

# ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE LOS TRES PACOS: LA CONTROVERSIAS SOBRE EL COMPLEJO "ALMÁGRIDE" EN LA SIERRA DE ALMAGRO (CORDILLERA BÉTICA, ALMERÍA, ESPAÑA)

F.J. García Tortosa<sup>1</sup>, A.C. López-Garrido<sup>2</sup> y C. Sanz de Galdeano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología, Universidad de Jaén (gtortosa@ujaen.es).

<sup>2</sup> Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Univ. Granada), 18071 Granada.

**Resumen:** La diferenciación de unidades de Sierra de Almagro, así como su estructura, han sido objeto de una notable controversia. Se definió allí el complejo Almágride y posteriormente el complejo Ballabona-Cucharón, este último atribuido a un Subbético (Zona Externa Bética) subducido, metamorfozado y ahora aflorante en ventana tectónica. Por el contrario, en este estudio las supuestas unidades de Ballabona, Almagro y Cucharón se unifican en una sola, la de los Tres Pacos, pues corresponden a diferentes partes de una misma serie estratigráfica. Esta unidad, perteneciente al Alpujarride, está claramente sobre el Nevado-Filábride y bajo la unidad de Variegato (del Alpujarride). En la Sierra de Almagro existen pliegues este-oeste que vergen al sur en su parte septentrional y al norte en la meridional. Localmente se producen despegues entre los materiales, el más importante de los cuales, el del contacto entre las filitas y cuarcitas de "Ballabona" y los carbonatos de "Almagro", se absorbe lateralmente. Se descarta la existencia del complejo Almágride y por tanto que alguna unidad de Sierra de Almagro perteneciera originalmente a la zona Subbética. Las unidades que fueron atribuidas a ese dominio corresponden a unidades alpujarrides inferiores.

**Palabras clave:** Cordillera Bética, Zona Interna Bética, Alpujarride, Maláguide, Nevado-Filábride.

**Abstract:** The paleogeographical attribution of the tectonics units of Sierra de Almagro and its own structure have been traditionally involved in a notorious controversy. Here was first defined the Almágride Complex and later on the Ballabona-Cucharón Complex, the last attributed to a Subbetic (Betic External Zone) subducted, metamorphosed and now outcropping in a tectonic window. Nevertheless, in this study, the previously supposed units of Ballabona, Almagro and Cucharón are unified in a single one, the Tres Pacos unit, because they correspond to different parts of a common stratigraphic series. Locally there are detachments between the different formations of the stratigraphic series, the most important one, situated between the phyllites and quartzites of "Ballabona" and the carbonates of "Almagro", disappear laterally. In the Sierra de Almagro E-W folds exist, facing to the S in its northern part and to the N in its southern part. The existence of the Almagro Complex (and of the Ballabona-Cucharón Complex) is discarded and, hence, none of the units of the Sierra de Almagro can belong to the Subbetic. The Tres Pacos unit forms part of the Alpujarride complex, clearly superposed to the Nevado-Filábride Complex and overlain by the Variegato unit (Alpujarride).

**Key words:** Betic Cordillera, Betic Internal Zone, Alpujarride Complex, Malaguide Complex, Nevado-Filabride Complex

F.J. García Tortosa, A.C. López-Garrido y C. Sanz de Galdeano C. (2002): Estratigrafía y estructura de la unidad de los Tres Pacos: La controversia sobre el "Complejo Almágride" en la Sierra de Almagro (Cordillera Bética, Almería, España). *Rev. Soc. Geol. España*, 15 (1-2): 15-25

La Sierra de Almagro se sitúa en la parte oriental de la provincia de Almería, en el sudeste de España (Fig. 1), entre las localidades de Huércal-Overa, Cuevas del Almanzora y Guazamara (Fig. 2). La atribución de sus unidades, dentro de la Cordillera Bética, ha sido objeto de notable controversia.

Generalmente se distinguen dentro de la Zona Interna Bética los siguientes complejos, citados de abajo arriba: Nevado-Filábride, Alpujarride, Maláguide y la Dorsal Caliza, dividida en Interna y Externa; de ellas, al menos la Dorsal Interna está claramente relacionada con el Maláguide. Los dos primeros complejos presentan metamorfismo de diverso grado según las diferentes

unidades. La Zona Externa está formada por el Prebético, al norte, y el Subbético, al sur, y no presenta metamorfismo.

El conjunto de materiales de la Sierra de Almagro fue atribuido por Durand-Delga y Fontboté (1960) al complejo Alpujarride. Simon (1963 y 1964) diferenció cinco unidades tectónicas (que de abajo arriba son las unidades de Almagro, de Ballabona, de Cucharón, de Variegato y el Bético de Málaga) y señaló que la unidad de Almagro no guarda relación directa con el Alpujarride, situándola paleogeográficamente al norte del complejo Nevado-Filábride; por ello definió el complejo Almágride. Simon (1966) relaciona la unidad de Alma-

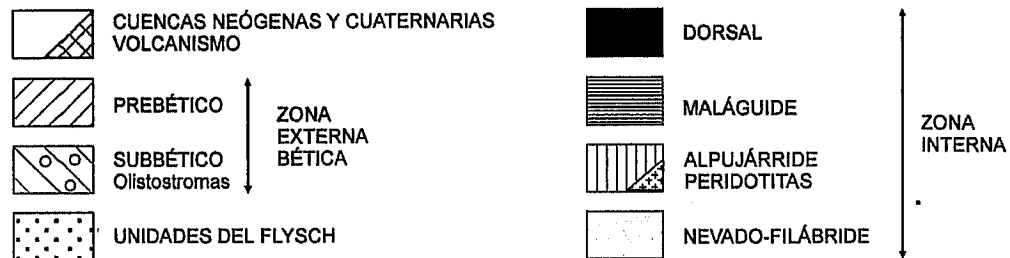
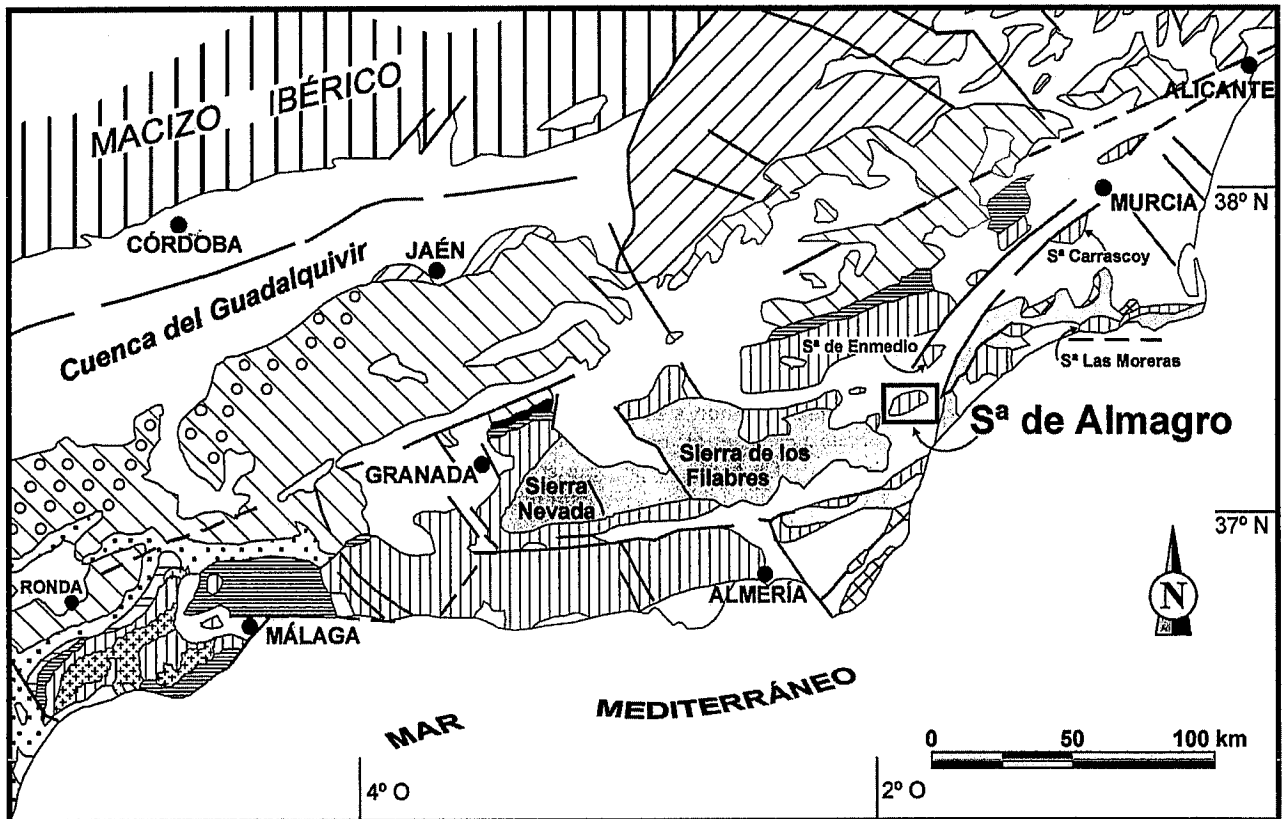


