamiento indica un movimiento relativo de las margas y arcillas del Keuper hacia el SW y deslizándose sobre el frente de la unidad cabalgante.

8.º Cabe señalar, al SE de Teroleja un sistema de abanico de fallas de desgarrar de componente NNE a NE, con traslación relativa de los bloques occidentales hacia el Norte. Al Sur de Tierzo existe una notable línea de cabalgamiento con traslación netamente hacia el Suroeste.

D) Hipótesis estructurales

a) Primera hipótesis. — Partimos de la existencia del frente cabalgante de Tierzo-Teroleja, orientado de NW a SE y avance de la unidad Ventosa situada al S de ésta hacia el NE. Al parecer este avance no tuvo la misma intensidad a lo largo de toda la línea de fractura, sino que éste va decreciendo de forma paulatina en sentido de NW a SE. Podemos asegurar que el cabalgamiento tiene mayor importancia, tanto en salto como en traslación, en las regiones situadas al NW (Ventosa) que en las situadas más al SE. Parece ser que el salto fue menor en las zonas más orientales del cabalgamiento. Esto implica menor fuerza de empuje en las zonas situadas hacia el SE. Como consecuencia pudo ocurrir que, si un sector del frente cabalgante encuentra en su camino ciertos niveles plásticos, y en otro no, éste sufre un proceso de "frenado", quedándose como algo retrasado por el primer sector. Este hecho parece

confirmarse en nuestra estructura, ya que el frente cabalgante Tierzo-Teroleja en su extremo SE, parece estar desplazado y retrasado hacia el Sur con respecto al resto de toda la línea general de cabalgamiento.

Pudo ocurrir que al avanzar el frente cabalgante hacia el NE y encontrar niveles plásticos, el resultado sea un "frenado" como decíamos anteriormente, pero si el empuje es continuo y el frente no tiene potencia o fuerza suficiente para rebasar cabalgando dichos niveles plásticos, entonces sus materiales reaccionarían doblándose en sentido contrario al sentido general de empuje.

Los materiales del extremo SE del frente Tierzo-Teroleja se comportarían tal como podría hacerlo un paquete de láminas delgadas de aluminio u hojalata que incidieran contra una masa de arcillas con una cierta inclinación y con movimiento ligeramente ascendente. Las láminas de nuestro símil comenzarían por introducirse en la arcilla, pero a medida que fueran penetrando tendrían que vencer una resistencia mayor que la requerida para la flexión de las propias laminillas. El efecto es el mismo que si el paquete de laminillas hubiera sufrido el choque con un paquete plástico que avanzara en sentido contrario al sentido de avance de ellas.

Si en vez de suponer láminas continuas y homogéneas, suponemos que las láminas cuando inciden sobre la arcilla ya iban fracturadas, puede explicarse que algún trozo de ésta sea arrancado y quede embutido entre la arcilla, quedando retrasado con respecto al conjunto por ser menor su resistencia a la ruptura que la resistencia que habría de vencer para seguir avanzando dentro de la masa plástica.

Este fenómeno que hemos descrito y propuesto, explicaría la inversión de las capas del frente Tierzo-Teroleja en su extremo SE, así como también, la existencia de la masa alóctona Paleozoico-Triásico situada al Sur del frente cabalgante que aludíamos en el apartado 5.º, al describir la estructura (fig. 4).

En esta hipótesis hemos supuesto que el avance hacia el NE y la flexión de las capas del frente de cabalgamiento son sincrónicos.

En principio resulta esta hipótesis un tanto artificiosa ya que se hace alusión a un mecanismo de frenado, del cual es difícil evaluar su eficacia real. Sin embargo es más verosímil, si suponemos que anteriormente al cabalgamiento hacia el NE existiesen fracturas de poca importancia que afectasen sólo a la cobertera Keuper-Lias, de manera que al producirse el cabalgamiento principal la cobertera del labio hundido, no se comporta como una unidad compacta, sino que se comportaría como una serie de bloques independientes que ofrecieran resistencia variable al avance del frente de Tierzo-Teroleja, siendo esta resistencia creciente en sentido SE. Estos bloques serían los que han dado fallas de desgarre a que aludíamos en el apartado 8, al describir la estructura (fig. 3).

b) Otra hipótesis que nos podría explicar la estructura en cuestión, invocaría la existencia de dos procesos no sincrónicos. En una primera etapa, se nos formaría una estructura de cabalgamiento en sentido NE en la cual quedaría la extremidad SE del frente de Tierzo-Teroleja en contacto con las margas y arcillas del Keuper. Por un proceso posterior pudo ocurrir que las margas y arcillas del Keuper se hubieran deslizado por despegue hacia el SW arrastrando en este movimiento, parte del frente cabalgante, e invirtiendo las capas más avanzadas del frente cabalgante puestas en contacto con el Keuper. Este proceso de deslizamiento hacia el SW, tendría una componente fuerte hacia el Oeste y afectaría sólo a los materiales del Keuper y Lias situados en la parte oriental de la región objeto de nuestro estudio.

