



IGME

267

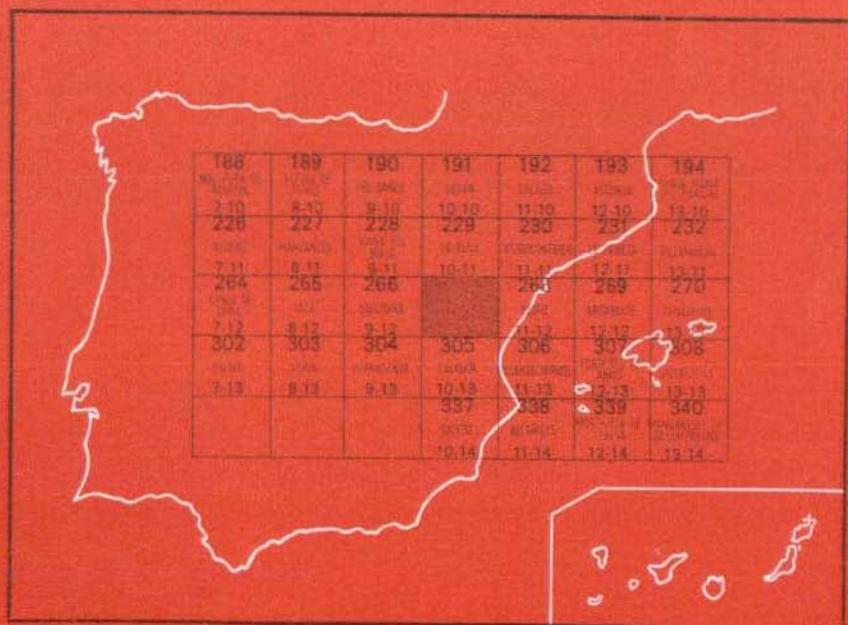
10-12

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PUEBLA DE SANABRIA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

PUEBLA DE SANABRIA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, interviniendo en su ejecución el Dr. D. Enrique Martínez García de la Universidad de Oviedo, utilizando datos de H. Plogmann de la Universidad de Munster. En estudios petrográficos han intervenido E. Martínez García, M. Iglesias Ponce de León de la Universidad de Salamanca y M. Peinado Moreno. Los datos de minería fueron realizados por C. Maura Amunategui.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 13.989 - 1981

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

La región a que pertenece esta Hoja forma parte del denominado «Macizo Hespérico», basamento constituido por rocas paleozoicas y precámbricas, individualizado y recubierto por terrenos más modernos post-hercinianos hacia el E. Con respecto a la división propuesta por LOTZE (1945), se encuentra dentro de la zona galaico-castellana. Más de la mitad de la Hoja está ocupada por afloramientos de la formación denominada «Olló de Sapo».

Los trabajos anteriores más importantes referidos a la Hoja de Puebla de Sanabria son los de PUIG Y LARRAZ (1883), LOTZE (1945), PARGA PONDAL, MATTE & CAPDEVILA (1964), MATTE (1968), CAPDEVILA (1969), ANTHONIOZ & FERRAGNE (1967, 1969), MARTINEZ GARCIA & CORRETGE (1970), MARTINEZ GARCIA (1969, 1973), etc. Hay que citar asimismo a SAN MIGUEL DE LA CAMARA & LOBATO (1955), que efectúan un estudio petrográfico de los alrededores del Lago de Sanabria y cuyas conclusiones más importantes son, entre otras, la cita del carácter granodiorítico de las rocas ígneas, existencia de un metasomatismo alcalino y riqueza en calcio de la zona. Por otra parte, LLOPIS LLADO (1964) se refiere a la zona descartando el que la orogénesis «carélica» afecte al «Olló de Sapo», formación que considera situada en la base de las pizarras del Narcea y dentro de los materiales del ciclo herciniano. Señala asimismo la presencia de rocas volcánicas e ignimbritas en dicha formación y considera que la edad de la misma puede llegar desde Precámbrico a Ordovícico inclusive.

Por su parte, MATTE (1968) y CAPDEVILA (1969) opinan que la formación «Olló de Sapo» sería de origen detrítico por desmantelamiento de antiguos

granitos porfiroideos durante el Precámbrico Superior. Existiría una sola fase de metamorfismo regional con posterior retrometamorfismo. Para CAPDEVILA (1969) el metamorfismo sería herciniano y de tipo «mosaico», es decir, con zonas de mayor presión que otras.

Por su parte, MARTINEZ GARCIA (1969) y MARTINEZ & CORRETGE (1970) opinan que en la zona de Sanabria existe una serie polimetamórfica de edad posiblemente cámbrica (MARTINEZ GARCIA, 1973). Para este último autor, la formación «Ollo de Sapo» sería de origen fundamentalmente volcánico y de edad Cámbrica. Los grandes feldespatos que a veces presentan, serían de origen volcánico y posteriormente recrecidos en una etapa de metamorfismo prehercínica.

A pesar de figurar anteriormente en el mapa de MARTINEZ GARCIA (1973), la presencia de la Serie de Porto, de edad Cámbrica, en las cercanías de Puebla de Sanabria, una revisión posterior realizada por los autores de la Hoja ha mostrado que es muy posible que los materiales pelíticos que esencialmente afloran al oeste de Requejo, sean en realidad de edad Ordovícica, a pesar de la existencia en ellos de gneises anfibólicos que anteriormente sólo habían sido descritos en materiales pre-ordovícicos. La serie de Porto quedaría ya, en la serie tipo, fuera de la Hoja de Puebla de Sanabria.

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 PRECAMBRICO - CAMBRICO

En la presente Hoja no afloran materiales que puedan ser atribuidos con certeza al Precámbrico. Por muchos autores ha sido considerada la formación «Ollo de Sapo» como de esta edad, pero MARTINEZ GARCIA (1973) le atribuye una edad Cámbrica por su situación sobre la Serie de Porto, que aflora en zonas más occidentales. No obstante, como ya afirma este mismo autor (op. cit.), existe la posibilidad de que entre la formación de gneises del Núcleo de Ribadelago, afectados por una migmatización de diferente intensidad, se encuentren algunos materiales que pudieran tener esta edad.

Consideraremos, por tanto, que la formación «Ollo de Sapo» pertenece al Precámbrico-Cámbrico, para mantener la unidad de las Hojas geológicas realizadas en esta zona, pero destacando que la mayor parte de dicha formación, si no toda ella, es de edad Cámbrica en su parte baja y Ordovícica en su parte alta.

1.1.1 FORMACION «OLLO DE SAPO»

La formación «Ollo de Sapo» ha sido objeto de diversas publicaciones, desde SAMPELAYO (1922), en donde por vez primera se cita el curioso

nombre gallego que dio nombre a la formación y que se refiere a los grandes cuarzos de color azul característicos de dicha formación hasta la actualidad. La primera descripción importante se hizo regionalmente por PARGA PONDAL, MATTE & CAPDEVILA (1964). Para estos autores en esta publicación y en otras posteriores MATTE (1968), CAPDEVILA (1969), se trata de una formación de origen principalmente detrítico, con megacrystales de feldespato potásico procedentes de la disgregación de granitos porfiroides, aunque aceptan la existencia de participación volcánica en algunas zonas.

Por otra parte, RIEMER (1966) y MARTINEZ GARCIA (1973) entre otros, atribuyen un origen fundamentalmente volcánico a la formación «Ollo de Sapo», admitiendo este último la participación sedimentaria minoritaria en forma de tobas depositadas en un mar somero. La primera vez que se emite la idea del vulcanismo del «Ollo de Sapo» es en 1945 por LOTZE.

La formación «Ollo de Sapo» presenta dos facies principales, como todos los autores anteriores han aceptado, pero estas dos facies se pueden a su vez subdividir en varias subfacies, entre las que existen algunas diferencias. Una de las facies es la llamada de megacrystales y la otra es de grano fino.