Figura 1.- Situación de Sierra de Almagro en la Cordillera Bética.

gro y la de Cucharón, creando una nueva unidad, la unidad de Almagro-Cucharón.

Egeler y Simon (1969) atribuyen las unidades de Almagro, Ballabona y Cucharón en parte al complejo Alpujarride y en parte a un nuevo complejo llamado Ballabona-Cucharón. Una característica común a las unidades pertenecientes a este nuevo complejo es la presencia de yeso, localmente en grandes cantidades (sin embargo el yeso aparece también en unidades del complejo Alpujarride). Piensan que la unidad de la Ballabona habría retrocabalgado a la unidad del Cucharón. Este esquema general es seguido por algunos autores como Kampschuur (1972) en la Sierra de Carrascoy. Simon *et al.* (1976) y Simon y Kozur (1977) muestran la distribución de unidades del conjunto Ballabona-Cucharón, separando el Almágride y el Ballabona-Cucharón. Voermans *et al.* (1980) separan la unidad de la Ballabona de la unidad de Almagro-Cucharón.

Besems y Simon (1982) indican que el Almágride tiene un gran parecido estratigráfico con el Subbético. Simon y Visscher (1983) redefinen el Almágride como

caracterizado por una serie litoestratigráfica con metamorfismo de grado bajo y de afinidades con el Subbético. Kozur *et al.* (1985), encuentran un gran parecido, tanto litológico como paleontológico, entre el Almágride y el Subbético. Simon (1987) considera al Almágride como Subbético subducido bajo la Zona Interna, metamorfozando y exhumado posteriormente, aflorando en ventanas tectónicas bajo el complejo Alpujarride. Las antiguas unidades de la Ballabona y de Cucharón se reagruparon y se rebautizaron como la unidad del Almagro, que sería la más baja de las unidades alpujarrides de la zona. Esta idea es seguida por Bakker *et al.* (1989), De Jong (1991) y De Jong y Bakker (1991).

Otros autores no aceptaron la existencia del complejo Ballabona-Cucharón ni del Almágride, incluyendo sus unidades dentro de las unidades inferiores del complejo Alpujarride (Aldaya *et al.*, 1979; Delgado *et al.*, 1981; Mapa Geológico de Andalucía; 1985, López-Garrido *et al.*, 1997; Sanz de Galdeano, 1997, etc). Finalmente, Sanz de Galdeano y García-Tortosa (2001) descartan la existencia independiente de dichos com-

