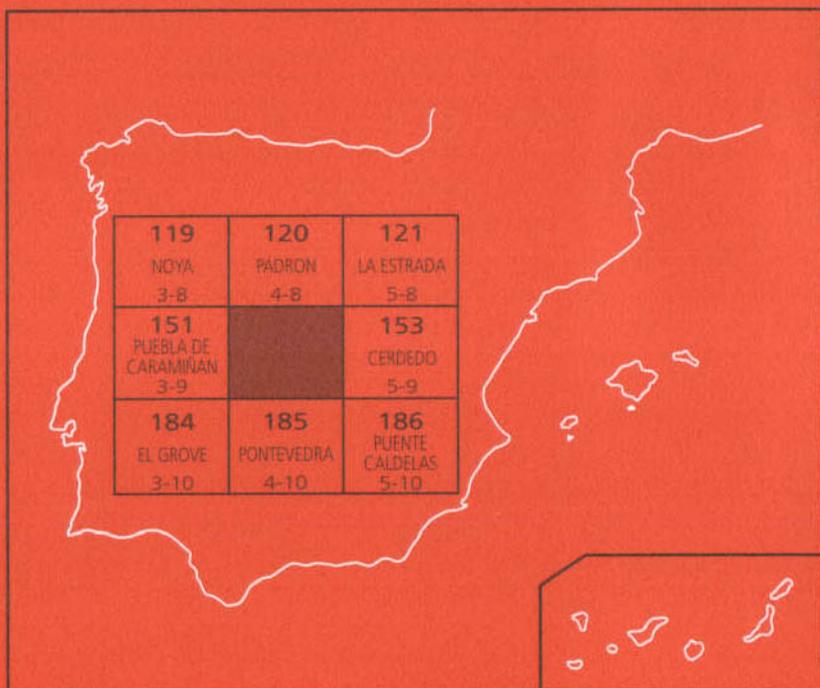




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie. Primera edición



VILLAGARCÍA DE AROSA



Instituto Geológico
y Minero de España

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000

VILLAGARCÍA
DE AROSA

Segunda serie. Primera edición 1982
Reimpresión 2002

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por T. C. R., S.A., dentro del programa MAGNA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Geología de Campo y Gabinete: J. Hernández Urroz (T. C. R., S.A.) y F. González Lodeiro (Dpto. de Geomorfología y Geotectónica de la Univ. de Salamanca).

Colaboración en campo: J. J. Fernández Saavedra.

Petrología (Petrografía y Memoria): C. Casquet Martín y M. Navidad Fernández de la Cruz.

Asesoramiento: J. D. Hilgen (Univ. de Leiden).

Supervisión IGME: A. Huerga Rodríguez.

INFORMACIÓN 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.

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor

© Instituto Geológico y Minero de España
Ríos Rosas, 23 - 28003 Madrid
Web: <http://www.igme.es>
ISBN: 84-7840-441-4
Depósito Legal: M-25737
NIPO: 241-97-002-3
Primera Edición 1982
Reimpresión 2002

Imprime: Gráficas Chile, S.A.L. - C/. Chile, 27 - 28016 MADRID

0 INTRODUCCIÓN

0.1 SITUACIÓN

La Hoja 04-09 VILLAGARCÍA DE AROSA del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 se encuentra situada en el Noroeste de la Península Ibérica, abarcando parte de las provincias de La Coruña y Pontevedra, entre las coordenadas 8°31'10.7" y 8°51'10.8" de longitud Oeste (Greenwich) y 42°30'04.5" y 42°40'04.5" de latitud Norte.

Morfológicamente presenta tres zonas claramente diferenciables. En la primera, que abarca el centro de la Hoja, las alturas no suelen sobrepasar los 300 m. y corresponde al afloramiento de la granodiorita de Caldas de Reyes; en la segunda, que rodea a la anterior, las cotas son algo más elevadas, generalmente superiores a los 400 m., mientras que la tercera corresponde a un área con formas bastante llanas que se encuentra situada en la esquina SW. Su extensión es mucho menor que la de los dos anteriores, siendo también aquí el sustrato la granodiorita de Caldas de Reyes.

El único curso de agua importante es el río Umia que marca una pequeña cuenca hidrográfica, drenando casi toda la superficie de la Hoja y desembocando dentro de los límites de la misma. En la esquina suroccidental está presente otra subcuenca, ésta perteneciente al río Lerez el cual desemboca al SW, en Pontevedra capital.

Entre los materiales representados dentro de esta Hoja, destaca el gran aflora-

miento de la granodiorita tardía -granito de Caldas de Reyes- que ocupa en el centro de la misma más del 50 por ciento de su superficie. Su emplazamiento se produce entre dos complejos distintos.

Por el Oeste corta los materiales que forman el "Complejo de Noya" (antigua "Fosa Blastomilonítica" de DEN TEX y FLOOR, 1967), mientras que por el Este los materiales entre los cuales ha intruido pertenecen al dominio migmatítico y de las rocas graníticas o Grupo de Lage (PARGA PONDAL, 1960).

Este grupo lo forman granitos de dos micas más o menos homogéneos y una serie de enclaves de tamaño muy variable afectados por un fuerte metamorfismo.

Dentro del marco geológico general, la Hoja queda situada en la zona Centro Ibérica (según la división del Hercínico de la Península; JULIVERT, FONTBOTE, RIBEIRO y CONDE, 1972) que se corresponde con la zona V definida por MATTE (1968), Galicia Occidental-NW de Portugal.

0.2 ANTECEDENTES GENERALES

Hay que distinguir entre los antecedentes bibliográficos de esta zona, los que corresponden a trabajos antiguos y recientes, considerando el comienzo de estas últimas a partir de la publicación del "Mapa Petrográfico Estructural de Galicia" de PARGA PONDAL en el año 1963.

Los primeros trabajos son los mismos que para toda la parte Noroeste de la Península y tienen por tanto un carácter muy general.

Comienzan con el Mapa Petrográfico del "Reino de Galicia" de SCHULZ en 1834 y el Geológico de Galicia a escala 1:400.000 de HERNÁNDEZ SAMPELAYO en 1942.

Ya en 1945, CARLE presenta un mapa geotectónico del Occidente de Galicia, y a partir de 1946 y bajo la dirección de PARGA PONDAL empieza a funcionar el Laboratorio Geológico de Lage.

Dentro de todo este primer grupo de trabajos, que favorecieron grandemente el conocimiento regional de Galicia que hasta entonces se tenía, son más recientes los de LOTZE (1956 y 1957) y PARGA PONDAL (1956, 1958, 1960 y 1963).

Es a partir del año 1963, y con la publicación del mapa citado anteriormente, cuando comienzan a publicarse trabajos de más detalle, como son los de los holandeses de la Universidad de Leiden, que desde 1954 venían trabajando en el Noroeste de la Península bajo la dirección de DE ROEVER (1956-1958), DE SITTE (1955-1957) y DEN TEX (1959) y cuyo resultado fueron unas 90 tesis de licenciatura (no publicadas) y diez tesis doctorales.

Dentro de estos trabajos hay que destacar, por estudiar parte de lo que constituye la superficie de la Hoja de Villagarcía de Arosa, los de ARPS (1970) que llegan hasta la parte Norte de la Ría de Arosa, y VISSER (1973) sobre el granito de Caldas de Reyes.

Existen otros numerosos trabajos que hacen referencia a esta zona pero por ser de carácter más particular, se citarán en los capítulos correspondientes a la temática de que tratan.