1.1.1.1 Facies de megacrystales

Ocupa la mayor parte de la Hoja de Sanabria. Se caracteriza por la presencia de grandes cristales de feldespato, en su gran mayoría idiomorfos, aunque los hay redondeados y alargados. Los autores anteriores señalaban la presencia de esta facies en la parte baja de la formación, pero en la cartografía de esta Hoja se ha señalado la presencia de la misma casi en contacto con las pizarras superiores de edad Ordovícica. Se trata en este caso de la subfacies superior, algo diferente de la inferior. En ambas subfacies aparecen los grandes cristales redondeados de cuarzo de color azul intenso. A continuación vamos a describir esquemáticamente las características diferenciales de ambas subfacies.

1.1.1.1.1 Subfacies inferior de megacrystales (PC-CA)

Aparece en los alrededores del núcleo migmatítico de Ribadelago, donde el metamorfismo regional es más aparente y donde es ya frecuente la sillimanita. Se trata de una roca cristalina, de grano grueso y aspecto gneísico, con una gran cantidad de megacrystales de feldespato, originariamente ortosa pero en numerosas ocasiones transformada en albita y presentando la característica macla en damero. Al microscopio se observa que la mayor parte de la roca está constituida por biotita y cuarzo y algo de moscovita, además de finas agujas de fibrolita. En algunos casos se observan cristales medianos de sillimanita en las zonas más afectadas por la migmatización. Los megacrystales alcanzan a veces los 15 cm. de dimensión máxima y suelen ser

idiomorfos aunque algunos presenten el aspecto de bolas de billar. Presentan filones de cuarzo muy abundantes, replegados y con la esquistosidad principal de plano axial.

1.1.1.1.2 *Subfacies superior de megacristales* (PC-CAw)

Esta subfacies aparece principalmente en la parte oriental de la Hoja y se llega a poner prácticamente en contacto con las pizarras superiores, pasando lateralmente a la facies de grano fino. Los megacristales presentes en esta subfacies son a veces muy abundantes, pero en general más pequeños que los de la subfacies inferior. La roca en conjunto es menos cristalina y se observa la existencia de una matriz formada por micas de grano más fino y cuarzo, de color negro, sobre la que destacan los megacristales y los cuarzoes azules. El paso a las pizarras superiores se suele efectuar mediante unos metros de «Ollo de Sapo» de grano fino, que a su vez tiene un tránsito gradual con las pizarras.

La subfacies superior de megacristales parece pasar insensiblemente a la subfacies inferior, ya que en la Hoja de Peque se las encuentra en contacto sin que sea posible diferenciarlas, entre otras cosas porque el metamorfismo regional es menor hacia el E. Sin embargo, hacia el O parece intercalarse entre ambas subfacies una banda de «Ollo de Sapo» de grano fino, lo que puede indicar una variación de facies lateral o bien variaciones en el grado de metamorfismo total sufrido por la roca.

Tanto en la subfacies superior como en la inferior, situada al oeste de la Hoja, se aprecian nódulos de biotita, magnetita, clorita y epidota que parecen corresponder a restos de minerales metamórficos transformados, lo que indicaría el retrometamorfismo sufrido por la formación en su facies de megacristales.

1.1.1.2 **Facies de grano fino** (PC-CAv)

Aunque los minerales constituyentes de la facies del «Ollo de Sapo» de grano fino son esencialmente los mismos, se pueden distinguir varias subfacies según la proporción en que se encuentran estos minerales. Estas subfacies no se han diferenciado cartográficamente. Esencialmente serían una subfacies feldespática y otra subfacies pelítica. La subfacies feldespática no se diferencia esencialmente de la matriz de muchas variedades de «Ollo de Sapo» con megacristales y en el afloramiento tiene un color verdoso a gris azulado, con abundancia de feldespato, cuarzoes azules y biotita. A veces se observan fragmentos de pizarras incluidos. Suele ser de gran homogeneidad y exfoliarse en bolos redondeados. Hay variedades micáceas, con aspecto más esquistoso y color oscuro sobre el que destacan las manchas blancas del feldespato.

La subfacies esquistosa es de color claro, generalmente verdoso ama-

rillento y posee numerosas variedades, todas ellas caracterizadas por el predominio de biotita, moscovita y clorita, generalmente con baja proporción de feldespato, pero con cuarzos azules de tamaños variables y en diversas proporciones. Estas variedades, y en general, la subfacies esquistosa se presenta en las proximidades del contacto con las pizarras del Ordovícico Inferior.

Otra subfacies que se encuentra a veces en el «Ollo de Sapo» de grano fino, es lo que podríamos llamar subfacies cuarcítica, o simplemente considerarla como intercalaciones de cuarcitas en dicha formación. No obstante, estas cuarcitas presentan mayor contenido en feldespato que lo normal, lo que indicaría que el material que las constituye tiene la misma procedencia que la formación «Ollo de Sapo».

1.1.2 CONCLUSIONES SOBRE LA FORMACION «OLLO DE SAPO»

Del estudio macro y microscópico de la formación «Ollo de Sapo» se deduce que su origen es fundamentalmente volcánico, aunque con aporte detrítico, y que se trata de rocas de probable origen tobáceo, con coladas intercaladas, originadas por un vulcanismo ácido o intermedio, quizá tobas riolíticas a riolíticas. Por el carácter de las plagioclasas se podría incluso pensar en rocas de tipo cuarzo-queratófidos.

El espesor de la formación en la zona de Sanabria se podría estimar, muy aproximadamente, dada la intensa deformación sufrida, en unos 1.500-2.000 m. MARTINEZ GARCIA (1973). Es difícil precisar si el depósito de estos materiales ha sido continuo o si han tenido lugar emersiones durante el mismo, dado que el metamorfismo y deformación posteriores no permiten establecerlo con claridad.

En la zona noroccidental de la Hoja, la formación «Ollo de Sapo» ha sufrido una migmatización, patente en las cercanías de Ribadelago, la cual ha dado lugar a la formación de granodioritas, cuya intrusión ha complicado aún más el esquema, creando así diversas variedades de transformación de dicha formación, hasta el punto de disgregarla a veces en una masa de megacrístales con aspecto conglomerático.

En cuanto a la edad de la formación «Ollo de Sapo» podemos decir que según MARTINEZ GARCIA (1973), la presencia de una serie detrítica y carbonatada (Serie de Porto) por debajo de la misma, en zonas situadas por lo menos en el Cámbrico Inferior. El tránsito alternante a las pizarras del Ordovícico Inferior en el techo por otra parte, hace pensar en que el límite superior de edad sería Ordovícico Inferior.

1.2 ORDOVICICO

Las formaciones de edad ordovícica están sobre todo representadas en la zona sur de la Hoja de Sanabria, aunque también existen en la esquina

noreste, recubiertas por materiales cuaternarios en su mayor parte. La existencia de Ordovícico en esta zona ya había sido puesta de manifiesto por PUIG Y LARRAZ (1883), citando MATTE (1968) la existencia de cruzianas en la zona de Sanabria a pocos metros por encima de la formación «Ollo de Sapo», con lo que desaparecía la confusión existente en atribuir edad cámbrica a las formaciones pizarrosas existentes por debajo de la cuarcita armoricana.

Se pueden diferenciar dos formaciones claramente ordovícicas en la Hoja de Puebla de Sanabria: una inferior, esquistosa y otra superior, cuarcítica, denominadas respectivamente por MARTINEZ GARCIA (1973) formación Puebla y formación Culebra, por Puebla de Sanabria y la Sierra de la Culebra.

