

Geología de la Zona Surportuguesa (Andévalo)

Teodosio Donaire, Francisco Manuel Alonso, Encarnación García, Felipe J. González, Manuel Jesús González Roldán, Elena Mantero, Carmen Moreno, Emilio Pascual, Gabriel Ruiz de Almodóvar, Reinaldo Sáez, Sonia Sierra, Manuel Toscano y Alfonso Valenzuela

Introducción

La Zona Surportuguesa es la más meridional de las diversas zonas geológicas que se han diferenciado en el Macizo Ibérico. Se extiende desde el suroeste de Portugal hasta la Sierra Norte de Sevilla (Fig.1). De los sectores geológicos diferenciados en este libro es el que ocupa la mayor extensión en la provincia de Huelva, puesto que comprende las rocas aflorantes en el Andévalo y parte de la Sierra de Huelva.

Desde un punto de vista geológico, esta zona limita al norte con la Zona de Ossa-Morena mediante un contacto tectónico complejo y al sur con los materiales más modernos de la Cuenca del Guadalquivir. Está constituida por rocas del Paleozoico (desde el Devónico medio al Pérmico). Tradicionalmente se distinguen cinco dominios geológicos con características litológicas, estructurales y paleogeográficas diferentes que, de norte a sur, son: 1) Dominio de Pulo do Lobo, 2) Faja Pirítica Ibérica, 3) Dominio del Suroeste Portugués, 4) el batolito de la Sierra Norte de Sevilla y 5) la Cuenca Pérmica del Viar (Fig.1).

