

**NOTA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE  
LA PARTE N.O. DE LA PROVINCIA  
DE LA CORUÑA**

**FOR**

**DON ISIDRO PARGA-PONDAL**

Laboratorio Geológico de Lage (La Coruña)

**ÍNDICE**

	page
General introduction by L. U. de Sitter . . . . .	468
English summary . . . . .	469
Introducción . . . . .	474
Geología general . . . . .	474
Grupo del granito de Traba . . . . .	476
Grupo de los granitos homogéneos y porfiroideos no orientados . . . . .	477
Las rocas del lopolito . . . . .	479
El granito migmatítico de Lage . . . . .	480
El complejo antiguo . . . . .	481
Resumen . . . . .	483
Bibliografía . . . . .	484

## General Introduction

by

L. U. D E S I T T E R

The map is the result of DON ISIDRO's work of many years. His predecessors in this region are very few. The basis was laid by SCHULZ (1834) and the first general map giving some new interpretations was the small map by CARLÉ (1945). Otherwise the geology of this region has been very much neglected apart from some local work which did not contribute materially to the general knowledge of this country.

Some of the 1:50,000 sheets of the geological maps have been published, all based on the work by DON ISIDRO (the sheets 43 Lage; 44 Carballo; 67 Mugia and 68 Camariñas).

We hope that the work te Leiden University started in 1955 will continue on the foundation laid by DON ISIDRO, and that finally we will learn to understand and prove the relationship between the different rock types. Fossils are completely lacking and most of the rocks are either highly metamorphic or plutonic.

We are extremely glad that DON ISIDRO has consented to publish his thoughts, preliminary though they may be, thus giving us a very valuable basis for future work.

## SUMMARY

### Explanation of the geological map (Northwestern part) of the province of La Coruña, Galicia, N. W. Spain

#### *Main rock groups*

We distinguish five main groups of rocks which probably differ in age. Whether this age difference applies only to the time of their intrusion or metamorphism or also to their sedimentary origin remains obscure.

These five groups are from top to bottom in the time scale: —

- (1) Younger rocks, mostly not tectonized, post tectonic. To this group belong:
  - (a) a red sandstone patch west of Malpica on the coast, unconformable on the underlying schists, age unknown;
  - (b) the Traba granite pluton and some other plutonic rocks south of it;
  - (c) rhyolitic or syenitic dykes south of the Traba granite;
  - (d) a swarm of WNW striking basic dykes, mostly dolerites which are probably older than the Traba granite;
- (2) A group of intrusive rocks which are partly tectonized and partly not, and often have a porphyritic texture.
  - (a) A group which we call the trondjemetic differentiation series, in the north mostly diorites, in the south gradually losing their content of dark minerals. The rocks often contain very large calcic felspar crystals.
  - (b) A group called the Coruña granite, mostly biotite granite but with pegmatites containing muscovite.
- (3) A group of basic rocks, covering a large territory forming an arc with diameter of  $\pm 60$  km and consisting of gabbros, pyroxenites, serpentines and amphibolites. The coarse gabbros in the centre of its western branch are not tectonized but the amphibolites on its outer margin are often strongly tectonized.
- (4) A group of rocks containing migmatites, white granites, gneisses, mica schists and even less metamorphic rocks, which we call the Lage group. The muscovite granite of Lage is certainly a syntectonic granite, and is associated with migmatites and micaschists on the one hand and with much less disturbed granites on the other hand.
- (5) A group of rocks, showing locally a very high degree of metamorphism, which we call the "ancient complex". It contains hornblende gneisses, amphibolites eclogites, muscovite gneisses, granite gneisses and micaschists, and occupies a long NS trending band. It differs from the Lage complex by the frequent occurrence of concordant amphibolites.

The relation of these groups of rocks is very doubtful in many cases but we believe that the youngest rocks are Paleozoic and the oldest Pre-Cambrian. The doleritic dykes, striking WNW are often regarded as Mesozoic or even Tertiary (TORRE DE ASSUNÇÃO, 1950, 1951) it follows that

Traba granite might also be Tertiary and could perhaps be compared to the Cintra granite of Portugal (TORRE DE ASSUNÇÃO and BRAK-LAMY, 1952).

The Lage complex could be compared perhaps with the pre-Ordovician schists which have been called by TELXEIRA (1954, 1955) the "ante-Ordovician schistograywackes" and are perhaps Pre-Cambrian.

Probably our "ancient complex" represents then an even older Pre-Cambrian orogenic cycle.

On the other hand the analyses of the Rb/Sr relation (Hoja de Tuy, 1953) indicate that the pegmatites of the Lage granite are either Caledonian or Hercynian in age, as they imply ages vary between a 270 and 350 million years. The analyses are not isotopic however and one perhaps ought not attach too much value to their result.

According to the field relation of the Coruña granites and the Lage migmatites or schists there can be little doubt that the Coruña granite is younger. The Coruña granite should then be Hercynian because a Caledonian orogeny is almost unknown in the Iberian Peninsula (CARRINGTON DA COSTA, 1952).

The intrusion of gabbroic rocks is still more difficult to date. On the one hand it has partly been tectonized on its margin whereas the rocks of the centre are perfectly fresh, but on the other hand they are younger than the schists in which they intruded and the Lage orogeny itself. Provisionally we regard their intrusion as late-Hercynian.

In general the structures of this western region of Galicia shows a dominant NS trend, bent in an arc convex towards the west. This convexity has been increased by a set of younger faults striking WNW. The schistosity of the rocks is generally parallel to the trend of their boundaries but exact measurements are mostly lacking. Discordant with the prevailing structures are the abovementioned faults, the doleritic dykes which accompany them and the intrusions of younger granites of the Traba group.

### *Petrology*

1. *The Traba granite and associated rocks.* — This group of rocks occurs only in the eastern coastal section of the province of La Coruña. They form either great batholiths like the Traba and the Pindo masses, or small outcrops closely related to the big batholiths as near Mugía, Leis and Caneliñas.