1.2.1 FORMACION PUEBLA (O₁)

En conjunto se le pueden calcular unos 500-600 m. de espesor, aproximadamente debido al replegamiento sufrido. Su contacto con la formación «Ollo de Sapo» es neto, pero a escala microscópica se observa que hay una transición gradual desde esquistos feldespáticos con cuarzos azules hasta esquistos con cuarzos volcánicos aislados y esquistos azulados satinados de la formación Puebla. Los primeros 50-100 m. de la formación están constituidos por alternancias de esquistos azul oscuro satinados con cuarcitas, en las que hemos encontrado cruzianas en las cercanías de Cional (Hoja de Villardeciervos) y Villanueva de Valrojo (Hoja de Villardeciervos). Asimismo se encontraron *Vexillum* y otras pistas.

Por encima se encuentran otros 100-200 m. en que las intercalaciones de cuarcitas en esquistos similares a los anteriores son de mayor importancia, llegando a encontrarse bancos de varios metros que destacan en el paisaje. En la base se encuentran algunos tramos ferruginosos. Fuera de la Hoja se han encontrado asimismo *Cruzianas* y *Vexillum* en este tramo.

La formación se termina con 300-400 m. de esquistos con diversas coloraciones, predominando las grises y azuladas, pero con tramos rojizos, verdosos y violáceos y algunas intercalaciones cuarcíticas aisladas y sin expresión topográfica.

La formación Puebla, que aflora al E de Puebla de Sanabria, presenta sin embargo unas características netamente diferentes. Aparte de las diferencias debidas al intenso metamorfismo que la afecta, y que veremos en la parte de petrología, las hay netamente sedimentarias, como por ejemplo, la desaparición de las cuarcitas del tramo intermedio y la existencia de niveles carbonatados y anfibólicos que no se ven en la zona oriental de la Hoja y que no han sido descritos con anterioridad en el Noroeste. Estos materiales habían sido descritos como edad cámbrica por MARTINEZ GARCIA (1973) en base a estas diferencias estratigráficas. La revisión

sión de la zona junto con M. IGLESIAS, ha aconsejado, sin embargo, considerar estos materiales como Ordovícicos.

1.2.2 FORMACION CULEBRA (O_{1,2})

Sobre la formación Puebla se encuentran unos 50 m. de cuarcitas de color claro y facies típica de la cuarcita armoricana a la que se ha denominado formación Culebra por constituir las elevaciones de la sierra de la Culebra, que desde el S de Puebla de Sanabria constituye la alineación NO-SE. En esta formación se han encontrado diversas Cruzianas fuera de la Hoja. Asimismo existen *Scolithus* y *Vexillum* en abundancia. En la parte superior se encuentra a veces una capa de hierro sedimentario que ha dado lugar a pequeñas explotaciones de tipo casero, como las de San Pedro de las Herrerías.

Las cuarcitas de la formación Culebra son en general de grano fino y color blanco. Se presentan en bancos potentes de 1 a 4 ó 5 m., con estratificaciones cruzadas. Entre estos bancos hay intercalaciones decimétricas a métricas de pizarras satinadas de color azul o gris oscuro. El repliegamiento sufrido hace aparecer a la cuarcita como con un espesor total mucho mayor.

Hacia el E de Puebla de Sanabria también se observa una notable diferencia en las características estratigráficas de la formación Culebra, disminuyendo el espesor de los bancos de cuarcitas, cambiando la coloración a más oscura y desapareciendo prácticamente del relieve. En parte es englobada por el granito de Calabor.

1.3 ORDOVICICO MEDIO-SUPERIOR (O_{2,3})

Por encima de la cuarcita armoricana aparece una formación esencialmente esquistosa que aflora en la Hoja de Puebla principalmente en la esquina suroccidental y afectada por un metamorfismo de contacto y regional que la transforma esencialmente. Esta formación fue denominada de San Pedro de las Herrerías por MARTINEZ GARCIA (1973). La parte baja de la misma, que es la que más se encuentra en la Hoja, está constituida según este autor por 300 m. de pizarras color salmón muy micáceas, con algunas capas de hierro sedimentario. Por encima existen unos 400 m. de esquistos de color azul oscuro a gris oscuro y que aparecen transformados como hemos dicho en la zona de la portilla del Padornelo.

La datación de esta formación no ha sido posible por la ausencia de fósiles. En las zonas situadas al S de la Hoja de Puebla, aparece sobre ella un Silúrico alto, MARTINEZ GARCIA (1972), por lo que la edad de la formación podría situarse entre el Ordovícico Inferior y el Silúrico Superior, pero sin más precisiones. En base a su litología y presencia de hierro sedimen-

tario, tan frecuente en el Noroeste, se podría pensar que en ella estuviera representado el Llandeilo, pero no existen argumentos a su favor.

En la sierra de la Culebra, según este mismo autor, aparece a veces entre la cuarcita armoricana y la formación San Pedro de las Herrerías, un conglomerado de matriz esquistosa con cantos de cuarcita que podría hacer pensar en la desaparición de parte del Ordovícico.

1.4 CUATERNARIO

En la Hoja de Puebla de Sanabria se encuentran huellas de climas muy diferentes que dieron lugar a relieves policíclicos muy retocados por el actual modelado de tipo templado húmedo. El modelado más antiguo que se encuentra es el de tipo glacial, originado durante la glaciación Würmiense. A este se superpone un modelado de clima semiárido del que sólo quedan unos restos debido al retoque fluvial actual y subactual que ha tenido lugar durante el Holoceno y en el que distinguimos solamente terrazas y aluviones fluviales.

1.4.1 PLEISTOCENO

Durante el Pleistoceno tiene lugar en la zona de la Sierra Segundera y Cabrera el establecimiento de un clima glacial con límite de las nieves perpetuas aproximadamente a 1.600 m. (SCHMITZ, 1969). Esto da lugar al establecimiento de glaciares con la característica forma de sus valles que aún puede reconocerse en el que contiene al lago de Sanabria. Aunque según SCHMITZ, se pueden reconocer restos de una glaciación pre-Wurm en la Sierra Segundera, la gran mayoría de las formas que hoy encontramos han sido debidas a la glaciación Würmiense, como ha quedado demostrado por la datación de sedimentos glaciolacustres entre las morrenas frontales del lago de Sanabria, FLORSCHUTZ, R. & MENENDEZ AMOR, J. (1957).

1.4.1.1 Morrenas glaciares (Q₁Mo)

Existen numerosas morrenas glaciares en la Hoja estudiada, de las que solamente se han señalado las más potentes o que no han sufrido excesiva degradación posterior. Las mejor marcadas son las laterales del valle glaciar de Ribadelago, quedando restos abundantes de una gran morrena frontal cerca de Galende. El lago de Sanabria está cerrado por la última de una serie de morrenas frontales de retroceso de la lengua glaciar. Todas ellas están constituidas por grandes y pequeños bloques de rocas cristalinas, principalmente de granitos y gneises, con muestras de algunos que no afloran en la Hoja sino a muchos km. hacia el NO. Todos estos bloques se encuentran englobados en una matriz arcillosa con algo de arenas y abundantes micas detríticas. Casi todos los valles descendentes desde la peni-

llanura elevada de la Sierra Segunda poseen restos de morrenas laterales, aunque la forma en U primitiva del valle se haya perdido debido a la posterior excavación fluvial. Por último, ya en la penillanura elevada se encuentran diversas morrenas de formas caprichosas, representantes de los depósitos dejados por los últimos vestigios del hielo que se retiraba.

1.4.1.2 Depósitos fluviolacustres y fluvioglaciares (Q₁F)

Se engloban en esta denominación multitud de depósitos, principalmente arcillosos y limosos con gran cantidad de micas detríticas y en algunos casos de arenas de cuarzo, que se encuentran rellenando cubetas y depresiones detrás o al lado de morrenas, o entre éstas, como es el caso de las frontales del lago de Sanabria. En estos depósitos abundan los restos vegetales, y en muchos casos estos se hallan transformados o en curso de transformación en turba.