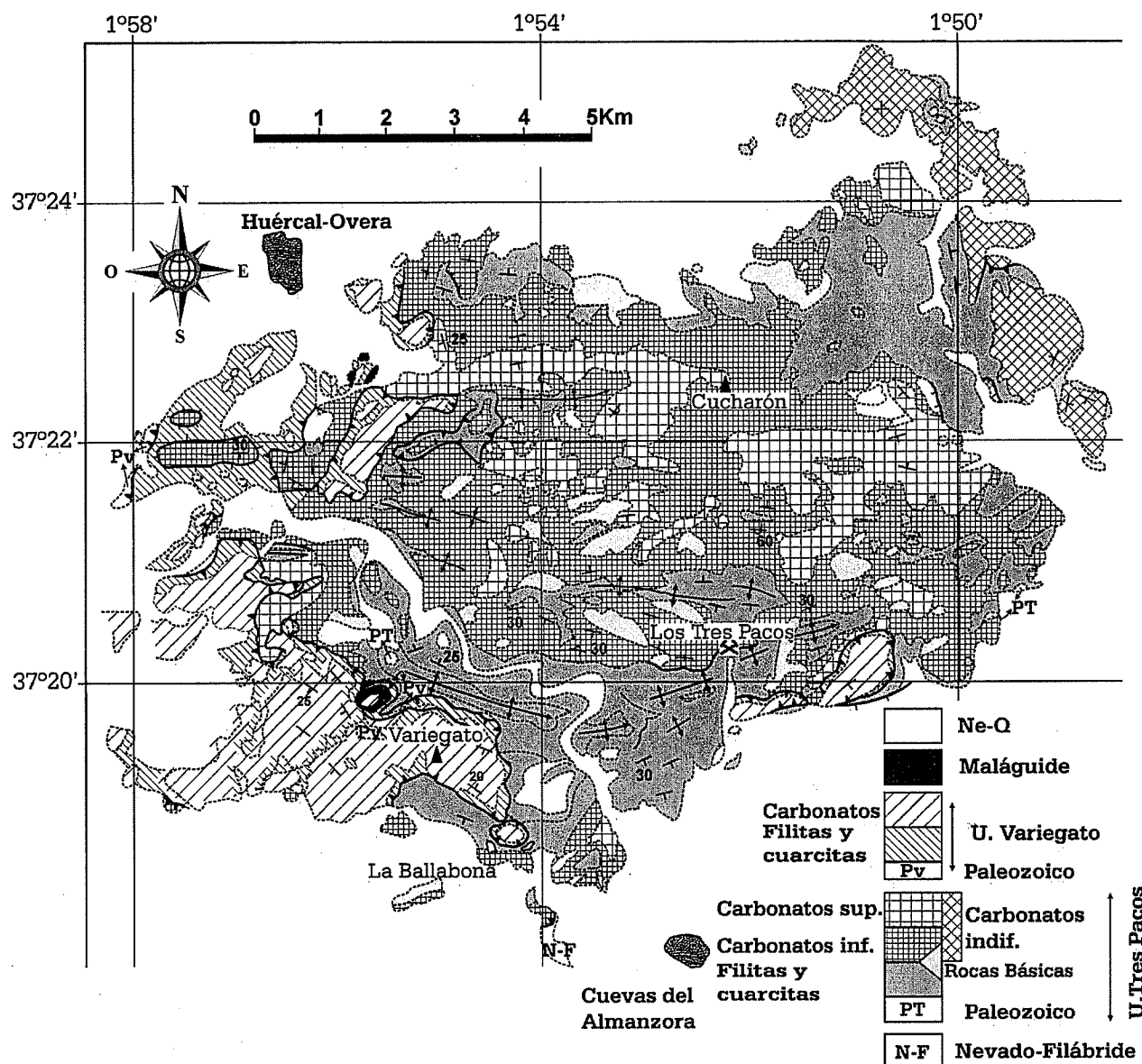


Figura 2.- Mapa geológico simplificado de la Sierra de Almagro.

plejos, mostrando sucintamente las relaciones entre las unidades de Ballabona, Almagro y Cucharón, lo que se desarrolla más ampliamente en el presente artículo.

La discusión sobre las relaciones entre las unidades previamente distinguidas (Almagro, Ballabona y Cucharón) es importante, pues de aceptar las interpretaciones dadas, habría un conjunto de unidades metamórficas que paleogeográficamente pertenecerían al subbético. Por eso se ha rehecho por completo la cartografía de la Sierra de Almagro y se ha determinado su estructura. Esto ha permitido redefinir con claridad las unidades existentes, lo que a su vez lleva a rechazar que allí haya unidades de origen subbético o que se encuentren bajo el Nevado-Filábride. La redefinición de las unidades de Sierra de Almagro y en particular la descripción de la estratigrafía, así como su estructura, de la unidad de los Tres Pacos y su asignación paleogeográfica son el objetivo del presente artículo.

### Unidades distinguidas en Sierra de Almagro y sus principales rasgos estratigráficos

De abajo arriba distinguimos las siguientes unidades: a) una unidad del Nevado-Filábride, del grupo Mulhacén, b) la de los Tres Pacos, c) la de Variegato, localmente dividida en varias escamas, y d) unos pequeños restos maláguides que afloran en dos sectores.

El Nevado-Filábride aflora ampliamente tanto al sudoeste, en el extremo nororiental de la Sierra de los Filabres, como al este, en Sierra Almagrera. En Sierra de Almagro solo aflora al sur, unos 2 km al ONO de Cuevas del Almanzora, donde aparece claramente bajo la unidad de los Tres Pacos. Está formado por esquistos con granate, cuarcitas, anfibolitas y mármoles a techo. No es objeto del presente estudio, pero por sus facies puede señalarse que corresponde a una unidad de tipo Mulhacén (alta dentro de las unidades nevado-filábrides).

### La unidad de los Tres Pacos

Constituye la parte fundamental de la Sierra de Almagro y en ella englobamos a las tres supuestas unidades anteriormente diferenciadas: a muro la unidad de Ballabona, encima la de Almagro y a techo la de Cucharón (esto se justifica al describir la estructura). Con esta fusión de unidades ha sido preciso encontrar un nuevo nombre que la distinga claramente de aquéllas, por lo que se ha tomado el de los Tres Pacos, que es el de una antigua mina situada en la parte centro sur de Sierra de Almagro, en un sector donde se unían (o separaban) las unidades de Ballabona y Almagro.

Los términos inferiores, observados en tres puntos, son esquistos oscuros de apariencia paleozoica, cuyo contacto estratigráfico con la sucesión triásica está afectado por un despegue tectónico.

La sucesión triásica (Fig. 3) está constituida por varias formaciones: una inferior detrítica y dos formaciones carbonatadas, una inferior y otra superior.

**Formación detrítica.** Se distinguen dos miembros:

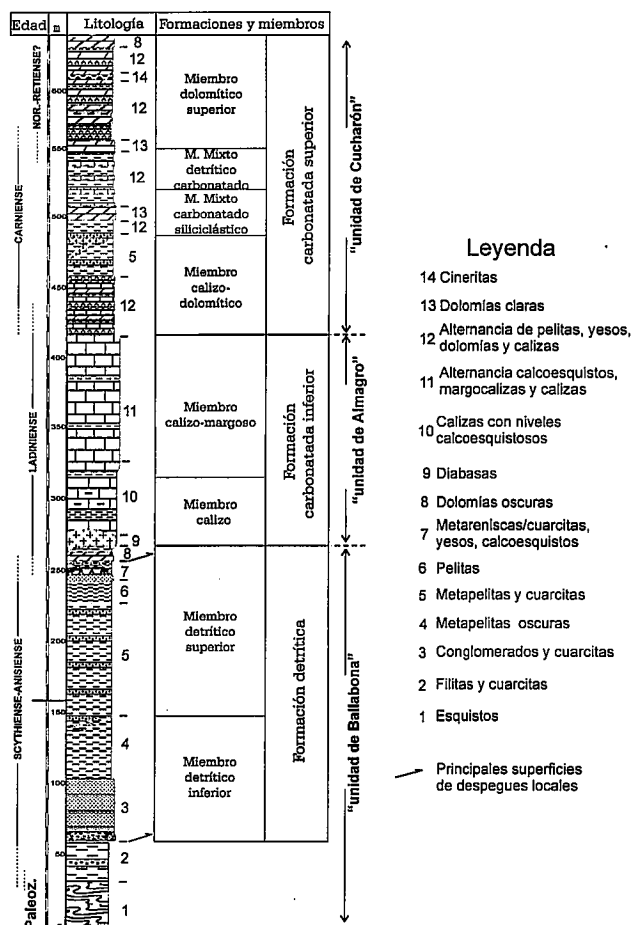
*El miembro detrítico inferior* está constituido en su parte baja fundamentalmente por cuarcitas blancas-beiges, en las que a pesar de la recrystalización se reconocen estratificaciones cruzadas de diferentes tipos. Es de destacar la presencia de niveles con tamaño de grano grueso, incluso microconglomerados. Hacia arriba predominan las metapelitas, de tonos variados, entre las que destaca un potente tramo de filitas azules oscuras.

*El miembro detrítico superior*, al que se pasa de manera gradual, se caracteriza por los tonos de sus filitas, violáceos primero y verdes más arriba, quedando las tonalidades bien delimitadas en bandas tabulares de espesores variables lateralmente. Intercalan niveles de cuarcitas del mismo color. En la parte más alta del miembro aparece yeso, en bandas tabulares de espesores métricos, asociadas a bancos de cuarcitas y calcoesquistos, todos ellos intercalados entre filitas azuladas y verdosas y algunos carbonatos en los que se conservan restos de algas dasycladáceas. En el contacto entre la Formación detrítica y los carbonatos son abundantes las intrusiones de rocas subvolcánicas.

El espesor aproximado de esta formación es de unos 250 m y se atribuye al Triásico Inferior-Medio (Scytiense-Anisiense).