The reddish granite generally contains biotites and Na-K felspar, and has sometimes a porphyritic texture. It never shows any preferred orientation of its minerals.

Its direct thermal metamorphic zone is restricted to some tens of meters, but its influence is felt in a much larger region. Everywhere on the sheets 67 and 92 and the western half of the sheets 68 and 93 one finds numerous small stocks and dykes. These dykes consist either of hornblende syenites, fine grained dacites and quartz porphyries. A semicircular dyke system of these rocks suggests a circular zone of subsidence.

Another dyke system, which also traverses the fundamental structure of the Galician system, has an approximately E—W trend. These dykes consist either of basic rocks (lamprophyres, diabase porphyries or dolerites), or of light coloured acid, aphanitic rocks. Their age is certainly younger than the Lage granite, which they traverse, and older than the Traba granite which in its turn appears to cut off the dykes.

The Traba granite mass contains zones full of thin mineralized quartz veins containing cassiterite, wolframite, molybdenite and monazite. Some large quartz dykes traverse the granite from north to south.

2. *The non orientated, homogeneous and porphyritic, late tectonic granites.* — This group contains all those granitic masses which appear as rounded hills, which in Galicia are called “penedos”, or occupy large flat surfaces.

In general they form large batholiths with well defined boundaries and cause thermal metamorphism in the adjacent rocks, but others are clearly granitized masses. At the contacts of the latter masses one sees a gradual absorption of the rocks of the “ancient complex” accompanied by a complete reorganization of the elements. The marginal zones contain numerous xenoliths, distributed without regular orientation, as for instance south of Mugia. When this process of absorption continues the rock becomes homogeneous and a palingenic granite, sometimes of porphyritic texture like that of la Ruña or Monte Pedrouso, or of homogeneous grain like that of Muros, is the result.

The different types are:

- (a) The biotite-granodiorite of Bayo,
- (b) The biotite-granite of La Coruña,
- (c) Porphyritic muscovite granite of La Ruña,
- (d) Homogeneous muscovite granite of Muros.

a. *The biotite-granodiorites of Bayo, or rocks of the trondjemitic differentiation series.* — These granodiorites form elongated masses concordant with the trend of the “ancient complex” or Lage group. Apparently they have assimilated large tracts of the surrounding rocks. The most basic types contain much pyroxene and hornblende, all of them contain biotite and plagioclase, and in the most acid types the plagioclase predominates.

The Bayo mass is some 50 km long and has a width varying between 1 and 5 km. The masses of Santa Comba-Negreira are also elongated in a N—S direction.

b. *Biotite granite of La Coruña.* — In eastern Galicia there are several batholithic granite masses which resemble in many respects those of the Bayo type but cannot be included in the same group because their mineralogy and emplacement is different. They form large plutons which are not concordant with the general trend and find their greatest development in the Cambrian and Ordovician of western Galicia, for instance the Lugo granite described by BARROIS in 1881.

In our region the Coruña granite belongs to this group, further east we find the batholith east of Betanzos and Curtis and the large batholith of Vivero-Mondoñedo.

c. *The porphyric muscovite granite of la Ruña.* — The Ruña mountain, 640 m altitude, gives typical exposures of these muscovite-biotite granites. The granite consists of large idiomorphic Na-K feldspars up to 7 cm with quartz, muscovite and biotite, it does not show any preferred orientation beyond a faint parallel arrangement of the phenocrysts probably due to the intrusion.

The mass is clearly discordant with its surrounding rocks and contains large blocks of the augen gneiss of Lage. We suppose that it constitutes a granitization product of the Lage granite, a palingenic granite in situ.

Several similar masses occur in west Galicia for instance, in the Pontevedra province and south of Vigo, and also near Friol near Lugo in eastern Galicia.

d. *The homogeneous muscovite granite of Muros.* — This type of granite is very frequent in western Galicia. The name is derived from the occurrence near the district of that name north-west of the ria de Noya. We consider it for the present as closely related to the Ruña type, more homogeneous, but of the same origin.

3. *The basic rocks belonging to the "Lopolith".* — The map shows that these rocks form a discontinuous arcuate outcrop some 100 km long in the N—S direction and some 60 km wide. They dip everywhere inwards and are covered by the Ordenes schists, so that the shape of the mass resembles a dish.

The petrography of the rocks is very variable, in general we can recognize:

1. Basic diorites with andesine, pyroxene and hornblende. These we find intercalated between the schists of Barrañán (Carballo sheet).
2. An extensive outcrop north of Carballo of ilmenite-rich gabbro rich in alternating with amphibolites.
3. A large mass of fresh looking olivine-gabbro, also with amphibolites, which extends from Mte Castelo to Carballo in an area of some 200 km<sup>2</sup>. This mass has on its western margin a band of pyroxenites.
4. A large mass of amphibolites east of Santiago de Compostela which contains important mineralizations of pyrrhotite and cupriferous pyrite.
5. A series of outcrops of peridotites, pyroxenites and serpentines on the southern border of the río Ulla, near Bandeira, Las Cruces and Berredo. This outcrop of basic rocks narrows north of the río Ulla and continues to the east of Mellid where it broadens again on the hills of Corno do Boy and reaches the Rías near Sobrado. North of Sobrado it broadens again and the ultra-basic rock reaches Teijeiro. After an interruption of some km the serpentines reappear near Irijoa east of Betanzos and in a small outcrop north of Puente deume.
6. Finally we find a major outcrop of the basic rocks in the extreme north of the province from Moeche to the Cape of Ortegal, occupying the hills of the Sierra de la Capelada. The cupriferous pyrite mines of Cerdido are situated on their eastern border.

We do not know yet the age of these intrusions, which might be older than we suppose now. Neither do we know much about the rocks or their structural circumstances.

4. *The migmatitic granite of Lage.* — This gneissic granite with two micas occupies a large area in eastern Galicia. The most typical rocks are exposed between the isles of Sisargas and Lage (SCHULZ, 1835). The texture of the rock is very variable (Expl. sheet Lage no. 43, Tuy no. 261, Oya no. 260), and can perhaps be regarded as an antextitic granite. In the gneiss-granite we find parallel zones of migmatized schists and micaschists. Their orientation is roughly N15°E.