1.4.1.3 Rañas y depósitos de pie de monte (T₂^B-Q₁)

Después de la glaciación Würmiense, un clima semiárido afectó a la zona de Sanabria, al igual que a la mayor parte de la Península Ibérica, quedando restos de sus formas de modelado en la zona NE de la Hoja como fragmentos de glacis excavados en las pizarras del Ordovícico Inferior y en la facies de grano fino del «Ollo de Sapo». Estos glacis se formaron por un proceso de sedimentación que progresaba desde las cuarcitas armoricanas de la Sierra Cabrera. La superficie plana y regular, suele estar cubierta por unos metros hasta menos de 1 m. de cantos irregulares de cuarcita, con esquinas redondeadas, en una matriz arcilloso-arenosa. Los cantos tienen una gran uniformidad de tamaño, por lo general. A veces se encuentran sobre arcillas amarillentas que parecen indicar un episodio fluvio-lacustre, quizá debido a una época algo más húmeda.

1.4.2 HOLOCENO

Durante el Holoceno, la actividad modeladora principal ha sido la erosiva, estando gran parte de los cursos de agua casi desprovistos de material de acarreo debido a su pendiente y alta energía. Existen, sin embargo, algunos restos de terrazas y acumulaciones de aluvión locales.

1.4.2.1 Terrazas fluviales (Q₁T)

Las terrazas más extensas formadas en la Hoja de Puebla de Sanabria lo han sido por el río Requejo, afluente del Tera, entre Requejo y Puebla de Sanabria, donde se pueden observar restos de al menos dos niveles, 25 y 40 m. La llanura aluvial llegó a tener más de 1 km. de anchura y se observan

meandros abandonados en algunas ocasiones, como ocurre ya cerca de Puebla de Sanabria.

Asimismo se observan restos de terrazas en los ríos Trefacio y Arroyo de las Truchas, en los dos, ya cerca de Puebla de Sanabria.

Las terrazas más altas es posible que sean contemporáneas de las superficies de arrasamiento en que se depositó el material ($T_2^B-Q_1$), teniendo lugar posteriormente, al menos, un descenso del nivel de base, ya que al E de Puebla de Sanabria se observan restos de meandros abandonados a un nivel más elevado que el cauce actual.

Las características morfológicas de esta zona han sido objeto de estudio por LLOPIS (1957) y SCHMITZ (1969), entre otros.

1.4.2.2 Aluviones (QAI)

El cauce actual de los ríos que discurren por la Hoja de Puebla de Sanabria está relleno por material aluvial, constituida principalmente por arenas y gravas procedentes de la disgregación de los materiales cristalinos de la Sierra Segundera, siendo objeto de explotación para la extracción de áridos.

2 TECTONICA

La zona de Sanabria ha sido objeto de diversos estudios desde el punto de vista tectónico, primeramente por MATTE (1968) y posteriormente por MARTINEZ GARCIA (1973). El primero de estos autores distinguía la existencia de dos fases de plegamiento, con una fase de metamorfismo de alta temperatura, mientras que el segundo considera la existencia de cuatro fases de plegamiento y dos etapas de metamorfismo.

La Hoja estudiada se encuentra dentro de la zona III de LOTZE (1945), o zona Galaico-Castellana. Dentro de la misma zona, más hacia el NO han sido realizados otros estudios por autores de la escuela de Leiden (DEN TEX et al, 1972), así como varias hojas del MAGNA (Cedeira, Ortigueira, Vivero, etcétera) que han mostrado la existencia de diversas deformaciones, por lo general reconocidas como cuatro principales por los diferentes autores, así como la presencia de dos metamorfismos regionales superpuestos, lo cual se adapta en general al esquema que seguimos aquí.

En la Hoja de Sanabria se encuentran por lo general rocas cuya deformación varía desde muy intensa hasta intensa de O a E. Generalmente siempre se observa una esquistosidad o foliación metamórfica muy patente y que se levanta progresivamente hacia el E, mientras que hacia el O está más tumbada. Esta esquistosidad está afectada por otra, generalmente de crenulación, que suele buzarse al contrario que la principal, o sea, hacia el N.

Localmente se superponen otras crenulaciones y kink-bands. Es difícil observar pliegues en la formación «Olo de Sapo», sobre todo debido a su alteración o mal afloramiento, pero los que se ven son siempre de los que afectan a la esquistosidad principal. En las pizarras del Ordovícico se observan algunos en que la esquistosidad principal es de plano axial y rarisimamente algunos anteriores. La deducción de las fases de plegamiento se ha efectuado principalmente en base a criterios microscópicos y en datos de ésta y de Hojas vecinas.

En general las estructuras llevan dirección NO-SE, con una inflexión en la parte central de la Hoja que las coloca aproximadamente E-O.

2.1 PRIMERA FASE

La primera fase de plegamiento y deformación no se observa por lo general a escala macroscópica, ya que la intensidad de la segunda fase ha sido muy grande y ha borrado casi todos los rastros. Algunos pliegues macroscópicos de esta fase han sido descritos por MARTINEZ GARCIA (1973) en las vecinas Hojas de La Gudiña y Villardeciervos.

En la Hoja de Puebla de Sanabria se observa sobre todo en base a criterios microscópicos. En muchos afloramientos se puede observar la existencia de un fino bandeado afectado por la esquistosidad principal. Este bandeado muestra al microscopio estar constituido por minerales micáceos alineados constituyendo una antigua esquistosidad de flujo. Esto se observa mejor cuanto mayor es el metamorfismo regional de las rocas. En los alrededores de Ribadelago se observan arcos poligonales de sillimanita, formada en esta primera fase en cuyos planos axiales cristalizan biotitas pertenecientes a la esquistosidad principal. Estos y otros criterios de metamorfismo regional son descritos por MARTINEZ GARCIA (1973).

No se observan grandes estructuras de esta primera fase como ya hemos dicho. Esto plantea el problema de si se trata de una fase de deformación que ha dado lugar a una esquistosidad sin grandes estructuras, o si la esquistosidad es acompañada por estas pero habiendo sido oscurecidas o borradas por la intensidad de la segunda fase. A este respecto vemos que en zonas vecinas de la misma región ha sido asimismo citada la existencia de esquistosidad, casi borradas sin estructuras grandes acompañantes (MEER-BECKE et al 1973, ALDAYA et al 1973, etc.).

A esta primera fase de deformación acompaña una etapa de metamorfismo regional a la que nos referiremos en el capítulo de Petrología.

2.2 SEGUNDA FASE

Es una fase de gran intensidad que ha originado en todas las rocas metamórficas de la zona una esquistosidad de flujo o foliación metamórfica que

es la principal que se observa en el afloramiento. En las rocas cuarcíticas origina una fuerte deformación de los cristales de cuarzo, con bordes suturados.

La esquistosidad originada por la fase 2 (S_2) se encuentra replegada por las fases posteriores, por lo que su orientación actual es más o menos vertical y generalmente buzando hacia el S. El estudio de la disposición de la misma muestra que en origen debía de ser bastante tumbada con inclinación hacia el SO. Hacia el NO se observa que está más tumbada todavía, lo cual también ocurre con las estructuras de las fases posteriores. Esto quizá se deba a encontrarse la deformación en zonas más profundas y en condiciones de mayor plasticidad.

Gran parte de las estructuras cartográficas plegadas de la Hoja de Puebla de Sanabria deben de haber sido producidas durante la fase 2, aunque esto es difícil de precisar, ya que existe una fase posterior de casi igual dirección que da lugar a pliegues también apretados.

En las alternancias de pizarras y cuarcitas situadas por encima de la formación «Ollo de Sapo» se encuentran a veces pliegues con la esquistosidad S_2 de plano axial, muy apretados y vergentes hacia el NE.

A escala microscópica, va acompañada de una etapa de metamorfismo de características diferentes a la de la primera etapa, ya que mientras ésta era de presión intermedia, la segunda es de mayor temperatura y menor presión. Durante la primera etapa de metamorfismo se segregaron numerosos filones de cuarzo que se observan ahora replegados por la segunda fase, con la esquistosidad S_2 de plano axial de dichos pliegues.