Este movimiento podría explicarse por un deslizamiento gravitatorio de las margas del Keuper hacia el SW y a la vez nos explicaría la estructura de cabalgamiento hacia el SW, aparentemente anómalo, que existe en la zona sur de la región que presentamos.

c) Podríamos también formular una tercera hipótesis: dados los rasgos estructurales de la región y la resistencia de dos frentes de cabalgamiento, uno el de Tierzo-Teroleja al NE, y otro, el cabalgamiento

WSW

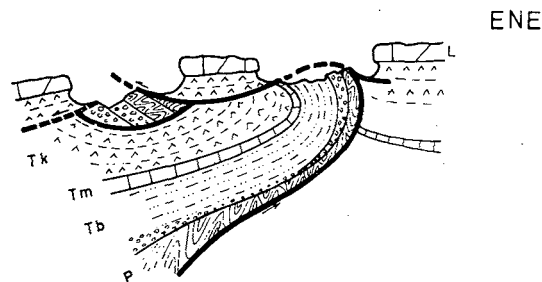


FIG. 4. — Esquema de la situación de los materiales paleozoicos y triásicos a la altura del km. 28 de la carretera de Molina a Tierzo.

to situado al Sur de Tierzo, en sentido contrario, hacia el SW; nos sugieren que en una fase posterior el cabalgamiento hacia el NE, aparecería un empuje hacia el Sur, bien sea como fuerza de reacción a la del cabalgamiento o bien como fuerza independiente de éste, que afectaría a la vez a las margas del Keuper y a los niveles calcáreos superiores, aprovechando como niveles de deslizamiento los mismos niveles del Keuper. Esta fuerza haría que el bloque de Lias quedara dividido por una serie de fallas de desgarre orientadas NNE a SSW que nos darían un conjunto de bloques hacia el SW (ver fig. 3). Pudiendo ser consecuencia de estos movimientos el cabalgamiento dirigido hacia el SW que encontramos al Sur de Tierzo.

CONCLUSIONES

El estudio geológico regional de la zona descrita, ha revelado la existencia de dos direcciones de plegamiento: una principal, cuyos ejes se alinean de NW-SE y otra de menor importancia cuya orientación es de NNE a SSW y que interfiere con la principal.

Parece que el segundo sistema puede ser el resultado de una fase orogénica tardía con respecto a la principal y de menor envergadura, pues las deformaciones producidas suelen ser de menor importancia.

Parece lo más lógico, que el accidente de Tierzo se pudo originar en esta fase tardía y sea una prueba más de la existencia de esta segunda fase. Por lo que de las tres hipótesis expuestas resulta la última la más verosímil.

Sin embargo, hasta no disponer de un estudio detallado de la región, nos parece aventurado decir cuál puede ser la extensión real de este accidente; ya que cabría la posibilidad de que esta estructura sólo sea parte de un accidente de mayor envergadura, en cuyo caso habría que introducir algunas modificaciones acerca de la evolución regional de esta zona de la Cordillera Ibérica.

BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN, S.: Existencia de infraliásico en España y geología fisiográfica de la Meseta de Molina de Aragón. *Anal. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 27, pp. 177-206, 2 figs., 1 mapa 1 : 400.000. Madrid 1898.
- CASTEL, C.: Descripción geológica de la provincia de Guadalajara. *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, t. 8, pp. 157-264, 17 figs., 1 mapa 1 : 400.000. Madrid 1881.
- CORTÁZAR, D.: Bosquejo físico y geológico y minero de la provincia de Teruel. *Com. Map. Geol. Esp.*, t. 12, pp. 345, 43 figs., 1 mapa 1 : 400.000. Madrid 1885.
- DEREIMS, A.: Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. *Hébert*, t. 2, pp. 7-199, 46 figs., 2 mapas. Lille 1898.
- FALLOT, P. y BATALLER, J. R.: Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art.*, vol. 20, n.º 8, pp. 143, 43 figs., 2 mapas. Barcelona 1927.
- HANKE, K.: Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca-Teruel- Alfambra. *Beitr. Westl. Medit.*, Abh. N.F., t. 16, H. 3, Beitr. z. Geol. d. Westl. Medit. rangel. Berlin 1930. Trad. esp. en *Publ. Extr. sobre Geol. de España*, t. 2, pp. 7-50, 1 mapa, 12 figs. C.S.I.C. Madrid 1943.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Mapa Geológico de España. Escala 1 : 400.000. Hoja n.º 29. Madrid 1923.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Memoria explicativa de la hoja n.º 488 "Ablanque". Redactada por L. JORDANA SOLER y J. MESEGUER PARDO. 1 vol., 1 mapa. Madrid 1949.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Memoria explicativa de la hoja n.º 462 "Maranchón". Redactada por J. CASTEL y S. DE LA CONCHA. 1 vol., 1 mapa. Madrid 1956.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Memoria explicativa de la hoja n.º 541 "Santa Eulalia". Redactada por C. VILLALÓN DÁVILA, E. TRIGUEROÍ MOLINA y A. NAVARRO ALVARGONZÁLEZ. 1 vol., 1 mapa. Madrid 1959.
- KINDELÁN, V. y RANZ, M.: Criaderos de hierro de Guadalajara y Teruel. *Mem. Inst. Geol. y Min. de Esp.*, Criaderos de hierro de España, t. III, 1 vol., 3 mapas. Madrid 1918.
- LOTZE, F.: Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). *Beitr. Westl. Medit. Abh. N.E.*, t. XIV, núm. 2, 2 mapas, Berlin, 1929. Trad. esp.: en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, t. 8. Madrid 1954-1955.
- RIBA ARDERIU, O.: Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. *Monografías Instituto "Lucas Mallada"*, C.S.I.C., 1 mapa. Madrid 1959.
- RICHTER, G. und TEICHMUELLER, R.: Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. *Abh. der Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math-Phys. Klasse III F. Heft 7*, 118 pp., 2 mapas geol. Berlin 1933.
- RÍOS, J. M.^a, GARRIDO, J. y ALMELA, A.: Reconocimiento geológico de una parte de las provincias de Cuenca y Guadalajara. *Bol. Soc. Esp. II. Nat.*, t. XLII, pp. 107-125, 1 mapa geol. Madrid 1944.
- SACHER, L.: Stratigraphie und Tektonik der nordwestlichen Hesperischen Ketten bei Molina de Aragón. Spanien. Teil I: Stratigraphie (Palaozoikum). *N. Jahrb. Geol. Paläont. Abh.* 124, 2, 151-167, 2 figs., 1 lám. y 1 tabla. 1966.
- SAEFTEL, H.: Paleogeografía del Albense en las cadenas Celtibéricas de España. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.*, n.º 63, pp. 163-192. Madrid 1944.
- SCHROEDER, E.: Das Grenzgebiet von Guadarrama und Hesperischen Ketten (Zentralspanien). *Abh. d. Ges. Wiss. z. Göttingen*; Math-Phys. Kl. N. F., t. XVI n.º 3. Berlin 1930. Trad. esp. en *Publ. extr. geol. de Esp.*, C.S.I.C., t. IV, pp. 233-294, 1 mapa. 1 : 250.000. Madrid 1948.
- TRICALINOS, J.: Untersuchungen über den Bau der Keltiberischen Ketten der nordöstlichen Spaniens. *Zeit. der Deutschen Geol. Gesell.*, t. 80, Abh. 4, pp. 409-482. Berlin 1928.
- VERNEUIL, et de LORIERE: Formación cretácica de la provincia de Teruel. *Rev. Min.*, t. 21. Madrid 1870.
- VILANOVA, y PIERA, J.: Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma. *Junta de Estadística*, 1 vol., 213 pp., 10 lám., 1 mapa 1 : 400.000. Madrid 1893.
- VILENA, J.: Nota cartográfica preliminar de una zona de la Cordillera Ibérica, comprendida entre Monreal del Campo y parte Oeste de Molina de Aragón (provincias de Teruel y Guadalajara). *Acta Geol. Hisp.* Año II, n.º 1. Barcelona 1967.
- VIRGILI, C.: The Sedimentation of the permotriassic rocks in the Noguera Ribagorzana valley (Pyrenees) *Intern. Geol. Congres. XXI Session Norden 1960 Report. Part. XXII, Intern. Assoc. of Sedimen.*, pp. 136-142. Copenhagen 1961.