

**ESTUDIO TECTONICO Y NEOTECTONICO  
DE LA HOJA DE MONTELLANO (1.035)**

**Fernando Moreno  
1.985**

## INTRODUCCION

La totalidad de la hoja aparece ocupada por extensos afloramientos de arcillas y yesos triásicos, sobre los cuales se apoyan numerosos retazos de los diferentes tramos del resto de la serie mesozoica y paleógena, así como las diferentes formaciones del Mioceno y del Cuaternario. Salvo en las formaciones arcillo-arenosas del Mioceno superior- Plioceno no se aprecian direcciones estructurales y la tónica dominante del conjunto es la distribución anárquica de las diferentes formaciones, lo cual es el resultado de la extraordinaria movilidad de los materiales triásicos que ha posibilitado su diapirismo y extrusión masiva, especialmente durante las fases principales de tectónica tangencial.

El sector estudiado se localiza en la porción más externa de la zona subbética donde la ausencia aludida de direcciones estructurales, así como la desolidarización de las diferentes formaciones en el seno del Triás imposibilitan el establecimiento y datación de las diferentes fases tectónicas, deducidas en los sectores más internos de la cadena susceptibles de un análisis estructural más completo (ver horas geológicas de Algar, Alcalá de los Gazules, Tahivilla, Tarifa, etc.).

Seguidamente se analiza en primer lugar el comportamiento del Triás y sus relaciones con el resto de la serie mesozoica y paleógena. Posteriormente se aborda el análisis y discusión de la neotectónica propia de las series postorogénicas del Mioceno superior y Plioceno.

### Tectónica del subbético

Las arcillas y yesos del Triás aparecen con una disposición extremadamente caótica, presentando porciones discontinuas de tramos más competentes, originalmente intercalados en dichas arcillas (calizas, dolomías y areniscas).

La serie mesozoica suprayacente aparece compartimentada en diferentes tramos que, de forma independiente y sin continuidad lateral, descansan todos ellos sobre los materiales triásicos. Dichos tramos corresponde a :

- La serie carbonatada del Jurásico
- Las margas y margocalizas blancas del Cretácico inferior
- Las "capas rojas" del Cretácico superior-Eoceno
- La serie margo-caliza del Paleoceno-Eoceno

El carácter esencialmente margoso de los tres últimos tramos ha debido facilitar los despegues y deslizamientos relativos entre los mismos, hasta contactar cada uno de ellos con los materiales triásicos. Dicha disposición, común a una amplia banda que jalona las Zonas Externas de la Cordillera Bética, fue descrita inicialmente por Fallot (1.944) en la región de Murcia. Para su génesis, dicho autor propuso la idea del "rebanamiento basal" mediante superficies de deslizamiento, que en algunos casos serían oblicuas a la estratificación, posibilitando el contacto mecánico de los diferentes tramos estratigráficos con los materiales triásicos. Igualmente Chauve (1.968) tomó y desarrolló la misma idea para explicar la estructuración de los correspondientes a Paterna de la Rivera y Sierra de las Cabras. Dicho autor (fig. 86, op. cit.) supuso que durante el inicio del plegamiento, el Triás comenzó su extrusión a traves de la serie mesozoica suprayacente, para derramar ulteriormente sobre la misma ocupando las áreas sinclinoriales más deprimidas. Seguidamente debió de producirse el deslizamiento de los diferentes tramos de la serie mesozoica, correspondiente a las áreas anticlinoriales o más elevadas, sobre los materiales triásticos ya extruidos.

Con la realización de hojas anteriores (Algar y Chiclana de la Frontera) este mecanismo fue considerado ya operativo durante la primera fase del plegamiento e imbricación con vergencia al norte (Oligoceno terminal). Durante las fases posteriores (segunda fase o fase principal de estructuración del Arco de Gibraltar y tercera fase o fase de retrocabalgamientos) dichos deslizamientos debieron de proseguir, incrementándose el grado de desolidarización entre los diferentes tramos.