Finalmente cabe citar la existencia de una síntesis de la cartografía existente a escala 1:200.000 de la Hoja núm. 16-26 Pontevedra-La Guardia, y que se encuentran en fase de ejecución para el Plan MAGNA todas las Hojas colindantes con la de Villagarcía de Arosa.

1 ESTRATIGRAFÍA

Dentro de la Hoja podemos distinguir dos ámbitos muy diferentes desde el punto de vista estratigráfico y estructural:

- Complejo de Noya.
- Dominio migmatítico y de las rocas graníticas. "Grupo de Lage".

El primero de ellos corresponde al "Complejo antiguo" de PARGA PONDAL (1960) y a la "Fosa Blastomilonítica" de DEN TEX y FLOOR (1967).

El segundo es un conjunto metamórfico-migmatítico integrado por metasedimentos con intercalaciones de neises glandulares, reducidos ambos a cuerpos lenticulares de variable extensión, inmersos en masas concordantes de granitoides de dos tipos que no se han podido separar en la cartografía:

- leucogranitos de dos micas alóctonos, y
- diatexitas parautóctonos y nebulitas.

En el capítulo de tectónica se discutirá el por qué del cambio de denominación de la primera unidad.

A continuación se describirán los materiales que afloran en cada uno de ellos, teniendo en cuenta las limitaciones que supone el metamorfismo y deformación a que han sido sometidos, para establecer una polaridad en la serie y determinar la litología premetamórfica. Según esto, la sucesión que se ha establecido, obedece a una disposición estructural, con lo cual los materiales que se encuentran más altos no tienen por qué corresponderse con los más modernos. Además, dada la falta de fósiles no es posible ni determinar la edad, origen y medio de deposición, ni establecer correlaciones.

1.1 COMPLEJO DE NOYA

Los materiales pertenecientes a esta unidad afloran en el ángulo NW de la Hoja. Las litologías por orden de abundancia son:

- Paraneises.
- Micaesquistos.
- Ortoanfibolitas y paraanfibolitas.

1.1.1 Metasedimentos (PC-CA)

Los materiales aflorantes del Complejo de Noya ("Fosa Blastomilonítica") se encuentran situados al NW de la Ría de Arosa y están constituidos por un conjunto de paraneises y esquistos micáceos con algunas intercalaciones de niveles cuarcíticos y de paraanfibolitas.

Como la extensión que ocupan es muy pequeña (unos 2,5 Km²) su descripción se encuentra limitada a los afloramientos de la costa.

Un estudio más detallado de estos materiales se incluye en las memorias de las Hojas de Noya (03-08), Padrón (03-09), Outes (03-07) y Camariñas (03-06) del Plan MAGNA.

- Los *paraneises* son las rocas más abundantes, y contienen niveles más cuarcíticos -paralelos a la esquistosidad principal- (playa de Lóbrigo). Se trata de rocas de color oscuro, variando de gris a marrón y cuya principal característica es la presencia constante de metablastos de plagioclasa oval. Esta característica permite delimitar este Complejo del Grupo de Lage en la playa de Tximil, al E de Rianxo, en donde se ponen en contacto con materiales mucho más pelíticos, satinados. Este contacto -anormal- no se llega a observar.

Hay variaciones en cuanto a la potencia de los niveles, existiendo desde delgados, con tamaño medio de grano fino, a masivos en que se nota muy bien el carácter metablástico del conjunto.

Contienen moscovita, plagioclasa, biotita y cuarzo. Su textura puede ser planar, lineal o masiva, según sea el tamaño de grano y su composición.

- Los *esquistos micáceos* son niveles que aparecen intercalados entre los anteriores en capas cuya potencia no sobrepasa los 30 a 40 cm. Presentan un predominio de la moscovita sobre la biotita y tienen colores variados, generalmente grises más o menos intensos.

No suelen tener plagioclasa, y presentan también algunos niveles cuarcíticos dispuestos paralelamente a la S₂.

- Las *paraanfibolitas* y *ortoanfibolitas* se han observado sólo en la costa Sur de Rianxo. Son niveles de poca potencia, 20 a 30 cm., y están intercalados dentro de los paraneises.

1.2 DOMINIO MIGMATÍTICO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS. GRUPO DE LAGE

Este dominio fue definido por PARGA PONDAL en 1960 y ocupa la mayor parte de la Hoja, a excepción de la granodiorita de Caldas de Reyes.

Dentro de él se encuentran granitos de dos micas más o menos homogéneos que se describirán en el capítulo de la Petrología y una serie de enclaves que han sufrido procesos metamórficos muy intensos, pudiendo ser considerados como migmatitas s.str., y siendo su distinción con los granitos inhomogéneos muy difícil, puesto que existe un paso gradual entre ellos. Se encuentran además inyecciones graníticas dentro de los niveles más esquistosos, como se puede observar principalmente en la Isla de Cortegada, que les dan el aspecto de falsas migmatitas o migmatitas de inyección.

La distribución y dimensiones de estos enclaves es muy variable, destacando como los más importantes los que se encuentran en la parte NW de la Hoja, entre Rianxo (x: 15.00; y: 22.20) y Rial (x: 18.80; y: 22.80), que pueden seguirse con una dirección NNW-SSE hacia el Sur entre Cortegada y Bamio (x: 20.50; y: 18.10), quedando cortados a la altura de Villagarcía de Arosa por la granodiorita de Caldas de Reyes.

El otro gran enclave se encuentra situado en la zona oriental de la Hoja y forma una banda de unos 3 a 4 Km. de anchura que con dirección NW-SE se extiende entre Santa María de Troans (x: 33.50; y: 18.50) y el Monte Corvo (x: 38.90; y: 10.70).

Tanto en un afloramiento como en el otro aparecen dos tipos de litologías muy diferentes:

- Neises glandulares, y
- Micaesquistos y paraneises, atravesados ambos por gran cantidad de filones de granitos de dos micas de potencia muy variable.

Existe un tercer enclave en la parte centro-sur de la Hoja formando una banda de neises glandulares migmatizados que debe corresponderse con la citada en primer lugar, pero que está cortada por la intrusión de la granodiorita de Caldas de Reyes. Este afloramiento no tiene casi representación en nuestra Hoja, pero sí en la de Pontevedra situada inmediatamente al Sur.

En los otros enclaves de menores proporciones se encuentran casi siempre estos dos tipos de litología.

1.2.1 Metasedimentos (PC-Se)

Se trata de esquistos micáceos y neises migmatíticos. Los primeros se localizan al N de Villagarcía y lado E de la Hoja y presentan lechos de cuarzo paralelos a la S, y algunas delgadas capas de esquistos grafitosos -alterados-, y están atravesados concordantemente por granitos de dos micas. También se encuentran como enclaves de dimensiones variables en el granito de Caldas, habiéndose diferenciado en la cartografía únicamente el más importante de todos ellos, situado a 2 Km. al Este de Villagarcía de Arosa.

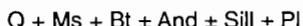
Son rocas de derivación pelítica y muestran dos fases de deformación:

- Esquistosidad de flujo, y
- Crenulación poligonizada.

Los neises migmatíticos, de derivación más grauváquica, muestran por lo general una sola foliación bien definida. Se encuentran formando todo el centro-norte de la Hoja y a ellos se asocian rocas nebulíticas (N de Caldas), así como granitos de dos micas.

Petrografía

En los esquistos, la asociación mineral regional es:



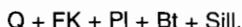
con circón y opacos accesorios.