2.3 TERCERA FASE

Descritos por MARTINEZ GARCIA (1973), son difíciles de observar en esta zona, apreciándose algunos en la cuarcita armoricana. La dirección axial de los pliegues es muy parecida a la de los de la segunda fase, por lo que es fácil confundirlos a menos que se puedan apreciar las relaciones entre el pliegue y la esquistosidad principal, ya que los pliegues de fase 3 pliegan invariablemente a la misma. Esto se ha observado sobre todo en las Hojas de Villardeciervos y de La Gudiña. Los pliegues de la fase 3 son de plano axial muy inclinado y vergente hacia el NE, como los de la fase 2. Hacia el NO, este plano axial disminuye su inclinación.

No parece existir una esquistosidad patente asociada a los pliegues de fase 3, pero quizá sí alguna crenulación.

2.4 CUARTA FASE

Es esta una fase omnipresente, pero que no se presenta en todos los afloramientos de la Hoja con la misma intensidad. Se caracteriza por sus

estructuras microscópicas, principalmente por una crenulación de variable intensidad, con planos de strain-slip muy inclinados hacia el NE, o sea, con vergencia SO, al contrario que las dos anteriores.

A veces se observan pliegues menores asociados, de radio bastante amplio, replegando a la esquistosidad principal o foliación del «Ollo de Sapo». Como grandes estructuras tenemos la antiforma de Sanabria, o sea, el gran pliegue de dirección ONO-ESE que afecta a la zona del «Ollo de Sapo» y que atraviesa la zona de Sanabria. El carácter tardío de este pliegue se observa en el hecho de que deforma a los pliegues de segunda y tercera fases a un lado y otro de la antiforma, de tal manera que el buzamiento axial de los mismos es opuesto en ambos flancos.

En ocasiones se observa la formación de biotitas según las superficies de strain-slip, lo que indicaría bien una débil etapa de metamorfismo regional asociado, o la relación con fenómenos térmicos provocados por la intrusión de masas graníticas.

2.5 FASES TARDIAS

Se observan al menos dos sistemas de kink-bands que afectan principalmente a las formaciones esquistosas del Ordovícico. Uno de ellos parece de kinks de deformación continua, con charnelas redondeadas entre las bandas rectas, buzando dichas bandas hacia el NE con poca inclinación. El otro sistema es vertical, de dirección aproximadamente N-S y de carácter discontinuo.

2.6 FRACTURAS

Existen algunas fracturas de pequeña importancia de dirección NE-SO, de tipo normal y con pequeño salto. La falla más importante es la de Padornelo, que se puede seguir durante más de 50 km. dentro de las Hojas situadas hacia el O. Esta es una falla de plano vertical y salto vertical, principalmente, habiendo descendido el bloque S con respecto al N. Su salto debe ser del orden de los 700-1.000 m. en vertical, observándose una neta diferencia entre el grado de metamorfismo de las rocas a uno y otro lado, aflorando migmatitas diversas en el bloque N.

La edad de esta falla ha podido deducirse indirectamente por ser anterior a la formación de la penillanura elevada de la Sierra Segundera, como se observa en las portillas del Padornelo y La Canda, lo cual hace pensar en una edad Herciniana tardía.

Un accidente que parece estar relacionado con fracturación es la flexura que se observa en las estructuras hacia la parte central de la Hoja, donde estas se colocan E-O, para recuperar la dirección NO-SE a uno y otro lado. En efecto, aunque no llega a notarse en la Hoja de Puebla de Sanabria, existe

al S de la misma una gran falla de dirección aproximada N-S que atraviesa casi todo el N de Portugal y se amortigua debido precisamente a la mencionada flexura. A esta falla de desgarre se asocian mineralizaciones de estaño y volframio unos km. al S de la Hoja y en el N de Portugal.

2.7 CONCLUSIONES SOBRE LA TECTONICA

La zona de Sanabria ha sido afectada por cuatro fases principales de deformación, dos de las cuales acompañadas de etapas de metamorfismo regional. La primera y segunda fases se efectuaron en condiciones de presiones y temperatura elevadas, mientras que la tercera y cuarta indican una elevación y condiciones más superficiales, por lo que la reacción fue más rígida.

La edad de estas fases de deformación ha sido discutida por MARTINEZ GARCIA (1973) y WAGNER & MARTINEZ GARCIA (1974), teniendo en cuenta su relación con rocas ígneas datadas de Galicia oriental y sus efectos en zonas de sedimentación más continua, como la zona cantábrica de LOTZE. Como conclusión, estos autores atribuyen la primera fase al Silúrico (fase Tacónica o Erica), que originaría los conglomerados con cantos de rocas metamórficas que se encuentran en Zamora, Hojas de Alcañices y Moreuela de Tábara, MARTINEZ GARCIA (1972), ALDAYA et al (in litt). La segunda fase sería bretónica, o sea, ocurrida durante el Devónico Superior, deformando rocas plutónicas sintectónicas como son las granodioritas precoces de 340 m.a. Las fases tercera y cuarta serían intrawestfalienses, ya que la cuarta deforma rocas graníticas de 310 m.a. Estas fases se corresponderían con los levantamientos ocurridos en la zona cantábrica durante el Silúrico y Devónico Superior, y con las fases palentina y leónica, respectivamente.

3 PETROLOGIA

3.1 ROCAS METAMORFICAS

3.1.1 LA FORMACION «OLLO DE SAPO»

La composición mineralógica del «Ollo de Sapo» es muy constante para las diversas facies, variando solamente en función del grado de metamorfismo. En las zonas menos metamórficas, la asociación más corriente es:

cuarzo-plagioclasa-biotita-moscovita-clorita-epidota-feldespato potásico-magnetita-circón-calcita

En las zonas de mayor metamorfismo suele aumentar la proporción de biotita y feldespato potásico, con aparición de sillimanita.

Los grandes feldespatos aparecen con frecuencia albitizados, pero se observa que anteriormente eran ortosas por la presencia de la macla

de Karlsbad y por su forma cristalina típica. En algunos cristales aún se pueden observar etapas de la sustitución. En otras ocasiones se observa, al contrario, que existe una sustitución de las plagioclasas por feldespato potásico. Esto último ocurre sobre todo al acercarse a la zona migmatítica de Ribadelago.

A veces se observa que algunos megacristales de feldespato engloban una esquistosidad preexistente, por lo que se puede hablar de la existencia de recrecimientos en cristales de feldespato de origen volcánico. Al estar estos cristales luego rodeados por la esquistosidad principal, parece deducirse de esto que el recrecimiento podría haberse producido durante la etapa de metamorfismo que acompaña a la fase 1.

Los cristales de cuarzo azules tan característicos de la formación, presentan casi invariablemente características volcánicas. Asimismo los cristales de plagioclasa y la matriz muestran un inequívoco origen volcánico en todos los casos. Es muy frecuente la existencia de cenizas, transformadas actualmente en sericita en capas y encontrándose a veces incluida en los grandes feldespatos, lo cual indicaría el crecimiento de estos, al menos en parte, después del depósito de la roca volcánica.

En las cercanías de Galende se encuentran en esta formación, intercalaciones de rocas verdes en capas delgadas cuya composición es:

cuarzo-anfíbol-epidota-calcita-plagioclasa-cuarzo-biotita-granate-plagioclasa-epidota-circón

se trata probablemente de intercalaciones carbonatadas en la roca volcánica originaria.

En las zonas aparentemente menos metamórficas, las rocas de esta formación presentan nódulos de biotita, magnetita y epidota que representan la transformación de antiguos minerales de metamorfismo, probablemente piroxenos o anfíboles y que constituyen una indicación del retrometamorfismo sufrido por dicha formación durante la segunda etapa de metamorfismo regional que acompaña a la fase 2.