En la hoja geológica de Montellano las fases mencionadas no pueden ser diferenciadas, observándose por el contrario el resultado final de la totalidad de los deslizamientos gravitacionales y del ascenso diapírico del Triás. La geometría de la deformación, correspondiente a pliegues e imbricaciones con vergencia norte para la primera fase y oeste para la segunda, claramente

evidenciados en las hojas meridionales, no aparecen reflejadas en la presente. Tan solo el cabalgamiento existente en el seno del Jurásico de la Sierra de Montellano podría ser asimilable a la primera o a la segunda de las fases mencionadas dado que su vergencia es hacia el exterior de la cadena.

En relación con los tramos de la serie mesozoica, enumerados anteriormente y situados con independencia entre sí sobre los materiales triásicos, hay que señalar la circunstancia de que los correspondientes a las margas verdes (16), calizas arenosas y margas blancas (17) y margas y margocalizas blancas con niveles turbidíticos (18), sólo aparecen al SE de una línea paralela al curso del río Guadalete y que podría localizarse a unos dos o tres kilómetros al NW del mismo. Al lado suroriental de dicha línea los tramos cronológicamente equivalentes a (16), (17) y (18) aparecen en facies "capas rojas". Dicho cambio lateral pudo ser el resultado de movimientos diapíricos tempranos de las masas triásicas con cierta linearidad y paralelismo en relación con la cadena, condicionando así ambas zonas paleogeográficas. Hay que destacar la presencia de niveles turbidíticos en ambas zonas, como posibles indicadores de cierta inestabilidad tectónica durante el Terciario inferior. Por otra parte las margas y margocalizas blancas del Oligoceno (19), discordantes sobre las capas rojas, se encuentran también exclusivamente, al NW de la línea mencionada y de forma solidaria con dichas capas en las localidades correspondientes al: Hoyo de las Tumbas, Cerro Roldán, Cerro Gordo, Las Viñas y Loma de las Peñuelas. Como dichas margas descansan directamente sobre los materiales triásicos, aunque en continuidad y discordantes sobre las "capas rojas", cabe pensar que ambos tramos deslizaron como una única unidad merced a fallas llísticas o superficies de deslizamiento, ligeramente oblicuas a la estratificación, las cuales posibilitan el emplazamiento y contacto sobre los materiales triásicos de ambos tramos estratigráficos.

La discordancia de las margas y margocalizas oligocenas sobre las capas rojas representa una etapa temprana de inestabilidad, anterior a las fases aludidas anteriormente, pudiendo corresponder, con toda probabilidad, a la fase Pirenaica que durante el Priaboniense dió lugar a la estructuración de las zonas Internas y a su acercamiento a las Zonas Externas de la Cadena (Paquet, 1.966).

En las hojas geológicas limítrofes correspondientes a Ubrique y Arcos de la Frontera se diferenciaron dos tipos de Trías, uno de ellos asociado a las unidades con afinidad ultrapenibética o circumbética (ver hoja geológica de Arcos de la Frontera) y el otro considerado tradicionalmente como el Trías germano-andaluz. El primero de ellos aparece normalmente bien estratificado, con abundantes niveles calizo-dolomítico, yeso no muy abundante y siempre en las inmediaciones y aparentemente relacionados con la base de los cabalgamientos de las formaciones más competentes. Las características del Trías germano-andaluz o Trías subbético indiferenciado ya han sido expuestas. En el caso de la hoja de Ubrique ambos tipos de Trías llegaban a superponerse y contactar, si bien la localización de dicho contacto resultaba lógicamente problemática.

En la hoja de Montellano parece presentarse la misma problemática, de forma que algunos afloramientos triásicos, como el situado a lo largo de la carretera a Ronda, en el límite oriental de la hoja, presentan las diferencias litológicas ya señaladas en relación con el Trías indiferenciado del subbético y sobre todo aparecen hacia la base de posibles unidades de cabalgantes. No obstante esto es solo una posibilidad que la mala calidad y escasez de afloramientos existentes en este caso no permiten dilucidar y menos el abordar la separación cartográfica de ambos conjuntos margo-yesíferos, en el caso de que realmente existan.