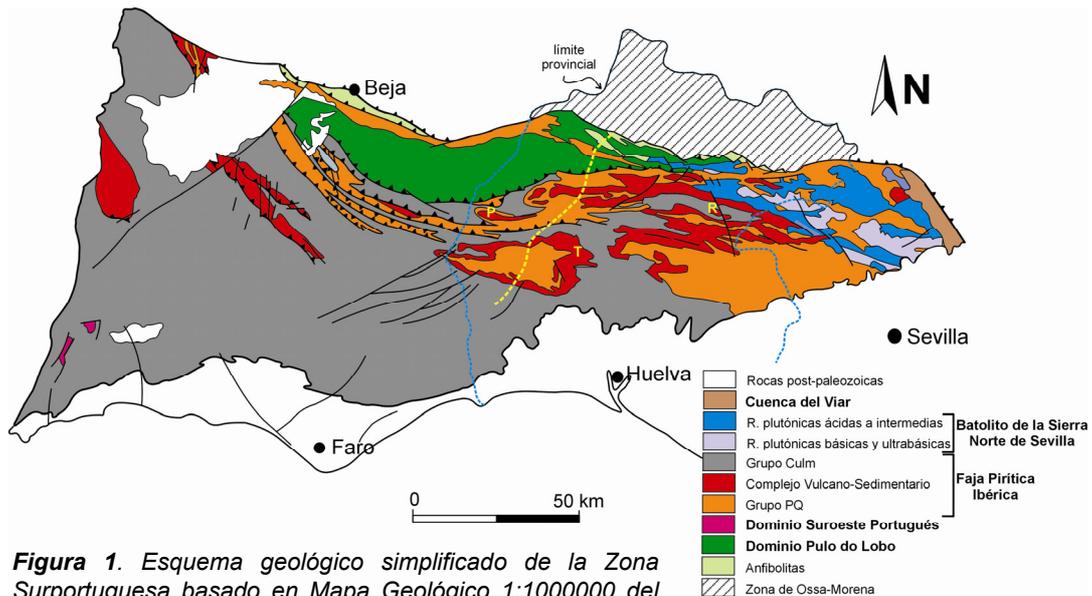


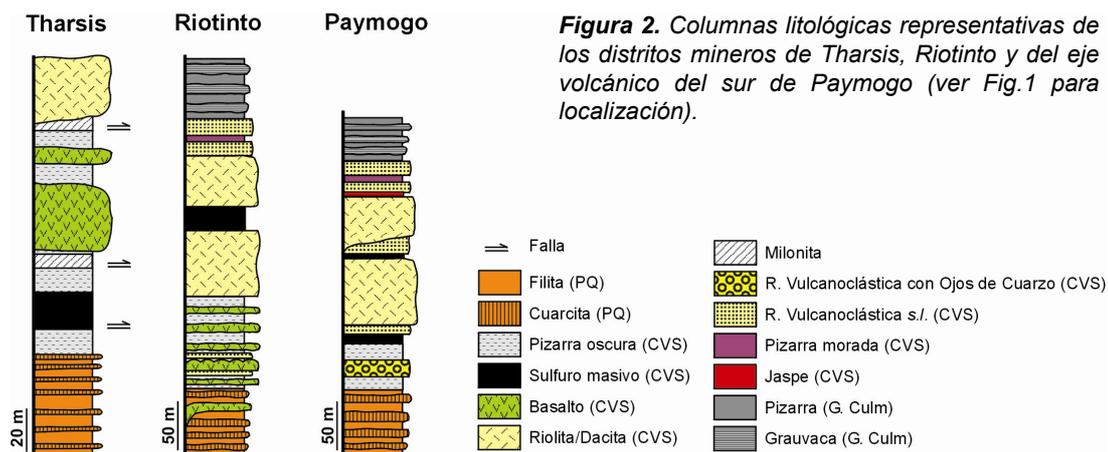
Figura 1. Esquema geológico simplificado de la Zona Surportuguesa basado en Mapa Geológico 1:1000000 del IGME. La línea discontinua de color amarillo representa el trayecto del perfil sísmico IBERSEIS que se muestra en Fig. 9. R: Riotinto, T: Tharsis y P: Paymogo (ver Fig.2).

Dominio Pulo do Lobo

El Dominio Pulo do Lobo, que aflora al sur de Rosal de la Frontera (Fig.1), está formado esencialmente por filitas, cuarcitas y escasas rocas magmáticas máficas. Todas estas rocas se hallan intensamente deformadas y muestran abundantes venas de cuarzo. Este dominio se ha interpretado como una cuña de acreción originada por la colisión entre la placa a la que pertenecía la actual Zona Surportuguesa y la de Ossa-Morena durante el Devónico Inferior a Medio.

Faja Pirítica Ibérica

La Faja Pirítica Ibérica es internacionalmente reconocida como la región con mayor concentración de yacimientos de sulfuros masivos del mundo, con unas reservas originales que podrían superar los 2000 millones de toneladas. A lo largo del tiempo se han explotado más de 80 mineralizaciones de este tipo entre las que se encuentran algunas tan conocidas como las de Riotinto, Tharsis, Neves Corvo, Aljustrel, Aznalcóllar o La Zarza. También se han explotado en el pasado yacimientos de manganeso, así como mineralizaciones hidrotermales de composición diversa.



Dentro de la Faja Pirítica Ibérica se han diferenciado tres unidades principales con rasgos geológicos diferentes. Estas unidades, que contienen rocas del Devónico Medio al Carbonífero Superior, son: a) el Grupo de Filitas y Cuarcitas (Grupo PQ), b) el Complejo Vulcano-Sedimentario (CVS) y c) el Grupo Culm (Figs. 1 y 2). A continuación se describen los caracteres petrográficos más significativos de estas unidades.

El Grupo PQ

El Grupo PQ está formado mayoritariamente por pizarras con intercalaciones de niveles de cuarcitas, de edad Devónico Medio a Devónico Superior (Fameniense tardío). La potencia mínima estimada de estos materiales es de unos 2000 m. Los datos de campo han puesto de manifiesto que los niveles de cuarcitas de esta unidad aumentan de potencia y de tamaño de grano hacia el techo, donde las pizarras llegan casi a desaparecer. Esta observación, unida a las características litológicas y las estructuras sedimentarias presentes en estas rocas (ver ficha 19) sugieren que la mayor parte de estos materiales se depositaron en una plataforma marina somera, esporádicamente afectada por la acción de tormentas y oleaje. Los niveles de cuarcitas del techo indican una disminución de la profundidad y el paso, desde la plataforma previa, a un medio litoral arenoso. Las litofacies de esta unidad son similares en toda la Faja Pirítica Ibérica y en el Dominio del Suroeste Portugués, donde recibe el nombre de Formación Tercenas.