3.1.2 MIGMATITAS DE NUCLEOS DE RIBADELAGO

Se encuentra esta zona en los alrededores del lago de Sanabria y penetra en las Hojas vecinas por el ángulo NO. En este núcleo son frecuentes las metatexitas, pero también rocas con contactos más difusos, llegando incluso a tener carácter nebulítico. Todo esto se complica por la introducción de diversos tipos de rocas ígneas.

La migmatización ha sido producida al final de la segunda fase de metamorfismo, que como ya hemos dicho, fue de mayor temperatura que la primera. El neosoma se ha formado en bandas heredando la foliación metamórfica principal, o sea, la de la fase 2, habiendo sido plegadas por las fases 3 y 4.

Ya hemos citado anteriormente la existencia de rocas de aspecto conglomerático, constituidas por restos o «restitas» de la roca metamórfica y cuya matriz es de carácter granodiorítico, formada por anatexia durante la migmatización. Esta roca granodiorítica anatética forma magmatitas con granodioritas precoces, simultáneas o anteriores a la fase 2.

3.1.3 FORMACION PUEBLA

En la zona oriental de la Hoja ha sido poco afectada por el metamorfismo regional, observándose paragénesis del tipo:

cuarzo-moscovita-sericita-biotita-clorita-circón
cuarzo-moscovita-cloritoide-clorita
cuarzo-moscovita-biotita
cuarzo-sericita-clorita

Sin embargo, al oeste de Puebla de Sanabria cambia totalmente el carácter de estos materiales, encontrándose diversas variedades, como por ejemplo, esquistos con cloritoide granate y estaurolita, con asociaciones del tipo:

biotita-cuarzo-clorita-cloritoide-granate-estaurolita

En ellos se observan tres generaciones de biotita. La primera, sincinemática, que sigue la esquistosidad general, la segunda por transformación del cloritoide y la tercera en forma de metablastos crecidos durante el metamorfismo regional. El cloritoide es poiquiloblástico y anterior a la esquistosidad principal. Se observa también su transformación en granate de la segunda etapa de metamorfismo. La estaurolita es también poiquiloblástica, englobando una esquistosidad anterior. Se encuentra en cristales esqueléticos, anteriores al granate y quizá contemporáneos del cloritoide.

Los esquistos con estaurolita y andalucita tienen asociaciones:

cuarzo-moscovita-biotita-clorita-andalucita-estaurolita

la andalucita es sincinemática tardía con respecto a la fase 2, mientras que la estaurolita es precinemática.

En muestras de fuera de la Hoja se ha encontrado la presencia de distena en rocas de este tipo, moscovitizada y englobada en plagioclasas de la segunda etapa de metamorfismo, lo que ha servido, MARTINEZ GARCIA & CORRETGE (1970), junto con las anteriores asociaciones, para distinguir la existencia de dos metamorfismos superpuestos, el primero con distena y de mayor presión, y el segundo con andalucita y de menor presión.

También se encuentran en la zona de Requejo rocas con cuarzo, epidota y anfíbol, que proceden de antiguas rocas carbonatadas y que anteriormente no se habían citado en el Ordovícico Inferior.

3.1.4 CONCLUSIONES SOBRE EL METAMORFISMO REGIONAL

De todo ello parece deducirse que en la Hoja de Sanabria están presentes dos etapas de metamorfismo regional, la primera en forma de restos de minerales anteriores a la esquistosidad principal y la segunda que es la que origina la foliación en la mayoría de las rocas y al final de la cual se produce una migmatización que afecta a la zona noroccidental de la Hoja, produciendo rocas granodioríticas. La primera etapa de metamorfismo podría ser responsable del recrecimiento de los feldespatos volcánicos y de su idiomorfismo antes de ser deformados por la segunda fase de plegamiento.

3.2 ROCAS PLUTONICAS

Se encuentran tres tipos principales de rocas plutónicas en la Hoja de Sanabria. La más antigua de ellas no ha sido representada cartográficamente por presentarse en afloramientos de pocos metros cuadrados en general. Se trata de las dioritas y cuarzdioritas de Ribadelago, MARTINEZ GARCIA (1973). Posteriormente se emplazaron los dos grandes macizos de Quintana y Ribadelago, constituidos por rocas de composición granodioríticas, y por último, el granito de Calabor, más alcalino y moscovítico.

3.2.1 GRANITOS BIOTITICOS A GRANODIORITAS ($1\gamma\tau^2$)

Dentro del presente apartado se han considerado los siguientes grupos: dioritas y cuarzdioritas de Ribadelago, cuarzdioritas biotíticas y cuarzdioritas anfibólicas.

3.2.1.1 Dioritas y cuarzdioritas de Ribadelago

Afloran en el núcleo de Ribadelago, por lo general en pequeños bloques de tamaño métrico a decamétrico, por lo general dentro de masas de granodioritas tipo Quintana. Son en general de grano fino, pero también existen variedades anfibólicas en la Sierra Segundera, de grano más grueso y varios cientos de m² de afloramiento. Los contactos de estas rocas con la formación «Olló de Sapo» de megacrístales, son paralelos a la foliación herciniana. A veces muestran un aspecto inhomogéneo, con schlieren orientados según la foliación principal, que es característico por otra parte de las llamadas «granodioritas precoces» del Macizo Hespérico, a cuyo grupo pertenecen. Se trata por lo general de cuarzdioritas con biotita o anfíbol, siendo la primera variedad la más importante.

3.2.1.2 Cuarzdioritas biotíticas

Las hay de grano fino a medio y también unas características con biotitas

grandes orientadas. La mayor parte de la roca está constituida por plagioclasas relativamente básicas (An_{27-35}) y en cristales idiomórficos, casi todos con marcada zonación y sinneusis de dos o más cristales. Se trata de una roca equigranular y está fuertemente deformada. La biotita es muy abundante y en cristales irregulares. Abunda la allanita y epidota, así como moscovita tardía en grandes cristales poiquiloblásticos.

3.2.1.3 Cuarzodioritas anfibólicas

Abundan en la Sierra Segundera y son similares en mineralogía a las primeras, aunque con notable proporción de anfíbol, por lo general hornblenda en cristales idiomórficos a hipidiomórficos. Este anfíbol parece derivar de la biotita, aunque puede ser que se trate a veces de nucleación. También tienen a veces moscovitas tardías.

3.2.2 GRANODIORITAS DE QUINTANA (${}_{1-2}\gamma\eta^2$)^b

Esta variedad granítica es de gran representación en la Hoja. Se encuentra formando una masa principal la de Quintana, separada insensiblemente de las del grupo anterior formando un cuerpo subredondeado. Aparte de este, hay numerosos afloramientos de pocos km² hasta del orden métrico, sobre todo mezcladas con los gneises glandulares de la formación «Olló de Sapo» en toda la Sierra Segundera.

Se trata de una roca en la que suele predominar la biotita sobre la moscovita, porfídica a veces, con cristales de feldespatos tabulares de 1-6 cm. y de 0,5 a 1 cm. de ancho, con marcada orientación en algunos afloramientos. El cuarzo constituye un 20 por 100 de la roca, la plagioclasa entre 35-40 por 100, tratándose de una andesina con 24 por 100 An, aunque en los núcleos de cristales zonados puede llegar a An_{30} . El feldespato potásico se encuentra representado por ortoclasa y microclina, esta última sustituyendo a la primera en multitud de ocasiones. La proporción de feldespato potásico es del orden del 35 por 100. La biotita es la mica más abundante, en cristales grandes y alargados, a veces deformados por kink-bands. La moscovita puede ser abundante, observándose que muchas veces sustituye a la biotita.

Por sus relaciones con las rocas encajantes e incluidas se puede deducir que estas granodioritas se emplazaron después de la fase 2 pero antes de la fase 3, tratándose probablemente de un granito formado por la anatexis que siguió a la migmatización anteriormente descrita, desenraizado e introducido en niveles más altos, mesozonales.