Por otra parte y para finalizar el extenso afloramiento de capas rojas existente en el ángulo sur-oriental de la hoja estos aparecen con un espesor muy superior al resto de los afloramientos presentando también algunas diferencias litológicas (mayor abundancia de tramos arcillo-margosos. Por ello y dada su proximidad a la serie de subbético medio de la sierra de Margarita (Bourgois, 1.978), situada ya en la hoja de Ubrique cabe la posibilidad de ser asimilable a dicha zona paleogeográfica, si bien en el presente trabajo dicho afloramiento ha sido considerado también como subbético indiferenciado.

Significado tectónico de las areniscas del Algibe y arcillas con *Tubotomaculum*.

Tan solo se encuentra un afloramiento de las primeras en las inmediaciones y al oeste de Puerto Serrano. El significado de dicho afloramiento

aislado viene inferido por las observaciones y conclusiones obtenidas durante la realización de las hojas geológicas más meridionales (ver hojas geológicas de Chiclana, Algar, Alcalá de Guadaira, etc), situadas también en sectores muy externos a la cadena. En dichas localidades las areniscas del Aljibe aparecen estructurados en forma de escamas imbricadas constituyendo un amplio cinturón de cabalgamientos en cuyo frente o "foreland" se depositó el Complejo Tectosedimentario Mioceno, formado por arcillas con *Tubotomaculum* y bloques de distinta naturaleza, principalmente de areniscas del Aljibe, así constituido, ocupó una posición tectoestratigráfica en forma de grandes bloques y escamas emplazadas de forma gravitacional o bien por "gravity spreading" (en el sentido de Price y McClay, 1.981). Estos bloques aparecen empastados en el seno de una matriz correspondiente a las arcillas con *Tubotomaculum*. La formación con bloques, así constituida, ocupa una posición tectónica superior a la del resto de las formaciones, salvo en casos excepcionales en los que las masas diapíricas del Triás ha llegado a situarse sobre las arcillas con *Tubotomaculum* (ver hoja Chiclana de la Frontera). En el caso concreto de la hoja de Montellano podría plantearse el problema de la ausencia de la matriz de arcillas en torno al bloque de areniscas o en cualquier otro lugar. En este sentido se ha identificado un pequeño afloramiento al norte de la hoja, junto al Cerro de la Plata, que podría corresponder a un retazo de las arcillas con *Tubotomaculum*, si bien no se ha encontrado dicho fósil.

Si bien la totalidad del Complejo Tectosedimentario se depositó en un surco que se situaba entre el cinturón de cabalgamientos y un umbral diapírico localizado más al Noroeste sobre materiales subbéticos, en algún caso parte de los bloques con su matriz pudieron progradar en el sentido del transporte tectónico llegando a situarse sobre el mencionado umbral, o incluso rebasandolo. No se descarta la posibilidad de que impulsos posteriores modificarán la situación de los bloques previamente instalados según el mecanismo descrito. Este sería el proceso por el cual aparece un retazo de Areniscas del Aljibe y de arcillas con *Tubotomaculum* en la presente Hoja.

En cualquier caso la explicación más probable en relación con el único bloque de areniscas del Aljibe aflorante en la hoja de Montellano, es la de su emplazamiento gravitacional, de forma análoga. Por diferentes tramos de la

serie subbética, de manera que dicho bloque pudo venir acompañada de las arcillas con *Tubotorráculum* y de otros bloques análogos, pero con dimensiones limitadas, al igual que el resto de las formaciones deslizadas. Posteriormente la erosión de estos sectores habría llevado a la desaparición, casi completa, de esta formación.

Conviene resaltar el hecho de que el bloque en cuestión se sitúa en las inmediaciones del río Guadalete y por tanto próximo a la linea que separa las dos zonas paleogeográficas para la sedimentación del Paleógeno, aludidas en el apartado anterior. Dicha linea puede haber tenido el significado de un accidente cortical que posteriormente habría alojado a la formación con bloques permitiendo su parcial preservación frente a la erosión.

#### Tectónica de las Moronitas

Las margas siliceas blancas o moronitas afloran exclusivamente en la mitad noroccidental de la hoja y a partir de la linea correspondiente al sinclinal de Bornos-La Chirigota y al anticlinal del Cerro de la Plata, situándose sobre el Trías, y también sobre otras formaciones subbéticas. Su contacto con la formación arcillo-yesifera ha sido considerado de carácter mecánico, tratando con ello de evidenciar un comportamiento análogo al de los diferentes tramos de la serie subbética en relación con el Trías.