El Complejo Vulcano Sedimentario

El Complejo Vulcano-Sedimentario se dispone sobre el Grupo PQ y está constituido por un entramado complejo de rocas magmáticas y sedimentarias de edad Fameniense tardío a Viseense medio-superior (ver tabla de tiempo geológico). Las rocas magmáticas son fundamentalmente de origen volcánico y subvolcánico de composición ácida (riolitas y dacitas) (Figs. 2 y 3) y básica (basaltos) (Fig.4). Las evidencias de campo indican que el

vulcanismo fue esencialmente submarino, como lo pone de manifiesto la existencia de lavas almohadilladas (o *pillow-lavas*) (Fig.4) y determinados depósitos vulcanoclásticos (ver ficha 14), aunque también se han observado depósitos originados por actividad volcánica explosiva en un medio subaéreo (ver ficha 21). Las rocas sedimentarias coetáneas con las rocas magmáticas son esencialmente detríticas de grano fino (transformadas en pizarras debido al metamorfismo sufrido por estas rocas) y *cherts*. Los fósiles de estas rocas sedimentarias indican también un depósito en un medio submarino. Intercalados en esta secuencia de rocas magmáticas y sedimentarias se hallan los depósitos de sulfuros masivos que se explotan en las diversas minas de la provincia (fichas 13, 15 y 18) (Figs. 5 y 6).



Figura 3. Dacita porfídica observada en el río Malagón (Eje Volcánico de Paymogo).



Figura 4. Lavas almohadilladas observadas en el río Odiel al norte de El Villar.

Los depósitos de sulfuros masivos suelen estar ubicados a techo de secuencias magmáticas ácidas. Poseen generalmente una zona superior masiva, de geometría tabular o lenticular y congruente con la estratificación, y otra parte inferior con mineralización diseminada o de *stockwork* (ver ficha 13). Muchos presentan una asociación con pizarras negras próximas al límite Devónico-Carbonífero y suelen mostrar niveles silíceos a techo. La alteración hidrotermal relacionada con las mineralizaciones es clorítica en la zona central del sistema y sericitica en la periferia (ficha 15). Los yacimientos están constituidos por pirita y, en menor medida, esfalerita, galena, calcopirita y tetraedrita; componentes minoritarios son arsenopirita, pirrotita, casiterita, sulfosales de Cu-Pb y de Bi-Pb, estannita, barita, magnetita, electrum, cobaltita y un número muy elevado de especies minerales menos comunes.



Figura 5. Vista de la corta de Cerro Colorado.



Figura 6. Vista de la corta de La Zarza.

El Complejo Vulcano-Sedimentario presenta variaciones litológicas y de potencia (0-1300 m) muy significativas de unas zonas a otras (Fig.2) que han sido interpretadas como consecuencia de la compartimentación de la zona en numerosas cuencas a finales del Devónico. El techo de esta unidad está marcado por niveles discontinuos de jaspes, que a veces incluyen mineralizaciones de Mn (ver ficha 17), y por un nivel muy continuo de “pizarras moradas” que tiene valor como nivel guía en cartografía, ya que se extiende en toda la Faja Pirítica. Los depósitos del techo (niveles pizarrosos y rocas vulcanoclásticas) pasan de manera gradual a formar parte de la secuencia pizarrosa de la base del grupo Culm. El equivalente cronológico del Complejo Vulcano-Sedimentario en el Dominio del suroeste Portugués corresponde a las formaciones Bordalete, Murração y Quebradas.

El Grupo Culm

El Grupo Culm comprende principalmente rocas sedimentarias del Carbonífero depositadas con posterioridad al magmatismo de la Faja Pirítica Ibérica. Está constituido fundamentalmente por una formación turbidítica de facies Culm s.s., de varios miles de metros de potencia, precedida en numerosos sectores por una unidad estratigráfica, de 45 a 50 metros de potencia media, denominada Serie Pizarrosa Basal. Esta última es una secuencia que incluye las últimas rocas vulcanoclásticas del techo del Complejo Vulcano-Sedimentario y pizarras con niveles de acumulación de *Posidonia becherii* del muro de la formación turbidítica. Eventualmente, contiene algunos fósiles de *Goniatites*, que han proporcionado una edad Viseense superior.