Hay dos tipos de andalucita, una regional en prismas orientados sobre S, y plegados por F_2 , y otra, de contacto, observada en rocas con sillimanita y sin andalucita regional, en enclaves dentro del granito de Caldas de Reyes. La formación de este segundo tipo se realiza a expensas de la biotita, con formación complementaria de cordierita restringida a dominios locales de la roca.

La sillimanita es sin a post- F_2 . Andalucita y sillimanita están en parte recrecidas por blastos tardíos de moscovita.

Es de destacar en estas rocas la falta de FK o de migmatización lo que puede ser un efecto composicional dada la ausencia de plagioclasas. No obstante, la presencia relicta de andalucita (aumenta hacia el W) y la no descomposición metatética de la biotita sugiere más bien que no se ha alcanzado el grado alto.

Por el contrario, los neises migmatíticos son rocas de grado alto con las paragénesis:



con segregaciones de leucosomas feldespáticos en capas, que incluyen sillimanita restítica. Como accesorios se han observado circón + apatito \pm turmalina. El FK es microclina perfitica. La plagioclasa es una oligoclasa ácida (An 15-20) a veces con zonado normal débil. La moscovita en estas rocas es tardía desarrollándose en placas concordantes con bordes simplectíticos y frecuentemente sobre sillimanita.

Parece que se puede definir una isograda del FK (+) que probablemente se repite en ambos lados de la Hoja, dejando entre ellas un núcleo antiformal F_2 ocupado por la gran masa de neises migmatíticos, diatexitas y granitos de dos micas. Esto que contradice la estructura que se evidencia en el campo no puede tomarse más que como un dato más. En cualquier caso un estudio como el presente no puede responder a una interrogante de este tipo.

1.3 EDAD DE ESTOS MATERIALES

Como ya se dijo en la introducción, la falta de fósiles hace difícil precisar la edad de todos estos materiales.

Respecto a la posible edad de los que afloran dentro del "Complejo de Noya", debe ser Precámbrico-Cámbrico, ya que las edades absolutas dadas por PRIEM *et al.* (1970) sobre los ortogneises intrusivos en ellos da de 460 a 430 m.a., es decir, Ordovícico Inferior-Silúrico.

Para los materiales del Grupo de Lage, pueden abarcar desde el Precámbrico al Silúrico por correlación con otras series conocidas del NW de la Península.

En efecto, hacia el Norte, según GIL IBARGUCHI (1979) se han formado posiblemente a partir de rocas ígneas. Este mismo autor discute la edad, posición estratigráfica y correlación y se inclina por considerar que los neises glandulares "constituyen una serie ortoneísica (probablemente precámbrica en esa región -Muxia-Finisterre- ya que el tránsito a los metasedimentos del Paleozoico Inferior es gradual como ya se ha dicho) que desde un punto de vista metamórfico representa un zócalo afectado por la orogenia hercínica".

Si se admite esta edad, la edad de la serie metasedimentaria situada encima podría ser, o bien el Cámbrico Inferior como sucede en Miranda Do Douro (RIBEIRO, 1974) o bien el Ordovícico Inferior como se observa en el anticlinorio del Olla de Sapo.

1.4 CUATERNARIO

Existen diversos trabajos sobre la evolución geomorfológica regional, entre los que cabe destacar los de BOUCART (1936), BIROT y SOLÉ SABARIS (1954), NONN (1966 y 1967), BISDOM (1967) y TORRE ENCISO y PARGA PONDAL (1970), y

sobre la Ría de Arosa (BRONGERSMA *et al.*, 1966) y su sedimentología (PARGA PONDAL, 1935; DIEZ TABOJA DA, 1964, 1965 y 1967; NONN, 1964; KOLDIJK, 1968; FLOOR, 1968 y ARPS *et al.*, 1969).

1.4.1 Pleistoceno (Q,P-RL)

Estos depósitos corresponden a dunas, playas antiguas y rasa litoral, común esta última a casi toda la costa oceánica gallega, siendo los materiales cuaternarios más antiguos de la Hoja, y están ligados a la existencia de una antigua superficie de erosión costera que llega a alcanzar un gran desarrollo superficial en la zona suroccidental de la Hoja: llanura de Cambados (BIROT y SOLE SABARIS, 1954).

Son en general depósitos subhorizontales muy poco potentes con arenas cuarcíticas y algunos fragmentos de rocas diversas, en particular del granito de Caldas de Reyes.

En las dunas, cuyo desarrollo tampoco es muy importante la fracción ligera, 99 por ciento, presenta cuarzo y feldespato abundante, con algunas moscovitas y escasos carbonatos.

El cuarzo, lechoso y en menor proporción limpio y transparente, es anguloso-subanguloso y presenta algunas pátinas de óxidos de Fe. El feldespato es subanguloso-subredondeado.

En la fracción pesada -aproximadamente 1 por ciento- con más del 50 por ciento de opacos cuyos componentes mayoritarios son óxidos de Fe (granos subangulosos) e indicios de pirita, calcopirita, magnetita, wolframita y oro, hay en orden a su presencia Clorita, Biotita, Turmalina, Estauroilita, Andalucita, Circón, Apatito, Granate, Rutilo, Sillimanita y Hornblenda, estando presentes la Epidota y la Casiterita. Existen indicios de Anatasa y Monacita.

1.4.2 Holoceno (Q₂Al, Q₂I)

Debido a la escasa longitud de los ríos que discurren por la superficie de la Hoja, los materiales aluvionares de la misma tienen escaso desarrollo, estando constituidos en general por la presencia de restos que provienen de la denudación del macizo granítico de Caldas de Reyes y de algunos trozos de esquistos.

Es de destacar la presencia por casi toda la superficie de la Hoja en donde afloran los metasedimentos de potentes suelos eluvionares que llegan a superar los tres metros.

Las playas recientes, como las situadas al SE de Villagarcía de Arosa, y no cartografiadas debido a su escaso desarrollo, tienen en la fracción ligera -aproximada-

mente el 99 por ciento- cuarzo abundante, feldespato y carbonatos presentes y ausencia de moscovita.

El cuarzo, lechoso y limpio es anguloso o subanguloso, el feldespato subanguloso, y los carbonatos son fragmentos de conchas y espículas de equinodermos de gran redondez y esfericidad muy variable.

En la fracción pesada -1 por ciento- los opacos constituyen más del 80 por ciento de la misma, casi todos óxidos de Fe en granos angulosos, pero también con indicios de pirita, calcopirita, magnetita, wolframita y oro.

Los translúcidos son en orden a su presencia, Biotita, Clorita, Andalucita, Hornblenda, Turmalina, Epidota, Rutilo, con indicios de Circón, Apatito y Casiterita.

2 TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural se pueden distinguir dentro de la Hoja de Villagarcía de Arosa, tres conjuntos;

- El Complejo de Noya.
- El Dominio migmatítico y de las rocas graníticas o Grupo de Lage, y
- La Granodiorita de Caldas.

Los dos primeros fueron deformados por las fases hercínicas, mientras que el tercero corresponde a un granito tardío de la serie calcoalcalina (CAPDEVILA y FLOOR, 1970) afectado por las fases tardihercínicas de fracturación.

La descripción de este último conjunto que presenta una estructura planar debida al flujo magmático, se realizará en el capítulo de Petrología.

Previamente a la descripción de cada uno de los dos primeros se hará un extenso capítulo de antecedentes especialmente en lo que se refiere al "Complejo de Noya" dada la polémica desarrollada sobre ellos.

2.1 COMPLEJO DE NOYA (FOSA BLASTOMILONÍTICA)

Corresponde a parte del "Complejo antiguo" de PARGA PONDAL (1960).