**Formación carbonatada inferior.** Constituida por los siguientes miembros:

*El miembro calizo* consta de calizas y margocalizas y presenta cambios de facies laterales entre carbonatos sin apenas niveles margosos y/o pelíticos intercalados, aunque en algunos sectores, como en el de la Mina de los Tres Pacos, abundan más las margas y calcoesquistos. Ocasionalmente, los carbonatos se encuentran dolomitizados formando paquetes masivos, de tonos ocres, algo rojizos y con mineralizaciones de hierro relacionadas probablemente con las numerosas intrusiones de rocas básicas, situadas sobre todo en la base de



**Figura 3.-** Columna estratigráfica de la unidad de los Tres Pacos. Se marcan las posiciones aproximadas de las secuencias litológicas de las supuestas unidades de Ballabona, Almagro y Cucharón.

los carbonatos (no siempre la dolomitización es completa, por lo que se preservan localmente niveles de carbonatos, yesos y margas,).

*El miembro calizo-margoso* se sitúa, mediante cambios de facies oblicuos, de manera gradual sobre el anterior y presenta cambios laterales de facies entre las mismas litologías que aparecen en dicho miembro. A techo de este miembro se reconoce a escala regional una asociación de bivalvos que permite datar el Ladiniense-Carniense.

**Formación carbonatada superior.** Se distinguen cuatro miembros:

*Miembro calizo-dolomítico con yeso.* Representa la parte inferior de la formación carbonatada superior y está constituido por una alternancia de calizas y dolomías tableadas entre las que se intercalan finos niveles de yesos y pelitas. A esta alternancia le siguen en la vertical metapelitas violáceas con intercalaciones de cuarcitas blancas con laminaciones cruzadas. A diversas alturas estratigráficas aparecen niveles tabulares de rocas ígneas básicas paralelos a la estratificación.

*Miembro mixto carbonatado-siliciclástico.* Está constituido por calizas, dolomías, calcoesquistos, pelitas y yesos.

*Miembro mixto detrítico-carbonatado.* Se dispone mediante cambios oblicuos de facies sobre el anterior. Pre-

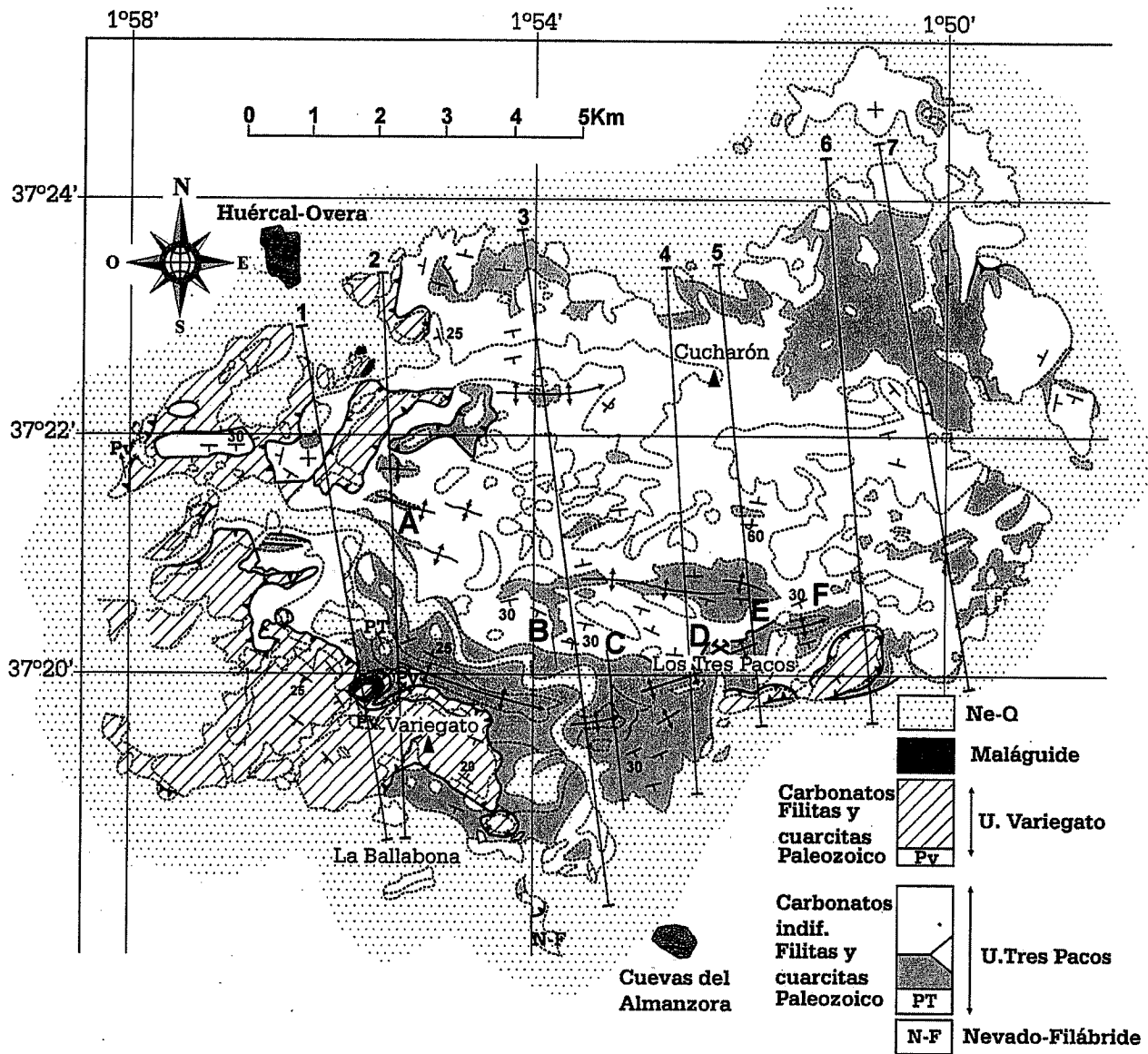


Figura 4.- Esquema geológico de la Sierra de Almagro, con la posición de los cortes de las figuras 5 y 6.

dominan en él las filitas con abundantes yesos y pelitas (niveles menos recrystalizados). Los niveles de filitas lateralmente pasan a areniscas y/o cuarcitas, según el grado de recrystalización. Se observan tramos intercalados constituidos por alternancias entre calizas, calcoesquistos y pelitas. Lateralmente y hacia arriba, el miembro pasa a ser predominantemente carbonatado, con calizas y dolomías, que transicionan a calcoesquistos, filitas y cuarcitas.

*Miembro carbonatado superior* que, con una forma tabular corona la sucesion estratigráfica. Está formado por una alternancia entre dolomías grisáceas masivas y dolomías oscuras bandeadas, que intercalan algunos niveles de yesos. Es de destacar la presencia de cineritas interestratificadas dentro de este miembro. El techo está constituido por dolomías grises/grises oscuras.

El espesor máximo del conjunto de los carbonatos es de unos 400 m, menos generalmente, y le atribuimos una edad de Triásico Medio-Superior (Ladiniense-Carniense, quizás Noriense en los niveles más altos).