Along the western margin of the outcrop of the polymetamorphic "ancient complex" these gneisses get an augen structure by the development of large feldspatic "eyes" up to 10 cm long, surrounded by biotite perhaps indicating a kind of mylonitization. These gneisses seem to possess two planar structures at an angle of 15° to 20°, one due to the mica orientation,

the other to the felspar eyes. The Lage gneisses differ from the "ancient complex" gneisses by the absence of parallel basic bands.

5. *The "ancient complex"*. — A narrow zone of highly metamorphic rocks extends from Malpica (sheet 44) in the north to the ria de Arosa (sheet 152) in the south. This zone of 80 km length and roughly 6 km wide is slightly convex to the west. The most typical rock is a glandular biotite-felspar gneiss, but we find also gneissic mica schists and other varieties. In the centre, between Baiñas and Mazaricos the gneisses contain riebeckite. The whole complex contains numerous parallel narrow zones or dykes of very much tectonized basic rocks, amphibolites, pyroxenites and eclogites.

The fact that these rocks show a higher grade of metamorphism and often are polymetamorphic as compared to the Lage group induces us to believe them to be older.

Mineralogically these rocks are characterized by the instability of their micas, biotite and muscovite, and hornblendes. The first group is often found as much deformed relics. Only in the perhaps younger riebeckite gneiss intrusions the hornblende is more stable and uniformly developed.

Near Malpica biotite gneisses with some muscovite predominate, near Puenteceso and Zas biotite-hornblende gneiss and near Baiñas and Mazaricos riebeckite gneiss. Near Noya the biotite gneisses disappear. The basic rocks have their greatest development between Zas and Mazaricos.

Inside the complex we can suspect many faults bringing zones of different grades of metamorphism in contact.

It seems quite probable that similar zones of highly metamorphic character exist also elsewhere in Galicia. We suppose for instance that the riebeckite granite and dgranite-gneiss east of the Monte del Carrío and those of Silleda in Central Galicia belong to the same group. Perhaps the Ordenes schists of a much lower metamorphic grade above the basic rocks described before, belong to the same group.

### Conclusion

Perhaps the complicated skeleton which we have presented here as an explanation of our map, and which is the result of numerous excursions in Galicia during recent years can be summarized in the following table:

<i>Age of orogeny</i>	<i>Rock groups</i>	<i>Deformation; genesis</i>	<i>Petrographical type</i>
Alpine	Traba	none intrusion	Traba granite Bardullas syenite Rhyolites
Hercynian	Muros	weak granitization	Bayo diorite Coruna granite Runa granite Maros granite
?	Lopolith	?	Basic rocks
Huronian — 800 m.y.	Lage	intense migmatization	Granite-gneiss of Lage Augen granite of Cabral
Archean — 1200 m.y.	Malpica (ancient complex)	very intense migmatization	Penedo granite Borneiro gneiss Baiñas gneiss Metamorphic basic rocks

The correlation of the rock-groups with known orogenic periods is of course very doubtful. The reader must realize that we give this outline only in order to stimulate further research.

### Introducción

El mapa geológico que presentamos es el resultado de un trabajo de campo de varios años. Representa el primer esbozo geológico de una región casi desconocida. Como trabajos anteriores sobre el terreno no se pueden citar más que los de SCHULZ (1834) y CARLÉ (1945) así como pequeñas investigaciones locales que contribuyen en pequeña escala a una concepción general.

Nuestro mapa está desgraciadamente todavía en un estadio de exactitud muy desigual. Solamente las hojas 43,44,67 y 68 (Lage, Carballo, Mugia y Camariñas) han sido investigadas con algún detalle, mientras que las otras no representan más que un esquema hecho reuniendo diversas observaciones de terreno más o menos dispersas y alejadas. Puesto que esperamos que pronto se efectuen estudios más detallados sobre las relaciones de las rocas magmáticas y metamórficas como granitos, gabros, migmatitas y esquistos más o menos metamórficos nos ha parecido útil publicar ahora un esquema de nuestro conocimiento general de la región que esperamos sirva como base para las nuevas investigaciones. Sin duda los estudios futuros cambiarán profundamente nuestra concepción actual.

### Geología general

Distinguimos cuatro grandes grupos de rocas que son probablemente de edad diferente.

1. Las rocas modernas, puesto que no están tectonizadas. En primer lugar el *granito de Traba* y sus análogos y luego diversas rocas filonianas como sienitas, pórfidos y dacitas que le acompañan. Además de estas rocas se encuentran muy frecuentemente filones básicos doleritas no tectonizadas que son probablemente anteriores al granito de Traba.
2. En un grupo de *granitos no orientados* comprendemos, por un lado, rocas de grandes feldespatos calco-alcalinis porfídicos, que denominamos dioritas de Bayo, o *rocas de la diferenciación trondhjemitica*; y de otra parte rocas graníticas granudas ricas en biotita que denominamos *granito de La Coruña*. Además comprendemos aquí los granitos de dos micas no orientados, uno porfiroide (*granito de la Ruña*) y otro homogéneo (*granito de Muros*).
3. El grupo de los gabros y piroxenitas que forman un gran semicírculo en el terreno de un diámetro de cerca de 60 Km. Puesto que el afloramiento de estas rocas básicas recuerda a un lopolito, le denominaremos las *rocas del lopolito*.
4. Un grupo de rocas conteniendo principalmente granitos gneisificados, migmatitas y esquistos de biotita.  
Según la roca más extendida de este grupo, nosotros le llamaremos grupo del *granito de Lage*.
5. Un grupo de rocas que denominaremos *El complejo antiguo*, que contiene,

entre otras rocas, verdaderos gneises con feldespatos alcalinos y biotita o hornblenda.

6. En fin los esquistos situados dentro del lopolito, que parecen ser menos metamórficos que los esquistos del grupo del granito de Lage, los distinguiremos en el mapa como *Esquistos de Ordenes* (Hoja 70).

