

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA  
INFORMACION COMPLEMENTARIA**

**RIBADEO  
(10) (0903)**

**EL GRUPO DE PORCIA - LOS CAMPOS - SALAVE**

**1.976**

**DOMINGUEZ**

- 20010

HOJA 09-03

RIBADEO

INFORMACION COMPLEMENTARIA



**IMINSA**

---

**- 20010**

EL GRUPO DE PORCIA-CAMPOS-SALAVE

(TAPIA DE CASARIEGO)

- 20010

INDICE

1. - GEOLOGIA DE LOS AFLORAMIENTOS

1.1 - Situación y dimensiones

1.2 - Las rocas encajantes

1.3 - Estructuras de los afloramientos

2. - PETROGRAFIA

2.1 - Gabros biotítico-anfibólicos

2.2 - Leucogabros biotítico-piroxénicos

2.3 - Granogabros hipersténicos

2.4 - Leucogabros holoplagioclásicos de grano grueso a medio

2.5 - Las granodioritas

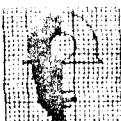
2.6 - Las cuarzodioritas

2.7 - Rocas dioríticas alteradas

3. - SECUENCIAS PARAGENETICAS

4. - DATOS GEOQUIMICOS

5. - BIBLIOGRAFIA



IMIINSA

1.

- 20010

## 1. - GEOLOGIA DE LOS AFLORAMIENTOS

### 1.1. - SITUACION Y DIMENSIONES

Se trata de tres pequeños stocks situados entre el río Porceña y la localidad de Tapia de Casariego. De Este a Oeste, el primero de ellos está emplazado en la margen izquierda del río Porceña, tienen una extensión algo inferior a un km. cuadrado; el segundo, a continuación de este hacia el Oeste, es el de mayor extensión con  $4 \text{ km}^2$  aproximadamente; el tercero es el de Represas que aflora en la playa de ese nombre con una superficie mucho menor, pues seguramente no alcanza más de los  $200 \text{ m}^2$ . En total contamos con una extensión superficial de aproximadamente  $5 \text{ km}^2$ . Se encuentran alineados en dirección N-75°W que parece corresponder a una zona de debilidad de los materiales de cobertura, tal vez debida a fracturas. En las cercanías de la playa de Represas parece bastante claro, ya que existe una falla de dirección aproximada N-72 W con la que suponemos está relacionada la intrusión (la lineación que siguen los stocks es la misma que la dirección de la falla).

La primera cita sobre rocas igneas en esta zona se debe a Schults (1858) para el cual es predominante un granito con diferentes variedades. Barrois (1882) hace un estudio microscópico muy detallado de estas rocas clasificándolas como kersantitas granitoideas, kersantitas porfidicas y kersantitas compactas, todas ellas son atribuidas a una intrusión reciente. Años más tarde, Mallada (1895) describe



IMINSA

2.

-2010

un grupo de rocas hipogénicas, cuyo afloramiento de mayor extensión de 3 km. de NW a SE, situa entre las Iglesias de Campos y San Martín de Tapia. Su anchura la calcula en menos de los 1000 m. No especifica el tipo de rocas que lo constituyen, pero en otra parte de la obra y al hacer una relación de localidades en las que aparecen diferentes rocas plutónicas, cita sienitas en esta zona. San Miguel de la Cámara (1936) también nos habla de sienitas y granitos en Salvale y Campos. Son Farber y Jaritz (1964) los que encuentran una mayor variedad petrográfica cuando estudian el corte de la costa entre Ribadeo y San Esteban de Pravia. Describen gabrodioritas, gabriodioritas cuarcíferas, granitos y dioritas cuarcíferas. Es con los que estamos más de acuerdo por haber encontrado una diferenciación desde granogabros bastante básicos a granodioritas y granitos aplíticos de composición monzonítica.

#### 1.2. - LAS ROCAS ENCAJANTES

Las intrusiones están emplazadas en la denominada Serie de los Cabos; en los tramos correspondientes al Cámbrico Superior y tránsito al Ordovícico Farber y Jaritz (1955, 1964).

Según la estratigrafía dado por los autores antes citados en la Ensenada de Poreña y entre las capas del Ordovícico Inferior y las capas de Valdepares, faltan las correspondientes al Llandeilo (capa de Navia y capas de Luarca). De nuestras observaciones de campo en zonas más al Sur, Hoja de Vegadeo (nº 25 del mapa topográfico Nacional - 1: 50.000) y según datos de V. Suárez (comunicación personal),



IMINSA

-20010

3.

hemos deducido la posible existencia de una laguna estratigráfica que hace desaparecer la mayor parte del Llandeilo, reposando directamente el Silúrico sobre la Serie de los Cabos, un hecho análogo fué señalado por Ph. Matte (1968) en la Sierra del Caurel (León) y dicha laguna es interpretada como debida a ligeros abombamientos tectónicos.

Las rocas encajantes están constituidas por pizarras arenosas y arcillosas de tonos verdosos o azulados y grisáceos alternando con tramos predominantemente cuarcíticos. La dirección de estas capas es muy variable, oscilando entre 20 y 30 al E con buzamientos medios de 50°, debido a que están muy plegadas, (fig.1).

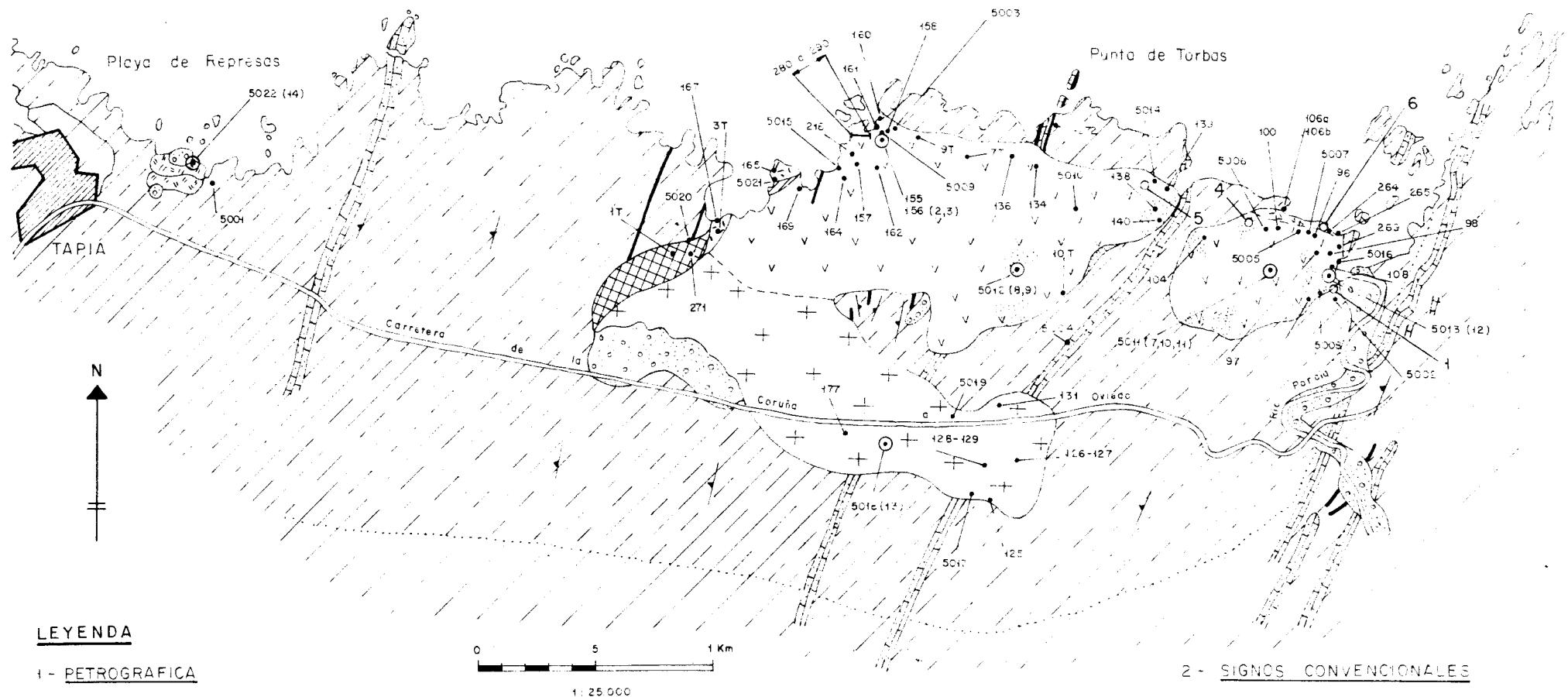
Las pizarras están constituidas por cuarzo, sericitá, moscovita y clorita como esenciales, existiendo también óxidos de Fe y algo de biotita, turmalina y círcón como accesorios. Algunas tienen una pizarrosidad muy marcada con las micas y muy alargadas y orientadas paralelamente, presentando el cuarzo elongación según la misma dirección. En las cuarcitas se han encontrado como minerales pesados círcón, apatito, turmalina, andalucita y sillimanita, además de óxidos y sulfuros de hierro mucho más frecuentes.

Toda la serie está bastante fracturada y en la zona más próxima a Tapia de Casariego existen pequeñas fallas, quizás hayan podido formar una especie de cubeta, no muy profunda, en la que se pudo sedimentar el material aparentemente carbonífero localizado en la playa de Represas. Este conglomerado formado por cantos de las rocas de la zona y con escaso cemento parece ser anterior a la intrusión, ya que no hemos encontrado cantos de las rocas plutónicas. Se presenta fracturado y roto en dirección casi perpendicular a su estratigraficación, lo que parece indicar movimientos tectónicos posteriores.

M A R

C A N T A B R I C O

FIG. 1

LEYENDA1 - PETROGRAFICA

0 5 1 Km  
1:25 000

Leucogabro holoclaico-clásico

Aplito

Pórfido

→ Dirección e inclinación de la estratificación

Gabro biotítico piroxenico

Felsita

Serie de los Cabos

• Muestra n° 224

Granogabro hipersténico

Granodiorita porfídica

Sedimentos de rosa y oxiáquicos

○ 9 Fotografía n° 9

Granodiorita

Roca dioritica alterada

Metamorfismo

○ 224 (9) Microfotografía n° 9 de la muestra n° 224

2 - SIGNOS CONVENCIONALES



Las rocas del Paleozoico Inferior están afectadas por la intrusión de una manera más o menos intensa. La aureola de contacto no alcanza gran desarrollo en la parte de Porcίa pero se prolonga notablemente hacia Tapia de Casariego. Se evidencia así una relativa proximidad de la roca intrusiva a la superficie actual. Las zonas de mayor metamorfismo de contacto corresponden a los tramos de pizarras más arcillosas que aparecen transformadas en rocas de aspecto cornubianítico o bien en pizarras mosqueadas en mayor o menor grado. Por el contrario cuando se trata de bancos cuarcíticos no presentan diferencias, tanto si están cerca o lejos de la intrusión.

Tanto la masa plutónica, como la aureola de metamorfismo, son completamente discordantes con las estructuras generales de las rocas de la zona a las que cortan casi perpendicularmente.

Dentro de la aureola de contacto no ha sido posible cartografiar zonas mineralógicas debido a la alteración que presenta en amplias zonas, así como por el recubrimiento de los sedimentos de la rasa de algunos metros. Se trata de sedimentos constituidos por cantos de cuarzo de tamaño variable y cementados por material arcilloso-arenoso irregularmente distribuido. Tienen una potencia de varios metros y su origen marino a fluvial no está completamente aclarado.

Al Este de Porcίa el metamorfismo se caracteriza por un gran desarrollo de facies granatíferas que se distinguen fácilmente en la margen izquierda del río, sobre unas pizarras arenosas de color rojizo en contacto con la roca gabroica. Estas pizarras están en el mismo contacto muy replegadas observándose al mismo tiempo una segregación de elementos claros y oscuros que les dan cierto aspecto migmatítico, (foto 1). Están muy alterados y al microscopio solo se distingue una masa sericítico-arcillosa rica en óxidos de



**IMINSA**

6.

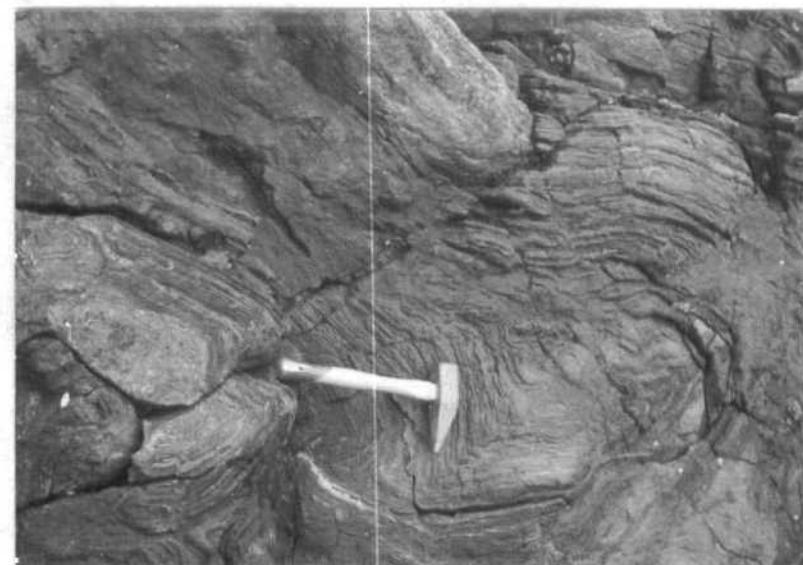


FOTO. 1. - Pizarras metamorficas muy ricas en granates,  
próximas al contacto con el granogabro de  
Porcia.



hierro, granate, cuarzo y biotita (en parte cloritizada), moscovita y seudomorfos sericíticos que parecen reemplazar silicatos aluminínicos de hábito primático, probablemente andalucita o sillimanita. La moscovita y el cuarzo son en parte secundarios.

Las asociaciones observadas en diferentes muestras de las citadas pizarras se pueden esquematizar en las siguientes:

Granate - Cuarzo - Oxidos de hierro -(Sericita)

Granate - Cuarzo - Biotita - Clorita - Oxido de Fe -(Sericita)

Granate - Cuarzo - Biotita - Andalucita - (Moscovita)

pertenecientes todas ellas a la facies de las cornubianitas - hornbléndicas, Winkler (1966) y Turner (1968), desarrolladas a partir de rocas pelíticas ricas en manganeso y relativamente en potasio. Hacia el Oeste y en los tramos más arcillosos, la asociación encontrada:

Andalucita - Cuarzo - Moscovita - Biotita - (Plagioclasa)

pertenecientes a la misma facies que las anteriores.

En el contacto de Salave (stock de mayores dimensiones) se han encontrado gran número de conjuntos mineralógicos diferentes, en espacios muy pequeños. Las principales asociaciones observadas son las siguientes:

- 1) Espinela-Corindón-(Biotita)-(Plagioclasa)
- 2) Cordierita-Plagioclasa-Espinela-(Corindón)-(Biotita)
- 3) Corindón-Espinela-Plagioclasa-Sillimanita-(Biotita)
- 4) Corindón-Biotita-Oxido de Fe-(Espinela)-(Sericita)
- 5) Cordierita-Biotita-Oxido de Fe-(Plagioclasa)-(Ortosa)
- 6) Biotita-Cordierita-Cuarzo-Oxido de Fe.
- 7) Sillimanita-Cordierita-Biotita-Andalucita-(Espinela)
- 8) Sillimanita-Cordierita-Biotita-Andalucita-(Corindón)
- 9) Andalucita-Sillimanita-(Espinela)-Oxidos de Fe-(Sericita)



- 10) Granate-Cuarzo-Biotita-(Cordierita)
- 11) Turmalina-Plagioclasa-Biotita
- 12) Cuarzo-Hiperstena-Cordierita-Biotita-(Feldespato K)
- 13) Silitmanita-Biotita-Plagioclasa
- 14) Andalucita-Silitmanita-Biotita-Cuarzo
- 15) Andalucita-Silitmanita-Biotita-Plagioclasa-Cuarzo-Apatito

cuya variación nos da una idea de la anisotropía de las rocas encajantes en cuanto a composición química. La característica más destacada es la aparición de espinela y corindón que coexiste con diferentes silicatos alumínicos y que hacen comparable este metamorfismo al desarrollo en series del Dalradian muy ricas en aluminio y con déficit de sílice en las aureolas: Comrie, en contacto con un plutón diorítico y Lochnagar en torno a granodioritas de Eacocia y pertenecientes a la facies de las Corneanas Piroxénicas. En la primera aureola Comrie (Tilley, 1924) el pilomorfo  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  es andalucita mientras que en la segunda aparece la silitmanita. Aquí nos encontramos con ambos minerales aunque más frecuente es la silitmanita.

