



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**INVESTIGACION DE GRANITOS
ORNAMENTALES EN RESERVAS DEL ESTADO
DE LA PROVINCIA DE
TOLEDO**

TOMO I. MEMORIA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

AÑO

11239

INVESTIGACION DE GRANITOS ORNAMENTALES
EN RESERVAS DEL ESTADO DE LA PROVINCIA
DE TOLEDO

MARZO 1.990.

- LA DIRECCION Y SUPERVISION DEL ESTUDIO HA ESTADO A CARGO DE LA SECCION DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES DEL I.T.G.E.

- REALIZACION DEL ESTUDIO E INFORME:
D. José Ignacio Rodríguez Suárez (GEOLAB, S.A)
G e ó l o g o.

Este estudio ha sido realizado por
GEOLAB, S.A. en régimen de
contratación por el Instituto Tec-
nológico GeoMinero de España.

I N D I C E

<u>M E M O R I A</u>	<u>P A G</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Consideraciones Previas	2
2. METODOLOGIA	7
2.1. Cartografía Geológico-Minera	8
2.2. Estudios Petrográficos	9
2.3. Estudio de la Fracturación	10
2.4. Sondeos	14
2.5. Análisis y Ensayos	18
2.5.1. Alterabilidad de la roca	18
2.5.2. Calidad mecánica de la roca	24
2.6. Valoración del Rendimiento de la cantera ...	25
3. GEOLOGIA GENERAL	27
3.1. Las Rocas Graníticas	27
3.2. Tectónica	30
4. RESERVAS DE VILLAREJO DE MONTALBAN	32
4.1. Características Geológicas Generales	33
4.1.1. Estratigrafía	33
4.1.2. Petrología	34
4.1.3. Estructura interna y secuencia tem- poral relativa	39
4.1.4. Tectónica	43
4.2. Minería	44
4.3. Investigación a Escala 1:10.000	45
4.3.1. Sondeos	49
4.3.2. Alterabilidad de la roca	55

4.3.3.	Calidad mecánica de la roca	59
4.4.	Conclusiones Parciales	59
5.	RESERVA DE PULGAR	61
5.1.	Características Geológicas Generales	62
5.1.1.	Petrología	62
5.1.2.	Estructura interna y secuencia temporal relativa	66
5.1.3.	Tectónica	67
5.2.	Minería	69
5.3.	Investigación a Escala 1:10.000	69
5.3.1.	Facies Mozarambroz	70
5.3.2.	Facies Turmaliníferas	75
5.3.3.	Facies de Pulgar	83
5.4.	Macizo de Pulgar I	86
5.4.1.	Parámetros estructurales	89
5.4.2.	Sondeos	102
5.4.3.	Alterabilidad de la roca	103
5.4.4.	Calidad mecánica de la roca	107
5.5.	Macizo de Pulgar II	108
5.5.1.	Parámetros estructurales	110
5.5.2.	Sondeos	114
5.5.3.	Alterabilidad de la roca	115
5.5.4.	Calidad mecánica de la roca	118
6.	RESERVA DE LAS LANCHAS	121
6.1.	Características Geológicas Generales	122
6.1.1.	Petrología	122
6.1.2.	Estructura interna y secuencia temporal relativa	125
6.1.3.	Tectónica	126
6.2.	Investigación a Escala 1:10.000	127
6.3.	Macizo de Las Lanchas I	137

6.3.1. Sondeos	139
6.3.2. Alterabilidad de la roca	144
6.3.3. Calidad mecánica de la roca	150
6.4. Conclusiones Parciales	151
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
8. BIBLIOGRAFIA	164

A N E X O S

1. MAPAS GEOLOGICO-MINEROS
2. FICHAS PETROGRAFICAS
3. ENSAYOS
4. ANALISIS QUIMICOS
5. SONDEOS

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

Con motivo de la fuerte expansión que ha experimentado en la última década el subsector minero de los granitos ornamentales, expansión íntimamente ligada al desarrollo positivo del sector de la construcción y de los mercados internacionales; el Instituto Tecnológico GeoMinero de España ha abordado en los últimos años un programa de exploración sistemática de granitos ornamentales en todo el territorio nacional.

Uno de estos estudios, realizado en 1.987, ha sido el proyecto: "Potencial básico de granitos ornamentales en Castilla-La Mancha", en el que se evaluó el potencial granitero en dicha Comunidad y se seleccionaron una serie de zonas de interés que merecían un estudio posterior más detallado.

Por este motivo, el Instituto Tecnológico GeoMinero de España procedió a la realización del presente estudio, que completa la investigación de las zonas con mayor interés, determinando la explotabilidad de los granitos y esbozando la planificación de su explotación futura, en el caso de que ésta sea viable.

1.2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Teniendo en cuenta que el presente estudio de Investigación de Granitos Ornamentales en las Reservas del Estado en la Provincia de Toledo, constituye una segunda fase que tiene como base de apoyo la información y conclusiones obtenidas en la primera (Potencial Básico de Granitos Ornamentales en Castilla-La Mancha), conviene hacer en primer lugar una breve síntesis del desarrollo y objetivos alcanzados en ésta primera fase del Proyecto.

Las reservas del Estado que son investigadas en este proyecto, y su situación en las Hojas del Mapa topográfico Nacional a escala 1:50.000, son las siguientes:

R E S E R V A S	Nº DE HOJA 1:50.000
Villarejo de Montalbán	655 (Los Navalmorales)
Dehesa de Pulgar	685 (Los Yébenes)
Las Lanchas	601 (Navalcán)

En ninguna de estas zonas se explotó el granito para usos ornamentales a excepción de pequeñas y esporádicas catas, de las que se extrajeron algunas piezas, labradas artesanalmente y destinadas al uso local.

En la fase de investigación anterior se ha pretendido realizar una caracterización de los granitos de la Comunidad de Castilla-La Mancha, desde el punto de vista de su aplicación industrial, así como localizar afloramientos o sectores en los que el granito por su calidad y explotabilidad fuera factible de aprovechar en un futuro. Para llevar a buen fin este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

A. Exploración Geológica.

- Se revisó la cartografía existente y se efectuó una cartografía específica para rocas ornamentales a escala 1:50.000, en la que se puso especial atención a la localización de masas rocosas de interés.

- Selección de zonas de interés, en las que el granito ofrece buenas posibilidades de explotación, de acuerdo con los criterios establecidos en el estudio geológico previo.

Se seleccionaron en total dieciocho zonas:

Z O N A S		
Coto Almorox	Villarejo de Montalbán	La Mesa
Los Molinos	Pelhaustán	Río Cedena
El Berrocal	Torcón	Las Lanchas
El Chaparral	El Gamonal	Dehesa del Sotillo
Oropesa	Dehesa de Pulgar	Valdeverdeja
Casa de San Pedro	El Rosal	Fontanosas

- Valoración de las diferentes zonas en base a factores geológicos y de explotabilidad, calculados a partir de los datos recogidos en el campo.

A partir de esta valoración se han seleccionado nueve zonas de mayor interés:

Z O N A S		
Coto Almorox Las Lanchas Dehesa de Pulgar	Villarejo de Montalbán Río Cedena Dehesa del Sotillo	La Mesa Valdeverja Fontanosas

B. Investigación Geológico-Minera.

- Cartografía de los afloramientos, a escala 1:25.000, de las nueve mejores zonas.

- Estudio de los parámetros de explotabilidad, calidad mecánica de la roca y alterabilidad en cada uno de los yacimientos situados en estas zonas.

- Evaluación final de las zonas en base a estos parámetros.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- La Zona de Coto Almorox tiene dos yacimientos de tamaño grande y buena explotabilidad con posibilidades de extracción de bloques de gran tamaño. Es un granito blanco, con una calidad frente a la alteración y estética muy buena.
- La Zona de La Mesa contiene un yacimiento de difícil acceso y una calidad de roca aceptable. Muestra dificultades en su explotabilidad.
- La Zona de Las Lanchas tiene dos yacimientos rocosos en "lisos" y una explotabilidad buena. Es un granito gris azulado con una calidad ornamental y mecánica buena, por lo que merece ser estudiada a mayor detalle.
- La Zona de Villarejo de Montalbán contiene un gabro que constituye la roca de mayor interés ornamental de las encontradas en la Comunidad Castellano-Manchega, lo cual justifica el que se estudie con mayor detalle.
- La zona de Río Cedena contiene el yacimiento rocoso más extenso de todos los localizados en el proyecto, con una explotabilidad muy buena y una buena calidad de Roca, por lo que merece ser estudiada con más detalle.

- La zona de Valdeverdeja debe de ser desechado por no cumplir los requisitos mínimos para su explotación.
- Zona de Dehesa de Pulgar contiene un yacimiento extenso y buena calidad de roca; esta zona merece ser estudiada con más detalle.
- La zona de Dehesa del Sotillo contiene afloramientos extensos pero la roca tiende a oxidarse con cierta facilidad.
- La zona de Fontanosas contiene dos yacimientos, uno de ellos desechable debido a la tendencia de la roca a oxidarse. El otro tiene una explotabilidad aceptable y una calidad de roca buena.

En síntesis se puede decir que las zonas de interés prioritario son :

Zona de Coto Almorox	Zona de Dehesa de Pulgar
Zona de Villarejo de Montalbán	Zona de Las Lanchas
Zona de Río Cedena.	

La situación de estas zonas (excepto de Coto Almorox) que serán investigadas en el presente proyecto, se puede ver en el mapa nº 1.

2. METODOLOGIA

Teniendo en cuenta que el principal objetivo de nuestra investigación es potenciar el aprovechamiento de los Granitos Ornamentales en Castilla-La Mancha, los trabajos se han encaminado (a través de diferentes fases del estudio que serán descritas a continuación), a la caracterización y valoración geológico-minera de los diferentes yacimientos graníticos existentes en cada una de las Reservas del Estado.

Los principales factores que controlan la calidad y explotabilidad de los granitos ornamentales se pueden agrupar en :

A. Factores Litológicos

- Composición y textura
- Color y tamaño de grano
- Presencia de diques, enclaves, etc.
- Alteraciones superficiales y oxidaciones.

B. Factores Estructurales

- Estructuras internas (lineaciones y foliaciones magmáticas o tectónicas).
- Fracturación (Fallas y diaclasas)

C. Factores específicos de los afloramientos

- Tamaños
- Relieve
- Recubrimientos
- Accesos.

Estos factores están relacionados entre sí y su importancia relativa puede variar mucho de una zona a otra e incluso de un afloramiento a otro.

En la investigación llevada a cabo en este proyecto se ha prestado especial atención a la calidad ornamental de la roca, al tamaño de los afloramientos y a la fracturación de los mismos. En el caso de esta última se han realizado estudios de detalle, a escala de afloramiento (especialmente en la Reserva de Pulgar), dado que este factor posee el carácter condicionante definitivo, junto con las oxidaciones, de la explotabilidad de un macizo granítico.

2.1. CARTOGRAFIA GEOLOGICO-MINERA

En cada una de las Reservas se realizó una detallada cartografía geológica, a escala 1:10.000, cubriendo en total una superficie de 3.788 ha.

En esta cartografía se refleja las diferentes facies graníticas y la relación existente entre las mismas, así como todas las características magmáticas y tectónicas que las afectan.

En el transcurso de la misma se han estudiado factores de incidencia minera, tales como: tamaño de los

afloramientos, recubrimientos, zonas de concentración de bolos, existencia de gabarros, diques, oxidaciones, sectores altamente diaclasados y todos aquellos aspectos de interés para los objetivos del proyecto.

De este modo, se han podido desechar una serie de sectores que presentan características claramente desfavorables para explotar el granito con fines ornamentales.

Finalmente en la cartografía se han señalado los afloramientos canterables, así como los puntos de toma de muestras y la ubicación de sondeos.

2.2. ESTUDIOS PETROGRAFICOS

Se han tomado muestras tanto en superficie como en los testigos de los sondeos con el objeto de efectuar estudios en lámina delgada. Este análisis aporta datos sobre la textura y composición mineral de la roca a la vez que permite determinar la alteración y grado de deterioro de la misma.

En este sentido se ha calculado la alterabilidad de la roca, a distinta profundidad, en base a la determinación del deterioro potencial y de la meteorización

potencial siguiendo el desarrollo metodológico expuesto en el apartado 2.5.1. de esta memoria.

2.3. ESTUDIO DE LA FRACTURACION

Tras haber desechado diversos sectores debido a evidentes problemas estructurales, puestos de manifiesto al realizar la cartografía geológico-minera, el siguiente paso consistió en la determinación de los macizos graníticos que presentan mayores características de cara a su explotación, es decir, aquellos en los que la densidad de fracturación no impidiese la extracción de bloques con un tamaño mínimo para poder ser cortado en losas o planchas.

De este modo se seleccionaron dos macizos de primera categoría en la Reserva de Pulgar y uno en la Reserva de Las Lanchas, mientras que en la Reserva de Villarejo no se seleccionó ninguno.

De todos ellos se efectuó el estudio de la fracturación solamente en los dos macizos de "Pulgar" dado que los de la Reserva de Las Lanchas no están prácticamente diaclasados.

Este estudio se llevó a cabo considerando exclusivamente las diaclasas sistemáticas y descartando aquellas originadas por fenómenos de descompresión y enfriamiento.

Para realizar el estudio de la fracturación es necesario conocer en primer lugar la distribución espacial del sistema de diaclasas del macizo y la relación angular existente entre las diaclasas de las distintas familias. Esto se puede hacer mediante la representación polar equiareal, diagramas de concentración de polos y diagramas rosa con los datos de orientación de las diaclasas tomados en el campo.

La continuidad lateral o desarrollo de las diaclasas permite establecer una clasificación de las mismas en función de sus dimensiones. Según esto existen tres tipos fundamentales de diaclasas.

D I A C L A S A S	CONTINUIDAD LATERAL
Menores ("minor joints")	Muy Baja < 1 m.
	Baja 1- 3 m.
Mayores ("majors joints")	Media 3-10 m.
	Alta 10-20 m.
Principales ("master joints")	Muy Alta > 20 m.

Los espaciados entre las diaclasas de una misma familia constituye un factor condicionante del tamaño de bloque natural.

El estudio de los espaciados se llevó a cabo mediante el análisis estadístico de los valores medidos en el campo, construyéndose para cada familia un histograma de

frecuencias ponderadas en el que se representa en porcentaje la suma de los espaciados correspondientes a cada intervalo sobre la suma total de los mismos (de este modo se tiene en cuenta, además del número de espaciados de cada intervalo, la longitud que estos poseen).

Los intervalos tomados según una escala logarítmica, han sido los siguientes:

I N T E R V A L O (m)	E S P A C I A D O
0 - 1	Reducido
1 - 2.5	Moderado
2.5 - 6,25	Amplio
6,25-15,62	Muy amplio
>15,62	Extremadamente amplio

La elección de estos intervalos está justificada por el tamaño de bloque comercial que se extrae en las grandes canteras de granito similar a los investigados en este proyecto.

Se consideran explotables los yacimientos en los que se superpongan dos familias de diaclasas subperpendiculares, una de ellas de espaciado moderado y otra de espaciado amplio, como mínimo. Espaciados menores hacen inexplotable el yacimiento, así mismo es preciso introducir factores de corrección si el ángulo entre las dos familias se aleja de 90° .

A los histogramas se les añade los parámetros estadísticos de valor mínimo, valor máximo y valor medio.

La densidad del diaclasado de un yacimiento está directamente relacionado con el parámetro J_v , que representa el número de diaclasa por unidad de volumen. Se calcula sumando las frecuencias (nº de diaclasas por metro lineal) de las familias existentes; estas frecuencias se pueden determinar de un modo más rápido tomando el inverso de los espaciados medios ya calculados.

Este parámetro nos permite realizar una estimación aproximada del tamaño de bloque natural.

J_v	TAMAÑO ORIENTATIVO DE BLOQUE	
< 1,5	Grande	Bloque Comercial
1,5-1,7	Optimo	
1,7-2,2	Aceptable	Bloque no Comercial
>2,2	No aceptable	

En ninguno de los yacimientos se ha podido obtener datos sobre espaciados del diaclasado subhorizontal, por lo que se ha considerado un espaciado "standar" de 1 m, ya que el espaciado siempre es mayor.

Finalmente se ha determinado el parámetro V_B , que indica el volumen relativo de bloques en un macizo con

dimensiones superiores a las de un tamaño mínimo dado (expresado en tanto por uno).

En el caso de los granitos grises se consideraran 3,1 m. para la familia de diaclasas más densa y 1,4 m. para la menos densa, como valor umbral de los espaciados para el cálculo del parámetro. V_B .

El parámetro V_B se calcula del siguiente modo:

- Para cada familia de diaclasas, se suman los porcentajes de espaciados por encima de 3,1 m. (para la familia más densa) y 1,4 m. (para la menos densa) y se expresa el resultado en tanto por uno.
- El valor de V_B vendrá dado por el producto de los porcentajes parciales de las distintas familias.

2.4. S O N D E O S

Se han realizado siete sondeos con recuperación de testigo continuo, perforándose un total de 145 m., con el objeto de completar el estudio realizado en superficie con datos sobre la calidad mecánica, posibles variaciones de las características estéticas y fracturación en profundidad.

La mayor parte se realizaron sobre macizo rocoso, habiéndose tomado de los testigos, muestras de las que se realizaron placas pulidas y ensayos que serán descritos en el siguiente apartado.

En el apartado 5 de los Anexos se incluyen los registros de los sondeos, a escala 1:50. En su descripción se han señalado una serie de aspectos referentes al material a investigar. El método seguido en la testificación ha sido el siguiente:

- En la columna de Descripción se anotan las características litológicas haciendo hincapié en el tamaño de grano, así como variaciones del mismo.
- La Recuperación se da en intervalos de 0-20-40-60-80-100% sin indicar valores intermedios.
- En la columna de Meteorización se indican los grados de meteorización, de acuerdo con la escala que aparece en el cuadro nº 1.
- En la columna de Fracturación se señala el número de fracturas naturales por metro en intervalo de 0-1-3-6-8->8 fract/m. sin indicar valores intermedios.
- En la columna de Muestras se señala el indicativo de la muestra tomada y el destino de la misma.

ESCALA DE METEORIZACION DEL GRANITO

(Según D.G. MOYE)

GRADO DE METEORIZACION	DENOMINACION	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	Sana	Roca no meteorizada, lustrosas las micas y feldespatos
II	Sana con juntas teñidas de óxidos.	Las caras de las juntas están manchadas o cubiertas de hematites o limonita, pero el bloque de roca entre las juntas no está meteorizado.
III	Moderadamente meteorizada	Claramente meteorizada a través de la petrofábrica que se observa por manchas de óxidos de hierro y ligera descomposición de los feldespatos pero la resistencia es muy similar a la roca sana.
IV	Muy meteorizada	Meteorización acusada de conjunto, pero con resistencial, que piezas de aproximadamente 25 cm ² de sección transversal no pueden romperse a mano.
V	Completamente meteorizada	Roca intensamente meteorizada con aspecto de suelo que puede romperse y desmenuzarse a mano pero se puede reconocer todavía la fábrica de la roca.

C U A D R O 1

- En la columna de Profundidad se representa en negro los tramos en los que se han tomado las muestras para la realización de los ensayos.
- En Observaciones se indican todos aquellos aspectos relacionados con la roca que son de interés para la definición de la misma y para los objetivos de la investigación, en especial en lo que se refiere a la presencia de enclaves, óxidos y color.

. Color. De acuerdo con la norma UNE 22-170-85 es el que corresponde después de observar una muestra del material pulido, utilizando los términos normales de la escala de colores. En nuestro caso la gama de colores oscilará en el abanico de los grises y los negros.

. Oxidaciones. Se ha prestado especial atención a este fenómeno, ya que su presencia impide la utilización de la roca con fines ornamentales. Dado que las oxidaciones proceden, tal como se ha puesto de manifiesto en anteriores trabajos del ITGE, de sulfuros metálicos, se ha puesto especial interés en determinar la presencia de pirita y/o pirrotita, etc.

La presencia de minerales oxidables se ha determinado por observación de visu de los testigos, y mediante la realización de ensayos de "resistencia a los cambios térmicos" en probetas tomadas a distinta profundidad.

. Enclaves. Se ha analizado la existencia en los testigos de enclaves, nódulos, restitas, agregados policristalinos, etc, determinando su naturaleza, tamaño y densidad.

2.5. ANALISIS Y ENSAYOS

Sobre muestras tomadas en los sondeos a distinta profundidad se han realizado un conjunto de análisis y ensayos con el fin de conocer dos aspectos relacionados con la calidad de la roca:

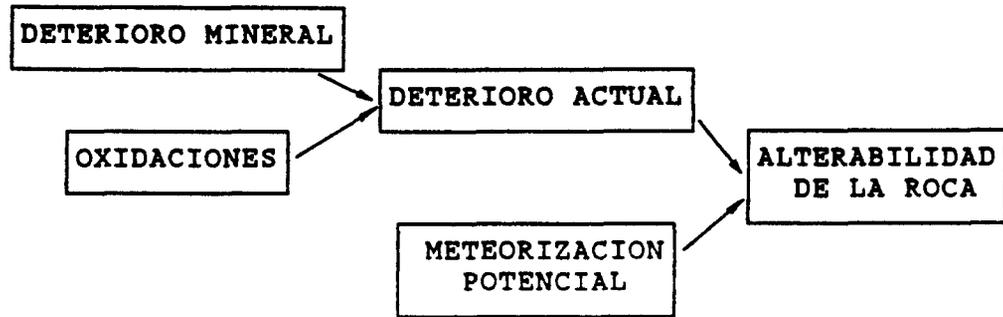
- 1- Alterabilidad
- 2- Calidad mecánica.

2.5.1. Alterabilidad de la roca

La alterabilidad de una roca depende directamente de dos factores, el DETERIORO ACTUAL que presenta y de la METEORIZACION POTENCIAL de la misma.

Considerando el granito desde el punto de vista de las rocas ornamentales, se entiende por deterioro actual a las alteraciones físicas que presenta la roca tal y como se encuentran en cantera unido a las oxidaciones que presente o pueda presentar debido a la existencia de sulfuros metálicos en la misma. Por tanto para calcular el

deterioro actual hay que evaluar el deterioro mineral y las oxidaciones de la roca.



El deterioro mineral se estudió en base al análisis microscópico en el que la alteración mineralógica y física (destrucción de los granos por microfracturación) se evalúa en cinco categorías (de 0 a 4) de acuerdo con la tabla definida por J. ORDAZ y R.M. ESBERT (1.977).

En base a esta valoración se calcula el deterioro mineralógico medio de cada fase mineral (D_x) mediante la fórmula:

$$D_x = \frac{\sum V_i n_i}{n}$$

Siendo: V_i = grado de alteración
 n_i = nº de granos minerales con una alteración V_i .
 n = nº total de granos de la fase mineral X estudiada.

El DETERIORO MINERAL (D_m) será igual al sumatorio del producto del deterioro medio de cada fase

mineral (Dx) por el porcentaje existente de esa fase mineral en la roca (% X) y dividido todo ello por 100:

$$D_m = \frac{D_x \% X}{100}$$

Los resultados que se obtienen se encontrarán en una escala de 0 a 4 de tal modo que:

Dm	DETERIORO MINERAL
0-1	Muy bajo
1-2	Bajo
2-3	Medio
3-4	Alto

Las OXIDACIONES se han estudiado a partir del ensayo de "resistencia a los cambios térmicos", y en función de las oxidaciones que aparezcan al final del ensayo se clasifican de 0 a 4 de acuerdo con la siguiente escala:

0	Inexistentes
1	Bajas
2	Bajas o medias
3	Medias
4	Altas

El DETERIORO ACTUAL al ser función del deterioro mineral (Dm) y de las oxidaciones del granito (Ox) se podrá clasificar mediante la fórmula:

$$D_a = \frac{\sum V_i K_i}{K_i}$$

Siendo: Vi= Valor de Dm y Ox respectivamente
Ki= factor de importancia.

	<u>Ki</u>
Deterioro mineral	1
Oxidaciones	3

El DETERIORO ACTUAL se valorará, según la siguiente:

Da	CLASIFICACION
0-1	Muy baja
1-2	Baja
2-3	Media
3-4	Alta

La METEORIZACION POTENCIAL de una roca hace referencia a la alteración provocada por los agentes externos a las rocas, que dan lugar a la movilidad relativa de los elementos químicos primarios presentes en la misma. Para ello es necesario la realización de análisis químicos.

Clásicamente se considera que los elementos químicos más móviles, en el transcurso de una alteración (meteórica) de las rocas graníticas son: Ca, Na, Mg y K, mientras que el Fe tiene una movilidad muy variable, transformándose con frecuencia de Fe⁺⁺ a Fe⁺⁺⁺.

Por ello la composición del material meteorizado tiende a ser más pobre en SiO₂, CaO, Na₂O y en

C U A D R O 2

GRADOS	NIVELES DE DETERIORO DE LOS FELDESPATOS	NIVELES DE DETERIORO DE MAFICOS	NIVELES DE DETERIORO DE CUARZO
	No alterado, aparentemente sano.	No alterado, sano.	Aparentemente sano.
1	Con microfisuras - aisladas de orden inferior al del tamaño de grano. Lige- ra alteración secundaria.	Alterado sólo marginalmente y/o en las líneas de exfoliación.	Con microfisuras de al tamaño de grano.
2	Con microfisuras de orden del tamaño de grano, interconexiones entre microfisuras. Alteraciones - inferiores el 50% de la superficie del - grano.	Alteración marginal, con pequeñas manchas de alteración repartidas por el interior del grano. Microfisuras.	Con microfisuras de orden del tamaño de grano. Intercalaciones entre las microfisuras.
3	Microfisuras abundantes. Areas de alteración superiores al 50% de superficie del grano.	Areas de alteración inferiores al 50% de la superficie del - grano. Microfisuras.	Microfisuración abundante y principios - de subindividualización granular.
4	Microfisuración abundante. Areas de alteración ocupando - prácticamente todo - el grano.	Areas de alteración superiores al 50% de la superficie del - grano. Microfisuración abundante.	Microfisuración abundante. Subindividualización granular.

GRADO DE DETERIORO MINERAL. J.ORDAZ Y R.M. ESBERT (1.977)

menor grado MgO y K₂O a la vez que se enriquece en sesquióxidos.

La "cuantificación" de la meteorización potencial se ha realizado según el "Índice de Meteorización Potencial" definido por SAAVEDRA (1.970):

$$MP = \frac{\% \text{ Na.115}}{0,35} + \frac{\% \text{ Mg.498}}{0,90} + \frac{\% \text{ K. 94}}{0,25} + \frac{\% \text{ Ca.407}}{0,7}$$

Los valores obtenidos están en % por lo que se transformarán en valores comprendidos entre 0 y 4 según tabla:

%	Vi	CLASIFICACION
0-20	0	Muy Baja
20-40	1	Baja
40-60	2	Media
60-80	3	Alta
80-100	4	Muy Alta

Una vez conocido el valor del Deterioro Actual (Da) y la Meteorización Potencial (Mp) se calcula la ALTERABILIDAD de la roca mediante la expresión:

$$Ia = \frac{\sum Vi Ki}{Ki}$$

Siendo: Vi= Valor de Da y Mp
 Ki= factor de importancia.

Meteorización Potencial	<u>Ki</u> 1
Deterioro actual	2

La alterabilidad se evalúa de acuerdo con los siguientes valores:

Ia	CLASIFICACION
0-1	Muy baja
1-2	Baja
2-3	Media
3-4	Alta

2.5.2. Calidad Mecánica de la Roca

Para determinar la calidad mecánica de la roca se han realizado sobre probetas tomadas a diferente profundidad un conjunto de ensayos de caracterización contemplados en las normas UNE para granitos ornamentales.

Los ensayos llevados a cabo han sido :

- Absorción y peso específico (UNE 22-172-85).
- Resistencia a los cambios térmicos.
- Resistencia a las heladas (UNE 22-174-85).
- Resistencia a la compresión (UNE 22-175-85)
- Resistencia a la flexión (UNE 22-176-85).
- Resistencia al choque (UNE 22-179-85).
- Resistencia al desgaste por rozamiento (UNE 22-173-85)

El ensayo de resistencia a los cambios térmicos no está normalizada para los granitos, por lo que este ensayo se ha realizado siguiendo las especificaciones de la norma UNE (22-197-85) para pizarras ornamentales, dado que

se ha comprobado en anteriores proyectos la validez de este ensayo para la detección de componentes oxidables en los granitos.

Todos estos ensayos definen en su conjunto la calidad, dado que, cuanto más altos sean los valores de resistencia a la compresión, flexión, resistencia al choque, mejor será la calidad de la roca.

Análogamente, cuanto menor sea el módulo de heladicidad mayor será la calidad de la roca, ya que indicará una menor pérdida en peso y por tanto la posibilidad de fracturación de la roca por la acción de las heladas será menor.

Asimismo a menor desgaste por rozamientos mayor calidad.

2.6. VALORACION DEL RENDIMIENTO DE LA CANTERA

Tomando como base el estudio de la fracturación en superficie y en los sondeos se procedió al cálculo del rendimiento en bloques de la cantera, a partir del tanto por ciento en "bloques naturales" con un volumen superior a 3 m³. Se entiende como BLOQUE NATURAL aquel bloque paralelepípedo limitado por diaclasas o fracturas naturales.

Este cálculo nos da un rendimiento orientativo, máxime si no se cuenta con un densa red de sondeos, ya que las propiedades del granito pueden variar ostensiblemente en pocos metros.

Simultáneamente se calcularon las reservas en base a las dimensiones en planta de los yacimientos, desniveles topográficos y sondeos.

Por último se determinó en base a la distribución espacial de las fracturas y de las características del entorno, la ubicación y orientación más idónea del frente de explotación.

3. G E O L O G I A G E N E R A L

Las Reservas del Estado investigadas en este proyecto se enmarcan en el contexto del Macizo Hercínico y más concretamente dentro de la Zona Centroibérica, de acuerdo con la división de JULIVERT et al. (1.972).

La Zona Centroibérica se caracteriza por la heterogeneidad geológica, coexistiendo en ella rocas metamórficas de alto y bajo grado, así como áreas con abundantes granitoides con otras desprovistas de ellos.

La investigación se ha centrado en pequeñas áreas graníticas pertenecientes a plutones hercínicos, encajados en materiales paleozoicos y precámbricos, plegados y metamorfizados durante la Orogénesis Hercínica.

Muchos de estos plutones graníticos han sido cubiertos parcialmente por Cenozoicos y Mesozoicos discordantes.

3.1. LAS ROCAS GRANITICAS

La Reserva del Estado de "Pulgar" está situada en el macizo cristalino de Toledo, y más concretamente en el Macizo de Menasalbas, definido en el proyecto: "Potencial Básico de Granitos Ornamentales de Castilla-La Mancha".

Se trata de un macizo autóctono o subautóctono, con una zonación longitudinal y forma alargada paralela a las estructuras hercínicas regionales. Su estructura interna está constituida por foliaciones planares y planolineares, subconcordantes con las del metamórfico encajante y que se disponen preferentemente en el sentido longitudinal del plutón.

Respecto a la deformación regional, se trata de un plutón sintectónico deformado por la fase 3.

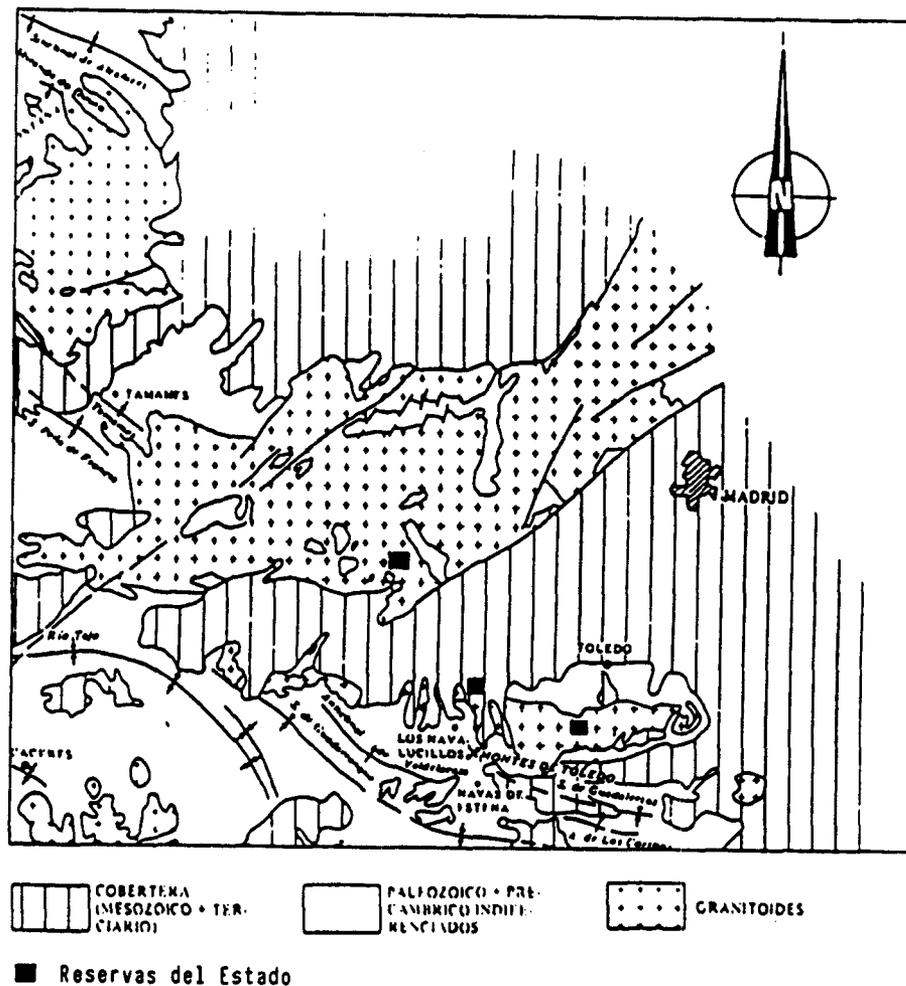


FIGURA 1 - Situación geológica aproximada de las Reservas del Estado.

Petrológicamente el macizo de Menasalbas corresponde a un granito-granodiorita biotítica con megacristales, cuyo borde septentrional está constituido en algunos casos por una banda milonítica, mientras que en otros esta banda está desplazada hacia el N. por fallas N 30° E.

La Reserva de Villarejo de Montalbán está situada en la prolongación occidental del macizo cristalino de Toledo. Es una zona en la que coexisten diferentes facies: granodioritas, granitos biotíticos con megacristales, granitos de dos micas de grano fino, cuarzogabros y dioritas, que guardan relaciones complejas entre ellas.

Finalmente la Reserva de "Las Lanchas", está situada en los granitos del borde meridional del Sistema Central y más concretamente dentro del Macizo de Montesclaros definido en el anterior proyecto del ITGE sobre los granitos ornamentales de Castilla-La Mancha.

Es un plutón alargado en dirección E-O, dentro del cual se encuentran retazos metamórficos, tal como el macizo metamórfico del Piélagos, que pueden presentar contactos subhorizontales con el granito.

La facies dominante en este macizo es un

granito biotítico con megacristales, de grano medio y que en corte fresco presenta un color gris azulado. Dentro de él existen otras zonas de menor desarrollo entre las que destacan granitos de grano fino, de composición más ácida que muestran en ocasiones tendencias aplíticas.

3.2. TECTONICA

Los plutones graníticos en los cuales se encuentran las tres Reservas del Estado investigadas, son de sincinemáticos a cinemáticos tardíos respecto a las principales facies de deformación hercínica. Por tanto, no se trata de granitos altamente tectonizados, si bien han sido afectados en su mayor parte por fracturas, generalmente de dirección NE-SO, debido a movimientos tardihercínicos comunes a todo el dominio hercínico.

A menor escala, las áreas objeto de estudio, no se encuentran muy afectadas por la fracturación, tratándose esta en la mayor parte de los casos de fallas subverticales, con un claro componente de desplazamiento vertical y continuidades máximas de 2 a 2,5 km.

A escala de afloramiento el granito está afectado por una red de diaclasas de densidad variable, que en general coinciden en dirección con las fallas presentes

en la zona. Este diaclasado es más denso en las rocas básicas y en los granitos de grano fino, especialmente en las Reservas de Villarejo de Montalbán y Pulgar.

4. RESERVA DE VILLAREJO DE MONTALBAN

SITUACION GEOGRAFICA

La reserva a favor del Estado, denominada Villarejo, se encuentra situada en torno a la localidad de Villarejo de Montalbán, en la provincia de Toledo, dentro de la hoja nº 655 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Está enmarcada en un perímetro cerrado uniendo los vértices cuyas coordenadas geográficas, referidas al meridiano de Greenwich son:

V E R T I C E	L O N G I T U D (W)	L A T I T U D (N)
1	2° 50' 00"	37° 41' 00"
2	2° 45' 00"	37° 41' 00"
3	2° 45' 00"	37° 38' 00"
4	2° 50' 00"	37° 38' 00"

Ocupa en su totalidad una extensión aproximada de 2.200 ha.

Topográficamente muestra relieves suaves, con una cota máxima de 657 m. y mínima de 475 m., estando atravesada de N a S por el Río Cedena y de E a O por el Arroyo del Guijo; este último de régimen estacionario.

A la reserva se llega por la carretera local de San Martín de Pusa a San Martín de Montalbán, que la cruza de oeste a este.

4.1. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES

4.1.1. Estratigrafía

En la reserva del Estado de Villarejo de Montalbán (mapa nº 1) existen pequeñas zonas ocupadas por sedimentos posthercínicos pertenecientes al Mioceno (Vindoboniense-Tortonense). Son sedimentos eminentemente de naturaleza detrítica, que se depositan cubriendo discordantemente a los granitos y que están constituidos básicamente por arcillas y gravas.

En el margen occidental del río Cedena es frecuente la presencia de conglomerados de matriz arcillosa y cantos cuarcíticos poco rodados, arenas arcósicas y margas.

Todos estos materiales se encuentran subhorizontales o buzando ligeramente al noroeste.

4.1.2. Petrología

Los macizos graníticos de la zona permiten diferenciar cuatro facies cartográficas (mapa n° 1):

- A) Granito de dos micas con megacristales
- B) Granito de dos micas de grano fino
- C) Granito biotítico de grano fino con megacristales
- D) Cuarzogabro

- A) Granito de dos micas con megacristales (α_1)

Es el granito de mayor extensión superficial dentro de la reserva, tratándose de un granito de color blanquecino y tamaño de grano grueso en el que los porcentajes de biotita y moscovita son muy similares. Los megacristales son de feldespato potásico idiomorfo y tienen tamaños en torno a 2 cm, que frecuentemente incluyen biotitas.

Este granito muestra localmente una subfacies cordierítica, especialmente visible en las inmediaciones del río Cedena, el norte de la localidad de Villarejo de Montalbán. En estos casos el granito es más biotítico, presentándose la cordierita de forma prismática y excepcionalmente de forma globular, con tamaños del orden de 0,3 a 0,5 cm., estando parcialmente pinnitizada y en algunos casos transformada a moscovita.

Aflora en bolos sueltos de tamaños muy variables y en afloramientos rocosos poco extensos. Esta facies presenta una gran facilidad de alteración por meteorización por lo que en una gran parte de la zona se encuentra transformado a "lehm" granítico.

En su conjunto y a lo largo de toda la zona se puede comprobar que este granito presenta una "fabric" planar y linear definida por la disposición orientada de los megacristales de feldespatos.

B) Granito de dos micas de grano fino (α_2)

Es la segunda facies en importancia espacial de la zona y debido a la diversidad de tipos de rocas existentes en ella no se puede hablar de un único tipo de granito.

Es una facies de grano fino y color gris oscuro, en ocasiones con tonos azulados. Dentro de ella dominan los granitos de dos micas, si bien la proporción de estos dos filosilicatos es muy variable, de tal modo que en la zona sur de la reserva se pasa de modo gradual a una subfacies biotítica, ligeramente más básica, pudiendo llegar incluso a términos granodiorítico. Un hecho similar se produce en las inmediaciones de Villarejo de Montalbán, donde esta facies está asociada con los cuarzogabros.

A escala de afloramiento se puede decir que la subfacies de dos micas es homogénea, mientras que los términos biotíticos presentan importantes variaciones de color y tamaño de grano.

Se presenta en bolos sueltos, siempre de tamaños inferiores a los del granito con megacristales, siendo muy susceptible de alterarse por causas meteóricas, por lo que en muchos casos se halla arenizado y transformado en "lehm".

Este granito siempre muestra contactos netos intrusivos y en ocasiones mecánicos con las facies α_1 , siendo frecuente, en el cuadrante SE la existencia de diques y láminas subverticales de α_2 intruyendo a α_1 .

Un hecho característico de este granito, en la mitad E. de la zona es la existencia de megaenclaves y restos metamórficos (en algunos casos llegan a 60 m. de longitud), en los que todavía se conserva la estratificación original y que corresponden a fragmentos del metamórfico encajante. Esto puede indicar que el actual nivel de observación del granito corresponde a la zona apical del plutón.

Este granito es más isótropo que el anterior, si bien y de forma local, especialmente en las proximidades

del contacto, presenta una fabric planar y linear definida por la disposición orientada de las láminas de biotita.

C) Granito biotítico con megacristales (α_3)

Este granito está escasamente representado en la reserva, limitándose al extremo SO de la misma.

Es un granito biotítico, de grano fino, con megacristales de feldespato potásico de 3 a 4 cm. y un índice de color entre los dos granitos descritos con anterioridad.

Pertenece a un plutón independiente que muestra contactos netos con los demás granitos. En las proximidades al contacto con α_2 contiene una gran cantidad de enclaves de este y de rocas básicas. Estos enclaves son subredondeados con tamaños del orden de 20 cm. y se encuentran dispuestos al azar aunque predominan los que están verticalizados.

Existe una gradación composicional, de tal modo que al alejarse del contacto con el granito de grano fino, la facies α_3 se va haciendo más ácida. Este efecto parece deberse a que en las zonas de borde el granito se enriquece en biotita y plagioclasa, en muchos casos procedentes de la reabsorción de α_2 .

En el campo este granito se presenta en bolos de gran tamaño y en afloramientos de poca extensión.

D) Cuarzogabro (Qg)

Es una roca de alto valor ornamental que constituye el aspecto más interesante de la zona desde el punto de vista de los objetivos de nuestro trabajo.

Aparece en las inmediaciones de la localidad de Villarejo de Montalbán (ver mapa nº 2) en afloramientos con una forma cartográfica aproximadamente subredondeada y una extensión que suele superar los 200 m.



FOTOGRAFIA 1.- Aspecto de visu del Cuarzo-gabro, en las inmediaciones de Villarejo de Montalbán

Es una roca de grano fino y color negro que se caracteriza por mostrar un alto grado de homogeneidad de color y textura a escala de afloramiento.

Se presenta en bolos sueltos de pequeño tamaño (siempre inferiores a 1 m³). rodeados de "lehm" y en casos excepcionales en macizos rocosos de poca extensión. Casi siempre aparece asociado al granito de grano fino con el que se encuentra en contacto neto, siendo frecuente en las zonas de contacto la existencia de venas anortosíticas constituidas básicamente por plagioclasa y hornblenda.

En su interior y en extensiones que no superan pocas decenas de metros, se encuentran vauneritas de color negro-verdoso con texturas en "ala de mosca".

4.1.3. Estructura Interna y Secuencia Temporal Relativa.

En las páginas posteriores analizaremos las rocas de la reserva tanto desde el punto de vista de su emplazamiento, y dinámica magmática como desde el punto de vista tectónico; factores íntimamente relacionados que condicionan su "fabric", contactos y cartografía.

Todos los granitos de la zona muestran un conjunto de estructuras, bien lineares, bien planares, en

unos casos definidas por los megacristales de feldespatos y en otros por las láminas de biotita. Observando la cartografía geológica (mapa nº 2) se ve que estas estructuras son subverticales y con una dirección media N 170° E en la mitad norte de la zona, mientras que al desplazarnos al sur tienen orientaciones que varían de N 0° E a N 20° E.

En general los granitos tienden a presentar una "fabric" concordante entre ellos, pese a que las facies muestran contactos netos entre si. Esto podría constituir un criterio válido para atribuir un origen tectónico a dicha "fabric", no obstante el hecho de que no siempre sea discordante con los contactos hace poner en duda esta hipótesis. Todo ello unido al hecho de no tratarse de estructuras muy penetrativas y de no encontrar criterios inequívocos de la existencia de deformación interna, nos induce a pensar que se trata de estructuras tectomagmáticas.

De las dos facies mayoritarias, el granito de grano fino es considerablemente más isótropo que α_1 , presentándose las estructuras con carácter local. Así mismo están totalmente ausentes en el cuarzogabro.

La escasez de estructuras internas en el granito de grano fino podría deberse a que tuvo un comportamiento más estático o bien a que ha tenido un mayor grado

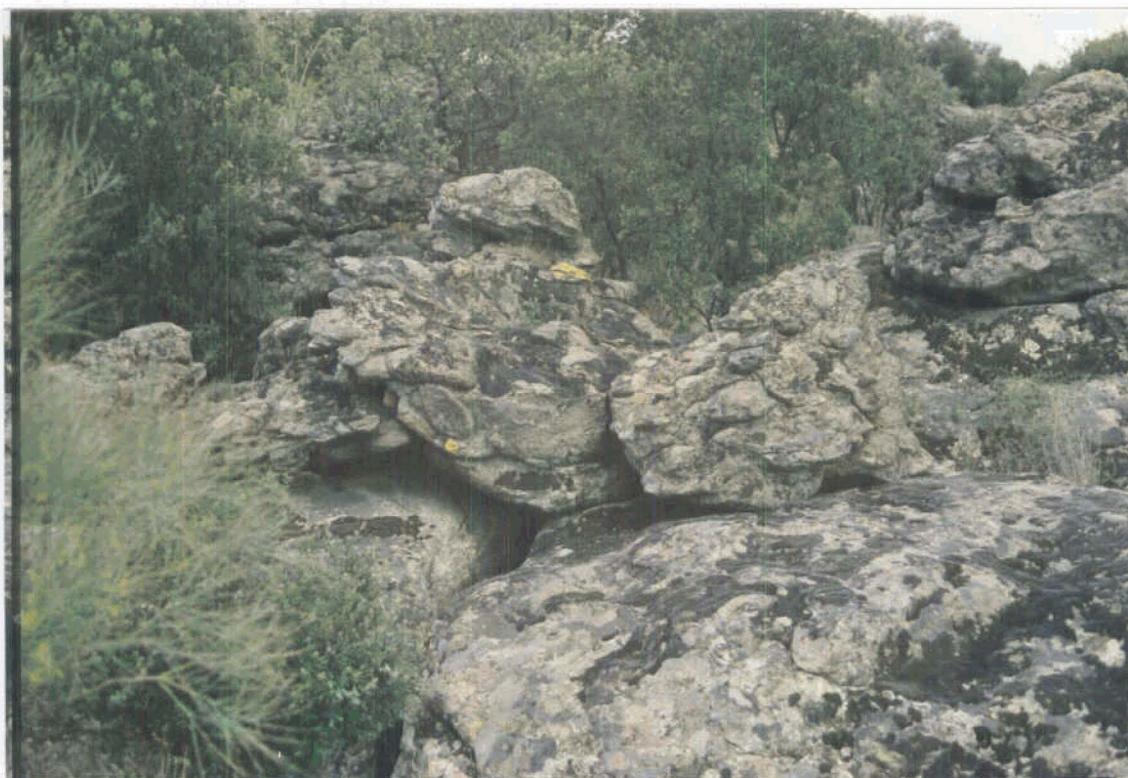
de viscosidad que α_1 en el momento de su emplazamiento. Los contactos netos y muy poco sinuosos entre α_1 y α_2 indica la existencia de paredes muy poco móviles entre ambas facies y un alto contraste de viscosidades entre ellos.

Cronológicamente el granito de grano fino (α_2) es posterior al granito de dos micas con megacristales, como lo demuestra el hecho de presentarse diques de α_2 intruyendo en α_1 , contactos netos horizontales, situándose α_1 por encima de α_2 , y la existencia de una "fabric" planar en (α_1) en ciertos dominios provocada por el empuje ascensional de α_2 .

Asimismo el cuarzogabro (Qg) es anterior a los demás granitos dado que es englobado por α_1 (inmediaciones de Villarejo de Montalbán), quedando dentro de él como megaenclaves con contactos netos. De igual modo existen una gran cantidad de enclaves de cuarzogabro en α_2 .

La secuencia de las distintas pulsaciones graníticas, en esta zona, viene reflejada de forma gráfica en la figura 1.

CUARZOGABRO (Qg)=====
GR. DE DOS MICAS CON MEGACRISTALES (α_1)=====
GR. DE GRANO FINO (α_2)=====
GR. BIOTITICO CON MEGACRISTALES (α_3)=====



FOTOGRAFÍAS 2, 3.- Pasillo de enclaves de cuarzogabro en el granito cu. Oeste de Villarejo de Montalbán.

4.1.4. Tectónica

Centrándonos exclusivamente en las estructuras que afectan a los granitos podemos decir que las facies no están altamente tectonizadas. Como se puede observar en el diagrama de la Fig.2 la mayor parte de las fallas presentes en la zona tienen aproximadamente un orientación NE-SO; entre estas la mayoría son verticales y con una escasa componente lateral.

Un segundo grupo de fallas aparecen en dirección NE-SO y NE-SE que pueden constituir un sistema conjugado.

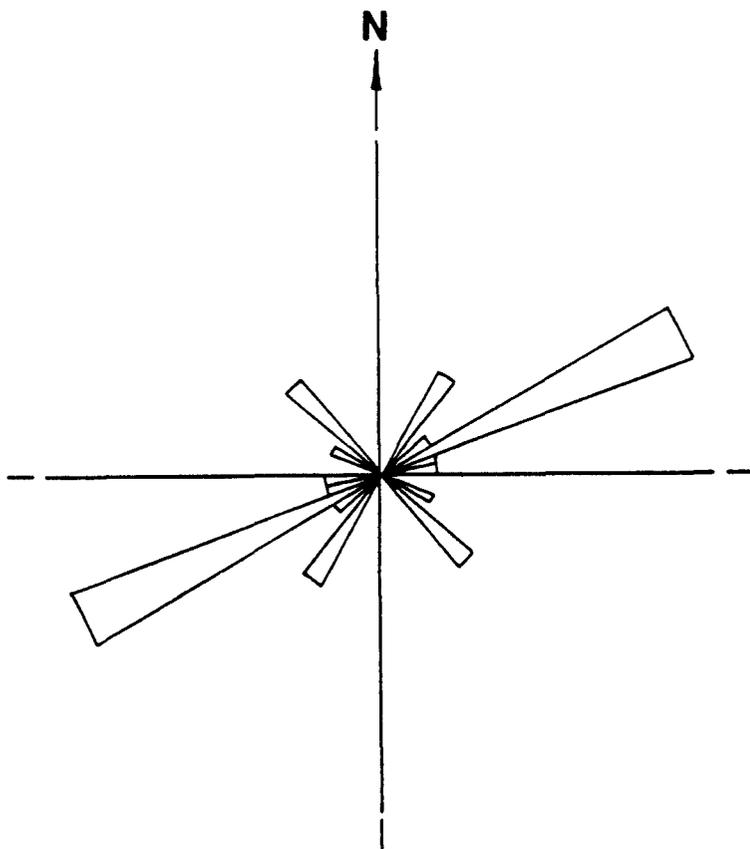


Fig. 2.- Diagrama en Rosa mostrando las frecuencias en la orientación de fallas en la reserva de Villarejo de Montalbán.

Por lo que se refiere a la fracturación a escala de afloramiento la facies más fracturada es el granito de dos micas con megacristales. En general las familias de diaclasas son concordantes con las fallas.

4.2. MINERIA

En el marco de la reserva de Villarejo de Montalbán no hay tradición cantera en lo que al granito se refiere, no obstante si ha habido pequeñas explotaciones de feldespatos. En total han existido tres explotaciones, todas ellas abandonadas y dos de ellas restauradas por lo que en la actualidad solamente se puede observar una de las catas.

Las tres explotaciones se sitúan en un potente dique pegmatítico en el extremo más oriental de la reserva (ver mapa 2). En cualquier caso son explotaciones de poca entidad que se han dejado de explotar en el último lustro de los años sesenta.

La existencia de este dique de pegmatita, y otros menos potentes, así como abundantes diques de cuarzo, demuestra el alto contenido en agua y volátiles presentes en el momento de consolidación de estas rocas graníticas.

4.3. INVESTIGACION A ESCALA 1:10.000.

Inicialmente la investigación de esta reserva del Estado, ha sido motivada por la existencia de afloramientos de rocas básicas (cuarzogabro, vauneritas) de color negro o negro-verdoso, de alto valor ornamental. Tras la investigación a escala 1:10.000 se ha podido constatar la existencia en esta zona de rocas que se sitúan en tres categorías de calidad ornamental y que están directamente relacionadas con las facies graníticas definidas en los apartados anteriores.

CALIDAD ORNAMENTAL	C O L O R	FACIES GRANITICA
Categoría 1	Negro	Cuarzo-gabro
Categoría 2	Gris oscuro	Granito grano fino
Categoría 3	Gris claro	Gr. dos micas con meg.

* C A T E G O R I A 1

A esta categoría pertenece el cuarzo-gabro, cuyos afloramientos se encuentran exclusivamente en torno al pueblo de Villarejo de Montalbán.

Es una roca de grano fino y color negro, relativamente homogénea. En las zonas de borde próximos al contacto con el granito de categoría 2 pueden existir localmente facies intermedias.

Esta roca aflora muy mal, presentándose exclusivamente en bolos sueltos de pequeño tamaño ($<1 \text{ m}^3$), tal como se puede observar en la fotografía 4.

En resumen el tamaño del stock de cuarzogabro y su proximidad al pueblo no permiten explotarlos mediante una cantera de grandes dimensiones, no obstante si podrían ser aprovechados para fabricar plaquetas a partir de bolos.



FOTOGRAFIA 4.- Afloramiento en bolos y macizos rocosos poco fracturados de cuarzogabro.

* C A T E G O R I A 2

Es un granito de grano fino en el que existen dos subfacies, una biotita y otra de dos micas. Es de color gris oscuro y a escala de afloramiento se caracteriza por una gran homogeneidad.

En el campo muestra condiciones de afloramiento diferentes, según se trate de una u otra facies. El granito de dos micas aflora peor que el granito de categoría 3, apareciendo en afloramientos poco extensos de bolos sueltos con tamaños pequeños (entre 1 y 2 m³), entre los que existen zonas de suelos y "lehm" granítico.

La facies biotítica aflora algo mejor, si bien no se ha encontrado ningún macizo rocoso extenso, aunque en la mitad sur existe un sector con extensos afloramientos de bolos.

En ninguno de ambos casos existe en la zona un yacimiento claro de esta facies, con afloramientos extensos y ausencia de fracturación.

Al norte de la localidad de Villarejo de Montalbán se encuentra la zona en la que la roca presenta las mejores cualidades estéticas. No obstante los aflora-

mientos suelen estar constituidos por bolos sueltos de tamaños medios; en este sector es donde se ha realizado uno de los sondeos.

* C A T E G O R I A 3

Son granitos de color gris, en algunos casos blanquecino, y tamaño de grano medio; contienen megacristales de feldespato con una distribución irregular y no tienen variaciones importantes de tamaño de grano.

Es muy abundante en toda la zona, presentándose en afloramientos dispersos, con importantes zonas cubiertas entre ellos; se trata en general de macizos rocosos de poca extensión y zonas de alta concentración de bolos, frecuentemente de tamaño medio.

Debido al tamaño de grano y a la presencia de moscovita, tienen una gran facilidad para alterarse por meteorización, por lo que es frecuente que se encuentre transformado a "lehm" en la zona más superficial.

En resumen, podemos decir que no se ha localizado en toda la zona ningún sector en el que esta facies sea factible de explotar.

4.3.1. S o n d e o s

En la Reserva de Villarejo de Montalbán se han realizado dos sondeos de 20 m., cuya ubicación se puede observar en el mapa nº 2.

Estos sondeos se efectuaron sobre granitoides de diferente naturaleza, y de cada uno de ellos se construyó una columna litológica a escala 1:50 que se incluyen en los anexos en fichas con la denominación de Villarejo, sondeo nº 1 y Villarejo , sondeo nº 2 respectivamente.

- S o n d e o 1

Este sondeo se realizó en una zona en la que aflora una roca de naturaleza intermedia entre granodiorita y tonalita. Es una roca básica, de grano fino a medio y color gris oscuro, que aflora en bolos sueltos de diferentes tamaños.

El sondeo se ha efectuado sobre lehm y granito arenizado. Del metro 4,5 al 7 aparece la granodiorita-tonalita altamente fracturada y meteorizada, con intensas desferrificaciones de la biotita.

Dos son los factores característicos y determinantes de este sondeo:

1- Existen frecuentes cambios de facies, pasando de tonalitas de grano fino y color gris muy oscuro a granodioritas biotíticas de color gris azulado oscuro y grano medio. Ambas facies mantienen entre sí contactos netos o mecánicos.

2- Alto grado de fracturación, principalmente en la roca básica (más oscura) que impide la extracción de bloques comerciales. El tramo menos fracturado de esta roca se encuentra entre los metros 11,7 y 14,0.

Finalmente señalar que los granitoides de color gris oscuro a negro desaparece a una profundidad de 14 m. para dar paso a una granodiorita biotítica más clara (gris azulada), que continua hasta el metro 20, con alta densidad de enclaves microgranudos básicos.

- Sondeo 2.

Este sondeo se ha efectuado en un sector donde aflora una roca de grano fino, color negro, en general homogéneo y que se presenta en bolos sueltos de pequeño ta-



FOTOGRAFÍAS 5, 6.- Plaquetas pulidas de testigos del sondeo VI.

maño. Es una roca de composición intermedio entre tonalita y diorita con un alto valor ornamental.

El sondeo se ha realizado sobre suelo, apareciendo los 3 primeros metros ocupados por el lehm granítico. Entre los metros 3 y 5 existe una zona de alta heterogeneidad en la que se encuentran mezcladas granodioritas biotíticas de grano medio y tonalitas. Este tramo muestra una meteorización media y una fracturación densa.

A lo largo del sondeo existen importantes variaciones de tamaño de grano. Así mismo existen tramos con heterogeneidades destacables así, en el metro 11,50 hay un importante veteado feldespático atravesando a la roca. Igualmente entre los metros 13,5 y 15,3 se observan diferenciados magmáticos y pequeños diques de granito atravesando la tonalita.

Los tramos menos fracturados entre los que "en principio" se podrían extraer bloques de tamaño comercial son : entre el metro 10,3 y 13,5 y entre los metros 16,5 y 19,0.



FOTOGRAFIA 7, 8.- Plaquetas pulidas de testigos del sondeo V2.

4.3.2. Alterabilidad de la Roca.

Dada la gran complejidad que presenta la roca en esta reserva, con un alto valor ornamental y frecuentes e importantes variaciones de facies, puestas de manifiesto en los sondeos, se ha estudiado la alterabilidad de la roca exclusivamente en las facies más básicas (tonalitas) que son los que más alto valor ornamental tienen.

Las muestras utilizadas para este estudio fueron tomadas en los sondeos a distintas profundidades.

El DETERIORO MINERAL se determinó a partir del estudio microscópico. El sondeo, las muestras, la profundidad en metros a la que se han tomado, índice de Dm y deterioro mineral obtenido, se señalan en el siguiente cuadro.

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	INDICE (Dm)	DETERIORO MINERAL
V1	V1-1	7,3	1,04	Bajo
	V1-2	14	0,69	Muy Bajo
V2	V2-1	4,7	0,33	Muy Bajo
	V2-2	11	0,52	Muy Bajo

El cálculo de las oxidaciones de la roca se efectuó mediante el ensayo de "resistencia a los cambios térmicos". Los resultados obtenidos han sido:

* MUESTRA V1-1. Profundidad 7,3 m.

En la muestra se aprecian alteraciones cromáticas de las plagioclasas, las cuales se extienden a amplias zonas de la roca que enmascara el color gris azulado oscuro inicial. Tras el ensayo la roca no experimenta cambios.

G R A D O 1

* MUESTRA V2-2. Profundidad 14 m.

La muestra inicial continua mostrando tonos rosados en las plagioclasas, los cuales no varían tras el ensayo.

G R A D O 1

* MUESTRA V1-3. Profundidad 17 m.

Tonos anaranjados puntuales en la muestra antes del ensayo que no experimentan cambios tras el mismo.

G R A D O 1

* MUESTRA V2-1. Profundidad 4,7 m.

Existen algunas tinciones anaranjadas que aumentan en intensidad en el transcurso del ensayo.

G R A D O 1

* MUESTRA V2-2. Profundidad 11 m.

No presenta alteraciones tras el ensayo.

G R A D O 0

* MUESTRA V2-4. Profundidad 2 m.

No muestra alteraciones tras el ensayo.

G R A D O 0

A la vista de estos datos y aplicando el método de cálculo del deterioro actual expuesto en el apartado de metodología se obtienen los siguientes resultados:

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	(Do)	DETERIORO MINERAL
V1	V1-1	7,3	1,01	Bajo
	V1-2	14	0,9	Muy Bajo
V2	V2-1	4,7	0,83	Muy Bajo
	V2-2	11	0,13	Muy Bajo

La METEORIZACION POTENCIAL se ha calculado a partir de los análisis químicos de los elementos más móviles, en el transcurso de una alteración meteórica (Mg, Ca, Na, K).

Se han analizado dos muestras representati-

vas, una en cada sondeo, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
V1-2	2,01	3,26	3,09	3,34
V2-3	1,52	2,90	2,86	2,90

Aplicando la fórmula:

$$MP = \frac{\% \text{ Na.115}}{0,35} + \frac{\% \text{ Mg.498}}{0,90} + \frac{\% \text{ K.94}}{0,25} + \frac{\% \text{ Ca.407}}{0,7}$$

se obtiene un valor del índice de meteorización potencial de:

MUESTRA V1: MP= 52,78% 2 METEORIZACION POTENCIAL MEDIA

MUESTRA V2: MP= 45,5 % 2 METEORIZACION POTENCIAL MEDIA

Aplicando a los valores del deterioro actual y de la meteorización potencial la fórmula del índice de alterabilidad se obtiene unos valores:

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	(Ia)	DETERIORO MINERAL
V1	V1-1	7,3	1,34	Baja
	V1-2	14	1,26	Baja
V2	V2-1	4,7	1,22	Baja
	V2-2	11	0,75	Muy Baja

4.3.3. Calidad Mecánica de la Roca

Los ensayos efectuados sobre las muestras de sondeo se han realizado en la tonalita, por ser esta la roca de más alto interés ornamental. Los resultados de estos ensayos han sido:

- Absorción : 0,75%
- Peso específico aparente : 2,72 gr/cm²
- Resistencia a la compresión : 1.014 kg/cm²
- Resistencia a las heladas : 0,048% peso ganado
- Resistencia a los cambios térmicos : se produce una variación de peso que oscila entre 0,05 y 0,08 %.

Las característica más relevante de esta roca es que tras el ensayo de resistencia a los cambios térmicos la roca sufre alteraciones cromáticas, adquiriendo tonos ligeramente rosados las plagioclasas. Estas alteraciones se extienden por toda la roca, (especialmente en los 14 primeros metros), pudiendo llegar a enmascarar el color original de la misma.

4.4. CONCLUSIONES PARCIALES

En la Reserva de Villarejo de Montalbán existe un granitoide con un alto valor ornamental, dado que es una roca cristalina, de color negro y grano fino a medio, muy vistosa.

Se trata de una tonalita que plantea, desde el punto de vista de su explotabilidad varios problemas:

- No existen afloramientos rocosos extensos; aflorando solamente en bolos de tamaño medio (1 m³ aproximadamente).
- Hay importantes variaciones de facies que provocan cambios de tonalidad y tamaño de grano, en distancias de pocos metros.
- Las variaciones de facies continúan también en profundidad, al menos en los 20 primeros metros.
- Es frecuente en profundidad los tramos densamente fracturados que impiden extraer bloques de tamaño comercial.

La roca presenta un deterioro actual bajo o muy bajo y una meteorización potencial media, debido al alto contenido en Mg y alcalis que posee.

Todos estos factores, unidos al hecho de que los principales afloramientos se encuentran muy próximos al pueblo de Villarejo de Montalbán, lo que implicaría, de implantarse una explotación, un alto impacto visual y acústico, nos llevan a considerar inexplorable este yacimiento.

5. RESERVA DE DEHESA DE PULGAR

SITUACION GEOGRAFICA

La reserva a favor del Estado, denominada "Dehesa de Pulgar", se encuentra en la provincia de Toledo, al sur de la localidad de Pulgar de la cual toma su nombre. Enmarcada en la hoja nº 685 del Mapa Topográfico Nacional, esta reserva ocupa terrenos pertenecientes al municipio de Pulgar y al de Mozarambroz.

Está definida por un polígono cerrado, siendo las coordenadas geográficas de sus vértices, referidas al meridiano de Greenwich, las siguientes:

V E R T I C E	L O N G I T U D (W)	L A T I T U D (N)
1	4° 11' 00"	39° 40' 00"
2	4° 08' 20"	39° 40' 00"
3	4° 08' 20"	39° 37' 40"
4	4° 11' 00"	39° 37' 40"

Su extensión total es de 1.596 ha.

La zona presenta en su conjunto un relieve suave, tratándose en su mayor parte de dehesas en las que el terreno tiene una morfología alomada. La máxima altitud es de 876 m. y la mínima de 772 m.

El acceso a la zona se efectúa a través de un conjunto de caminos y pistas que permiten el paso de vehículos y que parten hacia el sur desde la carretera comarcal C-402 (Navahermosa a Quintanar de la Orden) en los puntos kilométricos 29 y 29,9.

5.1. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES

5.1.1. Petrología

La reserva del Estado denominado "Dehesa de Pulgar" contiene exclusivamente materiales graníticos, enmarcados en el Macizo Cristalino de Toledo.

Como se puede observar en la cartografía geológica a escala 1:10.000 (mapa nº 3) se han diferenciado cuatro facies en la zona:

- A) Granito biotítico con megacristales
- B) Granito de grano medio turmalinífero
- C) Granito biotítico de grano fino
- D) Aplitas.

A) Granito biotítico con megacristales

Ocupa la mayor parte de la zona, especialmente en la mitad nororiental. Es un granito biotítico, de grano medio con algunos megacristales, que muestran por lo

general tamaños del orden de 1 a 1,5 cm. Es de color gris claro y tiene una gran homogeneidad en lo que a tamaño de grano y color se refiere. No sucede así con los megacristales, existiendo importantes variaciones en lo que a su densidad se refiere. El número de fenocristales por unidad de superficie aumenta considerablemente al desplazarnos hacia el norte, especialmente en el extremo NE de la zona.

Localmente esta facies puede contener moscovita como componente accesorio y turmalina. Así mismo no es frecuente la existencia de schlierens, diferenciados magmáticos, cavidades miarolíticas, etc, no obstante pueden existir algunos enclaves microgranudos básicos, siempre con tamaños inferiores a 8-10 cm.

En el campo este granito se presenta en afloramientos poco extensos, dispersos y por lo general muy fracturados, así como en bolos sueltos de pequeño tamaño entre los que existen amplias zonas cubiertas por suelos y vegetación.

B) Granito de grano medio turmalinífero

Este granito aflora en una banda de dirección NO-SE en las inmediaciones del paraje denominado Majadales. Es un granito muy monótono, de grano medio y color gris

claro. Su aspecto más característico es la total ausencia de heterogeneidades a excepción de algunos diques aplíticos.

Desde el punto de vista composicional destaca la presencia de turmalina y cordierita, en mayor proporción la primera que la segunda. La turmalina se presenta en cristales idiomorfos o subidiomorfos con hábitos prismáticos y muestra una gran facilidad para alterarse por meteorización. Por su parte la cordierita se presenta con hábitos globulares y está parcialmente pinnitizada.

Esta facies se presenta en contacto gradual con el granito biotítico con megacristales, por lo que en las zonas de borde puede presentar algunos megacristales aislados.

En el campo esta facies aparece con una marcada disyunción en bolos, por lo general de mayor tamaño que la facies con megacristales y en afloramientos dispersos muy tectonizados.

C) Granito biotítico de grano fino

Ocupa el sector SO de la zona, con una morfología global subredondeada. Se trata de un granito biotítico de grano fino y composicionalmente similar al granito biotítico con megacristales.

En corte fresco es de color gris azulado, si bien al estar ligeramente meteorizado adquiere tonos más leucocráticos.

En esta facies destaca su alto grado de homogeneidad tanto mineralógica como textural, tan solo interrumpida por la presencia de algunos diques y diferenciados aplíticos.

Muestra contactos netos y granudos con las demás facies, siendo asimismo frecuente la existencia de aplitas en el contacto.

Este granito se presenta en afloramientos dispersos y con una marcada disyunción paralelepédica. La característica más destacable de esta facies es su elevado grado de fracturación, muy superior a las demás, especialmente en la mitad sur del macizo.

E) Aplitas

Se encuentran ampliamente representados en la zona, aflorando en macizos de extensión variable y en diques.

Principalmente están asociados a las facies de grano fino y a las de megacristales. Frecuentemente

corresponden a diferenciados apicales que tienen contactos netos subhorizontales con el granito subyacente.

Los diques, por su parte, están por lo general asociados a la fracturación, intruyendo preferentemente a través de fracturas N 120° E y N 45° E; su potencia varía de pocos centímetros a 30 m.

5.1.2. Estructura Interna y Secuencia Temporal Relativa.

Como se puede observar en la cartografía de la zona, (mapa nº 3) las diferentes facies graníticas de la reserva de Pulgar presentan un conjunto de estructuras lineares y planares, definidas por la disposición orientada de los megacristales de feldespatos o de las biotitas. En el caso de las foliaciones planares estas suelen ser subverticales, aunque localmente y en las proximidades del arroyo Carboneros se han encontrado estructuras subhorizontales.

En general estas estructuras son de origen tectonomagmático y tienen direcciones muy constantes que van de N 0° E a N 30° E, con una perfecta continuidad en dirección en las tres facies.

Existe una segunda fabric de origen claramente tectónico, de dirección N 120° E, con un desarrollo local y claramente asociado a la familia de fallas N 110° E - N 120° E.

Las tres facies graníticas no corresponden a pulsaciones magmáticas independientes, sino que forman parte de un mismo plutón como la demuestra el hecho de existir contactos graduales entre ellos y una perfecta coincidencia de dirección y continuidad de las estructuras magmáticas y tectónicas.

El magma que ha originado las diferentes facies no ha tenido un comportamiento dinámico muy marcado y sí ha tenido un alto contenido en agua y volátiles que han favorecido la formación de aplitas.

5.1.3. Tectónica

En base a los datos estructurales tomados en el campo se puede decir que las tres facies se encuentran altamente tectonizadas, si bien es mucho más densa la facies de grano fino.

En esta zona existen tres familias de fracturas principales, si bien, tal como se puede observar en la Fig. 4, la predominante es la que tiene una orientación N

110° E a N 120° E; tratándose por lo general de fracturas verticales.

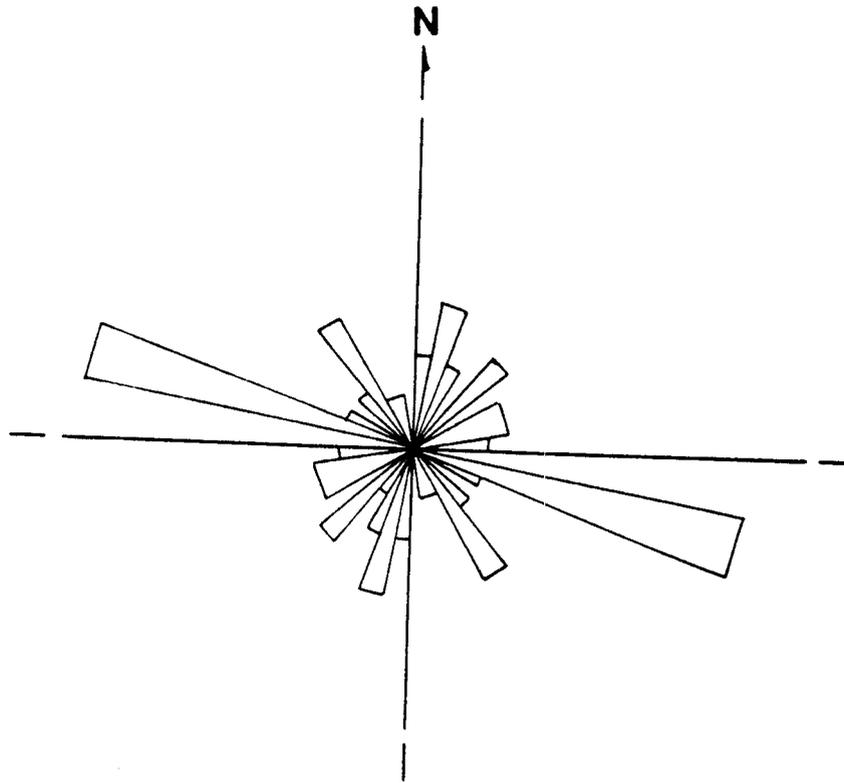


Fig 4.- Diagrama rosa mostrando las frecuencias en la orientación de las fallas en la reserva de Dehesa de Pulgar.

Las otras dos familias de fracturas tienen una dirección N 10-20° E y N 150-160° E.

A escala de afloramiento se puede comprobar que estas fracturas van acompañados de una densa red de diaclasado subparalelo, que en el caso de la familia N 110-120° E pueden llegar a tener espaciados muy reducidos (0,5-0,3 m.).

5.2. MINERIA

En las localidades más próximas a esta reserva del Estado no existe tradición cantera reconocida. No obstante y como consecuencia de las necesidades locales se han extraído algunos bloques para la fabricación de sillares y postes de alambrado fundamentalmente.

En total se han localizado tres sectores en los que existen catas de extracción artesanal, se trata de pequeños frentes con una longitud aproximada de 2-3 m. y una altura de 1 a 1,5 m.

5.3. INVESTIGACION A ESCALA 1:10.000.

En el transcurso de la investigación de la reserva de "Dehesa de Pulgar", se realizó una cartografía geológica y de afloramientos, de los diferentes materiales presentes en la misma (ver mapa nº 3). En total se han definido tres facies graníticas que han sido denominadas:

- 1- Facies Mazarambroz (gran. biotítico con megacristales)
- 2- Facies Turmalinífera (granito, grano medio turmalinífero).
- 3- Facies Pulgar (granito biotítico de grano fino).

5.3.1. Facies Morazambroz

Es un granito de grano medio con megacristales, de color gris y con una calidad ornamental aceptable. En corte fresco tiene tonos ligeramente azulados proporcionados por los cuarzos. A escala de afloramiento es un granito muy homogéneo en color, mineralogía y textura, no obstante a escala cartográfica muestra variaciones texturales, aumentando el número de megacristales por m² en la zona norte de la reserva.

Este granito no presenta gabarros ni diferenciados magmáticos, no obstante en el extremo norte y noreste de la reserva se ha comprobado la presencia de sulfuros que se desestabilizan y dan lugar a oxidaciones que en los casos más evolucionados son generalizadas en la roca.

Globalmente se puede decir que la facies Mazarambroz no presenta una buena canterabilidad, dado que los afloramientos rocosos suelen ser poco extensos y/o están densamente fracturados. Así mismo es frecuente la existencia de amplias zonas cubiertas de "lehm", suelos y vegetación.

A continuación se describirán los principales afloramientos localizados en esta facies y cuya ubicación se puede observar en el mapa número 3.

* A F L O R A M I E N T O 1

Es el afloramiento situado más al norte de la reserva de Pulgar. Sus coordenadas UTM aproximadas son: 30SVJ021908.

Se trata de un granito gris azulado de grano medio, con una calidad ornamental aceptable. La heterogeneidad más destacable es la existencia de un dique aplítico de 30 cm. de potencia con un azimut/buzamiento de 65/90. Así mismo existen algunas costras superficiales de aplitas de extensión variable (en general no superan el m²) y con potencias que van de 0,3 a 0,5 m.

Es un afloramiento en "lancha" a favor de pendiente con unas dimensiones aproximadas de 100x60 m., con un desnivel máximo de 6 m.

Existen dos familias de diaclasas principales verticales con direcciones medias $D_1 = N 40^\circ E$ y $D_2 = N 125^\circ E$ y espaciados medios superiores a 3 m. para D_1 e inferiores a 1 m. para D_2 . El diaclasado se concentra más en la mitad occidental del afloramiento. En conclusión, pese a las reducidas dimensiones, este afloramiento sería explotable en su mitad oriental, pero debido a la fracturación, solamente admitiría un frente de reducidas dimensiones.

Los accesos son buenos dado que se puede llegar en vehículo prácticamente hasta el pie del afloramiento.



FOTOGRAFIA 9.- Vista parcial del afloramiento 1.

* AFLORAMIENTO 2

Esta situado en el sector norte de la zona, siendo sus coordenadas UTM aproximadas: 30SVJ017905. Es un afloramiento en lancha, de bajo relieve y dimensiones aproximadas 170x150 m. constituido a su vez por lanchas poco fracturadas separadas por dominios de fracturación más densa, lo cual implica que en el supuesto de una explotación esta estaría constituida por varios frentes de poca extensión.

Es un granito biotítico de grano medio y con algunos megacristales (tamaño de 1 a 2 cm) y color gris claro, por lo que no se halla dentro de la gama de los granitos más cotizados en el mercado por sus cualidades ornamentales.

Existen algunas heterogeneidades a escala de afloramiento, así se observan variaciones en la distribución de los megacristales encontrándose zonas en las que aumenta ostensiblemente su densidad. Otro factor que aporta cierto grado de anisotropía es la asistencia de algunos megacristales de feldespato, posiblemente de origen intratelúrico, que tienen tamaños que pueden llegar a 8 ó 10 cm.

En este afloramiento hay algunas venas pegmatíticas, subhorizontales, constituidas básicamente por feldespato, turmalina y, que presentan potencias de 2 a 3 cm.

En general se puede decir que este granito no es rico en gabarros, tan solo y como excepción se han encontrado esporádicamente algunos microenclaves microgranudos, más básicos, de 2 a 4 cm.

Respecto a la fracturación existen dos familias de diaclasas principales ambas subverticales y con di-



FOTOGRAFIA 10.- Vista general del afloramiento 2, en "lehm".

5.3.2. Facies Turmalinífera.

Es un granito de grano medio con turmalina y cordierita, de color gris claro y reducida calidad ornamental. Es la facies más homogénea de las existentes en la reserva y se caracteriza por meteorizarse con facilidad por lo que en superficie se halla frecuentemente con un alto grado de disgregación mineral, o bien transformado en "lehm".

La turmalina se altera con facilidad, de tal modo que se oxida y desaparece dejando una porosidad móldica; esta oxidación no se extiende al resto de la roca.

En sentido general se puede decir que este granito presenta unas malas condiciones de explotabilidad ya que aflora en macizos de poca extensión y si bien no están tan densamente fracturados como en la facies de Mozambroz, tampoco permite extraer en la mayoría de los afloramientos bloques de gran tamaño. Por otro lado en muchos casos los afloramientos están constituidos por bolos sueltos de tamaños medios.

Finalmente señalar que los accesos a esta facies no son buenos dado que solamente existe una pista que pasa por las inmediaciones de la misma.

recciones medias: $D_1 = N 55^\circ E$ y $D_2 = N140^\circ E$, de tal modo que D_2 trunca a la primera. Su espaciado medio varía de las zonas más fracturadas, que es del orden de 1,5 m., a las menos fracturadas en las que los espaciados medios son superiores a 3 m., pudiendo llegar en los casos más favorables a 25 m.

En este afloramiento hay dos catas de extracción artesanal con dimensiones del orden de 10 m. y profundidad de 1 m., que actualmente están abandonadas. Así mismo existen diaclasas horizontales y grietas verticales en las zonas más superficiales originadas por procesos de descompresión y enfriamiento del granito.

Los accesos hasta el afloramiento se efectúan a través de un camino de unos 4 km. que permite el paso de vehículos.

* AFLORAMIENTO 3

Se encuentra muy próximo a la anterior (ver mapa nº 3), se trata de la misma facies que el afloramiento 2, si bien en este caso tiene menos megacristales y un color ligeramente más azulado.

Es un afloramiento en "lancha" a favor de la pendiente de la ladera, y con un desnivel máximo de 2,5 m, y unas dimensiones aproximadas de: 100x130 m.

Existen algunas heterogeneidades en lo que se refiere al color pasando de gris claro a gris azulado. El otro factor de heterogeneidad que se puede observar en superficie es la existencia de megacrístales intratelúricos con tamaños de hasta 8 cm.

En resumen podemos decir que este afloramiento no es explotable, al menos en bloques para fabricación de laminados, debido a la alta densidad de la



FOTOGRAFIA 11.- Vista general del macizo rocoso del afloramiento 3.

fracturación que impide sacar grandes bloques, no obstante podría ser explotado para la fabricación de sillares y solados.

* AFLORAMIENTO 4

Al igual que los anteriores se encuentra en el sector norte de la reserva, sus coordenadas UTM aproximadas son: 30SVJ017904.

Es un granito biotítico, con megacristales, de grano medio y color gris azulado, con una calidad ornamental superior al granito de los afloramientos 1, 2 y 3. Es altamente homogéneo en color y tamaño de grano, no existiendo así mismo ni gabarros ni diques. Los megacristales de feldespato son del orden de 2 cm., excepcionalmente de 7 cm.

Lo más característico de este afloramiento es su alto grado de fracturación, especialmente de la familia N 55° E, que tiene espaciados que oscilan de 0,4 m. a 1 m. Se trata pues de un afloramiento altamente tectonizado en el que no es posible extraer bloques de tamaño comercial; tan solo se podrían extraer bloques pequeños para fabricación de piezas artesanales.

* A F L O R A M I E N T O 5

Está situado en la zona central de la reserva (mapa n° 3), siendo sus coordenadas UTM aproximadas: 30SVJ14893.

Es un granito biotítico de grano medio y color gris azulado, con una calidad ornamental aceptable. Se presenta en un macizo rocoso extenso en el que pueden ser extraídos bloques de tamaño comercial. Dado el alto interés de esta afloramiento, que constituye al principal yacimiento de la reserva de Pulgar, lo hemos denominado MACIZO I y es analizado con mayor detalle en el apartado 5.4. de esta memoria.

* A F L O R A M I E N T O 6

Ubicado al SO del Arroyo Carboneros, sus coordenadas UTM son: 30SJV018888. Es un granito biotítico, de grano medio, con muy pocos megacristales de feldespato y de color gris claro. No muestra una gran calidad ornamental.

A escala de afloramiento es bastante homogéneo, sobre todo en color y tamaño de grano; ya que texturalmente muestra ciertas variaciones en la densidad de megacristales.

Es un macizo rocoso con morfología en cúpula, que está constituido por tres cuerpos graníticos, separados e individualizados por fracturas N 120° E. Sus dimensiones globales son : 170X90 m. Sobre estos macizos existen algunos bolos.

El grado de explotabilidad del afloramiento no es muy elevado dado que la fracturación impide extraer bloques de gran tamaño (como máximo 6-7 m³).

Los accesos al afloramiento son malos ya que no se puede llegar hasta él en vehículo.



FOTOGRAFIA 12.- Vista parcial del afloramiento 6.

En resumen podemos decir que se trata de un granito de escaso interés ornamental, en un afloramiento aprovechable de reducidas dimensiones y con malos accesos.

* AFLORAMIENTO 7

Este afloramiento se encuentra situado al norte del Arroyo Carboneros y se trata de la misma facies de el caso anterior.

Es un granito gris claro con megacristales, de escaso interés ornamental, que se presenta en lanchas y macizos rocosos de poca extensión, separados por zonas cubiertas de suelos poco potentes y "lehm" granítico.

La facies muestra algunas heterogeneidades, como gabarros básicos (con dimensiones del orden de 10 cm.), y diques aplíticos, cuyas direcciones más frecuentes son: N 120° E y N 40° E y con potencias que varían de 2 cm. a 30 cm.

Este afloramiento no es explotable debido a su escasa extensión y denso diaclasado que impide extraer bloques de gran tamaño.

Los accesos al mismo son malos, dado que no existe pista de acceso de vehículos hasta el mismo.

Los afloramientos más importantes situados en estas facies se describen a continuación.

* AFLORAMIENTO 8

Se encuentra situado en el zona central del sector, siendo sus coordenadas UTM: 30SVJ001890.

Es un granito de grano medio, de color gris claro con una gran abundancia de turmalina. Excepcionalmente existen algunos fenocristales dado que este afloramiento se encuentra próximo a la zona de tránsito gradual entre la facies de Mozambroz y la facies Turmalinífera.

Este afloramiento presenta una débil meteorización superficial con tinciones anaranjadas de las superficies de la roca, que hacen inservible los primeros metros para el uso como roca ornamental.

La roca muestra una débil orientación mineral (reflejada de modo especial por la biotita) de dirección predominante N 0° E.

En este caso el afloramiento es un macizo rocoso, con unas dimensiones aproximadas de: 210x90x2,5 m. Su característica más importante es la densa fracturación

que presenta, de tal modo que existen tres familias de diaclasas verticales cuyos espaciados impiden extraer bloques de tamaño comercial.

En conclusión se puede decir que este afloramiento es inexplorable, en lo que a extracción de bloques destinados a la fabricación de laminados se refiere, si bien se pueden extraer pequeños bloques destinados a fabricación de sillares y labrados.

Los accesos al afloramiento no son buenos dado que no existe pista de acceso para vehículos hasta el mismo.

5.3.3. Facies de Pulgar.

Situada en la mitad suroccidental de la reserva, esta facies muestra una forma cartográfica subredondeada, existiendo una apófisis más oriental entre el Arroyo de Carboneros y el Arroyo de Gangueros.

Presenta contactos graduales y mecánicos con las otras facies, siendo también frecuente la presencia de aplitas especialmente entre esta facies y la facies de Mozarambroz.

Es un granito de grano fino, color gris azulado, caracterizado por su alto grado de homogeneidad, mostrando prácticamente una total ausencia de gabarros y diferenciados magmáticos.

En esta facies es frecuente la existencia de diques aplíticos, que generalmente se emplazan a través de fracturas N 110-120° E y que tienen potencias que varían de pocos cm. a 1 ó 2,5 m. Del mismo modo existen "stocks" aplíticos relacionados con estas facies y con contactos netos vericales con las mismas.

En su conjunto se puede considerar que la canterabilidad de esta facies no es buena, ya que si bien son muy abundantes los afloramientos de la misma, estos o bien se hallan muy fracturados (principalmente por fallas y diaclasas N 110-120° E) o bien están constituidos por bolos paralelepípedicos de pequeño tamaño.

A continuación se describe sucintamente el principal afloramiento, desde el punto de vista del objetivo final de nuestra investigación, localizado en esta facies y cuya ubicación puede observarse en el mapa n° 3.

* AFLORAMIENTO 9

Se encuentra situado en el paraje denominado Majadales y sus coordenadas UTM son : 30SUJ998882.

Es un granito de grano fino, de color gris azulado, con una buena calidad ornamental (dentro de los granitos grises). Se presenta en un extenso afloramiento en "lancha", a favor de la pendiente y con un diaclasado que permite la extracción de bloques de tamaño comercial.

Dado el alto interés de este afloramiento, se ha efectuado un estudio más detallado, que con la denominación de MACIZO II se incluye en el apartado 5.5 de esta memoria.

5.4. MACIZO DE PULGAR I

Es el macizo rocoso que mejores características presenta, dentro de la reserva de "Dehesa de Pulgar", para su explotación como roca ornamental.

Se trata de un macizo rocoso con una extensión aproximado de 450x150 m., una morfología global en cúpula y un desnivel máximo de 19 m., que está situado en el límite entre los términos municipales de Pulgar, y Mozarambroz (se corresponde con el afloramiento 5 descrito con anterioridad). Su ubicación se puede observar en el mapa nº 3.

El acceso se efectúa a través de una pista de cuatro kilómetros que permite el paso de vehículos, pero que no se encuentra en muy buenas condiciones.

La facies corresponde a un granito biotítico de grano medio, con algunos megacristales de feldespatos, situado dentro de la gama de los grises; en la fotografía nº 2 se puede observar su aspecto pulido.

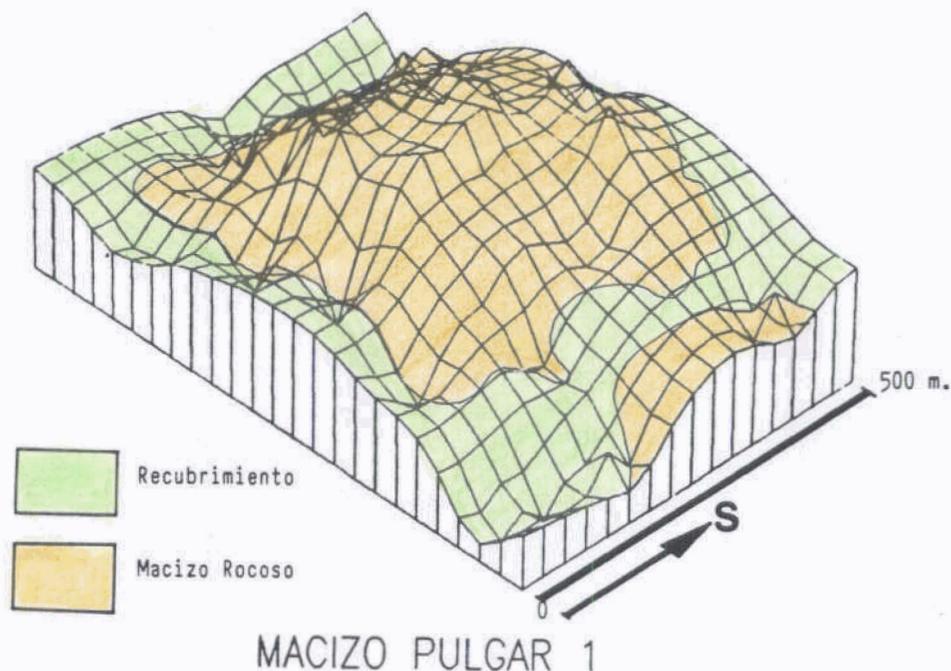


Fig. 5.- Representación tridimensional del Macizo de Pulgar I.

Los fenocristales tienen tamaños de 1 a 2 cm. y pueden ser idiomorfos o subidiomorfos.

Es un granito homogéneo, sin que al menos en superficie se observen gabarros, cavidades miarolíticas, diferenciados magmáticos, etc, que puedan proporcionar un cierto grado de anisotropía a la roca, tan solo localmente se han observado algunos schlierens de escaso desarrollo.

Desde el punto de vista mineralógico contiene como minerales esenciales: Cuarzo, Feldespato K, Plagioclasa

y Biotita y como minerales accesorios: Cordierita, Moscovita, Apatito, Circón, siendo los componentes secundarios más importantes: Clorita, Moscovita, Sericita, Rutilo, Opacos y



FOTOGRAFIA 13.- Vista general del Macizo de Pulgar I.

De este macizo se han estudiado al microscopio tres láminas delgadas de muestras tomadas en los sondeos a diferente profundidad, habiéndose observado, como aspecto más característico de la roca, la existencia de cordierita, por lo general pseudomorfizada a un agregado de moscovita, sericita y micas blancas.

Las fichas detalladas de los estudios microscópicos se incluyen en los anexos con el indicativos P1.

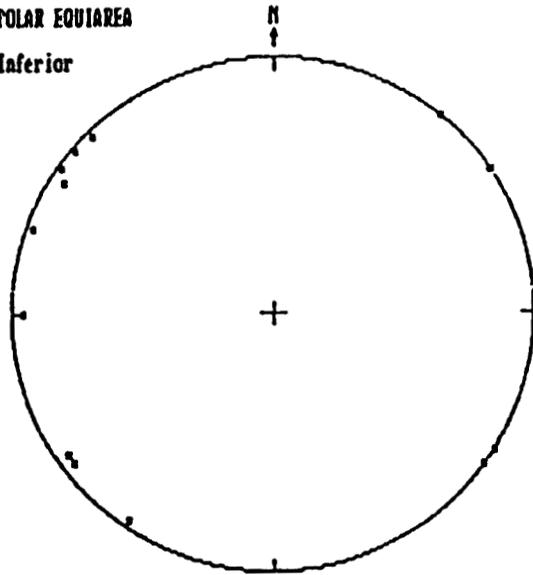
El primer aspecto que interesa conocer en cada uno de estos sectores es la distribución espacial del sistema de diaclasas y la relación angular existente entre las diferentes familias. Esto se realiza mediante la representación polar equiareal, diagramas de concentración de polos y diagramas rosa (Fig. 7, 8 y 9), de los datos de orientación medidos en el campo.

En estos diagramas se puede observar que en los sectores 1, 2 y 3 existen dos familias de diaclasas subverticales que coinciden, a rasgos generales, en dirección y buzamiento, mientras que en el sector 4 hay tres familias de diaclasas principales, de las que solamente una de ellas coincide con las de los demás sectores.

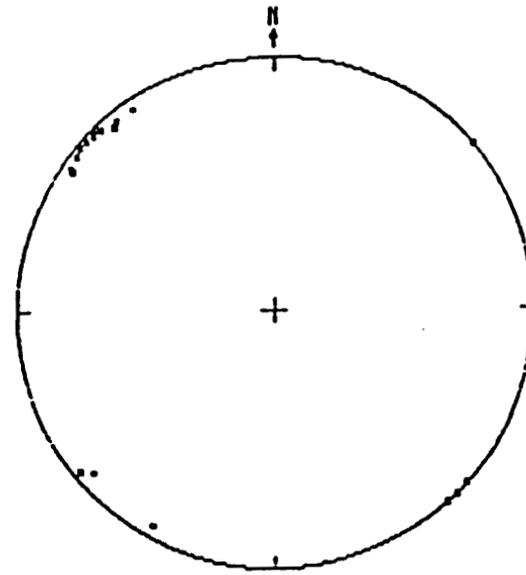


FOTOGRAFIA 14.- Vista parcial de la "lancha" superior del Macizo de Pulgar I.

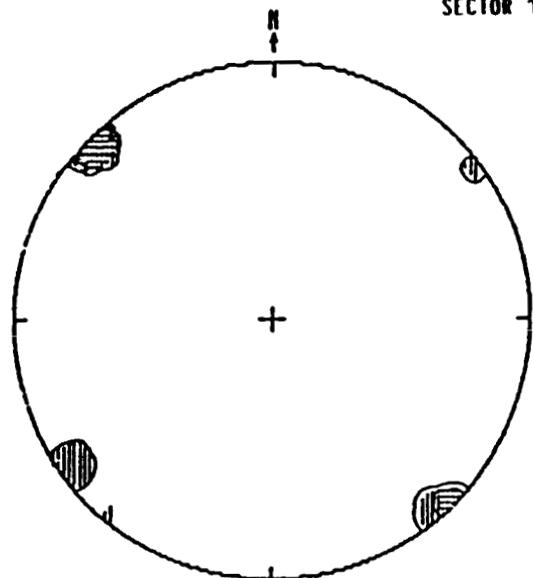
PROYECCION POLAR EQUIAREA
 Hemisferio Inferior



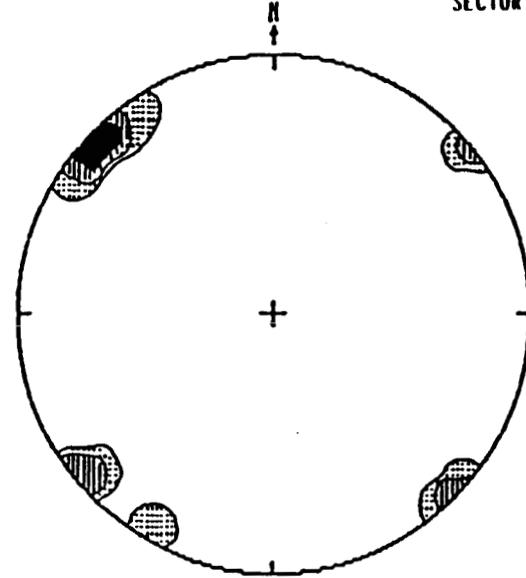
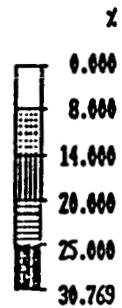
SECTOR 1



SECTOR 2



N = 13



N = 20

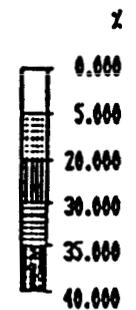
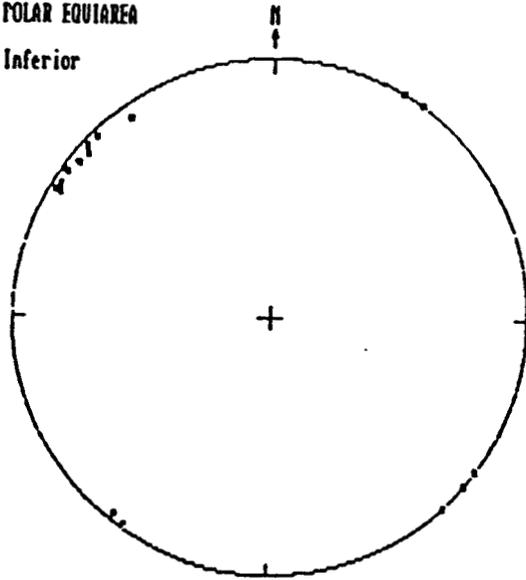
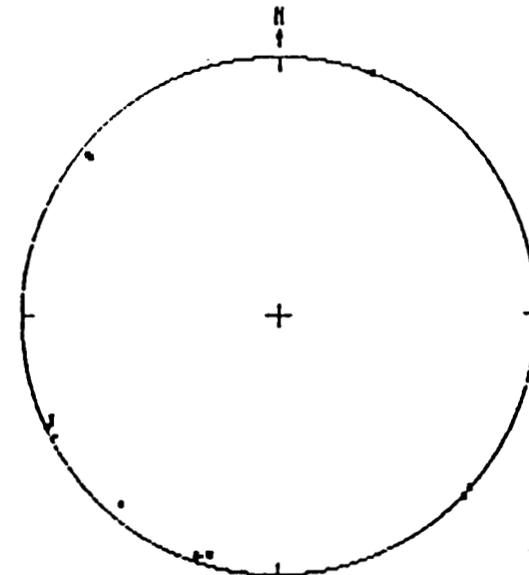


Figura 7 .- Diagramas polar equiareal y concentración de polos del diaclasado de los sectores 1 y 2 del Macizo de Pulgar I.

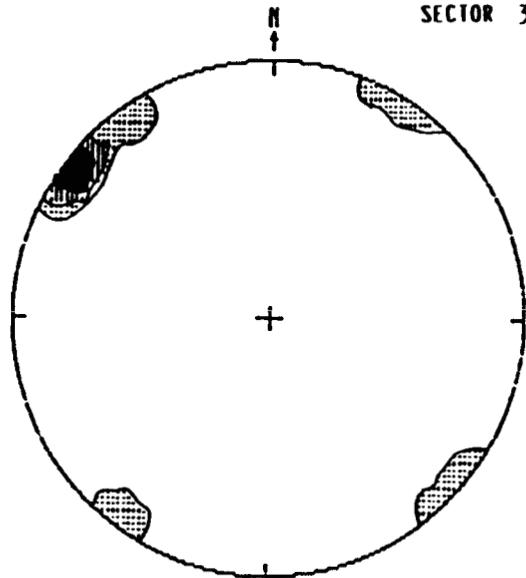
PROYECCION POLAR EQUIAREA
 Hemisferio Inferior



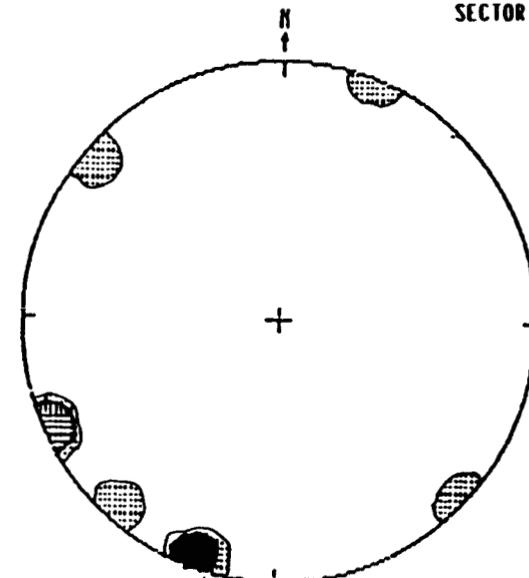
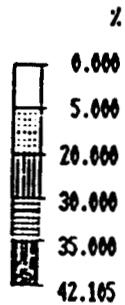
SECTOR 3



SECTOR 4



N = 19



N = 18

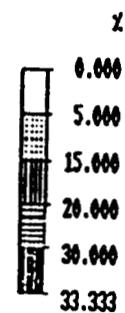


Figura 8 .- Diagramas polar equiareal y concentración de polos del diaclasado de los sectores 3 y 4 del Macizo de Pulgar I.

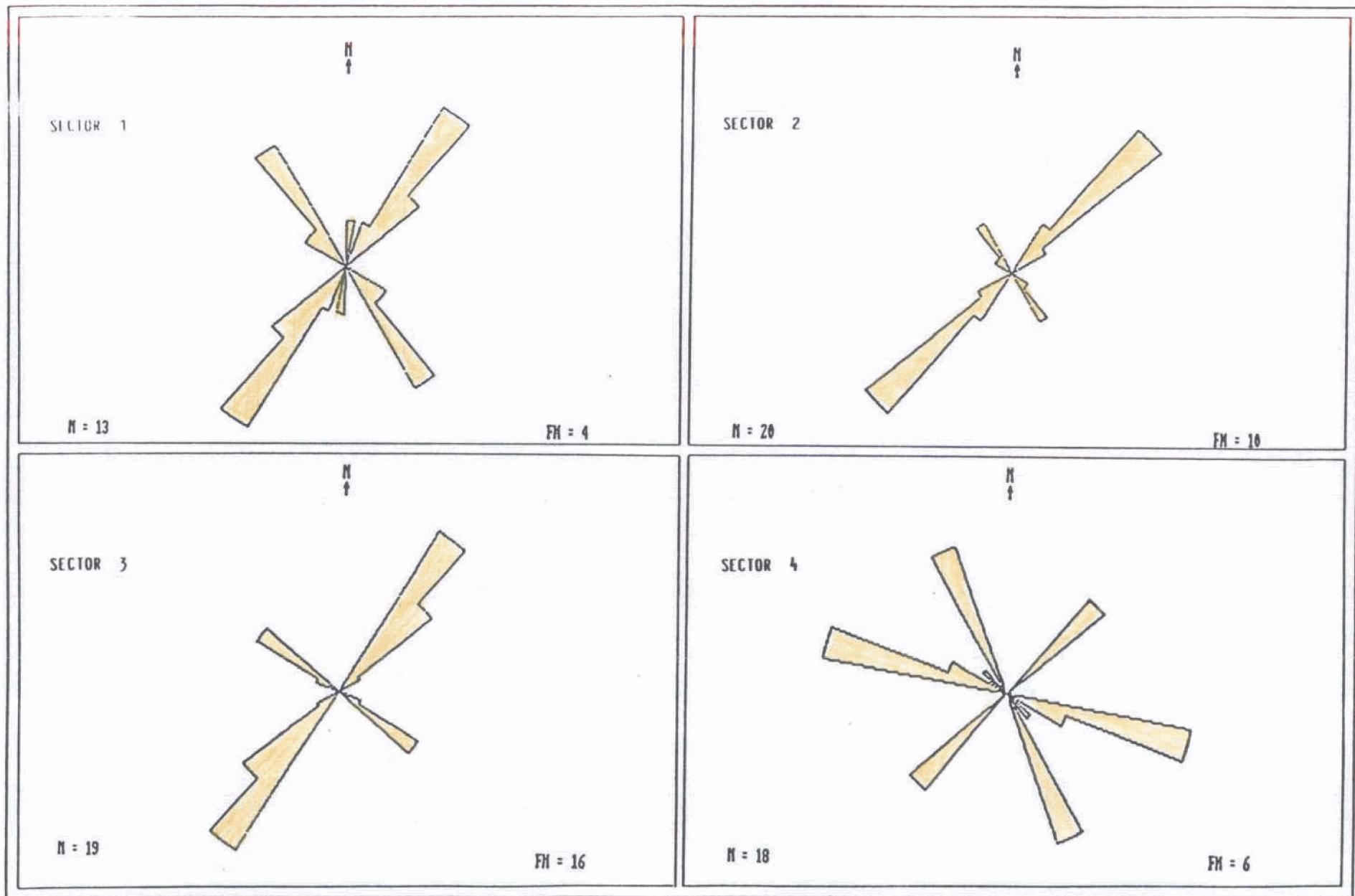
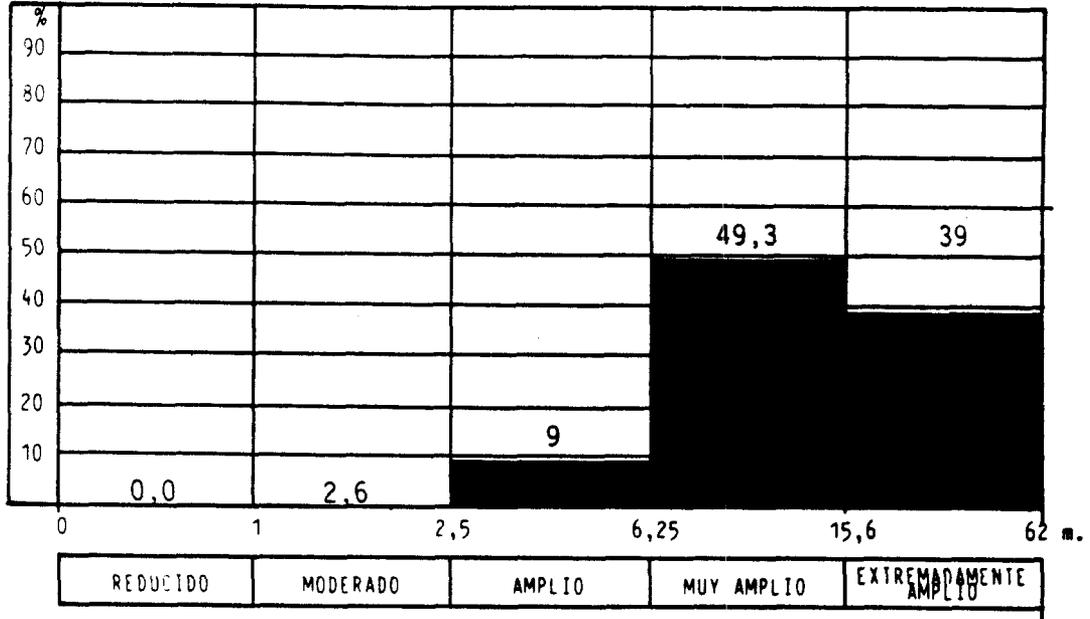


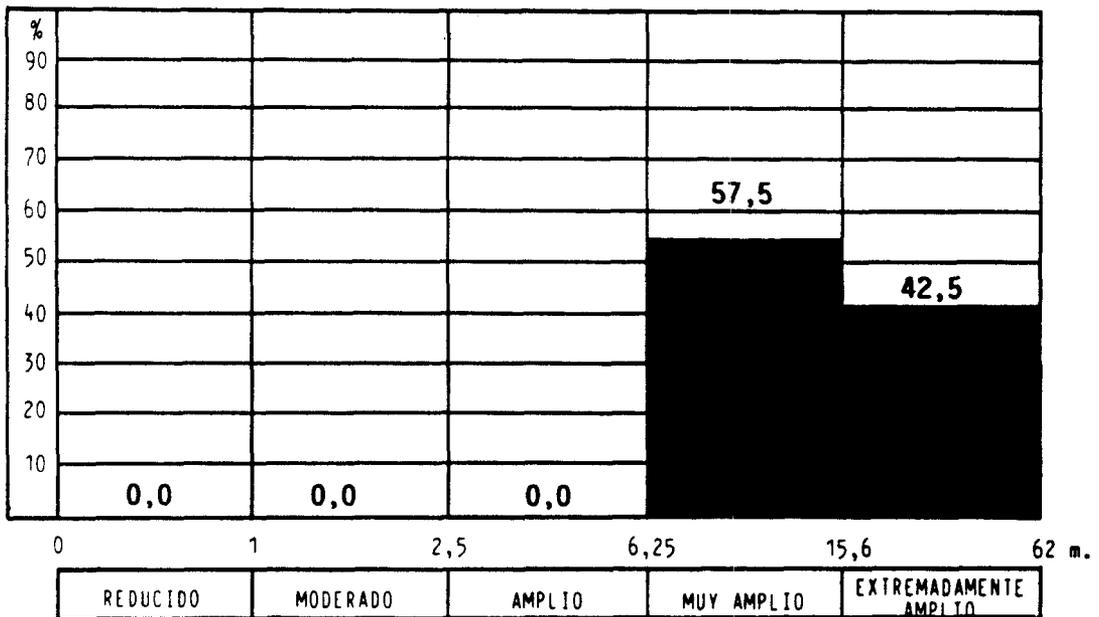
Figura 9 .- Diagramas rosa del diaclasado de los cuatro sectores del Macizo de Pulgar 1.

FAMILIA J₁ = 125/88



ESPACIADO MAXIMO = 30 m.
 ESPACIADO MINIMO = 2 m.
 ESPACIADO MEDIO = 9,62 m.

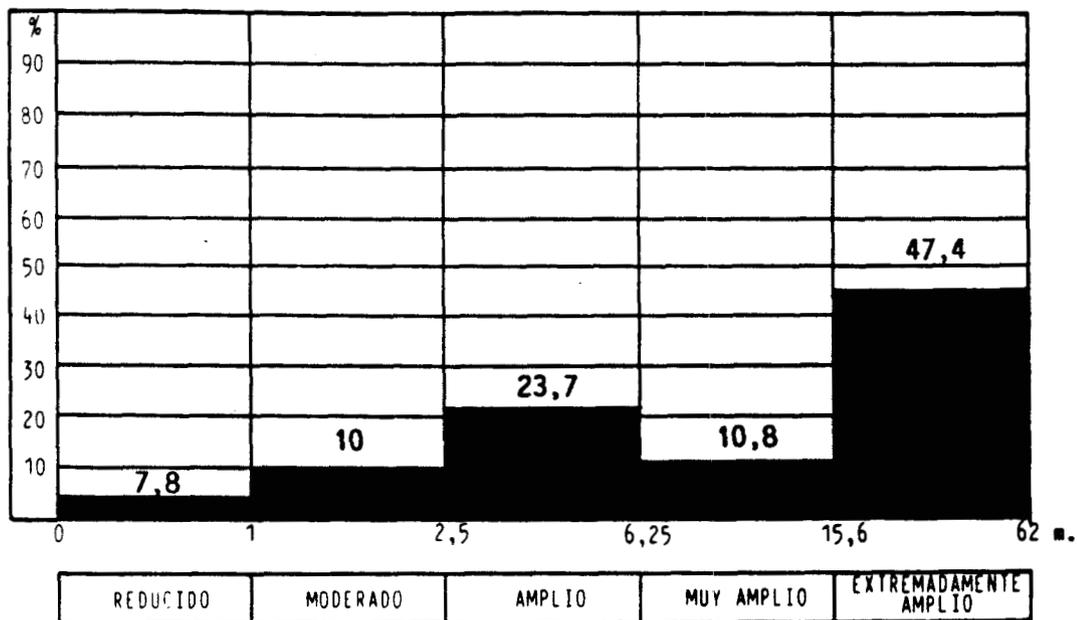
FAMILIA J₂ = 51/87



ESPACIADO MAXIMO = 17 m.
 ESPACIADO MINIMO = 8 m.
 ESPACIADO MEDIO = 13,3 m.

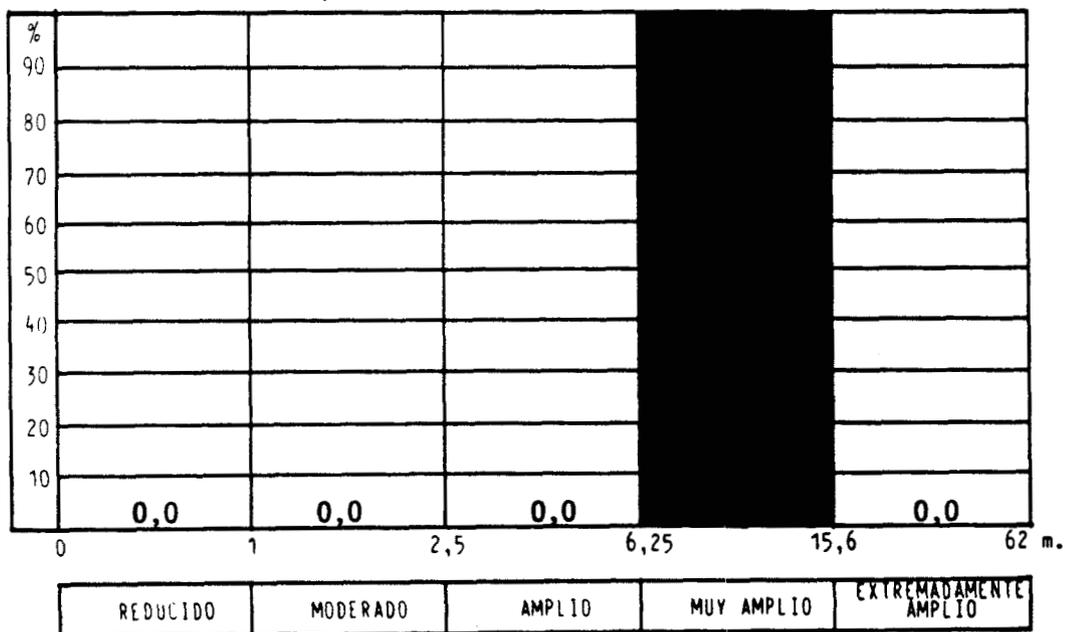
Figura 10.- Histograma de los espaciados de las familias J₁ y J₂ del sector 1 (Macizo de Pulgar I).

FAMILIA J₁ = 131/88



ESPACIADO MAXIMO = 35 m.
 ESPACIADO MINIMO = 0,4 m.
 ESPACIADO MEDIO = 4,1 m.

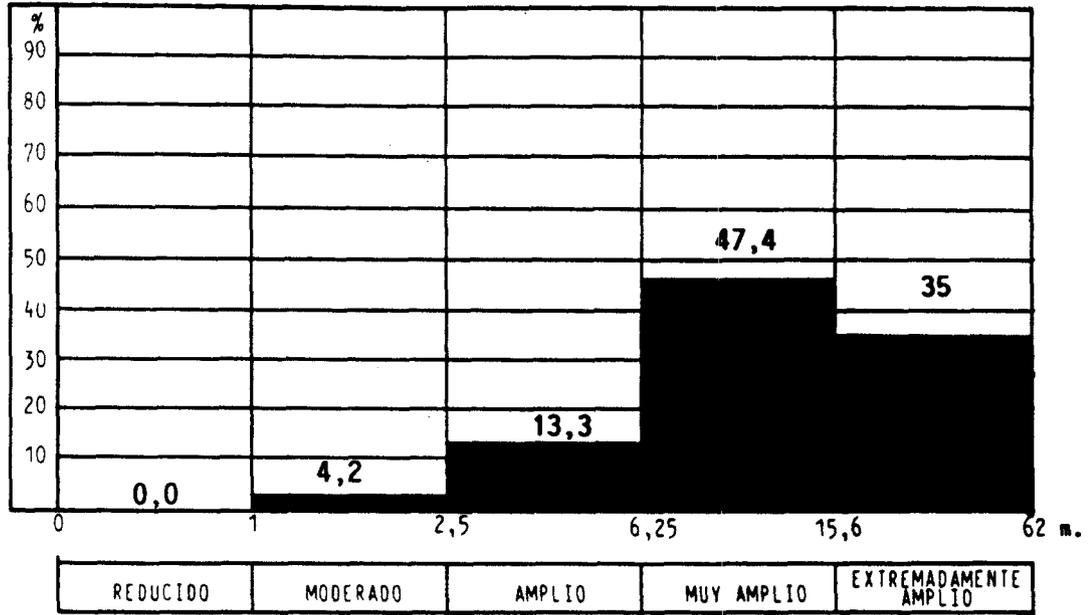
FAMILIA J₂ = 50/88



ESPACIADO MAXIMO = 15 m.
 ESPACIADO MINIMO = 8 m.
 ESPACIADO MEDIO = 11 m.

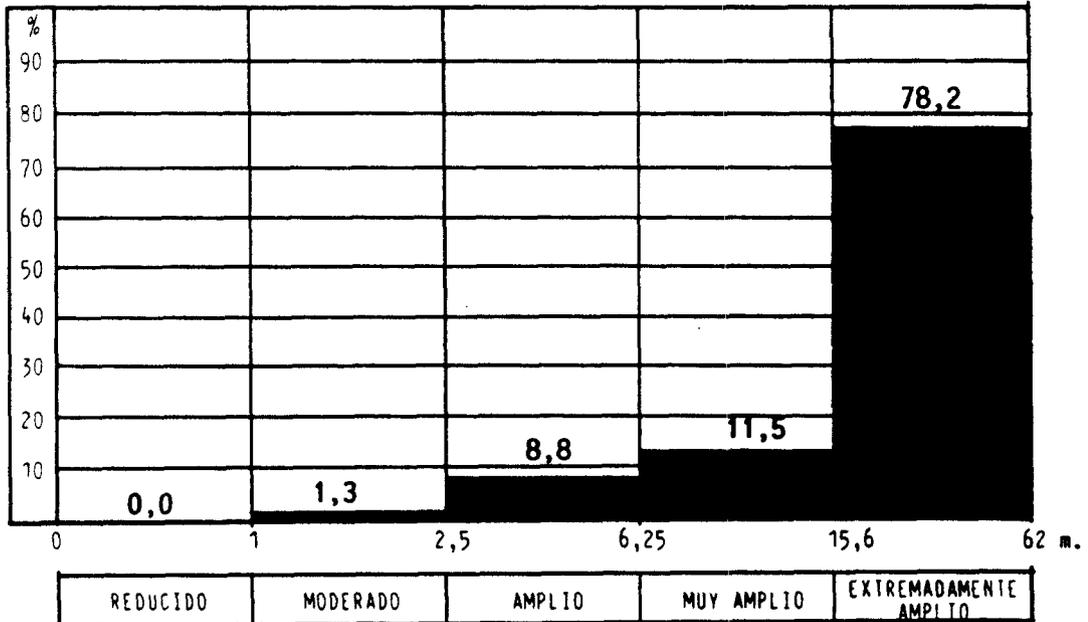
Figura 11 .- Histogramas de los espaciados de las familias J₁ y J₂ del sector 2 (Macizo de Pulgar I).

FAMILIA J₁ = 128/87



ESPACIADO MAXIMO = 30 m.
 ESPACIADO MINIMO = 2 m.
 ESPACIADO MEDIO = 9,62 m.

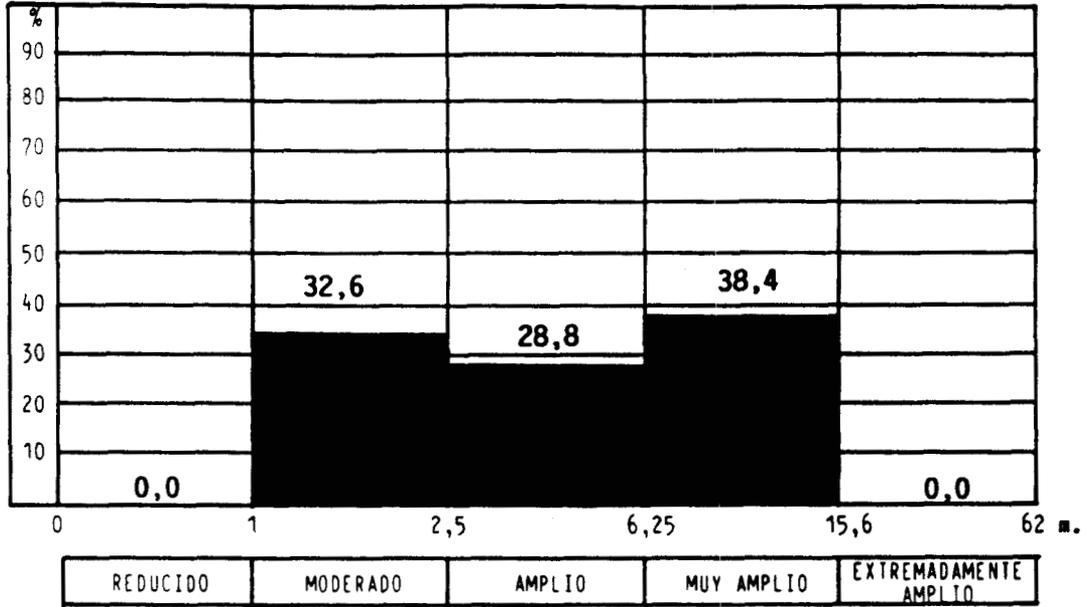
FAMILIA J₂ = 33/89



ESPACIADO MINIMO = 48 m.
 ESPACIADO MINIMO = 1,5 m.
 ESPACIADO MEDIO = 18,75 m.

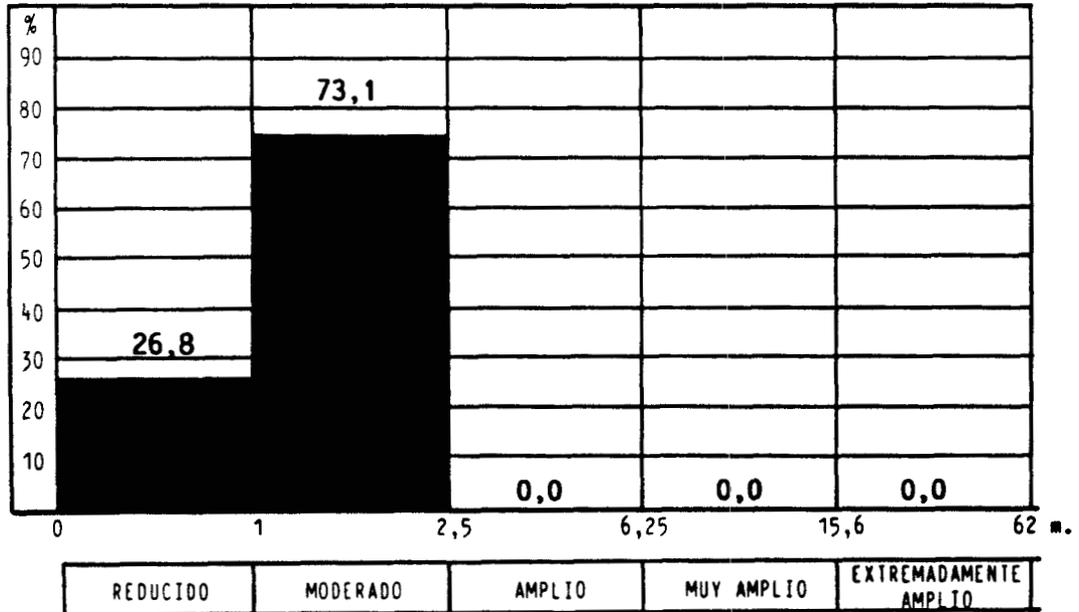
Figura 12 .- Histogramas de los espaciados de las familias J₁ y J₂ del sector 3 (Macizo de Pulgar I).

FAMILIA $J_1 = 131/88$



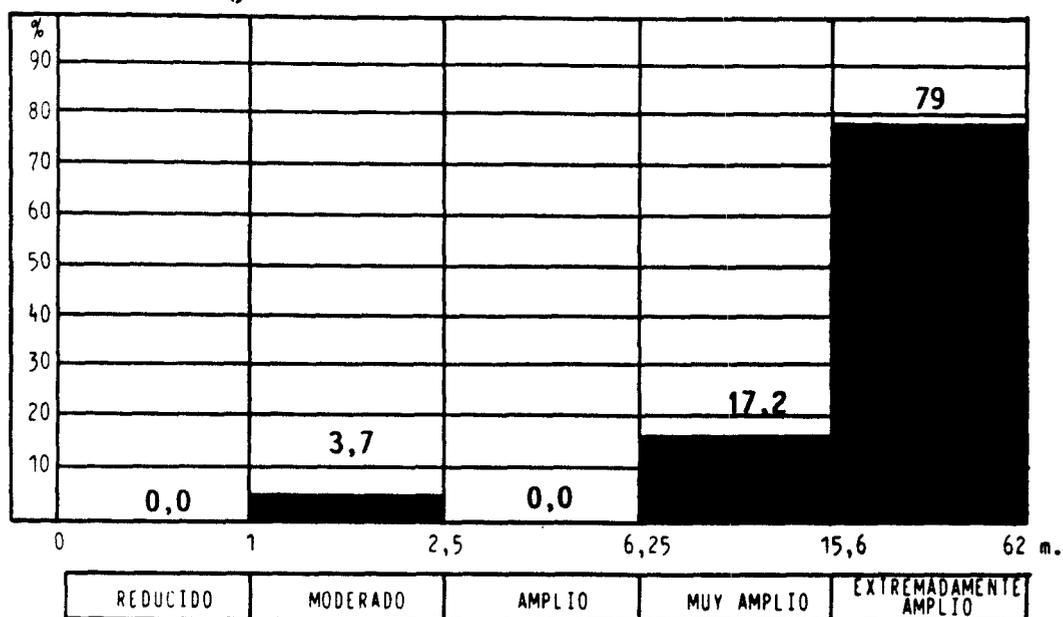
ESPACIADO MAXIMO = 8 m.
 ESPACIADO MINIMO = 1,8 m.
 ESPACIADO MEDIO = 4,16 m.

FAMILIA $J_2 = 64/88$



ESPACIADO MAXIMO = 1,8 m.
 ESPACIADO MINIMO = 0,3 m.
 ESPACIADO MEDIO = 1,11 m.

Figura 13 .- Histogramas de los espaciados de las familias J_1 y J_2' del sector 4 (Macizo de Pulgar 1).

FAMILIA $J_3 = 19/88$ 

ESPACIADO MAXIMO = 40 m.

ESPACIADO MINIMO = 1,5 m.

ESPACIADO MEDIO = 15,4 m.

ESPACIADO MEDIO (m)			
FAMILIA DE DIACLASAS	J_1	J_2	J_3
SECTOR 1	9,62	13,3	-
SECTOR 2	4,1	11	-
SECTOR 3	9,62	18,75	-
SECTOR 4	4,16	1,11	15,4

Figura 14 .- Histograma del espaciado de la familia J_3 del sector 4 (Macizo de Pulgar I) y cuadro de síntesis de los espaciados medios.

En los tres primeros sectores las dos familias de diaclasas principales son:

$$\begin{aligned} J_1 &= 128/88 \\ J_2 &= 50/87 \end{aligned}$$

La relación angular entre estas dos familias de diaclasas principales varía de 76 a 87°, lo que implica que las caras que definen el bloque natural son casi ortogonales.

Los espaciados medios de las diaclasas de cada familia en los diferentes sectores son de "amplios a extremadamente amplios" (de 4,1 m. a 18,75 m.), ver figuras: 10, 11, 12, 13 y 14. En este sentido es necesario destacar la excepción del sector 4 en el que la familia J'_2 tiene espaciados que van de reducidos a moderados.

En lo que respecta a los parámetros estructurales, para el cálculo de J_v (n° de diaclasas por mitad de volumen) se ha considerado un espaciado medio de las diaclasas horizontales de 1 m. (dado que no se observa en el campo) si bien se ha podido constatar posteriormente en los sondeos que es superior.

Los valores de J_v obtenidos han sido siempre mejores al mínimo exigido para esta variedad de granito. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

SECTORES	Jv	TAMAÑO ORIENTATIVO DE BLOQUE
1	1,17	Grande
2	1,33	Grande
3	1,15	Grande
4	2,20	Aceptable-No aceptable

En el sector 4 salen tamaños de bloque que varían de aceptable a no aceptable, dependiendo de la presencia a no de diaclasas de la familia J'2.

El parámetro V_b (volumen relativo de bloques con dimensiones superiores a las del mínimo exigido, en tanto por uno), dado que el macizo en este caso es de granito gris, se calcula hallando en primer lugar la suma de los porcentajes de espaciados por encima de 3,41 m. para la familia más densa y por encima de 1,4 m. para la familia menos densa. El valor de V_b vendrá dado por el producto de los porcentajes parciales de las distintas familias.

Los valores de V_b obtenidos en los distintos sectores han sido:

SECTORES	V_b	BLOQUES NATURALES
1	1	100% por encima del mínimo
2	0,77	77% por encima del mín.exigido
3	0,96	96% por encima del mín.exigido
4	0,70	70% por encima del mín.exigido



FOTOGRAFIA 15.- Vista general de la "lancha" oeste del Macizo de Pulgar I.

El valor de V_s obtenido para el sector 4 es para aquellas zonas en las que no está presente la segunda familia de diaclasas J'_2 , ya que en aquellas zonas donde están presentes las 3 familias no se pueden extraer bloques de tamaño comercial.

5.4.2. S o n d e o s

En este macizo se ha efectuado un sondeo, con recuperación de testigo continuo, de 20 m. y cuya columna detallada a escala 1:50, se incluye en los anexos con la denominación de PULGAR sondeo nº 1.

A continuación se expone una síntesis de las características más destacables observadas en el mismo.

- Sondeo de 20 m., realizado sobre "roca viva", directamente en el macizo rocoso.
- Granito biotítico, de grano fino a medio, con algunos megacristales.
- En los primeros 3 m. tiene un color gris medio, y a partir de aquí su color es ligeramente más oscuro.
- Hay un diferenciado local del metro 3.5 a 4, tratándose de un granito de grano medio y dos micas con megacristales.
- Microenclaves esporádicos, con tamaños inferiores o iguales a 1,5 cm., entre el metro 10 y 11.

- Fracturación global poco densa, si bien entre los metros 16,5 y 20 hay algunos tramos con mayor n° de fracturas.
- No se observan alteraciones importantes.

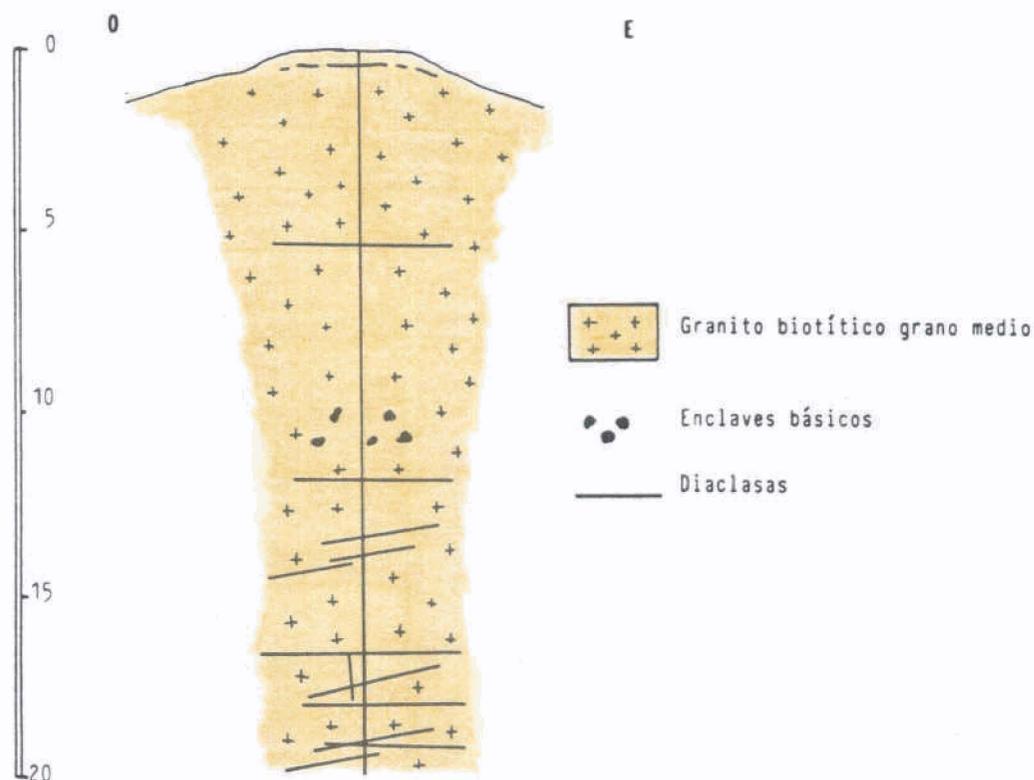


FIGURA 15.- Síntesis geológica del sondeo P-1 (Macizo de Pulgar I).

5.4.3. Alterabilidad de la Roca

En base a tres muestras tomadas a distinta profundidad en el sondeo se ha determinado el DETERIORO MINERAL, tomando como punto de partida el cuadro definido por J. ORDAZ y R.M. ESBERT (1977).

En el cuadro siguiente se expone: el sondeo, las muestras utilizadas, la profundidad a la que se tomaron las mismas, el índice y el deterioro mineral obtenidos:

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	INDICE (Dm)	DETERIORO MINERAL
P1	P1-2	2,5	0,52	Muy Bajo
	P1-3	10,5	0,47	Muy Bajo
	P1-6	20	0,51	Muy Bajo

Como se observa el deterioro mineral se mantiene muy bajo a lo largo de los veinte metros del sondeo. El ligero deterioro que presenta la roca se debe a débiles alteraciones de la plagioclasa, cordierita y biotita.



FOTOGRAFIA 16.- Vista de la cara sur del Macizo de Pulgar I.

El cálculo de las oxidaciones para determinar el deterioro actual de la roca se ha realizado a partir del ensayo de "resistencia a los cambios térmicos". Tras ensayar las tres probetas no se han encontrado oxidaciones en las mismas, por lo que el factor de oxidación es cero.

Calculando a partir de estos datos el deterioro actual de la roca, se obtiene que en los 20 primeros metros la roca presenta un DETERIORO ACTUAL MUY BAJO.

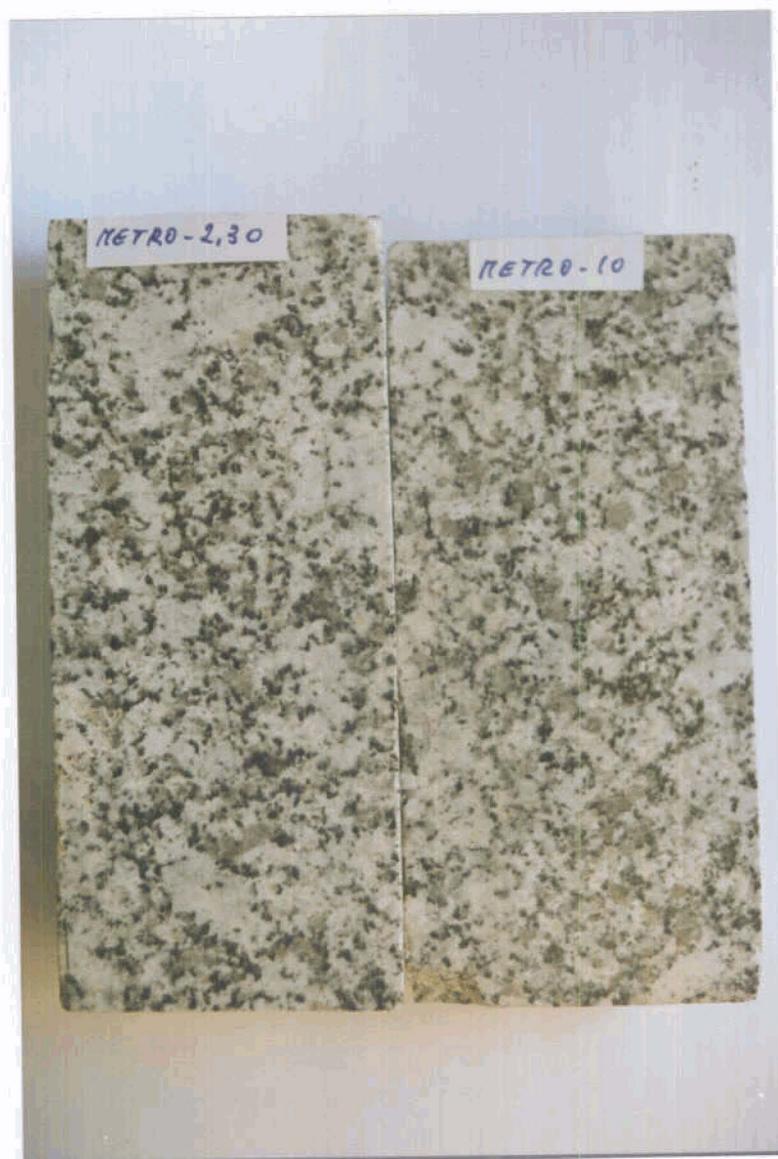
La METEORIZACION POTENCIAL se ha calculado a partir del análisis químico realizado sobre una muestra representativa tomada en el sondeo a una profundidad de 6 m. En él se han obtenido los siguientes resultados:

	%
Mg O	0,57
Ca O	1,88
Na ₂ O	3,09
K ₂ O	3,97

A partir de estos resultados se obtiene un valor de la meteorización potencial de:

$$MP = 39,16\% \quad 1 \text{ METEORIZACION POTENCIAL BAJA.}$$

Calculando el índice de alterabilidad, a partir de los resultados del deterioro actual y de la meteorización potencial, se obtienen los siguientes valores:



FOTOGRAFÍAS 17, 18.- Plaquetas pulidas de los testigos del sondeo P1.

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	INDICE (Ia)	ALTERABILIDAD
P1	P1-2	2,5	0,42	Muy Baja
	P1-3	10,5	0,40	Muy Baja
	P1-6	20	0,41	Muy Baja

5.4.4. Calidad Mecánica de la Roca

Los resultados de los ensayos realizados sobre la roca tomada del sondeo a una profundidad de 10,5 m. son:

- Absorción : 0,43%
- Peso específico aparente : 2,66 gr/cm³
- Resistencia a la compresión : 1.113 kg/cm²
- Resistencia a las heladas : 0,0013% peso perdido
- Resistencia a los cambios térmicos : se produce una variación de peso que oscila entre 0,03 y 0,04 %. No aparecen oxidaciones.

Esta roca presenta una buena calidad mecánica, con valores por encima de los exigidos en las normas de la construcción para su utilización en chapados. Es necesario señalar que la compresión no se efectuó sobre probetas cúbicas, tal como señala la norma UNE, sino que se hizo sobre probetas cilíndricas, tomadas de los testigos de los sondeos.

5.5. MACIZO DE PULGAR II

Es un afloramiento rocoso, con una extensión aproximada de 130x100 m., con una morfología en "lancha" y una suave pendiente vergente al NE. El acceso al mismo se efectúa por un camino que permite el paso de vehículos aunque no se encuentra en muy buen estado.

La facies corresponde a un granito gris azulado de grano fino, con una buena calidad ornamental, dentro de la gama de los grises. Globalmente es un afloramiento homogéneo en el que la roca se encuentra en estado muy fresco a nivel superficial, por lo que cabe esperar un buen comportamiento al explosivo y aserrado.

Localmente y con carácter excepcional existen algunos microenclaves básicos con tamaños iguales o inferiores a 2 cm; asimismo existen algunos fenocristales de feldespatos de 1 cm, subidiomórficos o alotriomórficos, con disposiciones horizontales.

En este macizo existe un único dique de aplita, paralelo a una de las principales familias de diaclasas, que tiene dos centímetros de potencia y siete metros de continuidad.

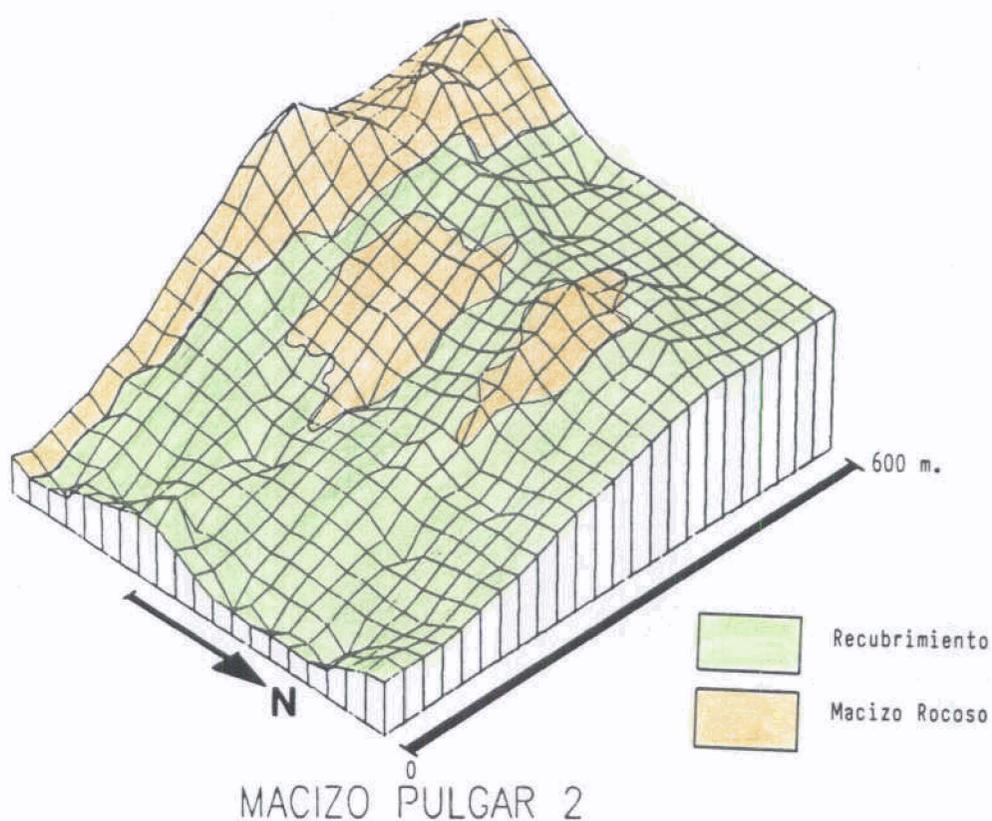


Fig 16.- Bloque diagrama del Macizo de Pulgar II.

Desde el punto de vista mineralógico, este granito contienen como minerales esenciales: Cuarzo, Plagioclasa, Feldespato K y Biotita; como minerales accesorios: Moscovita, Apatito, Circón, Opacos y Cordierita, siendo los componentes secundarios más habituales: Clorita, Moscovita, Sericita, Rutilo y Serpentina.

Las descripciones detalladas del estudio microscópico se incluyen en los anexos, en las fichas con el indicativo P2.

El aspecto más característico de esta roca al microscopio es el bajo grado de deformación interna y la presencia de Cordierita pseudomorfizada a Serpentina.

5.5.1. Parámetros Estructurales.

En general la fracturación del yacimiento no es muy densa, si bien varía de unas "lanchas" a otras.

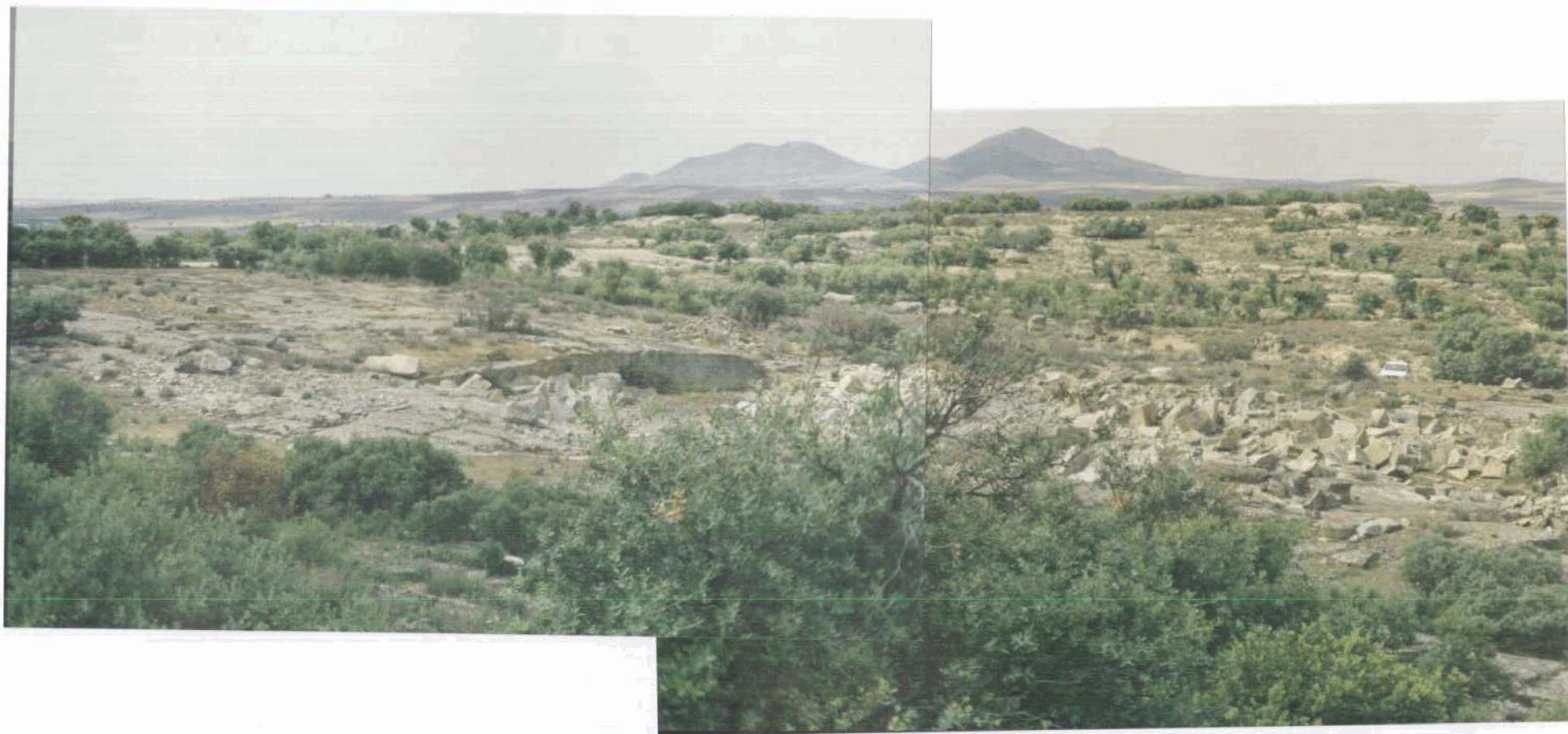
Tal como se muestra en la figura 17, en este macizo se han identificado dos familias principales de diaclasas, cuyo azimut y buzamiento medio son:

$$J_1 = 116/88 \qquad J_2 = 27/88$$

La relación angular entre ambas familias es de 90° , lo que implica que el bloque natural que definen es un prisma de sección rectangular con las caras ortogonales entre sí.

Los espaciados medios de las diaclasas de las dos familias son de muy amplios a extremadamente amplios, con valores de 16,9 m. para J_1 y 7,4 m. para J_2 (ver fig. 18).

En lo que respecta a los parámetros estructurales se han obtenido los siguientes valores:



FOTOGRAFIA 19.- Vista general del Macizo de Pulgar II.

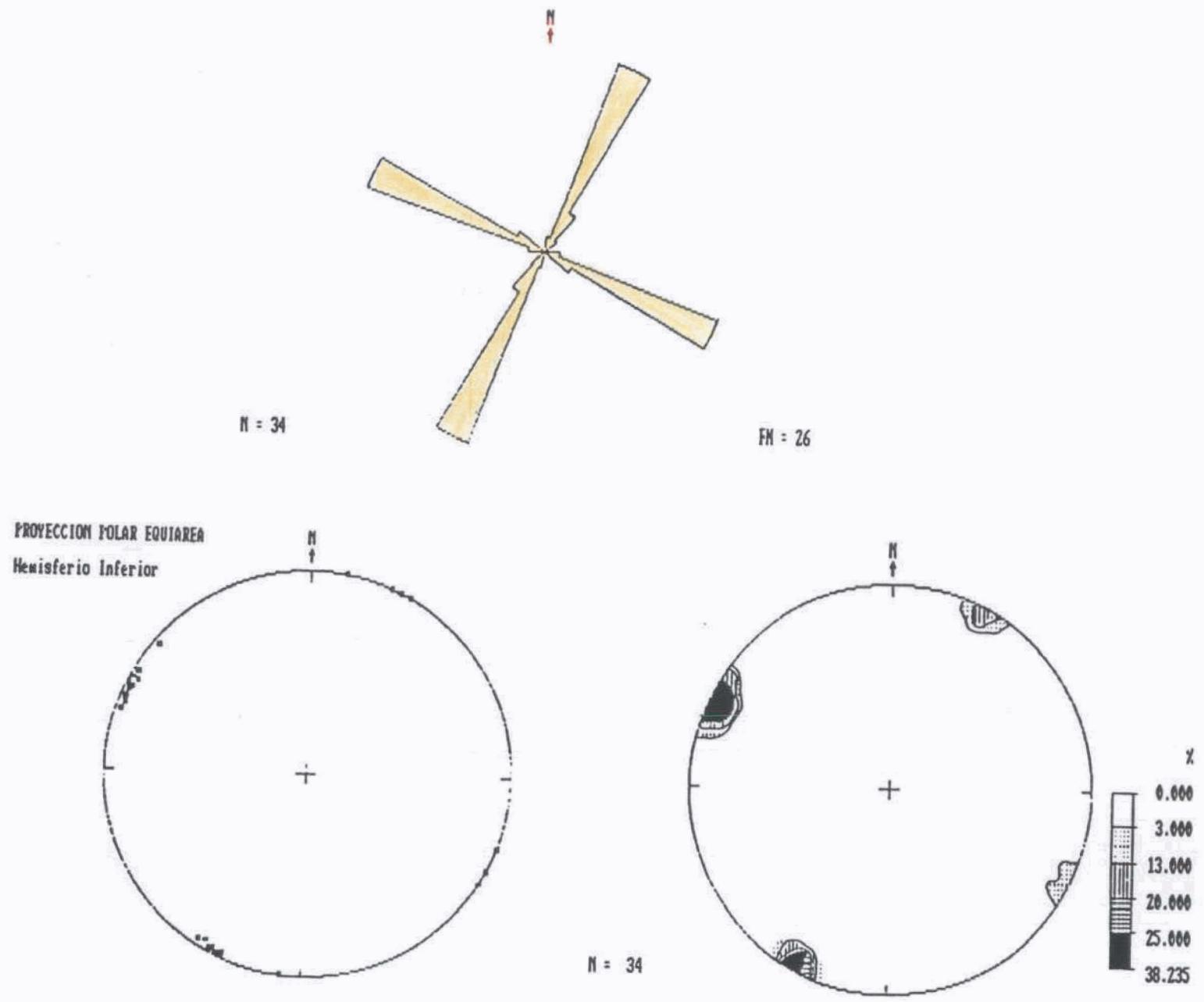
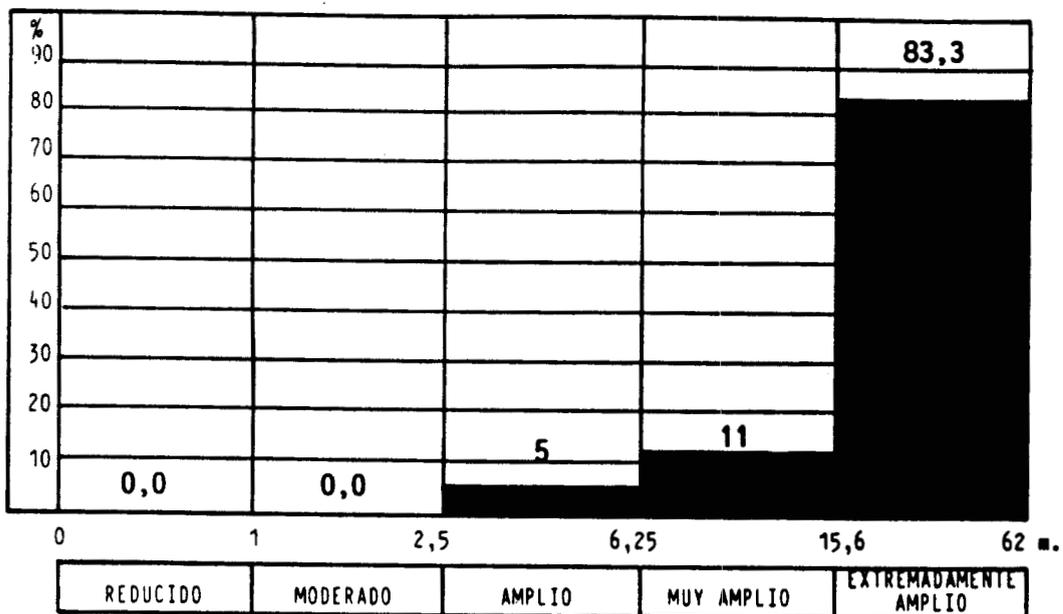


Figura 17 .- Diagrama rosa, polar equiareal y densidad de polos, del diaclasado del Macizo Pulgar II.

FAMILIA J₁ = 116/88

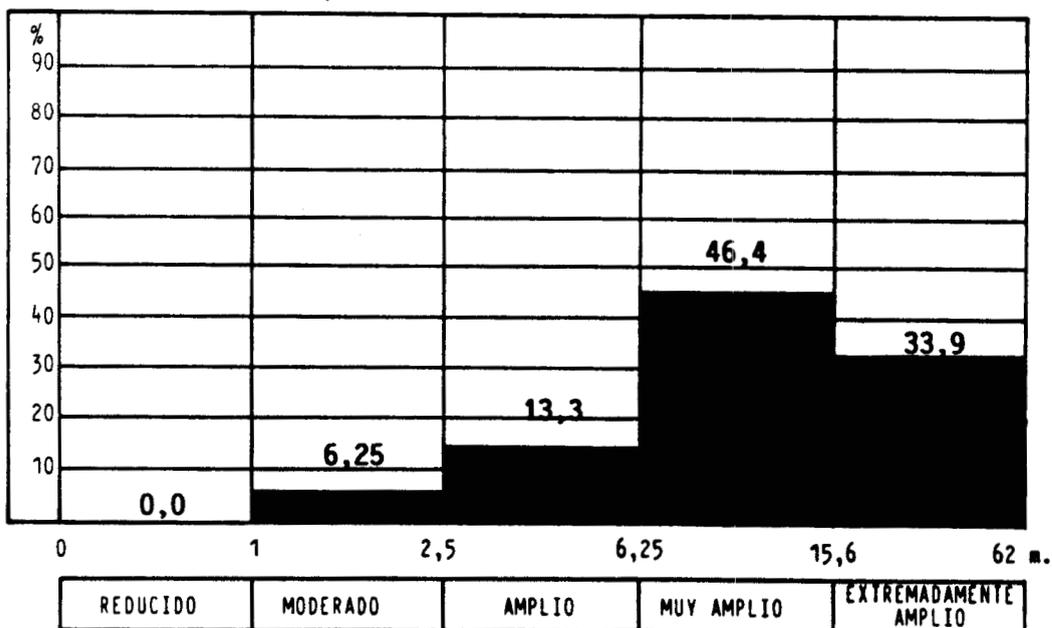


ESPACIADO MAXIMO = 38 m.

ESPACIADO MINIMO = 1 m.

ESPACIADO MEDIO = 16,9 m.

FAMILIA J₂ = 27/88



ESPACIADO MAXIMO = 20 m.

ESPACIADO MINIMO = 1 m.

ESPACIADO MEDIO = 7,4 m.

Figura 18 .- Histograma de los espaciados de las familias J₁ y J₂, Macizo de Pulgar II.

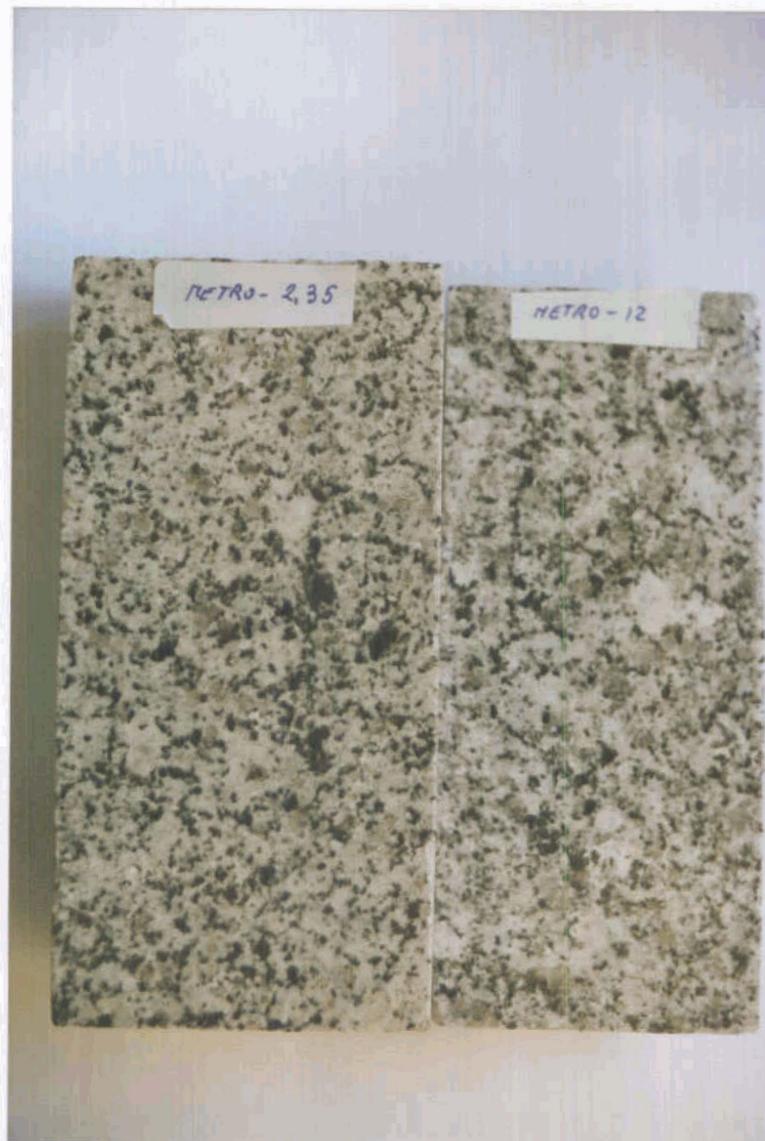
$J_v = 1,19$ TAMAÑO ORIENTATIVO DE BLOQUE, GRANDE
 $V_b = 97\%$ DE BLOQUES NATURALES POR ENCIMA DEL MINIMO
ADMITIDO PARA ESTA VARIEDAD ($5,6 \text{ m}^3$).

5.5.2. S o n d e o s

En este macizo se ha realizado un sondeo, con recuperación de testigo, de 20 m. En los anexos se incluyen la columna detallada, a escala 1:50, con la denominación de PULGAR, sondeo n° 1.

Las características más destacables del mismo son:

- Sondeo de 20 m. realizado en "roca viva" directamente sobre el macizo rocoso.
- Granito biotítico de grano fino a medio y color gris azulado.
- Las únicas alteraciones que se observan son pátinas de óxidos en algunos planos de diaclasas en los siete primeros metros.
- Alto grado de homogeneidad mineralógica, textural y de color.
- Diaclasado horizontal denso que separa bloques de 1 a 3 m. Del metro 16 al 20 aumenta la densidad de diaclasado.



FOTOGRAFIA 20.- Placas pulidas de los testigos del sondeo P-2

5.5.3. Alterabilidad de la Roca

En el sondeo realizado en este macizo se han tomado tres muestras a distinta profundidad en la que se ha estudiado el DETERIORO MINERAL que presentan, a partir del estudio microscópico de las mismas.

A continuación se exponen el sondeo, las muestras, la profundidad a que se ha tomado, así como el índice y el deterioro mineral obtenidos.

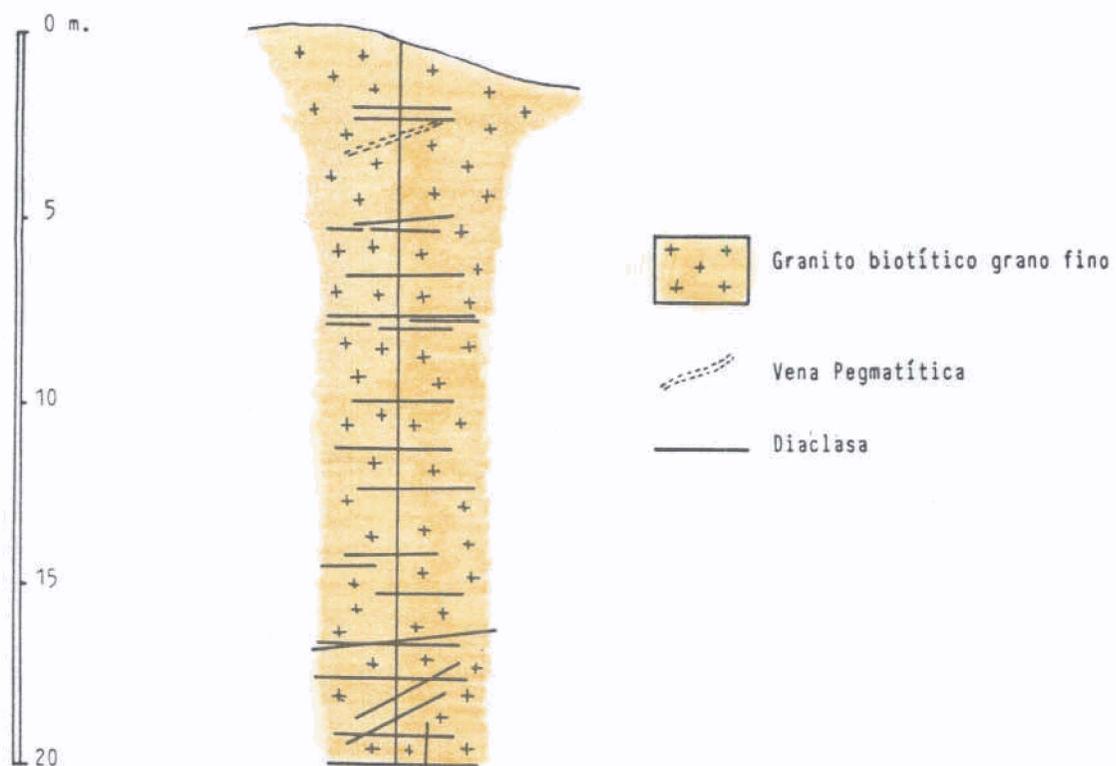


Fig. 19.- Síntesis geológica del sondeo P-2.

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	INDICE (Dm)	DETERIORO MINERAL
P2	P2-1	2,5	0,88	Muy Bajo
	P2-3	12,5	0,52	Muy Bajo
	P2-4	19,5	0,94	Muy Bajo

Así pues el deterioro mineral se mantiene muy bajo a lo largo de los 20 m. del sondeo. El deterioro existente se debe fundamentalmente a pequeñas microfisuras en los feldespatos, moscovitización y cloritización de la biotita y cordierita así como débiles sericitizaciones de la plagioclasa. En cualquier caso estas alteraciones no afectan de forma importante a la calidad de la roca.

Con el objeto de estimar de deterioro actual se determinó las oxidaciones existentes en la misma o la existencia de minerales susceptibles de oxidar. Esto se ha llevado a cabo mediante el ensayo de "resistencia a los cambios térmicos". Tras efectuar el ensayo sobre las muestras tomadas en el sondeo se ha podido comprobar que estas no presentan oxidaciones ni alteraciones destacables, por lo que el índice de oxidación es cero.

Sobre una muestra tomada en el sondeo a una profundidad de 9,50 m. se ha efectuado un análisis químico, a partir del cual se calculó de la meteorización potencial.

	%
Mg O	0,75
Ca O	1,82
Na ₂ O	3,18
K ₂ O	3,96

A partir de estos resultados se obtiene un valor de la meteorización potencial de:

MP = 40,06% 1 METEORIZACION POTENCIAL DE BAJA A MEDIA.

La ALTERABILIDAD de la roca se ha calculado a partir de los valores obtenidos de la meteorización potencial y el deterioro actual, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	INDICE (Ia)	ALTERABILIDAD
P2	P2-1	2,5	0,48	Muy Baja
	P2-3	12,5	0,42	Muy Baja
	P2-4	19,5	0,48	Muy Baja

5.5.4. Calidad Mecánica de la Roca.

El tren de ensayos fue realizado sobre una muestra tomada a 12,5 m. de profundidad; los resultados obtenidos son:

- Absorción : 0,43%
- Peso específico aparente : 2,65 gr/cm³
- Resistencia a la compresión : 1.205 kg/cm²
- Resistencia a las heladas : 0,0037% peso perdido
- Resistencia a los cambios térmicos : 0,01-0,02% peso perdido. No aparecen oxidaciones.

La roca muestra valores superiores a los mínimos aconsejados por las normas de construcción para su utilización en revestimientos y chapados.

La compresión se efectuó sobre probetas cilíndricas de 7 cm. de altura.

5.6. CONCLUSIONES PARCIALES

En la Reserva de Pulgar existen diversos afloramientos graníticos de interés, si bien solamente dos merecen recibir el tratamiento de yacimientos.

Las dos facies graníticas en las que se encuentran estos yacimientos o "macizos" tienen características de "visu" y químicas similares, tratándose en ambos casos de granitos grises, ligeramente azulados y tonos claros. La principal diferencia entre ellos es que en un caso tienen tamaños de grano medio o grueso y algunos megacristales, y en otro el tamaño de grano es fino y prácticamente sin megacristales.

En ambos casos la roca muestra un deterioro mineral muy bajo tanto en superficie como en profundidad, y una alterabilidad muy baja.

Son afloramientos rocosos extensos, con una fracturación que permite extraer bloques de tamaños grandes. El MACIZO I tiene un rendimiento en base a la fracturación superior al 70%, pudiendo llegar en algún sector del mismo a superar el 95%. El MACIZO II tiene un rendimiento en base a la fracturación superficial, del 97%, no obstante este rendimiento disminuye considerablemente con la fracturación profunda, ya que esta permite extraer bloques comerciales pero no bloques de gran tamaño.

En base a la fracturación subhorizontal (determinada en los sondeos), el rendimiento en los 20 primeros metros del MACIZO I es del 72% y en el MACIZO II se encuentra en torno al 62%.

6. RESERVAS DE LAS LANCHAS

SITUACION GEOGRAFICA

La reserva del Estado de "Las Lanchas" se encuentra situada en el NO de la provincia de Toledo, concretamente 18 km. aproximadamente, al N de Talavera de la Reina. Enmarcada en la hoja nº 601, del Mapa Topográfico Nacional, esta reserva engloba terrenos pertenecientes al municipio de Navarcuende y de Buenaventura.

La zona está definida por un polígono cerrado, cuyos vértices, en número de 4, tienen las siguientes coordenadas, referidas al meridiano de Greenwich:

V E R T I C E	L O N G I T U D (W)	L A T I T U D (N)
1	4° 55' 00"	40° 09' 20"
2	4° 51' 20"	40° 09' 20"
3	4° 51' 20"	40° 07' 00"
4	4° 55' 00"	40° 07' 00"

Su extensión total es de 2.310 ha., equivalentes a 77 cuadrículas mineras.

Geomorfológicamente la zona muestra un relieve suave, con formas "alomadas", constituidas por cerros de pendientes suaves y diferencias de cota en torno a 30 m. La máxima altitud es de 639 m. correspondiente al cerro denominado El Guijo, y la mínima 545 m.

El acceso a la zona se efectúa por una pista que admite el paso, incluso de vehículos pesados. Esta pista tienen aproximadamente 5 km. de longitud y parte del kilómetro 24 de la carretera local de Marrupe a Buenaventura.

6.1. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES

6.1.1. Petrología

La reserva del Estado de "Las Lanchas" engloba un conjunto de materiales graníticos, enmarcados en el Macizo de Montesclaros definido por I. RODRIGUEZ y M. LOMBARDERO (1.987) en el proyecto "Potencial Básico de Granitos Ornamentales de Castilla-La Mancha".

Como se puede observar en la cartografía a escala 1:10.000 (mapa nº 4), existen en las zonas tres facies graníticas diferentes:

- A) Granito biotítico con megacristales
- B) Granito de dos micas de tendencia aplítica
- C) Granodiorita de grano fino

A) Granito biotítico con megacristales

Es la facies que mayor superficie ocupa en la reserva en especial en el sector central de la misma. Se trata de un granito biotítico, de grano medio y color gris azulado, que contiene megacristales de feldespatos potásicos con tamaños muy variables, por lo general de 1 a 3 cm., si bien excepcionalmente se encuentran tamaños de hasta 7 cm.

Esta facies no se presenta de forma homogénea en toda la reserva, sino que muestra variaciones locales de tamaño de grano y sobre todo de densidad y distribución de los megacristales. Estos cambios no se producen a escala de afloramiento, sino entre zonas alejadas.

Una característica destacable de este granito es la ausencia de heterogeneidades provocadas por schlierens, diques, venas, cavidades miarolíticas, etc; así mismo se puede decir que en general la existencia de enclaves es muy escasa, tratándose estos por lo general de enclaves microgranudos básicos de tamaño entre 8 y 30 cm. y morfologías elipsoidales.

En su conjunto este granito aflora mal en toda la reserva, ya que la mayor parte de la misma se encuentra ocupada por una dehesa con predominio de encinas y recubrimientos de suelos y pastos. En general aflora en

pequeños macizos rocosos de bajo relieve ("en lanchas") y en bolos dispersos y con tamaños medios (1-2 m³).

B) Granito de dos micas de tendencia aplítica

Constituye la segunda facies en importancia cuantitativa de la reserva, aflorando principalmente en el extremo NE y en la mitad oriental de la misma (mapa 4).

Es un granito de dos micas y tamaño de grano fino a muy fino y tendencia leucocrática. Muestra un alto grado de homogeneidad mineralógica y textural, caracterizándose por no presentar ninguna estructura interna que aporte un cierto grado de anisotropía a la roca.

Respecto al granito con megacristales muestra contactos netos, en la mayor parte de los casos subhorizontales, si bien en algunos sectores pueden buzarse hacia el interior del granito de dos micas. No obstante se ha podido comprobar en casos excepcionales la existencia de una facies intermedia, o de un tránsito gradual entre los dos granitos. En estos casos aparece un granito de grano fino, con algunos megacristales y cuarzos grises de mayor tamaño que el resto de los componentes de la roca.

Este granito muestra, por lo general, tonos blanquecinos y aflora mal en toda la zona. Habitualmente

los afloramientos de esta facies son poco extensos y con un grado de fracturación y diaclasado superior a granito con megacristales. Asimismo es frecuente que se presente con una fuerte disminución en bolos, en algunos casos morfología paralipipédica, y pequeño tamaño.

C) Diorita-Granodiorita

Situada en el extremo NE de la reserva, esta facies constituye un pequeño stock subredondeado de 6 km² aproximadamente, de los que una tercera parte no está incluida en la Reserva de Las Lanchas.

Es una roca de color gris oscuro azulado a negro y tamaño de grano fino a medio con un alto valor ornamental.

Esta facies aflora muy mal, presentándose siempre en bolos sueltos con tamaños inferiores a 1 m³.

6.1.2. Estructura Interna y Secuencia Temporal Relativa.

Las facies graníticas presentes en la Reserva de Las Lanchas son, en general pobres en estructuras internas. En este sentido es necesario señalar el carácter isotropo del granito de dos micas, de grano fino.

En esta facies solamente se han observado algunas estructuras planares, de origen tectónico, asociadas a zonas de intenso diaclasado, con un desarrollo local.

El granito biotítico con megacristales, presenta más fuertemente estructuras lineares y más raramente estructuras planares, estas últimas siempre horizontales o subhorizontales. En ambos casos son estructuras de origen magmáticos.

A escala cartográfica (mapa 4) estas lineaciones tienen una disposición al azar. Al tratarse de estructuras no penetrativas no producen ningún efecto negativo en el roca de cara a su utilización con finos ornamentales.

6.1.3. Tectónica

Dado las amplias zonas recubiertas de esta Reserva no se ha podido determinar con precisión la fracturación de la misma. No obstante se ha podido comprobar que la facies de grano fino está más densamente diaclasada que el granito de megacristales.

Dos son las familias de fracturas principales, $F_1 = N 55^\circ E$ y $F_2 = N 155^\circ E$, pudiendo encontrarse

asociado a la primera diques de cuarzo con potencias que varían de 3 a 16 m.

6.2. INVESTIGACION A ESCALA 1:10.000

La Reserva de "Las Lanchas" se caracteriza por la escasez de afloramientos rocosos, dominando claramente las áreas recubiertas de suelos y "lehm" granítico, que corresponden en su mayor parte a zonas de pastos y encinares.

En el anterior proyecto se ha seleccionado la Zona de Las Lanchas debido a la existencia de macizos rocosos aflorantes con posibilidades de aprovechamiento industrial.

En el transcurso de esta investigación se ha podido comprobar la existencia de nuevos afloramientos canterables, a la vez que se han diferenciado tres facies graníticas distintas, que ya han sido descritas en el apartado anterior.

Los principales yacimientos graníticos que se han localizado están situados en el granito biotítico con megacristales. A continuación se describirán los principales afloramientos de acuerdo con su explotabilidad, y cuya ubicación se puede observar en el mapa nº 4.

* A F L O R A M I E N T O 1

Está situado prácticamente en el centro de la Reserva, siendo sus coordenadas UTM aproximadas: 30TUK397447.

Es un granito biotítico con megacristales, de grano medio y color gris medio a gris azulado, con una calidad ornamental aceptable.

Son afloramientos en lancha en los que la fracturación permite extraer bloques de tamaño comercial. Este afloramiento tiene un gran interés de cara a su explotación, constituyendo el yacimiento principal de la Reserva de Las Lanchas; por ello lo hemos denominado como MACIZO I y es analizado con mayor detalle en el apartado 6.3 de esta memoria.

* A F L O R A M I E N T O 2

Se encuentra situado inmediatamente al N. del anterior, tratándose de una lancha, prácticamente sin relieve y con una extensión aproximada de 80x40 m. En los alrededores del mismo hay lehm granítico con muy poca profundidad, por lo que la extensión global del macizo explotable es superior al afloramiento que se observa en la actualidad.

La facies granítica es la misma que la del afloramiento 1, presentando algunas heterogeneidades, provocadas principalmente por una desigual distribución de los megacristales, algunos de los cuales tienen gran tamaño (6 cm.), posiblemente de origen intratelúrico. Asimismo se observan algunos enclaves básicos, de bordes netos y tamaños del orden de 7 cm.

Este afloramiento no presenta diaclasas de origen tectónico por lo que se pueden extraer bloques de tamaño comercial. Las únicas diaclasas presentes son "juntas" subhorizontales de descompresión y enfriamiento, situadas a una profundidad aproximada de 30-35 cm.

* AFLORAMIENTO 3

Se encuentra a unos 500 m. al E. del afloramiento anterior. Es un afloramiento de 50x50 m., a modo de "lancha" en pendiente con un desnivel máximo de 1m.

Es un granito biotítico con megacristales de feldespatos, de grano medio y color gris medio a gris azulado. A escala de afloramiento esta roca presenta heterogeneidades producidas por una irregular distribución de los megacristales de feldespatos que en algunos casos se agrupan en bolsadas que puedan llegar a tener 0,5 m.



FOTOGRAFIA 21.- Vista general del afloramiento 3.

Por el contrario, no se observan enclaves, ni diques, ni alteraciones superficiales importantes.

Una de las características más destacables de este afloramiento es la total ausencia de diaclasado, por lo que se pueden extraer bloques de tamaño comercial.

En los alrededores del afloramiento hay recubrimientos poco importantes de suelos y lehm granítico, encontrándose el macizo rocoso a poca profundidad, por lo que su extensión real es superior a la mencionada con anterioridad.

* AFLORAMIENTO 4

Sus coordenadas UTM aproximadas son:
30TUK394450.

Este yacimiento está formado por varios afloramientos graníticos entre los que existen zonas con recubrimientos de suelos poco potentes. En conjunto la zona tiene una superficie aproximada de 100x100 m., si bien el afloramiento principal tiene 40x50m., tratándose de una losa granítica sin nada de relieve. Los dos afloramientos que hay en las proximidades son de menor extensión y relieves de 1 a 1,8 m.

El granito es similar al de los anteriores afloramientos y se caracteriza por mostrar variaciones de tamaño de grano y en la distribución de los megacristales. Los cuarzos tienen en muchos casos tamaños de grano gruesos y colores gris oscuro; por su parte los feldespatos tienen tamaños de 2 a 3 cm., pudiendo en ocasiones sobrepasar los 4 cm.

Este afloramiento contiene enclaves básicos con tamaños que van de 8 a 20 cm. y formas elípticas.

El afloramiento no está prácticamente diaclasado; existen diaclasas subhorizontales a una profun-

didad de 35 cm. y diaclasas verticales, de descompresión y enfriamiento, que no sobrepasan la primera horizontal.

* AFLORAMIENTO 5

Es un afloramiento rocoso con una extensión aproximada de 110x70 m. y un relieve máximo de 1,90 m., que se encuentra situada en la zona central de la Reserva.

Es un granito biotítico, con algunos megacristales de feldespato y color gris ligeramente azulado, que presenta importantes variaciones de tamaño de grano, pasando de un granito de grano medio a facies de grano fino a muy fino. La distribución de los megacristales es muy irregular pudiendo producirse fuertes acumulaciones de los mismos a modo de bolsadas, en las que los feldespatos tienen tamaños del orden de 3 cm.

Este afloramiento se prolonga en "lanchas" de baja relieve entre las que existen zonas con recubrimientos de suelo y "lehm" granítico poco potentes.

Este afloramiento presenta diaclasas de origen tectónico. Dos son las familias principales:
 $J_1 = N 65^\circ E$, $J_2 = N 110^\circ E$, ambas perpendiculares y con ángulos entre sí de 45° . El espaciado entre las diaclasas de cada



FOTOGRAFÍAS 22, 23.- Vista parcial del afloramiento 4.



FOTOGRAFIA 24.- Vista parcial del afloramiento 4.

una de estas familias es siempre superior a 4 m., por lo que permiten extraer bloques de tamaño comercial. De estas dos familias la J_2 es la menos frecuente. Las diaclasas J_1 son anteriores y pueden estar rellenas de turmalina.

Hay una diaclasa $J_1 = N 160^\circ E$ pero que tampoco impide extraer bloques de gran tamaño.



FOTOGRAFIA 25.- Vista general del afloramiento 5.

6.3. MACIZO I DE LAS LANCHAS

Es un afloramiento rocoso con una extensión aproximada de 90x70 m., con una morfología en "lancha" y una suave pendiente vergente al sur.

El acceso al mismo, al igual que a los demás afloramientos descritos en el apartado anterior, se efectúa por un camino de aproximadamente 6 km. que parte del kilómetro 34 de la carretera local de Marrupe a Buenaventura. Este camino no se encuentra en muy buenas condiciones pero permite el paso de vehículos.

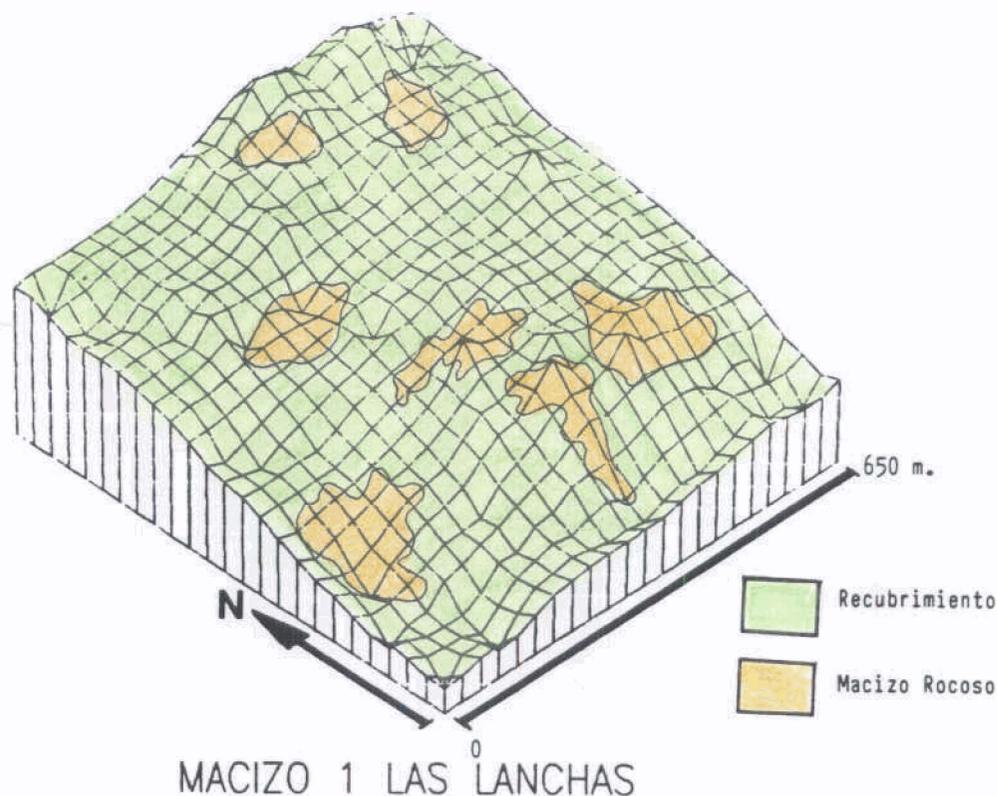


Fig. 20.- Bloque diagrama tridimensional de las inmediaciones del Macizo I de Las Lanchas

La facies corresponde a un granito biotítico con megacristales, de grano medio y color gris azulado; su aspecto pulido se puede observar en la fotografía 26-27.

Los megacristales de feldespato tienen tamaños que varían de 1 a 3 cm., si bien localmente aparecen algunos megacristales con tamaños superiores (pueden llegar a tener 5 cm.), posiblemente de origen intratelúrico. A lo largo del macizo estos megacristales tienen una distribución irregular, lo que confiere un cierto grado de heterogeneidad a la roca.

En superficie no se observan gabarros, cavidades miarolíticas, diferenciados magmáticos, schlierens, etc, que puedan proporcionar anisotropía a la roca. El carácter isótropo de la roca se ve acentuado por la ausencia de orientaciones minerales definidas (estructuras planares, lineares, etc), lo que favorece su explotación con fines ornamentales.

Este macizo está constituido por un afloramiento rocoso de 90x70 m. aproximadamente de extensión y morfología en "lancha" de bajo relieve.

Desde el punto de vista mineralógico este granito contiene como minerales esenciales: Cuarzo, Plagioclasas, Biotita y Feldespato K y como minerales

accesorios: Apatito, Circón, Opacos y ocasionalmente Moscovita; siendo los componentes secundarios más frecuentes: Clorita, Sericita, Moscovita y Opacos.

De este macizo se han estudiado nueve láminas al microscopio de muestras tomadas en los sondeos, no habiéndose observado alteraciones importantes.

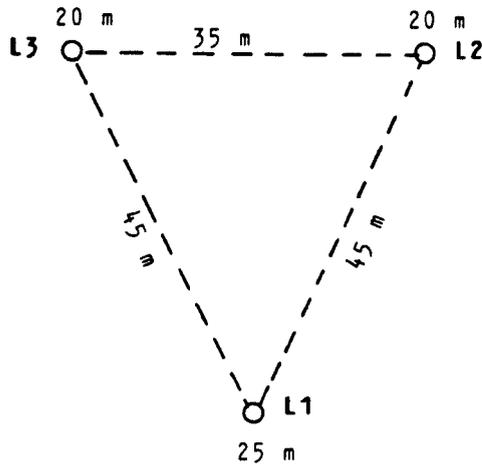
Las fichas de los estudios microscópicos se incluyen en los anexos con el indicativo L1.

Una característica importante de este macizo es que no presenta diaclasas de origen tectónico. En superficie solamente se observan diaclasas de descompresión y enfriamiento, subhorizontales, a una profundidad de 50 cm., espaciado que aumenta proporcionalmente con la profundidad. Originadas por el mismo proceso existe una red de grietas verticales, de trazado irregular y que definen figuras poligonales. Estas grietas profundizan exclusivamente hasta la primera diaclasa subhorizontal (aproximadamente 50 cm.).

6.3.1. S o n d e o s

En este macizo se han realizado tres sondeos con recuperación de testigo continuo, de 25 m. y otros dos

de 20 m., distantes entre sí 45 y 35 m. respectivamente.



Las columnas de los sondeos a escala 1:50 se incluyen en los anexos.

A continuación se expone una descripción sucinta de los mismos.

- Sondeo L-1

- Profundidad: 25 m., realizado sobre "roca viva" directamente en la lancha.
- Granito biotítico de color gris azulado, con megacristales de feldespato.
- Fracturación prácticamente nula; hay fracturas horizontales en los metros 0,5, 1 y 11.
- Variaciones en la densidad de megacristales.
- Entre los metros 10,9 y 23,8 hay un alto grado de heterogeneidad debido a variaciones composicionales y de tamaño de grano.
- Enclaves básicos aislados (con tamaños generalmente entre 4 y 6 cm.) entre los metros 15,5 y 20.
- Zona muy favorable para la explotación entre los metros 1,5 y 15,5 y a partir del metro 23,7.



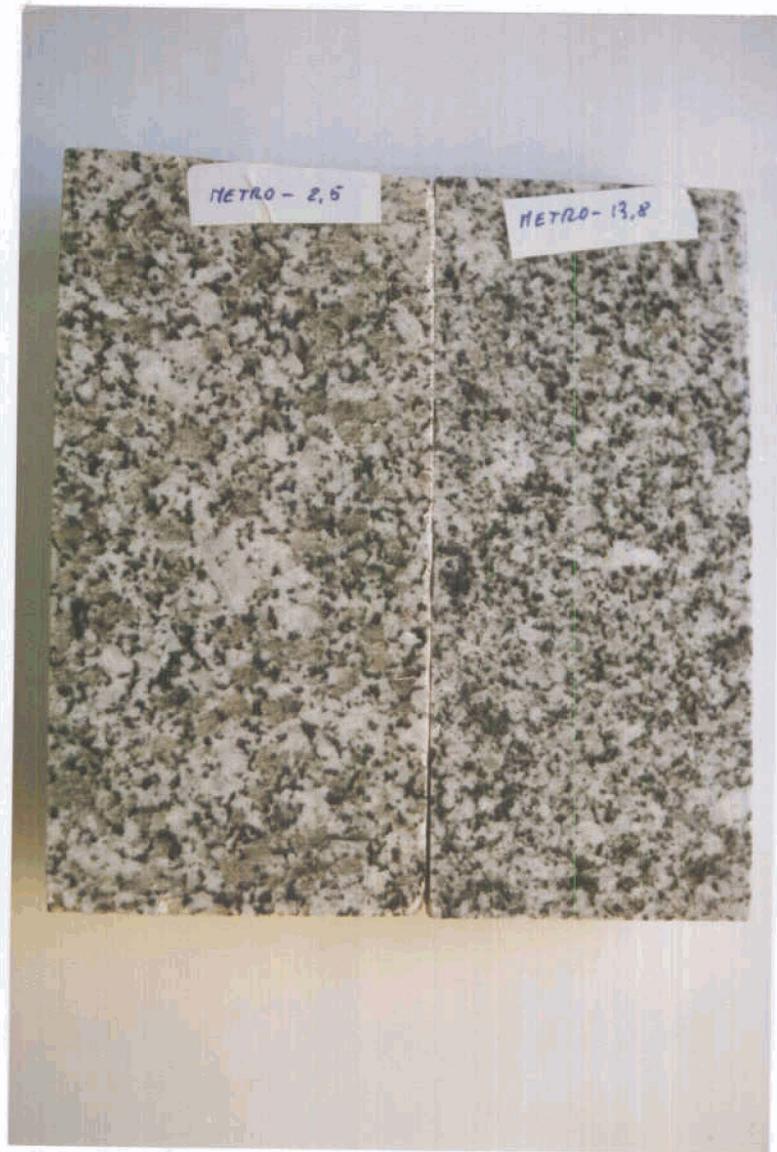
FOTOGRAFÍAS 26, 27.- Plaquetas pulidas de los testigos del sondeo L1.

- S o n d e o L-2

- Profundidad: 20 m., realizado sobre lehm granítico.
- Los dos primeros metros se hallan afectados por la meteorización, apareciendo algunas biotitas asociadas.
- Granito gris azulado con algunos megacristales y con un alto grado de homogeneidad en todo el sondeo, pese a existir algunas variaciones en la distribución de los megacristales.
- En todo el sondeo solamente existen tres fracturas significativas, en los metros 3,4, 9,3 y 16, las dos primeras horizontales y la última formando el 59° con el eje del sondeo.
- Solamente existen en el sondeo dos enclaves básicos entre los metros 12,5 y 13.
- Zonas favorables para explotar, a partir del metro 2,5.

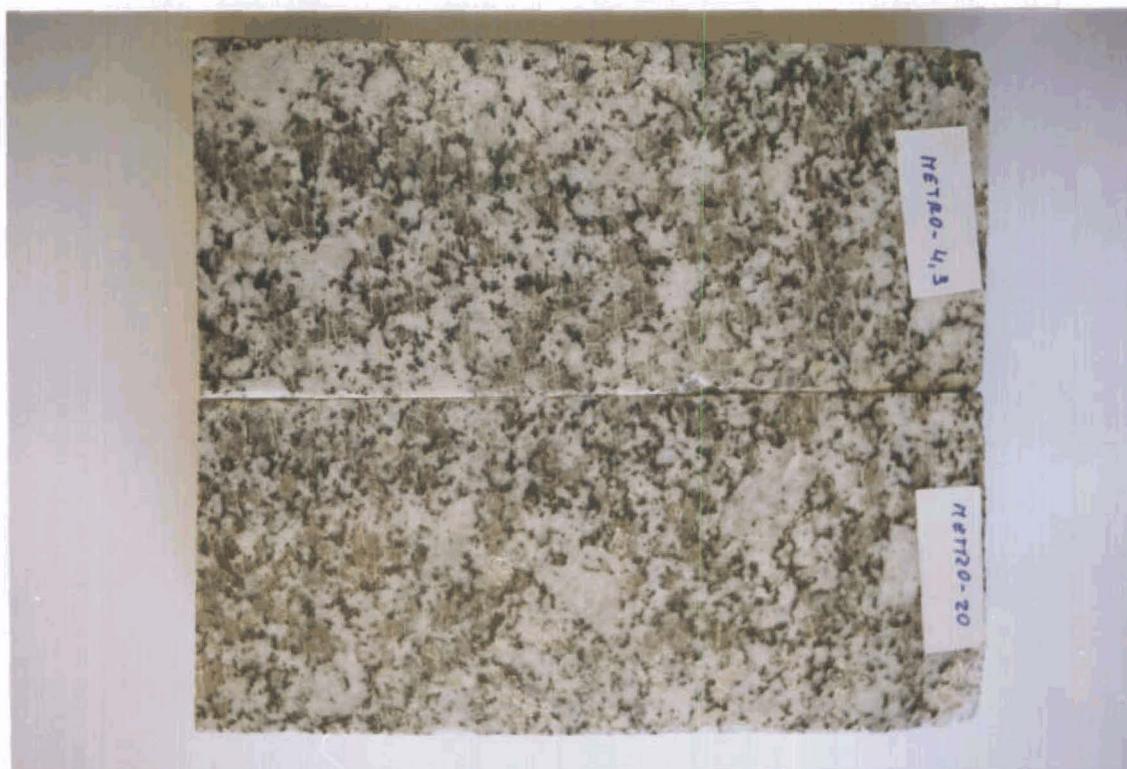
- S o n d e o L-3

- Profundidad: 20 m., realizado sobre lehm granítico.
- Los 2,5 primeros metros están afectados por la alteración meteórica con desferrificación importante de las biotitas.
- Granito gris azulado de características litológicas similares al de los demás sondeos.
- Bajo grado de fracturación, existiendo tan solo diaclasas en los metros 10 y 17.



FOTOGRAFIA 28, 29.- Plaquetas pulidas de los testigos del sondeo L2.

- Hay algunos enclaves aislados en el metro 6 y 15,5.
- Se cumplen características aceptables para la explotación a partir del metro 3, si bien es a partir del metro 4,5 cuando el granito adquiere sus mejores cualidades ornamentales.



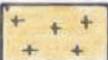
FOTOGRAFIA 30.- Plaquetas pulidas de los testigos del sondeo L3.

6.3.2. Alterabilidad de la Roca

El estudio de la alterabilidad de la roca se ha realizado, al igual que en los demás macizos de las demás Reservas del Estado, sobre muestras tomadas en los sondeos.



Fig. 21.- Síntesis geológica de los sondeos

-  Arena (Lehm)
-  Granito biotítico
- Diaclasa
-  Enclaves básicos
-  Zona de alta heterogeneidad.

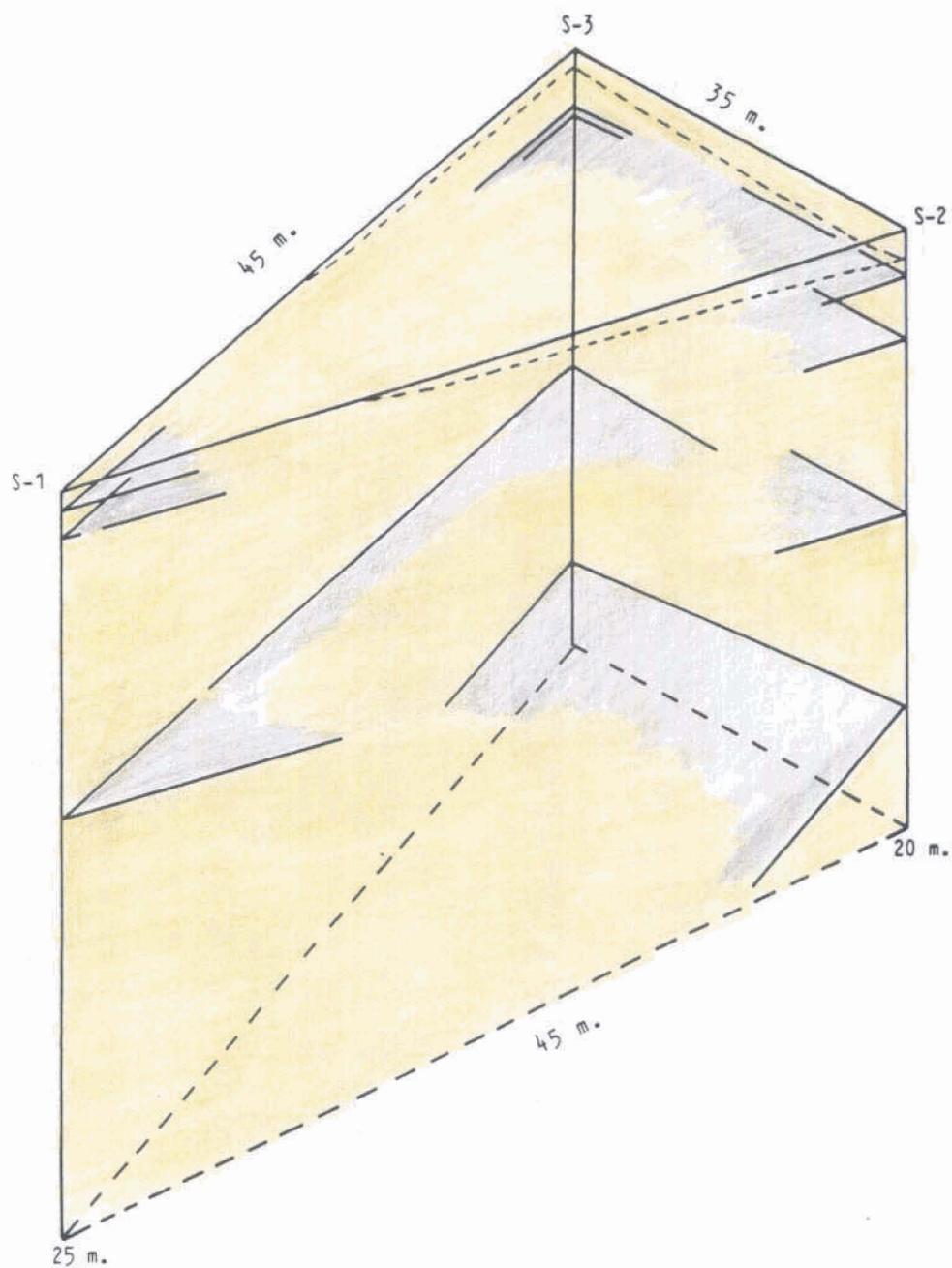


Fig. 22.- Bloque diagrama definido por los 3 sondeos. Las Lanchas-Macizo I. En gris las diaclasas subhorizontales o levantes.

En el caso del Macizo I de Las Lanchas se ha determinado el DETERIORO MINERAL a partir del estudio petrográfico de nueve láminas delgadas tomadas a distinta profundidad en los tres sondeos.

La descripción petrológica detallada se incluye en los anexos.

En todas las muestras se ha puesto en evidencia la presencia de una débil deformación interna de la roca, la cual provoca en ocasiones débiles alveamientos de las biotitas, a la vez que afecta con mayor intensidad a los cuarzos que pueden llegar a mostrar poligonizaciones incipientes.

Las muestras, el sondeo y la profundidad a la que se han tomado han sido las siguientes:

SONDEO	Nº DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)
L1	L1-2	1,31
	L1-3	9,50
	L1-5	25
L2	L2-1	2,5
	L2-2	13,3
	L2-3	20
L3	L3-1	4,3
	L3-2	15
	L3-3	20

Los deterioros minerales obtenidos, tomando como base el cuadro definido por J. ORDAZ Y R.M. ESBERT (1977) (ver pág.) son:

MUESTRA	INDICE DE Dm	DETERIORO MINERAL
L1-2	1,13	Bajo
L1-3	1,16	Bajo
L1-5	1,34	Bajo
L2-1	1,34	Bajo
L2-2	1,34	Bajo
L2-3	1,54	Bajo
L3-1	1,28	Bajo
L3-2	0,90	Muy Bajo
L3-3	1,13	Bajo

Como se observa en este cuadro el deterioro mineral del granito del Macizo I de Las Lanchas es bajo o muy bajo, si bien se pueden hacer algunas precisiones. En el sondeo 1 hay un ligero aumento del deterioro mineral al aumentar la profundidad; esto es debido a un débil aumento de la alteración de los feldespatos y biotita, mientras que el cuarzo tiene una deformación interna prácticamente constante.

En el sondeo 2 el proceso es similar, si bien se produce una leve disminución de la deformación del cuar-

zo. Finalmente en el sondeo 3 tiene lugar el proceso inverso, el deterioro mineral disminuye con la profundidad, debido a una disminución importante del cuarzo.

De cualquier modo, estas variaciones son poco significativas y no afectan de forma importante a la calidad de roca.

Tal como se ha indicado en el capítulo 2 de esta memoria, la alterabilidad de un granito es función del DETERIRO ACTUAL y de la METEORIZACION POTENCIAL, siendo así mismo el primero del deterioro mineral y de las oxidaciones.

Al efectuar el ensayo de resistencia a los cambios térmicos se ha comprobado que la roca no presenta oxidaciones, ni en superficie, ni en profundidad, por lo que el factor de oxidación es cero.

La METEORIZACION POTENCIAL se ha calculado a partir de los análisis químicos realizados en dos muestras representativas tomadas en los sondeos 1 y 2 a una profundidad de 8,50 y 20 m. respectivamente.

Los resultados obtenidos han sido:

	%	%
	-----	-----
Mg O	1,44	1,25
Ca O	2,50	2,58
Na ₂ O	2,67	2,76
K ₂ O	4,15	4,26

A partir de estos valores se obtiene una meteorización potencial de:

MP₁ = 46,8% 2

MP₂ = 47 % 2 46,9% 2 METEORIZACION POTENCIAL MEDIA

En base a estos datos se calculó la alterabilidad habiéndose obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)	I _a	ALTERABILIDAD
L1-2	1,31	0,85	Muy Baja
L1-3	9,50	0,86	Muy Baja
L1-5	25	0,88	Muy Baja
L2-1	2,5	0,88	Muy Baja
L2-2	13,3	0,88	Muy Baja
L2-3	20	0,92	Muy Baja
L3-1	4,3	0,88	Muy Baja
L3-2	15	0,81	Muy Baja
L3-3	20	0,85	Muy Baja

6.3.3. Calidad Mecánica de la Roca

Los ensayos se realizaron sobre muestras tomadas en los sondeos 1 y 2 a profundidades de 9,50 y 13 m. respectivamente. Los resultados obtenidos han sido:

- Absorción : 0,43% - 0,52%
- Peso específico aparente : 2,67-2,70 gr/cm³
- Resistencia a la compresión : 1.203-1.107 kg/cm²

- Resistencia a las heladas : 0,0075-0,0035% peso perdido
- Resistencia a los cambios térmicos : 0-0,002% peso perdido. No se producen alteraciones importantes ni oxidaciones.

La roca tiene unas características físico-químicas que se sitúan por encima de los valores mínimos señalados en la N.T.E. y se muestra totalmente inalterable en el transcurso del ensayo de resistencia a los cambios térmicos.

6.4. CONCLUSIONES PARCIALES

En la Reserva de Las Lanchas existen un conjunto de afloramientos graníticos en "lanchas", de bajo relieve y con la suficiente extensión superficial como para ser considerados de interés de cara a su explotación.

Todos estos afloramientos se encuentran relativamente próximos, en el centro de la Reserva en una superficie aproximada de 0,6 km².

Es un granito gris azulado oscuro, de grano medio y con megacristales, con buena calidad ornamental dentro de la gama de los grises.

Superficialmente las "lanchas" tienen una fracturación prácticamente inexistente que permite extraer bloques de gran tamaño.

En los sondeos se ha puesto de manifiesto en profundidad la existencia de algunas heterogeneidades, provocadas por variaciones en la densidad de megacristales y por la existencia de enclaves básicos diseminados en la masa granítica.

En profundidad la fracturación es prácticamente inexistente, lo que permite un alto rendimiento.

Los enclaves se han detectado sobre todo en torno al metro 14.

C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S

1. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

En este trabajo se han investigado tres reservas del Estado que previamente habían sido seleccionados en el proyecto: "Potencial Básico de Granitos Ornamentales en Castilla-La Mancha", precursor del actual.

Las tres áreas se encuentran en la provincia de Toledo y tienen unas extensiones entre 996 y 1.591 ha., totalizando en su conjunto 3.788 ha.

En cada una de las reservas se han seguido dos líneas de investigación diferentes:

1.- Estudio geológico-minero a E. 1:10.000, que incluyó una cartografía en la que se definieron las diferentes facies graníticas (desde el punto de vista ornamental), zonas de afloramientos y recubrimientos, caracteres tectónicos, distribución de enclaves, concentración de bolos, oxidaciones, etc. Así mismo se han cartografiado los principales "macizos rocosos" y yacimientos.

En los mapas también se han representado la ubicación de los sondeos y los puntos de toma de muestra.

En los yacimientos que están parcialmente fracturados (tal como sucede en el macizo de Pulgar I y II) se procedió al análisis del diaclasado, determinándose el tamaño del bloque natural extraíble y el rendimiento del macizo en base al diaclasado.

2.- Estudio interno de los macizos y análisis de las características intrínsecas de la roca.

Este apartado se afrontó efectuando, en los yacimientos más importantes localizados en cada una de las áreas, sondeos profundos con recuperación de testigo. Con ellos se ha podido comprobar la homogeneidad de las facies, la fracturación en profundidad y la alterabilidad interna del macizo.

De los testigos de los sondeos se han tomado muestras representativas a distintas profundidades, de las que se efectuó placas pulidas y un tren de ensayos físicos que han permitido la caracterización de la roca tanto en la superficie como a distintas profundidades.

Las muestras sobre las que se han efectuado los ensayos, cuyos resultados se incluyeron en el tomo de ANEXOS, han sido:

N° DE MUESTRA	SONDEO	PROFUNDIDAD (M)	RESERVA DEL ESTADO
V1-1	V1	7,3	Villarejo
V1-2		14	Villarejo
V1-3		16,4	Villarejo
V2-1	V2	4,7	Villarejo
V2-2		11	Villarejo
V2-4		20	Villarejo
P1-1	P1	2,4	Pulgar
P1-2		2,5	Pulgar
P1-3		10,5	Pulgar
P1-5		20	Pulgar
P2-1	P2	2,5	Pulgar
P2-3		12,5	Pulgar
P2-4		19,5	Pulgar
L1-1	L1	1,31	Las Lanchas
L1-2		1,31	Las Lanchas
L1-3		9,50	Las Lanchas
L1-5		25	Las Lanchas
L2-1	L2	2,5	Las Lanchas
L2-2		13,3	Las Lanchas
L2-3		20	Las Lanchas
L3-1	L3	4,3	Las Lanchas
L3-3		20	Las Lanchas

2. CONCLUSIONES

- RESERVA DE VILLAREJO DE MONTALBAN.

En esta reserva existe una roca de alto interés para su uso como roca ornamental. Es una roca básica que petrológicamente se situó entre tonalita y cuarzogabro, que destaca por su color negro a negro-verdoso y su grado de cristalinidad.

Pese a sus buenas características como roca ornamental, en el transcurso de nuestra investigación hemos podido comprobar que es inexplorable. Las razones de esta inexplorabilidad son los siguientes:

- No existen afloramientos rocosos extensos, sino que se trata de bolos de tamaño medio (entorno a 1 m³) rodeados de suelo y lehm granítico potente, alrededor de 5 m.
- Hay importantes variaciones de facies, que ponen de manifiesto cambios de tonalidad, tamaño de grano y composición, en distancias de pocos metros. Estos cambios de facies se mantienen e incluso aumentan en profundidad.
- En profundidad hay muchos tramos densamente fracturados, que impiden la extracción de bloques comerciales.

Este carácter es especialmente relevante en los diez primeros metros.

- Los principales afloramientos se encuentran muy próximos al pueblo y a la carretera local de San Martín de Pusa a San Martín de Montalbán. Una explotación en este sector supondría un fuerte impacto visual y acústico. Así mismo de acuerdo con la actual Ley de Minas no se podrían explotar los afloramientos más importantes de esta zona al encontrarse estos a una distancia inferior a 40 m. de las edificaciones. De acuerdo con esta Ley se podrían explotar los afloramientos situados más al norte, cuya ubicación coincide con la posición de los sondeos (mapa nº 2), no obstante estos muestran los inconvenientes mencionados en los puntos anteriores.

Como conclusión final podemos decir que las rocas básicas de la Reserva del Estado "Villarejo", NO SON EXPLOTABLES a pesar de sus buenas cualidades estéticas y su bajo grado de alterabilidad.

- RESERVA DE DEHESA DE PULGAR.

En esta reserva se han diferenciado cartográficamente cuatro facies graníticas, si bien los afloramientos más interesantes de cara a su explotación se centran en dos. Estas facies son un granito biotítico con

algunos megacristales y un granito biotítico de grano fino, ambos de color gris azulado.

En total se han localizado nueve "macizos rocosos" de interés, de los cuales solamente dos son de primera categoría; estos macizos han sido denominados Macizo de Pulgar I y Macizo de Pulgar II respectivamente.

El Macizo de Pulgar I es un afloramiento rocoso con una morfología global en cúpula. Sus dimensiones son : 450x150x19 m., que suponen aproximadamente 427.500 m³ de granito aflorante.

Las características más destacables de este yacimiento son:

- Facies globalmente homogénea tanto en color como en tamaño de grano.
- La roca presenta un deterioro actual muy bajo, una meteorización potencial baja y una alterabilidad muy baja.
- Buena calidad mecánica de la roca, con una resistencia a la compresión superior a 1.100 kg/cm³ y una pérdida en peso por efecto de las heladas del 0,0013%.
- Grandes reservas.
- Fracturación poco densa, con espaciados entre las diaclasas amplios que permitan extraer bloques grandes,

de tal modo que se extraerían, como media. el 85% de los bloques por encima de 3 m³.

El rendimiento de este Macizo exclusivamente en base a la fracturación, es superior al 70%, pudiendo llegar en algunos sectores a superar el 95%.

- Los accesos al yacimiento son buenos, encontrándose este a unos 2 km. de una carretera local por lo que el transporte no gravaría el coste de producción.

El Macizo de Pulgar II es un afloramiento rocoso en "lancha", que se presenta en una ladera vergente al Este. Sus dimensiones son: 100x130x3 m. que representan aproximadamente 20.000 m³ de roca aflorante.

Las principales características de este yacimiento son:

- Alto grado de homogeneidad cromática, textural y mineralógica, tanto en superficie como en profundidad.
- La roca presenta en el afloramiento un deterioro actual muy bajo y una meteorización potencial baja, siendo su índice de alterabilidad muy bajo.
- La roca muestra una buena calidad físico-mecánica, por lo que se prevé un buen comportamiento al explosivo y aserrado. La resistencia a la compresión es superior a

1.200 kg/cm² y la pérdida en peso por efecto de las heladas es de 0,0037%.

- La fracturación es más densa que en el Macizo I, no obstante en base al diaclasado subvertical se podrían extraer bloques de tamaños grandes, pudiendo obtenerse el 97% de los bloques por encima de 5,6 m³.

La fracturación subhorizontal es relativamente densa, mostrando un espaciado de 1,5 m., lo que indica un recubrimiento, en los 20 m. entorno al 62%.

- Los accesos son buenos y permiten el paso de maquinaria pesada.
- Por su ubicación, la explotación de este yacimiento produciría un impacto visual bajo dado que no sería visible desde ninguna población, ni vía de comunicación. Por idénticas razones el impacto acústico sería bajo.

Los demás afloramientos seleccionados en esta Reserva muestran igualmente características que admiten su explotación, no obstante o bien tienen dimensiones menores, o bien una mayor densidad de diaclasado, siendo el tamaño de bloque natural extraíble menor que en el caso de los Macizos I y II. De todos ellos el más destacable es el afloramiento 2.

- RESERVA DE LAS LANCHAS.

En la Reserva de Las Lanchas se han cartografiado tres facies graníticas, si bien los afloramientos de máximo interés se centran solamente en una de ellas.

Es un granito biotítico con megacristales de grano medio y color gris oscuro con unas buenas características estéticas de cara a su posible uso como roca ornamental.

En total se han localizado cinco "macizos rocosos" de interés, todos ellos con unas características superficiales muy similares, por lo que el estudio de detalle se centró en el más extenso de ellos, al que hemos denominado Macizo I-Las Lanchas.

Son afloramientos rocosos con dimensiones que van de 110x70 m. a 40x50 m. Todos ellos tienen una morfología en "lancha" con un bajo relieve y están rodeadas de lehm granítico y suelos poco potentes.

Las principales características del Macizo I son:

- Homogeneidad cromática, mineralógica y textural, tanto

en superficie como en profundidad, donde no existen variaciones importantes en los 20 primeros metros.

- La roca presenta un deterioro actual muy bajo y una meteorización potencial media, siendo su grado de alterabilidad muy bajo.
- Buenas características físico-mecánicas, por lo que se espera un buen comportamiento al explosivo y al aserrado. La resistencia a la compresión es superior a 1.100 kg/cm² y la pérdida en peso por efecto de las heladas oscila entre 0,0035% y 0,0075%.
- Una de las características más destacables de los yacimientos de esta reserva es el bajo grado de fracturación que presentan, dado que prácticamente no presentan diaclasas subverticales.

Del mismo modo el diaclasado horizontal (levantes) es muy escaso, con unos espaciados muy amplios, permitiendo la extracción de bloques de tamaños muy grandes.

Uno de los aspectos más interesantes de esta zona es el hecho de que los macizos rocosos tienen una extensión muy superior a la aflorante, dado que en sus inmediaciones hay un lehm granítico muy poco potente (0,5 m. de máximo), por lo que los afloramientos 2, 3 y 4 podrían pertenecer a un mismo "macizo rocoso" y posiblemente también el 1.

3. RECOMENDACIONES

De las tres reservas del Estado investigadas se debe descartar la de Villarejo debido a la gran irregularidad de la facies granítica y las malas condiciones de explotabilidad que presenta.

En las otras dos reservas existen varios yacimientos explotables, al menos 8 en la Reserva de Dehesa de Pulgar y 4 en la Reserva de Las Lanchas. Antes de proceder a la explotación de estos yacimientos se recomienda realizar:

- Mapa minero a escala 1:1.000 ó mayor, en el que se contemple: ubicación de frentes y evolución prevista de los mismos, situación de accesos, ubicación de estériles, parque de bloques y zona de servicios e instalaciones en general.
- Estudio de evaluación de impactos ambientales y de restauración de la zona afectada por la explotación.
- Apertura de un frente experimental que permita analizar la respuesta de la roca al explosivo y demás sistemas de arranque, a la vez que permite estudiar los costos de extracción.
- Extracción y tratamiento de un bloque encaminado a conocer la respuesta de la piedra al aserrado y pulido. Por este proceso se conocerá el costo de fabricación del producto semielaborado y elaborado.

B I B L I O G R A F I A

- APARICIO, A. (1.971).- Estudio geológico del Macizo Cristalino de Toledo. Est. Geol. V. XXVII, pp. 369-414.

- APARICIO, A; BARRERA, J.L.; CARBALLO, J.M.; PEINADO, M; TINAO, J.M. (1.975).- Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español. Mem. ITGE.T 88.

- BABIN, R. (1.977).- Relaciones entre deformación, metamorfismo y plutonismo en el sector occidental del Sistema Central Español. Bol. Geol. Min; 88 (6): 513-516.

- BALK, R. (1.937).- Structural behaviour of Igneous Rocks. Geol. Soc. Am. Mem. 5.

- BARD, J.P. (1.985).- Microtexturas de rocas magmáticas y metamórficas. Masson. Barcelona.

- BELLIDO, F; GONZALEZ LODEIRO, F; KLEIN, E; MARTINEZ CATALAN, J.R.; PABLO MACIA, J.G. (1.987).- Revisión sobre las características y clasificación de los granitoides hercínicos de la zona Norte de Galicia y del Oeste de Asturias. Cuad. Lab. Xeo. Laxe, 11 Sem. Est. Gall.

- CAOTE, R; CASQUET, C; FERNANDEZ CASALS, M.J. (1.982).- Los grandes complejos estructurales del Sistema Central: Modelo de evolución tectonometamórfica. R. Ac. Cienc. Ex. Fis. Nat. t. 76, 2: 313-331.

- CORRETGE, G. (1.983).- Las rocas graníticas, granitoides del Macizo Ibérico. Libro Juvilar J.M. Ríos pp. 569-593. Com. Nac. Geología.

- LOMBARDERO, M; RODRIGUEZ, J.I. (1.987).- Potencial Básico de Granitos Ornamentales en Castilla-La Mancha. Fondo documental del I.T.G.E.

- MUÑOZ DE LA NAVA, P; ROMERO, J.A.; RODRIGUEZ, J.I.; GARCIA ROMERO, E; CRESPO, A; CARRION, F; GARBBAYO, M.P; (1.989).- Metodología de Investigación de Rocas Ornamentales: granitos. Bol. Geol. Min. España. Vol. 100-3 (433-453).

- RODRIGUEZ, J.I. (1.988).- Prospección de Rocas Ornamentales en Madrid. Fondo documental del I.T.G.E.