La relación de estas rocas, es en muchos casos todavía muy oscura, pero nosotros creemos que la secuencia de nuestra lista comienza con las rocas más modernas y luego desciende en la edad para llegar al pre-cámbrico en el complejo antiguo.

Puesto que los filones basálticos (doleritas) con una dirección E—O, son generalmente análogos a los portugueses los cuales son considerados como rocas mesozoicas o aún terciarias (TORRE ASSUNÇÃO 1950, 1951) se deduce que el granito de Traba que es más reciente todavía, sea terciario y podría ser comparado con el de Cintra en Portugal (TORRE DE ASSUNÇÃO, 1951; BRAK-LAMY, 1952).

El grupo de granitos gneisificados de Lage puede ser comparado a los esquistos ante-ordovícicos de Portugal que TEIXEIRA ha denominado "Complejo Xisto grauváquico ante ordovícico" (1954, 1955) y que podría ser también pre-cámbrico.

Indudablemente el complejo antiguo representará entonces un período todavía anterior del pre-cámbrico admitido también en Portugal (TEIXEIRA, 1954).

Por otro lado los análisis de la relación Rb/Sr. (Hoja de Tuy 1953) indican que las pegmatitas del granito de Lage tienen una edad herciniana o caledoniana (edades variando entre 270 y 350 millones de años). Pero puesto que en los análisis no se han efectuado las determinaciones de los isótopos del Estrocio, no se les puede atribuir más que un valor provisional por otra parte las moscovitas analizadas, puede ser debidas a neoformaciones.

Según la relación en el terreno de los granitos no orientados porfiroides (grupo 2) con las migmatitas (granito de Lage) nosotros estamos convencidos que los granitos porfiroides y no orientados son más recientes de manera que podríamos considerarlos como hercinianos puesto que la orogénia caledoniana ha tenido poca actividad en la Península Ibérica (CARRINGTON DA COSTA, 1952).

La edad del emplazamiento del Lopolito es todavía más dudosa. El lopolito de una parte ha sido tectonizado localmente (Anfibolitas) y de otra parte los gabros olivínicos del centro del lopolito, en el Monte Castelo (Hoja 69) completamente frescos.

Nosotros admitimos provisionalmente una edad hercinianatardia (Hoja de Carballo 1953) para el lopolito puesto que su intrusión es, en detalle francamente discordante con los esquistos y migmatitas sub-yacentes.

La estructura del país se halla, principalmente dominada por una dirección N—S curvada en arco convexo hacia el oeste. En el norte la convexidad ha sido acentuada por despegues o desplazamientos horizontales dextrales más modernos. La esquistosidad y la gneisificación de las rocas es en general paralela a la estructura general pero medidas exactas nos faltan todavía.

Únicamente los despegues, los filones doleríticos y las rocas pertenecientes al grupo del granito de Traba son los elementos francamente discordantes a la dirección N—S.

Los macizos alargados, de granitos porfiroides son en todas partes

ampliamente concordantes y análogamente el lopolito es concordante en su disposición general.

En consecuencia se deduce que o bien la orogénesis herciniana fué paralela a las orogénesis pre-cámbricas, o bien como parece más verosímil, ella ha vuelto a orientar muy ampliamente a todas las rocas más antiguas.

### Grupo del granito de Traba

Las rocas de este grupo se desarrollan casi exclusivamente en el extremo occidental de la provincia de La Coruña o sea en la misma costa atlántica. Pueden dar lugar, bien a extensos plutones intrusivos bien delimitados por ejemplo Traba, (Hoja 43 y 68) y el Pindo (Hoja 93), o bien a pequeños afloramientos en estrecha relación, con los anteriores, como los de Mugia, (Hoja 67), Leis (Hoja 68) y Caneliñas (Hoja 93). En general se trata de granitos de biotita con feldespatos alcalinos, a veces porfídicos, y que frecuentemente son de color rosado. No presentan pegmatitas bien desarrolladas y si solamente zonas muy reducidas de grano fino, micropegmatíticas.

Su estructura es siempre hipidiomorfa granuda sin orientación ni ordenación alguna.

Si se tiene en cuenta que la acción de contacto directo del granito de Traba sobre las rocas encajantes es relativamente poco penetrante, (por ejemplo en la parte oeste de la playa de Traba solo alcanza de unos diez a treinta metros), debe admitirse que los granitos de Traba y El Pindo se extienden muy ampliamente a cierta profundidad, por toda la extensa zona comprendida, por las Hojas 67 y 92 y por la parte occidental de las 68 y 93, pues en ella el granito de Traba ha influenciado de forma muy sensible la estructura de las rocas más antiguas, formadas por los granitos y esquistos migmatíticos de Lage que en parte ya habían sido reformadas profundamente en época anterior dando lugar al granito palingénico, con numerosos xenolitos, que se extiende por estas comarcas.

Esta influencia de Traba se pone de manifiesto bien por presencia de pequeñas intrusiones de granito, tipo Traba, que modifica el granito palingénico anterior o bien por la existencia de numerosos diques de rocas intrusivas como sienitas de hornblenda, dacitas de grano fino y pórfidos cuarcíferos riolíticos. La, hasta ahora poco exacta, cartografía de estas rocas permite sin embargo sospechar la existencia en esta región de una importante zona de subsidencia que originó fracturas anulares, rellenadas por diques de sienitas, riolitas y pórfidos graníticos, que más tarde fueron afectados por un sistema de fallas radiales.

Muestra indudable de esta acción de subsidencia son el importante dique anular (ring-dyke) de sienita del sur de Mugia reconocido en más de 20 Km. y el gran arco de intrusiones de pórfidos graníticos con clara concavidad hacia occidente que pasando por Calo, este de Vimianzo, Castrelo, Dumbria y Corcubión relaciona los macizos graníticos de Traba y el Pindo.

La exacta cartografía de estas rocas permitirán deducir importantes consecuencias sobre el mecanismo de su emplazamiento.