Las cuatro primeras asociaciones (fotos 2 y 3) son propias de sedimentos alumínicos pobres en sílice mientras que la 5<sup>a</sup> se habrá desarrollado a partir de una banda cuarzo-feldespática, rica en Fe y Mg (la cordierita, tienen aquí un mayor desarrollo, está en grandes cristales frente a los pequeños granos en las asociaciones anteriores). Al disminuir la relación  $\text{MgO}/\text{FeO}$  aparece la 6<sup>a</sup> y los conjuntos 7 y 8 son propios de series muy alumínicas en las que a veces la espinela y/o corindón se originan en vez de andalucita y cordierita por escasez de sílice, pero en menor cantidad que en las primeras. La aparición de almandino asociación 10, está



restringida a sedimentos con altas proporciones FeO/MgO (Turner y Verhoogen, 1960).

A partir de rocas ricas en magnesio aparece la hiperstena (12).

De todo esto se deduce la existencia de gran número de variaciones en los sedimentos primitivos al mismo tiempo que nos indica la escasa movilidad química durante el metamorfismo de contacto. La mineralogía de estas rocas próximas al contacto es tan compleja que muchas veces en una misma lámina delgada se observan dos o tres niveles con asociaciones minerales diferentes.

En Represas el metamorfismo de contacto parece a simple vista menos intenso. Se manifiesta en un débil mosqueado en las pizarras. Las asociaciones encontradas son:

Biotita - Moscovita - Cuarzo - (Clorita) - (Apatito)  
Biotita - Moscovita - Cordierita - Cuarzo

típicas de sedimentos pelíticos con exceso de SiO<sub>2</sub> y que pueden asignar a las facies de las corneanas con albita y epidota o a las Corneandas Hornbléndicas.

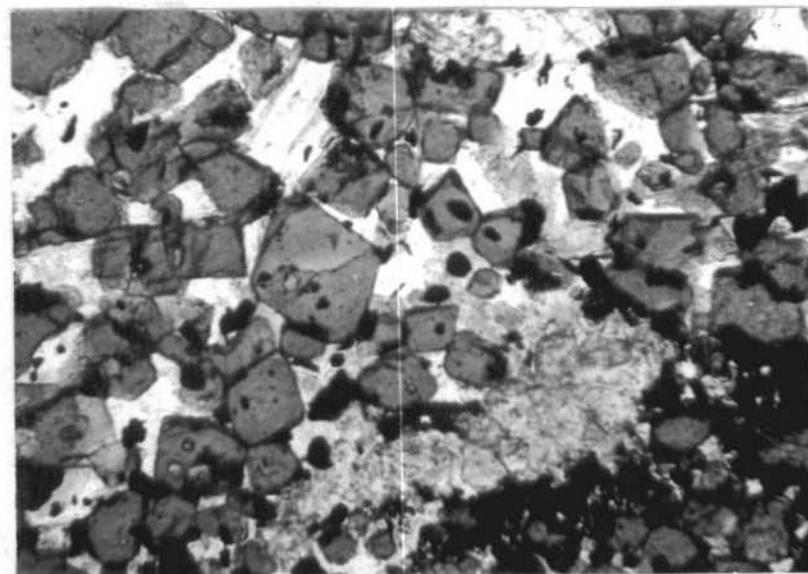
### 1.3. - ESTRUCTURAS DE LOS AFLORAMIENTOS

Por encontrarnos en la rasa litoral con abundantes sedimentos y fuerte vegetación que enmascaran los afloramientos, no se han podido realizar estudios minuciosos de tectónica de detalle. En los estudios microscópicos se observan frecuentes fenómenos de cataclasis, (Fig. 6) que apoyan la idea de fracturas posteriores al emplazamiento.



IMINSA

10.



MICROFOTO. 2. - Asociación: espinela - corindon - óxidos opacos en el metamorfismo de contacto de Tapia. X 104. Nic. //, Lám. 156



MICROFOTO. 3. - Espinela asociada a corindón, en forma de cristales alargados y a biotita. Pertenece a la misma serie metamórfica que la anterior. X 104. Nic. //, Lám. 156

No



Sin embargo hemos podido tomar bastantes datos de diaclasas y microfracturas aprovechando las buenas condiciones de observación, que ofrecen los acantilados. En total se han proyectado estereográficamente 500 diaclasas correspondientes a tres estaciones. Para cada una de las cuales hemos realizado un diagrama "Schmidt". Uno de estos, que corresponde a un cuerpo aislado de la masa intrusiva principal, presenta una distribución muy clásica y muy generalizada en las rocas graníticas (Fig. 2D) pudiendo apreciarse dos sistemas ortogonales con direcciones N-40 a 60-W y buzamientos subverticales al N y S, y el otro N-30 a 50 E y buzamientos igualmente casi verticales, aunque se aprecian zonas de máxima frecuencia con buzamientos de 75 a 85 S.

Las conclusiones a que se llega en los otros dos diagramas (Figs. 3D y 4D) son idénticos para ambos. El rasgo más significativo es que las líneas de igual densidad de puntos se disponen vagamente sobre un círculo máximo recordando diagramas de esquistosidades en abanico. Esto es muy interesante, ya que el eje de dicho círculo máximo es por lo tanto, el eje de rotación de todas las diaclasas, de modo que puede definirse como un conjunto único rotacional en abanico alrededor de un eje de dirección N-85 W y con un cabecero de 70°.

Este conjunto único presenta sin embargo tres máximos a 90°.

El significado de este eje teórico es un poco problemático, pero da juego para la interpretación de estos sistemas de diaclasas.

Si se realiza un traslación del eje en el diagrama, hasta ponerlo horizontal, se observa que todas las diaclasas se disponen, como es lógico, en una amplia banda que va de Norte a Sur y que el máximo (N-75 E y 70° S) de la figura 3 pasa al centro de la proyección. Esto parece significar que dicho sistema puede ser de diaclasas de techo (diaclasas II de Cloos, 1937) y los otros máximos corresponden a diaclasas longitudinales.

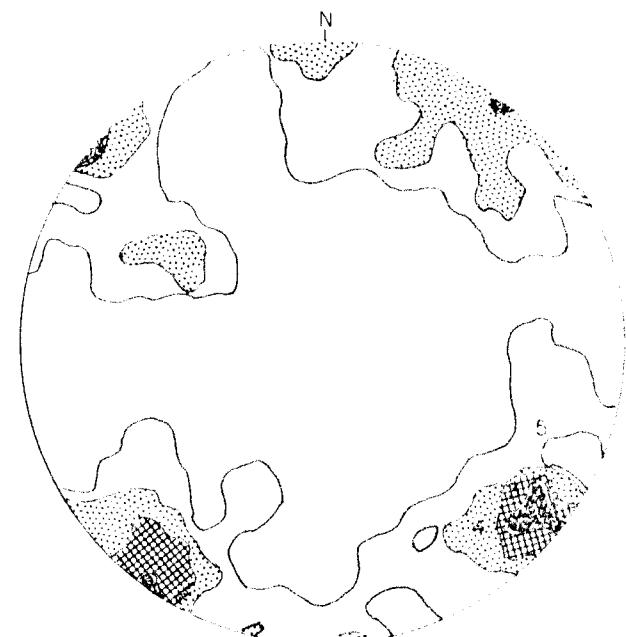


Fig 2

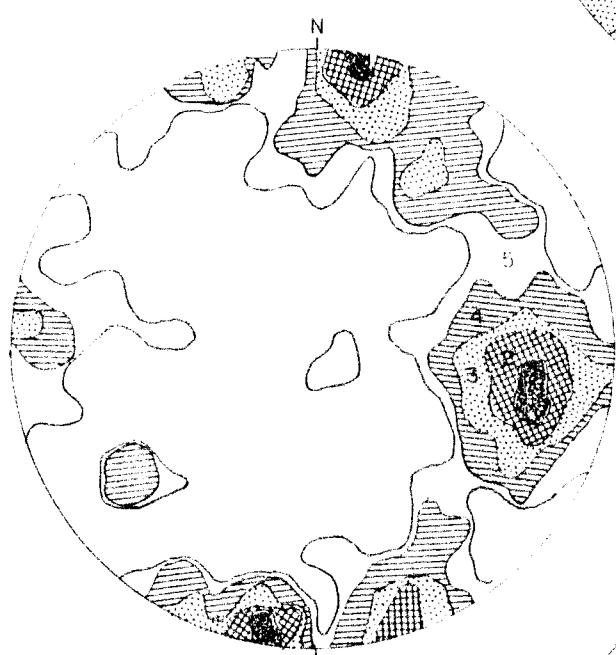


Fig 3

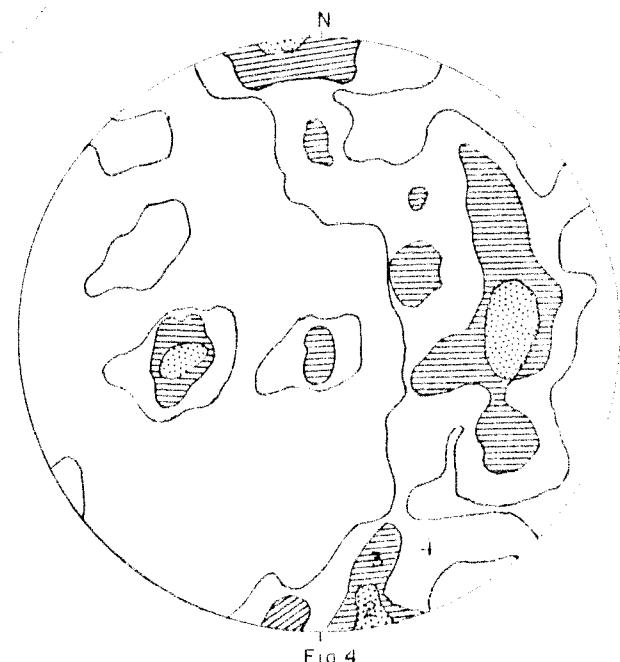


Fig 4

#### POLOS DE DIACLASAS

Figura 2.- Intervalos: (1y2), >20%; (3), 10-20%; (4), 5-10%; (5), <5%.

Figura 3.- Intervalos: (1), >10%; (2), 5-10%; (3), 2-5%; (4), 0, 5-2%,  
(5), <0, 5%.

Figura 4.- Intervalos: (1), >10%; (2), 5-10%; (3), 2-5%; (4), <2%.



Esta deducción, aparentemente forzada, tienen bastantes visos de realidad, ya que además de la deducción del eje teórico del conjunto de diaclasas, los datos de campo nos ponen de manifiesto que la aureola de contacto es muchísimo más extensa en el borde NW del batolito.

La consecuencia inmediata que sacamos es que este eje es el verdadero eje de la masa intrusiva, que se prolonga en dirección NW, es decir, la raíz de este cuerpo intrusivo tiene dirección N-85°W y buzamiento de 70°.

En general se observa una alteración bastante importante, desarrollado preferentemente en las diaclasas (foto 4). Es una típica alteración en bolas (foto 5) que se da a diferentes tamaños, pero bastante inferiores los que se forman en rocas más básicas que los grandes "bolos" originados en las granodioritas.

En algunos acantilados donde la diaclasación no está muy desarrollada y la alteración es escasa, se observa un cierto bandeadío (acentuado por una acción erosiva marina diferencial) que corresponde a diferentes tamaños de grano y a una distribución preferente de los minerales fémicos en algunos niveles (foto 6) que es sobre todo visible en el borde Este del stock y recuerda el bandeadío rítmico que caracteriza las formaciones estratiformes. La escasez de afloramientos con estas características y lo inaccesible de algunos acantilados, nos hicieron desistir de un estudio más detallado por salirse un poco del esquema general de este trabajo, enfocado sobre todo a las rocas graníticas, queda pues pendiente y es un problema a resolver en futuras investigaciones. La naturaleza gabroica de estas rocas es propicia para la formación de estas estructuras y por otra parte al microscopio se han observado texturas que suelen ir parejas con las estructuras, como son laminados igneos y acumulados diferentes (Wager, Brown y Wadsworth, 1960).



IMINSA

14.

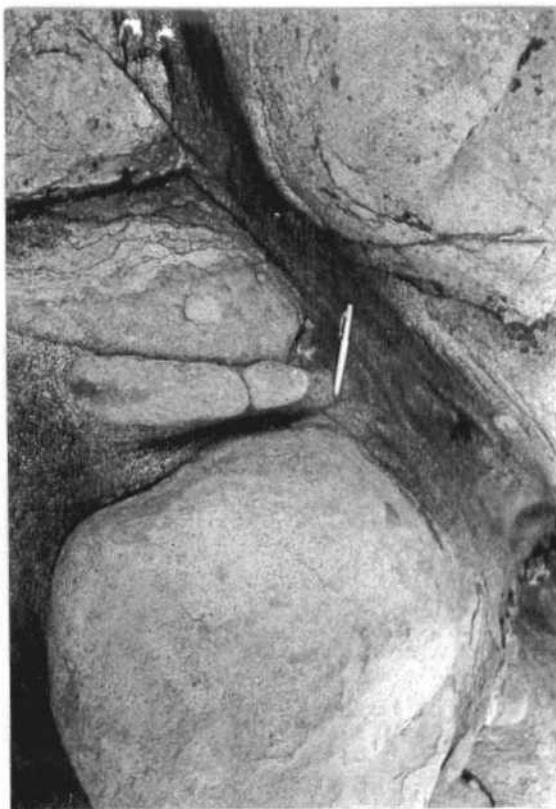


FOTO. 4

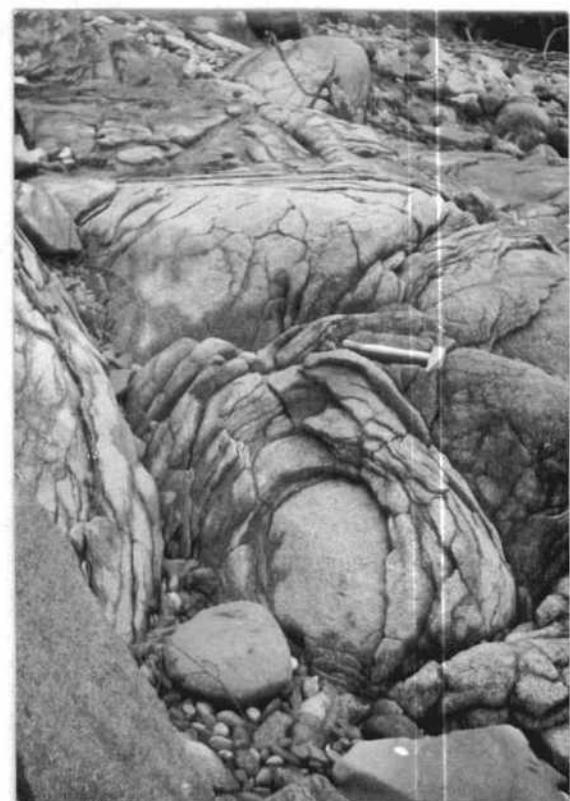


FOTO. 5

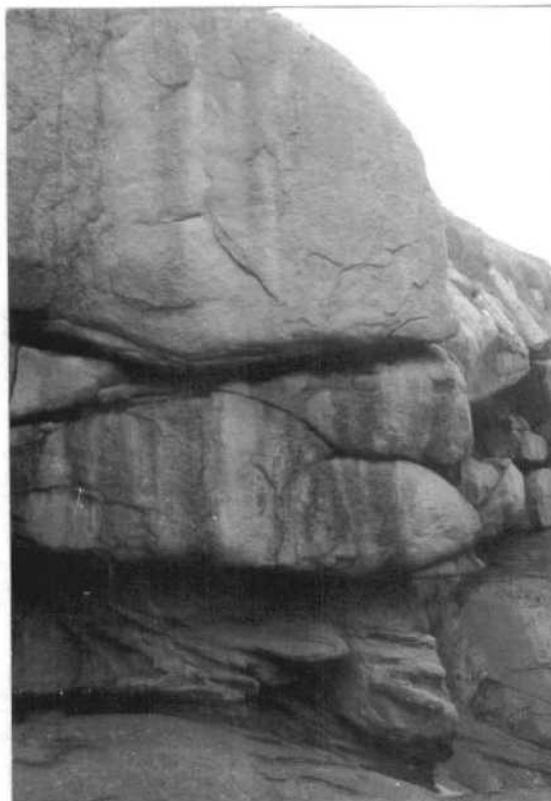


FOTO. 6

FOTO. 4. - Alteración en las rocas gabroicas siguiendo el diaclasado dominante.

FOTO. 5. - Alteración en las rocas gabroicas de Tapia.

FOTO. 6. - Estructuras en las rocas gabroicas con niveles de composición diferente en cuanto a proporción de fémicos.

No



Se han encontrado diques de naturaleza diversa que generalmente siguen direcciones de diaclasas, son de pórfidos, felsitas o de naturaleza básica muy alterados estos últimos, lo mismo que las rocas plutónicas encajantes. También existen otros de composición sienítica, son de color rosado y solo alcanzan varios cms. de potencia, observándose en algunas zonas, feldespato en cristales monoclinicos bastante perfectos. Al microscopio se observa que están constituidos por feldespato potásico en grandes láminas o cristales que engloban cuarzo de menor tamaño, plagioclásas (en parte feldespatizadas) y férmicos muy alterados a clorita. Además de accesorios como circon y esfena. Existe una tectonización importante.