Según este autor, está formado por un "conjunto o complejo de rocas: granitos, neises y esquistos, en general muy variado, pero que se distingue claramente por su aspecto de las rocas del Grupo de Lage".

Las diferencias fundamentales según este autor son:

- El alto metamorfismo a que han sido afectadas;
- el presentar una lineación mineral muy marcada;
- el tener una deformación ultramilonítica, que afecta a todas las rocas del Complejo junto con una intensa cataclasis y fuerte recristalización, y
- el encontrar frecuentes intrusiones de rocas básicas en forma de filones o grandes lentejones, en general concordantes y profundamente metamorfizados y transformados en anfibolitas y eclogitas.

Para este autor, este Complejo puede seguirse desde Malpica (provincia de La Coruña) hasta Vigo (provincia de Pontevedra), con una dirección Norte-Sur.

Dentro de las rocas que se encuentran dentro del Complejo, hace hincapié en los neises con riebeckita y ferrohastingsita que están discordantes y son posteriores a las rocas del resto del Complejo, sin penetrar nunca en las rocas del Grupo de Lage.

Según este autor, las rocas del Complejo serían más antiguas que las del Grupo de Lage, ya que además de no existir en estas últimas los neises peralcalinos, presentan fenómenos de polimetamorfismo y granitizaciones que se desconocen en otras rocas gallegas. Señala también que la relación entre el Complejo Antiguo y el Grupo de Lage es anormal y de carácter tectónico, aunque nunca se llega a observar bien el contacto. Por último apunta que debe representar el ciclo sedimentario y orogénico más antiguo de Galicia.

Más recientemente, DEN TEX (1961) lo denomina "Fosa blastomilonítica", manteniendo este nombre los geólogos de la escuela de Leiden para todos los trabajos dedicados al estudio de estas rocas.

De todos ellos cabe destacar a AVE LALLEMANT (1965), DEN TEX (1965), FLOOR (1965 y 1966), PRIEM *et al.* (1966) y DEN TEX y FLOOR (1967). Este último trabajo es una síntesis de todos los anteriores y en él se da una historia del metamorfismo, plutonismo y tectónica de este Complejo, después de hacer un estudio detallado de las rocas que afloran dentro de él.

Para estos autores, los terrenos, probablemente precámbricos, sufren procesos epirogénicos, formándose un "graben" limitado por fallas normales en los tiempos preordovícicos, en el que intruyen magmas graníticos que dan lugar a fenómenos de metamorfismo de contacto en los paraneises adyacentes, y es interrumpido por la intrusión de un haz de diques básicos. La edad de la cristalización de los magmas graníticos sería entre los 500 y 465 m.a., -dataciones según PRIEM *et al.* (1966)-. Inmediatamente antes de la orogenia hercínica, estos materiales están hundidos a un nivel donde sufrirán una deformación penetrativa y metamorfismo tipo Abukuma durante esta orogenia, produciéndose fenómenos de neisificación y parcialmente blastomilonitización en los granitos, recristalización de las rocas básicas en anfibolitas y deformación y metamorfismo en los paragneises.

Este proceso orogénico lo sufrirán las rocas situadas fuera del "graben" alcanzando el frente de migmatización y granitización el nivel que presentan actualmente. Posteriormente se produce una relajación de esfuerzos desarrollándose nuevas fallas normales y reactivándose otras que dan lugar al "graben" actual. Durante este tiempo y aprovechando las fases de tensión intruyen las granodioritas precoces. Al final de los movimientos hercínicos se produce un fenómeno de aplastamiento que deforma y filonitiza parcialmente las granodioritas precoces y los granitos palingenéticos de dos micas. Posteriormente se efectúa el emplazamiento de las granodioritas tardías (granito de Caldas de Reyes) que no presentan deformación y que cortan al "graben".

Finalmente, estos autores señalan que son reactivadas durante el Terciario, las fallas que limitan esta "fosa", depositándose en ella Mioceno lacustre. Más recientemente existen una serie de trabajos sobre este Complejo entre los que cabe destacar el de ARPS (1970), en el que se hace una cartografía y estudio petrológico muy detallado tanto de la parte del "Complejo de Noya" como del "Grupo de Lage", el de PRIEM *et al.* (1970), en el que se data el plutonismo ordovícico, dando edades entre 460 a 430 m.a., DEN TEX y FLOOR (1971), ENGELS *et al.* (1974), DEN TEX (1974) y DEN TEX (1977), en los que se mantienen las mismas ideas, aunque en el último trabajo citado se da mayor importancia a la intrusión de los granitos del Ordovícico Superior y el metamorfismo acompañante como expresión de una distensión subcontinental durante los tiempos caledonianos.

ARPS *et al.* (1977), proponen como mecanismo para la formación de la "Fosa" la existencia de un penacho o "mantle plume" en el Paleozoico Inferior que intruiría originando un domo que daría lugar a la formación de fallas profundas con movimiento vertical, produciendo una tectónica de "Horst" y "Graben". Uno de estos "graben" correspondería a la "Fosa". Los neises alcalinos e hiperalcalinos estarían en relación según ellos con este diapiro y con el domo térmico que lo acompaña.

Recientemente VAN CALSTEREN y DEN TEX (1978) en la misma línea que en el trabajo anterior, proponen que asociado al emplazamiento diapírico de un penacho con rejuvenecimiento de la base de la corteza, tiene lugar la formación de un rift continental, que da lugar a una incipiente expansión oceánica durante el Paleozoico Inferior en la parte Occidental de Galicia. Este proceso fue acompañado en la Fosa Blastomilonítica y Polimetamórfica por abundante magmatismo granítico de tendencia hiperalcalino en el Ordovícico y Silúrico.

En 1971, RIES y SHACKLETON publican un interesante trabajo interpretando los complejos de "Cabo Ortegal", "Ordenes", "Fosa Blastomilonítica", "Braganza" y "Morais" como restos de un gran cabalgamiento durante la orogenia hercínica de al menos unos 150 Km., hacia el Este de materiales precámbricos sobre sedimentos silúricos. Con respecto a la "Fosa Blastomilonítica" sugieren que se trata de una sinforma en cuyo núcleo se encontraría el citado manto.

Recientemente BAYER y MATTE (1979) proponen para Cabo Ortegal un modelo similar al propuesto por los autores anteriormente citados.

Respecto a los afloramientos del "Complejo de Noya" presentes en la Hoja de Villagarcía de Arosa, dada la poca extensión de los mismos, reducidos únicamente a unos 2,5 Km² en el ángulo NW de la Hoja, se expondrán a continuación las observaciones allí realizadas.

Como ya se dijo en el capítulo de estratigrafía, el "Complejo de Noya" está compuesto fundamentalmente por paragneises con algunas intercalaciones de micaesquistos y anfíbolitas.

En un corte realizado entre la playa de Rianxo (x: 15.00; y: 22.20) y Punta Abanqueiro (x: 13.00; y: 20.80), siguiendo la costa, se ha constatado la existencia de:

- Dos fases de deformación. Una primera que da lugar a la formación de una esquistosidad de flujo, y otra posterior de la que resulta una esquistosidad de crenulación en algunos puntos muy fuerte, acompañada de recristalización. La S₂ presenta una dirección aproximada N-S, buzando fuertemente al Oeste.
- Pliegues generados durante la segunda fase, cuya vergencia y simetría se representan en la fig. 1.
Las lineaciones de intersección y los ejes de los pliegues son subhorizontales o buzando ligeramente hacia el Norte.
- Lineaciones de estiramiento con dirección N-S subparalelas a los ejes de los pliegues.
- Niveles de cuarzos de exudación y de pegmatitas afectadas por la fase 2.
- Existencia de fases tardías ligadas a accidentes locales que dan lugar en algún punto a la formación de una esquistosidad de crenulación poco marcada y sin recristalización apreciable.
- Tanto hacia el Este como hacia el Oeste, ya fuera del Complejo, la asimetría de los pliegues de segunda fase es la misma.
- La vergencia y simetría de los pliegues menores de fase 2 que se observan en los materiales de fuera del Complejo coinciden respectivamente en cada flanco del pliegue con las que se observan en los materiales del Complejo (fig. 1).