De todos modos, no hay duda que representa una importante actividad del volcanismo granítico.

Otra serie de rocas filonianas, también discordantes con la estructura fundamental del occidente gallego son los numerosos diques, bien de rocas básicas, de color verdoso o negro, formadas por lamprófidos, porfiritas

diabásicas y doleritas, o bien por rocas de quimismo ácido de color claro, afaníticas, que se observan con frecuencia atravesando al granito de Lage y de más formaciones antiguas con rumbo aproximado E—O.

Suelen hallarse muy diaclasadas pero no están deformadas. Su edad es sin duda posterior al granito de Lage y probablemente son bastante anteriores al granito de Traba, pues nunca se hallan en su interior y aparentan haber sido absorbidos durante la intrusión de este granito.

El granito de Traba, se halla atravesado en algunas zonas por un verdadero stockwerk de filoncillos de cuarzo que a veces están mineralizados con casiterita, wolframita, molibdenita y monacita que dan lugar a pequeñas explotaciones mineras.

También se halla cruzado por grandes diques de cuarzo con rumbo N—S que se explotan por ejemplo al norte de Camariñas, cerca de la costa.

### **Grupo de los granitos homogéneos y porfiroides no orientados**

Incluimos en este grupo unas rocas de aspecto granítico que destacan en el paisaje por las formas de erosión a que dan lugar, bien formando grandes masas redondeadas, llamadas “penedos” en Galicia, o bien desarrollándose en grandes superficies lisas, cruzadas por escasa diaclasas.

En general forman plutones bien delimitados con evidente acción de contacto sobre las rocas encajantes; pero pueden presentarse como grandes masas graníticas que se emplazan mediante un claro proceso de granitización.

En el primer caso se trata de plutones graníticos o grano-dioríticos, de aparente carácter intrusivo, discordante o disharmónico, con relación a las rocas orientadas que constituyen la estructura fundamental de Galicia, ejemplo, las dioritas de Bayo y el granito de La Coruña.

En el segundo caso forman también grandes masas graníticas sin orientar y en cuyos bordes se observa una progresiva absorción de las rocas del complejo granito-esquistoso más antiguo, con total reorganización de su estructura. En un primer momento y en la zona de borde se origina un granito con numerosas enclaves, o xenolitos que se distribuyen sin orientación en el seno de la masa granítica que los digiere, ejemplo granito de enclaves del sur de Mugia. Continuando este proceso se produce la homogeneización de la sustancia granitizante con la masa granitizada, dando lugar al nuevo granito reformado o granito palingénico. Este puede ser porfiroide (Monte de la Ruña y Monte Pedrouso) o de grano homogéneo (Muros).

Tenemos pues los siguientes tipos de granitos no orientados:

- (a) Granodioritas de biotita de Bayo,
- (b) Granitos de biotita, de La Coruña,
- (c) Granitos de dos micas porfiroides, de la Ruña,
- (d) Granitos de dos micas homogéneo, de Muros.

A continuación vamos a exponer sucintamente sus principales características y distribución en la Galicia occidental.

#### **a. *Granodioritas de biotita de Bayo, o rocas de la diferenciación trondhjémítica***

Orientados en forma absolutamente concordantes con la estructura geológica del país, afloran estas rocas granodioríticas constituyendo alargados plutones que se introducen, atravesando indistintamente las rocas más antiguas

del complejo antiguo o bien las del grupo del granito de Lage. Aparentemente su intrusión tiene lugar asimilando y englobando grandes trozos de las formaciones más antiguas.

Su constitución petrográfica es muy variada, siendo sin embargo dominada por la diferenciación trondhjémítica, o sea predominando los tipos de rocas con temprana separación de biotita y abundancia de plagioclasas.

Los tipos más básicos contienen abundantes piroxenos y hornblendas y los más ácidos son verdaderas trondhjemitas.

Como ejemplos tenemos el característico plutón de Bayo que se extiende más de 50 Km. en dirección sensiblemente N—S y con una anchura que oscila de 1 a 5 Km. Ocupa invariablemente un lugar dentro del complejo antiguo, pero muy próximo al granito tipo Lage.

Otro ejemplo es la diorita de biotita de Santa Comba-Negreira que ofrece también una configuración alargada N—S, en dos plutones casi paralelos, y también la diorita cuarcífera de la Estaca de Vares (PARGA-PONDAL, 1931).

#### b. *El granito de biotita de La Coruña*

Existen en Galicia unos granitos que por su aspecto se parecen mucho a las dioritas tipo Bayo con diferenciación trondhjémítica que acabamos de describir pero, sus características y petrografía no permiten incluirlas en el mismo grupo.

Su modo de emplazamiento es muy diferente; constituyen grandes plutones que no siguen las cuencas geosinclinales del occidente y en cambio adquieren gran desarrollo en los terrenos cámbricos y silúricos del oriente de Galicia por las provincias de Lugo y Orense. Entre ellos debe considerarse el plutón granítico de Lugo descrito en 1881 por CH. BARROIS.

Probablemente se trata de granitos metasomáticos extravasados diapíricos o rheomórficos que se han intruido a niveles superiores a los de su lugar de formación.

Como ejemplo en la zona estudiada tenemos; el batolito de La Coruña, que se extiende desde El Ferrol hasta las Hojas de Santa Comba y Ordenes. El batolito de la zona este de Betanzos y Curtis y el gran macizo granítico de Vivero-Mondoñedo, además del de Lugo ya mencionado, etc.

#### c. *El granito de dos micas porfiroide de la Ruña*

El Monte de la Ruña, de 640 metros de altura situado al este del Monte del Pindo, en la Hoja de Outes n° 93, constituye un típico lugar de observación de un granito porfiroide de dos micas que ofrece particularidades que lo diferencian de otros granitos gallegos.

Está formado por una masa granuda de feldespato, cuarzo, moscovita y biotita en la que destacan largos cristales de hasta 7 cms X 1 cm. idiomorfos de feldespato ortosa blancos y dispuestos sin orientación fija; aunque a veces parecen tener cierta ordenación atribuible a direcciones fluidales.

Este granito de la Ruña se presenta en este momento con carácter claramente discordante con relación a la estructura del complejo de Lage a la que interrumpe en su dirección norte-sur, englobado a veces enormes trozos del granito gnéisico glandular.

Como ya hemos expuesto, este granito se origina por asimilación y homogeneización del granito de Lage, según puede observarse en sus bordes.

Se trata pues de un proceso de regranitización y debe por lo tanto considerarse como un granito palingénico emplazado in situ, o sea que no ha sido extravasado de su lugar de formación.

En general se trata de un granito bastante extendido por todo el occidente de Galicia, y en general allí donde aflora todavía el complejo de granito de Lage; por ejemplo en la provincia de Pontevedra en Aldán y al sur de Vigo, también se encuentran en el interior de Galicia; por ejemplo en la provincia de Lugo, cerca de Friól, donde se puede comprobar igualmente su origen a partir de las rocas del grupo de Lage que se extiende al sur de Villalba.

#### d. *El granito de dos micas homogéneo de Muros*

Este granito de dos micas de grano homogéneo que llamamos de Muros por hallarse típico en la proximidades de este puerto ocupando la parte nord-occidental de la ría de Noya, se desarrolla en realidad por extensas comarcas de Galicia constituyendo sin duda el granito más abundante del occidente de Galicia.

Su origen no está todavía muy claro, pero nosotros lo consideramos como un aspecto más homogeneizado del granito porfiroide de la Ruña o sea que probablemente se ha originado análogamente a este por la regranitización del complejo de Lage en grandes espacios.

A esta punto de vista nos lleva también la consideración de su carácter discordante con relación a dicho complejo de Lage, cuya continuidad interrumpe claramente en numerosos lugares de Galicia.

También en algunos puntos da la impresión que irrumpe discordantemente en el complejo antiguo englobando grandes enclaves gnésicos de dicho complejo como ocurre por ejemplo en el S—E de Mazaricos en el lugar de Viojo y más al sur hacia Outes.

#### **Las rocas del lopolito**

Existen en la provincia de La Coruña, y en todo caso abarcando los límites de esta con los de Pontevedra al sur, y la de Lugo al este, una importante serie de afloramientos de rocas básicas, que al cartografiarlas adoptan la forma de un círculo algo elíptico que se cerraría en el mar.

Aunque estos afloramientos no constituyen un todo continuo y uniforme, sino que en ciertos sitios aumentan en extensión y en otros llegan a quedar interrumpidos, ya hace bastante tiempo que hemos pensado en la posibilidad de que se tratase de un afloramiento lopolítico análogamente a lo que ocurre con casos análogos bien estudiados en la literatura geológica.

Su diámetro es variable según la dirección, pero como valores medios pueden darse los siguientes: N—S: 100 Km., E—O: 60 Km.

En general puede decirse que presenta un buzamiento constante hacia el interior de la cuenca lopolítica.

La petrografía de las rocas constituyentes es muy variable y no se halla distribuida regularmente, sino predominando en ciertas regiones los tipos más básicos.

Un esquema muy resumido es el siguiente:

1. Un grupo de rocas dioríticas básicas con andesina, piroxeno y hornblenda que se encuentra intercalando los esquistos en Barrañán, (Hoja de Carballo).

2. Un extenso afloramiento de gabros con ilmenita al norte de Carballo alternando con anfibolitas.
3. Un gran macizo de gabros olivínicos muy frescos, rodeado de anfibolitas, que se extienden desde el Monte Castelo hasta Carballo con una superficie de cerca de 200 Km<sup>2</sup>. Este macizo por su borde occidental está orlado por una banda de piroxenitas.
4. Otro gran macizo de anfibolitas situado al este de Santiago de Compostela, y que engloba importantes masas de pirrotina y piritas cupríferas que se extienden por Touro.
5. Una serie de afloramientos de peridotitas, piroxenitas y serpentinas por la orilla sur del río Ulla, en Bandeira, Las Cruces y Berredo.
6. El anterior afloramiento se ensancha al norte del río Ulla hacia el este de Mellid, adquiriendo gran desarrollo por el río Furelos, remontando los montes de Corno do Boy y llegando hasta las Rías cerca de Sobrado.
7. Ya al norte de Sobrado se desarrolla otro gran afloramiento de peridotitas y piroxenitas que llega hasta Teijeiro.
8. Después de una interrupción de algunos Km. vuelven a aflorar las peridotitas serpentinizadas en Irijoa al este de Betanzos y también en pequeños afloramientos al norte de Curtis y Puente deume.
9. Por último encontramos el mayor afloramiento de rocas básicas en el extremo norte de la provincia, desde Moeche, al este de Ferrol hasta el Cabo Ortegal, abarcando la gran masa montañosa de la sierra de la Capelada con más de 200 Km. de rocas básicas constituidas por anfibolitas (PARGA-PONDAL, 1932) y piroxenitas (MARTÍN CARDOSO y PARGA-PONDAL, 1951). En el borde este se halla las minas de pirita de cobre de Cerdido.

La investigación detallada de este importante círculo de afloramientos básicos y ultrabásicos está todavía por hacer.

No se conoce tampoco la edad de su intrusión, que bien pudiera ser algo más antiguo de lo que en un primer momento hemos supuesto.

Tampoco se conoce en detalle la distribución de sus rocas ni la importancia de las deformaciones tectónicas que sin duda ha experimentado.

He aquí pues un interesante campo de estudio para los futuros geólogos de Galicia.

### **El granito migmatítico de Lage**

El granito gnéisico de dos micas ocupa una considerable extensión en el extremo occidental de Galicia y de modo particular en esta parte del N—O. de la provincia de La Coruña.

Donde se encuentra más típico es en la parte de la costa que se extiende desde las islas de Sisargas hasta Lage donde ya fué mencionado por SCHULZ en 1835.

Como ya ha sido indicado en otro lugar (vease Hoja de Lage nº 43, de Tuy nº 261 y de Oya nº 260), este granito posee una estructura muy variable y puede considerarse como un granito anatexítico.

Frecuentemente se hallan englobados dentro de él, pero poseyendo la misma orientación, extensas zonas de esquistos migmatíticos formados fundamentalmente por micacitas y esquistos gnéisicos biotíticos más o menos migmatizados.

La orientación general de todo este complejo de granito y migmatitas es N.15°E.

Hacia el este y sur de Lage y en una faja que se desarrolla paralela a la banda polimetamórfica del complejo antiguo, este granito gnéisico de Lage adquiere una estructura glandular formada por grandes glándulas de feldespatos, blancos a las que se adapta la biotita con aspecto que recuerda al fluidal pero que probablemente es debido a una intensa deformación milonítica.

Las glándulas feldespáticas pueden llegar a tener hasta diez centímetros.

Su textura es muy particular y en ella pueden distinguirse dos direcciones bien determinables; una según la orientación de las biotitas y otra según la que adoptan las glándulas, ambas forman entre sí un ángulo de 15 a 20°.

En general esta textura se puede también reconocer en el granito gnéisico de grano normal de Lage y su interpretación puede atribuirse a los fenómenos de gneisificación y milonización del conjunto.

Este complejo de esquistos y granito gnéisico de dos micas lo consideramos como una unidad geológica más moderna que la que llamamos „El Complejo Antiguo” por las razones que exponemos al ocuparnos de este. Lo principal es la ausencia aquí del sistema de rocas básicas más o menos concordantes que invaden al Complejo Antiguo.

La edad del grupo de Lage debe no obstante ser ante silúrica y probablemente precámbrica pues continua sin interrupción hasta zonas, bien datadas en Portugal.

La intensa granitización posterior que sufrió este complejo de rocas dando lugar a los granitos no orientados, palingénicos, es probable que pueda atribuirse a la orogenia herciniana.

### El complejo antiguo

Desde la costa de Malpica (Hoja 44), hasta la ensenada de Abanqueiro y Rianjo, en la ría de Arosa (Hoja 152), se extiende una estrecha y larga faja de rocas altamente metamorfizadas que a pesar de su gran diversidad ofrecen características que inducen a agruparlas en una unidad geológica perfectamente definida a la cual atribuimos una edad anterior a todas las formaciones limítrofes.

Su longitud es de unos 80 Km. y su anchura media de unos 6 Km., ocupa pues una superficie aproximada de cerca de 500 Km<sup>2</sup> y ofrecen como puede verse en el mapa ligera convexidad hacia occidente.

La roca más extendida es el gneis glandular de biotita pero son también muy frecuentes los esquistos gnéisicos, las grauvackas, los esquistos arcillosos los granitos gnéisicos cataclásticos con biotitas y hornblendas cloritizadas. Hacia su centro entre Baiñas y Mazaricos se desarrollan rocas con anfíboles alcalinos que dan lugar a gneises y granitos gnéisicos de riebeckita. Por último, todo el conjunto de rocas anteriormente mencionadas se hallan atravesadas por numerosas intrusiones de rocas básicas intensamente metamorfizadas que pueden clasificarse como anfíbolitas, anfíbolitas granatíferas, piroxenitas granatíferas y eclogitas.

Vemos pues que la complejidad petrográfica es grande y consecuentemente su exacta cartografía ofrece no pocas dificultades a las que deben unirse las derivadas de una profunda alteración meteórica que llega a desfigurar completamente la roca original. Por otra parte la frondosidad e

intensidad del cultivo ocultan los afloramientos de las rocas haciendo infructuosas las observaciones en grandes zonas.

En el mapa que presentamos puede verse sin embargo un esquema de la estructura petrográfica y tectónica de esta compleja unidad de la geología de Galicia, según observaciones propias efectuadas durante los últimos años (I. P. P., 1948—1954).

El hecho de que todas las rocas de este complejo, se hallen mas intensamente metamorfizadas y tectonizadas que las rocas de las formaciones limítrofes, así como que en ellas se observen fenómenos polimetamórficos y de granitizaciones que no se ven en dichas otras rocas limítrofes nos induce a asignar a este complejo de rocas una edad muy antigua, sin duda anterior a los granitos y esquistos del grupo de Lage.

Confirman esta atribución el hecho de que el emjambre de rocas básicas que invade este complejo de rocas se halla exclusivamente circunscrito a el y no se encuentran en las rocas externas, como son los granitos y esquistos migmatíticos del complejo de Lage.

Mineralógicamente este complejo antiguo puede caracterizarse por la inestabilidad de las micas biotitas y muscovitas las cuales se encuentran en reliquias fuertemente deformadas y transformadas. Análogamente ocurre con las hornblendas. Únicamente las, relativamente modernas dentro de la antigüedad del conjunto, intrusiones de granitos de riebeckita ofrecen este anfíbol alcalino con alguna estabilidad.

Dentro del complejo la distribución de las rocas es la siguiente. En Malpica predomina gneises biotíticos con alguna moscovita; en Puenteceso y Zas con biotita y hornblenda; En Baiñas y Mazaricos son gneises con riebeckita. En Noya vuelven los gneises de biotita.

Las rocas básicas adquieren gran desarrollo en la zona entre Zas y Mazaricos llegando a formar extensos afloramientos.

En general el complejo antiguo se halla intensamente tectonizado y es facil descubrir mediante detallada cartografía numerosas fallas y zonas de milonitización que dan lugar a bloques más hundidos que otros, pasando bruscamente de un nivel relativamente alto a otro más profundo de metamorfismo.