Los pórfidos son de composición ácida con fenocristales de cuarzo, feldespato K y plagioclásas, a veces también biotita-clorita. La pasta es cuarzo feldespática de tipo felsítico o bien microcristalina con texturas micropegmáticas o esferulíticas muy frecuentes.

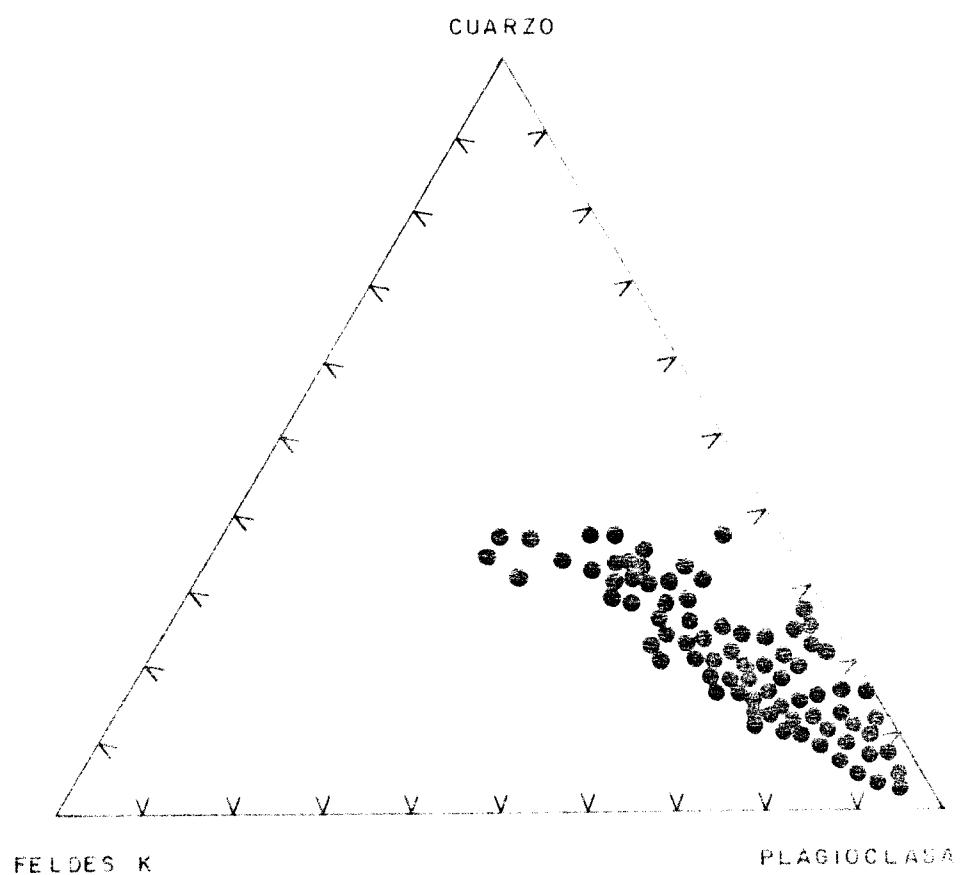


Figura 5.- Representación de 80 análisis modales en el triángulo Cuarzo-Feldespato K + Plagioclasa que corresponden tanto a rocas gabroicas como a granodioritas y aplitas.



### 2.1. - GABROS BIOTITICOS ANFIBOLICOS

Solamente se han encontrado en dos puntos. Son rocas de color gris oscuro o negro que presentan tonos marrones cuando están más alteradas. De grano fino solamente en corte fresco se aprecian, sobre un fondo granulado bastante homogéneo constituido por plagioclasas-femicos, pequeñas masas de brillo metálico que corresponden a concentraciones mayores de óxidos de Fe, biotita, hornblenda. Su índice de color varía entre 45 y 58. Constituyen los únicos gabros verdaderos que hemos encontrado en todo el conjunto de Rocas gabroicas.

Microscópicamente se caracterizan por textura hipidiomórfica granular de tendencia diabásica y ligeramente porfídica debida a las plagioclasmas que pueden alcanzar hasta 3mm de longitud sobre el tamaño medio que es 0,6 a 1 mm.

Plagioclasa En dos formas bien diferentes, tanto en características morfológicas como en composición química:

a) en cristales idiomorfos o subidiomorfos con zonación muy frecuente de carácter irregular con núcleos de bitonita (75-83% de an.) y zona externa bastante discontinua de labrador (60-62% de an.). Macetas más frecuentes de Carlsbad y Albita. Sericitización no abundantes. Engloban granos de opacos, biotita y carbonatos claramente secundarios.

b) en pequeños cristales (menores de 0,1 mm.) formando la mesostasis con orientación diabásica a veces incluidos en láminas anhédrales son menos básicos que el tipo a): (60% an.).

Biotita Parece existir dos generaciones con características propias:

a) en láminas anhédrales raramente idioformes con marcado pleocroísmo de castaño amarillento bastante claro ( $n_x$ ) a castaño rojizo intenso



(ny) incluye pequeños cristales de plagioclasa, apatito, óxidos de Fe. Sin halos pleocroicos. En parte está cloritizada formándose entonces rutillo a veces con disposición sagenítica.

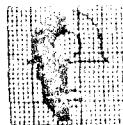
b) en agregados de finas laminillas con pleocroismo menos intenso que la forma a): amarillento ( $N\alpha$ ) a castaño-amarillento ( $N_y$ ). Incluye cristalitos de cuarzo, calcita, sericitita.

#### Anfíbol

a) en láminas anhedrales más frecuentemente de color verde con pleocroismo verde claro ( $N\alpha$ ) a verde oliva ( $N_y$ ), con valores  $2V_x = 7^\circ$  y  $Z \wedge c = 15^\circ$  corresponde a una hornblenda común. Son frecuentes las maculas (100) no muy repetidas. Se encuentran en el borde de piroxenos muy alterados.

b) asociaciones fibrosas o formas laminares, poco pleocroicas de incoloro - verde pálido, se presentan sobre todo asociados a cristales de piroxeno remplazándolos junto con una masa de clorita, calcita y sericitita. Se forman por uralitización de los piroxenos. Son de naturaleza actinolítica y se caracterizan por tener ángulos  $2V_x = 72 - 76^\circ$  y  $Z \wedge c = 10 - 13^\circ$ . La hornblenda verde sería posterior a la variedad fibrosa, a la que a veces engloba o bien estaba en equilibrio en las condiciones en que el piroxeno se uralitizó.

Piroxeno. Aparece solamente en raros núcleos incluido en anfibol fibroso, asociado a calcita, clorita, óxidos de Fe etc. En la parte más externa hornblenda. Se trata de un clinopiroxeno, dialaga en algunos casos con los tres sistemas de exfoliación característicos de esta variedad y bastante uralitizada.



Cuarzo. de carácter totalmente intersticial como la ortosa (0,7%); son de tamaño fino, aunque existen algunas láminas de mayor tamaño que incluyen los microlitos de plagioclasa y otros componentes fémicos.

Carbonatos. Son claramente secundarios. Aparecen en cavidades, incluidos en partes alteradas de plagioclásas o asociados con otros minerales de alteración.

Oxidos de hierro. En formas muy irregulares generalmente asociadas con biotita - clorita. En parte debe ser posterior a la cristalización de las plagioclásas tipo a las que incluye, pudiendo haberse originado en la transformación biotita-clorita y ser secundario. Los óxidos primarios se encuentran como inclusiones en los fémicos y suelen presentar formas más regulares. En escasa proporción se encuentran los accesorios apatito, epidota y leucoxeno.

Dentro de las rocas clasificadas como gabros, cuyas características mineralógicas hemos visto, existen dos tipos, que si bien presentan la misma mineralogía, varían sus proporciones como puede verse en el computo modal siguiente con los valores medios de las citadas variedades.

	AS-159	AS-166
Plagioclásas	37,4	48,4
Cuarzo	4,6	9,9
Feldespato K	0,6	0,7
Biotita	41,2	18,9
Piroxeno	1,2	0,8
Anfibol	1,8	13,0
Clorita	4,7	0,7
Oxidos de Fe	7,7	0,7
Apatito	0,4	0,2
Carbonatos	0,2	1,7



Epidota	0,2	0,5
Leucoxeno		0,4

Resumiendo podemos decir que existen dos variedades de gabros, una caracterizada por la mayor abundancia de biotita que en gran parte parece formarse en un proceso de alteración de piroxenos; es la que tiene un índice de color más alto.

La segunda presenta proporciones similares de biotita y hornblendita, el anfibol es en parte fibroso y sustituye a los piroxenos y es de índice de color más bajo. Parece, pues, que la diferencia entre ambos está en el tipo de alteración de los piroxenos.

En uno y otro caso la roca no transformada sería un gabro constituido por plagioclasas y piroxenos que fué afectado por un proceso de anfibolitización y/o biotización.

## 2.2. - LEUCOGABROS BIOTITICO - PIROXENTICOS

Macroscópicamente son rocas de color gris a pardo negruzco, bastante oscuras y similares a los gabros de I-I, apreciándose en corte fresco mayor abundancia de minerales leucocráticos. Algunas variedades muy biotíticas recuerdan las microdioritas con un fino punteado muy frecuente debido a las micas. El índice de color es muy bajo y varía entre 18 y 25. En las proximidades del contacto son muy frecuentes los xenolitos de las rocas encajantes a veces orientados y de tamaños que varían entre los 5 y los 12 cms. de longitud.

Microscópicamente se caracterizan por tener textura hipidiomorfica granular con tendencia diabásica en cuanto a las plagioclasas. Se distinguen dos variedades diferentes: uno de clara tendencia porfídica y otro de grano mucho más homogéneo, aunque la distinción entre uno y otro no es marcada, existiendo térmicos intermedios de tránsito entre ambos. La mineralogía es la misma con la excepción de la existencia de dos tipos de piroxenos en la variedad no porfídica,



por otra parte hay ligeros cambios en las proporciones mineralógicas.

2-2a.- Variedad microporfídica. Plagioclasas son el constituyente más abundante, presentándose en dos formas diferentes:

- a) en grandes cristales (hasta de 3 a 5 mm.) bastante euhedrales aislados o en sinneusis de cuatro o cinco individuos como máximo. Generalmente no están muy zonadas presentando tan solo una zona externa bastante irregular más ácida. Algunos cristales muestran zonación oscilatoria normal, o zonado irregular. Los núcleos corresponden a labrador con un 62 a 65 % an, mientras que las zonas externas varían entre 53 y 58 % an, siendo las maclas más frecuentes las de Periclina - Aclina, Albita y Albita - Carlsbad. Inclusiones abundantes y de fino tamaño de piroxenos y de óxidos de Fe. Alteración escasa o nula por lo que los cristales son de extraordinaria limpidez. A veces presentan fracturas con recristalización de nuevas plagioclasas o llenas de una masa sericitico cuarcífera (fig. 6).
- b) En microlitos de tamaños inferiores al mm. (tamaño medio entre 0,3 y 0,6 mm.) subidiomorfos de hábito rectangular son de andesina con un 46 - 48 % an y maclados casi siempre según la ley de La - Albita.

Piroxenos. Existen en formas ortorrómbicas y monoclinicas, si bien estas últimas son muy raras en esta variedad.

Ortopiroxenos. En cristales subidiomorfos de hábito cuadrangular o rectangular de 2 a 4 mm. o en pequeños granos formando las mesostasis o incluidos en las plagioclasas. Los valores de  $2V_X = 54$  a  $60^\circ$  son de una ferrohiperstena (60 - 65% Fe) o de una hiperstena (30-40 % Fe). Pleocroismo no muy marcado de un rosa pálido ( $N_\alpha$ ), a incoloro o amarillento grisáceo ( $N_\gamma$ ). Aparece englobado por anfíbol sobre el que puede crecer la biotita, a veces falta el anfíbol estando directamente

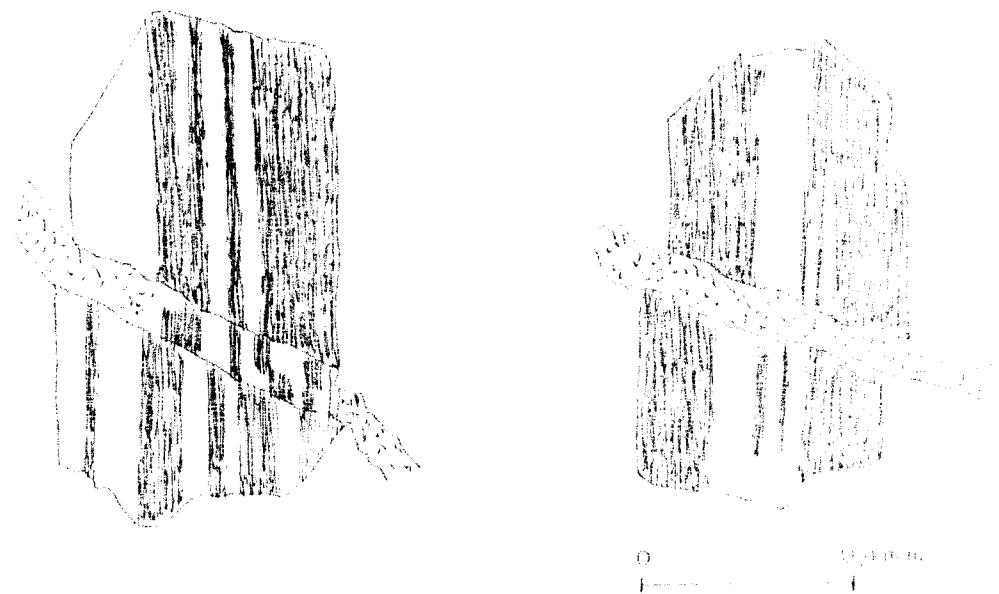


Figura 6.- Cataclasis en plagioclasas de los  
rocas calizoidas de Tapias.



mente la mica en contacto con el ortopiroxeno. El anfíbol parece sustituir al piroxeno, pero la relación biotita-piroxeno no es clara. Hay inclusiones abundantes de granos de óxido de Fe, - ocasionalmente de plagioclásas.

Anfibol. Muy pleocroica de verde amarillento (No) a verde oliva intenso (Nγ) se presenta en dos formas diferentes:

a) en cristales idiomórficos o subidiomórficos prismáticos muy frecuentemente con maclas (100) repetidas y siempre bastante perfectas. De  $2V_X = 60$  a  $64$  y  $Z_{ac} = 15$  a  $17$  corresponde a una hornblenda verde de composición =  $35 \pm 40 \frac{Mg}{Mg + Fe^2 + Fe^3 + Mn} \%$  según los diagramas de Deer, Howie y Zussman (1963) y Tröger (1952).

Incluye óxidos de Fe y a veces microlitos de plagioclásas.

b) anhedral, formándose sobre el piroxeno al que parece sustituir. La zona de contacto entre ambos no es neta y el piroxeno presenta en esta zona cierta alteración con segregación de óxidos de Fe. Los valores de  $2V_X = 70$  a  $84$  y  $Z_{ac} = 22$  tanto pueden corresponder a una hornblenda con un  $70 - 80\%$  de  $\frac{Mg}{Mg + Fe^2 + Fe^3 + Mn}$  como a una tschermaquita con un índice medio de  $50$  a  $60\%$  para la citada relación.

Biotita. De pleocroismo muy marcado de amarillento claro casi - incoloro (No) a marrón oscuro (Nγ) presenta formas muy diferentes:

a) en láminas aisladas subidiomórficas incluyendo óxidos de Fe, apatito, cristalitos de plagioclásas, esfena, etc., siendo de notar la ausencia de halos de pleocroicos.



- b) asociada con el anfibol parece formarse posteriormente incluyendolo a veces totalmente.
- c) Englobando grandes granos de óxidos de Fe, es entonces de color más oscuro y rojizo que las formas anteriores y con un pleocroísmo más marcado.

Cuarzo (11, 4%) Tiene carácter intersticial, rellenando espacios entre las plagioclásas de mayor tamaño. A veces en láminas anhédrales - engloba los pequeños. Inclusiones sólidas, muy abundantes sobre todo de finas agujas de apatito; también de círcón y óxidos de hierro. Como en Belmonte-Salas inclusiones líquidas orientadas.

Feldespato Potásico. En láminas anhédrales inferiores a 1 mm, o en granos de menor tamaño más frecuentemente. Está finamente pertitizado. Sin maceta alguna de Albite-Periclinina parece corresponder a una - ortosa de  $2V_X = 56$  a  $62^\circ$  y composición = 28 a 33% de albita, con macetas de Carlsbad poco frecuentes. Incluye a la mayoría de los constituyentes cuando son de pequeño tamaño y con inclusiones de apatito menos abundantes que las de cuarzo. Corroe a veces las - plagioclásas formándose escasas mirmequitas en la zona de contacto.