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que en esta Hoja, el "Complejo de Noya" está situado en el núcleo de un pliegue sinformal de segunda fase cuyos flancos están constituidos por materiales del "Grupo de Lage".

Estos datos están más de acuerdo con la hipótesis de RIES y SHACKLETON (1971) que con la de los autores holandeses.

Con respecto a la existencia de un gran manto de corrimiento anterior a la fase dos, no existen por el momento criterios dentro de esta Hoja, ya que por una parte no se han podido observar bien los contactos entre el "Complejo de Noya" y el "Grupo de Lage", y tampoco existen al microscopio criterios suficientes que indiquen que las rocas del Complejo hayan sido sometidas a un metamorfismo térmico anterior al metamorfismo regional hercínico.

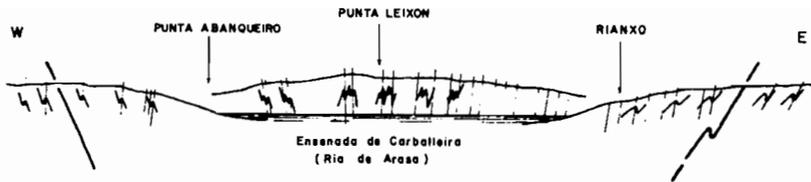


Fig. 1.- Representación esquemática de la vergencia y tipo de simetría de los pliegues de segunda fase hercínica en un corte entre Rianxo y Punta Abanqueiro.

No obstante, en las Hojas de Outes (93) y Camariñas (68) situadas más al Norte, y en conformidad con los autores holandeses anteriormente citados, se ha comprobado la existencia de este polimetamorfismo, de acuerdo con la mayor antigüedad de las rocas del Complejo, lo cual obligaría a admitir la existencia de un cabalgamiento anterior a la segunda fase.

2.2 DOMINIO MIGMATÍTICO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS. GRUPO DE LAGE

La estructura de los materiales pertenecientes a este Grupo dentro de esta Hoja no había sido estudiada hasta ahora.

En los esquistos y neises glandulares se observan dos fases de deformación, una primera fase en la que se genera una esquistosidad de flujo que es muy clara en los niveles de neises glandulares y bastante menos patente en los niveles esquistosos dada la intensidad de la segunda fase.

En relación a la primera fase no se ha podido observar ninguna megaestructura.

La segunda fase da una esquistosidad de crenulación acompañada de recristalización, especialmente en el caso de los niveles esquistosos, que llega a enmascarar la S_1 .

En los granitos de dos micas ha podido observarse que localmente se encuentran afectados por la segunda fase, (ángulo NW de la Hoja entre Rianxo y Rial, Bamio y Villagarcía de Arosa, Isla de Cortegada, etc.), apareciendo como granitos esquistosados y plegados.

En relación a esta fase, sí han podido observarse megaestructuras que son de Oeste a Este, y aparte de la sinforma del "Complejo de Noya", las siguientes:

- Antiforma de Rial, y
- Antiforma de Santa María de Troans-Monte Corvo.

Estas estructuras se observan en dos enclaves dentro de los granitos de dos micas que posteriormente han sido intruidos por la granodiorita de Caldas de Reyes.

Como características geométricas presentan las siguientes:

- Dirección NNW-SSE, y plano axial buzando fuertemente hacia el Oeste.
- Afloramiento de los neises glandulares en el núcleo de ambas antiformas.

La estructura entre estas dos antiformas no se ha podido determinar, ya que entre ellas se encuentran granitos de dos micas homogéneos e inhomogéneos y la granodiorita de Caldas de Reyes que lo hacen imposible.

Contradictoriamente los datos petrológicos indican que precisamente estas dos zonas muestran un grado metamórfico inferior al de la zona intermedia, en la que abundan las migmatitas, nebulitas y granitos de dos micas parautóctonos.

2.3 GRANODIORITA DE CALDAS DE REYES

Este granito tardío, emplazado con posterioridad a las fases hercínicas conocidas en esta región, evidencia en zonas una estructura planar de los feldespatos debida al flujo magmático, y está afectado por las fases tardihercínicas de fracturación, presentando un conjunto de fracturas y diaclasas subverticales muy claras, de dirección NO-SE y NE-SO que no afectan su estructura pero que favorecen grandemente su meteorización.

2.4 FRACTURAS

Posteriormente a las fases principales de deformación existe dentro del ámbito de la Hoja una fase de fracturación poco importante cuyo funcionamiento no ha podido ser determinado ya que no modifica el desarrollo de la cartografía existente.

Corresponde a un sistema conjugado NE-SW y NW-SE que seguramente ha aprovechado antiguas fracturas, habiéndose implantado a su favor numerosos cursos de la red hidrográfica actual.

Muy localmente se aprecian otros dos sistemas de diaclasamiento, el NNE-SSW (diaclasas de la costa) y ENE-WSW (en el tercio oriental).

Por el meridiano de Caldas de Reyes pasa una gran diaclasa de desarrollo tardío que puede seguirse a través de los materiales del Grupo de Lage y de la granodiorita de Caldas de Reyes.

Algunas de las fracturas anteriormente citadas se encuentran cicatrizadas por diques de cuarzo y pegmatitas.

3 HISTORIA GEOLÓGICA

Dado el grado de metamorfismo tanto regional como de contacto a que han sido sometidos, poco se puede decir sobre la historia preorogénica de los materiales que afloran en la Hoja de Villagarcía de Arosa.

Tampoco se ha podido establecer una columna estratigráfica debido a la gran extensión que ocupan las rocas ígneas, en su mayor parte intrusivas y a la presencia de dos fases de deformación cuya geometría, especialmente la de la primera, es difícil de precisar.

Sin embargo y por correlación con otras zonas en donde el metamorfismo es menor, se puede suponer que estas series del Precámbrico y Paleozoico se depositaron en un medio de plataforma más o menos somero.

Respecto a las rocas que afloran en el "Complejo de Noya", éstas debieron de sufrir un metamorfismo térmico durante el Ordovícico-Silúrico motivado por la intrusión de granitos calcoalcalinos e hiperalcalinos.

Durante la orogenia hercínica, estos materiales fueron metamorfizados y plegados por varias fases.

La primera de ellas debió dar lugar a pliegues tumbados vergentes al Este, siendo posiblemente al final de esta fase cuando se efectuaría el cabalgamiento que dio lugar al emplazamiento del "Complejo de Noya".

Durante la segunda fase se forman pliegues de plano axial subvertical o buzando fuertemente al Oeste.

El metamorfismo, que se inicia durante la primera fase alcanza su máximo desarrollo entre ésta y la segunda, produciéndose el emplazamiento de los granitos de dos micas que son deformados por esta última.

Posterior a ambas fases se emplaza la granodiorita de Caldas de Reyes dando lugar a un metamorfismo de contacto.