La formación turbidítica de facies Culm es la más característica de este Grupo y una de las de mayor superficie de afloramiento en la provincia de Huelva, desde San Silvestre de Guzmán hasta Riotinto (Fig.1). Se trata de una secuencia formada fundamentalmente por pizarras y areniscas (Fig.7), aunque también se han descrito algunos conglomerados. Se trata de depósitos originados por corrientes de turbidez (que son corrientes cargadas de sedimentos). Estas corrientes llegaron hasta el fondo marino, se depositaron y originaron los estratos que actualmente se observan. Entre las características de estos depósitos podemos observar la alternancia de areniscas y de pizarras y los rasgos sedimentarios y estructurales (ficha 20).

El batolito de la Sierra Norte de Sevilla

El batolito de la Sierra Norte de Sevilla está constituido por una serie de plutones compuestos por rocas magmáticas de composición muy variada, desde granitoides a rocas máficas y ultramáficas (Fig.1). En la provincia de Huelva se pueden observar afloramientos de estas



Figura 7. Alternancia de pizarras y areniscas del Grupo Culm (embalse de Los Machos, Lepe).



Figura 8. Rocas plutónicas (granodioritas) en los alrededores de Gil Márquez.

rocas en La Granada de Riotinto, La Escalada, Campofrío o Gil Márquez (Fig.8). Los diversos trabajos de investigación sugieren edades coetáneas y posteriores a las del vulcanismo de la Faja Pirítica Ibérica.

La Cuenca Pérmica del Viar

Se halla exclusivamente en la provincia de Sevilla. Contiene el único registro de sedimentación postorogénica en la Zona Surportuguesa. La Cuenca Pérmica del Viar tiene una geometría de *semigraben* relleno por una cuña de sedimentos heterogéneos, de origen continental cuya potencia máxima alcanza 400 metros en las proximidades del contacto con la Zona de Ossa-Morena. Conglomerados, areniscas y lutitas con intercalaciones menores de calizas y niveles delgados de carbón aparecen junto con rocas volcánicas básicas (basaltos) y ácidas de naturaleza piroclástica y composición riodacítica. Localmente, contiene una abundante flora fósil de edad Autuniense.

Estructura de la Zona Surportuguesa

La deformación que se observa en las rocas de la Zona Surportuguesa se produjo durante la Orogenia Varisca (también llamada Hercínica). El estilo tectónico de la Zona Surportuguesa es del tipo "*thin-skinned*", o tectónica de piel fina, lo que se traduce en una deformación que afecta solamente a la parte más alta de corteza terrestre, principalmente a rocas sedimentarias y metamórficas de grado muy bajo o bajo. En términos de estructuras geológicas, la Zona Surportuguesa es un cinturón de pliegues y cabalgamientos que se enraízan en un nivel de despegue situado a 12 km de profundidad, aproximadamente. Esta estructura se muestra en el perfil sísmico profundo de reflexión IBERSEIS (Fig.9). Importantes cabalgamientos regionales superponen rocas del Grupo PQ (Devónico Superior) sobre rocas del CVS (la mayor parte de él es Carbonífero), así como las rocas del denominado Pulo do Lobo también se superponen a las rocas de la Faja Pirítica Ibérica. Las directrices estructurales de los cabalgamientos son ONO – ESE y muestran una vergencia hacia el S y SO. Asociados a la propagación de los cabalgamientos se forman también las grandes estructuras de plegamiento (Anticlinal de Puebla de Guzmán, Anticlinal de Valverde del Camino, entre otros). Es general en toda la zona el desarrollo de una o dos foliaciones que suelen ser paralelas al plano axial de los pliegues. La mayor parte de la deformación tuvo lugar durante el Carbonífero, migrando de norte a sur, en relación con la convergencia entre dos fragmentos corticales, por una parte la Zona Surportuguesa y por otra la Zona de Ossa-Morena.