*Grosso modo* las unidades de Ballabona, Almagro y Cucharón corresponden respectivamente con las formaciones detrítica, carbonatada inferior y carbonatada superior de la unidad de los Tres Pacos (Fig. 3). Buena parte de los rasgos estratigráficos de esta unidad son comparables con los que Delgado *et al.* (1981) muestran para las unidades de Santa Bárbara y Lújar que forman parte de las unidades alpujarrides inferiores. En los Tres Pacos hay mayor abundancia de yesos intercalados entre los carbonatos, pero en éstas unidades (y no solo en ellas) también existe.

*La unidad de Variegato*

En la base de la unidad hay micaesquistos oscuros, generalmente presentes en escamas, que se atribuyen al Paleozoico (Simon, 1963). Encima aparecen filitas y cuarcitas de colores predominantes azulados y grises; que pasan progresivamente a rosadas y rojizas hacia el techo y se atribuyen al Triás Inferior-Medio. En Sierra

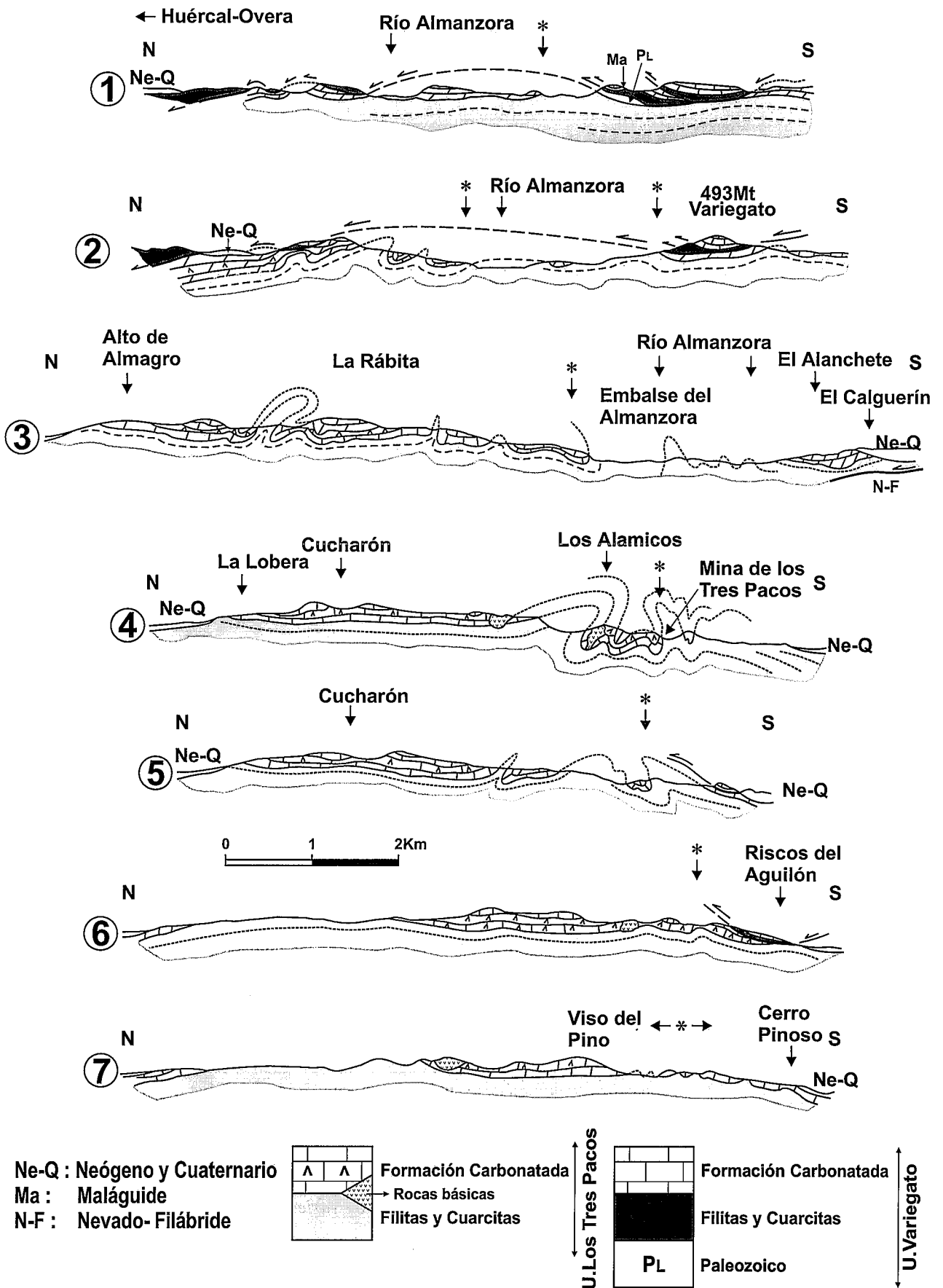


Figura 5.- Cortes que muestran rasgos generales de la estructura de Sierra de Almagro. Su posición se puede observar en la figura 4. Los asteriscos muestran zonas de "contactos" entre las supuestas unidades de Ballabona y Almagro. Las escalas horizontal y vertical son iguales.

de Almagro su espesor conservado no supera los 40 m. Encima se sitúa parte de la formación carbonatada, representada por calcoesquistos en la base y calizas tabeadas grisáceas, que hacia techo pasan a formar niveles más gruesos y oscuros, coronados por dolomías oscuras estratificadas en bancos gruesos o masivas. No se conservan más de 100 m y se atribuyen al Trías Medio.

Del complejo Maláguide se conservan tan solo retazos de su sucesión. Hay grauvacas no metamórficas del Paleozoico, lutitas, areniscas y conglomerados rojos del Trías, muy esquistosados en el afloramiento que está entre escamas de Variegato. En varios afloramientos situados al noroeste de Sierra de Almagro, además de restos paleozoicos y triásicos no esquistosados, existen calizas jurásicas y terciarias.

### Estructura de Sierra de Almagro

Dada la historia previa de diferenciación de unidades, conviene revisar los contactos existentes entre las supuestas unidades de Almagro y Cucharón y entre Ballabona y Almagro, ahora todas ellas unidas en una sola.

#### *Relaciones existentes entre "Almagro" y "Cucharón"*

Su separación ha resultado imposible en todos los puntos. Simon atribuyó las filitas y cuarcitas de la parte central y septentrional de Sierra de Almagro, y los carbonatos inmediatamente superiores, a la unidad de Almagro, mientras que los yesos, margas y carbonatos interestratificados junto a los carbonatos más altos los atribuía a la unidad de Cucharón. Sin embargo, no encontramos ninguna justificación tectónica ni estratigráfica para separar ambos conjuntos, sino, al contrario, consideramos que forman parte de una misma sucesión litológica, con continuidad estratigráfica.

La proporción de yesos, margas y carbonatos en similares alturas estratigráficas no es constante, sino que unas u otras litologías abundan más o menos en distintos puntos, lo que es normal en ese tipo de facies. Por eso, una cartografía que separara de forma neta los carbonatos de los yesos y margas no es posible y menos a la escala a la que se presenta el mapa de la figura 2. En algunos puntos es posible diferenciar un conjunto carbonatado hacia la base, equivalente a parte de "Almagro", un tramo potente carbonatado con muchos yesos y margas intercalados y un conjunto carbonatado superior, estos últimos equivalentes a "Cucharón". Pero hay otros puntos en que, especialmente los dos tramos inferiores, no se pueden separar de forma razonable, pues entre ellos se dan cambios oblicuos y laterales de facies.