Apatito. Muy idiomórfico en cristales o bipiramidales de bastante desarrollo, con pocas fracturas, aparece muy límpido o en finas agujas incluido en otros. Otros accesorios en proporciones menores son el círcón y la esfena.

Las variaciones en la composición modal de esta facies microporfídica son pequeñas, es en el Feldespato potásico donde son más marcadas (4,6 a ~ 12,6).



nº Preparación minerales	0903 IM VA 5003 95		96		0903 IM VA 5006 99		100	0903 IM VA 5007 101		7T	9T	Media
Plagioclasa	59,7		52,7		50,0		60,0	60,4	55,6	56,	53,1	55,9
Cuarzo	15,1		11,3		12,6		10,9	10,3	13,2	8,5	9,7	11,4
Feldespato K	4,6		10,1		12,6		6,9	11,1	6,7	10,2	10,7	9,1
Biotita	13,7		10,9		11,8		12,5	10,2	11,9	11,6	14,2	12,1
Hiperstena	4,3		3,1		7,9		1,6	1,8	3,8	5,2	7,3	4,1
Anfíbol	3,5		9,		3,5		5,2	4,3	8,	5,6	3,8	5,4
Clorita	0,8		1,3		0,5		1,7	0,6	--	1,1	0,6	0,8
Opacos	0,3		1,3		0,9		1,0	1,0	0,6	1,6	0,5	1,0
Apatito	0,3		0,3		0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2

Cuadro: 1

2-2b.- Variedad hipidiomórfica de tendencia diabásica. La diferencia mineralógica más destacada es, como decíamos antes, la existencia de clinopiroxeno, aunque en cantidad menor que el orto, en cristales subhédrales, incoloros, nada paleocroicos. Según los valores de  $2V_X = 42 - 46$  y  $ZA_e = 43 - 48$  corresponden a una augita. Suele presentar un proceso de uratilización que lo diferencia fácilmente del ortopiroxeno a simple vista. Dicho proceso le da un aspecto turbio debido a la incipiente formación de óxidos de Fe que se disponen según sistemas de exfoliación más abundantemente en los bordes, de modo que se observa una especie de aureola en cristales alterados.

Las plagioclasas aparecen en cantidad ligeramente inferiores. Son de tamaño homogéneo y algo más básicas que en la variedad microporfídica, núcleos de hasta 82% an, aunque son lo frecuente. Por lo general la basicidad varía desde el centro a la periferia del 70 al 64 % an y hay algunos cristales cuyo contenido en an es de un 54 a 60 % en los bordes.



Feldespato K tiene un  $2V_X$  de  $50^\circ$  que corresponde a una ortosa de un 20% an, valor tambien más bajo que en la variedad porfídica. Se presenta en placas anhedrales, poco o nada pertítico.

Otras diferencias mineralógicas quedan patentes en el cuadro adjunto en el que se da la composición modal de 7 muestras, así como su valor medio.

Nº Preparación Minerales	160	161	10T	142	0903- 5010	0903 1M-VA 5009	0903 1M-VA 5008	Media
Plagioclasa	45,3	49,3	49,1	48,9	45,2	61,0	47,9	49,5
Cuarzo	9,9	9,1	12,6	12,8	8,8	8,0	13,8	10,7
Feldespato K	8,0	4,8	12	10,4	6,3	---	0,3	4,8
Biotita	16,7	17,3	16,3	14,8	18,3	13,0	23,7	17,1
Hyperstena	11,2	8,6	5,2	8,6	10,6	1,2	0,3	6,6
Clinopiroxeno	3,1	1,1	0,2	0,3	3,9	0,8	0,2	1,4
Anfibol	3,2	5,5	2,4	2,6	2,6	12,3	12,4	5,4
Clorita	1,1	3,8	2,-	- -	2,3	1,3	----	1,4
Ópacos	1,3	0,6	- -	0,8	1,5	1,3	0,1	0,9
Apatito	0,2	0,6	0,2	1,1	0,7	1,1	0,1	0,5

Cuadro: 2

Enclaves. Los xenolitos que aparecen en estos gabros biotíticos-piroxénicos están formados por biotita, espinela, Feldespato K, Plagioclasa, cuarzo y sericita. La biotita está en láminas poiquiliticas de bordes particularmente corroídos que incluyen feldespato K y espinelas. Las espinelas son de color verde y se presentan en formas cúbicas o en pequeños granos redondeados. El feldespato K constituye la mayor parte de masa xenolítica en forma de agregado granular. Las plagioclásas son menos abundantes y la sericita aparece en pequeñas masas, es un mineral claramente secundario originado por alteración de otros constituyentes, sobre todo de las plagioclásas.



### 2.3. - GRANOCABROS HIPERSTENICOS

Son rocas masivas de color negro-grisáceo y de grano tan fino que a simple vista es difícil distinguir mineral alguno, solo esporádicamente se observan pequeñas manchas brillantes que son de fémicos y óxidos metálicos y quizás alguno más leucoerático corresponde a Plagioclasa.

Microscópicamente se caracterizan por tener textura hipidiomórfica granular y microporfídica, carácter este muy marcado (foto 7) Plagioclásas, piroxeno y biotita destacan en una mesostasis esencialmente feldespáctico cuarcífera.

Plagioclasa Como en otros tipos anteriores se encuentran en dos formas:

a) Cristales subidiomórficos o idiomórficos, muy limpios y nada alterados, son las más básicas de todas las rocas estudiadas variando entre el 76 y el 86% su contenido en anortita. Zonamiento muy acusado e irregular "patchy zoning" de Vance (1965), con las características propias de las plagioclásas de alta temperatura, con las características propias de las plagioclásas de alta temperatura, con numerosas y finas zonas, algunas veces de tipo oscilatorio (foto 8-9), siendo muy frecuentes fenómenos de corrosión o resorción entre zonas límites muy curvas. En otros casos el zonado es más simple con un núcleo grande, muy marcado y un borde externo a su vez maclado y zonado. El zonamiento es de tipo normal. Las zonas de mayor acidez nunca son inferiores al 72% an. Son muy frecuentes las asociaciones de tres o cuatro individuos. Inclusiones muy abundantes de apatito, opacos, piroxeno, ocasionalmente de cuarzo. En algunos casos aparece en la periferia una banda extraordinariamente rica en ortopiroxenos y óxido de Fe en pequeños granos.



IMINSA

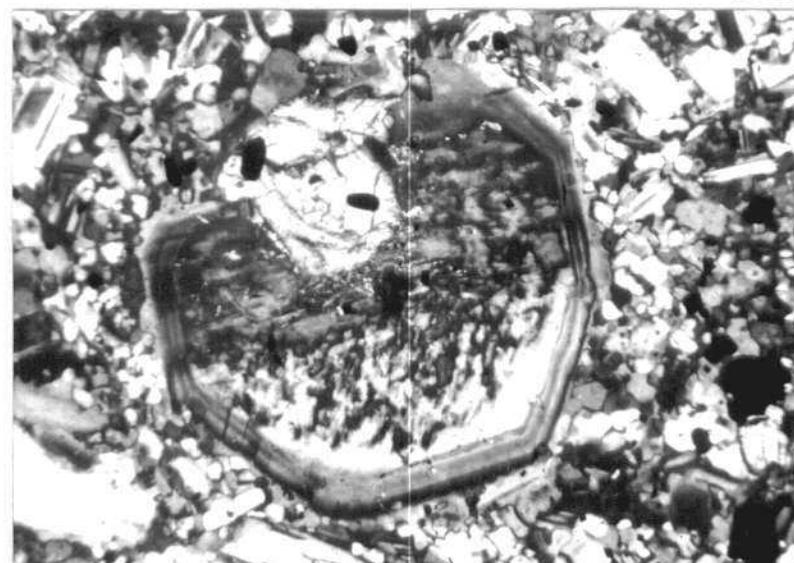
29.



MICROFOTO. 7. - Aspecto general de los granogabros microporfídicos.  
X 35. Nic. X. Lám. 0903-IM-VA-5011



FOTO. 8. - Plagioclasas idiomórficas mostrando zonado irregular en el granogabro microporfídico.  
X 140. Nic. X. Lám. 0903-IM-VA-5012



MICROFOTO. 9. - Plagioclasa con zonado irregular en el núcleo y zonación oscilatoria en la periferia. X 104  
Nic. X. Lám. 0903-IM-VA-5012



b) Microlitos inferiores a 0,05 mm. formando junto con el cuarzo y feldespato potásico la pasta de la roca. Son bastante menos básicas, 38 - 45% an, con los mismos tipos de maclas citados en las otras rocas descritas. Corresponden a un período de cristalización - diferente a los cristales grandes, son posteriores, formadas a partir de una mezcla bastante más ácida.

Piroxenos. Existen formas ortorrómbicas y monoclinicas, pero son mucho más abundantes las primeras.

Los clinopiroxenos aparecen en escasa proporción o faltan. Se trata de términos intermedios de la serie augita-ferroaugita caracterizados por valores de  $2V_X = 41^\circ \pm 2$  y  $Z\Lambda c = 44^\circ \pm 2$ . Incoloros y subhédrales presentan frecuentes maclas según (100). Bastante más alterados que los ortorrómicos aparecen uralitizados y seudomorfizados por un agragado clorítico-anfíbolico.

Los ortopiroxenos se presentan con más frecuencia en grandes cristales euhedrales o subhédrales aunque también forman parte de la pasta como pequeños granos de tamaño inferior a los microlitos de plagioclásas o en agujas prismáticas de longitud aproximadamente igual a estos. Presentan un pleocroismo bastante marcado de verdoso amarillento o grisáceo, casi incoloros, (Na) a rosa salmón (Ny). Se trata de una hiperstena - ferrohiperstena como las descritas anteriormente en las otras rocas gabroicas. Inclusiones frecuentes de apatito y óxidos de Fe. Los cristales aparecen bien aislados o en agrupaciones pequeñas en número, aunque ocasionalmente son mayores, semejando verdaderos enclaves de ortopiroxenos.

Están englobados por anfibol o biotita o directamente en - contacto con la pasta. Las relaciones genéticas existentes entre estos



minerales no son nada claras, en algunos casos, parece existir una cierta corrosión o reacción en los contactos hiperstena-biotita mientras que en otros por el contrario parece más bien que el ortopiroxeno actúa como una especie de soporte de cristalización para la mica. Su continuidad cristalográfica entre piroxeno y/o anfibol aunque existente, no es más que un fenómeno aislado. Por otra parte las relaciones entre ambos deben ser más complicadas al intervenir también los fémicos de la pasta (ausencia de la hiperstena en las proximidades de la biotita (foto 10). También en contacto con las plagioclasas se dan a veces bordes de corrosión.

Tanto orto, como clinopiroxeno, pueden presentar una reacción por los elementos de la pasta de modo que pueden aparecer microditos de plagioclasa o feldespato, incluidos en ellos; cuando este fenómeno es más acentuado quedan verdaderos esqueletos de piroxeno, englobados en la pasta, con una orientación óptica única para todos los fragmentos.

En cuanto a la cristalización de ambos tipos de piroxenos, parece ser anterior a la de las plagioclasas y biotita y la ausencia en muchos casos de relaciones espaciales entre los dos tipos, nos hace suponer que pudieron cristalizar independientemente y a la vez. Sin embargo, en otros casos, se observan cristales prismáticos de ortopiroxeno rodeados por aureolas completas de clinopiroxenos - (sobre ambos la biotita), es decir, que el ortopiroxeno en parte ha cristalizado antes que el clino.

Biotita. Es de color pardo presentando un pleocroismo muy marcado de amarillento, a veces casi incolora ( $N_0$ ) a castaño, algo verdoso oscuro ( $N_7$ ). Se presenta en formas anhedrales o subhedrales (aparentemente poiquiloblasticas) y corroidas por los minerales de la pasta.



La corrosión es más marcada en unas zonas que en otras. Aquí se observa además que los fémicos de la pasta hiperstena y óxidos de hierro, intervienen activamente en el equilibrio biotita-pasta, pues faltan por completo en las proximidades de la biotita.

Una posible interpretación de este hecho es que la biotita se ha formado a partir de reacciones que implican la destrucción parcial o total de la hiperstena y óxidos de hierro en presencia de silice; en el proceso se formaría también ortosa. De las observaciones microscópicas no se puede deducir apenas nada debido al tamaño de grano tan fino, aunque en casos muy aislados, si se observa una mayor proporción de feldespato potásico en torno a la biotita, es un hecho que no se puede de ningún modo generalizar. Nos queda por explicar admitiendo que la biotita sea posterior a la pasta, orientación óptica homogénea en cristales aislados (foto 11) para lo que podríamos recurrir a una corrosión posterior de la biotita por la pasta, con migración de los elementos ferromagnésicos de la biotita destruida.

Anfibol. Se encuentran dos formas diferentes:

a) Hornblenda verde de idénticas características a la de otros tipos de gabros, es bastante más escaso que en las otras rocas anteriores. Aparece en formas anhedrales de bordes poiquiloblastíticos cristalizada sobre el piroxeno y parece anterior a la biotita, presentando con frecuencia continuidad óptica con el piroxeno, al que engloba y al que posiblemente sustituye.

b) Mucho menos abundante, solo aparece en muestras aislada, se ha encontrado otro tipo de anfibol con pleocroismo de castaño amarillento claro ( $\text{N}\alpha$ ) a marrón rojizo ( $\text{N}\gamma$ ) con valores de  $2V_X = 80$  y  $Z\lambda c = 10^\circ$  y que se presenta en secciones idiomórficas de tendencia hexagonal

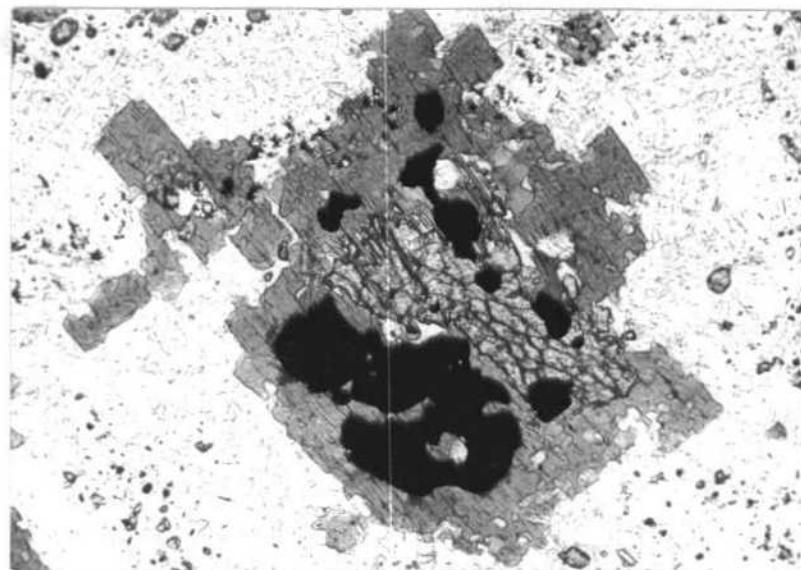
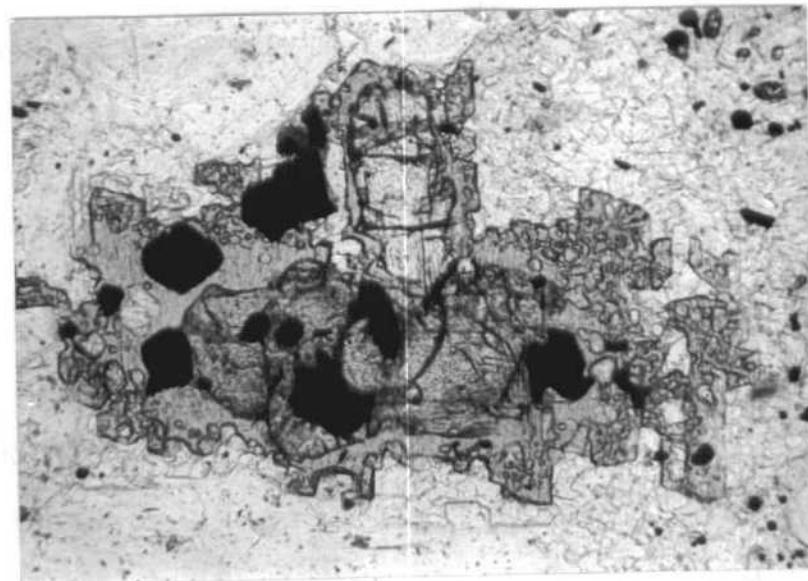


FOTO. 10. - Biotita rodeada por pasta eminentemente leucocrática, en sus cercanías faltan por completo los piroxenos y óxidos de Fe que abundan en granos muy finos. X 24. Nic. // Lám. 0903-IM-VA-5011



MICROFOTO. 11. - Detalle de la biotita conservando la misma orientación óptica en partes aisladas. X 240. Nic.// Lám. 0903-IM-VA-5011



con macetas según (100) poco marcadas. Por las características ópticas parece ser oxihornblenda (según la denominación de Winchell, 1945, - para las hornblendas basálticas, porque no siempre aparecen en esas rocas) y presenta una fuerte resorción sobre todo en los bordes por la biotita, en láminas finas entrecruzadas y asociadas a escasos - piroxenos y que en la zona más externa puede tener la misma orientación óptica en todo un contorno hexagonal, este fenómeno de resorción de la oxihornblenda en rocas hipoabisales es citado como frecuente por Heinrich (1965). Presenta exfoliaciones lamelares según (010) de óxido de Fe, probablemente magnetita o hematites. Incluye a veces alguna plagioclasa.