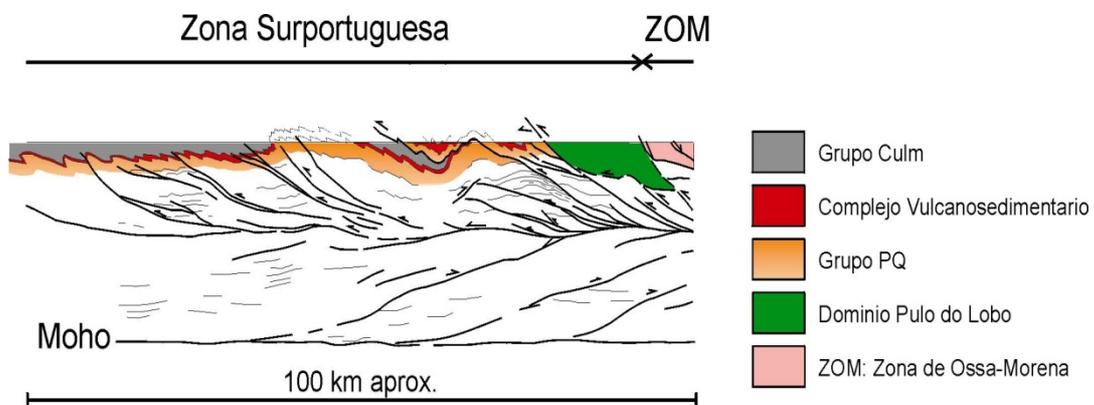


Figura 9. Corte general de la Zona Surportuguesa, a escala cortical. La arquitectura de la corteza está basada en el perfil sísmico IBERSEIS (Simancas et al., 2003).

En el dominio de Pulo do Lobo se superponen dos sistemas de pliegues, el primero y más antiguo se corresponde con pliegues isoclinales y ejes curvos, y el segundo sistema de pliegues está formado por pliegues con una superficie axial inclinada generalmente hacia el norte y con los ejes subhorizontales. Al sur, en la banda meridional de la Faja Pirítica Ibérica, los pliegues de primera fase son inclinados o tumbados, y los pliegues de segunda fase tienden a ser pliegues rectos. Fallas de desgarre, generalmente sinistrorsas, cortan a las estructuras anteriores.

El metamorfismo

En la Zona Surportuguesa se distinguen tres tipos de metamorfismo: regional, hidrotermal y de contacto. El metamorfismo regional es, en parte, coetáneo con la deformación. En el dominio Pulo do Lobo, donde se encuentran las unidades tectónicas más altas, el grado metamórfico alcanza condiciones propias de los esquistos verdes; mientras que en la Faja Pirítica Ibérica el grado metamórfico es muy bajo. El metamorfismo hidrotermal afecta con intensidad desigual a las rocas del CVS y del Grupo PQ. Se trata de un metasomatismo, ampliamente extendido, causado por la interacción de fluidos recalentados en el ambiente geotérmico anómalo que dominó la región durante el Devónico superior y el Carbonífero inferior. Por último, el metamorfismo de contacto, más desarrollado en entorno al batolito de la Sierra Norte de Sevilla, está relacionado con la intrusión de gabros previos o simultáneos a la deformación.

Evolución Tectónica

El contacto entre la Zona Surportuguesa y la Zona de Ossa-Morena es considerado por la mayoría de los geólogos como una importante sutura tectónica originada por la subducción, principalmente durante el Devónico, de la placa denominada Avalonia bajo la de Armorica, con el consiguiente cierre del océano intermedio. Una descripción detallada puede leerse en la introducción a la Geología de la Zona de Ossa-Morena.

Se considera que este dominio oceánico quedó cerrado a finales del Devónico. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en otros contextos de subducción, durante el Devónico Superior y el Carbonífero Inferior se produjo una interrupción temporal de la convergencia y la instauración transitoria de un régimen tectónico extensional. Durante esta etapa extensiva se produjo la compartimentación de la cuenca de la FPI, se formaron los depósitos de sulfuros masivos y se generó un importante volumen de rocas volcánicas y subvolcánicas, así como parte de las rocas plutónicas del extremo nororiental de la Zona Surportuguesa. Esta abundante producción magmática podrían tener su explicación, según algunos autores, en una pluma mantélica que habría afectado al suroeste de Iberia durante este período de tiempo.

A partir del Viseense medio en el límite entre las zonas Surportuguesa y de Ossa-Morena una deformación transpresiva sinistral se mantuvo ya hasta el final del Carbonífero. La deformación se propagó hacia el suroeste por toda la Zona Surportuguesa, precedida por el *flysch* del Grupo Culm, y dio lugar a un sistema de pliegues y cabalgamientos despegados en la corteza media. En el Westfaliense superior-Estefaniense, se registran las últimas manifestaciones de la deformación varisca, en forma de un importante sistema de fallas de salto en dirección. Las características del registro de edad Autuniense (Cuenca Pérmica del Viar) apuntan ya hacia una situación postvarisca, extensional.