En conclusión: existe continuidad estratigráfica entre Almagro y Cucharón, situándose lo que fue considerado Almagro a muro de Cucharón.

#### *Relaciones existentes entre "Ballabona" y "Almagro"*

La denominada "unidad de Ballabona" se sitúa a muro de la "unidad de Almagro", aunque localmente se

le superpone en el flanco norte de una importante estructura anticlinal. Este anticlinal, vergente al norte, tiene una dirección casi este-oeste y se cierra en sus extremos. La descripción de la geometría del contacto entre ambas "unidades" se hace de oeste a este.

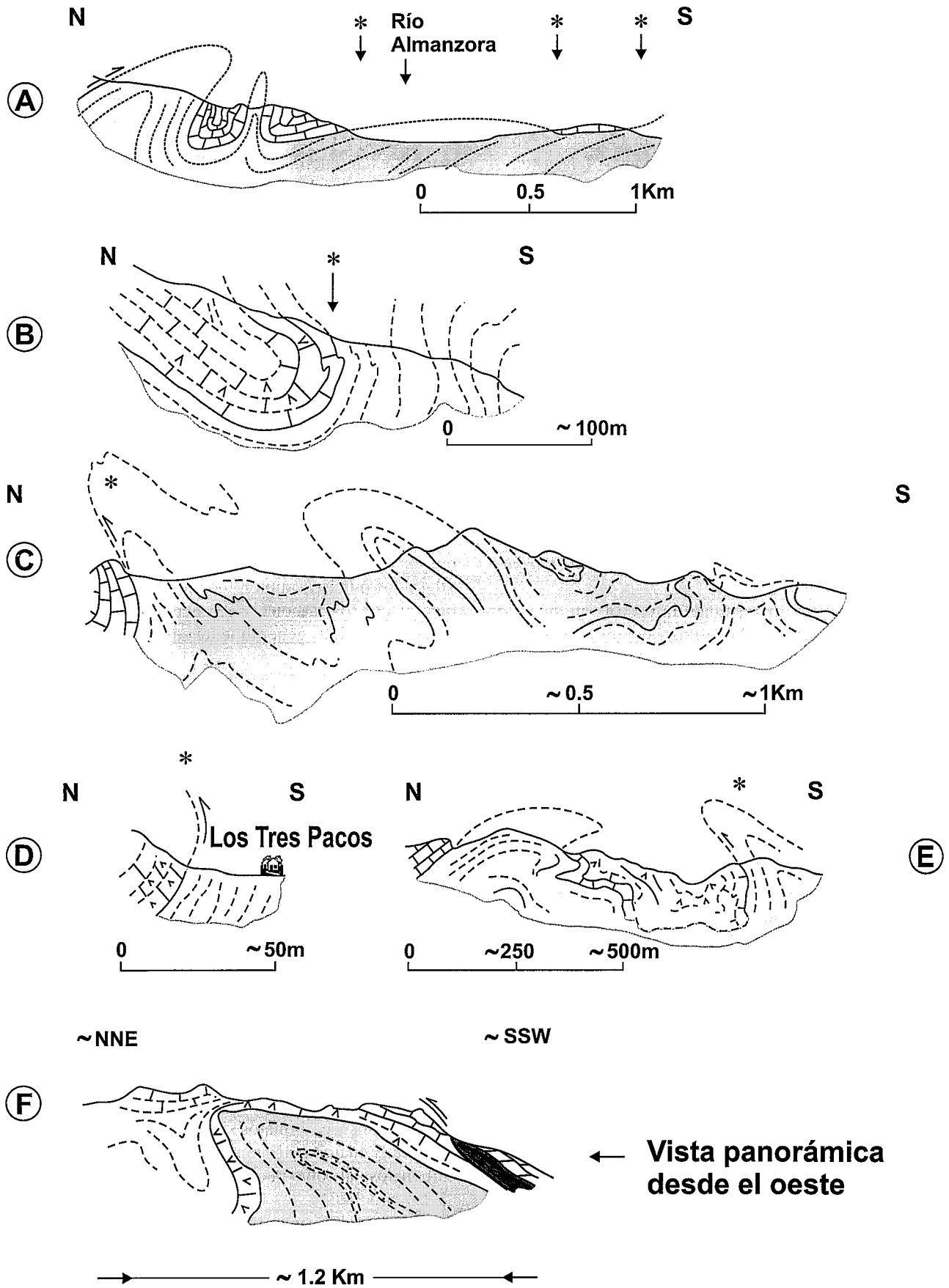
En el sector más occidental, los carbonatos de "Almagro" están encima de las filitas y cuarcitas de "Ballabona" (cortes 1 y 2 de la Fig. 5 y A de la Fig. 6. La posición de los cortes se observa en la Fig. 4). En cada corte se señala con un asterisco el contacto entre las filitas y cuarcitas atribuidas anteriormente a "Ballabona" y los carbonatos atribuidos a "Almagro". Esta superposición se observa a lo largo de varios kilómetros, siendo en numerosos puntos un mero tránsito estratigráfico entre ambos. Sin embargo, en la parte sureste de este sector, el contacto se muestra claramente despegado, aunque se mantienen las filitas y cuarcitas por debajo de los carbonatos.

Más hacia el este, el contacto entre los carbonatos superiores y las filitas y cuarcitas de la base se verticaliza a lo largo de unos 5 km (cortes 3, 4 y 5 de la Fig. 5 y B a F de la Fig. 6). Localmente este contacto se invierte, de manera que las filitas y cuarcitas reposan sobre los carbonatos, con ángulos elevados, del orden de 70 grados o más. También localmente se recuperan, de manera que los carbonatos se encuentran encima de las filitas y cuarcitas, generalmente con un contacto fuertemente buzante.

El corte B (Fig. 6) muestra la superposición local de las filitas y cuarcitas sobre los carbonatos, los cuales sufren una neta flexión de sus capas, a la vez que se produce un despegue tectónico. El despegue, no la superposición, se observa a lo largo de casi toda la parte central, aunque toda ella se mantienen los niveles altos de filitas y cuarcitas en contacto, tectonizado, con los carbonatos. La estructura general de las propias filitas y cuarcitas también se puede establecer: se adapta a la forma anticlinal señalada, tal como puede verse en el corte 3 (Fig. 5) y especialmente en el C (Fig. 6). Sobre el terreno se observa desde el oeste de la presa del río Almanzora o desde lo alto del cortado oriental del pico Variegato. Esto es posible gracias al contraste que dan los niveles potentes de cuarcitas.

El corte F (Fig. 6) y el 6 (Fig. 5) muestran el cierre anticlinal en su parte oriental. Allí es particularmente visible un potente nivel de cuarcitas que dibuja claramente el anticlinal vergente al norte, al igual que lo hacen los yesos y carbonatos situados encima. Más al este, las filitas y cuarcitas afloran en numerosos puntos bajo los carbonatos, tal como puede verse en las figuras 2 y 4.

En conclusión: las filitas y cuarcitas de la "unidad de Ballabona" forman la base de los carbonatos de la "unidad de Almagro", dispuestas en una estructura anticlinal vergente al norte, cuyo flanco norte es generalmente vertical o incluso invertido, produciéndose despegues. Pero la relación original, y actual en muchos puntos, es clara: Ballabona es la base de Almagro y no se pueden separar como unidades independientes. Se tiene por tanto una sola unidad tectónica, la de los Tres



**Figura 6.-** Cortes que muestran rasgos detallados de la relación entre las supuestas unidades de Ballabona y Almagro. Los asteriscos muestran los puntos de contactos entre ambas. La posición de los cortes se puede observar en la figura 4. La leyenda es igual a la de la figura 5. Las escalas horizontal y vertical son iguales.



Pacos, que engloba a Ballabona, Almagro y Cucharón, formada por diferentes tramos triásicos en continuidad estratigráfica.

### Estructura del conjunto de Sierra de Almagro

La estructura de la Sierra de Almagro se observa en las figuras 2 y 4 y en los cortes de la figura 5 y es relativamente simple. La unidad de Variegato cabalga a la de los Tres Pacos, conservándose actualmente al sur y al oeste de la sierra.

En los sectores central y norte de Sierra de Almagro, la unidad de los Tres Pacos presenta varios pliegues importantes, de eje prácticamente este-oeste, con vergencia al sur. Algunos de ellos tienen bastante continuidad lateral, mientras que otros se amortiguan en poca distancia. Hay que destacar un anticlinal situado en la parte norte, que se observa en los cortes 2 y 3 (Fig. 5). En el corte 2, bajo la unidad de Variegato, se muestra un cabalgamiento hacia el sur, observable por la superposición de filitas de la base sobre carbonatos superiores, mientras que en el 3 se muestra el anticlinal bien desarrollado. Se trata de un anticlinal que en su parte occidental pasa a ser un pliegue falla, mientras que en la oriental invierte espectacularmente su flanco sur. Otro anticlinal claramente visible se expresa en el corte 5 (Fig. 5) y con más detalle en el corte E (Fig. 6). Allí también existen netas vergencias al sur, opuestas a las vergencias al norte del anticlinal cuyo flanco norte separa (o une) las filitas de "Ballabona" de los carbonatos de "Almagro". Así pues, existe un conjunto de pliegues de dirección aproximada este-oeste, y vergencias opuestas, al sur en la parte norte y al norte en la parte sur.

La unidad de Variegato en realidad presenta varias escamas que repiten la secuencia de esquistos atribuidos al paleozoico, filitas y carbonatos, tal como fue descrito por García Monzón y Kampschuur (1975). Es precisamente en el sector de Variegato donde estas escamas son más numerosas (hasta cuatro en una vertical), siendo la superior de mucho mayor extensión y la que conserva mayor potencia de materiales. En general en una vertical las escamas son tres o dos, muy poco potentes las inferiores, que pueden incluso faltar. Estas escamas se observan también en la parte ONO de Sierra de Almagro, donde hasta ahora no se habían descrito.

En el sector de Variegato, entre la escama inferior y la intermedia se encuentran intercalados restos paleozoicos y triásicos de neta apariencia maláguide. Esto también ha sido señalado por García-Monzón y Kampschuur (1975). Es un afloramiento pequeño, de unos 300 m por 150 m, situado sobre filitas alpujárrides y cabalgado por filitas y carbonatos también alpujárrides y con un espesor inferior a 30 m. La posición tectónica de este afloramiento maláguide no es la habitual y su explicación se sale del objetivo de este trabajo; pensamos que está en relación con el proceso que formó las escamas de la unidad de Variegato, ocurrida posiblemente en un momento posterior a la superposición general de unidades y que ha pinzado a materiales maláguides.

Las relaciones de la unidad de los Tres Pacos con el Nevado-Filábride se observan al ONO de Cuevas del Almanzora. Allí, el encajamiento de un río (rambla de Cicera) permite ver bajo los sedimentos neógenos y cuaternarios que la unidad de los Tres Pacos se superpone a materiales Nevado-Filábrides tipo Mulhacén. El contacto es muy claro y presenta una intensa milonitización, en una zona de cizalla a veces de varias decenas de metros, donde se mezclan rocas alpujárrides y nevado-filábrides. En conjunto las estructuras menores indican desplazamiento de la unidad cabalgante, la de los Tres Pacos, hacia el norte y NNO, pero también hay algunas, menos abundantes, hacia el sur. Interpretamos las segundas como debidas posiblemente a una etapa distensiva posterior.

Estructuras distensivas con desplazamientos de los materiales de techo en diversas direcciones, quizás predominando al oeste, existen en todos los términos de la unidad de los Tres Pacos y también en la de Variegato. Tal como se observan, parecen reajustes posteriores y de menor importancia que las superposiciones generales de las unidades, que juzgamos son anteriores y compresivas.

### Conclusiones: implicaciones de la posición tectónica de la unidad de los Tres Pacos en Sierra de Almagro y en áreas próximas. Consecuencias paleogeográficas

Desde el punto de vista tectónico y paleogeográfico se deduce lo siguiente en relación a la unidad de los Tres Pacos:

a) La separación entre las supuestas unidades de Almagro, Ballabona y Cucharón no está sustentada por los datos obtenidos; al contrario, forman una sola unidad, la de los Tres Pacos, en la cual Ballabona corresponde a los materiales inferiores, Almagro, según se definió originalmente, a parte de los materiales inferiores y sobre todo a los intermedios y, finalmente, Cucharón a los más altos.

b) En Sierra de Almagro no existen materiales nevado-filábrides situados entre unidades alpujárrides, o sobre un supuesto complejo Almágride, sino que, donde afloran, están claramente debajo de la unidad alpujárride inferior, la de los Tres Pacos.

c) La unidad de los Tres Pacos es equivalente a la unidad del Almanzora, que aflora en el norte de la Sierra de los Filabres, al suroeste y SSO de Sierra de Almagro, y se sitúa sobre el Nevado-Filábride, en una posición tectónica similar a la que se acaba de señalar en las proximidades de Cuevas del Almanzora.

d) Tal como ha sido señalado por Kampschuur (1972) y Besems y Simon (1982) en la Sierra de Carrascoy existen materiales equivalentes a los de la unidad de los Tres Pacos. Igual sucede en la Sierra de Enmedio, situada al norte de la de Almagro y originalmente descrita por Fernex (1962). Materiales equivalentes a la unidad de Variegato no se observan en estas sierras, con la excepción de un pequeño afloramiento en el sec-

tor de La Pala, al sur de Carrascoy, cabalgante sobre la unidad de Carrascoy (este nombre se usa en el sentido de Sanz de Galdeano *et al.*, 1997).

e) No se puede mantener que la supuesta unidad de Almagro corresponda a un subbético subducido bajo materiales de la Zona Interna Bética, pues como se indica en el punto b, la unidad de los Tres Pacos, que engloba a la citada de Almagro, cabalga al Nevado-Filábride. Además, la presencia de yeso, muy abundante en la unidad de los Tres Pacos, no es exclusiva del Subbético, conociéndose en diversas unidades alpujárrides. De igual forma, la existencia de facies Muschelkalk en esta unidad de los Tres Pacos no es exclusiva de ella ni del Subbético, sino que existe en otras unidades alpujárrides, tal como pusieron de manifiesto López-Garrido *et al.* (1997) y García Tortosa *et al.* (2000). No existe por tanto en la Sierra de Almagro y en las sierras próximas un subbético subducido, metamorfozido y después aflorante en ventana tectónica.

f) Las unidades del tipo de los Tres Pacos-Almanzora, ocupan la posición tectónica inferior dentro de las unidades alpujárrides conocidas, en contacto con el Nevado-Filábride. No tiene fundamento separar un complejo Almagride (o en su caso, Ballabona-Cucharón).

g) En la Sierra de Almagro existen pliegues este-oeste que vergen al sur en su sector septentrional y al norte en su sector meridional. El contacto entre las filitas y cuarcitas de "Ballabona" y los carbonatos de "Almagro" se hace en una estructura anticlinal vergente al norte que se amortigua tanto al este como al oeste. En ese flanco se producen despegues tectónicos, que desaparecen lateralmente.

h) La unidad de Variegato presenta hacia la base varias delgadas escamas. Entre dos de ellas hay en un punto restos maláguides, cuya posición requiere al menos la actuación de dos etapas de superposición.