Cuarzo. En granos de pequeño tamaño, incluida en anfíbol, biotita o formando la pasta microcristalina con el feldespato K en proporción bastante parecida, como puede verse en el cuadro adjunto (nº17) de composición modal.

Nº Muestra Minerales	0903 TM VA 501	102	103	104	132	136	138	140	M
Plagioclasas	52,7	47,0	39,3	42,8	44,9	45,3	48,8	41,4	45,3
Cuarzo	13,3	18,3	16,2	18,4	15,6	15,2	17,5	17,8	16,5
Feldespato K	9,8	14,5	15,4	13,6	12,4	11,6	8,7	15,6	12,7
Biotita	8,9	6,9	4,1	6,6	9,4	15,0	6,2	9,0	8,4
Hiperstena	11,6	10,8	20,3	14,8	6,4	4,8	12,5	8,-	11,2
Anfíbol	0,5	---	0,3	0,2	9,1	4,7	2,-	3,8	2,6
Clorita	---	---	---	0,1	0,4	2,4	0,6	2,0	0,8
Oxido de Fe	2,4	2,1	4,-	3,3	1,6	0,7	3,2	0,8	2,2
Apatito	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,1	0,3

Cuadro: 3

Composición Modal de los granogabros hiperstenicos



Entre los accesorios cabe destacar los óxidos de Fe (2,2%) en granos irregulares incluidos en la mayoría de los minerales preferentemente en biotita.

Apatito. En grandes cristales idiomórficos similares a los existentes en rocas ya descritas y que es siempre bastante abundante.

Los Microenclaves orbiculares. Solamente los hemos encontrado en estos granogabros microporfídicos. Son de forma elipsoidal y tamaños de 1 a 2,5 mm de longitud.

En ellos se pueden distinguir del centro a la periferia, cinco zonas diferentes, teniendo en cuenta la textura y mineralogía. Son:

- 1) Núcleo o parte central de naturaleza leucocrática, constituido por plagioclasas.
- 2) Capa constituida por biotita, orientada transversal u oblicuamente con relación al núcleo, y algo de clinopiroxeno y óxidos de Fe.
- 3) Capa central, la mayor espesor de todas, constituida por biotita orientada radialmente, algo entrecruzada a veces según la dirección del eje mayor de la elipse.
- 4) Capa externa de biotita orientada perpendicularmente a la anterior.
- 5) Capa muy fina y bastante irregular formada por granulos de ortopiroxeno.

#### 2.4. - LFUCOGABROS HOLOPLACIOCLASICOS DE GRANO GRUESO A MEDIO

Son rocas de colores bastante claros; de tonos blanco grisáceo algo verdosos. A simple vista se observa una mayor abundancia de leucocráticos y escasez de biotita, los fémicos de color verde corresponden a anfibol y clorita.



Microscópicamente se caracterizan por tener textura hipidiomórfica de grano bastante homogéneo pero que varía de unos afloramientos a otros. Índice de color entre 23 y 38.

Plagioclasas. En cristales idiomórficos o subidiomórficos formando mesoacumulados ("mesocumulate") según la clasificación de Wagner, Brown y Wadsworth (1960) para rocas de estos tipos, e incluso en algunas zonas llega a ser un verdadero acumulado ("extreme plagioclase accumulate") según la nomenclatura citada (foto 12). A veces existen también laminaciones lineares estando todas las plagioclasas orientadas longitudinalmente en la misma dirección.

Generalmente no están zonadas por lo menos en su mayor parte aunque no es raro encontrar una zona externa generalmente discontinua de un 40 - 52% an, mientras que las plagioclasas normales no zonadas son de un 48 - 60%. Las maclas son Albita, Albita-Carlsbad. Inclusiones raras y escasas de biotita, piroxeno y óxidos de Fe. Bordes corroídos en contacto con el Feldespato F, sin que exista formación de mirmecitas. Sericitización escasa y a manchas irregulares cuando existe, en otros casos existe decalcificación con formación de carbonato.

Piroxenos. Muy frecuente existe en todas las muestras estudiadas. Se trata de un ortopiroxeno que algunas veces coexiste con la forma - monoclinica pero siempre en mayor proporción el primero que parece ser anterior pues está incluido en el clinopiroxeno (fig.7). Se trata de una hiperstena o ferrohiperstena de las mismas características que las descritas en los granogabros. Incluye opacos y plagioclasas.

El clinopiroxeno es un augita con un  $2V = 43 \pm 2^\circ$  y  $2Z\Lambda c = 45 \pm 2$  con maclas frecuentes aunque no repetidas según (100) y con abundantes exfoliaciones lamelares de óxidos de Fe. Casi siempre está afectado por un proceso de uralitización que en las muestras más - frescas no es muy marcado, pero que le distingue fácilmente de la



MICROFOTO. 12. - Acumulado de plagioclasas en los leucogabros holoplagioclasicos de Porcia.  
Entre estas cuarzo, feldespato K, clorita, calcita, y piroxenos. X 24. Nic.X  
Lám. 0903-IM-VA-5013



iperstena que no aparece afectada. En algunos casos hay cierto desarrollo de un tercer sistema de exfoliación muy fino (malaconita).

Con frecuencia ambos tipos de piroxenos han sufrido diferentes procesos de alteración, de ahí las distintas proporciones de los fémicos: Piroxenos, anfibol, biotita y clorita, como puede verse en el cuadro adjunto de composición modal, que se inserta en la página siguiente.

En unos casos los piroxenos están cloritizados o bien aparecen sustituidos por biotita, sin embargo esto no es lo más frecuente, ya que en la mayoría de los casos, se da una transformación mineralógica más compleja apareciendo los orto-clinopiroxenos remplazados por un pseudomorfo clorítico-anfibólico que contiene además algo de calcita y óxidos de hierro. Se da esta sustitución, sobre todo en las muestras más alteradas, es semejante a la observada en las rocas tipo Courito-Leiguarda de los stocks de Salas-Belmonte. Por último puede darse una anfibolitización y los piroxenos aparecen remplazados por una hornblendita, los contactos entre ambos son muy irregulares e indican claramente una sustitución (fig. 7).

Anfibol. De pleocroismo marcado de verde - amarillento (Nc) a verde oliva (Ny) y valores de  $2V = 70 \pm 2$  y  $Z\Delta e = 15^\circ \pm 2$  corresponde a una hornblendita verde con un 50% de la relación:

$Mg/Mg+Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mn$ , según las tablas de Tröger (1952) y Deer, Howie y Zussman (1963).

Se presenta en dos formas diferentes:

a) anhedral sobre piroxenos a los que parece sustituir con contactos no netos y creciendo también a lo largo de líneas de fractura. Sobre los clinopiroxenos uralitizados crece a veces con la misma orientación óptica que aquellos, no así sobre los ortopiroxenos en los que no hemos observado nunca esta continuidad.

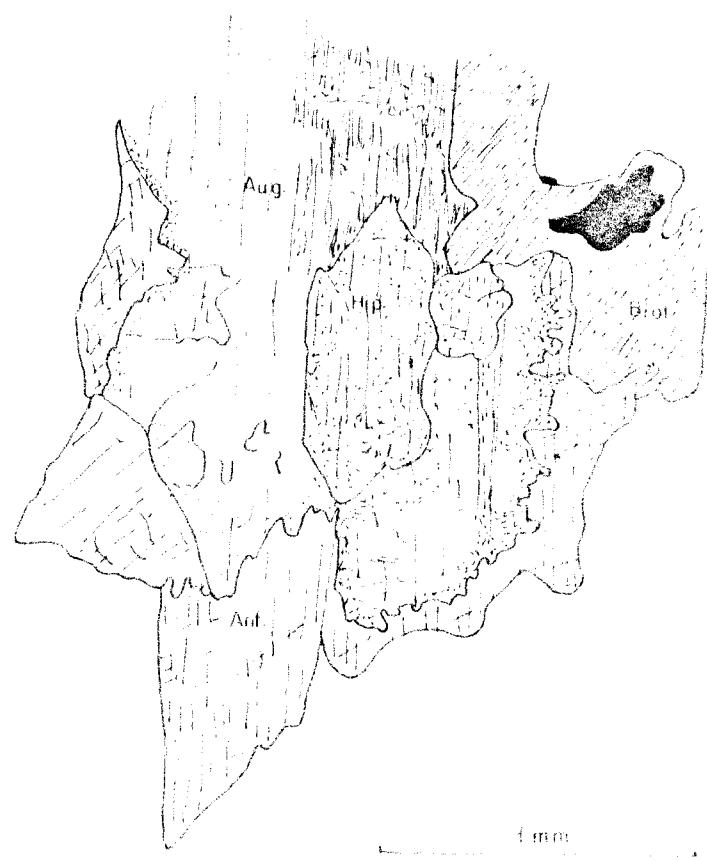


Figura 7.- Ortopyroxeno englobado por augita  
sustituida por actíbol. La biotita parece pre-  
terior a la hornblenda.



b) en cristales idiomórficos, prismáticos con macetas (100) muy frecuentes.

Biotita. En láminas subhendradas incluyendo óxidos de Fe o anfíboles, es rara en láminas aisladas. Pleocroismo muy marcado de amarillo-anaranjado ( $N_\alpha$ ) a marrón muy oscuro ( $N_\gamma$ ). Cloritizado frecuente formándose en esta sustitución, Leucoxeno, óxidos de Fe y más raramente Feldespato K.

Cuarzo. Con carácter intersticial (interacumulados) entre las plagioclásas. Muy limpio, sin granulaciones y con escasas inclusiones. A veces crecimiento común con el feldespato K.

Feldespato K. Sin macetas de tipo Albite-Periclina, parece ser una ortosa de  $2V_X = 60^\circ$  y contenido en albita de un 30%, no presenta tampoco macetas de Carlsbad. Poco o nada pertítica es de carácter intersticial y corroa a veces las plagioclásas a expensas de las que parece formarse en parte (fig.8).

Asociación íntima con calcita a la que incluye o en la que es incluida (fig.9). Su cristalización debe ser, simultánea y contemporánea a la cloritización, ya que es frecuente encontrar, al feldespato K y a la calcita asociados con la clorita verde que parece proceder en algunos casos de biotitas; otras veces en formas radiadas que pueden ir o no asociadas con el carbonato.

Apatito. Formas hexagonales semejantes a las de otras rocas y en agujas de gran desarrollo longitudinal (hasta 24 mm. de longitud) con frecuentes fracturas e incluyendo a veces biotita y algo de feldespato potásico, lo que indica una cristalización muy tardía, hecho también apoyado por la gran abundancia con que aparece incluido en dicho feldespato, con carácter intersticial.

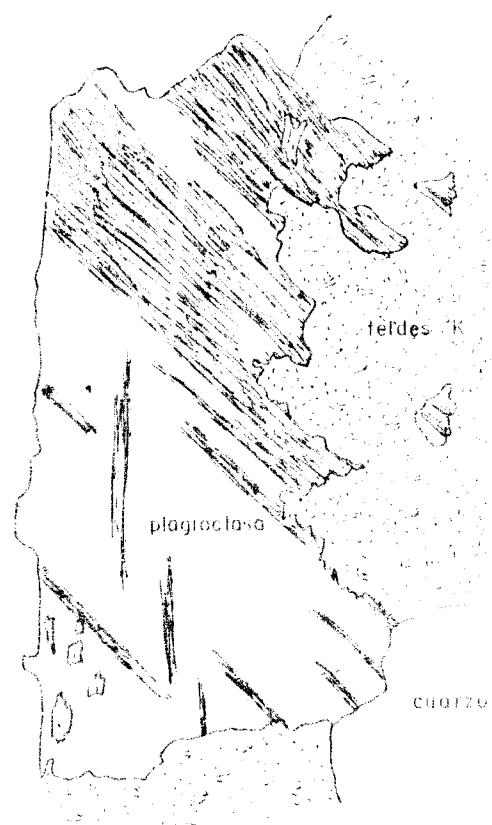


Figura 8.- Corrosion por feldespato K en las plagioclasas de los leucogabros holoplagioclasticos.

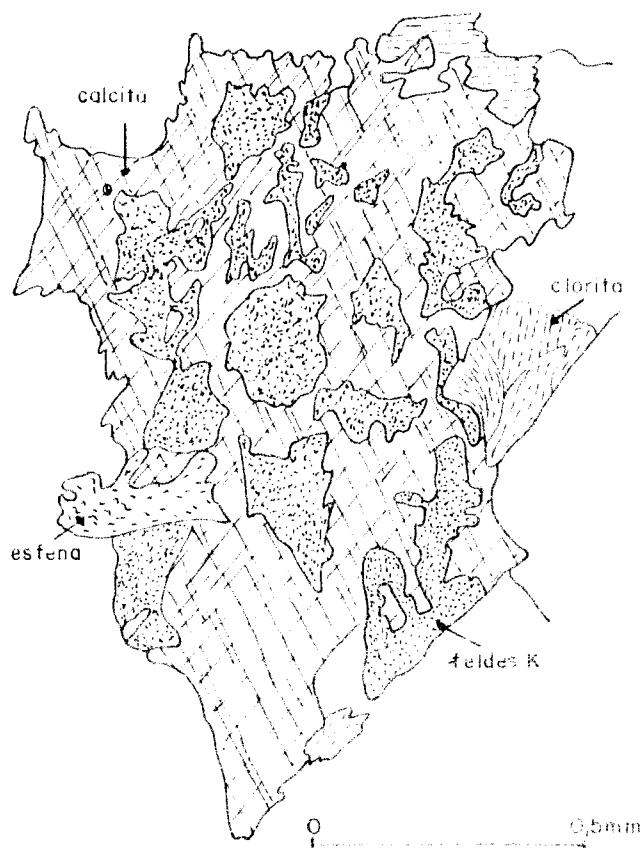


Figura 9.- Asociación de calcita y feldespato K.  
Aparecen ambos minerales con carácter de inter-  
cumulos en los leucogabros holoplagiocásicos.  
( La orientación óptica es la misma en cada mi-  
neral ).

Cuadro N° 4

Composición modal de los leucogabros holoplagioclásicos

Nº Muestra Minerales	0903-IM-VA 5013	AS-108	0903-IM-VA 5014	AS-139	AS-264	AS-265	AS-269	AS-279	AS-284	MEDIA
Plagioclasas	62,8	72,9	62,5	53,4	61,8	59,2	56,0	59,0	54,2	60,2
Cuarzo	10,5	3,9	4	11,7	9,8	2,3	2,9	5,1	9,8	6,8
Feldespato	3,9	2,8	0,8	7,8	9,0	4,0	2,1	0,6	---	3,4
Piroxeno	0,2	10,5	9,4	1,2	2,9	22,0	16,0	4,0	0,8	7,5
Anfibol	6,4	1,7	8,5	7,2	2,4	4,4	1,0	15,0	9,5	6,2
Biotita	6,1	4,6	9,0	14,9	0,8	3,4	9,6	1,4	20,7	7,5
Opacos	1,4	1,8	1,0	0,8	1,5	3,5	2,4	2,5	3,0	2,0
Apatito	0,9	0,8	0,9	0,2	0,1	0,2	0,5	1,4	0,5	0,6
Calcita	2,9	---	0,6	0,3	3,4	0,2	0,2	0,2	---	1,8
Clorita	4,8	1,0	3,2	2,4	8,0	0,8	0,9	0,4	1,4	3,6
Epidota	---	---	---	0,1	0,1	---	---	1,4	---	---
Esfena	0,1	---	0,1	---	0,1	---	---	---	0,1	---
Alanita	---	---	---	---	0,1	---	---	---	---	---



Entre otros accesorios los óxidos de hierro son los más abundantes en formas irregulares e incluidos en las biotitas.

Esfena En formas euhedrales, esqueléticas o en granos o filoncillos incluida en biotitas y cloritas. La alanita en cristales subidiomorfos de color castaño amarillento, algo pleocroicos y poco zonados, no es muy frecuente.

#### 2.5. - LAS GRANODIORITAS

De color blanco grisáceo, con predominio de los leucoeráticos sobre los fémicos. A simple vista tienen aspecto porfídico debido a la existencia de cristales de plagioclasas de 3 a 6 mm., de longitud idiomorfos y en los que es fácil apreciar cierto zonamiento. Como fémico se distingue la biotita. Contiene abundantes enclaves de tamaño muy variado (de pocos milímetros a 20 o 30 cm.).

Microscópicamente presentan textura hypidiomórfica granular y tienen un índice de color que varía entre 12 y 16.

Plagioclasas En cristales euhedrales o anhedrales aislados o en sinuosus de tres o cuatro individuos. Tamaño muy variado entre 5 mm. y 0,3 mm. Frecuentemente están zonadas con zonas muy numerosas y de poco espesor. Corresponden a una andesita con un 48% de an en los términos más básicos y un 36% an para las zonas ácidas. Inclusiones muy abundantes en biotita en laminillas rectangulares que se encuentran con mayor frecuencia en los núcleos de grandes cristales zonados. Más raras son las inclusiones de cuarzo, feldespato potásico y circón. En contacto con el feldespato K, son frecuentes los bordes corroídos y las



mirmequitas de muy escaso desarrollo. Sericitización pobre y de tipo zohar.

Cuarzo. En láminas anhedrales de 0,2 a 1 mm. con extinción ondulante poco marcada, a veces débil carácter cataclástico. Inclusiones muy finas y abundantes por lo general no determinables, más raramente incluye granos de feldespato potásico.

Feldespato K. Totalmente anhedral corrode otros minerales con los que está en contacto. Con valores de  $2V_X$  entre 64 y 72, no presenta macla alguna del tipo Albita-Periclina por lo que se considera como ortosa con un 35% de albita. Maclas de Carlsbad raras. Pertitas de exolución y de remplazamiento de escaso desarrollo, generalmente en finas manchas irregulares o en fibras ("beads" o "strings"). Es claramente posterior en su mayor parte al resto de los minerales a los que incluye o corrode.

Biotita. Aunque rara a veces es idiomorfa, aparece en secciones hexagonales nada pleocroicas. Más frecuentemente anhedral con bordes ligeramente corroidos. Pleocroismo marcado de amarillento, casi incoloro ( $N\alpha$ ) a castaño verdoso ( $N\gamma$ ). Inclusiones muy frecuentes de apatito, monacita en masas irregulares, circones escasos y de pequeño tamaño con halos pleocroicos. Cloritización poco intensa en bordes y según líneas de exfoliación preferentemente en las proximidades de la monacita. Ocasionalmente parece estar algo tectonizada con líneas de exfoliación bastante curvada.

Entre los accesorios cabe destacar por su mayor abundancia el apatito en cristales idiomórficos de características similares a las de las rocas gabroicas, pero de menor desarrollo. Alanita citado por primera vez en esta zona, idiomórfico o subidiomórfico en cristales hexagonales, alguna vez con maclas según (100).



Se encuentra en todas las muestras estudiadas, pero en escasa proporción, no excede el 0,2% cuando más. Máxima dimensión de 0,2 a 1 mm. Está casi siempre zonada (Foto 13) con una parte exterior pardo verdosa que pasa hacia el centro a castaño rojiza o amarillenta - Pleocroismo no marcado, pero frecuente de castaño amarillento ( $N_X$ ) a castaño rojizo ( $N_Y$ ). Marginalmente pasa a epidota ferrífera que a veces forma una aureola continua en torno al cristal de alanita - - - - semejante a las descritas por Montoto (1967) granitos de la Costa Brava y por Sima y Gable (1967) en granodioritas y gabros de Cuadrangle (Colorado).

Su alteración es frecuente y los cristales remplazados por una masa isotropa de color castaño. Su alteración e hidratación de la alanita tiene lugar en cierta expansión o aumento de volumen, - Deer, Howie & Zussman (1963) apareciendo este mineral rodeado por una serie de fisuras o roturas anastomosadas y radiadas en los minerales circundantes.

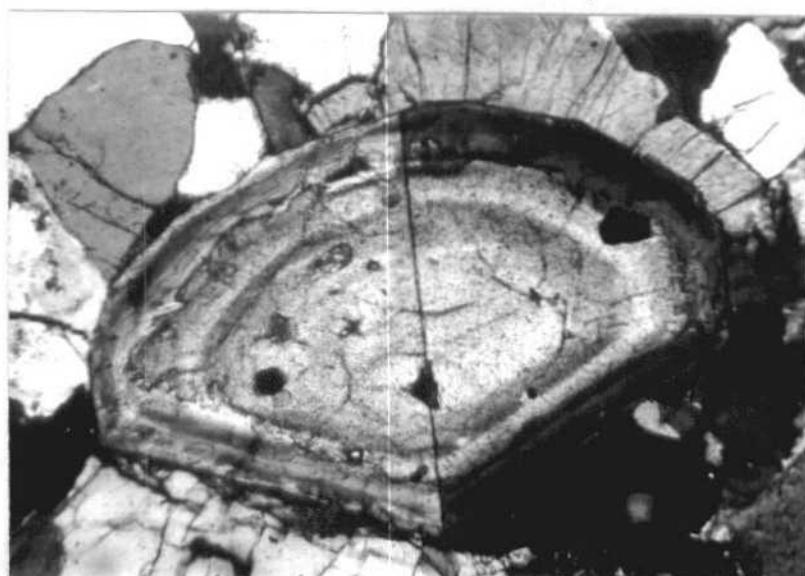
Esfena. Subhedral o en granos irregulares incluida en la biotita o en la clorita. Circón casi siempre idiomorfo incluido en la biotita y a veces con halos pleocroicos. Frecuentemente se presenta bastante zonado.

Anfibol. Es del tipo hornblenda verde y se presente bien en agregados laminares asociados a finas laminillas de biotita, que parecen desarrollarse sobre él o bien en cristales idiomorfos o subidiomorfos de escaso desarrollo, aislados o incluidos en cuarzo y feldespato K, pero no en las plagioclásas por lo que debe ser posterior a la cristalización de estas y de las biotitas hecho que está apoyado por la existencia de cristales de anfíboles sobre los bordes de grandes láminas de biotita.



IMINSA

47.



MICROFOTO. 13. - Cristal de alanita zonado, en parte engloba biotita, X 104. Nic.//  
Lám. 0903-IM-VA-5018



5a.- Los enclaves. De grano muy fino y de color grisáceo son bastante más oscuros que las granodioritas, son de formas redondeadas u ovaladas y de contactos más o menos netos. De tamaños muy variados son muy frecuentes.

Su textura es hipidiomórfica granular, a veces con tendencia diabásica en relación con las plagioclasas o microporfídicas con cristales grandes de Plagioclasa y cuarzo y pasta con fémicos además de los citados.

Su composición mineralógica es bastante parecida, en los tres enclaves estudiados, como se ve en el cuadro que va a continuación:

Nº Muestra Minerales	0903 TM-VA 5023 AS-106b	0903 TM-VA 5024 AS127	0903 IM-VA 5025 As-129e
Plagioclasa	46,2	44 -	49,2
Cuarzo	31	29,2	19,3
Feldespato K	0,8	4,2	1,4
Biotita	20,3	21,5	16,4
Anfíbol	0,2	--	9,2
Clorita	0,5	0,5	2,5
Oxidos de Fe	0,2	0,1	1,1
Alanita	0,3	0,1	--
Apatito	0,3	0,3	0,2
Circón	0,2	0,1	0,1
Esfena	--	--	0,6

Cuadro: Composición Modal de los enclaves



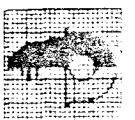
En general se caracterizan por un predominio neto de plagioclásas euhedrales o subhedrales de composición media 44-46% an y muy poco alteradas. El cuarzo varía algo de una muestra a otra, es anhedral e incluye frecuentes apatitos en forma de finas agujas y anfibol en algún caso (muestra 106b).

El feldespato potásico es muy escaso en contraste con la granodiorita, es totalmente intersticial.

La biotita se presenta en forma de láminas alargadas y a veces esta bastante cloritizada (pennina).

Anfibol aparece en cantidad notable en una de las muestras (5025) y es hornblenda verde que parece en parte posterior a la biotita a la que engloba esta en cristales grandes de hábito prismático y maclado abundante o en láminas anhedrales algo alteradas a veces. Se encuentra con características diferentes en alguna muestra (5023) presentándose en formas aciculares incluidas en cuarzo y algo orientadas paralelamente; no están incluidas en plagioclásas por lo que su cristalización debe ser bastante tardía, es incoloro de débil pleocroismo a verde pálido y no parece ser hornblenda sino que recuerda más a la actinolita.

Entre los accesorios destacan la alanita en grandes cristales subhedrales en los que se aprecia zonamiento acusado y que incluyen plagioclásas, círcón y biotita. El apatito es muy frecuente tanto en cristales prismáticos como aciculares. El círcón más abundante que en las granodioritas, presenta carácter zonado no muy acusado. La esfena solo existe a veces, pudiendo haber también algo de calcita secundaria.



MINSA

Cuadro 5

Composición modal de las granodioritas

Nº Muestra Minerales	0903-IM VA 5022	106a	124	125	126	128	0903-IM VA 5019	131	157a	169	0903-IM VA 5018	177	MEDIA
Plagioclasa	44,3	49,0	37,7	40,6	41,7	40,5	42,6	43,1	36,6	38,0	43,9	44,2	41,7
Cuarzo	21,7	24,4	29,3	28,8	28,8	25,1	27,5	27,6	33,7	30,7	24,4	26,1	27,8
Feldespato K	14,0	12,7	19,8	15,2	16,2	20,3	16,4	10,5	18,3	15,9	17,1	15,4	15,8
Biotita	16,2	13,0	14,3	13,0	13,1	12,2	12,2	12,3	15,4	9,2	12,7	13,6	13,2
Anfibol		tr	tr			0,2						tr	
Clorita	3,3	0,6	0,5	1,0		1,6	0,7	2,6	1,6	1,7	1	0,5	1,1
Opacos	0,1	0,1	0,1			0,1		0,5			0,1	0,1	0,1
Apatito	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
Calcita				0,1			0,1						
Monacita				0,1					0,4	0,2			
Alanita	0,1				0,1			0,1		0,1	0,2	0,1	0,1
Apidota	0,1			0,1							0,1		



5b. - Granodioritas de Represas.- De características mineralógicas similares a las anteriores se diferencian por presentar una estructura porfídica con pequeños fenocristales (6 mm. generalmente a 1 cm. como máximo), leucocráticos que destacan sobre una pasta de color grisácea y textura porfídica o microporfídica (Foto 14).

No vamos a describir sus minerales, por ser los mismos que los de las granodioritas de Salave, pero si vamos a reseñar algunas diferencias, como son la existencia de 2 generaciones de plagioclásas y cuarzo. La cristalización de estos minerales tuvo lugar en dos períodos independientes y sin continuidad. El feldespato K se encuentra exclusivamente en la pasta y los circones están fuertemente zonados. Existe también escasa alianita bastante alterada.

Las plagioclásas están muy zonadas y presentan fenómenos de resorción. A veces incluyen cuarzo.

La pasta corroe, a veces, los cristales prismáticos de cuarzo y a las plagioclásas euhedrales y subhedrales, pero en estas la corrosión es más débil. La biotita también presenta bordes particularmente corroidos, esta cloritizada e incluye apatitos, circon, rutilo (en disposición sagenítica) y óxidos de Fe.

#### 2.6. - LAS CUARZODIORITAS

En general son de grano más fino que las granodioritas, algunas apenas se diferencian de ellas macroscópicamente excepto si tienen anfibolos a simple vista. El tamaño de grano es más homogéneo; no existen los cristales grandes de plagioclasa.



**IMINSA**

52.



MICROFOTO. 14. - Textura microporfídica de la grano-diorita de Represas. X 104. Nic.X  
Lám. 0903-IM-VA-5022



Anfibol. Con valores de  $2V_x + 64$  y  $ZAc = 15$  parece corresponder a una hornblenda con un 38% de  $\frac{Mg}{Mg + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn}$  se presenta en las dos formas descritas para las granodioritas (2 - 5).

El resto de accesorios aparecen en pequeñas proporciones según puede verse en el cuadro adjunto de composición modal de la página anterior. Son los mismos de las granodioritas, con la excepción de los piroxenos que aunque muy escasos aparecen en forma de núcleos muy alterados y englobados en anfíboles y con las mismas características a los descritos en los gabros.

#### 2.7. - GRANITOS APLITICOS

De colores blanco con tonos rosados, amarillentos o grisáceos, son de grano fino, distinguiéndose a simple vista cristales idiomórficos de pirita.

Microscópicamente son de textura alotriomórfica muy equigranular (tamaño medio entre 0,6 y 1 mm.) estando bastante tectonizadas; en algunos casos los feldespatos están totalmente remplazados por masas sericiticas.

Cuarzo. Anhedral, con extinción ondulante muy marcada y bordes muy irregulares con fenómenos de recristalización muy frecuentes. Inclusiones raras y de tamaño fino.

Feldespato K. Anhedral incluyendo cristales de cuarzo y plagioclasa. Sin macetas de albita periclinia la consideramos ortosa de  $2V_x = 50$  y 20% an.



Muy pertítica del tipo de finos filoncillos o masas amorfas ("rods" o "boards"). Macetas de Carlsbad raras. Alteración incipiente y de tipo sericitita aparece fracturado con desplazamiento en plano de maceta.

Plagioclasa. Subhédrales y muy alteradas. La sericitización afecta a cristales enteros o bien a grandes masas de formas irregulares. No se observa estructura zonal alguna. Son de andesina ácida (30-32 % an) u oligoclasa (38% an) con macetas Albita-Carlsbad y Carlsbad. Exceptuando una muestra, la única mica encontrada es la moscovita, muchas veces asociada a óxidos de Fe y Leucoxeno acumulados según líneas de exfoliación y fracturas, quizás proceda de biotita al igual que la escasa clorita existente en estas rocas.

La pirita es frecuente en granos aislados subhédrales o euhédrales de hábito cúbico.

Son rocas muy homogéneas de unos afloramientos a otros y las variaciones en las proporciones de los diferentes minerales, son muy pequeñas como se deduce de los valores dados en el cuadro de análisis modal que va a continuación:

Granitos aplíticos

Nº Muestra Minerales	0903 1M-VA 5030 3T	0903 1M-VA 5031 AS-165	0903 1M-VA 5029 AS-167	0903 1M-VA 5032 AS-168	Media
Plagioclasa	31,4	28,4	9,0	31,0	26,4
Guarzo	33,2	35,3	32,0	26,9	31,3
Feldespato K	31,7	30,0	43,2	29,4	33,6
Biotita	0,5	-	-	-	0,1
Moscovita	1,8	1,2	12,4	3,1	4,8
Clorita	1,1	2,5	-	-	0,9
Opacos	0,3	2,4	0,2	1,8	1,2
Leucoxeno		0,2			
Sericita			4,2	1,6	1,4



### 2.8. - ROCAS DIORÍTICAS ALTERADAS

Roca de grano fino a medio y de tonos claros blanco verdoso no muy uniformes. La textura es alotriomórfica granular y está bastante tectonizada.

Plagioclasas. Se presentan en cristales subhédrales de tamaño bastante heterogéneo, se distinguen tres formas:

- a)- cristales grandes que dan a la roca cierto aspecto porfídico.
- b)- cristales de tamaño similar al resto de los componentes.
- c)- cristales muy frescos y pequeños de bordes muy rectos asociados siempre con calcita.

En las determinaciones efectuadas no se han encontrado diferencias de composición entre unas y otras, todas corresponden a una andesina (31,36% an) con maclas de Albita, Albita-Ala o Carlsbad.

Están bastante tectonizadas presentando fracturas diversas a veces llenas por carbonatos o clorita. Los bordes son muy irregulares (Formas a y b) con fenómenos de recristalización o intercrecimiento. Aunque no muy alteradas presentan superficies muy sucias e incluyen carbonato en forma de granos o laminillas sumamente irregulares y clorita verde de idénticos caracteres. Su proporción es muy similar en las muestras estudiadas (cuadro adjunto de composición modal).

Nº Muestra Minerales	0903 1M-VA AS-270	0903 1M-VA AS-271	0903 1M- VA 5034 I-T	Media
Plagioclasa	62,3	60,8	60,5	61,2
Carbonato	21,1	22,6	23,5	22,4
Clorita	12,3	13,8	14,-	13,4
Cuarzo	1,8	1,5	1,-	1,4
Feldespato K	0,5	0,7	0,5	0,6
Pirita	1,6	0,3	0,3	0,7
Apatito	0,4	0,3	0,2	0,3

Cuadro de Rocas dioríticas alteradas.



Carbonato. En agrupaciones de cristales asociada con plagioclasas o con clorita. Podría ser secundaria originada en la alteración de otros minerales, por ejemplo fémicos en rocas de tipo diorítico. La abundancia de plagioclasas y la existencia de clorita podría apoyar este origen, sin embargo hay otros hechos en contra como es la inclusión de calcita en las plagioclasas relativamente ácidas junto con la clorita que también aparece incluida. Otra suposición sería que proceda de una descalcificación de plagioclasas más básicas por la cual se formaron las actuales.

Clorita. Es pennina y se presenta bien en láminas asociada con óxidos de Fe agrupados según líneas de exfoliación o bien en granos irregulares sin relación alguna con dichos óxidos e incluida en plagioclasas o asociada con calcita.

Pirita. En cristales muy idiomorfos de hábito cuadrangular perfecto, se presenta tanto rodeados por clorita como entre cristales de plagioclase.

### 3.- SECUENCIAS PARAGENETICAS

Las rocas pertenecientes a los stocks de la zona de Tapia se caracterizan por un estadio magmático muy importante en el que se forman todos los minerales esenciales y gran parte de los accesorios. El estadio postmagmático ha tenido muy poca importancia.

Los procesos de cataclasis son también muy escasos en estas rocas y en las encajantes.

Mas que dar una paragénesis diferente para cada tipo de rocas dadas anteriormente, podemos establecer una para un conjunto de rocas similares y así las de naturaleza gabroica (gabros biotítico-antíbolíticos, leugabros biotítico-piroxenos, granogabros hipersténicos y leucogabros



holoplagioclásicos) las consideramos en conjunto al dar la posible secuencia de mineralización.

Estadio magmático. - En todas estas son los accesorios - primarios los que han cristalizado primero círcón, apatito, óxidos de hierro, aunque la cristalización del segundo debe iniciarse más tarde y continuar en el estadio postmagmático donde vuelve a ser importante junto con la de otros minerales claramente no magmáticos.

A estos minerales accesorios siguen las plagioclasas y los piroxenos, existiendo un solapamiento muy marcado entre ambos, pero creemos que las plagioclasas han cristalizado las primeras ya que aparecen incluidas en los piroxenos.

La cristalización de los piroxenos empieza cuando la de las plagioclasas está terminando, pues se pueden observar inclusiones de piroxenos en granos muy finos en zonas muy externas de las plagioclasas.

Tendríamos que admitir pues, una magma plagioclásico (en el sentido de Michot, 1965) con una composición química capaz de originar la cristalización de plagioclasa como primer constituyente.

En la cristalización de este mineral pueden distinguirse varios períodos:

- a) - cristalización de plagioclasa básica (70% an) que constituye núcleos claramente diferenciados del resto.
- b) - cristalización de plagioclasa muy zonada cuya basicidad disminuye progresivamente.
- c) - formación de una aureola fina de composición ácida (20-30% an).

En las variedades microporfídicas se distingue además un cuarto tipo

- d) - Microlitos siempre más ácidos que los cristales grandes, su contenido en anortita varía a 34 a 52%.



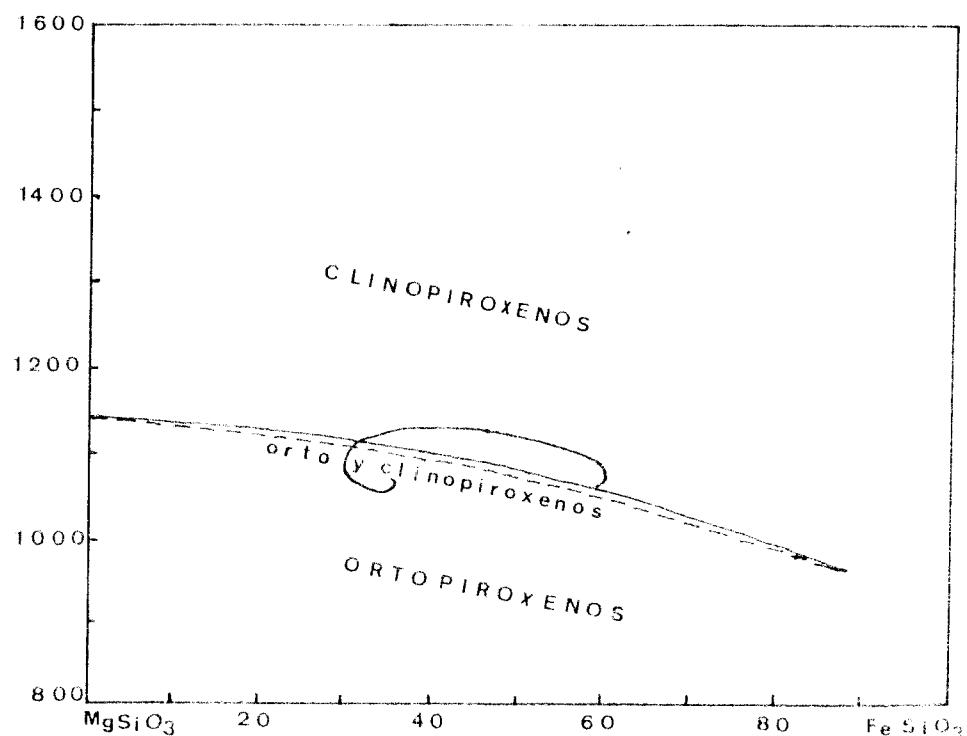
Las plagioclasas no microlíticas presentan con frecuencia un zonado muy irregular del que ya hablamos al hacer la descripción de estos minerales. Dicho zonado nos parece comparable al estudiado por Fuster (1954) y Fuster & Tbarrola (1956) en rocas volcánicas. Los autores citados lo interpretan como debido a un proceso metasomático realizado por intercambio iónico entre las plagioclasas primeramente cristalizadas y la fracción fluida del magma; esta sustitución se realiza según zonas o direcciones preferentes del cristal. Esta hipótesis la podemos aplicar a las plagioclasas estudiadas que también presentan frecuentemente corrosión entre zonas. Vance (1966) refiriéndose a este zonado irregular ("pacthy zoning") en rocas ígneas dice que indican una cristalización en magmas con déficit de agua durante la mayor parte del intervalo de consolidación. Las asociaciones mineralógicas encontradas corresponden a rocas originadas a alta temperatura y pobres en agua pueden apoyar esta hipótesis.

Los piroxenos pudieron en algunas variedades, al igual que en Salas-Belmonte cristalizar primero coincidiendo con las primeras plagioclasas ó incluso antes, ya que pueden aparecer incluidos en las plagioclasas, pero hay que hacer notar que dichas inclusiones son siempre muy escasas y de tamaño reducido.

La cristalización de los piroxenos es pues posterior a una cristalización importante, si no la principal, de las plagioclasas. En cuanto al orden de cristalización de los dos tipos de piroxenos hemos observado que en gran parte es simultánea la de orto y la de clinopiroxenos aunque debió comenzar primero la de la hiperstena que con frecuencia está incluida en la augita, es decir, estaríamos en la zona de inversión con cristalización mixta de orto y clinopiroxenos y según el diagrama de Bowen y Schairer (1935) y teniendo



en cuenta la composición de estos piroxenos (40-60% de componente Fe) la temperatura de cristalización sería de  $1000 \pm 50$  aproximadamente.



En las variedades microporfídicas existe una segunda generación que forma pequeños granos que constituyen la pasta.

El anfíbol parece sustituir a estos piroxenos y crece sobre ellos en continuidad óptica o bien cristalizada independientemente. Su posición con respecto a la cristalización de la biotita no es clara en unos casos parece ser anterior y en otros simultánea. En parte y cuando es fibroso debe formarse por alteración de los piroxenos en una fase posterior ya dentro de la actividad postmagmática.



En las variedades en las que existe oxihornblenda esta es posterior a las plagioclasas y piroxenos y anterior a la biotita por la que es sustituida (resorción muy marcada).

La cristalización de la biotita es claramente posterior a las plagioclasas ya que nunca está incluida en ellas. En las rocas microporfídicas es anterior a los minerales que constituyen la pasta y aparece fuertemente corroída por ella. De la observación microscópica deducimos que en su formación intervienen activamente los fémicos de la pasta (hiperstena y óxidos de Fe) posiblemente por aumento de sílice originándose también ortosa según la reacción:



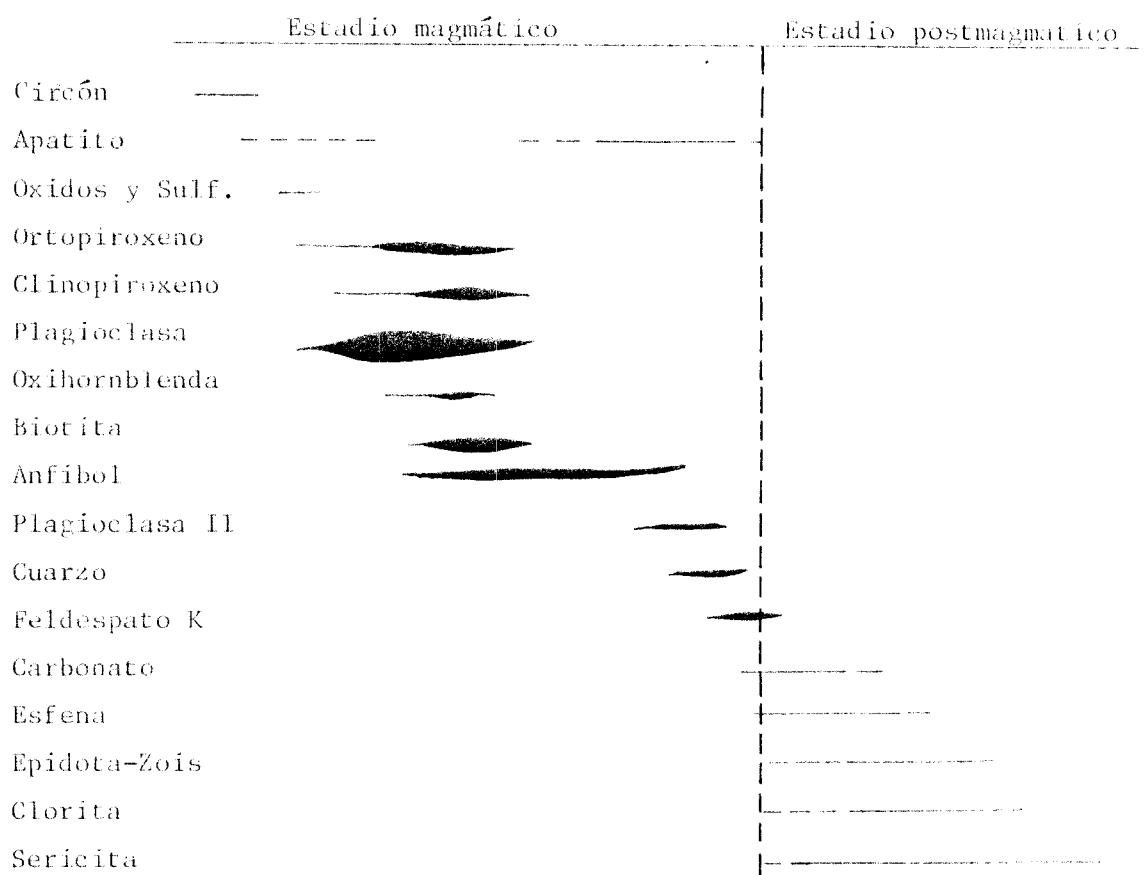
Posteriormente al cristalizar todos los elementos de la pasta, la biotita sufre una corrosión muy marcada. La ortosa y el cuarzo son los últimos elementos que cristalizan magmáticamente. Tienen a veces un marcado carácter intersticial, están bien en formas ameboidales que incluyen otros elementos de tamaño más fino (microfilitos de la pasta, granos de hiperstena u óxidos Fe) o bien están en cristales pequeños cuyo tamaño es similar al resto de los componentes de la mesostasis. La cristalización del cuarzo y ortosa puede ser simultánea formando intercrecimientos micropegmatíticos, cuyo tamaño es similar al resto de componentes de la mesostasis.

Estadio postmagmático. Como indicamos anteriormente tiene escasa importancia en la formación de estas rocas; comprende varios fenómenos como uratilización de piroxenos, sausuritización de plagioclasas, aparición de esfena, carbonatos, cuarzo micrográfico y por último cloritización de la biotita.



En los leucogabros holoplagioclásicos parece existir un metasomatismo potásico simultaneo con la formación de carbonato, originándose intercrecimientos entre ambos minerales. Son semejantes a los que existen en las granodioritas del Pato.

El esquema general para las rocas gabroicas es el siguiente:



En las granodioritas y cuarzodioritas faltan los piroxenos y el orden de cristalización difiere del que hemos establecido para los gabros.

Además de los accesorios circón, apatito y óxidos de hierro abunda la alanita que es posterior a todos ellos y en parte simultanea con la biotita a la que incluye totalmente e incluso con las plagioclasas a las que puede englobar en sus zonas más externas. El



periodo de cristalización es pues muy amplio. La biotita es el primer esencial en cristalizar seguido muy de cerca por las plagioclasas que le incluyen muy frecuentemente pero siempre en forma de laminillas muy finas. La cristalización del anfibol coincide con la de la biotita en parte pero su iniciación es anterior. Ortosa y cuarzo son los últimos minerales claramente magmáticos.

Dentro de la actividad postmagmática se dan los mismos fenómenos que hemos visto para los gabros: mirmequitización incipiente, cloritización de la biotita y ligero desarrollo de sericita en las plagioclasas.

El esquema que hemos establecido es el siguiente:

	Estadio magmático	Estadio postmagmático
Circón	—	
Apatito	—	
Oxídos de Fe	—	
Alanita	—	
Biotita	—	
Anfibol	—	
Plagioclasa	—	
Feldespato K	—	
Cuarzo	—	
Mirmequitas	—	
Clorita	—	
Carbonato	—	
Esfena	—	
Sericita	—	

La granodiorita de Represa presenta características diferentes al resto de las rocas estudiadas en este capítulo, por su textura microporfídica y por su mineralogía.



Entre las características mineralógicas que presenta podemos señalar la existencia de círcones idiomórficos con marcado carácter zonal; observándose muchas veces núcleos que son redondeados o irregulares; es un hecho frecuente en rocas graníticas Mehnert (1968). Otras veces incluyen varios cristalitos más finos de círcón, lo cual indica una interrupción en la cristalización. Son claramente los primeros cristalizados y aparecen incluidos en Biotita.

Tanto en el cuarzo como en las plagioclásas existen 2 generaciones. El cuarzo de la primera generación está corroido por la pasta. El feldespato K es el último elemento en cristalizar y solo se le encuentra en la pasta.

Podemos pues resumir el orden de cristalización como sigue:

	Estadio magmático	Estadio postmagmático
Círcón	—	
Apatito	—	
Oxidos y Sulfuros	—	
Alanita	—	
Cuarzo I	—	
Biotita	—	
Plagioclasa I	—	
Plagioclasa II	—	
Feldespato K	—	
Cuarzo	—	
Clorita	—	
Rutilo	—	
Sericita	—	



#### 4.- DATOS GEOQUIMICOS

Disponemos de veinte análisis parciales de rocas pertenecientes a los tres stocks, de los cuales ocho son de granodioritas, siete corresponden a rocas gabroicas, dos a cuarzodioritas; de rocas aplíticas existen dos y de rocas plagioclásicas uno que es el que muestra mayores diferencias.

Se han construido los diagramas de Peacock y Nockolds y Allen. Se observa en el primero (Fig. 10) una correlación positiva de los alcalis con respecto a la sílice y negativa para el calcio; es una evolución análoga a la que presentan las rocas de Salas-Belmonte. En el de Nockolds y Allen (Fig. 11) también muy parecida a la de los afloramientos citados antes muestra una diferenciación parecida a la de series tholeíticas.

La variación de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  son independientes entre sí.

En cuanto a los elementos menores se han construido algunos diagramas. El de la fig. 12 representa la variación de  $\text{Ti O}_2$  con respecto a la sílice, observándose una relación inversa muy marcada.

El Ba parece sustituir al K (Fig. 13) existiendo alguna anomalía que corresponde a granodioritas.

La variación del vanadio con respecto a la suma hierro total + Magnesio (Fig. 14) es también positiva, con algunas dispersiones no muy marcada, como cabría esperar de una sustitución normal.

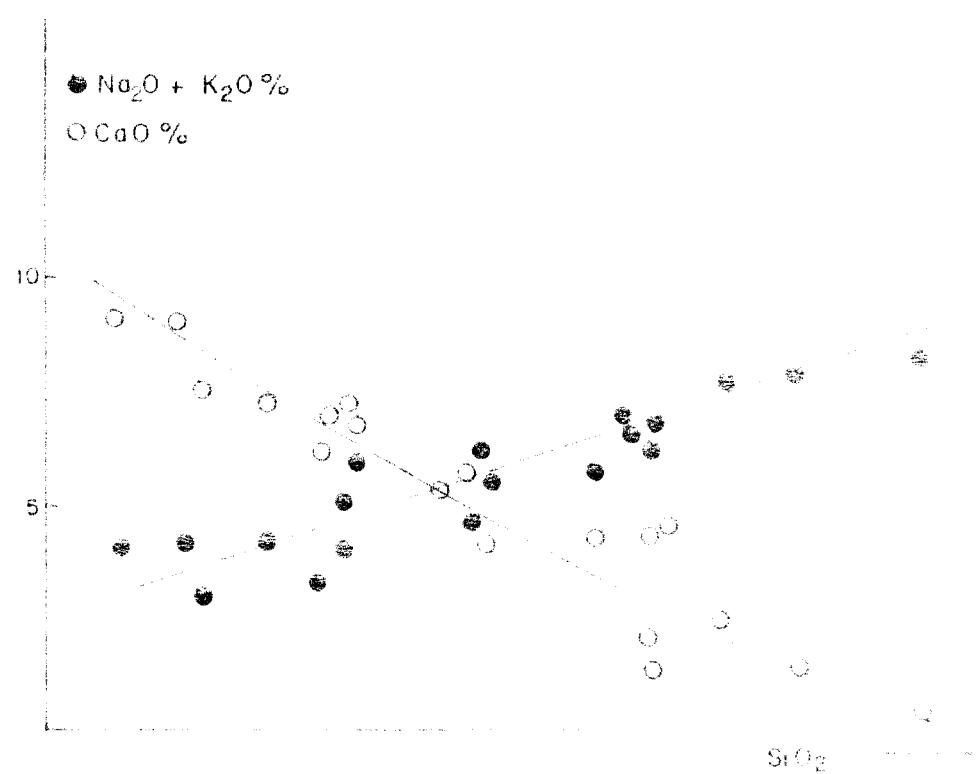


Figura 10.- Diagrama de Peacock para las arenas, píritas y rocas gabroicas de la zona de Iquique.

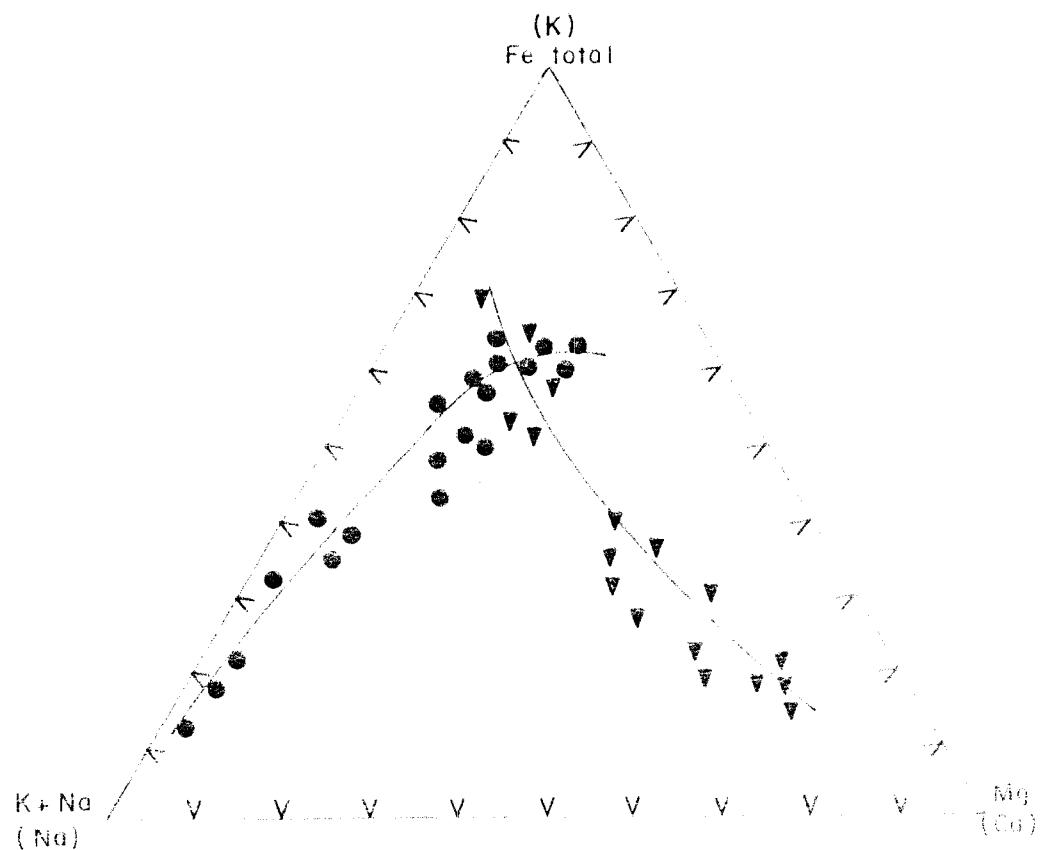


Figura 11.- Diagrama de Nockolds y Allen para la predicción de los stocks de la zona de Tapia.

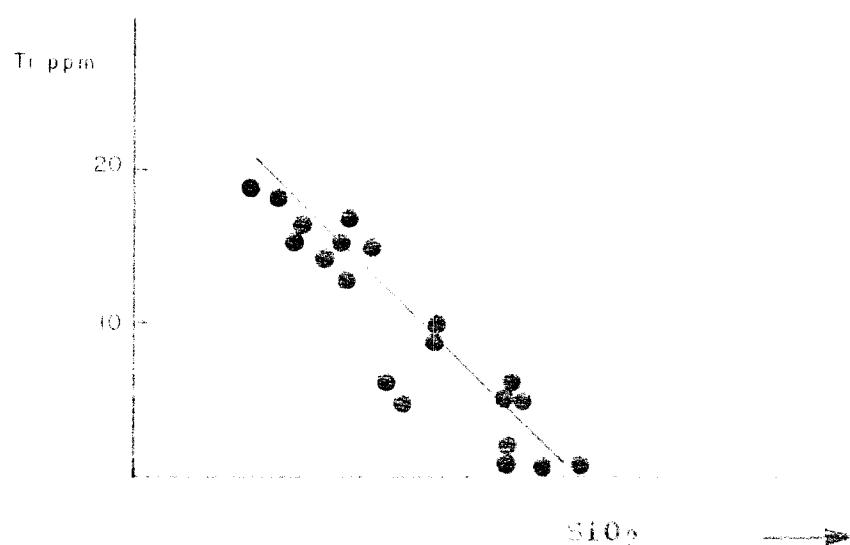


Figura 12.- Variación del Titánio en relación con la sílice. La correlación inversa observada es del mismo tipo que la de las rocas de Salas de León.

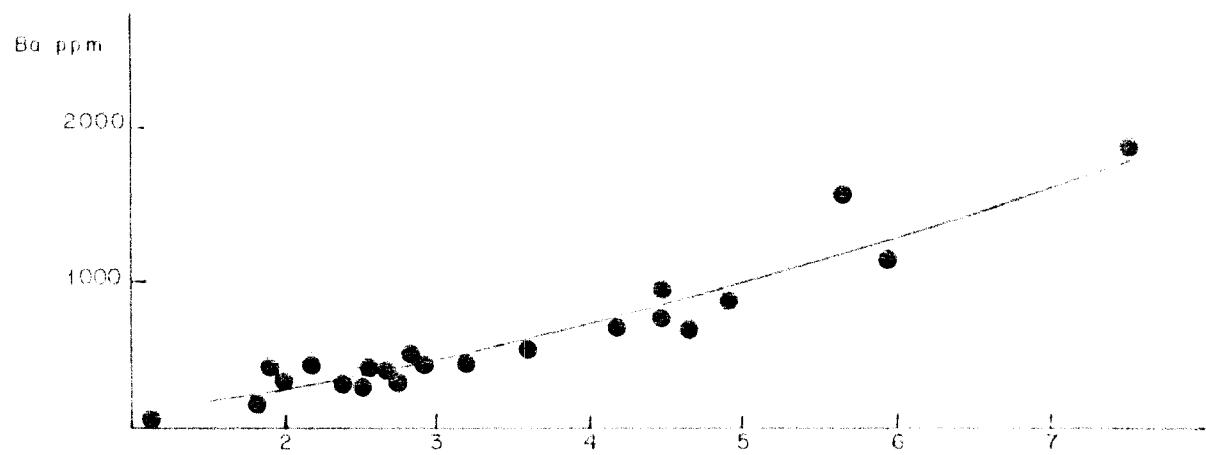


Figura 13. - Variación positiva del Ba con respecto al potasio y que indica una sustitución normal de estos elementos.

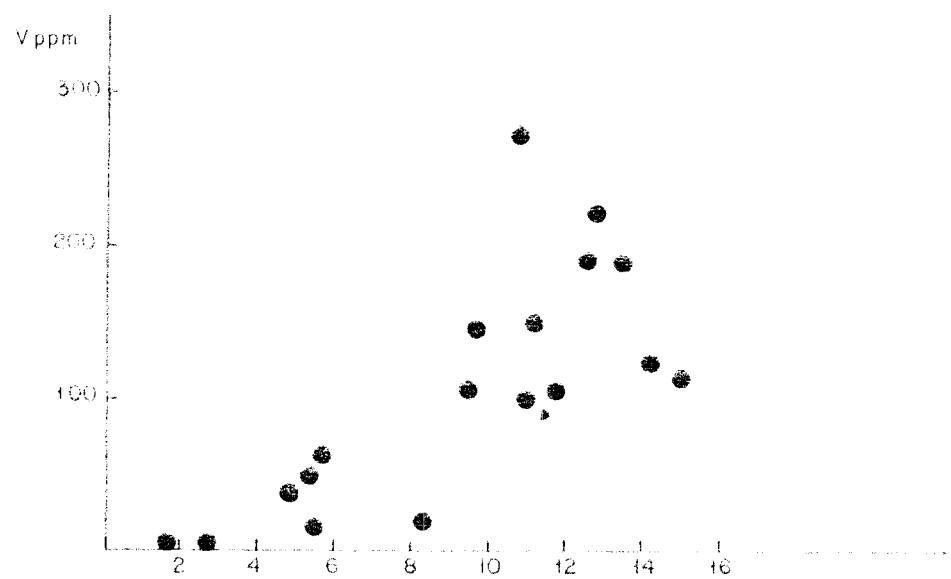


Figura 14.- Diagrama de variación del vanadio en función de la suma Fe total + Hg.



**IMINSA**

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

74.

En general no existen valores anómalos como tampoco se observan variaciones dignas de tener en cuenta para el Pb, Zn, Ga, Ge o Be con respecto al Ca, K, Fe o Sílice por lo que se ha prescindido de las representaciones correspondientes.

Apéndice - Granodioritas:- AS-125, 131, 0903-IM-VA-5018, 177, 169,  
0903-IM-VA-5021, 162, y 0903-IM-VA-5022

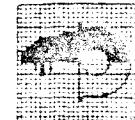
Cuarzodioritas:- 129, y 134

Aplitas:- 165 y 171

Roca Plagioclásica alterada:- 0903-IM-VA-5020

Rocas Gabroicas:- 172, 106a, 106b, 109, 278, 283 y 264

Felsita:- 272



IMINSA

Elemen. Muestr.	P.p.m.												% Oxidos						
	Zn	Ge	Ga	Co	Be	Sn	Ag	Bi	Pb	V	Ba	Cu	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>
AS-125	49	21	30	32	1	13	0	8	29	0	700	5	52,9	4,00	1,14	4,67	2,00	5,40	0,50
129	50	10	20	24	2	160	0	30	125	0	3350	30	54,2	5,70	1,98	2,87	2,60	3,90	0,85
131	60	27	35	41	6	36	0	16	30	67	560	30	58,2	4,30	1,48	3,59	2,90	4,10	0,60
134	50	30	17	50	14	25	0	55	20	107	435	10	54,5	7,50	2,02	3,16	1,60	5,60	1,35
165	40	15	10	250	8	55	5	117	90	52	1830	100	59,4	4,50	0,35	7,56	2,20	1,75	0,20
171	80	35	16	195	10	43	0	68	80	105	335	80	48,8	8,00	2,65	2,45	3,75	6,20	1,35
172	50	14	12	170	8	36	0	65	35	120	360	20	44,0	11,20	3,09	2,42	1,80	8,90	1,70
5018	100	38	15	260	16	86	1	113	230	42	930	320	59,2	5,20	0,25	4,55	2,70	4,20	0,60
177	60	23	10	315	14	39	0	113	40	14	655	40	60,6	4,30	1,16	4,19	2,90	4,30	0,50
5020	30	31	11	250	9	54	1	82	80	21	77	20	51,2	6,10	2,08	0,65	5,40	12,20	0,65
169	50	27	16	150	10	70	5	94	50	1	1150	20	64,0	1,70	0,17	5,63	3,05	1,70	0,10
5021	50	28	10	230	8	20	0	65	65	2	1030	30	62,4	2,20	0,28	5,99	2,35	2,10	0,05
162	50	26	16	150	13	33	0	55	60	105	500	20	50,6	8,60	3,15	2,81	2,60	6,60	1,55
106a	100	40	20	230	12	67	1	96	160	125	425	60	48,0	11,50	3,59	1,94	1,35	6,70	1,50
106b	30	47	22	260	13	74	ind	102	60	152	470	50	46,4	10,90	3,59	1,91	1,15	6,50	1,65
109	60	25	10	26	25	32	0	15	25	150	470	12	47,4	9,80	2,07	2,12	2,80	7,40	1,45
5022	22	26	10	18	15	10	0	10	15	40	1100	18	60,0	4,80	1,33	4,49	2,35	1,90	0,55
278	5	6	60	50	4	15	0	10	5	280	500	20	45,2	8,50	1,34	2,82	1,25	7,50	1,60
283	10	25	50	270	7	35	6	25	40	220	200	2	49,4	10,70	2,02	1,80	1,70	7,95	1,70
264	200	45	60	440	7	40	0	20	70	180	350	8	42,4	10,50	1,60	2,76	1,65	8,95	1,85
272	5	30	60	350	3	37	10	17	80	50	440	10	68,2	1,00	2,16	1,52	1,80	0,50	0,05



**IMINSA**

## 5. - BIBLIOGRAFIA

BARROIS C.H., 1882 - Recherches sur les terrains anciens des Asturias et la Galicie. Mem. Soc. Geol. du Nord, t.2, n°1 Lille.

DEER, HOWIE & ZUSSMAN - 1963 - Rock forming minerals. Longmans

FARBERT A. & JARITZ W., 1964 - Die Geologie des westasturischen Küstengebietes zwischen San Esteban de Pravia und Ribadeo. (NW Spanien) Geol. Jb. 81, 679-738.

FUSTER J.M. 1954 - Formación de las plagioclasas zonales en las rocas volcánicas: Estudios Geológicos (Inst. Inv. Geol. "Lucas Mallada"), v. 10, 367-3375

FUSTER J.M. & IBARROLA E. 1956 - Una nueva interpretación de las estructuras zonales en las plagioclasas. Tercera Reunión Internacional sobre reactiv. de los sólidos. Madrid (Sec. III) p. 391-406

HEINRICH E. 1965 - Microscopic identification of minerals McGraw Hill Book Company.

MALLADA L., 1895 - Explicación del mapa geológico de España. T.I. Mem. Com. Mapa Geol. de España.

MATTE Ph., 1968B - La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne) These Montpellier et Geolog. Alpine, 44 128 p.

MEHNERT K.R., 1968 - MIGMATITES and the origin of granite rocks. Elsevier Book Company.



IMINSA

- NOCKOLDS S.R. & ALLEN R., 1952 - The geochemistry of some igneous series.  
Geochim. Cosmoch. Acta, 4, 105-142
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA M., 1936 - Estudio de las rocas eruptivas de España.  
Mem. Acad. Cienc. Exact., Fis. y Nat.
- SCHULZ G., 1858 - Descripción geologica de la Provincia de Oviedo. Madrid.
- SIMS P.K. & GABLE D.J. 1967 - Petrology and structure of Precambrian rocks,  
Central City Quadrangle
- STREIKETSEN A.L., 1967 - Classification and Nomenclature of Igneous Rocks.  
N. Jb. Miner. Abh. 107 2 & 3, 144-240
- TILLEY C.E., 1924 - Contact metamorphism in the Comrie area of the Perthshire  
Highlands. Geol. Soc. London. Quart. J Vol. 80, 229-259
- TURNER F.J., & VERHOOGEN J., 1951, 1960 - Igneous and Metamorphic Petrology.  
McGraw Hill, New York, NY 694 p.
- VANCE J.A., 1965 - Zoning in Igneous plagioclase: Patchy zoning. The Journal  
of Geol. Vol. 73 N°4, 636-652
- WAGER L.R., BROWN G.M. & WADSWORTH W.J., 1960 - Types of igneous cumulates.  
J. Petrol. 1, 73-85
- WINCHELL A.N., 1959 - Elements of optical Mineralogy. Fourth Edit. Chapman  
& Hall.
- WINKLER H.G.F., 1965 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks Springer - Verlag.

-20010



IMINSA

Otros artículos no citados en el texto:

SUAREZ O. & SUAREZ V., 1970 - Sobre las rocas plutónicas de la zona de Tapia  
(Asturias, España) Bol. Geol. y Minero T. LXXXI - 11 - II  
Año 1970 (157-163).