De esta manera, los moronitas, originalmente discordantes sobre el subbético, habrían experimentado notables deslizamientos inducidos por los movimientos diafíricos del sustrato arcillo-yesifero y los empujes tangenciales correspondientes a la segunda fase tectónica.

No obstante hay que tener en cuenta, tal como se apunta en el capítulo de estratigrafía, que solo los afloramientos de moronitas más meridionales arrojan una edad Burdigaliense, en tanto que los más septentrionales alcanzan una edad Tortoniense, si bien estas últimas presentan además faunas resedimentadas procedentes de las primeras. Por ello y a pesar de que los afloramientos son poco reveladores, cabe suponer que solo las moronitas burdigalienses habrían sido implicadas en la tectónica tangencial aludida,

llegando a ser cabalgadas por las formaciones subbéticas en las inmediaciones de Paterna de la Ribera (Chauve, 1968). Las moronitas tortonienses solo han podido participar en los deslizamientos generadores del olistostroma del Guadalquivir y posiblemente su contacto discordante sobre las arcillas y yesos triásicos ha llegado a mecanizarse, a lo sumo debido al continuado comportamiento halocinético de dichos materiales hasta el Plioceno superior-Cuaternario antiguo, momento en que se produjo la última fase compresiva (ver apartado siguiente y hoja geológica de El Coronil).

#### **Tectónica reciente de las series miopliocenas**

##### **- Datos de observación.**

Las series margo-arenosas del Mioceno superior-Plioceno se extienden ampliamente por el borde meridional de la hoja, comprendido dentro de la cuenca de Arcos-Bornos, la cual fue estructurada en diversos pliegues con dirección dominante NNE-SSO a NE-SO en el sector considerado. En el límite septentrional se distribuyen otros afloramientos de menor entidad también estructurados de la misma manera. Las barras de biocalcenitas del Messiniense y del Plioceno han permitido la cartografía e identificación de los diferentes pliegues, los cuales son más numerosos y apretados hacia Occidente (zona de la Espera) en tanto que hacia el Oriente son más amplios y laxos.

De Oeste a Este pueden definirse las siguientes estructuras:

- Sinclinal de la Espera.

- Zona anticlinorial del Cortijo de la Sanguijuela-Olivar de las Monjas.

- Sinclinal de Bornos-La Chirigota.

- Sinclinal de Pozafría.

Diversas fracturas, en ocasiones de caracterización dudosa, cortan y

alteran la geometría original de dichos pliegues, pudiéndose agrupar en las siguientes familias: N 70º a 80º E, N 140º a 160º E y N 110º a 130º E. Las dos primeras aparecen bastante desarrolladas en la zona de pliegues apretados de La Espera, en cuyo lugar, la mayor parte de las fracturación N 70º a 80º E aparecen como fallas de dirección derecha, en tanto que las N 140º a 160º E aparecen, también en su mayoría como fallas izquierdas, aunque con desplazamientos relativos menos importantes. No puede destacarse, por otra parte, una componente importante de movimientos en la vertical, que podría explicar algunas aparentes contradicciones en los desplazamientos relativos de los diferentes flancos de algunos pliegues, o bien la rápida atenuación de dichos desplazamientos entre los dos flancos de un mismo pliegue. Este podría ser el caso de los desgarres derechos que atraviesan el sinclinal localizado en el Cortijo de la Sanguijuela, situado al SSE de La Espera.

En las inmediaciones y al NE de Villamartín se localizan sendas fracturas N 140º E, la primera de ellas y más importante fue interpretada por Benkhelil (1.976) como un desgarre derecho, sin embargo la cartografía pone de manifiesto la continuidad a través de la misma del sinclinal de Bornos-La Chirigota, con la particularidad de que al NE de la fractura en cuestión la anchura del pliegue, referida a la separación entre las barras de calcarenitas de los dos flancos, disminuye ostensiblemente.

De esta manera la interpretación más verosímil corresponde a la presencia de una falla con movimiento vertical y labio levantado situado al norte, lugar en que la erosión habría profundizado más en la estructura sinclinal, reduciendo su anchura de afloramiento.

La segunda fractura parece corresponder al mismo mecanismo, según puede deducirse del desplazamiento producido en el flanco NO del sinclinal de Pozafría. Ambas fracturas configuran un sistema de fallas en graderío con el bloque hundido situado siempre al SO. Por su dirección pertenecen a la familia de fracturas perpendiculares a la cadena y responsables de la compartimentación del arco de Gibraltar en etapas anteriores (accidente de Cotilla, la Cruz Negra, etc, ver hojas geológicas de Tahivila, Algar, etc. ).

En la región de La Espera, Benkhelil (op. cit. p 112) puso de manifiesto la presencia de un sistema de fracturación correspondiente a fallas de dirección N 60º a 70º E, derechas y N 160º E, izquierdas. La bisectriz del diedro formado por ambas podría asimilarse a una dirección de acortamiento con dirección WNW-ESE, perpendicular por tanto a la de los pliegues.

En el sector de Motellano el mismo autor cita la existencia de un desgarre derecho N 135º E a través de la estructura correspondiente al anticlinal del Cerro de la Plata. Sin embargo la cartografía de estos materiales evidencia exclusivamente la existencia de dos fracturas ligeramente oblicuas a la estructura principal, pudiéndose tratar tanto de fallas de dirección como de fallas con movimiento relativo a la vertical. Tal como se señala más arriba cualquier fractura que en la cartografía produce un salto en la horizontal de la traza de las capas, no tiene que ser necesariamente una falla en dirección, salvo en el caso de que desplacen a los ejes de los pliegues (zona de La Espera).

El análisis de la fracturación a escala de afloramiento pone de manifiesto la existencia de diversas microfallas inversas en el seno del flanco oriental del anticlinal de la Sierra de la Plata. Dichas fracturas, por llevar la dirección de las capas, N 10º E, y ser fallas inversas, deben ser sincrónicas del plegamiento.

En el castillo de La Espera y cerros de La Esperilla se observan numerosas diaclasas y planos de fracturación con direcciones dominantes N 110º a 140º E y buzamientos de 60º N, junto con otra familia con dirección N 60º E y subverticales.

Dada la naturaleza de los afloramientos y la ausencia de datos de microtectónica no puede fijarse claramente el origen de dicho sistema, si bien puede corresponder a los planos de cizalla, conjugados en relación con la etapa compresiva con dirección ONO-ESE.

#### **Trabajos anteriores y discusión**

Benkhelil (1.976) propone en sus conclusiones la actuación de una fase

distensiva, en dirección N-S, durante el Mioceno terminal y de una fase compresiva finipliocena o del Cuaternario antiguo, según una dirección N-S a NNO-SSE, ambas con validez para todo el sector occidental de la cadena bética.

En relación con la primera hay que señalar que efectivamente los afloramientos pliocenos se distribuyen con cierta independencia de los Tortonienses-Messinienses y cuando llegan a superponerse lo hacen a través de un contacto discordante (zona de Montellano y sinclinal de Pozafría). Por ello dicha discordancia corresponde a una etapa de inestabilidad tectónica y erosión, equiparables con la fase propuesta por el mencionado autor, sin que, por el contrario, se pueda establecer una orientación para la misma al no existir estructuras asimilables a dicha fase. De hecho todas las fracturas existentes en la zona afectan tanto a los materiales miocenos como pliocenos y en su mayoría parecen haberse generado durante el plegamiento posterior, siendo más abundantes en la zona de la Espera, donde justamente el plegamiento ha sido más intenso. Algunas de estas fracturas han actuado en tiempos más recientes como fallas con movimiento vertical (fallas de gravedad posiblemente), tal como se ha expuesto ya para la zona de Villamartín.

Hay que añadir que en el conjunto de la serie Miopliocena existen también otras discordancias y por tanto episodios de inestabilidad tectónica y erosión consecuente, localizadas en la base del Messiniense y el Plioceno superior. Por ello cabe pensar en la existencia de diversas pulsaciones, en un régimen distensivo general, sincrónicas al levantamiento y emersión de la zona subbética, durante el Mioceno superior-Plioceno (Mauthe 1.971 y Viguier 1.977).