## Agradecimientos

Este artículo ha sido financiado por los proyectos PB97-1267-C03-01y PB97-1201 de la DGICYT y los grupos RNM 0217 y 0163 de la Junta de Andalucía. A. Caballero dibujó las figuras. Los Drs. M. Durand Delga y A. Estévez mejoraron el texto con sus sugerencias y correcciones.

## Referencias

- Aldaya, F., García-Dueñas, V. y Navarro Vila, F. (1979): Los Mantos Alpujárrides del tercio central de las Cordilleras Béticas. Ensayo de correlación tectónica de los Alpujárrides. *Acta Geológica Hispánica*, 14: 154-166.
- Bakker, H.E., De Jong, K., Helmers, H. y Biermann, C. (1989): The geodynamic evolution of the Internal Zone of the Betic Cordilleras (south-east Spain): a model based on structural analysis and geothermobarometry. *Journal of Metamorphic Geology*, 7: 359-381.
- Besems, R.E. y Simon, O.J. (1982): Aspects of Middle and Late Triassic Subbetic Palynology. 5. On the Triassic of the Subbetic Zone in the Province of Murcia (Betic Cordilleras, Southeastern Spain). *Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, B, 85 (1): 29-51.
- De Jong, K. (1991): *Tectono-metamorphic studies and Radiometric dating in the Betic Cordilleras (SE Spain), with implications for the dynamics of extension and compression in the western Mediterranean area*. Tesis Univ. Amsterdam, 204 p.
- De Jong, K. y Bakker, H. (1991): The Mulhacen and Alpujarride Complex in the eastern Sierra de los Filabres, SE Spain: Litho-stratigraphy. *Geologie en Mijnbouw*, 70: 93-103.
- Delgado, F., Estévez, A., Martín, J.M. y Martín-Algarra, A. (1981): Observaciones sobre la estratigrafía de la formación carbonatada de los mantos alpujárrides (Cordilleras béticas). *Estudios Geológicos*, 37: 45-57.
- Durand-Delga, M. y Fontboté, J.M. (1960.): Le problème de l'âge des Nappes Alpujarrides d'Andalousie. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, (2), III: 181-187.
- Egeler, C.G. y Simon, O.J. (1969): Orogenic evolution of the Betic Zone (Betic Cordilleras, Spain), with emphasis on the nappe structures. *Geologie en Mijnbouw*, 48: 296-305.
- Fernex, F. (1962): Les unités de la Sierra de Enmedio près de Puerto Lumbreras. *Extraits des Archives des Sciences, Genève*, 15, 2: 363-371.
- García Monzón, G. y Kampschuur, W. (1975): *Mapa Geológico de España, 1:50.000, hoja nº 1014 (Vera)*. I.G.M.E. Madrid.
- García-Tortosa, F.J., López-Garrido A.C. y Sanz de Galdeano, C. (2000): Las unidades de Cabo Tiñoso y Peñas Blancas: revisión y caracterización estratigráfica de las unidades alpujárrides del sector entre Mazarrón y Cartagena (Murcia, España). *Estudios Geológicos*, 56, 31-40.
- Kampschuur, W. (1972): *Geology of the Sierra de Carrascoy (SE Spain), with emphasis on alpine polyphase deformation*. GUA Papers of Geology, serie 1, nº 4: 114 p.
- Kozur, H., Mulder-Blanken, C.W.H. y Simon, O.J. (1985): On the Triassic of the Betic Cordilleras (southern Spain), with special emphasis on holothurian sclerites. *Stratigraphy and Paleontology*, 88: 83-110.
- López Garrido, A.C., Pérez López, A. y Sanz de Galdeano, C. (1997): Présence de faciès Muschelkalk dans des unités alpujarrides de la région de Murcie (Cordillère Bétique, sud-est de l'Espagne) et implications paléogéographiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.Paris*, 324, II: 647-654.
- Mapa geológico y minero de Andalucía. (1985): Editado por Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía e Industria. Junta de Andalucía. 150 p. E: 1:400.000.
- Sanz de Galdeano, C. (1997): *La Zona Interna Bético-Rifeña (Antecedentes, unidades tectónicas, correlaciones y bosquejo de reconstrucción paleogeográfica)*. Monográfica Tierras del Sur. Univ. de Granada, 316 p.
- Sanz de Galdeano, C. y García Tortosa. (2001): Alpujarride attribution of the supposed "Almagride Complex" (Betic Internal Zone, Almería province, Spain). *C.R.Ac.Sci. Paris*.
- Sanz de Galdeano, C., López-Garrido, A.C., García-Tortosa, F.J. y Delgado, F. (1997): Nuevas observaciones en el Alpujarride del sector centro-occidental de la Sierra de Carrascoy (Murcia). Consecuencias paleogeográficas. *Estudios Geológicos*, 53: 345-357.
- Simon, O.J. (1963): *Geological investigations in the Sierra de Almagro, SE Spain*. Tesis Univ. Amsterdam, 164 p.
- Simon, O.J. (1964): The Almagro Unit: a new structural element in the Betic Zone? *Geologie en Minjbouw*, 43: 331-334.

- Simon, O.J. (1966): La Unidad Almagro: ¿Un nuevo elemento estructural en la Zona Bética? *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 83: 49-54.
- Simon, O.J. (1987): On the Triassic of the Betic Cordilleras (Southern Spain). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 11: 385-402.
- Simon, O.J. y Kozur, H. (1977): New data on the (Permian)Triassic of the Betic Zone (Southern Spain). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 4, 307-322.
- Simon, O.J. y Visscher, H. (1983). El Pérmico de las Cordilleras Béticas. En: *Carbonífero y Pérmico de España*. (Martínez Díaz Ed.). *X Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero*. Madrid, 453-499.
- Simon, O., Westerhof, A. y Rondeel, H. (1976): A propos d'une nouvelle paléogéographie de la zone bétique (Espagne méridionale); implications géodynamiques. *Bulletin de la Société géologique de France.*, 18, 3: 601-605.
- Voersmans, F.M., Simon, O.J. y Martín García, L. (1980): *Mapa Geológico de España, 1:50.000, hoja nº 996 (Huércal-Overa)*, IGME. Madrid.

*Manuscrito recibido el 25 de octubre de 2001*  
*Aceptado el manuscrito revisado el 5 de febrero de 2002*