Estas fallas pueden bien pertenecer exclusivamente al complejo o bien abarcar igualmente las formaciones próximas del grupo del granito de Lage y seguramente hay fallas que han jugado varias veces desde tiempos muy remotos. En nuestro mapa señalamos únicamente las zonas de fallas más acusadas. No hay duda que mediante una observación más detallada podrá aclararse la historia evolutiva de este complejo geológico. Además es muy probable que en otras partes de Galicia menos estudiadas pueda reconocerse la existencia de terrenos pertenecientes a este grupo del Complejo Antiguo. Así por ejemplo consideramos que debe incluirse en el además de su prolongación hasta Vigo y Tuy, con las rocas de riebeckita, allí comocidas, los gneises y granitos gnéisicos de riebeckita del este del Monte del Carrio y los de Silleda en el centro de Galicia. También y como niveles superiores de este complejo quizá deban incluirse las micacitas, grauvackas y esquistos, de extensas zonas gallegas, por ejemplo los llamados esquistos de Ordenes que se hallan rodeados por la intrusión de las básicas del lololito.

## Resumen

El complicado aspecto que acabamos de ofrecer a nuestros lectores al pretender explicar someramente el esquema cartográfico que hemos elaborado como consecuencia de las numerosas excursiones geológicas que hemos efectuado por Galicia durante los últimos años, puede resumirse en el cuadro siguiente:

Cuadro provisional (1955)

<i>Orogenia edad</i>	<i>Grupo de rocas</i>	<i>Deformación génesis</i>	<i>Tipos petrográficos</i>
Alpina 60 m.a.	Traba	Nada — intrusión	Granito de Traba Sienita de Bardullas Riolitas
Herciniana 250 m.a.	Muros	debil + + granitización	Diorita de Bayo Granito de Coruña Granito de la Ruña Granito de Muros
			Lopolito
Huroniana 800 m.a.	Lage	intensa + + + migmatización	Granito gnésico de Lage Granito glandular de Cabral
Arcaica 1200 m.a.	Malpica	muy intensa + + + + migmatización	Granito de Penedo Gneis de Borneiro Gneis de Baiñas Rocas básicas metamórficas

En este cuadro damos además, y con objeto de que sirva de orientación, una posible correlación de los grupos, unidades geológicas y tipos de rocas descritos, con las orogenias y cronología hoy más corrientemente admitidas, pero sin que esta comparación quiera decir que actualmente se pueda aceptar como definitiva esta clasificación cronológica de las rocas gallegas.

Únicamente pues, debe verse en este cuadro un intento provisional de centrar ideas que sirvan para iniciar ulteriores investigaciones.

## Bibliografía

- BARROIS, CH., 1882. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. Mem. Soc. geol. du Nord, T. 2, Mem. 1, Lille.
- BRÁK-LAMY, I., 1952. Granitos de Serra de Sintra. Bol. Soc. geol. Portugal, v. 10, pag. 77—126.
- CARLÉ, W., 1945. Ergebnisse geologischer Untersuchungen im Grundgebirge von Galicien (N. W. Spanien). Geotekt. Forsch., Heft 6.
- CARRINGTON DA COSTA, J., 1952. Os movimentos caledonicos e preliminares Hercinicos na Península Iberica. Bol. Soc. Geol. Port., v. 10, pag. 142.
- Mapa Geológico de España. 1: 50.000, con explicación.
- Hoja nº 43, Lage, 1953
  - Hoja nº 44, Carballo, 1953
  - Hoja nº 261, Tuy, 1953
  - Hoja nº 68, Camariñas, 1954
  - Hoja nº 67, Mugia, 1954
  - Hoja nº 61, La Coruña, 1948
  - Hoja nº 6, San Salvador de Serantes 1942
  - Hoja nº 20, Sisargas, 1952
  - Hoja nº 260, Oya, 1954.
- MARTEN CARDOSO, G. J., PARGA-PONDAL, I., 1951. Kotschubeita de la Sierra de la Capelada, Cabo Ortegal, Galicia (España). — Notas y Com. Inst. Geol. Min. Esp. nº. 24.
- PARGA-PONDAL, I., 1931. Estudio petroquímico de la diorita cuarcífera de la Estaca de Vares (Galicia). — An. Soc. Esp. Fis. Quim. 39, pags 552—555.
- PARGA-PONDAL, I., 1932. Petroquímica de la anfibolita con titanita de Riboira (Galicia). An. Soc. Esp. Fis. Quim. 30, pags 426—432.
- PARGA-PONDAL, I., 1935. Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos. Anais Fac. ciencias. Porto, v. 20.
- PARGA-PONDAL, I., y TORRE-ENCISO, E., 1953. Sobre una relación entre los tipos de disyunción de los granitos gallegos y su historia geológico-tectónica. Notas y com. Inst. Geol. Min. Esp., v. 32, pag. 3—33.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., et DE PEDRO, F., 1953. Estudio petrológico del afloramiento basáltico del Cabo San Adrian (La Coruña). Notas y Com. Inst. Geol. Min. Esp., v. 29, pag. 37—54.
- SCHULZ, G., 1835. Descripción geognóstica del Reino de Galicia, avec une carte petrographique de 1834. Madrid.
- TEIXEIRA, C., 1945. Alguns aspectos da geologia dos granitos do norte Portugal. Pobl. Soc. Geol. Port.
- , 1954. Notas sobre Geologia de Portugal, O complexo cristalofílico antigo. Lisboa.
- , 1954. Os conglomerados do Complexo xisto — grauvaquico ante-silurico. Comm. Serv. geol. Portugal, v. 35.
- , 1955. Notas sobre Geologia de Portugal, O complexo xisto — grauvaquico ante-ordoviciano. Lisboa.
- TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F., et BRÁK-LAMY, I., 1950. Acerca dos filones doleríticos relacionados com os jazigos uraníferos Portugueses. Bol. Soc. Geol. Port., v. 8.
- TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F., et BRÁK-LAMY, I., 1951. Rochas basálticas e doleríticas da Orla occidental do Maciço antigo. Rev. Facul. Cienc. Lisboa, 2 ser.-C., v. 1, pag. 30 y 336.
- TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F., et BRÁK-LAMY, I., 1952. Geologie et petrographie du Massif éruptif de Sintra (Portugal). Bol. Soc. Geol. Portugal, v. 10, pag. 23—57.
- TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F., et BRÁK-LAMY, I., 1953. Granitos porfíroides do Minho. Bol. Soc. Geol. Port., v. 11, pag. 101 y 118.