En relación con la fase compresiva del Cuaternario antiguo, con dirección de acortamiento N-S a NNO-SSE, según Benkhelil (op. cit.), hay que señalar que durante la realización de las hojas geológicas de Vejer de la Frontera y Chiclana se puso de manifiesto que la dirección de los pliegues, fallas inversas y desgarres indicaban claramente una compresión, posterior al Plioceno, en dirección ONO-ESE.

Durante la realización de este trabajo y tratando de clarificar esta cuestión se han investigado no sólo los afloramientos comprendidos dentro de la

hoja, sino tambien las diferentes localidades mencionadas por el citado autor y situadas en las inmediaciones de Jerez y Arcos de la Frontera y en general todos los afloramientos correspondientes a canteras, taludes, etc. Las observaciones reunidas no pueden incluirse, lógicamente, en la presente memoria, si bien no son muy numerosas. Tanto dentro como fuera de la hoja de Montellano los indicadores de movimiento en relación con las superficies de fractura son muy escasos, debido posiblemente a la escasa competencia de los materiales involucrados.

En cualquier caso y brevemente, para la zona de Arcos-Bornos se deduce una etapa compresiva, posterior a las biocalcarenitas del Plioceno, tambien con dirección WNW-ESE, perpendicular, lógicamente, a la dirección de los pliegues, así como a la falla inversa visible en los acantilados de Arcos. Por otra parte dicha dirección de acortamiento es tambien compatible con diversas microfallas N 135º E, existentes en las canteras próximas a Arcos, las cuales presentan estrías, fibras y escalones de crecimiento de calcita, como indicadores de un movimiento relativo derecho.

Dentro de la hoja de Montellano y en la zona de la Espera, la dirección de los pliegues y el sistema de fracturación ya expuesto indican una compresión con dirección ONO-ESE. Dichas observaciones, anotadas tambien por Benkhelil (op. cit.) sin embargo no fueron consideradas por este mismo autor en sus conclusiones finales. En el caso de las fracturas situadas entre Villamartín y Puerto Serrano ya se ha justificado su carácter de fallas con movimiento en la vertical, pese a que para el citado autor correspondian a desgarres derechos y acordes, por tanto con un supuesta compresión N-S.

Faltan no obstante, dentro de la hoja, datos de microtectónica para completar las anteriores conclusiones. En este sentido los afloramientos existentes resultan poco reveladores.

En resumen, las estructuras cartografiadas, resultantes de la fase compresiva del Plioceno-Cuaternario antiguo, indican una dirección de acortamiento ONO-ESE, conclusión que se ve confirmada por otros datos cartográficos y de microtectónica obtenidos fuera de la hoja de Montellano.

## BIBLIOGRAFIA

- **BENKHELIL, J. (1.976).** "Etude néotectonique de la terminaison occidentale des Cordillères Bétiques (Espagne)". These de 3 m cycle Univ. Nice. p.p. 180.
- **BOURGOIS, J. (1.978).** "La transversale de Ronda, Cordilleres Bétiques, Espagne, Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar". Anales Scient. de la Univ. Geologie. Beseria fasc. 30 pp. 445.
- **CHAUVE, P. (1.968).** "Estude géologique du Nort de la province de Cadix". Memories IGME T 69.377 p.
- **FALLOT, P. (1.944).** "Observations sur la tectonique de la zone subbétique dans la province de Murcie". B.S.G.F. (5) XIV p 11-28.
- **PAQUET, J. (1.966).** "Age auverion la phase tectonique majeure dans le Bétique de Malaga et le Subbétique de la province de Murcie (Sierra de Espuña et de Ponce)". C.R.Ac.Sc. E 263 p. 1681-1684. 2 figs.
- **PRICE, N.J. y McClay, K.R.(1.981).** "Introduction to thrust and nappe tectonics". Geol. Soc. of London. Sp. Publ. 9, p 1-5.
- **VIRGUIER, C. (1.977).** "Les grands traits de la tectonique du bassin néogène du Bas-Guadalquivir". Bol. Geol. y Min. T. 88.1. (39-44)