3.2.3 GRANITO DE CALABOR

Denominado así por MARTINEZ GARCIA (1973) por aflorar en la zona de Calabor, situada en la vecina Hoja del mismo nombre. Ocupa la esquina SO

de la Hoja en un afloramiento alargado paralelo a las estructuras y también se encuentra en un pequeño afloramiento redondeado cerca de Santa Colomba. A simple vista se observa la orientación de sus componentes mineralógicos, en general de grano medio a grueso. No suelen presentar fenocristales. Está ligado a un cortejo filoniano relativamente importante de filones con grandes cristales de turmalina, pegmatitas turmalíferas, silixitas, etcétera. Junto a la frontera portuguesa, en zonas fuera de la Hoja, existen yacimientos de estaño asociados. Produce a veces turmalinización en rocas encajantes. Es de notar la presencia ocasional de schlieren y agujas de sillimanita. El componente más importante es la plagioclasa, una oligoclasa-andesina (40 por 100), seguido por el feldespato potásico (25-30 por 100), cuarzo (20 por 100) y micas (15-20 por 100), predominando la moscovita. Se trata, por tanto, de una granodiorita moscovítica.

3.2.4 FILONES DE CUARZO

Se encuentran a veces grandes filones de cuarzo de exudación que rellenan fracturas tardías, sobre todo de dirección NO-SE.

3.2.5 CONCLUSIONES SOBRE LAS ROCAS IGNEAS

Hay tres tipos fundamentales de rocas plutónicas representadas en la Hoja. El más antiguo es una cuarzodiorita biotítica o anfibólica, del tipo «granodiorita precoz», o sea, equivalente a las G_1 de CAPDEVILA & FLOOR (1970). Posteriormente se emplaza una granodiorita biotítica porfídica como consecuencia de la anatexia al final de la fase 2, y por último, una granodiorita moscovítica orientada probablemente por la fase 3 ó 4, comparable a los G_2 de CAPDEVILA & FLOOR. Las edades generalmente atribuidas a los G_1 son de 340 m.a., o sea, Devónico Superior, y a los G_2 , 310 m.a., o sea, Westfalense Medio.

3.3 EL METAMORFISMO DE CONTACTO

Las transformaciones en las rocas encajantes producidas por los granitos, solamente pueden apreciarse en el caso de masas ígneas emplazadas en un nivel relativamente alto, en este caso el granito de Calabor, ya que los restantes plutones son de carácter mesozonal y no producen efectos apreciables en los gneises glandulares en que se emplazan.

En los esquistos afectados por el granito de Calabor, se observa la existencia de dos generaciones de andalucita. La primera de ellas se formó antes del final de la deformación que originó la esquistosidad principal S_2 , por lo que está relacionada con el metamorfismo intermedio de baja presión (por la coexistencia de estaurólita y andalucita) que afectó a estas rocas durante la fase 2. La segunda generación de andalucita se diferencia notable-

mente de la primera, apareciendo en cristales idióblásticos de gran tamaño con inclusiones carbonosas y englobando completamente a la esquistosidad principal. A su vez, esta andalucita parece ser anterior a la crenulación de la fase 4, por lo que decíamos anteriormente que la deformación de este granito podría deberse a la fase 3 o a la 4.

4 HISTORIA GEOLOGICA

4.1 PRECAMBRICO - CAMBRICO

Durante el Cámbrico y quizá el Precámbrico Superior, tiene lugar el depósito de enormes acumulaciones de rocas volcánicas, tobáceas en su mayoría, en zonas marinas cercanas a la costa como se deduce de las intercalaciones de rocas sedimentarias. La zona de Sanabria, donde se encuentra la Hoja objeto del estudio, constituyó un surco donde se acumuló la mayor cantidad de sedimentos volcánicos en el NO de España, ya que en zonas adyacentes la sedimentación era de tipo plataforma, con facies carbonatadas y detríticas principalmente. Es posible que la producción de rocas volcánicas comenzara en realidad a partir del Cámbrico Medio, ya que en la Hoja situada inmediatamente al O (La Gudiña), existen grandes espesores de calizas por debajo de la formación «Ollo de Sapo», que podrían representar el tramo carbonatado presente en el noroeste en el Cámbrico Inferior a Medio. En este caso, la edad atribuible al «Ollo de Sapo» sería Cámbrico Superior a Ordovícico Inferior.

Esta sedimentación volcánica continuó hasta el Ordovícico Inferior, como se deduce del tránsito gradual con las pizarras y cuarcitas de esta edad, profundizándose después la cuenca y siendo objeto de sedimentación pelítica principalmente. En la zona NE de la Hoja se encuentran aún rocas vulcanodetríticas, o sea, cuarcitas con abundante participación volcánica semejante a la del «Ollo de Sapo» y asimismo en la Hoja de Peque se cita la existencia de rocas volcánicas porfídicas intercaladas con estas pizarras, lo que indica que la actividad ígnea presenta recurrencias en la zona de Sanabria hasta bien entrado el Ordovícico Inferior.

4.2 ORDOVICO

En el Ordovícico comienza ya una sedimentación tranquila, de carácter esencialmente pelítico, como en la mayor parte del NO de la Península, con excepción de algunas intercalaciones detríticas con aporte volcánico, hasta llegar al depósito de la característica facies armoricana de ortocuarzitas, que llegan a unos 50 m. de espesor medio. Después del depósito de estas cuarcitas, tiene lugar aparentemente un levantamiento que da lugar a la formación

de los hierros sedimentarios. Vuelve después la sedimentación pelítica que constituye los sedimentos más modernos del Paleozoico en esta Hoja.

Una variación en las condiciones de sedimentación parece observarse al O de Puebla de Sanabria, donde las cuarcitas disminuyen de espesor y aparecen niveles carbonatados en las pelitas de la formación Puebla. Esto indicaría un cambio de la cuenca de sedimentación que no hemos podido esclarecer por la escasez de datos disponibles y la transformación de los materiales por metamorfismo regional y de contacto.

4.3 OROGENESIS Y GRANITIZACION

La primera fase orogénica, cuyos vestigios aparecen en las rocas de Sanabria, es difícil de localizar en el tiempo. Por observaciones practicadas en Hojas vecinas, parece que tuvo lugar durante el Silúrico Superior. Posteriormente, en el Devónico Superior tuvo lugar la fase principal que dio lugar a la foliación existente y que fue acompañada por la introducción de rocas cuarzodioríticas. Al final de esta fase tiene lugar una migmatización con anatexia y formación de granodioritas que constituyen gran parte de la Hoja.

En el Westfaliense ocurren las otras dos fases importantes de deformación, con un último episodio de emplazamiento de granodioritas moscovíticas que son orientadas por estas deformaciones. Durante el Estefaniense y Pérmico se producen deformaciones más rígidas que dan lugar a kink-bands y fracturas diversas.

En el Mesozoico, la zona de Sanabria es sometida a una peneplanización, que es fragmentada a fines del Terciario y elevada en parte para constituir la zona plana de la Sierra Segundera, situada a más de 1.700 m. de altura. En el Cuaternario es alcanzada por diversas glaciaciones que modelan la región, constituyendo un «fjeld» en la Sierra Segundera del que partían lenguas glaciares en todas direcciones, creando característicos valles en U, como el de Ribadelago, y dejando, sobre todo en el Wurm, numerosos testigos de su acción erosiva y constructiva, como cubetas, umbrales, rocas aborregadas, morrenas frontales, laterales y de fondo, eskers y diversos tipos de formaciones glaciolacustres y fluvio-glaciares.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

5.1.1 MINERIA

Existen varias concesiones e indicios, actualmente abandonados, de hierro, turba y estaño.

Respecto a los indicios de turba cabe manifestar que se hallan en los confines de los lagos de origen glaciar (S. Martín de Castañeda, Cobrerros, etcétera), p. ej. La Envidiada, de coordenadas geográficas: Long. 3° 00' 44" Este (Madrid) y Lat. 42° 7' 50" Norte; se halla en el término municipal de Galende, con accesos por la carretera local de Ribadelago, km. 9.

