

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

INFORME PETROLOGICO DE LAS HOJAS
Nº 897 (11-36) MONESTERIO y Nº
876 (11-35) FUENTE DE CANTOS

Compañia General de Sondeos, S.A
Abril, 1.980

I N D I C E

| | <u>Pag.</u> |
|--|-------------|
| 0.- <u>INTRODUCCION</u> | 1 |
| 1.- <u>METAMORFISMO</u> | 2 |
| 1.1.- <u>DOMINIO ALCONERA-ARROYOMOLINOS</u> | 2 |
| 1.1.1.- <u>Cambrico</u> | 2 |
| 1.1.2.- <u>Cineritas grises y tobas cristalinas</u> | 3 |
| 1.1.2.1.- <u>Tobas cristalinas</u> | 3 |
| 1.1.2.2.- <u>Metatobas de grano fino y metacineritas grises</u> | 5 |
| 1.1.2.3.- <u>Riolitas fluidales</u> | 6 |
| 1.1.2.4.- <u>Calizas marmóreas</u> | 7 |
| 1.1.2.5.- <u>Datos químicos</u> | 7 |
| 1.1.3.- <u>Sucesión de pizarras y metagrauvacas vulcanoclásticas de Tentudía</u> | 9 |
| 1.1.3.1.- <u>Metagrauvacas</u> | 9 |
| 1.1.3.2.- <u>Pizarras</u> | 11 |
| 1.1.3.3.- <u>Metatobas</u> | 12 |
| 1.1.3.4.- <u>Metacineritas</u> | 14 |
| 1.1.3.5.- <u>Cuarcitas negras y lidiatas</u> | 15 |
| 1.1.3.6.- <u>Rocas carbonatadas</u> | 16 |
| 1.1.3.7.- <u>Anfibolitas</u> | 17 |
| 1.1.3.8.- <u>Metadiabasas</u> | 19 |
| 1.1.3.9.- <u>Metavulcanitas</u> | 19 |
| 1.1.3.10.- <u>Grado metamórfico</u> | 20 |
| 1.1.3.11.- <u>Datos químicos</u> | 20 |
| 1.2.- <u>DOMINIO ZAFRA - MONESTERIO</u> | 21 |
| 1.2.1.- <u>Cambrico</u> | 21 |
| 1.2.2.- <u>Formación Torreárboles</u> | 24 |
| 1.2.3.- <u>Formación Malcocinado</u> | 24 |
| 1.2.4.- <u>Pizarras y metagrauvacas</u> | 25 |

| | |
|---|----|
| 1.2.5.- <u>Sucesión de pizarras y metagrauva-</u> <u>cas vulcanoclácticas</u> | 25 |
| 1.2.6.- <u>Sucesión de Montemolín</u> | 26 |
| 1.2.6.1.- <u>Esquistos y cuarzoesquis-</u> <u>tos biotíticos</u> | 26 |
| 1.2.6.2.- <u>Anfibolitas</u> | 29 |
| 1.2.6.3.- <u>Cuarcitas negras</u> | 31 |
| 1.2.6.4.- <u>Rocas carbonatadas</u> | 31 |
| 1.2.6.5.- <u>Metadiabasas</u> | 32 |
| 1.2.6.6.- <u>Grado metamórfico</u> | 33 |
| 1.2.6.7.- <u>Datos químicos</u> | 33 |
| 1.2.7.- <u>Zona de anatexia</u> | 35 |
| 1.2.7.1.- <u>Migmatitas, neises y es-</u> <u>quistos migmatíticos y es-</u> <u>quistos biotíticos</u> | 35 |
| 1.2.7.2.- <u>Anfibolitas</u> | 38 |
| 1.2.7.3.- <u>Cuarcitas negras</u> | 39 |
| 1.2.7.4.- <u>Rocas carbonatadas</u> | 39 |
| 1.2.7.5.- <u>Granodiorita de Monesterio</u> | 40 |
| 1.2.7.6.- <u>Leucogranitos anatecticos</u> | 42 |
| 1.2.7.7.- <u>Datos químicos</u> | 47 |
| 1.3.- <u>CONCLUSIONES GENERALES SOBRE EL METAMORFISMO</u> <u>REGIONAL</u> | 64 |
| 2.- <u>ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS</u> | 68 |
| 2.1.- <u>GRANITO DE CALERA</u> | 68 |
| 2.2.- <u>GRANITO DE LA TABLADA</u> | 71 |
| 2.3.- <u>STOCK DE VALENCIA DEL VENTOSO</u> | 73 |
| 2.4.- <u>GRANITO DEL CASTILLO</u> | 76 |
| 2.5.- <u>TONALITA DEL CULEBRIN</u> | 80 |
| 2.6.- <u>RELACIONES ENTRE GRANITOIDES</u> | 84 |
| 3.- <u>ROCAS FILONIANAS</u> | 84 |
| 4.- <u>METAMORFISMO DE CONTACTO</u> | 90 |

0.- INTRODUCCION

Para la elaboración de este informe se han utilizado, además de las preparaciones de las hojas de Monesterio y Fuente de Cantos propias del proyecto, alrededor de 200 láminas delgadas pertenecientes a la hoja de Monesterio y otras de las hojas adyacentes. Se han realizado cerca de 50 análisis modales y un número superior de análisis químicos, en especial de las rocas ígneas.

En primer lugar se exponen las sucesivas transformaciones de las rocas metamórficas tratando de forma separada los dominios de Alconera-Arroyomolinos y Zafra-Monesterio.

Las rocas granudas de origen anatéctico se incluyen en el apartado de metamorfismo, aunque con un tratamiento diferencial.

Por último se aborda el estudio de las rocas ígneas, comenzando por las que se consideran más antiguas para terminar con las rocas filonianas, más tardias.

En este informe se hace escasa referencia a aspectos estratigráficos que están tratados en las correspondientes memorias de las hojas.

1.- METAMORFISMO

De acuerdo con el criterio adoptado en el capítulo de estratigrafía de las memorias de las hojas, los materiales Paleozoicos y Precámblicos, pertenecen a dos dominios geológicos diferenciables por su estratigrafía y evolución tectónica.

1.1.- DOMINIO ALCONERA - ARROYOMOLINOS

En este dominio afloran tres conjuntos litológicos:

- Sucesión de pizarras y metagrauvacas vulcanoclásticas de Tentudía
- Cineritas grises y tobas cristalinas
- Materiales detriticos y carbonatados del Cámbrico inferior y en parte del Precámbrico terminal.

1.1.1.- Cámbrico

Los materiales detritico-carbonatados de esta edad están afectados por metamorfismo regional en condiciones de grado muy bajo, localmente en el tránsito entre los procesos diagenéticos y metamórficos.

En los materiales pelíticos y cuarzo-pelíticos se aprecia una recristalización de sericita subparalela a la estratificación y sintectónica de la primera fase de deformación que se ha desarrollado en el Paleozoico del dominio Alconera-Arroyomolinos.

En estos materiales la asociación mineral más frecuente es:

- Cuarzo-sericita-material carbonoso amorfo
- Cuarzo-sericita-plagioclasa

- Cuarzo-sericit-clorita-plagioclasa
- Cuarzo-sericit-clorita-opacos ferruginosos

En las coladas espilíticas del Cámbrico de la hoja de Monesterio aparece clorita como mineral sinmetamórfico y sincinemático.

La asociación mineral más frecuente es la siguiente:

- Albita-clorita-calcita/dolomita-opacos
- Albita-clorita-sericit-calcita/dolomita-opacos

1.1.2.- Cineritas grises y tobas cristalinas

1.1.2.1.- Tobas cristalinas

El metamorfismo observado es de grado muy bajo con indicios de paso al grado bajo en algunas muestras. Texturalmente las rocas tienen un aspecto neísmico con fenoclastos de cuarzo y feldespato, de varios centímetros en algunos casos, envueltos por una mesostasis granolepidoblástica, de grano fino, rica en cuarzo y sericit.

Las características mineralógicas más importantes son las siguientes:

Cuarzo.- Se han diferenciado tres generaciones de cuarzo. La primera en cristales de varios milímetros de formas redondeadas con numerosos golfos de corrosión characteristicamente volcánicos, y con frecuencia estallados. Los fenoclastos muestran extinción ondulante y fracturas en las que se ha producido recristalización, en ocasiones paralela a la primera fase de deformación. La segunda generación de cuarzo corresponde al cuarzo de la mesostasis, en agregados microcristalinos de tamaño de grano variable aunque débil en la mayor parte de los casos. La última generación aparece en fracturas y diferenciados, oblicuos en general a la esquistosidad principal. Su tamaño de

grano es mucho mayor que el de la mesostasis y la textura poligonal. La segunda fase de deformación afecta a las fracturas y diferenciados, pero tambien existen otros rellenos con características similares sin aparente deformación.

Sericita.- Se encuentra en blastos de pequeño tamaño orientados según la primera esquistosidad observada. Localmente hay diferenciados de tamaño superior. En la segunda fase de deformación se produce reorientación mecánica, pero sin llegar a producirse blastesis.

Plagioclasa.- En cristales de varios milímetros, muy fracturados y alterados a productos serícíticos. En las microfisuras hay relleno de cuarzo y sericita.

Feldespato potásico.- Se encuentra tambien en cristales idiomorfos alterados y fracturados de forma similar a la plagioclasa.

Biotita.- En una de las muestras (LE 1689) se hallan cristales de biotita detrítica de color marrón que han recristalizado débilmente, durante la primera fase de deformación, en cristales de pequeño tamaño, mejor desarrollados en las zonas de sombra de presión de las biotitas precinemáticas. Con posterioridad se reconoce una cierta reorientación durante la segunda fase de deformación.

Otros componentes, como turmalina y menas opacas, son heredados. Al menos la turmalina ha recrecido durante la primera fase de deformación.

Las asociaciones minerales más extendidas son:

- Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-sericita
- Cuarzo-plagioclasa-sericita
- Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-sericita-turmalina
- Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-sericita-biotita

Las tres primeras corresponden a metamorfismo de grado muy bajo y la última se puede interpretar como indicativa del inicio del grado bajo.

1.1.2.2.- Metatobas de grano fino y metacineritas grises

Son rocas de grano fino a muy fino. Su mineralogía es semejante a las tobas cristalinas:

Cuarzo.- Se han reconocido dos generaciones, la primera en cristales de tamaño muy pequeño con bordes irregulares o en agregados microcristalinos. La segunda generación se presenta en venas subparalelas a la primera esquistosidad, constituidas por cristales de mayor tamaño de grano, bordes recios, tendencia poligonal y con el cuarzo elongado paralelamente a S1. De forma similar a las tobas cristalinas, existen otras venas posteriores.

Sericita.- Se observa en cristales aciculares o en masas microcristalinas. El alargamiento según S1 es generalizado y localmente se aprecia el microplegado de la segunda fase sin que llegue a recristalizar la sericita.

Feldespato potásico.- Se distinguen dos tipos: en pequeños cristales precinemáticos debilmente recristalizados según S1 y en diferenciados con cuarzo, en cristales mayores que los del resto de la roca. Estos diferenciados son en parte paralelos a S1 y en otros casos netamente oblicuos.

Plagioclasa.- En cristales tabulares menores en general de 0,1 mm., que no muestran evidencias de recristalización.

Menas.- De dos generaciones, la primera como pequeños cristales precinemáticos con colas de presión y la segunda

er cristales de mayor tamaño en venas de cuarzo y feldespato. Se han reconocido magnetita y pirita como principales menas.

La asociación mineral más común es la formada por:

- Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-sericita-opacos compatible con condiciones metamórficas de grado muy bajo.

1.1.2.3.- Riolitas fluidales

Son rocas de grano muy fino, muy feldespáticas, en las que se reconocen con nitidez las texturas fluidales originales. Su mineralogía la componen:

Cuarzo.- En pequeños cristales alargados y recristalizados según S1 y en venas de 3 tipos: a) paralelas a S1 con cuarzo en cristales tabulares con igual alargamiento, b) paralelas a S1 con cuarzo recristalizado según s2 y c) oblicuas a S1 y S2 en cristales de bordes rectos y en asociación con feldespato potásico.

Feldespato potásico.- Se observan tres tipos fundamentales: en pequeños cristales o agregados microcristalinos, en crecimientos fibroso-radiales y en removilizados.

Plagioclasa.- Se encuentra en cristales tabulares precinemáticos orientados paralelamente a la dirección de flujo.

Sericita.- En microcristales alargados según S1 y tambien removilizada en venas irregulares de distinto tamaño.

Tuinaclina.- En cristales tabulares dispuestos según S1.

Las asociaciones minerales son semejantes a las citadas para otras rocas de esta misma sucesión y el metamorfismo así mismo de grado muy bajo.

1.1.2.4.- Calizas marmóreas

Los niveles carbonatados intercalados con los materiales vulcanoclásticos no presentan neoformación de minerales aunque se observa recristalización de los carbonatos que produce texturas granoblásticas con desigual alargamiento.

1.1.2.5.- Datos químicos

Se han realizado dos análisis químicos correspondientes a tobas cristalinas (muestras LE 22 y LE 41), donde destacan: el elevado contenido en SiO₂, del orden del 75%; el contenido elevado en K₂O, próximo al 5%, y el contenido muy reducido en Na₂O, menor del 0,5%.

| | LE 22 | LE 41 | Series de Bogopolsk |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|
| SiO ₂ | 74,36 | 76,70 | 74,41 |
| TiO ₂ | 0,32 | 0,26 | 0,17 |
| Al ₂ O ₃ | 14,24 | 13,05 | 13,49 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,41 | 1,56 | 2,52 |
| MnO | 0,03 | 0,01 | 0,05 |
| MgO | 0,86 | 1,01 | 0,62 |
| CaO | 0,13 | 0,11 | 0,28 |
| Na ₂ O | 0,39 | 0,17 | 0,48 |
| K ₂ O | 5,35 | 4,69 | 5,30 |
| P ₂ O ₅ | 0,08 | 0,09 | 0,10 |
| PP | 2,54 | 2,04 | 2,95 |
| TOTAL | 100,70 | 99,71 | |
| Rb | 170 | 139 | |
| Zr | 187 | 165 | |
| Ba | 1139 | 411 | |
| Sr | 40 | 36 | |
| Cu | 18 | 39 | |
| Co | 12 | 7 | |
| Ni | 26 | 26 | |

TABLA 1

Estos datos indican un vulcanismo ácido fuertemente potásico común en materiales igninbríticos. Como punto de comparación se incluye en la Tabla 1 la composición de las ignimbritas de las series de Bogopolsk (BERSENEV et al, 1965, in COOK 1966).

1.1.3.- Sucesión de pizarras y metagrauvacas vulcanoclásticas de Tentudía

1.1.3.1.- Metagrauvacas

Los minerales más importantes son:

- Cuarzo.- Se encuentra en tres generaciones principales
- cuarzo detrítico precinemático, de formas variadas, irregularmente redondeadas y en algunos granos con claras evidencias de origen volcánico.
 - cuarzo recristalizado en la fase 1 procedente en muchos casos de la granulación de cuarzos vulcanoclásticos. El tamaño de grano oscila de 0,1 a 0,3 mm. con formas elongadas y bordes indentados.
 - cuarzo en diferenciados y fracturas de dos etapas; la primera sin S_2 y la segunda post S_2 . El tamaño de grano es - mayor que en el cuarzo sin S_1 .

Plagioclasa.- Aparece como porfiroclastos que ocasionalmente recristalizan según S_1 y tambien en fracturas junto con el cuarzo.

Feldespato potásico.- Se encuentra esporádicamente como pequeños cristales precinemáticos y con mayor frecuencia en fracturas sin o post S_2 donde alcanza mayor tamaño de grano.

Mica incolora.- De grano muy fino, concentrada en lechos subparalelos a S_1 y a menudo microplegada en la fase 2 con reorientación parcial. Se localiza asociada con los otros filosilicatos (clorita y biotita). (Foto 1).

Biotita.- Se encuentra en pequeños granos aciculares orientados según S_1 . Es de color marrón-verdoso. A veces recristaliza de forma desorientada y tambien se aprecia

una débil reorientación según S2. En contadas ocasiones rellena fracturas con cuarzo y feldespato en cristales de mayor tamaño que en el resto de la roca (Foto 2).

Clorita.- Muestra estrecha asociación con la biotita y sus características texturales son semejantes.

Opacos.- Son relativamente abundantes y corresponden a grafito y óxidos de hierro sincinemáticos con las fases 1 y 2.

Turmalina.- Llega a ser frecuente en algunas muestras y aparece recristalizada paralelamente a S1.

Las relaciones blastesis-deformación se esquematizan en el cuadro nº 1.

| | F ₁ | | F ₂ | |
|-----------|----------------|--|----------------|--|
| Cuarzo | | | | |
| FdK | | | | |
| Plag. | | | | |
| Biotita | | | | |
| Moscovita | | | | |
| Clorita | | | | |
| Opacos | | | | |
| Turmalina | | | | |

Cuadro 1.

Las asociaciones minerales más características son:

Cuarzo-plagioclasa-biotita-mica incolora

Cuarzo-plagioclasa-biotita-clorita-feldespato potásico

Cuarzo-plagioclasa-biotita-clorita-mica incolora

Estas asociaciones corresponden al grado bajo de meta-

metamorfismo aunque en el conjunto de la sucesión de Tentudía, se ha podido alcanzar la parte de más alta temperatura del grado bajo con una mayor evolución textural, materializada por la disminución de clastos y un cambio en el pleocroismo de la biotita, hacia tonos marrones más intensos.

1.1.3.2.- Pizarras

Estas rocas están intimamente relacionadas con las grauvacas con las que alternan en lechos de potencia variable, observándose el paso gradual entre ambas. Su mineralogía es similar a la de las grauvacas, así como las características texturales de los minerales principales, por lo que se hace una descripción escueta.

Cuarzo.- Se distinguen tres tipos: clastos detríticos de pequeño tamaño, cuarzo recristalizado durante las fases de deformación y cuarzo en diferenciados y venas.

Mica incolora.- En blastos de pequeño tamaño y disposición lepidoblástica, orientados según S1 y microplegados durante S2.

Biotita y clorita presentan características texturales semejantes a la mica incolora, aunque son menos abundantes.

Feldespato potásico.- Solo se encuentra en diferenciados y en el relleno de fracturas, junto con el cuarzo.

Plagioclasa.- Es escasa, casi siempre en pequeños cristales precinemáticos aunque en alguna ocasión puede presentarse en diferenciados con cuarzo y feldespato potásico.

Opacos.- Son en algunas muestras muy abundantes, especialmente el grafito, se disponen paralelamente

a S1 o en fracturas.

Las relaciones blastesis-deformación están reflejadas en el cuadro nº 2 y las principales asociaciones minerales son cualitativamente similares a las de las grauvacas, así como el grado metamórfico.

| | F ₁ | | F ₂ | |
|-----------|----------------|---|----------------|---|
| Cuarzo | | — | — | — |
| FdK | | | — | — |
| Plag. | | | — | — |
| Biotita | | — | — | — |
| Moscovita | — | | | |
| Clorita | | — | — | — |
| Opacos | — | | | |
| Sericita | | — | — | |
| Turmalina | — | | | |

Cuadro 2

1.1.3.3.- Metatobas

Como tales se engloban a rocas de composiciones algo diferentes, aunque las consideraciones que se detallan son aplicables a todas ellas.

Las texturas son blastoporfídicas con fenocristales heredados de plagioclasa en una mesostasis de grano fino rica en sericita. Las características mineralógicas más destacables son las siguientes:

Cuarzo.- Como cuarzo heredado en pequeños cristales, en agregados microcristalinos con bordes indentados, recristalizado paralelamente a S1 y en diferenciados que muestran distintas relaciones con la deformación.

Plagioclasa.- En fenocristales de 1 a 3 mm. con fracturas tensionales normales a la S1 y en contados casos recristalización según S1.

Sericita.- En agregados alargados paralelamente a S1 y reorientados ocasionalmente según S2. Tambien se reconocen algunos blastos desorientados que parecen ser intercinemáticos.

Clorita.- De color verdoso pálido con caracteres texturales análogos a la sericita aunque tambien se asocia al cuarzo en los diferenciados.

Biotita.- Es escasa y de pleocroismo marrón-verdoso. Se asocia a los otros filosilicatos.

Entre los minerales minoritarios conviene destacar la presencia de feldespato potásico, apatito, pirita y magnetita.

Las asociaciones más frecuentes son:

Cuarzo-plagioclasa-sericita-biotita-feldespato potásico

Cuarzo-plagioclasa-clorita-biotita

Cuarzo-plagioclasa-clorita-biotita-sericita-feldespato potásico.

Cuarzo-plagioclasa-sericita

Las relaciones blastesis deformación responden al esquema del cuadro nº 3 y el grado de metamorfismo se puede estimar de grado bajo.

| | F ₁ | | F ₂ | |
|----------|----------------|---|----------------|---|
| Cuarzo | | — | — | — |
| Plag. | — | | | |
| Sericita | | — | | |
| Biotita | | — | | — |
| Clorita | | — | — | — |
| Opacos | | | — | — |

Cuadro 3

1.1.3.4.- Metacineritas

Son rocas muy similares mineralógicamente a las metatobas, aunque la clorita y la biotita están mucho más restringidas y no aparecen los fenoclastos de plagioclasa.

El cuarzo puede ser heredado, sincinemático de S₁ o constituir diferenciados de distinta edad. La mica incolora se orienta según S₁ y ocasionalmente según S₂. El feldespato potásico es heredado aunque puede recristalizar ligeramente durante F₁. Biotita y clorita forman agregados microcristalinos según S₁ y en ocasiones están muy replegadas por la segunda fase con individualización de cuerpos fusiformes donde se desarrollan recristalización un tanto desorientada.

Las asociaciones minerales más comunes son:

Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-mica incolora
biotita (biotita-clorita)

Cuarzo-feldespato potásico-mica incolora

Las relaciones texturales están reflejadas en el cuadro nº 4 y el grado metamórfico, análogo al de otras litologías, es bajo.

1.1.3.5.- Cuarcitas negras y liditas

Una de las características más típicas de estas rocas es la variación del tamaño de grano del cuarzo en sentido inverso al contenido en grafito. Este hecho debe ser consecuencia de la acción inhibidora del carbono sobre la cristalización.

| | F_1 | | F_2 | |
|-----------|-------|---|-------|---|
| Cuarzo | | | - | |
| FdK | — | | | |
| Biotita | — | — | — | — |
| Sericita | — | — | — | |
| Opacos | — | | | — |
| Turmalina | — | | | |

Cuadro 4.

El cuarzo es el componente principal junto con el grafito. Como consecuencia del metamorfismo se producen recristalizaciones sucesivas y diferenciación de lechos cuarzosos con escaso grafito y otros con opacos dominantes. Son muy frecuentes los diferenciados irregulares que confieren a la roca un aspecto brechoide. Los diferenciados se asocian a la primera fase, son deformados por la segunda fase e incluso los hay tardíos.

Aunque en escasa cantidad es frecuente la presencia de mica incolora o con tonos verdosos, concentrada en

algunos niveles según S1.

Entre los opacos el grafito es dominante, heredado o reorientado según S1. Tambien es destacable la abundancia de oligisto y la presencia de pirita y esfalerita en proporción muy subordinada.

Las asociaciones minerales más extendidas son:

Cuarzo-grafito-mica verdosa

Cuarzo-grafito-óxidos

Cuarzo-grafito

Las relaciones blastesis-deformación se incluyen en el cuadro nº 5 y en cuanto al grado metamórfico, las asociaciones de este tipo de rocas son poco indicativas aunque por el entorno en que se encuentran, han debido sufrir metamorfismo de grado bajo.

| | F_1 | | F_2 | |
|---------|-------|-----|-------|--|
| Cuarzo | | --- | --- | |
| Mica | | --- | | |
| Grafito | | --- | | |
| Oxidos | --- | --- | --- | |

Cuadro 5.

1.1.3.6.- Rocas carbonatadas

Los afloramientos reconocidos son de pequeñas dimensiones y solo se han estudiado cuatro láminas delgadas, dos de las cuales pertenecen a la barra carbonatada de Calera de León con importante blastesis pero que es debida al metamorfismo de contacto producido por

el granito de Calera. Los minerales atribuibles al metamorfismo regional son:

Calcita.- En cristales poligonales orientados según S_1

Dolomita.- En granos algo mayores que los de calcita y más irregulares. En los sectores más ricos en cuarzo detritico, el tamaño de grano disminuye notablemente.

Cuarzo.- En granos que conservan sus formas detriticas y que han recristalizado de manera muy limitada.

La asociación mineral reconocida es:

Calcita-dolomita-cuarzo, compatible con condiciones de grado bajo

1.1.3.7.- Anfibolitas

Se reconocen dos tipos extremos, entre los que se pueden encontrar todos los pasos intermedios: anfibolitas con megacristales de plagioclasa y anfibol y anfibolitas de grano fino de textura granonematoblástica, a veces bandeada en lechos milimétricos.

Las características mineralógicas más importantes son:

Anfibol.- Se reconocen al menos dos tipos:

- grandes cristales heredados que proceden de la uralitización de piroxeno, con formas idiomorfas, abundantes inclusiones de opacos, bordes irregulares y sustitución parcial por anfibol fibroso, predominantemente como coronas.
- Anfibol actinolítico desorientado u orientado según S_1 que deriva de la sustitución parcial o total del anfibol hornbléndico.

Plagioclasa.- Esencialmente en cristales heredados con distinto grado de alteración y recristalización parcial durante F1. Con posterioridad a F1 pueden estar sustituidas por cuarzo, transformadas en escapolita y removilizadas en diferenciados granoblásticos.

Biotita.- En cristales tabulares, amarillentos, paralelos a S1 o en diferenciados posteriores a la fase principal donde alcanza mayor tamaño de grano.

Clorita.- Aparece alargada según S1 y en fracturas sin ypost cinemáticas con respecto a la segunda fase.

Epidota.- Se asocia a clorita en los diferenciados, o se forma por descalcificación de las plagioclásas. En condiciones similares, se encuentra carbonato cálcico.

Cuarzo.- Suele estar presente en pequeña cantidad y se halla sustituyendo parcialmente a la plagioclasa o en diferenciados asociado a esta.

Opacos.- Se pueden distinguir cristales heredados, otros dispuestos según S1 y tambien removilizados. La esfena se asocia habitualmente a los opacos.

Se han reconocido las siguientes asociaciones minerales

Plagioclasa-actinolita-epidota-cuarzo

Plagioclasa-actinolita-escapolita-epidota

Plagioclasa-actinolita-hornblenda-clorita-epidota

Plagioclasa-hornblenda-epidota-clorita-cuarzo

Plagioclasa-hornblenda-epidota-clorita

Plagioclasa-hornblenda-calcita-epidota

Plagioclasa-hornblenda-calcita-cuarzo

Las relaciones blastesis-deformación quedan reflejadas en el cuadro nº 6.

1.1.3.8.- Metadiabasas

Presentan texturas blastoofíticas y su mineralogía es análoga a la descrita para las anfibolitas. Sin embargo, conviene indicar que se han reconocido restos de piroxeno augítico en avanzada uralitización y feldespato potásico en el relleno de algunas fracturas.

| | F_1 | | F_2 | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Anfibol | | | | — — — |
| Plagioclasa | — — | | | |
| Cuarzo | — — — | | | — — — |
| Biotita | | | | — — — |
| Clorita | | — — — | | |
| Epidota | | — — — | | |
| Carbonato | — — — | | | — — |
| Opacos | | — — — | | — — — |
| Escapolita | — — — | | | — — — |

Cuadro 6

1.1.3.9.- Metavulcanitas

Solo afloran de forma restringida. Su textura es esquistosa aunque se reconocen rasgos de la textura fluidal original. Su mineralogía está compuesta por:

Plagioclasa.- En cristales tabulares heredados con débil recristalización sincinematíca en la primera fase de deformación.

Biotita y clorita.- Alargados según S1 y en parte reorientados durante F2.

Carbonatos.- Bastante abundantes procedentes de la descalcificación de las plagioclasas.

Otros componentes minoritarios son epidota y opacos.

Las asociaciones minerales y las relaciones blastesis-deformación son similares a las descritas para metatobas y metacineritas, aunque el grado de reorganización textural es menor.

1.1.3.10.- Grado metamórfico

Los diversos materiales de la sucesión de Tentudía presentan metamorfismo de grado bajo y muy bajo. El metamorfismo de mayor grado viene marcado por la aparición de biotita en materiales tobáceos, grauváquicos y pizarrosos, y hornblenda en las anfibolitas. Simultáneamente, se aprecia una evolución textural con una mayor recristalización y progresiva obliteración de las texturas originales.

1.1.3.11.- Datos químicos

Se han realizado trece análisis químicos (Tabla 2) de grauvacas, pizarras y tobas, uno de anfibolitas y uno de esquistos grafitosos asociados con cuarcitas neradas (LE 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 90, LE 80 y LE 107 respectivamente); en las grauvacas, pizarras y tobas destacan:

- contenido elevado de SiO₂, entre el 60 y el 70%
- contenido elevado de Al₂O₃, entre el 15 y el 18%
- abundancia de Fe₂O₃-MgO, que oscilan entre el 6% y el 2,5% respectivamente
- predominio del K₂O sobre el Na₂O que alcanzan valores medio del 1,5% y 2,5%.

La comparación de estos datos con la media de diferentes tipos de rocas sedimentarias y volcánicas, permite

considerar, en especial a las grauvacas, como materiales con importantes aportes de vulcanismo ácido, como ya se había indicado en base a los datos petrográficos.

El análisis LE 80 es congruente con un origen ortoderivado de las anfibolitas a partir de rocas máficas lávicas o subvolcánicas.

El esquisto grafítoso denota un alto contenido de sílice y en una determinación específica, un contenido en carbono superior al 4%. Al2O3, K2O y Na2O corresponden a la fracción arcillosa.

1.2.- DOMINIO ZAFRA-MONESTERIO

1.2.1.- Cámbrico

Los materiales detríticos y carbonatados de edad Cámbrica de las unidades de Zafra y Cabeza Gorda a techo de la formación Torreárboles, están afectados por metamorfismo regional de grado muy bajo y en parte en el tránsito diagénesis-metamorfismo.

Las rocas metapelíticas muestran recristalización de sericita relacionada con la esquistosidad observable. La asociación metamórfica cuarzo-sericita corresponde al grado muy bajo.

En las rocas carbonatadas no se ha observado neoformación de silicatos. Los carbonatos han recristalizado de forma desigual con texturas granoblásticas heterogranulares o granoblásticas elongadas. El cuarzo y los feldespatos detríticos no han sufrido recristalización.

| | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 | 71 | 72 | 73 | 90 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| SiO ₂ | 61,32 | 67,55 | 69,25 | 65,77 | 67,08 | 68,13 | 58,97 | 61,31 | 70,01 | 66,24 | 72,21 | 83,45 | 60,80 |
| TiO ₂ | 0,84 | 0,77 | 0,58 | 0,75 | 0,76 | 0,73 | 0,93 | 0,89 | 0,65 | 0,75 | 0,71 | 0,27 | 0,85 |
| Al ₂ O ₃ | 17,92 | 14,53 | 16,62 | 16,50 | 16,41 | 15,30 | 19,73 | 18,03 | 14,93 | 16,77 | 12,95 | 4,17 | 18,47 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,74 | 5,83 | 3,27 | 6,18 | 5,67 | 6,08 | 7,25 | 7,40 | 4,96 | 5,54 | 3,94 | 5,69 | 7,04 |
| MnO | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,12 |
| MgO | 3,33 | 2,81 | 1,39 | 3,14 | 2,27 | 2,53 | 3,56 | 3,19 | 2,21 | 2,38 | 2,29 | 3,87 | 2,97 |
| CaO | 0,40 | 0,11 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 0,00 | 0,14 | 0,09 | 0,31 | 0,08 | 0,47 |
| Na ₂ O | 2,29 | 1,79 | 5,96 | 1,26 | 0,77 | 1,79 | 1,09 | 0,73 | 1,79 | 1,66 | 2,67 | 0,17 | 1,80 |
| K ₂ O | 3,39 | 1,56 | 0,44 | 2,31 | 2,33 | 1,68 | 3,78 | 3,31 | 2,07 | 2,81 | 1,17 | 0,00 | 3,29 |
| P ₂ O ₅ | 0,21 | 0,11 | 0,07 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | 0,11 | 0,09 | 0,11 | 0,07 | 0,19 |
| PP | 3,39 | 4,27 | 2,19 | 4,54 | 5,20 | 4,48 | 5,64 | 5,64 | 4,15 | 4,87 | 3,75 | 1,96 | 4,96 |
| TOTAL | 100,43 | 99,37 | 99,87 | 100,63 | 100,64 | 100,94 | 101,21 | 100,68 | 101,04 | 101,28 | 100,13 | 99,76 | 100,95 |
| Rb | 122 | 68 | 36 | 77 | 88 | 67 | 120 | 122 | 82 | 100 | 52 | 25 | 102 |
| Zr | 184 | 264 | 321 | 233 | 223 | 246 | 174 | 160 | 217 | 224 | 270 | 86 | 170 |
| Ba | 412 | 273 | 44 | 401 | 291 | 256 | 661 | 438 | 417 | 596 | 832 | 0 | 679 |
| Sr | 113 | 109 | 251 | 65 | 56 | 99 | 60 | 60 | 98 | 96 | 181 | 34 | 92 |
| Cu | 37 | 24 | 17 | 288 | 71 | 37 | 38 | 106 | 48 | 29 | 73 | 541 | 67 |
| Co | 17 | 17 | 33 | 23 | 32 | 20 | 17 | 19 | 20 | 14 | 17 | 18 | 41 |
| Ni | 61 | 52 | 58 | 44 | 62 | 52 | 60 | 48 | 38 | 54 | 67 | 26 | 70 |

T A B L A 2 (continuación)

| | Nº 80 | Nº 107 |
|--------------------------------|--------|--------|
| SiO ₂ | 47,07 | 70,14 |
| TiO ₂ | 2,05 | 0,67 |
| Al ₂ O ₃ | 16,25 | 14,25 |
| Fe ₂ O ₃ | 11,92 | 0,60 |
| MnO | 0,06 | 0,00 |
| MgO | 9,22 | 0,78 |
| CaO | 10,72 | 0,39 |
| Na ₂ O | 2,21 | 2,21 |
| K ₂ O | 0,30 | 3,30 |
| P ₂ O ₅ | 0,26 | 0,06 |
| PP | 1,55 | 6,75 |
| TOTAL | 101,62 | 99,45 |
| Rb | 27 | 103 |
| Zr | 139 | 275 |
| Ba | 128 | 2173 |
| Sr | 211 | 136 |
| Cu | 7 | 49 |
| Co | 31 | 7 |
| Ni | 106 | 16 |

1.2.2.- Formación Torreárboles

El tramo inferior muestra texturas blastopsamíticas con cuarzo y feldespatos detriticos en una mesostasis con cuarzo y sericita. La sericita, que procede de la matriz arcillosa, se orienta según la primera esquistosidad que afecta al Paleozoico.

En el tramo superior, los niveles metaareníticos tienen características semejantes a las arcosas y metagrauvacas del tramo inferior. Las rocas pelíticas presentan una esquistosidad oblicua a la estratificación según la cual se observa blastesis sintectónica de sericita.

En conjunto, la formación Torreárboles muestra texturas algo más evolucionadas que los materiales superiores, pero el metamorfismo sigue siendo de grado muy bajo.

Las asociaciones minerales más frecuentes son:

Cuarzo-plagioclasa-feldespato potásico-sericita

Cuarzo-plagioclasa-feldespato potásico-clorita

1.2.3.- Formación Malcocinado

El conjunto, bastante heterogéneo, de materiales de la formación Malcocinado, han sido afectados por metamorfismo regional de grado muy bajo, en las condiciones de temperatura más elevada. Algunas muestras presentan asociaciones minerales que se pueden considerar indicativas del grado bajo.

Los minerales neoformados más frecuentes son: cuarzo, mica incolora y clorita. Las texturas son esquistosas pero se reconocen la mayor parte de los rasgos originales.

Las asociaciones minerales más significativas son:

Cuarzo-sericita

Cuarzo-clorita

Cuarzo-sericita-clorita

Las serpentinitas de la unidad de Cabeza Gorda, con la asociación serpentina-clorita, denotan asimismo metamorfismo de grado muy bajo.

1.2.4.- Pizarras y metagrauvacas

El conjunto de pizarras y grauvacas que afloran en el sector del arroyo del Pizarral, han sido afectados por metamorfismo de grado muy bajo en el tránsito al grado bajo. Las texturas son esquistosas en los niveles pizarrosos y blastopsamíticas en los grauváquicos.

Las asociaciones minerales reconocidas son:

Cuarzo-sericita

Cuarzo-sericita-clorita-biotita

1.2.5.- Sucesión de pizarras y metagrauvacas vulcanoclásticas

Los materiales correlacionables con la sucesión de Tentudía del dominio de Alconera-Arroyomolinos, presentan desde el punto de vista de su mineralogía, las mismas características descritas en el apartado 1.1.3.

Destaca la ausencia de algunas de las litologías presentes en el dominio meridional.

1.2.6.- Sucesión de Montemolin

Se incluyen aquí materiales cuyo grado metamórfico varía del grado bajo al tránsito grado medio-grado alto.

1.2.6.1.- Esquistos y cuarzoesquistos biotíticos

Derivan de materiales pelíticos y cuarzo-pelíticos con diversas proporciones de materia orgánica. El grado de cristalinización aumenta según el grado metamórfico. Las características mineralógicas son las siguientes:

Cuarzo.- Se pueden diferenciar las siguientes generaciones: a) cuarzo heredado, más abundante en las zonas de metamorfismo más débil; b) cuarzo granoblástico sintectónico de S1 en cristales de 0,1 a 0,3 mm. con bordes rectos o lobulados; c) cuarzo sintectónico de S2 y d) cuarzo en diferenciados posteriores a la fase 2. En la fase 1 se forman diferenciados granoblásticos de cuarzo y cuarzo-plagioclase microplegados por la fase 2; aunque en menor grado, también se forman diferenciados en la fase 2 que están deformados por la fase 3 (Foto 3).

Plagioclasa.- Se pueden diferenciar las siguientes generaciones: a) porfiroblastos heredados en general de mayor tamaño que el resto de los componentes y más abundantes en los tramos menos metamórficos; b) plagioclasa granoblástica sin-fase 1, c) plagioclasa en diferenciados de fase 1 junto con cuarzo; d) plagioclasa recristalizada durante la fase 2 y e) plagioclasa en diferenciados tardíos metamórficos.

Feldespato potásico.- Se puede encontrar en las mismas generaciones que la plagioclasa, aunque es mucho menos frecuente. Su presencia aumenta a medida que se alcanzan zonas de mayor metamorfismo.

Biotita.- Está presente en todas las muestras aunque su abundancia es variable y sus características ópticas evolucionan con el aumento del metamorfismo. En las zonas menos metamórficas los blastos son relativamente pequeños y de pleocroismo marrón pálido. En las zonas más metamórficas el grado de cristalinidad es superior, y el pleocroismo marrón intenso y marrón-rojizo. También se ha observado que con el incremento en el grado metamórfico aumenta el contenido en circones de la biotita que llegan a ser abundantes. (Foto 4)

Se han reconocido las siguientes generaciones de biotita: a) biotita sincinemática de la fase 1, en texturas lepidoblásticas o granolepidoblásticas; b) biotita sintectónica de la fase 2; c) biotita reorientada y localmente recristalizada durante la fase 3. Al igual que el cuarzo y los feldespatos, la biotita también forma parte de diferenciados de diversas generaciones. (Foto 5)

Moscovita.- Aunque menos abundante que la biotita se encuentra en casi todas las muestras. Su presencia disminuye con el aumento del grado metamórfico. Se han identificado las siguientes etapas de blastesis: a) moscovita sin-S1; b) moscovita intercinemática F1-F2, que engloba como S interna opacos y grafito; c) moscovita sin-F2 y d) moscovita post-S2 y probablemente post-F3 que al menos en parte, debe ser de origen térmico.

Clorita.- Procede esencialmente de la biotita a la cual se asocia incluso en los diferenciados. Solo en los tramos menos metamórficos es paragenética con la biotita. En conjunto, es poco abundante.

Andalucita.- Solo se ha localizado en un pequeño sector dentro de niveles muy pelíticos, aparece como porfiroblastos parcialmente moscovitizados. Es claramente precinemática respecto a S2 aunque sus relaciones con S1 no se han determinado con claridad (Foto 6)

Turmalina.- Se encuentra en pequeños cristales recrecidos y orientados paralelamente a S1 y S2. Normalmente es escasa aunque en algunas muestras llega a ser abundante.

Las asociaciones minerales reconocidas son las siguientes:

Cuarzo-plagioclasa-biotita

Cuarzo-plagioclasa-biotita-moscovita

Cuarzo-plagioclasa-biotita-moscovita-andalucita

Cuarzo-plagioclasa-biotita-moscovita-clorita

El cuadro nº 7 recoge las relaciones blastesis-deformación.

En cuanto al grado metamórfico, apenas existen minerales indicativos. Los tramos superiores deben corresponder al grado bajo de metamorfismo y los tramos inferiores a la parte de más alta temperatura del grado medio ya que contactan normalmente con rocas de grado alto. La presencia esporádica de andalucita se localiza precisamente en el grado medio.

| | F_1 | | F_2 | | F_3 |
|-------------|-------|-----|-------|-----|-------|
| Cuarzo | | | --- | --- | --- |
| FdK | | --- | --- | | |
| Plagioclasa | - | | --- | | |
| Biotita | | --- | --- | --- | |
| Moscovita | | | --- | --- | --- |
| Clorita | | | | --- | --- |
| Andalucita | --- | --- | | | |

Cuadro 7.

1.2.6.2. Anfibolitas

Son de grano fino y muestran en la mayoría de los casos un bandeados milimétrico. La textura es granonematoblástica-nematooblástica. Las características de los minerales principales son las siguientes:

Anfibol.- Se reconocen dos tipos fundamentales. Hornblenda en cristales tabulares de 0,1 a 0,3 mm., orientados según la S1 y con pleocroismo verde-verde pálido. El segundo tipo de anfibol corresponde a actinolita en cristales prismáticos alargados crecidos durante las fases 1 y 2. (Foto 7).

Plagioclasa.- Corresponde a las siguientes generaciones: a) cristales heredados, mayores de 1 mm., rodeados por las esquistosidades y sensiblemente sericitizados; b) plagioclasa granoblástica, encontrada en diferenciados leucocráticos, formada durante las fases 1 y 2 y c) plagioclasa en diferenciados que cortan a S1 y son plegados por S2.

Epidota.- Se presenta en cristales globulosos sin clara orientación aunque se asocia a los lechos cuarzo-plagioclásicos. Procede de la descalcificación de las plagioclasas. Un aspecto semejante presenta la calcita.

Clorita.- Es frecuente en las zonas menos metamórficas donde es sintectónica o rellena fracturas. En las zonas más metamórficas, cuando existe, procede de alteración de anfibol.

Biotita.- Solo se ha determinado en algunas muestras. Es sincinemática de S1 y de S2. También en diferenciados.

Cuarzo.- Se asocia a las plagioclasas en los diferenciados leucocráticos pero no alcanza proporciones importantes.

Entre los minerales minoritarios conviene destacar la presencia constante de esfena y menas opacas.

Las principales asociaciones minerales son:

Hornblenda-plagioclasa-epidota

Hornblenda-plagioclasa-actinolita-clorita-epidota

Hornblenda-plagioclasa-biotita-cuarzo

Hornblenda-plagioclasa-actinolita-epidota-cuarzo.

Las relaciones blastesis-deformación se recogen en el cuadro nº 8.

| | F_1 | | F_2 | |
|-------------|-------|-----|-------|-----|
| Anfibol | | --- | | |
| Plagioclasa | | | --- | |
| Biotita | | --- | - | |
| Clorita | | | - | --- |
| Epidota | | --- | --- | --- |
| Cuarzo | --- | --- | --- | --- |
| Opacos | | - | - | --- |

Cuadro 8.

El grado de metamorfismo de las anfibolitas varía entre el grado bajo y el grado medio.

1.2.6.3.- Cuarcitas negras

La gran mayoría de las muestras tienen una composición simple con cuarzo y grafito como únicos minerales importantes. Sin embargo, como consecuencia de mezcla con material pelítico y carbonatado, pueden aparecer biotita y anfibol en cantidades destacables.

Cuarzo.- Al igual que en la sucesión de Tentudía, el grado de cristalinidad está condicionado por el contenido en opacos. No obstante, en la sucesión de Montemolín, la evolución textural es sensiblemente mayor, con predominio de las texturas granoblásticas de tendencia poligonal. Se puede considerar que el cuarzo ha recristalizado en mayor o menor grado en todas las fases de deformación.

Biotita.- En blastos de pequeño tamaño según S1 y S2 con pleocroismo marrón o marrón-rojizo.

Anfibol.- Corresponde a un término intermedio entre hornblenda y actinolita y se forma sincinemático de S1 y S2 y tambien intercinemático F1-F2.

Las asociaciones minerales son:

Cuarzo-grafito

Cuarzo-biotita-grafito

Cuarzo-biotita-grafito-anfibol

1.2.6.4.- Rocas carbonatadas

En diversos puntos y en general asociadas a cuarcitas negras, afloran rocas carbonatadas muy impuras. Los principales minerales originados son:

Carbonato.- Con texturas granoblásticas poligonales y alargamiento según S2 y S1 ?.

Anfibol.- Tremolita en blastos desorientados poikiloblásticos.

Talco.- Tambien en blastos desorientados

Clorita.- Se trata de clinocloro orientado según S1 y crenulado y reorientado según S2.

Las asociaciones minerales son:

Calcita-dolomita-talco-tremolita-clinocloro

Calcita-dolomita-talco-tremolita

1.2.6.5.- Metadiabasas

Corresponden a diques métricos subconcordantes con la esquistosidad más visible en el campo. Sus texturas son blastofíticas y han sido afectados al menos por el metamorfismo ligado a la segunda fase de deformación. Muestran semejanzas con las metadiabasas descritas en la sucesión Tentudía aunque su metamorfismo es en este caso superior.

La mineralogía está compuesta por:

Anfibol.- De dos generaciones, una de cristales heredados a veces con núcleos de piroxenos y otra de anfíboles crecidos durante la segunda fase.

Plagioclasa.- Es esencialmente heredada y muestra un notable retrromorfismo con formación de escapolita y epidota.

1.2.6.6.- Grado metamórfico

Como ya se ha apuntado, los diferentes materiales de la sucesión Montemolín, están afectados por un metamorfismo progresivo de grado bajo y grado medio. Las rocas de grado bajo se caracterizan por: a) reorganización textural limitada; b) cristalinidad poco importante; c) presencia de clorita en las rocas metapelíticas; d) dominio de la actinolita en las anfibolitas y e) biotita con pleocroismo marrón pálido.

En las rocas de grado medio por el contrario, se observa; a) reorganización textural avanzada con obliteración de la mayor parte de los rasgos originales; b) cristalinidad importante, sobre todo en la zona de más alta temperatura; c) ausencia de clorita, salvo la de alteración; d) disminución de la cantidad de moscovita en las metapelitas; e) presencia de hornblenda abundante en las anfibolitas; f) biotita de pleocroismo marrón oscuro y marrón-rojizo, respectivamente en las partes de baja y alta temperatura; g) fuerte incremento en el contenido de circón de la biotita y h) presencia local de andalucita.

1.2.6.7.- Datos químicos

Se han realizado cuatro análisis de esquistos biotíticos (LE, 77, 78 y 79, y AA 75) y otros tres de anfibolitas (LE 76 y AA 74 y 91). Tabla 3.

Los análisis de los esquistos arrojan contenidos medios de SiO₂ y Al₂O₃ entre el 60-70% y 14,5-16,5% respectivamente. El contenido en Fe₂O₃ es mayor del 5%. El Na₂O predomina sobre el K₂O y alcanza contenidos importantes.

TABLA 3

34

| | 77 | 78 | 79 | 75 | 76 | 74 | 91 |
|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 67,18 | 60,36 | 64,32 | 68,12 | 50,74 | 48,80 | 50,15 |
| TiO ₂ | 0,74 | 0,83 | 0,79 | 0,68 | 1,08 | 2,08 | 2,19 |
| Al ₂ O ₃ | 14,74 | 16,86 | 15,92 | 15,07 | 15,28 | 16,11 | 14,55 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,31 | 7,21 | 6,29 | 5,06 | 11,18 | 12,39 | 14,17 |
| MnO | 0,08 | 0,08 | 0,26 | 0,05 | 0,20 | 0,17 | 0,35 |
| MgO | 2,13 | 3,39 | 2,04 | 2,29 | 8,40 | 8,11 | 6,62 |
| CaO | 1,79 | 1,77 | 1,61 | 1,44 | 10,48 | 9,73 | 8,39 |
| Na ₂ O | 3,88 | 2,45 | 2,99 | 2,34 | 1,49 | 2,27 | 3,04 |
| K ₂ O | 1,93 | 3,10 | 2,96 | 2,35 | 1,10 | 0,06 | 0,24 |
| P ₂ O ₅ | 0,22 | 0,22 | 0,24 | 0,21 | 0,12 | 0,26 | 0,19 |
| PP | 1,80 | 3,53 | 2,59 | 2,43 | 1,66 | 1,40 | 1,30 |
| TOTAL | 99,79 | 99,80 | 100,01 | 100,13 | 101,71 | 101,38 | 101,19 |
| Rb | 73 | 106 | 100 | 81 | 42 | 22 | 25 |
| Zr | 224 | 171 | 237 | 195 | 79 | 130 | 113 |
| Ba | 714 | 926 | 950 | 841 | 208 | - | 85 |
| Sr | 220 | 249 | 314 | 240 | 212 | 230 | 124 |
| Cu | 49 | 45 | 15 | 45 | 27 | 34 | 88 |
| Co | 20 | 18 | 15 | 25 | 38 | 31 | 31 |
| Ni | 51 | 62 | 53 | 49 | 83 | 67 | 44 |

Estas características se ajustan con bastante claridad a la composición de las graúvacas, lo que coincide con las deducciones del estudio petrográfico. En consecuencia, los esquistos y cuarzo-esquistos deben proceder de una sucesión monótona de grauvacas con intercalaciones pizarrosas.

Los análisis de las anfibolitas presentan contenidos de SiO₂ entre el 48 y el 50%, de TiO₂ entre el 2 y el 3%, porcentajes elevados de CaO y MgO y predominio de Na₂O sobre K₂O.

Estos datos se corresponden estrechamente con los de las anfibolitas ortoderivadas procedentes de materiales maficos, lávicos o subvolcánicos.

1.2.7.- Zona de anatexia

Se localiza en la base de la sucesión de Montemolín. Las diferentes litologías indican condiciones de grado alto de metamorfismo.

1.2.7.1.- Migmatitas, neises y esquistos migmatíticos y esquistos biotíticos.

Forman un conjunto indiferenciable en cartografía. Las distintas litologías responden a diferencias cuantitativas de los minerales principales. Los esquistos biotíticos son semejantes a los de la sucesión de Montemolín de los cuales se diferencian por la presencia de silicatos de aluminio y diferenciados granitoides.

Las migmatitas constituyen la litología dominante con estructuras de tipo flebítico, ptigmático, schlieren, plegada y estromática. En el leucosoma son frecuentes los cristales de cordierita y granate además de cuarzo y feldespatos. En el nelanosoma, junto a biotita hay

sillimanita y andalucita. El paleosoma tiene composición similar a los esquistos biotíticos.

Los neises y esquistos migmatíticos constituyen pasos intermedios entre esquistos y migmatitas.

Los minerales más frecuentes son:

Cuarzo.- Se presenta en gotas incluido en feldespatos, granoblastico de varias generaciones, en diferenciados y en crecimientos mirmequíticos.

Feldespato potásico.- Esencialmente en diferenciados con cuarzo y plagioclasa y tambien en la mesostasis, alargado según la esquistosidad.

Plagioclasa.- Suele ser más abundante que el feldespato potásico y generada en las mismas etapas que este.

Biotita.- Tiene de forma generalizada, pleocrosimo marrón-rojizo intenso y un elevado número de inclusiones de circón. Las generaciones reconocidas son: a) biotita sin-S1; b) biotita sin-S2; c) biotita de gran tamaño en diferenciados melanosomáticos sobre todo de fase 1.

Sillimanita.- Corresponde a la variedad fibrolita y se concentra en los sectores biotíticos. Está siempre muy replegada. Es al menos sincinemática de la primera fase. Foto 8

Andalucita.- En cristales esqueléticos asociados a biotita y de pequeño tamaño. Parece ser intercinemática entre F1 y F2.

Cordierita.- Raramente inalterada, en blastos globulosos asociada a biotita y andalucita. Se concentra en los diferenciados leucocráticos y de forma preferente en las pequeñas masas aplítoides que se describen en el apartado 1.2.7.

Granate.- Está poco desarrollado, bastante fracturado y retromorfizado. Su mayor abundancia la presentan los diferenciados aplíticos.

Moscovita.- En pequeña cantidad se asocia a biotita sin-F2 y con más frecuencia forma placas irregulares postcinemáticas de varios milímetros a 2 cm. Asimismo aparece en los diferenciados aplíticos.

Clorita.- Procede de la alteración de biotita, en especial de los granos de los diferenciados cuarzo-feldespáticos. Su desarrollo es bastante restringido.

Las asociaciones minerales características del grado alto de metamorfismo reconocidas son:

Cuarzo-feldespato potásico-biotita-sillimanita

Cuarzo-feldespato potásico-biotita-andalucita-cordierita.

Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-biotita-sillimanita-cordierita

Cuarzo-feldespato potásico-biotita-sillimanita-andalucita-cordierita-granate

Cuarzo-feldespato potásico-biotita-sillimanita-andalucita

Las relaciones blastesis-deformación, aunque en algunos aspectos problemáticas de establecer, se esquematizan en el cuadro nº 9.

| | F_1 | | F_2 | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Cuarzo | | ----- | ----- | ----- |
| FdK | | --- | --- | --- |
| Plagioclasa | | --- | | |
| Biotita | | ----- | ----- | ----- |
| Moscovita | --- | | --- | --- |
| Sillimanita | | ----- | | |
| Cordierita | | ----- | | |
| Andalucita | | ----- | --- | |
| Granate | | | ----- | --- |
| Clorita | | | --- | ----- |

Cuadro 9

1.2.7.2.- Anfibolitas

Muestran texturas granonematoblásticas bandeadas con tendencia granoblástica poligonal. Sus características mineralógicas más destacables son:

Anfibol.- Hornblenda verde-marrón en blastos tabulares alargados según S1, concentrados en niveles que alternan con otros ricos en plagioclasa.

Piroxeno.- Piroxeno monoclinico diopsídico del cual se reconocen dos tipos: a) en blastos prismáticos alargados según S1 concentrados en los lechos hornbléndicos y b) en grandes blastos sucios y fracturados en diferenciados con plagioclasa y epidota. Algunos de estos diferenciados llegan a constituir venas monominerálicas de piroxeno de hasta 10 cm. de espesor.

Plagioclasa.- En blastos poligonales o en diferenciados como cristales globulosos de mayor tamaño y más alterados. El contenido en anortita alcanza términos de andesina cálcica.

Epidota.- Solo está presente en los diferenciados aludidos de plagioclasa y/o piroxeno.

Cuarzo.- Pequeñas cantidades en los diferenciados o sustituyendo a plagioclasa.

Las asociaciones minerales características son:

Hornblenda verde-marrón-plagioclasa

Hornblenda verde-marrón-diópsido-plagioclasa

1.2.7.3.- Cuarcitas negras

Las finas intercalaciones de cuarcitas negras de la zona de anatexia presentan como hechos distintivos: a) fuerte bandeados con alternancia de lechos cuarcíticos y otros con concentración de opacos; b) textura granoblástica poligonal y c) aparición de grandes blastos de feldespato potásico y plagioclasa relacionados con las migmatitas del entorno.

1.2.7.4.- Rocas carbonatadas

Solo se han reconocido dos afloramientos de reducidas dimensiones cuya mineralogía es la siguiente:

Carbonato.- Se reconocen blastos de calcita y dolomita poligonales sin orientación marcada.

Anfibol.- En cristales tabulares de gran tamaño con orientación preferente. Es un anfibol incoloro de la serie de la tremolita.

Piroxeno.- En blastos poligonales con muy escasa orientación de piroxeno monoclinico incoloro a verde pálido, de la serie del diópsido.

Otros minerales presentes son talco y clinocloro, procedentes del retromorfismo de piroxeno y anfibol.

1.2.7.5.- Granodiorita de Monesterio

Como se mencionó en la memoria de la hoja de Monesterio en relación con las migmatitas más evolucionadas y en tránsito insensible, se encuentra una roca granuda ligeramente porfídica, de color oscuro y composición granodiorítica. Sus afloramientos se disponen según las direcciones regionales y está afectada al menos por dos esquistosidades.

La granodiorita de Monesterio contiene sillimanita y cordierita en escasa cantidad, sobre todo en las zonas más próximas a las migmatitas nebulíticas.

Los rasgos mineralógicos más significativos son:

Plagioclasa.- En fenocristales que llegan a medir de 2 a 3 cm., zonados, con inclusiones de biotita, moscovita y cuarzo y en parte englobados por feldespato potásico. El contenido en anortita oscila entre el 20-35% en el núcleo y el 14-25% en los bordes. Tambien forma parte de la mesostasis generada por trituración de los cristales mayores (Fotos 9 y 10).

Feldespato potásico.- En cristales pertíticos maclados, de contornos irregulares. Es menos abundante que la plagioclasa.

Cuarzo.- Puede observarse como gotas en los feldespatos en texturas mirmecíticas y como cristales intersticiales. Este último tipo está granulado y recristalizado en granos de pequeño tamaño y bordes indentados, elongados según la esquistosidad principal.

Biotita.- De pleocroismo rojizo y con abundantes circones. Está incluida en algunos cristales de plagioclasa y ha sido estirada y reorientada marcando la esquistosidad más manifiesta.

Moscovita.- Es poco abundante y fundamentalmente forma placas tardías en relación con plagioclasa y biotita.

Entre los minerales minoritarios, además de la sillimanita y cordierita, es destacable la presencia constante de allanita.

En la tabla nº 4 se recogen los resultados de once análisis modales de diferentes muestras que se han proyectado sobre un diagrama triangular QAP en la Fig. 1.

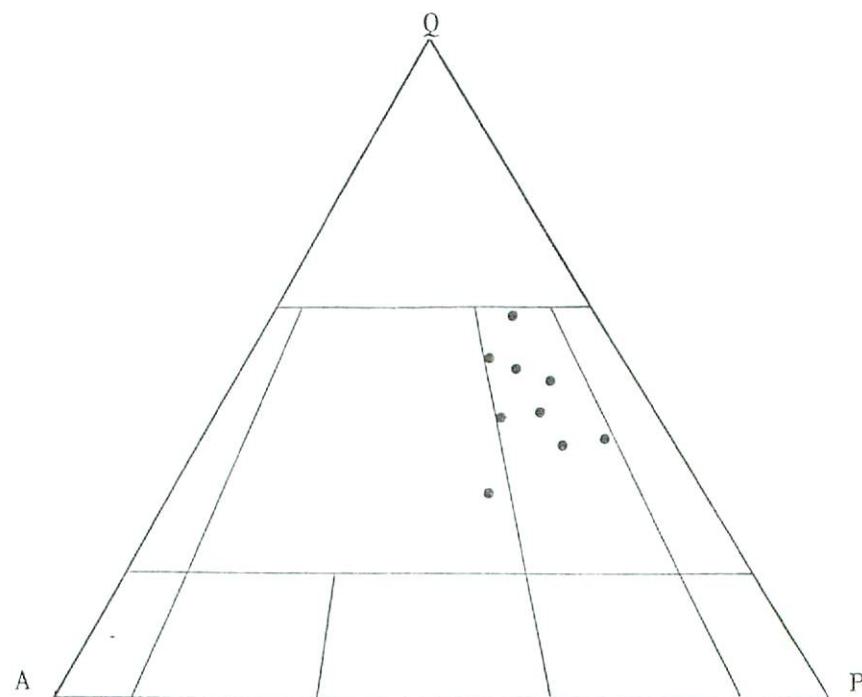


Fig. 1

La dispersión de los resultados es la consecuencia lógica de la inhomogeneidad de la granodiorita, particularmente manifiesta en las zonas de tránsito a las migmatitas.

1.2.7.6.- Leucogranitos anatécnicos

En toda la zona de anatexia afloran masas irregulares de leucogranitos aplítoides en los cuales se han distinguido tres facies petrográficas:

- Leucograníticos cordieríticos neisificados con cuarzo plagioclasa y feldespato potásico subordinado a la plagioclasa. La cordierita forma cristales nodulosos de tamaño milimétrico prácticamente transformados a pinnita y clorita.

- Leucogranitos cordieríticos granatíferos igualmente neisificados y que se caracterizan por la presencia de nódulos alargados, de color oscuro, ricos en cordierita y granate alterados a biotita, pinnita y clorita. Rocas similares a estas han sido denominadas en otras regiones "aplitas de nódulos".

- Leucogranitos s.l. Bajo esta denominación se incluye un amplio número de rocas neisificadas de caracteres aplíticos y localmente pegmatíticos con contenidos variables de micas, andalucita, sillimanita, cordierita y granate.

Los rasgos texturales de los principales minerales son:

Feldespato potásico.- En cristales ocasionalmente mayores de 1 cm. Corresponden a ortosa y microclina con pertitización intensa. Está fracturado y alargado y en contacto con las plagioclásas aparecen mirmequitas. (Fotos 11 y 12)

TABLA 4

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q | 23,10 | 37,00 | 21,60 | 41,86 | 40,00 | 37,09 | 36,29 | 27,08 | 43,70 | 27,52 | 30,73 |
| FdK | 4,62 | 10,30 | 2,40 | 3,71 | 6,60 | 3,40 | 19,68 | 9,07 | 14,77 | 22,91 | 10,59 |
| Plg | 29,70 | 25,50 | 52,00 | 21,43 | 34,00 | 31,79 | 32,43 | 35,91 | 23,24 | 33,94 | 31,77 |
| Biotita | 26,07 | 16,70 | 22,20 | 22,86 | 13,40 | 23,91 | 10,02 | 23,28 | 15,38 | 14,78 | 26,56 |
| Moscovita | 12,87 | 9,80 | | 6,86 | 3,20 | 3,40 | 0,44 | | 2,91 | | 0,35 |
| Otros | 3,63 | 0,60 | 1,80 | 3,29 | 2,80 | 0,41 | 1,14 | 4,65 | | 0,86 | |
| TOTAL | 99,90 | 99,90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,99 | 100 | | 100 |

Plagioclasa.- En cristales de dos generaciones, tectonizados y alterados. El contenido en anortita oscila entre An₆ y An₁₄.

Cuarzo.- En gotas en los feldespatos, en las mirmequitas y en cristales nodulosos intersticiales. El cuarzo intersticial está granulado y recristalizado. Tambien se observan algunas texturas grafíticas.

Biotita.- Tiene un desarrollo desigual, cuando aparece es de pleocroismo marrón-rojizo y contiene abundantes cristales de circón.

Moscovita.- Se encuentra en casi todas las muestras, en algunos casos como grandes placas tardías.

Granate.- En cristales de algunos milímetros bastante fracturados y desigualmente alterados a clorita y micas (Foto 13).

Cordierita.- En cristales peciloblásticos, muy alterada a clorita y pinnita. (Foto 14)

Andalucita y sillimanita.- Son escasas y aparecen en masas de restitas biotíticas muy replegadas. La sillimanita tambien se encuentra en los contactos entre granos de cuarzo

Se han realizado 18 análisis modales (Tabla 5) que se han representado en el diagrama triangular QAP de la figura 2.

Como puede observarse existe una gran dispersión pero con tendencia a situarse en las proximidades del minimo eutectico cuarzo-albita-ortosa.

TABLA 5

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Q | 40,69 | 30,30 | 37,40 | 35,60 | 36,60 | 45,41 | 38,23 | 31,15 | 38,41 | 31,63 | 28,82 | 30,62 | 19,68 |
| FdK | 28,28 | 43,30 | 36,40 | 34 | 39,82 | 9,18 | 7,85 | 48,71 | 13,57 | 26,19 | 31,56 | 11,79 | 33,17 |
| Plg | 20,71 | 22,60 | 19,10 | 24 | 17,69 | 22,13 | 29,11 | 14,40 | 20,87 | 31,47 | 36,55 | 50,41 | 42,16 |
| Biotita | 4,65 | | 4,90 | 2,80 | 0,89 | | | 1,05 | 1,92 | 3,95 | 1,29 | 1,22 | 1,60 |
| Moscovita | 5,71 | 3,80 | 1,50 | 3 | 1,89 | 22,79 | 12,91 | 4,22 | 22,28 | 5,27 | 1,45 | 4,61 | 2,80 |
| Otros | 0,09 | | 0,70 | 0,60 | 3,11 | 0,49 | 11,90 | 0,47 | 2,90 | 1,58 | 0,32 | 1,36 | 0,60 |
| TOTAL | 100,13 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,99 | 99,99 | 99,99 | 100,01 | 100,01 |

TABLA 5 (continuación)

| | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q | 27,90 | 37,55 | 30,55 | 39,44 | 45,00 |
| FdK | 35,10 | 12,00 | 32,15 | 22,43 | 21,41 |
| Plg | 24,90 | 41,30 | 19,83 | 11,21 | 21,72 |
| Biotita | 1,00 | | 14,47 | 7,10 | 8,28 |
| Moscovita | 4,20 | 9,16 | | 19,81 | 3,59 |
| Otros | 6,90 | | 3,00 | | |
| TOTAL | 100 | | 100 | 99,99 | |

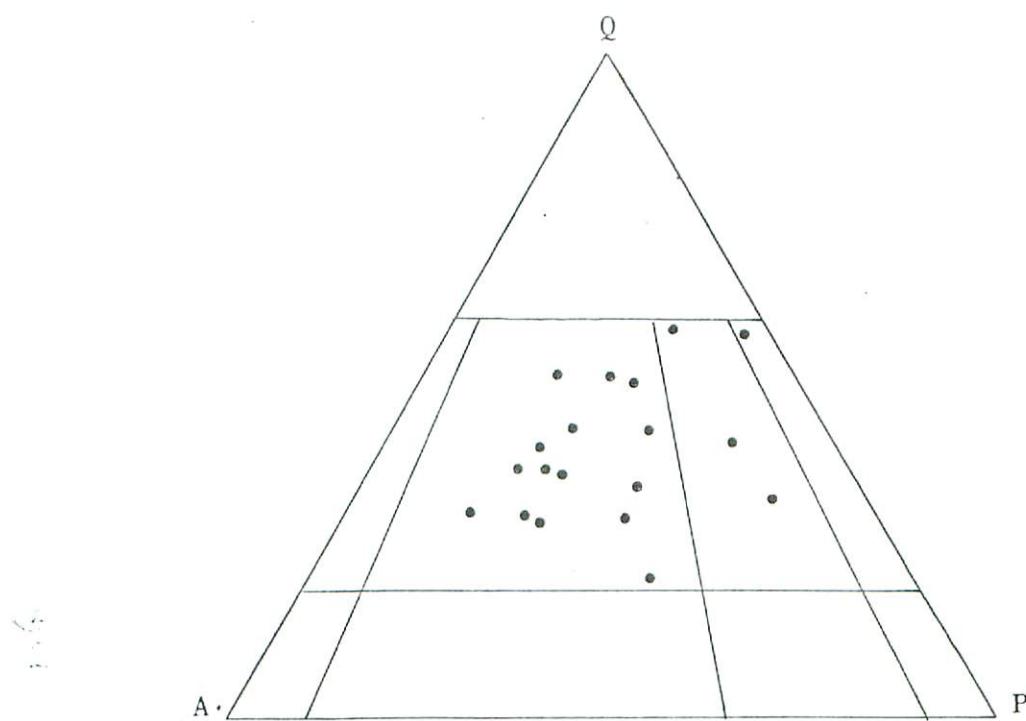


Fig. 2

1.2.7.7.- Datos químicos

Se han realizado dos análisis químicos de anfibolitas (LE 88 y 89) cuyos resultados hacen pensar junto con el hecho de que en algunos puntos se asocian con niveles carbonatados, en un posible origen paraderivado al menos para parte de estas rocas (Tabla nº 6).

Los análisis de la Tabla nº 7 corresponde a la granodiorita de Monesterio y migmatitas próximas al contacto (LE 3,4,9,10,15,16,18,19,21,25,28 y 40).

A pesar de la importante variabilidad la media corresponde a la de una granodiorita con una proporción semejante de Na y K.

En los elementos traza, el contenido en Ba se aproxima a la media de la granodiorita, mientras que el de Rb y Sr se adapta mejor al contenido medio de los granitos.

Los diagramas de variación de HARKER (Fig. 3) realizados con ayuda del programa HILFE muestran que solo son

características las realciones respecto al silicio del hierro, aluminio, manganeso y fósforo que disminuyen con el aumento del primero.

TABLA 7

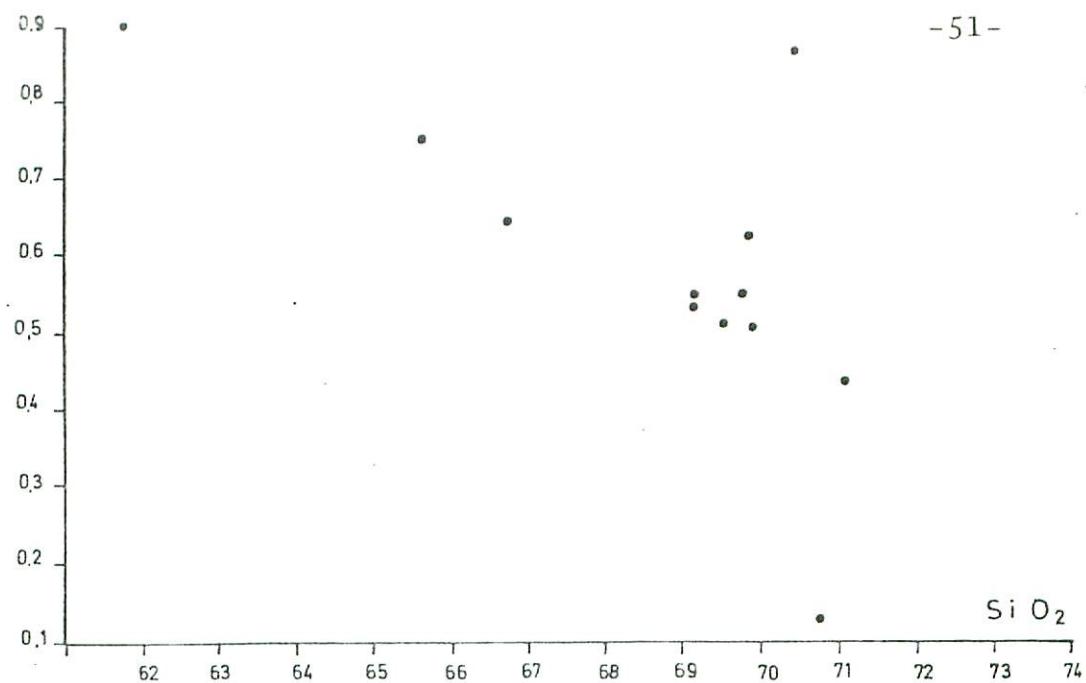
| | 3 | 4 | 9 | 10 | 15 | 16 | 18 | 19 | 21 | 25 | 28 | 49 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 66,76 | 69,19 | 65,79 | 69,22 | 61,92 | 69,86 | 69,94 | 71,09 | 69,59 | 69,94 | 70,85 | 70,47 |
| TiO ₂ | 0,64 | 0,53 | 0,74 | 0,54 | 0,89 | 0,62 | 0,55 | 0,44 | 0,51 | 0,51 | 0,14 | 0,85 |
| Al ₂ O ₃ | 15,94 | 15,36 | 15,90 | 15,05 | 18,05 | 14,85 | 14,79 | 14,83 | 15,21 | 15,07 | 15,02 | 14,99 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,16 | 4,46 | 5,21 | 4,33 | 5,71 | 4,64 | 4,41 | 3,19 | 3,44 | 3,79 | 3,68 | 3,68 |
| MnO | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,03 |
| MgO | 1,99 | 1,81 | 1,93 | 1,66 | 2,58 | 1,83 | 1,97 | 1,11 | 1,29 | 1,31 | 1,54 | 2,46 |
| CaO | 2,31 | 1,40 | 2,76 | 1,87 | 0,83 | 0,69 | 0,64 | 0,48 | 2,12 | 2,21 | 2,37 | 2,30 |
| Na ₂ O | 3,13 | 2,94 | 3,36 | 3,11 | 2,50 | 2,98 | 3,13 | 2,11 | 2,42 | 3,10 | 3,31 | 3,82 |
| K ₂ O | 3,17 | 3,65 | 2,88 | 3,46 | 3,41 | 3,08 | 3,54 | 4,07 | 3,39 | 4,03 | 3,12 | 2,14 |
| P ₂ O ₅ | 0,25 | 0,24 | 0,27 | 0,19 | 0,27 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,24 | 0,17 | 0,16 | 0,23 |
| PP | 1,42 | 1,03 | 2,97 | 0,75 | 4,05 | 2,28 | 1,33 | 2,64 | 1,81 | 0,61 | 0,91 | 1,41 |
| TOTAL | 100,84 | 100,66 | 101,83 | 100,26 | 100,29 | 101,09 | 100,47 | 100,10 | 100,07 | 100,79 | 101,14 | 102,39 |
| Rb | 115 | 145 | 126 | 144 | 115 | 102 | 113 | 111 | 111 | 138 | 122 | 87 |
| Zr | 193 | 166 | 200 | 185 | 182 | 229 | 187 | 177 | 208 | 195 | 211 | 299 |
| Ba | 856 | 558 | 696 | 848 | 372 | 812 | 1127 | 1307 | 1295 | 1078 | 1296 | 645 |
| Sr | 366 | 249 | 242 | 270 | 155 | 196 | 258 | 256 | 289 | 195 | 229 | 259 |
| Cu | 12 | 25 | 22 | 22 | 25 | 52 | 30 | 42 | 28 | 19 | 25 | 21 |
| Co | 10 | 7 | | 14 | 10 | 17 | 9 | 7 | 19 | 12 | 2 | 12 |
| Ni | 73 | 53 | 37 | 52 | 28 | 47 | 40 | 37 | 32 | 29 | 31 | 49 |

TABLA 7 (continuación)

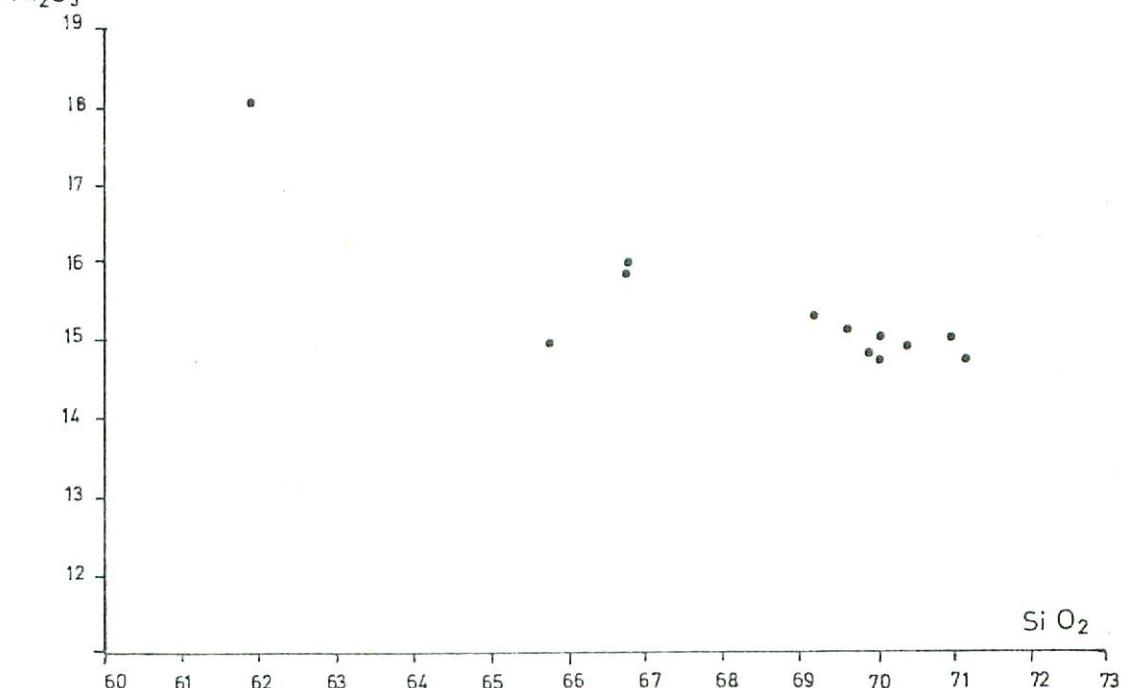
| Media | Desviación |
|-------|------------|
| 68,68 | 2,75 |
| 0,59 | 0,21 |
| 15,43 | 0,97 |
| 0,33 | 0,72 |
| 0,05 | 0,02 |
| 1,84 | 0,43 |
| 1,72 | 0,77 |
| 3,07 | 0,41 |
| 3,27 | 0,51 |
| 0,21 | 0,04 |

Ti O₂

- 51 -



Al₂O₃



F₂O₃

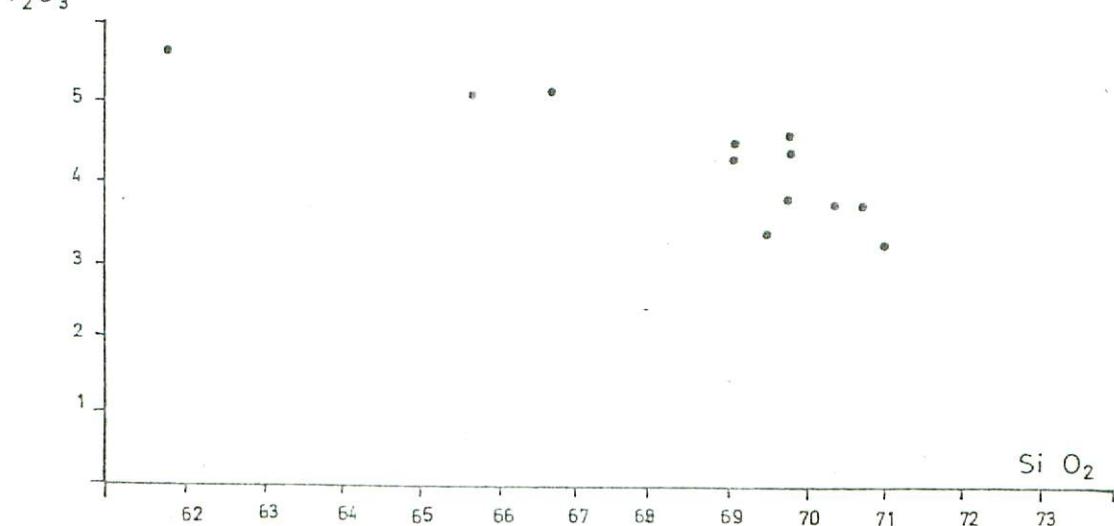


Fig. - 3

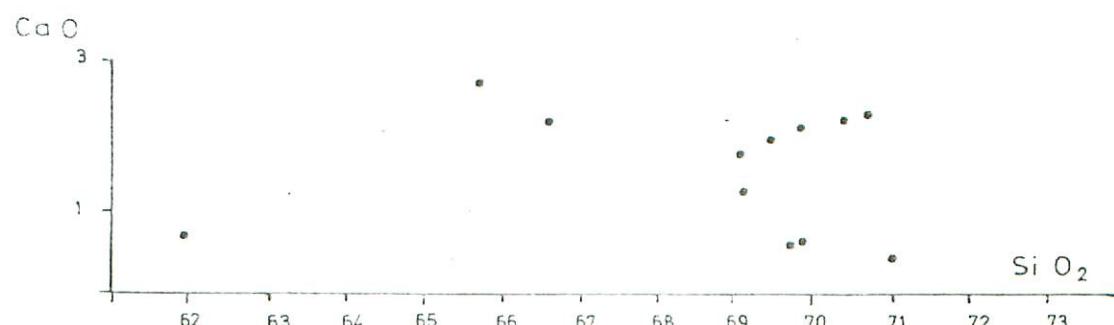
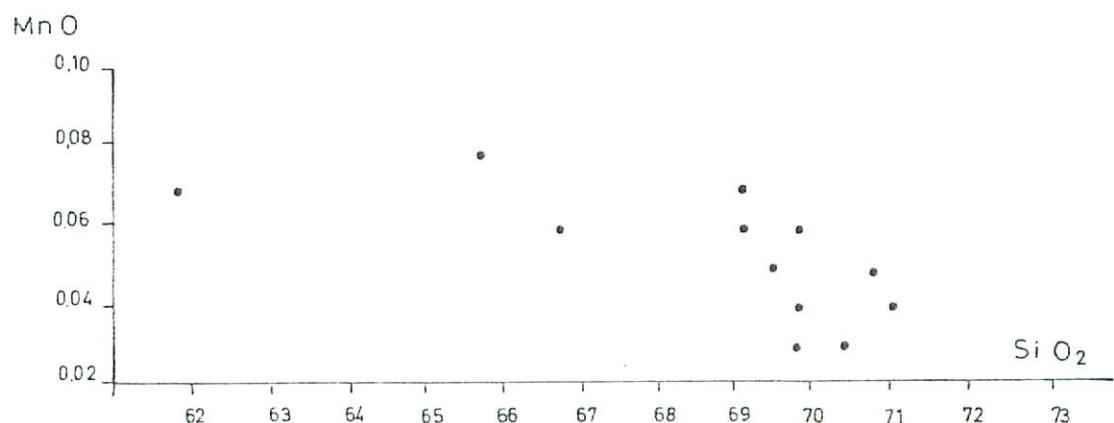
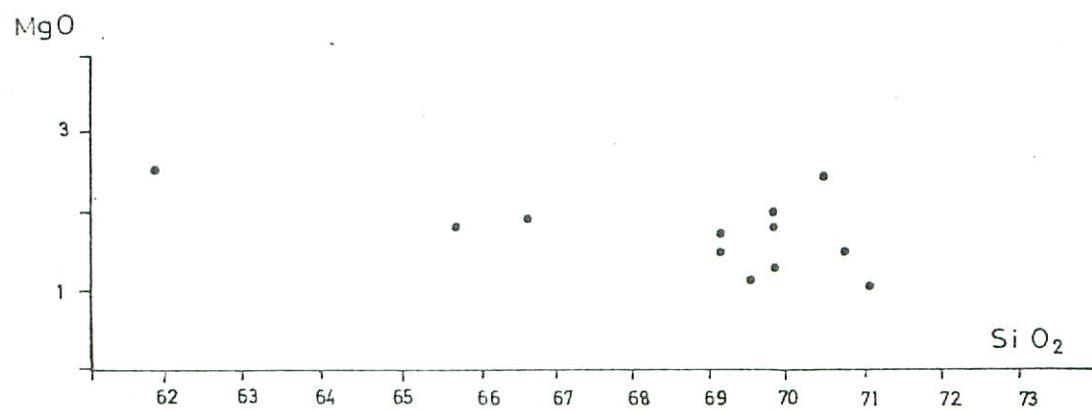


Fig.-3 (continuación)

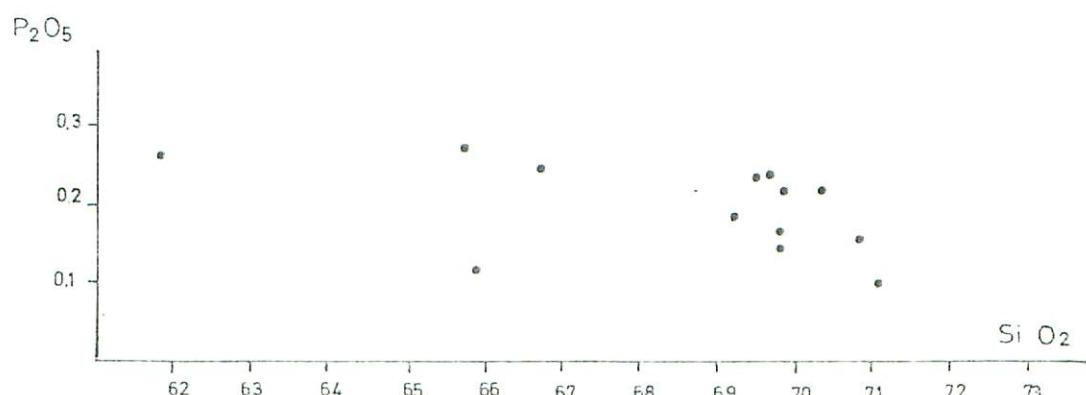
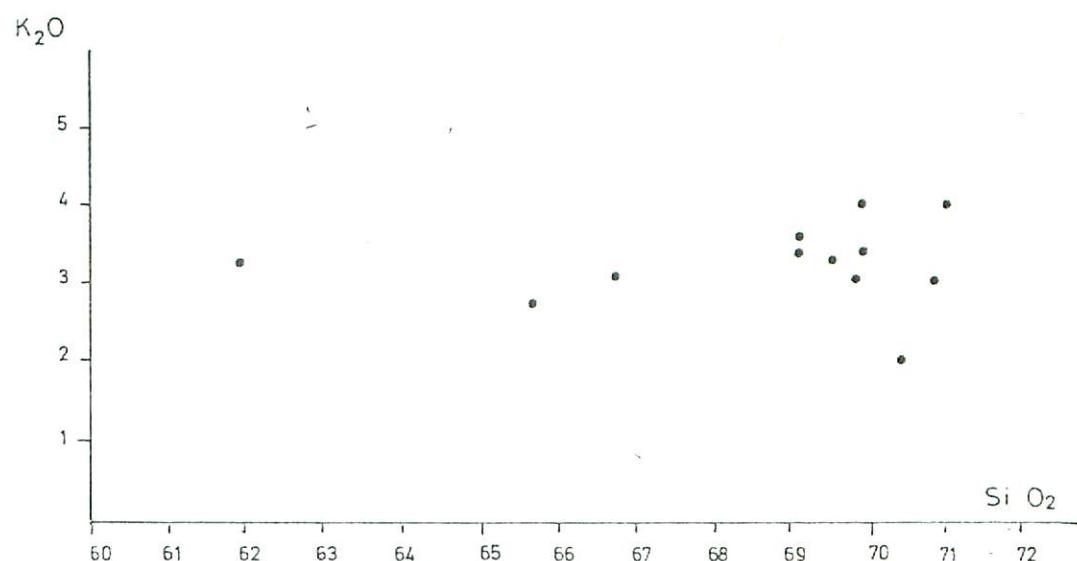
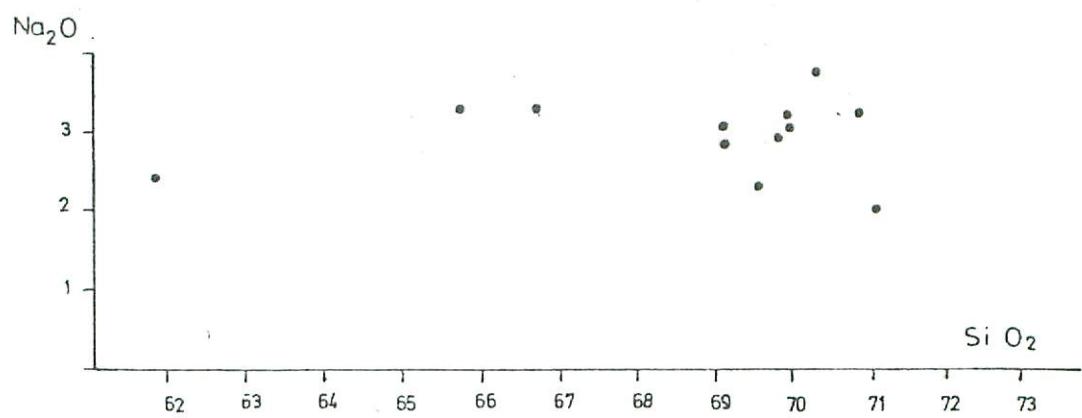


Fig.-3 (continuación)

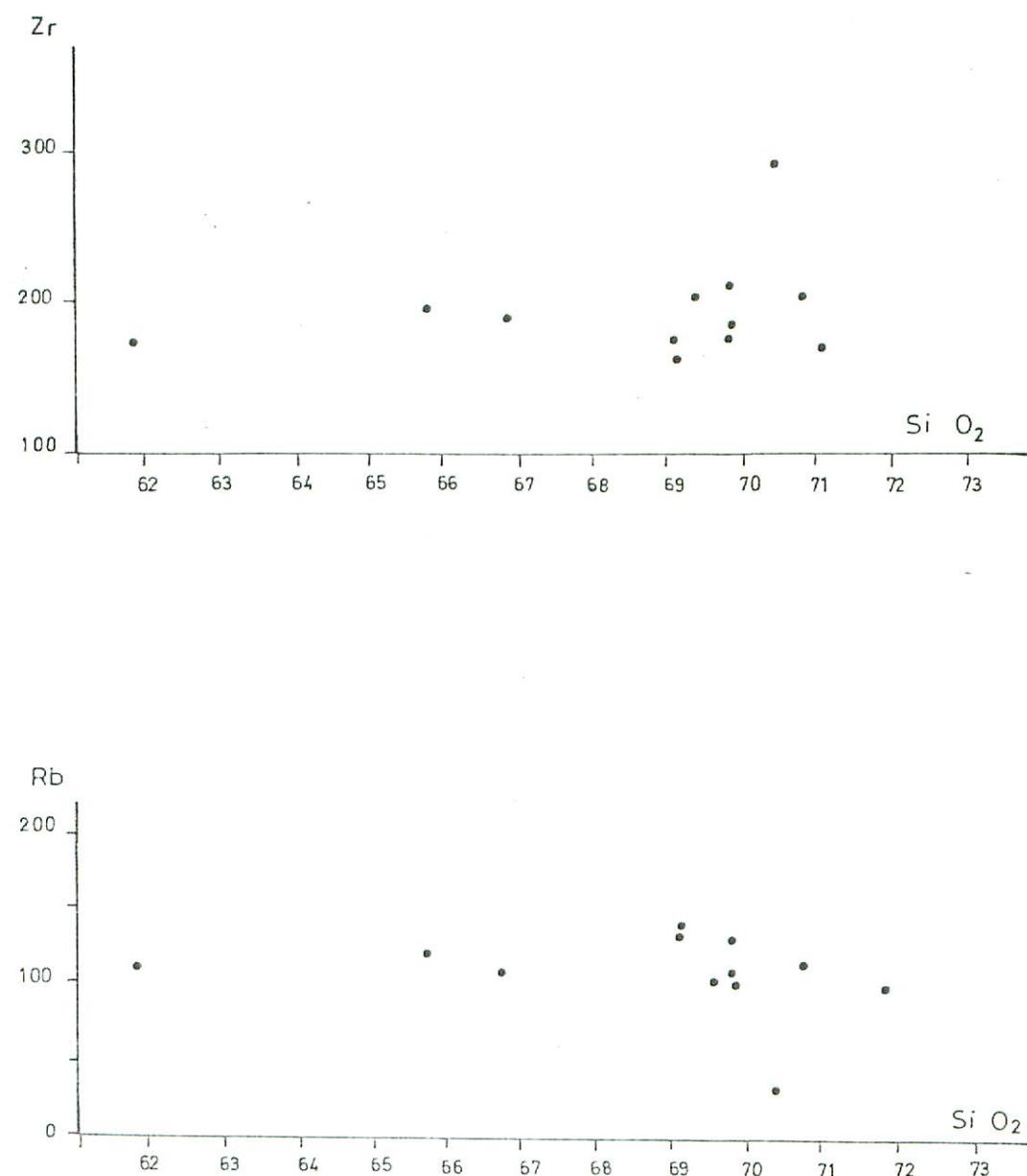


Fig.-3 (continuación)

TABLA 6

| | 88 | 89 |
|--------------------------------|--------|--------|
| SiO ₂ | 48,39 | 50,71 |
| TiO ₂ | 0,73 | 0,80 |
| Al ₂ O ₃ | 15,91 | 15,87 |
| Fe ₂ O ₃ | 10,02 | 11,45 |
| MnO | 0,17 | 0,23 |
| MgO | 8,34 | 7,54 |
| CaO | 15,10 | 11,51 |
| Na ₂ O | 1,37 | 2,57 |
| K ₂ O | 0,11 | 0,45 |
| P ₂ O ₅ | 0,08 | 0,08 |
| PP | 0,95 | 1,25 |
| TOTAL | 101,17 | 102,45 |
| Rb | 22 | 28 |
| Zr | 59 | 63 |
| Ba | 0 | 50 |
| Sr | 150 | 184 |
| Cu | 63 | 38 |
| Co | 37 | 36 |
| Ni | 108 | 106 |

De los leucogranitos existen datos de 27 análisis químicos (Tabla 8) que muestran una variabilidad importante y una gradación continua con la granodiorita de Monesterio. En la Tabla 8 se incluyen asimismo la media y desviación standart para los distintos componentes. Las correlaciones de los diversos elementos respecto a la sílice están reflejadas en la Fig. 4. El aluminio muestra una correlación negativa bastante acusada, según una recta con una pendiente de 55°. El potasio presenta correlación negativa que se adapta a una recta de 33° de pendiente. Los demás elementos tienen una gran dispersión por los que las correlaciones no son significativas.

TABLA 8

| | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 11 | 12 | 13 | 14 | 17 | 20 | 23 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| SiO ₂ | 76,38 | 73,99 | 75,31 | 75,83 | 78,46 | 73,83 | 76,63 | 74,54 | 78,20 | 74,85 | 73,95 | 74,05 | 76,16 |
| TiO ₂ | 0,23 | 0,02 | 0,15 | 0,14 | 0,02 | 0,14 | 0,06 | 0,23 | 0,02 | 0,25 | 0,51 | 0,07 | 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 12,74 | 14,72 | 13,78 | 13,90 | 12,61 | 14,48 | 13,64 | 13,86 | 12,92 | 13,61 | 14,47 | 14,83 | 13,89 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,63 | 0,35 | 1,19 | 1,20 | 0,37 | 1,45 | 0,24 | 1,54 | 0,40 | 1,21 | 0,84 | 0,41 | 0,38 |
| MnO | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| MgO | 0,75 | 0,24 | 0,52 | 0,40 | 0,43 | 0,71 | 0,37 | 0,86 | 0,55 | 0,47 | 0,45 | 0,23 | 0,16 |
| CaO | 0,89 | 0,58 | 0,81 | 1,02 | 0,42 | 0,99 | 0,29 | 0,69 | 0,49 | 0,57 | 0,42 | 0,52 | 0,49 |
| Na ₂ O | 2,70 | 3,11 | 2,95 | 3,12 | 2,76 | 3,28 | 2,77 | 2,43 | 2,95 | 2,60 | 3,24 | 2,77 | 3,63 |
| K ₂ O | 5,17 | 6,52 | 4,88 | 3,79 | 4,32 | 4,54 | 6,04 | 4,91 | 3,89 | 5,39 | 5,43 | 5,78 | 4,03 |
| P ₂ O ₅ | 0,14 | 0,19 | 0,11 | 0,22 | 0,35 | 0,15 | 0,06 | 0,11 | 0,17 | 0,10 | 0,14 | 0,09 | 0,06 |
| PP | 0,98 | 0,37 | 1,19 | 1,24 | 0,49 | 0,71 | 1,03 | 1,12 | 1,19 | 1,05 | 1,07 | 1,03 | 0,95 |
| TOTAL | 101,64 | 100,13 | 100,90 | 100,88 | 100,23 | 100,31 | 101,15 | 100,31 | 100,78 | 100,11 | 100,56 | 99,80 | 99,77 |
| Rb | 108 | 174 | 147 | 194 | 378 | 180 | 148 | 133 | 153 | 139 | 159 | 174 | 265 |
| Zr | 178 | 67 | 128 | 146 | 54 | 112 | 84 | 142 | 68 | 186 | 203 | 83 | 72 |
| Ba | 1072 | 294 | 486 | 557 | 50 | 611 | 316 | 1447 | 191 | 816 | 890 | 413 | 30 |
| Sr | 260 | 165 | 147 | 146 | 62 | 172 | 112 | 265 | 102 | 188 | 170 | 100 | 51 |
| Cu | 21 | 23 | 19 | 21 | 27 | 33 | 23 | 40 | 31 | 26 | | 23 | 20 |
| Co | 9 | 7 | 6 | 10 | 5 | 8 | 11 | 18 | 7 | 10 | | 15 | 10 |
| Ni | 26 | 19 | 26 | 26 | 29 | 41 | 21 | 35 | 23 | 23 | | 23 | 27 |

TABLA 8 (continuación)

| 24 | 26 | 27 | 42 | 43 | 44 | 48 | 50 | 51 | 55 | 56 | 57 | Media | Desviación |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------------|
| 74,52 | 76,07 | 77,81 | 73,58 | 74,62 | 75,82 | 74,90 | 77,21 | 77,53 | 75,19 | 75,69 | 74,70 | 75,53 | 1,37 |
| 0,10 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,11 | 0,12 | 0,02 | 0,11 | 0,02 | 0,09 | 0,01 | 0,10 | 0,11 |
| 14,01 | 13,57 | 13,66 | 15,54 | 14,31 | 14,21 | 13,71 | 13,78 | 12,92 | 14,52 | 14,40 | 14,53 | 14,02 | 0,71 |
| 0,90 | 0,43 | 0,52 | 0,39 | 0,51 | 0,75 | 0,87 | 0,20 | 0,48 | 0,69 | 1,34 | 0,46 | 0,76 | 0,42 |
| 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 0,44 | 0,22 | 0,21 | 0,31 | 0,33 | 0,21 | 0,33 | 0,00 | 0,20 | 0,29 | 0,53 | 0,36 | 0,39 | 0,18 |
| 0,77 | 0,30 | 0,75 | 0,58 | 0,26 | 0,81 | 0,84 | 0,48 | 0,33 | 0,62 | 0,64 | 0,37 | 0,59 | 0,22 |
| 3,61 | 2,58 | 3,09 | 3,80 | 1,56 | 2,76 | 3,10 | 6,55 | 3,79 | 4,24 | 2,42 | 2,42 | 3,00 | 0,55 |
| 5,03 | 6,43 | 5,00 | 5,42 | 7,23 | 4,90 | 4,91 | 0,10 | 4,03 | 5,46 | 5,12 | 6,93 | 5,15 | 0,92 |
| 0,15 | 0,12 | 0,05 | 0,31 | 0,13 | 0,06 | 0,13 | 0,03 | 0,04 | 0,18 | 0,19 | 0,27 | 0,15 | 0,08 |
| 0,44 | 0,55 | 0,32 | 0,73 | 1,42 | 0,67 | 0,62 | 0,52 | 0,60 | 0,38 | 1,06 | 0,73 | | |
| 99,99 | 100,35 | 101,43 | 100,72 | 100,40 | 100,29 | 99,53 | 99,86 | 100,05 | 101,65 | 101,51 | 100,82 | | |
| 186 | 194 | 104 | 221 | 162 | 183 | 187 | 25 | 108 | 191 | 217 | 203 | 184 | |
| 89 | 127 | 88 | 76 | 87 | 140 | 118 | 62 | 127 | 52 | 98 | 70 | 105 | |
| 369 | 1273 | 1358 | 149 | 969 | 611 | 319 | 0 | 500 | 25 | 165 | 147 | 503 | |
| 111 | 119 | 203 | 108 | 243 | 117 | 120 | 95 | 125 | 59 | 71 | 75 | 131 | |
| 22 | 27 | 34 | 28 | 25 | 21 | 19 | 36 | 29 | 20 | 23 | 21 | | |
| 4 | 10 | 7 | 4 | 9 | 5 | 8 | 16 | 6 | 7 | 15 | 7 | 9 | |
| 25 | 23 | 28 | 23 | 22 | 20 | 27 | 22 | 24 | 20 | 30 | 26 | 25 | |

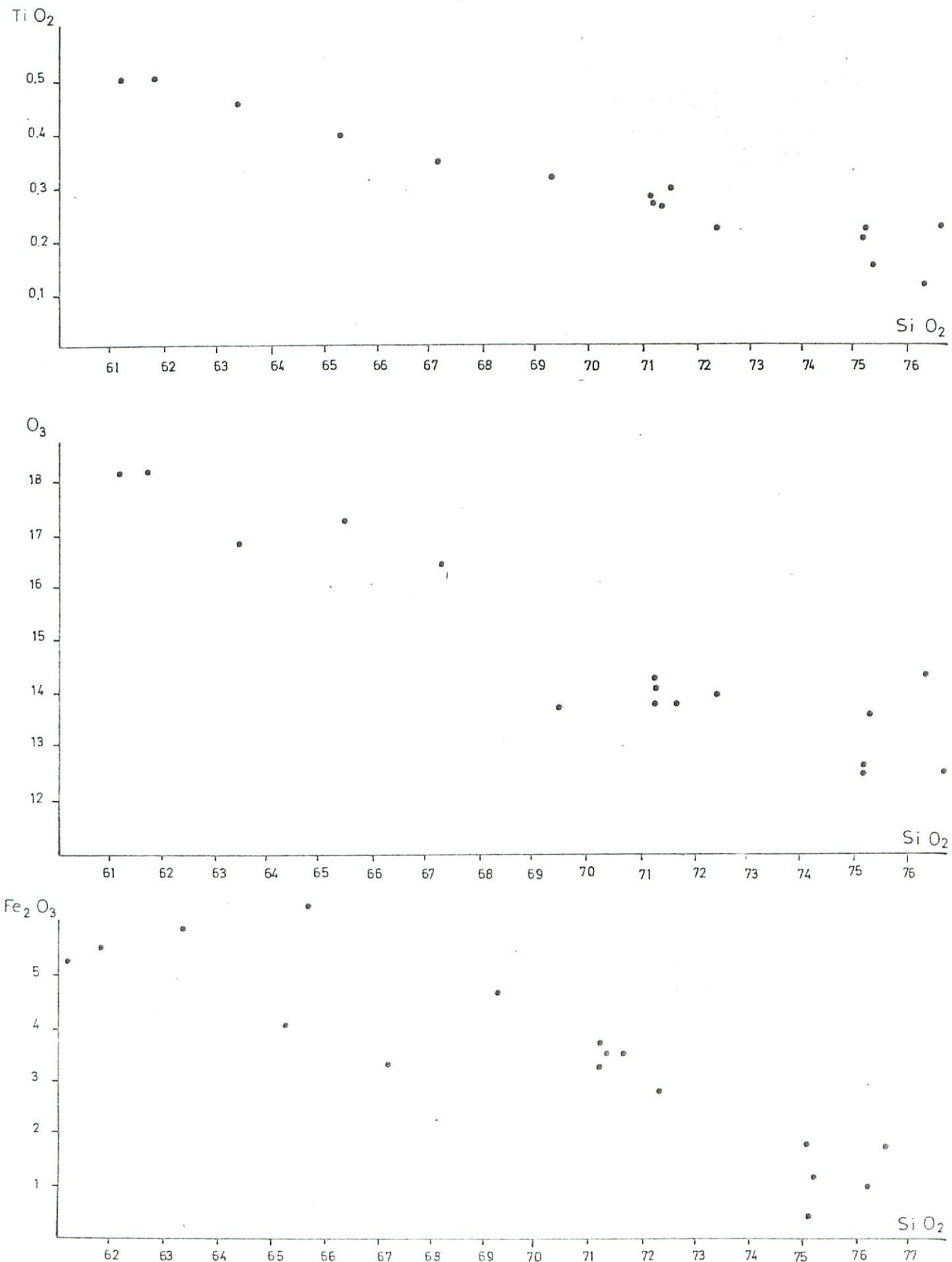


Fig.-4

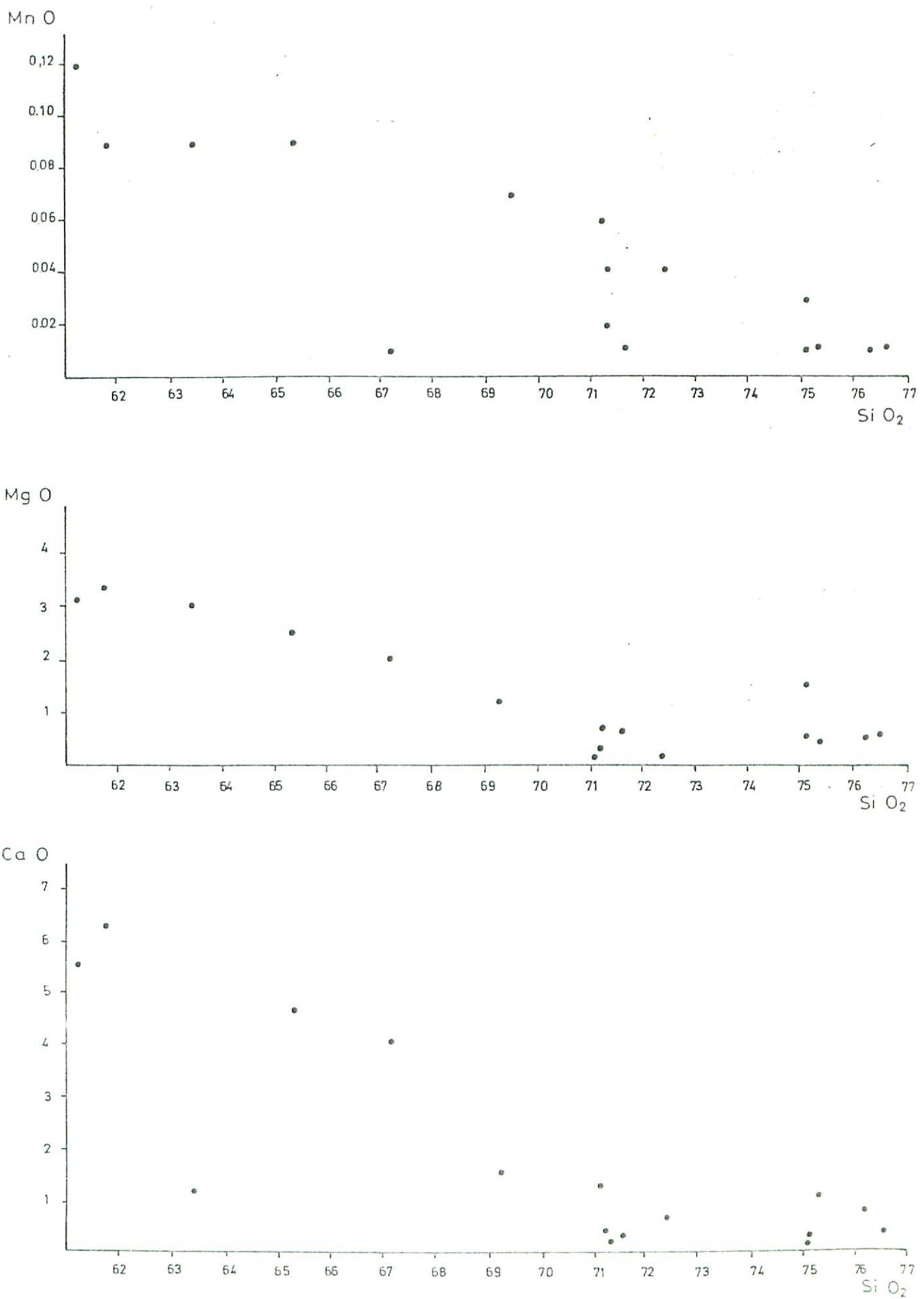


Fig.-4 (continuación)

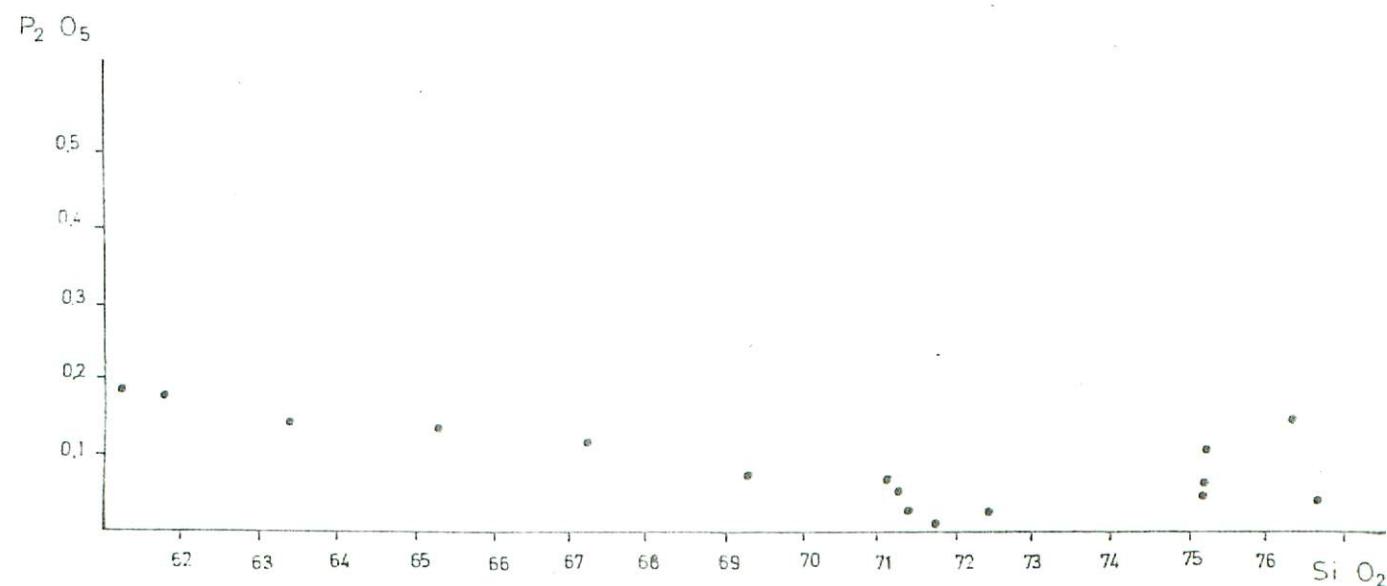
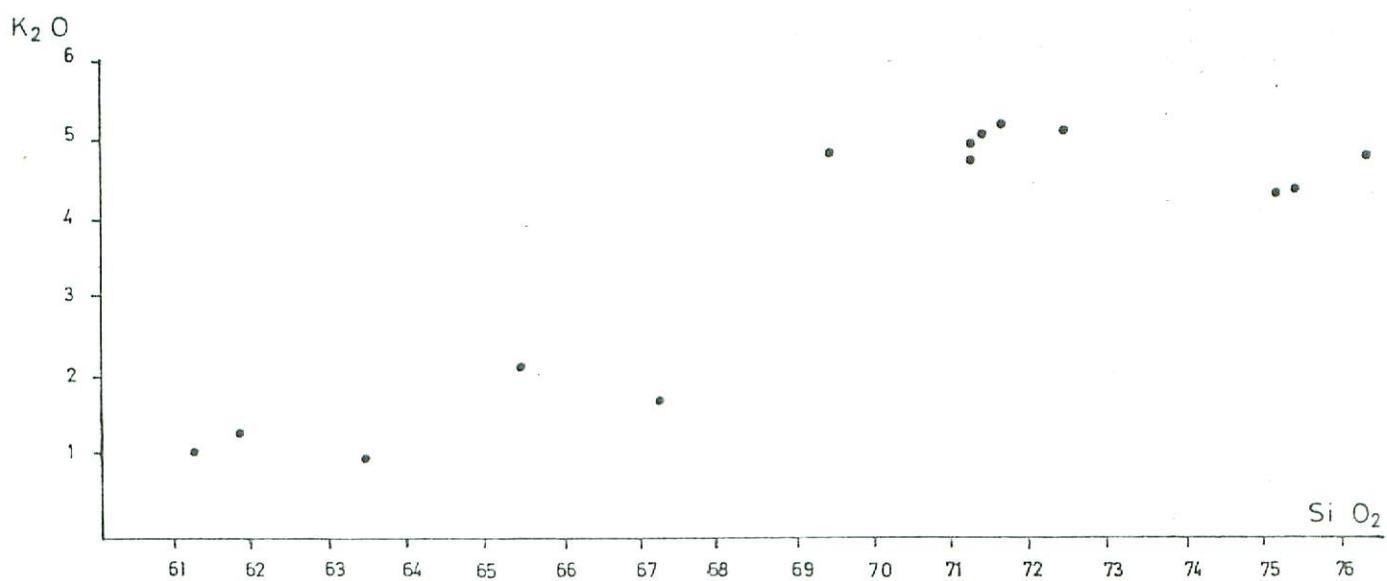
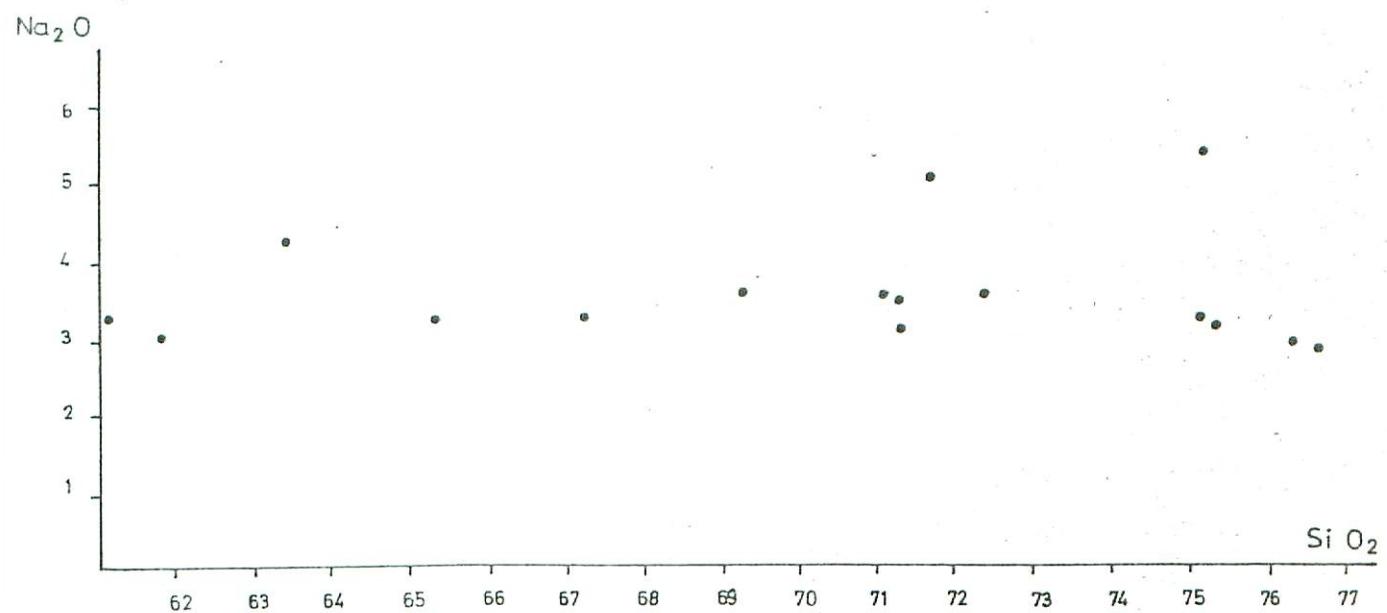


Fig.- 4 (continuación)

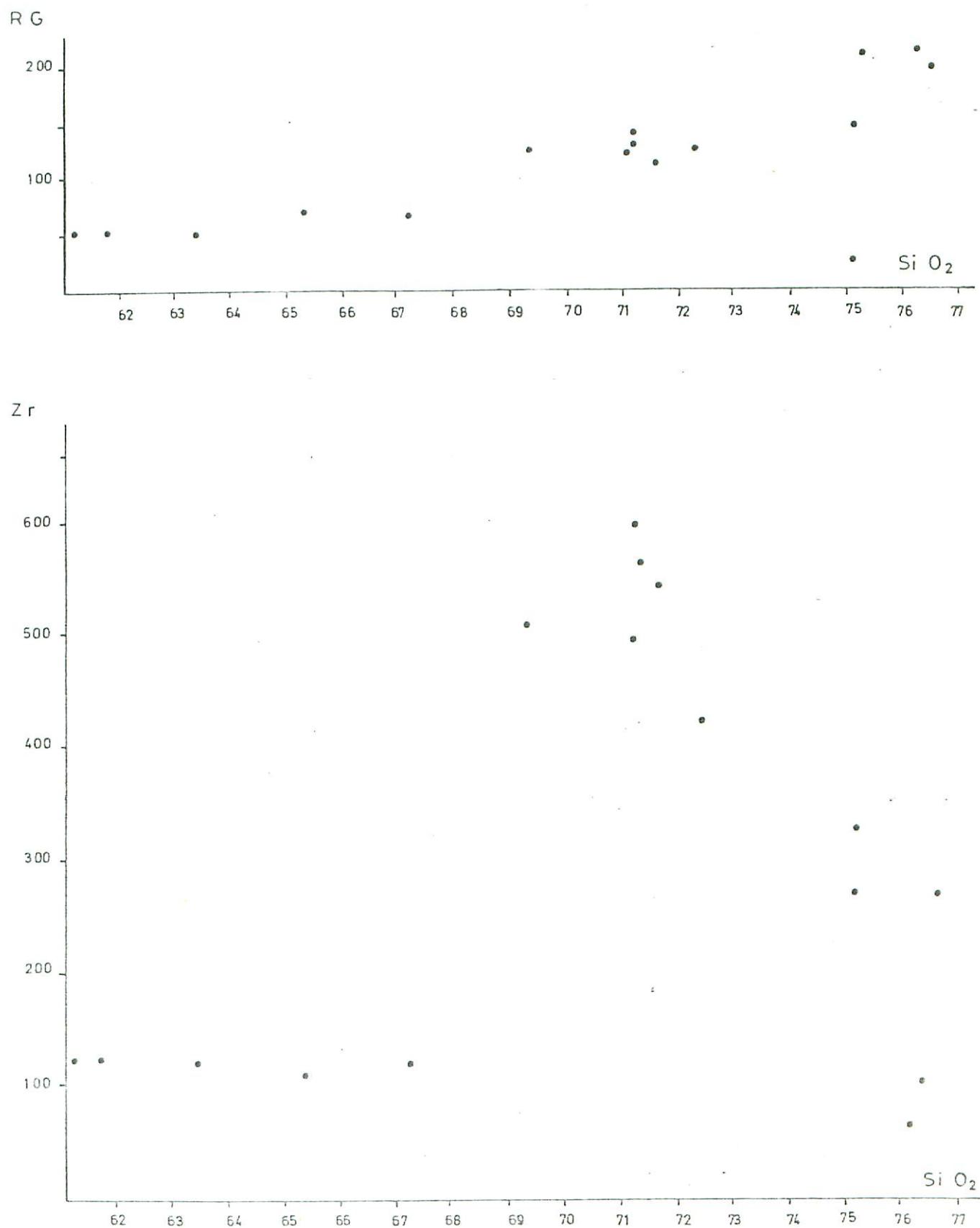


Fig.-4 (continuación)

Si se consideran conjuntamente los datos de los leucogranitos y la granodiorita de Monesterio, el grado de correlación es mucho mayor, con correlaciones significativas para casi todos los elementos mayoritarios y parte de los traza. Este hecho indica la estrecha relación entre ambos grupos respondiendo los leucogranitos en su composición a condiciones locales que son comprensibles dadas las características de sus afloramientos.

Los leucogranitos representan productos de diferenciación a más baja temperatura que la granodiorita de Monesterio.

Si comparamos la composición de la granodiorita de Monesterio y magnetitas con los esquistos biotíticos. Tabla 9, destaca su estrecha coincidencia.

TABLA 9

| | | |
|--------------------------------|-------|-------|
| SiO ₂ | 68,68 | 65,62 |
| TiO ₂ | 0,59 | 0,76 |
| Al ₂ O ₃ | 15,43 | 15,65 |
| Fe ₂ O ₃ | 4,33 | 5,97 |
| MnO | 0,05 | 0,12 |
| MgO | 1,84 | 2,46 |
| CaO | 1,72 | 1,65 |
| Na ₂ O | 3,07 | 2,92 |
| K ₂ O | 3,27 | 2,59 |
| P ₂ O ₅ | 0,21 | 0,22 |
| Rb | 250 | 90 |
| Zr | 206 | 206 |
| Ba | 872 | 858 |
| Sr | 234 | 256 |
| Co | 10 | 19 |
| Ni | 39 | 53 |

Las mayores diferencias se centran en los contenidos más elevados de Fe y Mg en los esquistos y de K y Rb en la granodiorita. Tales diferencias son lógicas si la granodiorita proviene de la fusión de los esquistos ya que Fe y Mg se concentrarian en los minerales más resistentes a la fusión, mientras que el K y Rb se localizarian esencialmente en los diferenciados.

Por todo lo anterior, se puede concluir lo siguiente:
a) la granodiorita de Monesterio es el producto de la fusión generalizada de las migmatitas; b) los leucogranitos representan productos diferenciados del proceso anatéctico y c) las migmatitas constituyen la parte más metamórfica de la monótona sucesión de Montemolín.

Evidentemente, para el desarrollo de migmatitas y diferenciados, hay que suponer que el agua estuvo presente y probablemente en cantidad importante, lo que explicaria tambien la abundancia de diferenciados cuarzo-feldespáticos en la mayor parte de la sucesión de Montemolín.

1.3.- CONCLUSIONES GENERALES SOBRE EL METAMORFISMO REGIONAL

Puesto que ya se han mencionado las características texturales y principales asociaciones de los diferentes tipos de rocas, analizaremos únicamente los criterios utilizados para establecer la zonación y las características mineralógicas más significativas.

Dada la ausencia de minerales índice de metamorfismo se ha utilizado una combinación de criterios mineralógicos y texturales.

Se han distinguido 5 zonas de metamorfismo progresivo: A,B,C,D y E que se han caracterizado de la siguiente forma:

- A: minerales definitorios del metamorfismo sericita y clorita. Evolución textural escasa, reconociéndose con claridad la casi totalidad de los rasgos texturales iniciales. No obstante, puede existir recristalización de parte del cuarzo.
- B: primera aparición de la biotita. Los minerales característicos son biotita, sericita y clorita. La biotita se presenta en cristales irregulares de pequeño tamaño asociada con otras micas. La evolución textural es todavía pequeña y se reconocen los caracteres originales más groseros. Casi todo el cuarzo ha recristalizado. En las anfibolitas, los anfiboles son de pequeña talla, muy delgados y aparecen asociados actinolita y clorita, aunque pueden existir cristales de hornblenda.

Estos dos grupos corresponden al grado bajo. El tercer grupo es intermedio entre el grado bajo y el grado medio.

- C: el mineral esencial es la biotita que aquí aparece ya como cristales tabulares de pequeño tamaño y tiene un pleocroismo de marrón verdoso a verde claro. La clorita solo aparece esporádicamente. La textura está muy evolucionada predominando la granolepidoblástica y esquistosa. En general, solo se reconocen los rasgos más groseros de la textura original. En las anfibolitas es la hornblenda el mineral predominante y la clorita está subordinada. Los anfiboles tienen un tamaño algo mayor que en la subdivisión B.

La cuarta y quinta subdivisiones corresponden con claridad a un metamorfismo de grado medio y alto.

- D: el mineral distintivo es la biotita en placas que pueden alcanzar dimensiones considerables y que asocian frecuentemente moscovita. El pleocroismo varía entre marrón oscuro y marrón rojizo, haciéndose más rojo con el aumento del metamorfismo, al igual que el contenido en circones que se

incrementan de forma ostensible. La andalucita aparece esporádicamente. La evolución textural es considerable, predominando texturas bandeadas o granoblásticas bandeadas. - Los diferenciados cuarzo-feldespáticos comienzan a ser abundantes. Solo en raras ocasiones se reconocen los rasgos más groseros de la roca original. En las anfibolitas la hornblenda pasa a ser el mineral predominante, pudiendo aparecer asociado con biotita. El tamaño de grano aumenta y se reconocen anfíboles mayores de 1 mm. En los materiales carbonatados aparecen anfíboles, talco y clinicloro. - La presencia de este último mineral solo puede ser explicada admitiendo que la roca original contenía una cierta cantidad de alúmina, probablemente como impurezas arcillosas, que en ausencia de cuarzo puede persistir, de acuerdo con WINKLER, hasta altas temperaturas. Las cuarcitas negras impuras pueden contener biotita roja y anfibol.

- E: corresponde al metamorfismo de alto grado, de la zona de anatexia y está caracterizado por la presencia de silicatos de aluminio (andalucita y/o sillimanita y/o cordierita). Además la textura puede llegar a tener tendencia grano blástica y aparecen frecuentemente diferenciados aplíticos incluso a la escala de la lámina. En las anfibolitas aparecen diópsido y hornblenda marrón y la textura tiene tendencia a ser granoblástica.

Por imperativos cartográficos, dada su problemática delimitación, se ha obviado la diferenciación entre las zonas C y D.

De acuerdo con este criterio, se han revisado todas las preparaciones disponibles plasmando sobre un mapa de situación el grado estimado para cada una de ellas, lo que ha servido para delimitar, las isogradas que figuran en la cartografía de las respectivas hojas.

Aunque no se han diferenciado isogradas para las distintas fases de metamorfismo, parece que no todas son correlacionables.

Con los datos disponibles hasta el momento, se concluye que el metamorfismo ha alcanzado al menos, en la primera etapa reconocible en la sucesión de Montemolín el grado muy alto con un desarrollo concomitante y generalizado de la anatexia.

Por otra parte, y de acuerdo con la sucesión de minerales índice observadas, el metamorfismo corresponde a un tipo de baja presión y elevado gradiente, similar a los descritos en zonas próximas, como Aracena, Sierra Albarrana y Lora del Río.

Por último indicaremos que en nuestra opinión, la falta de minerales índice de metamorfismo es consecuencia en primer lugar, de la inadecuada composición de la roca original con un bajo contenido en alumina (15,65% de media contra valores mayores de 19% en rocas pelíticas) y a un tiempo insuficiente de mantenimiento de las condiciones metamórficas.

Aunque la edad del metamorfismo es un tema delicado, que ya ha sido mencionado en la memoria de las hojas, insistimos que teniendo en cuenta observaciones regionales (presencia de cantos metamórficos en el conglomerado de Malcocinado), y el hecho de que los productos de anatexia están afectados al menos por dos etapas adicionales de deformación, la fase principal de metamorfismo, a la que se asocia la anatexia, es de edad Precámbrico superior.

2.- ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

En este apartado se describen las características petrográficas, acompañadas en algunos casos de datos geoquímicos de las principales rocas igneas intrusivas cartografiadas, tanto en la hoja de Monasterio como en la de Fuente de Cantos.

2.1.- GRANITO DE CALERA

Se han reconocido dos facies petrográficas, la más extendida corresponde a un granito tectonizado de color rojo y grano fino. La otra corresponde a una facies leucocrática muy plagioclásica. Además, en algunos bordes, existe una facies de grano muy fino y carácter aplítico que por lo reducido de sus afloramientos no ha sido diferenciado.

La tectonización es generalizada, con transformación local en rocas neísicas bandeadas.

Los principales minerales de la facies común son:

Feldespato potásico.- En cristales de 8-10 mm. de ortosa y microclina, maclados, pertitizados y alargados según una esquistosidad irregular. Las pertitas son muy abundantes en las muestras más tectonizadas. (Foto 15).

Plagioclasa.- En cristales tabulares fracturados y deformados en mayor o menor medida y parcialmente alterados.

Cuarzo.- Intersticial, en granos irregulares y fuertemente deformado, con extinción ondulante, granulación y recristalización. El cuarzo recristalizado, con bordes

indentados, está alargado según la esquistosidad. En algunos puntos el alargamiento es oblicuo a esta superficie.

Biotita.- Se presenta en pequeños cristales de color verdoso, muy deformados y aplastados entre los otros minerales.

Entre los componentes minoritarios destacan por su abundancia circón y esfena.

La secuencia de cristalización deducida es: biotita-plagioclasa-feldespato potásico-cuarzo.

La facies leucocrática no contiene feldespato potásico. Las plagioclasas están fracturadas con relleno de cuarzo en las microfisuras. El cuarzo es intersticial con extinción ondulante y granulación parcial. En algunas zonas, esta facies se presenta poco tectonizada.

La plagioclasa está muy alterada, probablemente por procesos hidrotermales.

Un contaje modal de la facies común arroja el siguiente resultado: cuarzo 30,7%, feldespato potásico 37,3%, plagioclasa 25,4%, biotita 6% y otros 0,6%. La posición en un diagrama QAP se muestra en la Fig. 5.

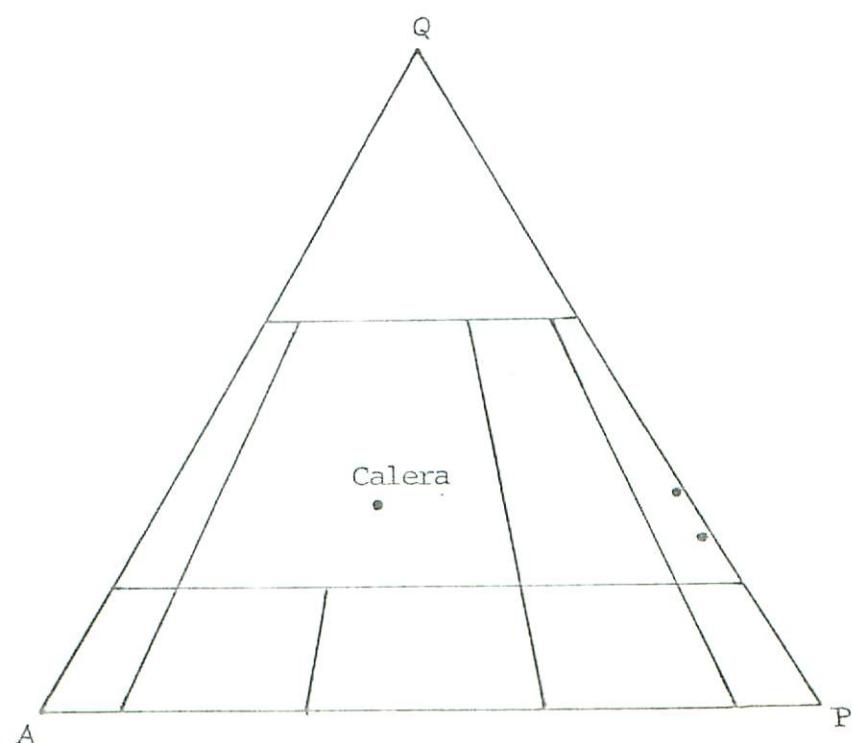
Se dispone de dos análisis químicos de la facies común (LE 29 y 31) y un análisis de la facies leucocrática (LE 30). Tabla 10. En la facies leucocrática, se parecía un elevado contenido en Na mientras que el K prácticamente desaparece y el Ca disminuye. Este hecho podría interpretarse como una albitización.

Las correlaciones establecidas resultan no significativas, pero estos datos son de escaso valor dado el reducido número de análisis. Los diagramas de variación de Harker están recogidos en la Fig. 9, junto con el resto de los granitoides.

29 30 31

| | | | |
|--------------------------------|--------|-------|--------|
| SiO ₂ | 76,65 | 75,20 | 75,22 |
| TiO ₂ | 0,23 | 0,21 | 0,21 |
| Al ₂ O ₃ | 12,55 | 12,61 | 12,74 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,81 | 0,54 | 1,94 |
| MnO | 0,01 | 0,01 | 0,03 |
| MgO | 0,59 | 1,61 | 0,65 |
| CaO | 0,47 | 0,26 | 0,40 |
| Na ₂ O | 2,93 | 5,40 | 3,34 |
| K ₂ O | 4,85 | 0,17 | 4,46 |
| P ₂ O ₅ | 0,05 | 0,05 | 0,06 |
| PP | 0,71 | 1,68 | 1,36 |
| TOTAL | 100,85 | 97,74 | 100,39 |
| Rb | 190 | 27 | 143 |
| Zr | 278 | 338 | 289 |
| Ba | 279 | 0 | 249 |
| Sr | 82 | 93 | 81 |
| Cu | 17 | 30 | 17 |
| Co | 11 | 16 | 15 |
| Ni | 26 | 29 | 31 |

Tabla 10.



2.2.- GRANITO DE LA TABLADA

Es un granitoide de dos micas y color grisáceo, deformado desigualmente. Se pueden diferenciar una facies petrográfica normal y otra de borde más leucocrática, con carácter aplítico y que contiene algunos granates. La facies de borde está restringida al sur del stock.

Las características mineralógicas más destacables son:

Plagioclasa.- De tendencia idiomorfa, en cristales tabulares maclados y con débil zonación. En muchas ocasiones está fracturada y presenta otros síntomas de deformación.

Feldespato potásico.- En cristales de 7 a 10 mm. de ortosa y microclina pertíticas, con bordes irregulares, en parte corroídos por cuarzo.

Cuarzo.- Dentro de feldespatos, en gotas o en mirmequitas e intersticial. El cuarzo intersticial está deformado, granulado y recristalizado, en pequeños cristales de bordes indentados.

Biotita.- De color marrón o marrón-rojizo, en grandes placas con evidencias de deformación. En algunos puntos constituye el relleno de fracturas.

Moscovita.- Aparece en grandes placas deformadas, recrecidas en etapas tardías. Al igual que la biotita, durante la deformación es reorientada.

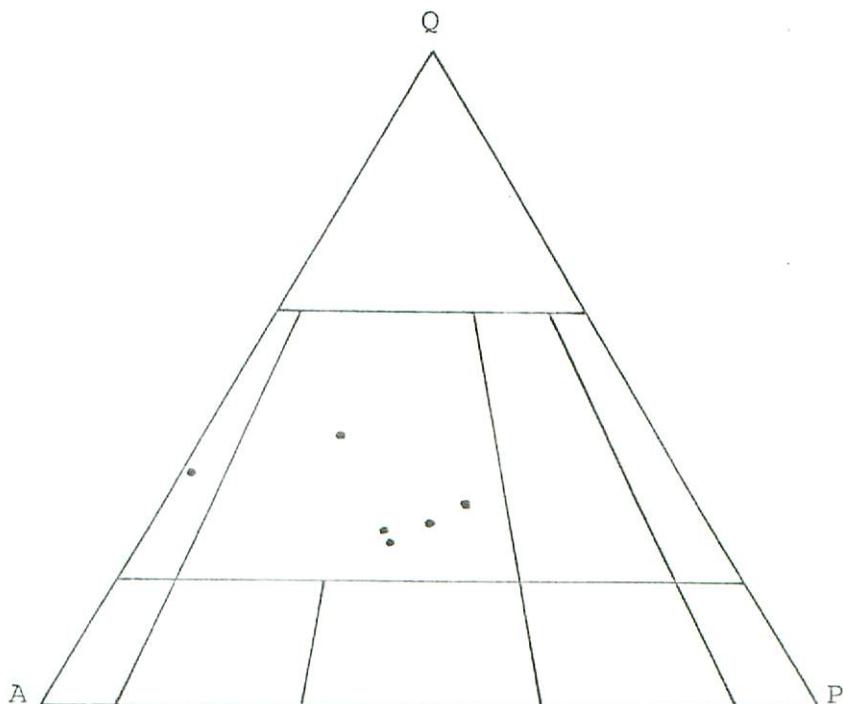
La facies de borde se caracteriza por la ausencia de biotita y un tamaño de grano menor. La cataclasis es más importante con texturas microbrechoides en algunas muestras.

| | | | | | | |
|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Q | 38,08 | 27,97 | 25,67 | 26,55 | 28,42 | 34,80 |
| FdK | 32,46 | 33,91 | 18,00 | 40,38 | 25,54 | |
| Plg | 16,93 | 34,38 | 31,33 | 28,86 | 34,95 | 61,80 |
| Biotita | 3,91 | 2,19 | | 2,00 | 6,44 | 1,40 |
| Moscovita | 3,91 | 1,09 | 1,33 | 1,50 | 2,87 | 0,40 |
| Otros | 4,71 | 0,48 | 23,67 | 0,70 | 1,78 | 1,60 |
| TOTAL | 100 | 100,02 | 100 | 99,99 | 100 | 100 |

TABLA 11.

| | 45 | 46 |
|--------------------------------|--------|--------|
| SiO ₂ | 75,44 | 76,37 |
| TiO ₂ | 0,14 | 0,12 |
| Al ₂ O ₃ | 3,73 | 14,43 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,25 | 1,04 |
| MnO | 0,01 | 0,01 |
| MgO | 0,40 | 0,59 |
| CaO | 1,17 | 0,85 |
| Na ₂ O | 3,27 | 2,94 |
| K ₂ O | 4,51 | 4,91 |
| P ₂ O ₅ | 0,11 | 0,14 |
| PP | 0,50 | 0,74 |
| TOTAL | 100,53 | 102,14 |
| Rb | 210 | 213 |
| Zr | 118 | 109 |
| Ba | 454 | 476 |
| Sr | 150 | 151 |
| Cu | 23 | 26 |
| Co | 7 | 5 |
| Ni | 26 | 22 |

TABLA 12.



Se han realizado 6 análisis modales (Tabla 11), cuya posición en un diagrama QAP se refleja en la Fig. 6.

Los análisis químicos de las muestras LE 45 y 46 pertenecen a la zona de tránsito entre las dos facies, por lo que no son totalmente representativos. No obstante, destaca la coincidencia que muestran estos datos con los de los leucogranitos anatécticos. Tabla 12. Diagramas de Harker en la Fig. 9.

2.3.- STOCK DE VALENCIA DEL VENTOSO

Dentro de este stock se han diferenciado dos cuerpos principales, siendo el primero intruido por el segundo:

- a) Granodioritas y tonalitas hornbléndicas
- b) Dioritas y monzodioritas de grano fino a medio

Las granodioritas y tonalitas hornbléndicas presentan una estructura, textura y composición mineralógica bastante homogéneas, excepto en el borde norte del stock, donde aparecen términos algo más básicos (monzodioritas-monzogabros).

La estructura es granuda de grano medio a grueso, con ligera orientación fluidal, más patente al Suroeste del cuerpo.

La textura es granular hipidiomorfa, llegando a ser alotriomorfa en los bordes.

El tamaño relativo entre cristales va desde heterométrico a homométrico, sin que en ello se observe una distribución preferencial en la superficie del cuerpo.

Las características mineralógicas más importantes son las siguientes:

Plagioclasa.- Corresponde al término andesina (An 32-35). En cristales de tendencia idiomorfa maclados en albita y albita-carlsbad, principalmente. La zonación está poco acentuada, siendo de tipo normal o ligeramente oscilatorio. Las corrosiones son escasas y poco importantes.

Cuarzo.- En cristales intersticiales, con ligera extinción ondulante. Algunos individuos escasamente granulados.

Feldespato potásico.- Intersticial. Ligeramente microclinizado en algunas muestras.

Biotita.- En placas de color marrón

Anfibol tschermakítico.- Es el anfibol predominante, ligeramente zonado con núcleo marrón (kaersutítico)

Piroxeno pigeonítico corroido, incluido en anfibol

Hiperstena como huesped en clinopiroxeno pigeonítico, con texturas de exsolución entre ambos

La secuencia de cristalización observada es la siguiente:

Opacos/apatito/esfena → ortopiroxeno → clinopiroxeno
plagioclasa → anfibol kaersutítico → anfibol tschermakítico → biotita → cuarzo/feldespato potásico.

Las dioritas y monzodioritas de grano fino a medio aparecen dentro del cuerpo antes descrito.

Presentan de visu aspecto homogéneo, estructura granular de grano medio a fino, de mesocratas a melanocratas.

Aparecen en ciertas zonas concentraciones de melanocratos, a modo de "nidos".

Destaca la coloración rosácea entre los leucocratos, debido a la presencia de feldespato potásico como mayoritario en amplias zonas de afloramiento.

Las texturas son holocrystalinas, granulares, hipidiomorfas en general, siendo los tamaños relativos homométricos a heterométricos poco acentuados.

Las características mineralógicas más importantes son las siguientes:

Plagioclasa: Individuos de tendencia idiomorfa, de composición entre andesina y labradorita, ligeramente zonada.

Anfibol tschermakítico: Cristales hipidiomorfos con cierta zonación, con núcleo titanífero.

Biotita: Marrón o verdosa en placas

Feldespato potásico: Intersticial

El orden de cristalización que se observa es el siguiente:

Esfena/apatito/circón/opacos → plagioclasa/clinopiroxeno → anfibol kaersutítico → anfibol tschermakítico biotita → cuarzo → feldespato potásico.

2.4.- GRANITO DEL CASTILLO

La roca común es de grano medio y colores rosados a rojizos en la que se han diferenciado cuatro tipos, atendiendo al grado de deformación. Tambien existe una facies leucocrática de grano más fino que se localiza de modo irregular en la zona de borde.

Los cuatro tipos petrográficos de la facies común se han establecido por criterios texturales en estudios petrográficos y apoyados en datos de campo. La composición mineralógica es en todos los casos semejante.

De menor a mayor deformación, se han distinguido: granito hornbléndico, granito hornbléndico deformado, granito hornbléndico orientado y granito hornbléndico neisificado.

El granito hornbléndico muestra escasos efectos de deformación con extinción ondulante del cuarzo e incipiente granulación y recristalización. Los feldespatos y el anfibol apenas están deformados.

El granito hornbléndico deformado se caracteriza por completa granulación-recristalización del cuarzo y síntomas de deformación y en algunos casos fracturación de los otros minerales.

En el granito orientado, el cuarzo, recristalizado en su totalidad, está alargado. Fledespatos y anfibol están orientados y concentrados en algunos lechos, en especial el anfibol.

En la fase más avanzada de deformación, el granito se transforma en un gneis bandeado de grano fino con desarrollo de una esquistosidad cataclástica y texturas de fluxión.

La mineralogía común para los cuatro tipos petrográficos, está compuesta por:

Feldespato potásico.- En grandes cristales irregulares, de ortosa pertítica que corroen a plagioclasas. Texturas "Patch" Foto 16

Plagioclasa.- Macladas y alteradas en cristales tabulares de varios milímetros.

Anfibol.- Hornblenda marrón-verdosa con bordes de actinolita. Se asocia a biotita verde-marrón, a la que se altera, en algunas ocasiones totalmente.

Biotita.- En placas tabulares de bordes desflecados, relacionada con anfibol y parcialmente alterada a epidota.

Entre los minerales accesorios destaca la abundancia y presencia constante de allanita en cristales de 1 a 2 mm. finamente zonados.

El orden de cristalización deducido es: allanita-anfibol-biotita-plagioclasa-feldespato potásico-cuarzo.

La facies de borde muestra escasa deformación y un notable empobrecimiento en melanocratos.

Los análisis modales realizados (Tabla 13) proyectados en el diagrama QAP (Fig. 7) indican que el granito del Castillo corresponde a un granito 3b pobre en cuarzo.

Se han llevado a cabo 6 análisis químicos (LE 33, 34, 35, 36, 37 y 38) cuyos resultados, media y desviación se recogen en la Tabla 14. Se observa un elevado contenido en K y Ba y bajo en Rb y Sr.

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Q | 27,40 | 22,90 | 25,52 | 29,58 | 24,03 | 32,10 | 20,50 | 23,24 |
| FdK | 43,40 | 29,88 | 36,28 | 33,12 | 33,13 | 33,70 | 35,76 | 39,07 |
| Plg | 17,20 | 31,20 | 29,44 | 34,82 | 29,13 | 28,70 | 32,19 | 25,75 |
| Biotita | 3,40 | 4,43 | 0,55 | 1,05 | 2,31 | 2,50 | 1,79 | 0,50 |
| Hornblend | 4,0 | 9,71 | 6,38 | 0,92 | 10,32 | 1,50 | 8,67 | 5,03 |
| Otros | 4,6 | 1,89 | 1,83 | 0,52 | 1,08 | 1,50 | 1,10 | 6,41 |
| TOTAL | 100 | 100,01 | 100 | 100,01 | 100 | 100 | 100,01 | 100 |

TABLA 13.

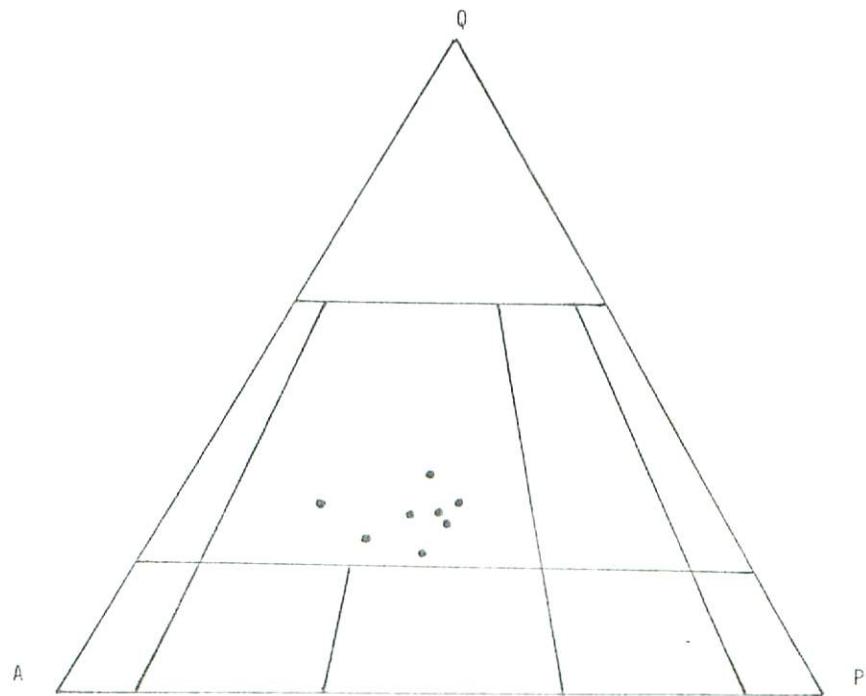


Fig. 7.

| | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|--------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| SiO ₂ | 71,29 | 71,35 | 71,66 | 69,43 | 72,51 | 71,27 |
| TiO ₂ | 0,27 | 0,26 | 0,30 | 0,32 | 0,22 | 0,26 |
| Al ₂ O ₃ | 14,24 | 14,27 | 13,84 | 13,74 | 14,12 | 13,89 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,41 | 3,60 | 3,57 | 4,68 | 2,94 | 3,79 |
| MnO | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,06 |
| MgO | 0,24 | 0,28 | 0,77 | 0,28 | 0,18 | 0,33 |
| CaO | 0,45 | 0,39 | 0,36 | 1,57 | 0,79 | 1,42 |
| Na ₂ O | 3,63 | 3,13 | 3,14 | 3,61 | 3,62 | 3,54 |
| K ₂ O | 4,86 | 5,18 | 4,86 | 4,99 | 5,33 | 5,08 |
| P ₂ O ₅ | 0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,08 | 0,03 | 0,04 |
| PP | 0,94 | 1,45 | 1,66 | 0,34 | 0,56 | 1,05 |
| TOTAL | 99,44 | 99,97 | 100,15 | 99,11 | 100,35 | 100,74 |
| Rb | 127 | 132 | 116 | 129 | 129 | 141 |
| Zr | 609 | 574 | 552 | 518 | 437 | 503 |
| Ba | 1336 | 1322 | 1180 | 1247 | 1451 | 1190 |
| Sr | 130 | 114 | 113 | 134 | 142 | 139 |
| Cu | 16 | 16 | 15 | 10 | 16 | 13 |
| Co | 16 | 10 | 8 | 9 | 8 | 3 |
| Ni | 29 | 22 | 27 | 27 | 21 | 26 |

TABLA 14.

Al comparar estos datos con otros granitoides, resultan similares a los datos del granito de Calera del que efectuado el test comparativo mediante el cálculo de la t de student, solo puede considerarse diferencia significativa la existente entre TiO₂, Zr y Ba. (Fig. 9).

En los diagramas de variación se comprueba que todos los puntos se agrupan en un apequeña nube sin que se aprecien correlaciones significativas salvo entre SiO₂ y TiO₂ y Al₂O₃, ambas negativas y con pendiente acusada.

Los datos químicos, así como los análisis modales, confirman el carácter homogéneo del stock del Castillo a pesar de las diferencias texturales sobreimpuestas.

2.5.- TONALITA DEL CULEBRIN

Es una roca de grano medio a grueso, color gris, en la que destacan placas de biotita que pueden superar un centímetro. Contiene numerosos enclaves microgranudos que rara vez superan los 20 cm. La roca está poco deformada con algunas evidencias de tectonización local.

Se han diferenciado dos facies petrográficas: una común y otra de borde de carácter aplítico, muy leucocrática y que puede tener granates.

Los principales componentes minerales son:

Plagioclasa.- En grandes cristales, en ocasiones mayores de 1 cm., maclados y zonados con núcleos de An 38-45 y bordes de An 18-24. Casi todos los cristales están alterados a productos micáceos.

Biotita.- De color marrón o verdoso, en grandes placas más o menos transformadas a clorita.

Anfibol.- Hornblenda verde en cristales alargados, de bordes corroídos y con transformación a biotita y/o clorita.

Cuarzo.- Intersticial con débil extinción ondulante y en algunos casos incipiente granulación. También aparece removilizado en fracturas con epidota.

La facies de borde es de grano fino, 0,2-0,05 mm., con feldespato potásico pertítico y algunos granates dispersos.

Se han realizado dos contajes cuyo resultado se recoge en la Tabla 15 y en el diagrama QAP de la Fig. 8.

Los análisis químicos de las muestras LE 39, 40, 47, 58 y 59 corresponden a la facies común, el análisis LE 60 a un enclave microgranulado y al LE 83 a biotita de la facies común. Tabla 16.

| | | |
|-----------|-------|-------|
| Q | 19,62 | 29,39 |
| FdK | | 0,76 |
| Plg | 49,53 | 58,03 |
| Biotita | 20,30 | 10,91 |
| Moscovita | | 0,91 |
| Otros | 10,55 | |
| TOTAL | 100 | 100 |

Tabla 15.

| 39 | 40 | 47 | 58 | 59 | 60 | 83 |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 67,30 | 63,49 | 65,40 | 61,85 | 61,28 | 51,27 | 38,67 |
| 0,35 | 0,46 | 0,40 | 0,51 | 0,51 | 0,70 | 2,63 |
| 16,49 | 16,86 | 17,29 | 18,17 | 18,12 | 18,46 | 16,01 |
| 3,44 | 5,92 | 4,06 | 5,54 | 5,27 | 9,19 | 16,68 |
| 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,25 | 0,25 |
| 2,01 | 3,07 | 2,60 | 3,49 | 3,16 | 6,52 | 12,24 |
| 4,01 | 1,18 | 4,72 | 6,37 | 5,63 | 8,21 | 2,91 |
| 3,27 | 4,31 | 3,33 | 3,13 | 3,32 | 2,95 | 0,37 |
| 1,94 | 1,05 | 2,31 | 1,50 | 1,16 | 1,64 | 4,90 |
| 0,12 | 0,15 | 0,14 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,24 |
| 0,40 | 3,26 | 1,44 | 1,34 | 1,80 | 1,38 | 6,14 |
| 99,43 | 99,85 | 101,76 | 102,08 | 100,56 | 100,76 | 101,03 |
| 67 | 53 | 72 | 56 | 55 | 52 | 100 |
| 122 | 124 | 114 | 124 | 128 | 113 | 93 |
| 677 | 410 | 523 | 424 | 363 | 439 | 1852 |
| 512 | 237 | 506 | 523 | 504 | 379 | 113 |
| 17 | 22 | 14 | 16 | 16 | 13 | 0 |
| 10 | 24 | 16 | 10 | 17 | 15 | 22 |
| 25 | 27 | 30 | 34 | 26 | 45 | 39 |

TABLA 16.

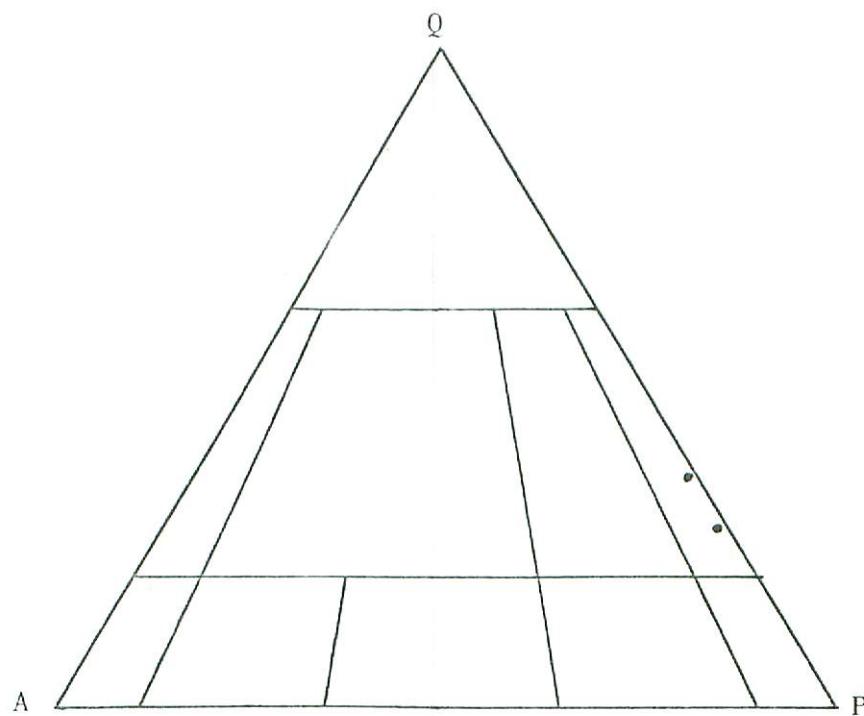


Fig. 8.

Las medias obtenidas para los análisis de la facies normal y el enclave microgranudo, junto con la desviación standard son:

| Elemento | Media | Desviación | El. | Media |
|--------------------------------|-------|------------|-----|--------|
| SiO ₂ | 61,76 | 5,61 | Rb | 59,17 |
| TiO ₂ | 0,49 | 0,12 | Zr | 120,83 |
| Al ₂ O ₃ | 17,56 | 0,80 | Ba | 472,67 |
| MnO | 0,12 | 0,06 | Sr | 443,50 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,57 | 2,01 | Co | 15,33 |
| MgO | 3,46 | 1,58 | Ni | 31,17 |
| CaO | 5,02 | 2,38 | | |
| Na ₂ O | 3,38 | 0,48 | | |
| K ₂ O | 1,60 | 0,47 | | |
| P ₂ O ₅ | 0,16 | 0,03 | | |

Los resultados de los distintos análisis se han proyectado en diagramas de variación Harker conjuntamente con los correspondientes a los otros granitoides. Fig. 9.

Se obtienen correlaciones significativas respecto al silicio para casi todos los elementos.

Son negativas respecto a mayoritarios y minoritarios excepto para Ca y Na que no muestran correlación significativa y para el K que es negativa.

En cuanto a los trazas, Rb y Zr muestran débiles correlaciones positivas y negativas respectivamente.

2.6.- RELACIONES ENTRE GRANITOIDEOS

Según se desprende de los diagramas de Harker, parece existir una linea continua de diferenciación entre los campos del granito del Castillo y la tonalita del Culebrin. Sin embargo, no queda claro si los datos de la Tablada y Calera corresponden a esta serie o guardan un cierto parentesco con los granitos de anatexia.

3.- ROCAS FILONIANAS

Se han diferenciado dos grupos generales: rocas ácidas y rocas básicas.

Las rocas básicas, muy homogéneas, corresponden en general a diques o pequeñas masas de diabasas que muestran texturas ofíticas o, en algunos casos, microgranuladas. La mineralogía responde en general a dioritas o cuarzodioritas.

Solo se ha diferenciado una pequeña masa de rocas granudas porfídicas constituidas mayoritariamente por plagioclasas (andesina-labradorita) y que pueden clasificarse como tonalita porfídica.

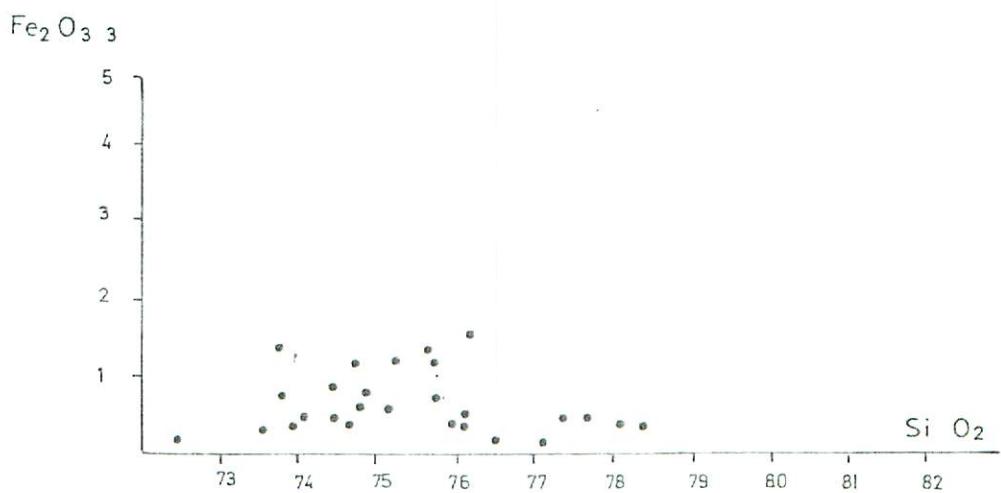
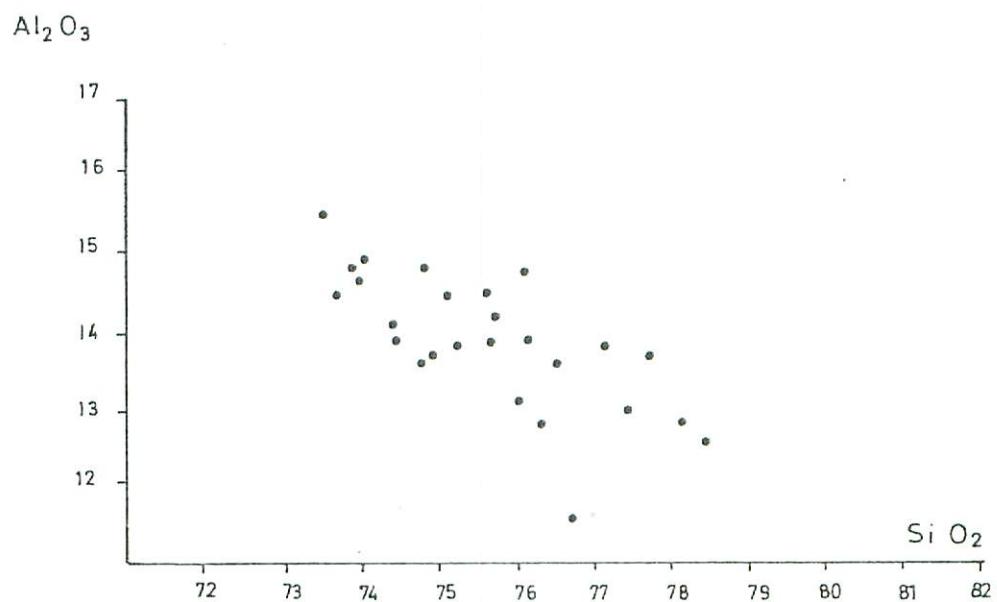
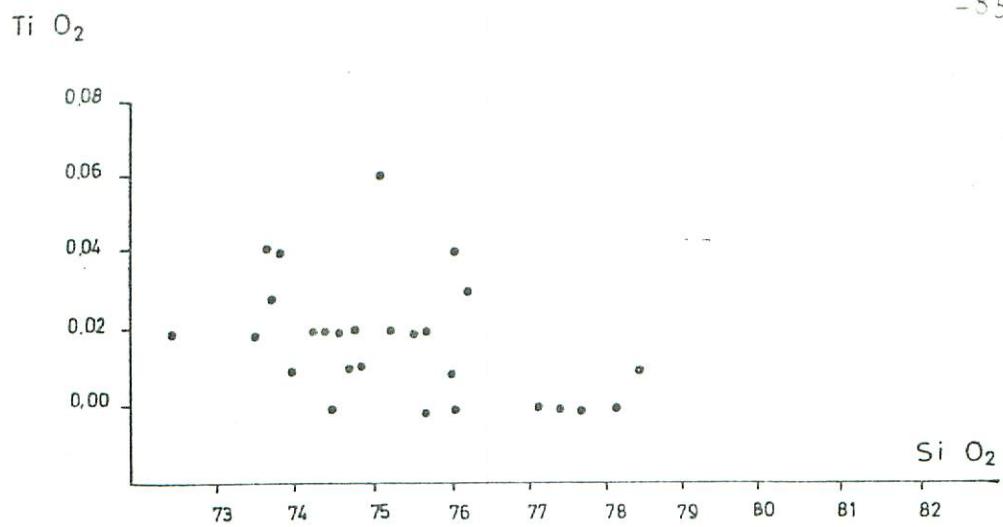
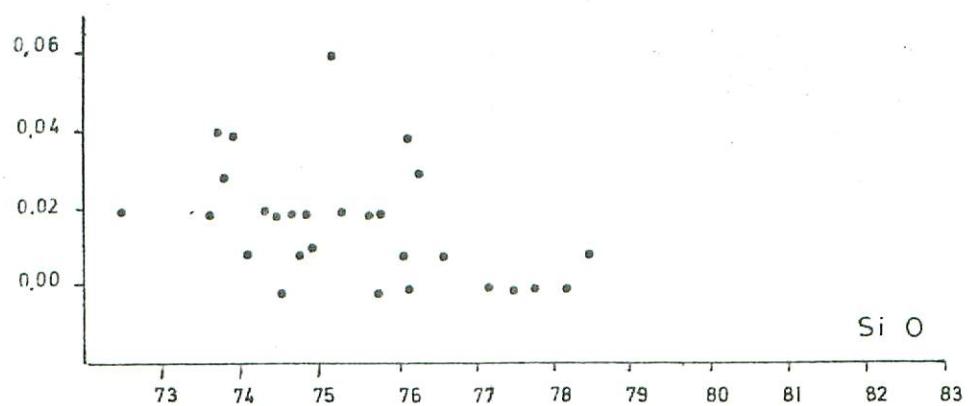
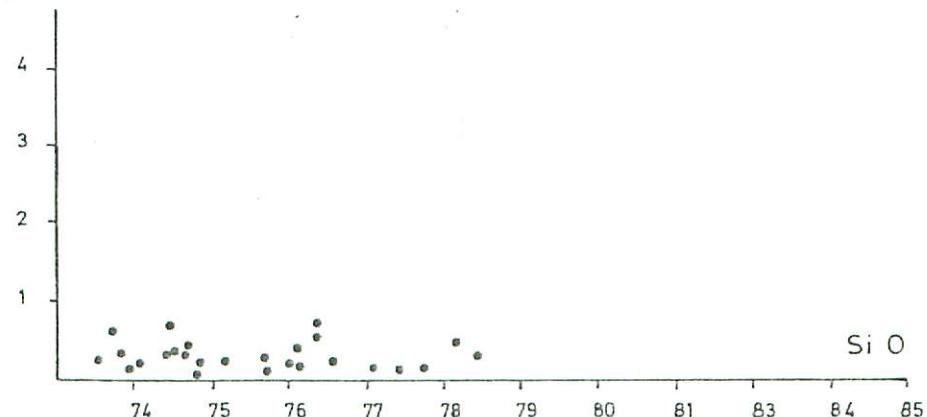


Fig. - 9

Mn O



Mg O



Ca O

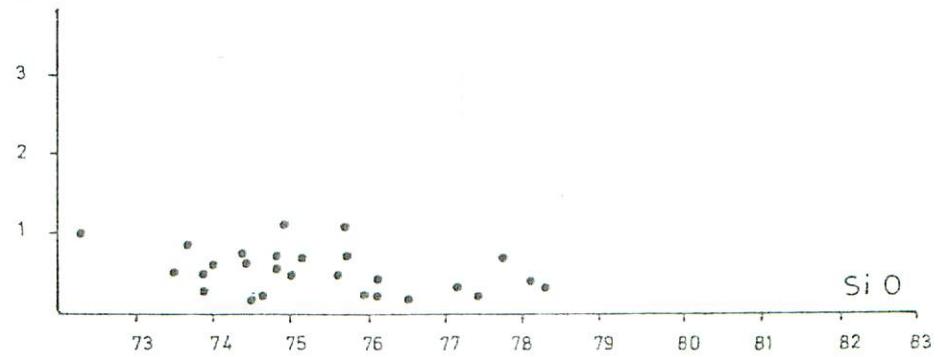
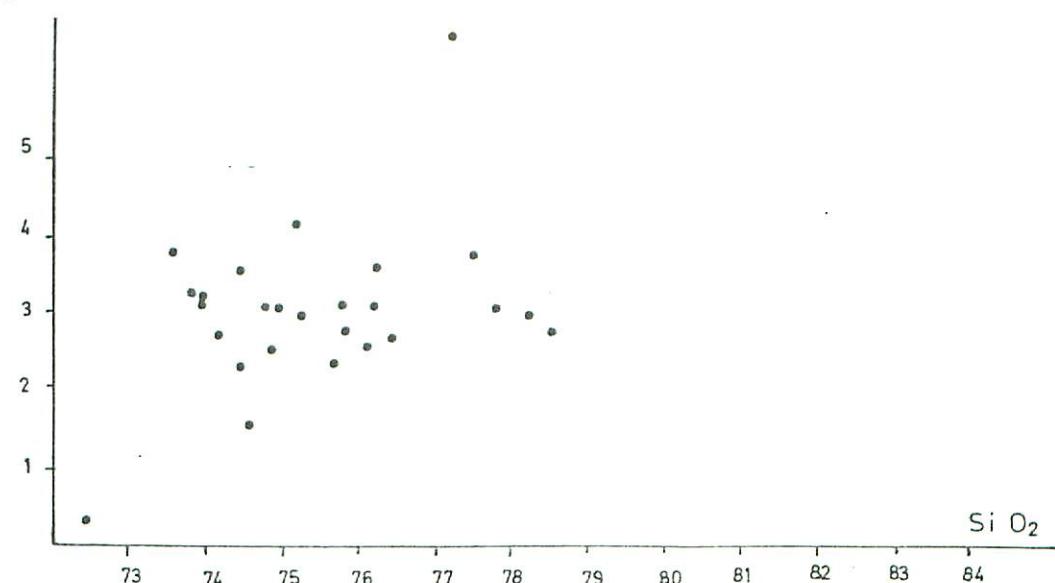
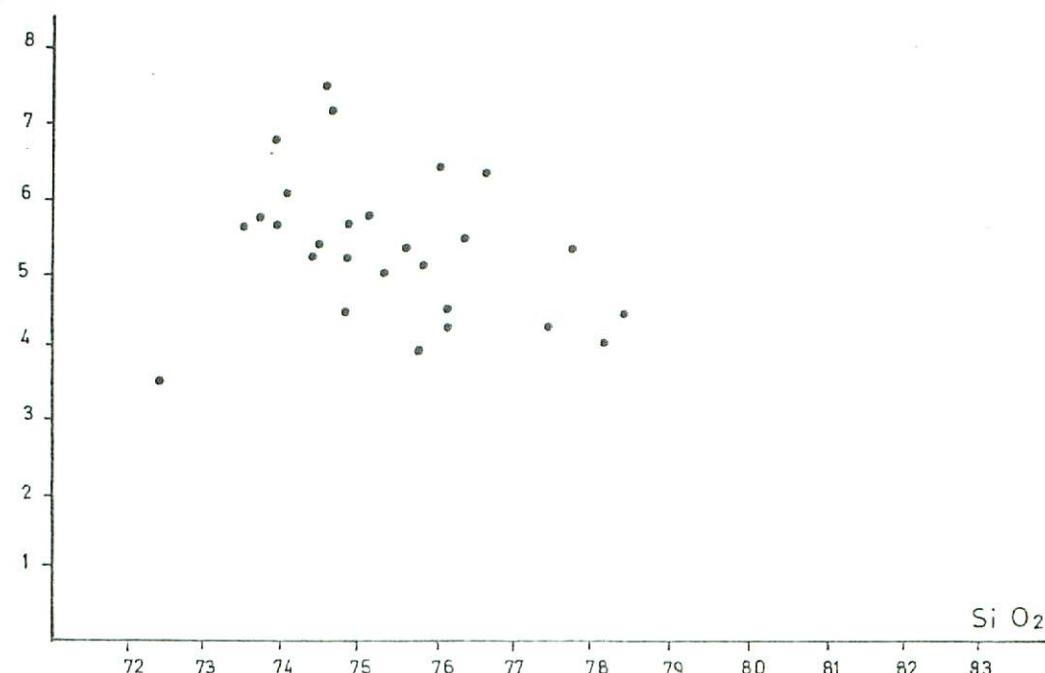


Fig.-9 (continuación)

Na_2O



K_2O



Zr

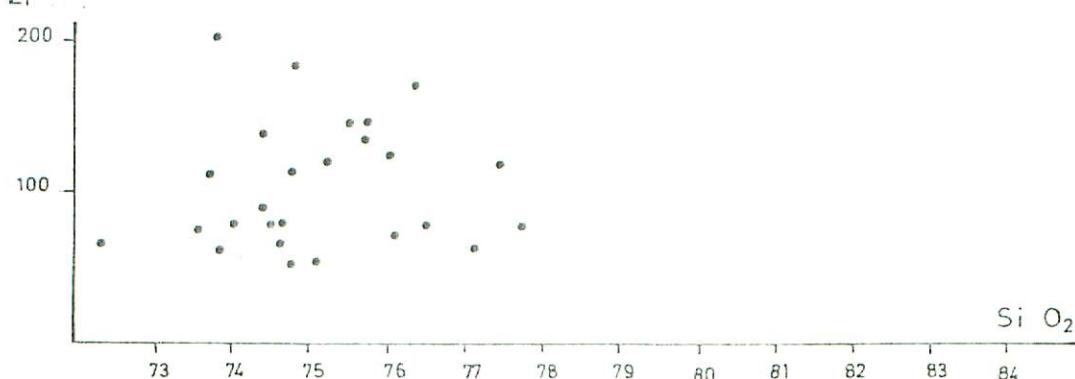


Fig.-9 (continuación)

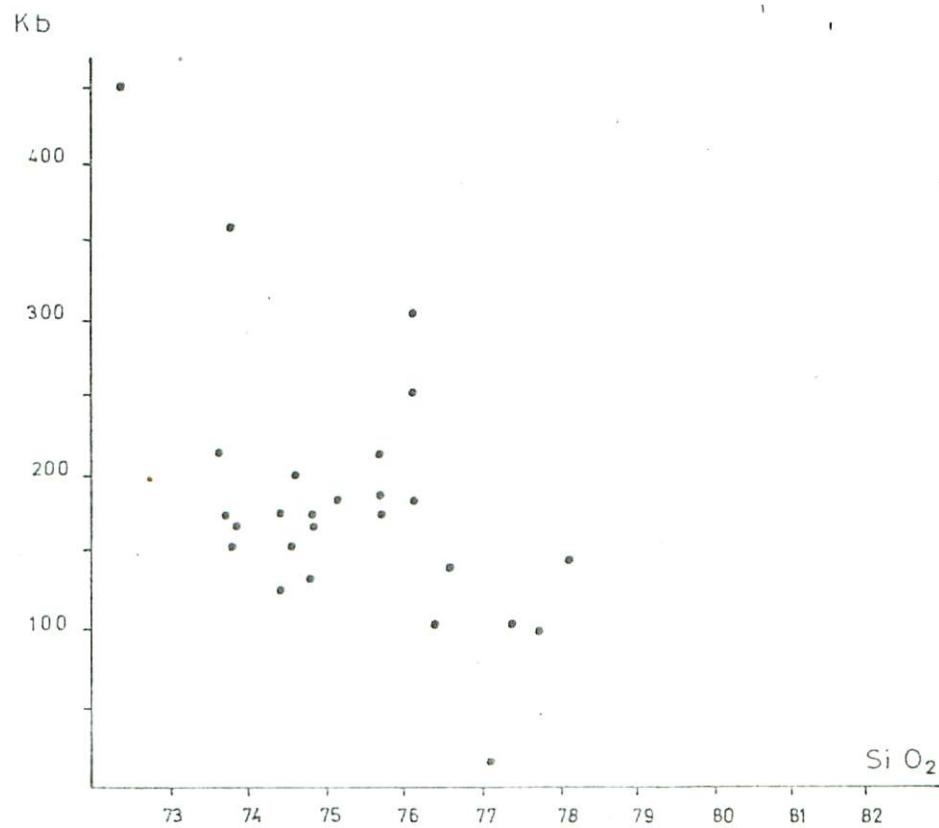
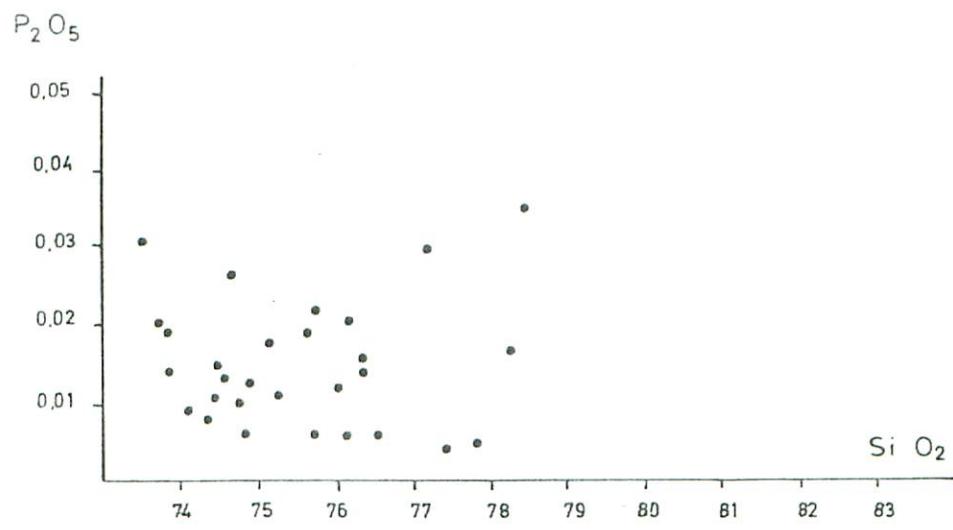


Fig.- 9 (continuación)

Dentro de los diques ácidos se han diferenciado tres grupos:

- diques riolíticos, rocas porfídicas con matriz microcristalina y fenocristales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y moscovita con claro carácter volcánico.
- diques de porfido granítico, rocas de tonos marrones de grano medio caracterizadas por la abundancia de crecimientos gráficos, que en muchos casos les da un carácter grano fídico.
- diques ácidos, incluye otros tipos de diques ácidos variados en los que predominan rocas micro o criptocristalinas ricas en cuarzo y feldespato potásico que en ocasiones pueden mostrar un cierto carácter porfídico.

En la tabla 17 se dan los resultados de dos análisis químicos correspondientes a un dique de pórfido granítico y un dique ácido, LE 69 y 32 respectivamente.

| | 69 | 32 |
|--------------------------------|-------|-------|
| SiO ₂ | 61,49 | 78,93 |
| TiO ₂ | 0,75 | 0,06 |
| Al ₂ O ₃ | 16,38 | 12,75 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,67 | 0,33 |
| MnO | 0,08 | 0,02 |
| MgO | 5,69 | 0,20 |
| CaO | 0,25 | 0,29 |
| Na ₂ O | 0,11 | 6,19 |
| K ₂ O | 4,56 | 0,09 |
| P ₂ O ₅ | 0,11 | 0,04 |
| PP | 4,86 | 0,36 |
| TOTAL | 99,95 | 99,27 |
| Rb | 131 | 22 |
| Zr | 153 | 184 |
| Ba | 120 | 0 |
| Sr | 70 | 100 |
| Cu | 94 | 32 |

| | | |
|----|-----|----|
| Co | 38 | 20 |
| Ni | 142 | 34 |

Tabla 17.

4.- METAMORFISMO DE CONTACTO

Aunque tiene un desarrollo muy limitado, se describen los efectos térmicos de los distintos cuerpos intrusivos.

- Granito de Calera: origina una reducida aureola solo perceptible en las zonas más próximas al borde, razón por la cual no se ha diferenciado cartográficamente. Solo de modo puntual origina fenómenos apreciables. Así, las calizas de Calera sufren un proceso de skarnización de escala métrica que desarrolla lechos de diopsiditas y en la parte más próxima al granito, blastesis generalizada de tremolita y talco.
- Granito de la Tablada: podemos diferenciar dos zonas. El borde sur, donde solo son reconocibles ligeros efectos térmicos en los sectores adyacentes al stock que se traducen en la aparición de blastos desorientados de moscovita de hasta 1 mm. sobre los esquistos biotíticos; el borde norte que produce una aureola algo más intensa con desarrollo de cordierita en las inmediaciones del límite.

En esta zona se han observado las siguientes asociaciones, de dentro a afuera de la aureola:

- Cuarzo-biotita marrón-rojiza-plagioclasa-cordierita
- Cuarzo-plagioclasa (oligoclasa-andesina)-biotita-horblenda verde
- Cuarzo-biotita-plagioclasa-moscovita

Stock de Valencia del Ventoso

Aparece una extensa aureola en toda la periferia del stock con una anchura media de 1 Km. a excepción de la que aparece al Noroeste del stock, que es de unos 4 Km, aunque aquí es probable que se encuentren unidas las aureolas del stock de Valencia y la del stock de Burguillos del Cerro.

Esta aureola afecta a materiales de las unidades de Zafra y de Alconera, desde los términos más bajos de la sucesión Montemolín hasta las "Capas de Zafra" así como a pequeños stocks y diques ácidos.

En esquistos biotíticos de la Sucesión Montemolín y de zonas más internas a más externas de la aureola, se han observado las siguientes asociaciones:

- Cuarzo-biotita roja-plagioclasa-cordierita-fibrolita-feldespato potásico
(La cordierita es peciloblástica, la fibrolita está muy poco desarrollada)
- Cuarzo-biotita marrón-rojiza-cordierita
- Cuarzo-Oligoclásica/andesina-biotita marrón-rojiza
- Cuarzo-biotita marrón-plagioclasa-moscovita

En anfibolitas, en una muestra tomada a unos 500 m. del borde del stock, aparece la siguiente asociación:

- Anfibol actinolítico-anfibol tschermakítico (peciloblástico) plagioclasa-cuarzo

En esquistos y metagrauvacas de la sucesión Tentudía aparecen, de dentro a afuera de la aureola:

- Cuarzo-biotita-cordierita-grafito-feldespato potásico

- Cuarzo-plagioclasa-feldespato potásico-biotita-cordierita
- Cuarzo-feldespato potásico-biotita-plagioclase-moscovita
- Cuarzo-sericitas-andalucita

En materiales detritico carbonatados de las "capas de Zafra" aparecen las siguientes asociaciones, siempre de dentro a afuera de la aureola:

- Cuarzo-plagioclasa-clinopiroxeno-feldespato potásico-biotita
- Hedenbergita-plagioclase-escapolita
- Pigeonita-plagioclase-ilvaita
- Hornblenda-escapolita-feldespato potásico-cuarzo
- Tschermakita-carbonatos-feldespato potásico

Según estas asociaciones puede estar representada la facies de corneanas piroxénicas en algunas de las muestras tomadas, restringidas a una zona distante solo unos pocos metros del contacto con el stock (menos de 100 metros).

Tal puede ser el caso de la primera asociación citada en los esquistos biotíticos y las dos o tres primeras de los materiales detritico-carbonatados.

La zona más amplia de la aureola corresponde a la facies de las corneanas hornbléndicas, quedando una zona externa de más difícil definición, en la facies de las corneanas de albita-epidota.

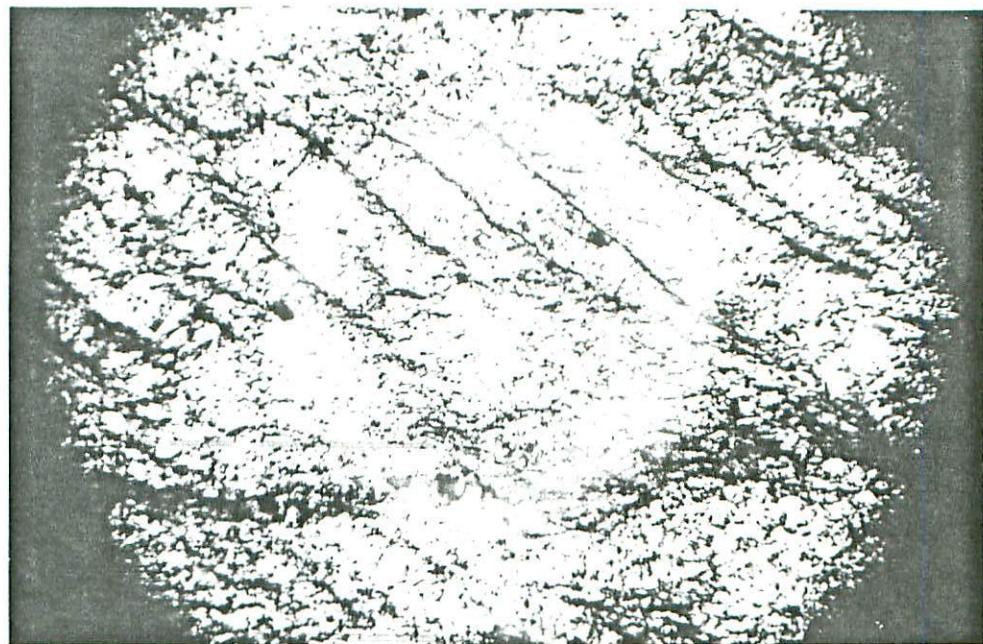
Un hecho de carácter general es que en rocas esquistosadas (sucesión Montemolin y Tentudía, principalmente), la esquistosidad persiste, de tal forma que la mayoría de las biotitas que definen la esquistosidad recristalizan con la misma orientación, conservando la roca la textura

granolepidoblástica predominantemente.

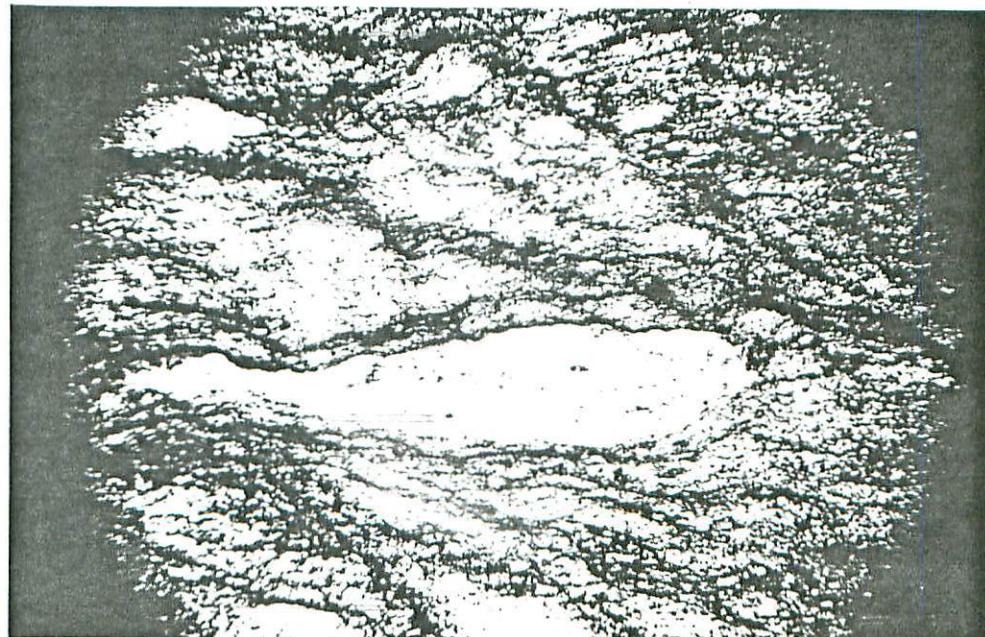
Además de estos fenómenos de contacto se han detectado pequeños endoskarns, englobados próximos al contacto del stock con plagioclasa (An 50), clinopiroxeno y anfibol como componentes principales.

- Granito del Castillo: solo produce efectos térmicos en su borde oriental puesto que el occidental es de carácter mecánico. En las zonas más internas de la estrecha aureola se ha reconocido una blastesis incipiente de biotita, en cristales de pequeño tamaño e irregulares con un pleocroismo en tonos marrones o dorados.
- Tonalita del Culebrin: es el cuerpo intusivo que mayores efectos térmicos ha originado, fundamentalmente en los materiales que limitan con el granito del Castillo. Se diferencia una zona térmica con pizarras mosqueadas, como consecuencia de la presencia de nódulos ricos en biotita y en la parte más interna de la aureola se ha recogido una muestra en la que se observan cristales milimétricos de andalucita. En consecuencia, esta zona correspondería a un metamorfismo de la parte baja del grado medio con la asociación cuarzo-plagioclasa-biotita-andalucita.
- Efectos térmicos circunscritos: en algunos sectores, diferenciados en cartografía, se puede observar una clara blastesis estática sobreimpuesta a las paragénesis dinámicas. Esencialmente se reconocen nódulos moscovíticos que podrían corresponder a antiguos silicatos de aluminio. Esto se ha interpretado como un efecto de metamorfismo de contacto producido por cuerpos intrusivos no aflorantes.

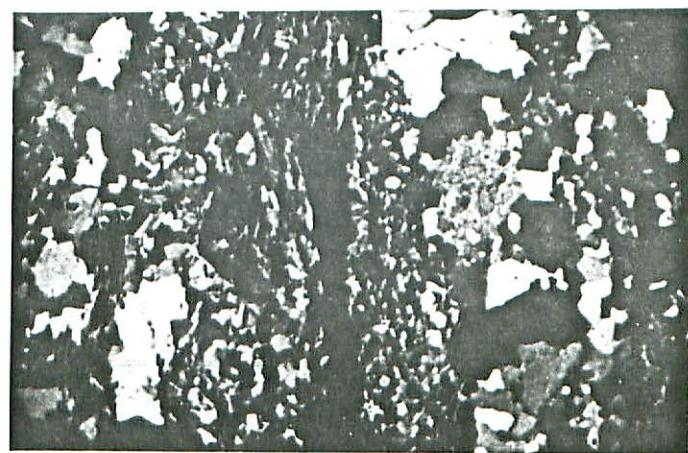
ALBUM FOTOGRAFICO



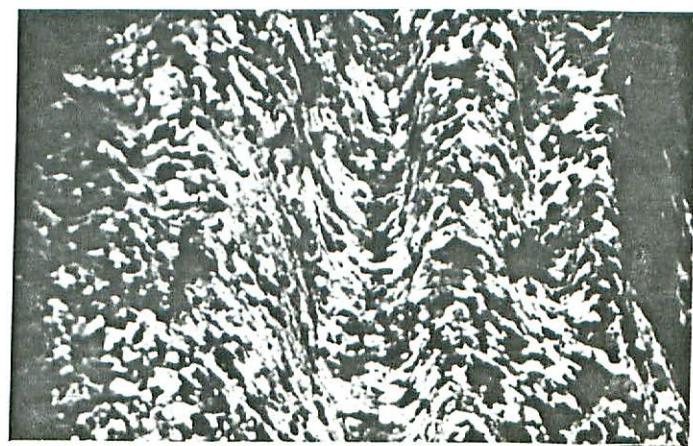
- Foto 1 -



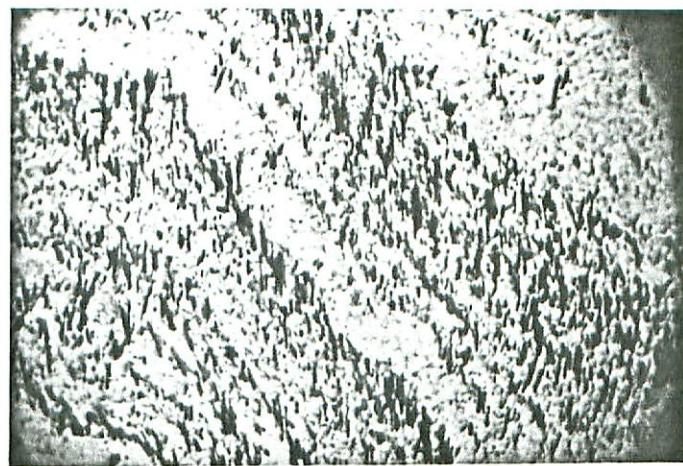
- Foto 2 -



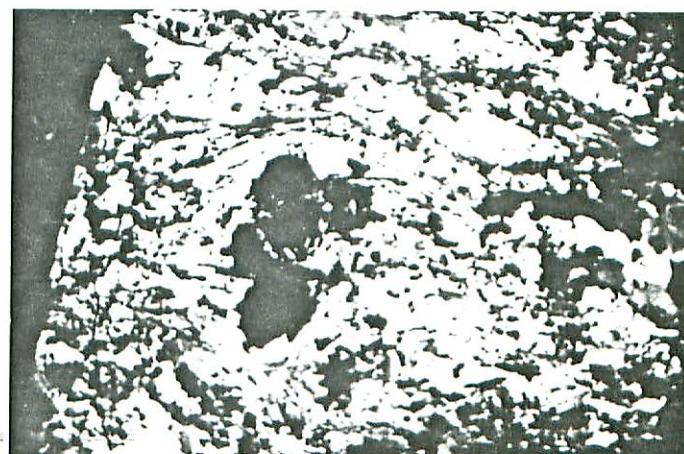
- Foto 3 -



- Foto 4 -



- Foto 5 -



- Foto 6 -



- Foto 7 -



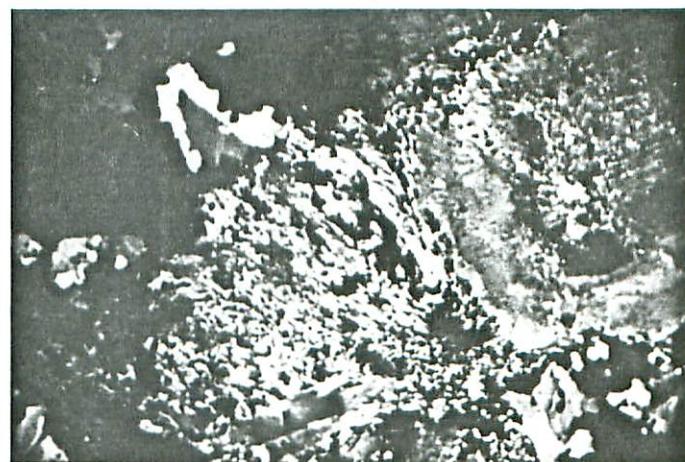
- Foto 8 -



- Foto 7 -



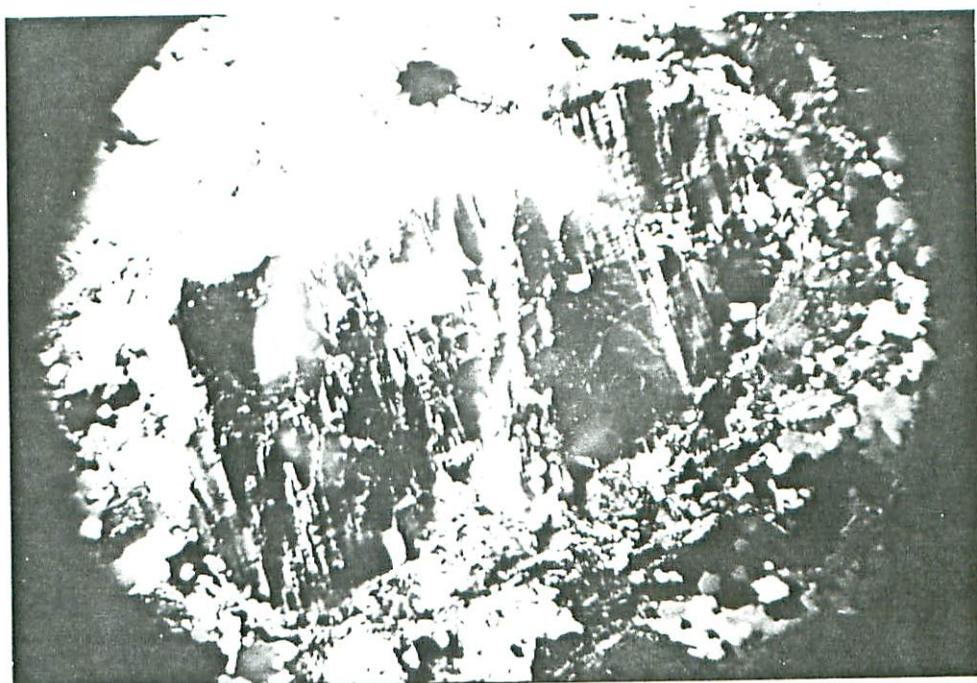
- Foto 8 -



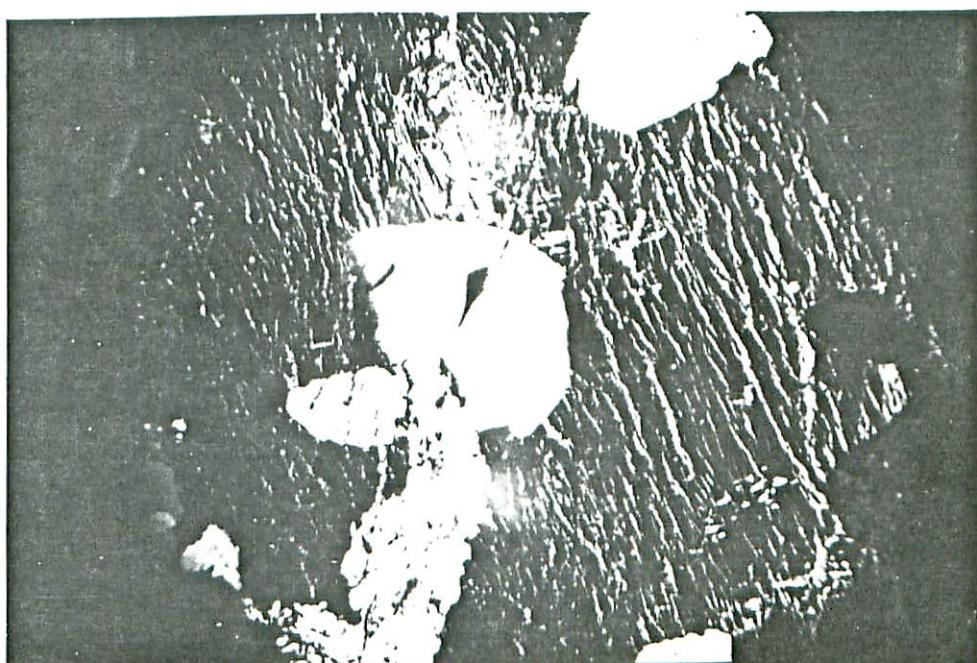
- Foto 9 -



- Foto 10 -



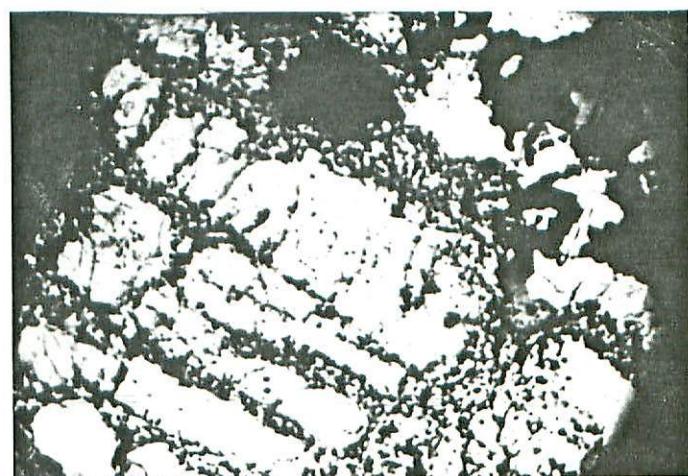
- Foto 11 -



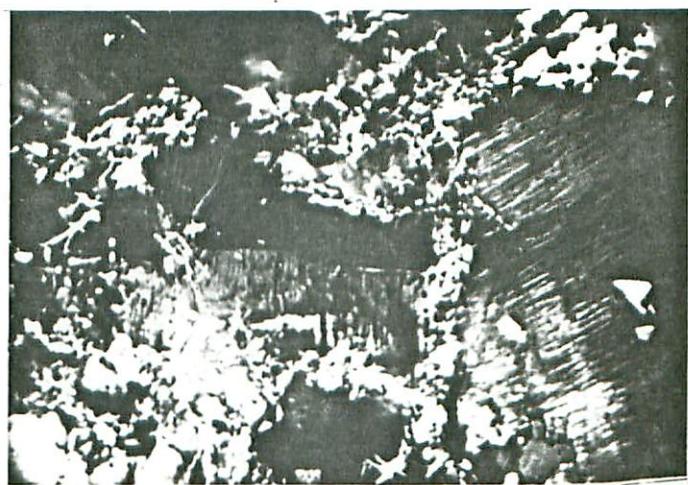
- Foto 12 -



- Foto 13 -



- Foto 14 -



- Foto 15 -



- Foto 16 -