Finalmente, existe un último período de fracturación durante los movimientos tardihercínicos a partir del cual queda configurada la estructura geológica de la región, ya que las pequeñas estructuras que aparecen a partir de ese momento se deben exclusivamente a un rejuego de las fallas a favor de estos planos de fractura tardihercínicos.

4 PETROLOGÍA ÍGNEA

Se distinguen tres conjuntos litológicos de diferente significación geológica:

- La prolongación meridional del Complejo de Noya ("Fosa Blastomilonítica").
- Un conjunto metamórfico-migmatítico que corresponde al Grupo de Lage, y
- El plutón posttectónico de Caldas de Reyes.

4.1 DOMINIO MIGMATÍTICO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS. GRUPO DE LAGE

4.1.1 Neises glandulares (NG γ 'mb)

Afloran en el núcleo de dos posibles antiformas de dirección NNW-SSE y plano axial subvertical.

Aparecen a ambos lados de la Hoja separando los esquistos de los neises migmatíticos y por ello probablemente situados en el paso del grado medio a alto.

La asociación observada es:

Q + FK + Pl + Bt + Ms \pm Sill

con circón, turmalina y apatito accesorios.

Las glándulas son de ortosa/microclina con pertitas en "strings" y maclas de Carsbald. Están muy deformadas y corroídas en los bordes y grietas por granos de albita mirmequítica. Se ha visto alguna glándula policristalina de plagioclasa (oligoclasa ácida).

Estos neises están en unos puntos migmatizados y en otros no, en este caso, la moscovita es claramente estable, contribuyendo junto con la biotita a dar la foliación.

4.1.2 Granitoide migmatítico ($\gamma\Psi^2$)

Aún cuando no se hallen separados en la cartografía, dada casi absoluta semejanza que presentan en el campo, si es oportuno, el hacer dos grupos para su descripción.

4.1.2.1 *Nebulitas-Diatexitas*

Son rocas granudas algo orientadas (F_2) por flujo plástico, en las que con frecuencia se conservan "Schlieren" restíticos que reproducen las estructuras premigmatíticas del paleosoma (se conservan las crénulas de F_2)

Petrografía

La asociación estable es:



con apatito, circón y opacos accesorios.

El FK es microclina perfitica generalmente en granos anhedrales. La plagioclasa varía entre An 15-25, a veces presentando un zonado normal entre ambos extremos. La moscovita se presenta en estas rocas en proporciones variables y claramente tardimetamórficas, en placas grandes sobre la biotita o la sillimanita y con bordes simplectíticos. La sillimanita se conserva como mineral "liquidus" atrapado en Q y Fpatos. Estas rocas son parautóctonas.

4.1.2.2 Granitos de dos micas

Se observan preferentemente en el nivel estructural alto (grado medio) por lo que han de considerarse alóctonas. Muestran una orientación por flujo, lo que unido a su concordancia con las estructuras llevan a pensar en un emplazamiento sincinemático (sin F₂).

Petrografía

Son rocas de grano fino a medio formadas por:



con apatito, circón y opacos accesorios.

El FK es microclina, la plagioclasa es albita-oligoclasa ácida (An 15). La sillimanita y la andalucita son restíticas (la primera) o bien xenolíticas (ambas, en grado medio). La moscovita es tardimagmática y corresponde a una etapa de probable sobrepresión de agua, generada al bajar las temperaturas regionales.

Debido probablemente al elevado grado metamórfico regional y a su emplazamiento sincinemático no se han observado fenómenos de contacto atribuibles a estos granitos en la roca de caja.

4.1.3 Granodiorita precoz con megacristales ($\approx 1\text{m}^2$)

En la esquina más occidental de Punta Abanqueiro, afloran en la playa cuerpos alargados de pequeñas dimensiones de un granito, que son los últimos aflora-

mientos meridionales de la larga banda que forma la granodiorita precoz con megacristales, a lo largo de casi todo el límite occidental del Complejo de Noya ("Fosa Blastomilonítica"), desde Bayo en la Hoja de Camariñas (03-06) pasando por las de Outes (03-07), Noya (03-08) y Puebla del Caramiñal (03-09), hasta aquí, con una dirección aproximada Norte-Sur.

Se puede observar claramente la orientación de los cristales de feldespato potásico dentro de una masa muy alterada. El conjunto del afloramiento lo constituyen los paraneises de la "Fosa" entre los que están metidas las bandas de la granodiorita. Todos estos materiales están afectados por la S_2 , lo que permite situar el emplazamiento de la granodiorita como pre- F_2 .

4.2 PLUTÓN DE CALDAS DE REYES (γ_1^b y γ_1^{bn})

Es un plutón discordante, de emplazamiento epizonal y claramente postectónico.

Lo integran dos facies bien diferenciadas, por un lado un granito-granodiorita anfíbólico y por otro lado un tipo granítico probablemente más joven, sin o con poco anfíbol. Este último se sitúa al E y el S. Ambas facies son porfídicas, de grano grueso y contienen abundantes enclaves xenolíticos (esquistos, neises y paraanfíbolitas) y granudos más básicos, probablemente cogenéticos.

Petrografía

Q + FK + Pl + Bt + Anf

con circón, apatito, opacos, monacita, esfena, allanita y moscovita accesorios.

El FK es microclina pertítica. La plagioclasa es una oligoclasa ácida con zonado débil normal, a veces oscilatorio. Los accesorios son muy abundantes. El anfíbol verde, pasa a una biotita marrón-verdosa variablemente cloritizada. La transformación hidrotermal en estas rocas, puede ser importante afectando a los dos máficos que se cloritizan.

El tipo no anfíbólico es semejante al anterior, sin o con muy poco anfíbol. Está atravesado por diques porfídicos de la misma composición.

4.3 OTRAS ROCAS PLUTÓNICAS

4.3.1 Ortoneises básicos (anfíbólicos)

Al E del granito de Caldas, hay una serie de cuerpos básicos ortoneísicos no cartografiados con la composición de granodioritas anfíbólicas.

Están formadas por:

Pl + Anf verde + FK + Bt + Q

con apatito, opacos y circón accesorios.

En anfíbol es hornblenda verde. La plagioclasa es una andesina ácida (An 30-35) algo sericitizada.

4.3.2 **Gabros** (θ^3)

Situado al E del granito de Caldas existe un dique de gabro no deformado con dirección NNE-SSW, de significación problemática.

Sin tipos alcalinos con textura ofítica y grano medio formados por:

Pl + augita + olivino

con analcima, opacos, apatito, biotita y Cpx verde (augita?) accesorios.

El Cpx principal es una titanoaugita intersticial a la plagioclasa, ésta es una labradorita básica (An 65-70) en prismas. La analcima es escasa y se concreta en cavidades interseccionales.

4.3.3 **Pegmaplitas** (FP-A)

Afloran casi exclusivamente en las zonas de la Hoja correspondientes al Complejo de Noya ("Fosa Blastomilonítica"), y al Grupo de Lage, no habiéndose observado ninguna en la granodiorita de Caldas de Reyes.

Casi todos estos diques están afectados por la S_2 , hecho que se observa muy bien en la costa Norte de la Ría de Arosa, principalmente en Punta Leixón, e indica la existencia de dos generaciones de pegmaplitas.

La anchura no suele sobrepasar los 8 m. y presentan escaso desarrollo, por lo que muchos de ellos no han sido cartografiados. Están formados por cuarzo, feldespato potásico, moscovita y turmalina como minerales principales.

5 **GEOLOGÍA ECONÓMICA**

5.1 **MINERÍA**

No existen en esta región estudiada, trabajos importantes relacionados con el aprovechamiento de los posibles recursos minerales existentes.

Cabe citar únicamente la explotación a pequeña escala de silicatos industriales, (kao y fdp-brl), que corresponden a tres pequeñas labores ubicadas dentro del dominio migmatítico y de las rocas graníticas, dos de ellas en la parte de la Hoja correspondiente a la provincia de La Coruña, al Este de Rianxo (Explotación Kao, 180.200; 905.800; Explotación Kao, 181.200; 905.200), y la tercera en el tercio suroriental, término municipal de Campo Lameiro (Explotación fdp-brl, 198.200; 890.000), dentro de la provincia de Pontevedra (datos del Mapa Metalogénico de España a escala 1:200.000, núm.16-26, Pontevedra-La Guardia).

5.2 CANTERAS

La cantería ha tenido y sigue teniendo dentro de la Hoja una gran importancia, mucho mayor por lo menos en cuanto a volumen se refiere que la minería.

Como se recoge perfectamente en el MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES a E. 1:200.000, núm. 16-26, 1-3, Pontevedra-La Guardia (1972), existen canteras en casi todos los materiales aflorantes, tanto esquistos como granitos de dos micas, neises glandulares, granodiorita de Caldas de Reyes o depósitos recientes.

Citan los autores de esa Hoja un total de 31 indicios repartidos en: 18 activos, 10 inactivos y 3 no explotados, y a ellos hay que remitirse para un estudio más detallado de los mismos.

Los productos que se obtienen, con destino a la industria de áridos, rocas de la construcción y vidrio, son respectivamente: áridos naturales (arenas aluviales del río Umia) y de trituración, rocas de la construcción y rocas ornamentales (granodiorita de Caldas de Reyes y rocas básicas), y vidrios.

5.3 HIDROGEOLOGÍA

Se pueden diferenciar dentro del ámbito de la Hoja, tres tipos de materiales con rasgos hidrogeológicos diferentes:

- Depósitos recientes.
- Esquistos, neises glandulares y granitos de dos micas, y
- Granodiorita de Caldas de Reyes

5.3.1 Depósitos recientes

Cabe destacar dentro de ellos:

- Coluviales e indiferenciados, con buenas características hidrogeológicas pero que no pueden constituir más que reservas estacionales de poca importancia, dada su escasa extensión y potencia.

- Sedimentos directamente conectados a los cursos de agua actuales, con buenas posibilidades hidrogeológicas en cuanto a composición y morfología, pero con el inconveniente del poco espesor que tienen.

De cualquier forma el riesgo de contaminación de los mantos acuíferos en estos depósitos está directamente relacionado con la ubicación de los mismos, pudiendo ser alto en las proximidades a zonas habitadas o industriales, por lo cual han de tomarse las adecuadas medidas de control.

5.3.2 Esquistos, Granitos de dos Micas, Granitoides y Neises Glandulares

Se han incluido aquí todos los materiales aflorantes en la Hoja, que no sean ni los depósitos cuaternarios ni la granodiorita de Caldas de Reyes, formando además el sustrato de los primeros en el 50 por ciento aproximadamente de la superficie de la Hoja.

Presentan una permeabilidad primaria casi nula y secundaria muy baja que aumenta a favor de las superficies de discontinuidad tectónicas: esquistosidades, diaclasas y fracturas.

Existen captaciones a cielo abierto situadas en zonas muy meteorizadas, y a favor de la pendiente, pero de las que se obtienen caudales muy escasos.

5.3.3 Granodiorita de Caldas de Reyes

Este macizo ocupa cerca del 50 por ciento de la superficie de la Hoja y al igual que el grupo anterior su permeabilidad está ligada al grado de tectonización que presenta.

En general, ésta es baja por fisuración, y algo más favorable por percolación en las zonas meteorizadas.

Como conclusión, puede decirse que en esta Hoja, aún teniendo puntualmente unas posibilidades hidrogeológicas interesantes para el abastecimiento de aguas, es más conveniente el aprovechamiento de la hidrología de superficie, dado el elevado índice pluviométrico de la región.

6 BIBLIOGRAFÍA

ARPS, C.E.S. (1970).- "Petrology of a part of the Western Galician basement between the Río Jallas and the Ría de Arosa (NW Spain) with emphasis on zircon investigations". *Leidse. Geol. Meded.* 46, pp. 57-155.

ARPS, C.E.S. & KLUIVER, H.M. (1969).- "Sedimentology of the north western shores of the Ría de Arosa (NW Spain)". *Leidse. Geol. Med.* 37, pp. 135-145.

ARPS, C.E.S.; VAN CALSTEREN, P.W.C.; HILGEN, J.D.; KUIJPER, R.P. and DEN TEX, E. (1977).- "Mafic and related Complexes in Galicia: An Excursion Guide". *Leidse Geol. Med.* 51, pp. 63-94.

AVE LALLEMANT, H.G. (1965).- "Petrology petrofabrics and structural geology of the Sierra de Outes-Muros region (La Coruña, Spain)". *Leidse. Geol. Med.* 33. p.p. 147-175.

BIROT, P. & SOLE SABARIS, L. (1954).- "Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Peninsule Iberique". *Mem. et Doc. C.N.R.S. T. IV*, pp. 7-61.

BAYER, R. and MATTE, P.H. (1979).- "Is the mafic-ultramafic massif of CABO Ortegal (North West Spain) a nappe emplaced during a Variscan obduction? A new gravity interpretation". *Tectonophysics*. Vol. 57, núm. 2-4. August 1979. Elsevier scientific publishing company. Amsterdam.

BISDOM (1967).- "Micromorphology of a weathered granite near the Ría de Arosa (NW Spain)". *Leidse. Geol. Med.* 37, pp. 33-67.

BOUCART, J. (1936).- "Sur l'évolution du littoral de la Peninsule Iberique de la presqu'île de Peniche (Portugal au cap Finisterre Galice espagnole)". *C.R. Ac. Soc.*, t. 202, núm. 17, pp. 1448-1450.

BRONGERSMA, L.D. & PANNEKOEK, A.J. (1966).- "Investigations in and around the Ría de Arosa (NW Spain 1962-1964)". *Leidse. Geol. Meded.*, vol. 37, pp. 15.

CALSTEREN, P.W.C. VAN and DEN TEX, E. (1978).- "An early Paleozoic rift system in Galicia (NW Spain)". *Petrology and geochemistry of continental rifts. E. Neuman and Remberg*. Vol. II. Tectonics and geophysics of continental rifts. Nato advance study Institute series. Norway 1977. Publ. D. Reidel Publishing company. Dordrecht. Holland (1978).

CAPDEVILA, R. et FLOOR, P. (1970).- "Les différents types de granites hercyniens et leur distributions dans le Nord-Ouest de l'Espagne". *Bol. Geol. Min.* 81-II-III, pp. 215-225.

CARLE, W. (1945).- "Resultado de investigaciones geológicas, en las formaciones antiguas de Galicia". (Trd. por J.M. Ríos). *Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instit. Lucas Mallada*. Madrid 1950. pp. 59-90.

DEN TEX, E. (1961).- "Some preliminary results of petrological work in Galicia (NW Spain)". *Leidse. Geol. Med.* 26, pp. 75-91.

DEN TEX, E. (1965).- "Metamorphic Lineages of orogenic plutonism". *Geol. Mijnb.*, 44, pp. 105-132.

DEN TEX, E. (1966).- "Aperçu pétrologique et structural de la Galice cristalline". *Leidse. Geol. Med.*, 36, pp. 211-222.

DEN TEX, E. (1974).- "The polycyclic Lithosphere: an attempt to assess its orogenic memory". *Société géologique de Belgique*, Place de 20 Août, 7, Liège, pp.145-181.

DEN TEX, E. (1977).- "Le sode poly-cyclique et son rôle dans l'évolution de la chaîne varisque en Galice (Espagne du N.W.)". *Colloque international du C.N.R.S.*, Rennes, núm. 243,1977, pp. 441-451. 6 figs.

DEN TEX, E. & FLOOR, P. (1967).- "A blastomylonitic and polymetamorphic "Graben" in Western Galicia (NW Spain)". *Etapas tectónicas. Institut de géologie de l'université de Neuchatel*. (Colloque de Neuchatel 18-21 avril 1966). La Baconnière.

DEN TEX, E, and FLOOR, P. (1972).-A synopsis of the Geology of Western Galicia. *Historie Structural du Golfe de Gascogne. Ed. Techipt Paris,1972.*

DÍEZ-TABOADA, J.M. (1964).- "Sedimentos costeros arenosos actuales de la Ría de Arosa (nota previa)". *Bol. R. Soc. Esp. His. Nat. (Geol)*, 62, pp. 361-364.

DÍEZ TABOADA, J.M. (1965).- "Procesos de acumulación y evolutivo de las fases arenosas actuales de la Ría de Arosa (nota previa)". *Bol. S. Soc. Esp. Hist Nat (Geol)*, t. 63, pp. 129-135.

DÍEZ TABOADA, J.M. (1967).- "Composición mineralógica de las arenas superficiales actuales de la Ría de Arosa". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, t. 65, pp. 317-329.

ENGELS, J.P.; HUBREGTSE, J.J.M.W.; FLOOR, P.; DEN TEX, E (1974).- "Precambrian complexes in the Hercynian orogen of the Northwestern Iberian Peninsula". *P.I.C.G. Precambrien des zones mobiles de l'Europe, conf Lib.*, 1972, Praha, pp.163-173.

FLOOR, P. (1966).- "Petrology of an aegyrine riebeckite gneiss-bearing part of the Hesperian massif: the Galineiro and surrounding areas Vigo. Spain". *Leidse. Geol. Med.*, vol. 36, pp. 1-204.

FLOOR, P. (1966).- "Los metasedimentos y neis graníticos antehercianos". *Leidse. Geol. Med.*, vol. 36, pp. 223-234.

FLOOR, P. (1968) .- "Basement rocks of Western Galicia as sources for the minerals in the Ría de Arosa". *Leidse. Geol. Med.*, vol. 37, 1968, pp. 69-79.

GIL IBARGUCHI (1979).- "Estudio petrográfico de la región Muxia-Finisterre (NW España)". Tesis doctoral universidad autónoma de Barcelona (sin publicar).

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1842).- "El sistema Siluriano". Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, núm. 45, 789 p.

I.G.M.E.- "Hoja núm. 1-3/1-4 (16-26) Pontevedra-La Guardia. Mapa de Rocas Industriales, E. 1:200.000".

I.G.M.E.- "Hoja núm. 1-3/1-4 (16-26) Pontevedra-La Guardia. Mapa Metalogenético de España, E. 1:200.000".

JULIVERT; FONTBOTE; RIBEIRO; y CONDE (1972).- "Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Escala 1:1.000.000". Memoria explicativa.

KOLDIJK, W.S. (1968).- "Bottom sediments of the Ría de Arosa (NW Spain)". *Tesis Leiden. Leidse. Geol. Meded.*, vol. 37, pp. 77-134.

LOTZE, F. (1956).- "Das Präkambrium Spaniens". *M Jahrb. Geol. Pal.*, núm. 8, pp. 373-388.

LOTZE, F. (1966 a).- "Präkambrium Spaniens". *Zlb. Geol. Pal.*, núm, 5, pp. 989-1006. Stuttgart. Teil 1.

KONING, H. (1966).- "Les types des roches basiques et ultrabasiques qu'on rencontre dans la partie occidentale de la Galicie (Espagne)". *Leidse. Geol. Med.*, 36, pp. 235-242.

MACPHERSON, J. (1881).- "Apuntes petrográficos de Galicia". *Aul. Soc. Esp. Hist. Nat*, 10, pp. 49-87.

MATTE, PH. (1968).- "La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)". *Geol. Alpine*, t. 44, pp. 1-125, 128 Págs., 3 láms. Grenoble.

NONN, H. (1964).- "Los sedimentos antiguos de la Ría de Arosa: algunas conclusiones geomorfológicas". *Notas y Com. Inst Geol. y Minero de Esp.*, núm. 74, 1964 (143-156).

NONN, H. (1966).- "Les regiones cotières de la Galice (Espagne)". *Publications Fac. des lettres. Univ. Strasbourg*. T. III, pp. 1 -591.

NONN, H. (1967).- "Representación de algunos depósitos superficiales en el occidente de Galicia". *Not. y Com. del IGME*. T. 95, pp. 89-105.

PARGA PONDAL, I. (1935 a).- "Arena monacítica de la Ría de Arosa (Galicia)". *An. Soc. Esp. Fis. Quim*. T. 33, pp. 446-469.

PARGA PONDAL, I. (1956).- "Nota explicativa del Mapa Geológico del NW de la provincia de La Coruña" *Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage (La Coruña)*, núm. 5. *Leidse Geologische Mededelingen*. T. 21, pp. 467-484. Leiden 1956 (Mapa E.1:400.000).

PARGA PONDAL, I. (1958).- "El conocimiento geológico de Galicia". *Ed. Citania*. Buenos Aires, 19 p.

PARGA PONDAL, I. (1960).- "Observación, interpretación y problemas geológicos de Galicia". *Not Coms. Inst. Geol. Min. Esp.* 59, pp. 333-358.

PARGA PONDAL, I. (1963).- "Mapa Petrográfico estructural de Galicia". *Inst. Geol. Min. Esp.* Escala 1:400.000. Madrid.

PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; VERSCHURE, R.H.; HEBEDA, E.H. and FLOOR, P. (1966).- "Isotopic evidence for Upper-Cambrian or lower-Ordovician granite emplacement in the Vigo area NW Spain". *Geol. en Mijnbouw*, 45, pp. 36-40.

PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; VERSCHURE, R.H.; HEBEDA, E.H. & VERDURMEN, E A TH. (1970).- "Dating events of acid plutonism through the Palaeozoic of the western Iberian Peninsula", *Ecl. Geol. Helv.*, 63, pp. 255-274.

RIBEIRO, A. (1974).- "Position structurale des massifs de Morais et Braganca (Tras-os Montes)". *Com. Serv. Geol. Portugal*, 104, pp. 115-138.

RIES, A.C. and SHACKLETON, R.M. (1971).- "Catazonal Complexes of North-West Spain and North Portugal, Remnants of a Hercynian Thrust Plate". *Nature Physical Science*, vol. 234, Nov. 22, 1971.

SCHULZ, G. (1835).- "Descripción geognóstica del Reino de Galicia" *Madrid. Imp. Hs. de Collado*, 52 p.

TORRE ENCISO, V. y PARGA PONDAL, I. (1970).- "Avanzo no coñecimento de xeomorfoloxía de Galicia". *Real Academia Gallega*. Coruña, 1970.

WISSER, W. (1973).- "Het Caldas de Reyes granit Complex- een petrologische-geochemisch onderzoek". *Tesis de Licenciatura Universidad de Leiden*.



MINISTERIO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-441-4



9 788478 404414