Se trata de un criadero sedimentario de turba, estratiforme, de potencia desconocida.

Al Sur de esta concesión se realizaron unos trabajos que pusieron al descubierto la existencia de turba, pero no se conoce su potencia. Igualmente existen otros al S del Lago y N de Peña Quemada.

Respecto a los indicios de Fe, en general consisten en filones de óxidos de hierro de escasa importancia, situados en granitos y pizarras del Ordovícico Inferior.

De estos indicios los más importantes son, Alsira, situado en el término municipal de Padornelo, en el paraje de Malladicas del Sol, y la Constancia, en el término municipal de San Martín del Terroso.

Solamente existe un indicio de estaño en forma de filones y aluviones. Se encuentra en el término municipal de Pedralba de la Pradería.

Los filones neumatolíticos tienen una dirección predominante de N 60° O y buzamiento 75° SE.

Los minerales existentes son casiterita, óxidos de hierro y mispíquel.

5.1.2 CANTERAS

En la Hoja de Sanabria no existe ninguna explotación en la actualidad ni hemos tenido noticias de su existencia en épocas pasadas. Solamente se observan calicatas o pequeñas canteras en los diversos tramos de la formación «Olló de Sapo» efectuadas para extraer material con el que están construidas la mayoría de las casas de las poblaciones de la Hoja. También existieron pequeñas explotaciones en el granito de Calabor, abandonadas en la actualidad y que se utilizaron como materiales de construcción o bien para extraer arena en las zonas en que este granito se encuentra alterado cerca de Requejo, en el extremo SO de la Hoja.

Por otra parte, sólo nos queda citar las explotaciones de gravas en las terrazas y aluviones del río Requejo, entre esta población y Puebla de Sanabria.

La posibilidad de explotación de las pizarras ordovícicas para techado no parece muy probable en la Hoja de Sanabria por el estado de alteración y la deformación de las mismas por sistemas de diaclasas y pliegues que afectan a la esquistosidad principal.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Respecto a las posibilidades hidrogeológicas de la Hoja, cabe manifestar

sus escasas posibilidades, ya que casi el 90 por 100 de la Hoja aparece ocupada por materiales ígneos o metasedimentarios. Únicamente adquieren importancia aquellas zonas en donde la fracturación alcance gran desarrollo, por aumentar la capacidad intrínseca del material afectado. Igualmente conviene resaltar las zonas próximas a diques, cualquiera que sea su naturaleza, pues de igual forma se aumenta la permeabilidad.

En algunos casos, en donde existe un suave recubrimiento coluvionar así como aluvionar, se pueden esperar caudales suficientes para demandas locales.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.; ARRIBAS, A.; GONZALEZ LODEIRO, F.; IGLESIAS, M.; MARTINEZ CATALAN, J. R., y MARTINEZ GARCIA, E. (1973).—«Presencia de una fase probablemente prehercínica en el Noroeste y Centro de la Península Ibérica (Galicia Central, Zamora y Salamanca)». *Stud. Geol.*, VI, pp. 29-48, Salamanca.
- ALDAYA, F.; CARLS, P.; MARTINEZ GARCIA, E., y QUIROGA, J. L. (in litt).—«Nouvelles précisions sur le Silurien du Synclinal de San Vitero (Zamora, NW de l'Espagne)». *C. R. Acad. Sci. Paris*.
- ANTHONIOZ, P. M. & FERRAGNE, A. (1967).—«Sur la présence d'orthogneiss en Galice moyenne (Nord-Ouest de l'Espagne)». *C. R. Somm. Acad. Sc. Paris*, no. 265, pp. 848-851.
- (1969).—«Reflexions sur la nature et la position stratigraphique de quelques formations ocellées dans le Nord-Ouest de la Péninsule Iberique». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 269, pp. 138-141.
- CAPDEVILA, R. (1969).—«Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord-Orientale (NW de l'Espagne)». *These Univ. Montpellier*.
- CAPDEVILA, R. & FLOOR, P. (1970).—«Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le Nord-Ouest de l'Espagne». *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXI, fasc. 2-3, pp. 215-225.
- DEN TEX, E.; ENGELS, J. P., y VOGEL, D. E. (1972).—«A high-pressure intermediate temperature facies series in the Precambrian at Cabo Ortegal (NW Spain)». 24. *Int. Geol. Congr. sect. 2*, pp. 64-73, Montreal.
- FLORSCHUTZ, R., y MENENDEZ AMOR, J. (1957).—«Resultats de l'analyse paleobotanique de quelques series d'échantillons de sédiments tardiglaciaires et holocenes prelevés dans les environs de Puebla de Sanabria, Zamora». *Act. V Congr. Int. INQUA*, Madrid.
- GONZALEZ, C.; MONTEREIN, V., y PEREZ ROJAS, A. (1976).—«Memoria y Hoja de Morerueta de La Carballeda (Peque)». *IGME* (in litt).

- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1922).—«Hierros de Galicia». *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. 1, Madrid.
- LOTZE, F. (1945a).—«Einige probleme der Iberischen Meseta». *Geotek. Forsch.*, número 6, pp. 1-12. Traducido por Lit. «Algunos problemas de la Meseta Ibérica» (1950).
- LLOPIS LLADO, N. (1957).—«Estudio del glaciario cuaternario de Sanabria». Libro guía. Exc. núm. 2, V *Congr. Int. INQUA*, Madrid.
- MARTINEZ GARCIA, E. (1969).—«Nota sobre la posición del "Ollo de Sapo" en las provincias de Zamora y Orense». *Com. Serv. Geol. Port.*, t. LIII, pp. 37-42.
- (1972).—«El Silúrico de San Vitero (Zamora). Comparación con series vecinas e importancia orogénica». *Acta Geol. Hisp.*, t. VII, núm. 4, pp. 104-108, Salamanca.
- (1973).—«Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria». *Stud. Geol.*, núm. V, pp. 7-106, Salamanca.
- MARTINEZ GARCIA, E. & CORRETGE, L. G. (1970).—«Nota sobre la serie metamórfica de Porto-Villavieja (Zamora-Orense)». *Studia Geol. Univ. Salamanca*, núm. 1, pp. 47-58.
- MATTE, Ph. (1968).—«La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)». *Trav. Lab. Geol. Univ. Grenoble*, t. 44, pp. 153-281.
- MEERBEKE, G. L. E. van; HILGEN, J. D., y FLOOR, P. (1973).—«Preliminary results of the investigation of the central Galician Schist area (Prous. Orense and Pontevedra, NW Spain)». *Leidse. Geol. Med.*, 49, pp. 33-37, Leiden.
- PARGA PONDAL, I.; MATTE, Ph. & CAPDEVILA, R. (1964).—«Introduction a la geologie de "Ollo de Sapo", formation porphyroide antesilurlenne du Nord-Ouest de l'Espagne». *Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, núm. 76, pp. 119-153.
- PUIG Y LARRAZ, G. (1883).—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Zamora». *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, 1 vol., 488 pp.
- RIEMER, W. (1966).—«Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia». *Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, núm. 81, pp. 7-20.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. & LOBATO, M. P. (1955).—«Datos sobre la petrografía de los alrededores del Lago de Sanabria en la provincia de Zamora». *Est. Geol. Inst. «Lucas Mallada»*, núms. 27-28, pp. 37-382.
- SCHMITZ, H. (1969).—«Glazialmorphologische Untersuchungen im Bergland Nord-Ouest Spaniens (Galicien/Leon)». *Kolner Geogr. Arb. H.*, 23, pp. 5-157, Geographisch, Inst. Univ. Koln.
- WAGNER, R. H., y MARTINEZ GARCIA, E. (1974).—«The relation between geosynclinal golding phases and foreland movements in Northwest Spain». *Std. Geol.*, VII, pp. 131-158, Salamanca.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA