

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE FARMACIA**  
Departamento de Edafología



TESIS DOCTORAL

**Contribución al estudio mineralógico y técnico de las rocas  
carbonáticas de Badajoz**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Francisco Javier Liso Rubio**

DIRECTORES:

**M. J. Liso Rubio**  
**Emilio Galán Huertos**

Madrid, 2015

Francisco Javier Liso Rubio

TP  
1981  
022



\* 5 3 0 9 8 5 5 6 3 5 \*  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

x - 53 - 223122 - 7

CONTRIBUCION AL ESTUDIO MINERALOGICO Y TECNICO DE LA ROCAS  
CARBONATICAS DE BADAJOZ

Departamento de Edafología  
Facultad de Farmacia  
Universidad Complutense de Madrid  
1981



BIBLIOTECA

© Francisco Javier Liso Rubio  
Edita e imprime la Editorial de la Universidad  
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía  
Noviciado, 3 Madrid-8  
Madrid, 1981  
Xerox 9200 XB 480  
Depósito Legal: M-8875-1981

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

FACULTAD DE FARMACIA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO MINERALOGICO Y TECNICO  
DE LAS ROCAS CARBONATICAS DE BADAJOZ.

MEMORIA

Que para optar al GRADO de DOCTOR en FARMACIA  
presenta,

FRANCISCO JAVIER LISO RUBIO.

MADRID, 1.979.





CONTRIBUCION AL ESTUDIO MINERALOGICO Y TECNICO  
DE LAS ROCAS CARBONATICAS DE BADAJOZ.

MEMORIA para aspirar al GRADO de DOCTOR en FARMACIA  
realizada por Francisco Javier Liso Rubio.

Trabajo dirigido por los Doctores, E. Galán Huertos  
y M.J. Liso Rubio.

MADRID, 1.979.



CONTRIBUCION AL ESTUDIO MINERALOGICO Y TECNICO DE  
LAS ROCAS CARBONATICAS DE BADAJOZ.





**A MI MUJER E HIJOS.**



El presente trabajo, ha sido desarrollado en el Departamento de Geología (Cristalografía y Minerología), de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura, dirigido por el Dr. D. EMILIO GALANHUERTOS, Profesor Agregado Numerario del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza y, co-dirigido por la Dra. Dña. MARIA JESUS LISO RUBIO, Profesora Adjunta Numeraria de Geología de la Facultad de - Ciencias de la Universidad de Extremadura.

Badajoz, Noviembre de 1.979.

Como autor de este trabajo quiero agradecer en primer lugar, al Prof. Don ANGEL HOYOS DE CASTRO su colaboración, interés y ayuda en todo momento que me ha prestado. Siempre encontré en él actitud de ánimo y -- ayuda en mis momentos mas difíciles.

Al Prof. Don EMILIO GALAN HUERTOS, maestro genial y verdadero amigo, mi más sincera y abierta gratitud, pues ha sido el artífice de esta Tesis. Su capacidad de trabajo, su buen hacer y enseñar con paciencia - ilimitada, han hecho posible esta realidad.

A la Profa. MARIA JESUS LISO RUBIO, el más cariñoso de los agradecimientos, pues con su ayuda en el Laboratorio y su tesón constante y firme ha sido la impulsora de este trabajo.

Junto con ellos, a mis compañeros de Departa--  
mento:

D. Gabriel Ruiz de Almodovar y Sel, Dña. Carmen Redondo Muñoz, D. Jaime Guixá Martínez, D. Javier Garcia -- Guinea y Dña. M<sup>a</sup> Fé Rios Martínez, mi agradecimiento - más sincero por su colaboración y ayuda en diferentes-  
aspectos de este trabajo.

**INDICE**

INDICE.-

1.- INTRODUCCION .....	1
2.- OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO .....	11
3.- ANTECEDENTES SOBRE LOS MATERIALES CARBONATADOS DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ .....	13
3.1.- Geología General de la Provincia de Badajoz .....	13
3.1.1.- Estratigrafía .....	14
3.1.2.- Tectónica .....	25
3.1.3.- Magmatismo .....	26
3.1.4.- Metamorfismo .....	29
3.1.5.- Evolución Geológica de la Provincia .	30
4.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DE LOS MATERIALES CARBONATADOS. DEPOSITOS ESTUDIADOS .....	33
4.1.- Geología .....	33
4.2.- Explotaciones de Calizas y Mármoles. Situación de los Depósitos Estudiados ...	40
5.- DESCRIPCION DE LOS DEPOSITOS. MATERIALES.	47
5.1.- Cantera de Cheles .....	47
5.2.- Cantera de Higuera de Vargas .....	52
5.3.- Cantera de La Jara .....	56
5.4.- Cantera de Almendral .....	60

5.5.- Cantera de Mármoles de Alconera .....	64
5.6.- Cantera de Los Santos .....	71
5.7.- Cantera de Cerro del Castillo .....	76
5.8.- Cantera de Ortigón .....	79
5.9.- Cantera de Hornos de Torremayor .....	81
5.10.- Cantera Anima y Horno .....	84
5.11.- Cantera Carija .....	87
5.12.- Cantera de Magacela .....	90
5.13.- Afloramiento de Pelacogotes .....	93
5.14.- Cantera de Jerez de los Caballeros ....	96
5.15.- Cantera Las Cuestas .....	100
6.- METODOS DE ESTUDIO.....	104
6.1.- Trabajos de Campo .....	104
6.2.- Trabajos de Laboratorio .....	105
6.2.1.- Análisis Mineralógico .....	105
6.2.1.1.- Difracción de rayos-X .....	105
6.2.1.2.- Microscopía de luz transmitida ....	109
6.2.2.- Análisis Químico .....	109
7.- RESULTADOS EXPERIMENTALES .....	115
7.1.- Cantera de Alconera .....	119
7.2.- Cantera de Los Santos de Maimona .....	124



7.3.- Cantera de Almendral .....	136
7.4.- Afloramiento de Pelacogotes .....	141
7.5.- Cantera de La Jara y Ortigón .....	150
7.6.- Cantera de Cheles .....	155
7.7.- Cantera Carija .....	165
7.8.- Cantera de Anima y Horno .....	170
7.9.- Cantera Cerro del Castillo .....	174
7.10.- Canteras de Higuera de Vargas, Las Cues-- tas, Hornos de Torremayor, Magacela y Je- rez .....	176
8.- INTERES TECNICO DE LAS CALIZAS DE BADAJOZ ..	200
9.- CONCLUSIONES .....	208
10.- BIBLIOGRAFIA .....	216

1.- INTRODUCCION.



## 1.- INTRODUCCION.-

Las principales rocas carbonatadas utilizadas por la industria son la caliza y la dolomía. Se definen como caliza y dolomías aquellas rocas sedimentarias compuestas por calcita o aragonito y dolomita en proporción superior al 50 por ciento. El aragonito es una forma metaestable del carbonato cálcico y tiende generalmente a transformarse en calcita por lo que en las calizas antiguas no es frecuente encontrarlo. La calcita,  $\text{CO}_3 \text{Ca}$ , tiene una densidad aproximada de 2,7 cristaliza en el sistema trigonal (Clase  $\bar{3} 2/m$ ) y tiene una dureza de 3. La dolomita  $(\text{CO}_3)_2 \text{Mg Ca}$ , es algo más densa y dura que la calcita, ( $d = 2,85$ ;  $D = 3,5-4$ ) y cristaliza también en el sistema trigonal pero en la clase  $\bar{3}$ .

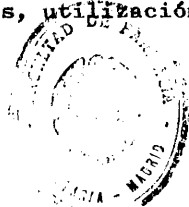
Los minerales carbonatados que se encuentran generalmente asociados a la calcita y dolomita son: - Siderita ( $\text{CO}_3 \text{Fe}$ ), Anquerita  $(\text{CO}_3)_2 (\text{Mg, Fe, Mn}) \text{Ca}$  y Magnesita ( $\text{CO}_3 \text{Mg}$ ), y debido al parecido en sus propiedades físicas no son fácilmente distinguibles unos de otros. La densidad, el color, forma cristalina y --- otras propiedades físicas ayudan en algunos casos a la identificación (GRAF Y LAMAR, 1.955). Existen técnicas de teñido que basándose en las distintas solubilidades de los materiales carbonatados (en orden de--- creciente de solubilidad: aragonito, calcita y dolomita) son útiles para su identificación (FRIEDMAN, --- 1.959) (HOGBERG, 1.971) (WARNE, 1.962).

La difracción de rayos X es muy util para determinar las fases carbonatadas e inclusive puede servir para el analisis cuantitativo con la introducción de standards. (MULLER, 1.967; RUNNELLS 1.970; MORELLI, 1.970; AYLLON, 1.976).

El color, es una propiedad que puede ser-  
indicativa de la pureza. Por lo general, las calizas mas puras suelen presentar tonalidades gris, marrón claro o blanco. En este sentido puede ser-  
conveniente el utilizar cartas de colores como la que posee la Geological Society of America (GODDARD, 1.963). Los oxidos de hierro forman parte-  
principal de las impurezas que dan color a las rocas carbonáticas, pero quizás las impurezas más significativas son debidas a los minerales de la arcilla, que pueden distribuirse uniformemente o concentrandose en particulas finas o en láminas, y al cuarzo, que puede estar diseminado en la roca, formando gránulos o concentrado en nódulos, lentejones o en capas.

Históricamente la caliza es una de las rocas industriales de usos más antiguos. Monumentos grandiosos se encuentran en todos los paises formados por esta roca carbonatada de ornamentación. En Badajoz un ejemplo notable de ello, es el Teatro Romano de Mérida.

Dentro del ámbito de las rocas industriales ocupa la caliza un lugar prioritario en orden a su abundancia, propiedades, utilización, -



industrialización y economía. Las rocas carbonatadas forman el 15 por ciento de los sedimentos de la corteza terrestre y en gran parte pueden ser explotadas fácilmente. Se encuentran en todos los continentes y se extraen normalmente en canteras de formaciones -- que varían desde el precámbrico al cuaternario. (SEELEY, 1.975) (SIEGEL, 1.967) y (TALFIT, 1.967).

La caliza es explotada en el mundo en casi -- todas las naciones. En treinta de ellas se extrae el 90 por ciento de la producción mundial. Estados Unidos, la Unión Soviética, República Democrática Alemana y Japón, contribuyen con un 65 por ciento aproximadamente. Otros cuatro países, República Federal -- Alemana, Gran Bretaña, Checoslovaquia y Rumania contribuyen con un 10 por ciento. La producción mundial de caliza se incrementó en la década de los 60 en un 7 por ciento anual (HUBBARD, 1.973) (SANDERS, FRIEDMAN, 1.967) y (POTTER, 1.968).

En España en 1.976 la producción total de -- mármol fue 691.946 Tm., mientras que en 1.977 fue de 770.968 Tm. En cuanto a caliza, España produjo 82.584.278 Tm., en 1.976, mientras que en 1.977 fueron 89.661.166 Tm., lo que representa un 8 por ciento de incremento anual, cifra muy por encima de las previsiones oficiales estimadas para este sector, que se cifraban alrededor del 3,5 por ciento.

De las 18 provincias españolas productoras -- de mármol, las principales son: Alicante, Almería, -- Palencia, Barcelona, Murcia y Valencia. Badajoz ocu-

pa el decimo séptimo lugar de producción de mármol. Las investigaciones de rocas carbonatadas para ornamentación programadas por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 1.973) cubren las zonas de mayores posibilidades (Fig. 1).

En cuanto la producción de calizas, en España se explotan en casi la totalidad de sus provincias. De ellas, superan los tres millones de Toneladas, Alicante, Barcelona, Guipuzcoa, Madrid, Murcia Navarra, Oviedo, Santander, Tarragona, Valencia y Vizcaya. Badajoz en 1.977 con cerca de 200.000 Tm., ocupa uno de los últimos lugares de la producción nacional, cifra que además está en regresión respecto a la producción de años anteriores.





La investigación oficial de calizas según determinados sectores, aplicaciones y años es la expresada en las Figuras 1 y 2. (M<sup>o</sup> de INDUSTRIA, -- 1.976 y 1.977).

La mayor parte de las explotaciones de caliza y mármol se efectúan a cielo abierto, en canchales o mediante bancos o cortas. Solo en algunos casos la rentabilidad del yacimiento permite una explotación mediante galerías.

De las varias aplicaciones que tiene la caliza en la industria (Fig. 3) la mayor parte se consume a escala mundial en las industrias metalúrgica y química y en agricultura. (JOHNSOTONE, 1.961) -- (CONSTOCK, 1.963) y (LAMAR, 1.965). En España, el consumo mayor se dá en la industria de la construcción, tanto en la fabricación de aglomerantes como

**INVESTIGACION SECTORIAL DE  
ROCAS ORNAMENTALES Y PARA  
LA INDUSTRIA QUIMICA Y  
SIDERURGICA**

**PROGRAMACION**

- 1972  Rocas volcanicas
- 1973  Calizas, marmoles, serpentinos y rocas volcanicas
- 1974  Calizas, marmoles, serpentinos granitos, dunitas, amiantos, pizarras
- 1975-76  Calizas, marmoles, granitos, pizarras.

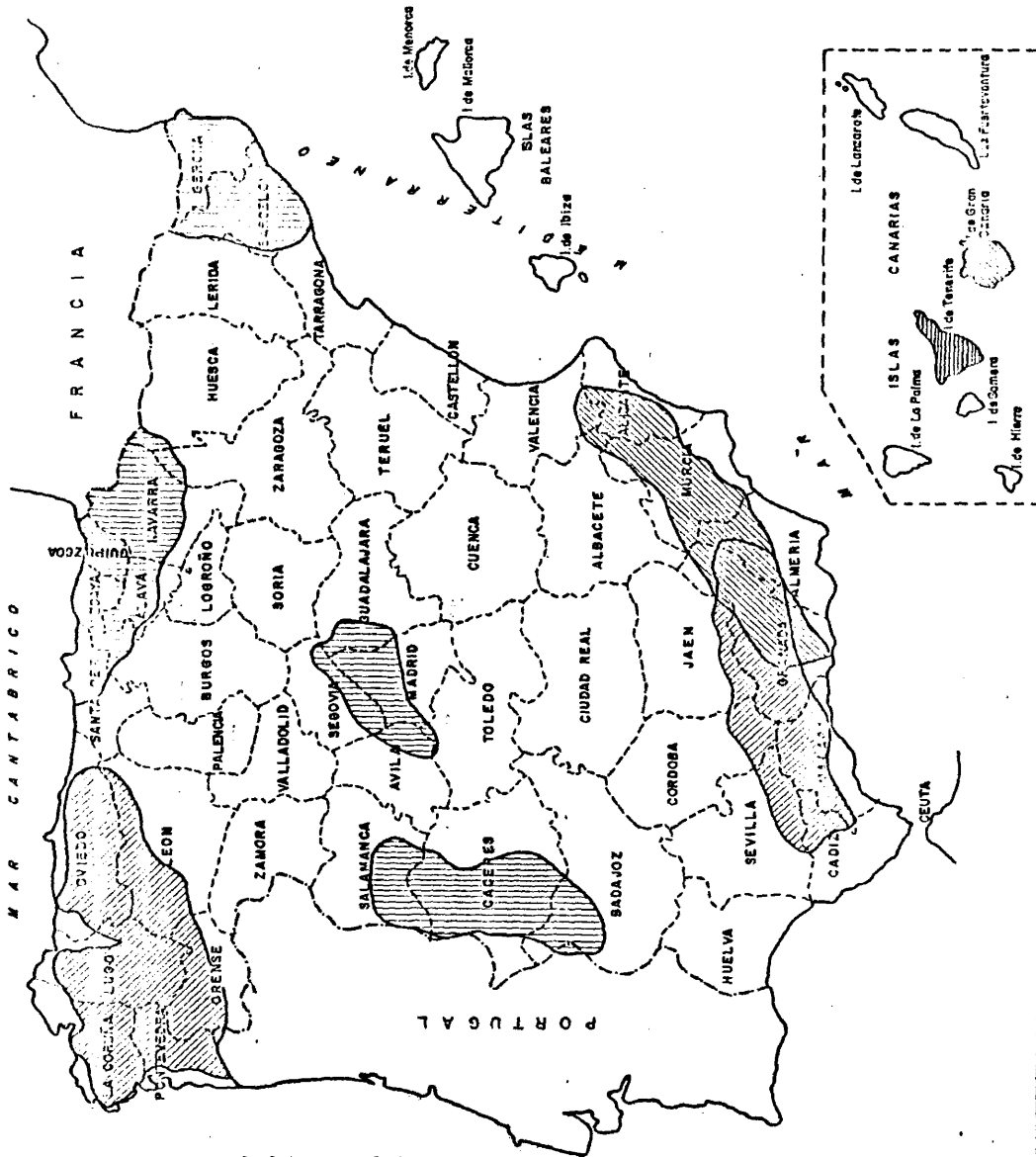


FIG 1

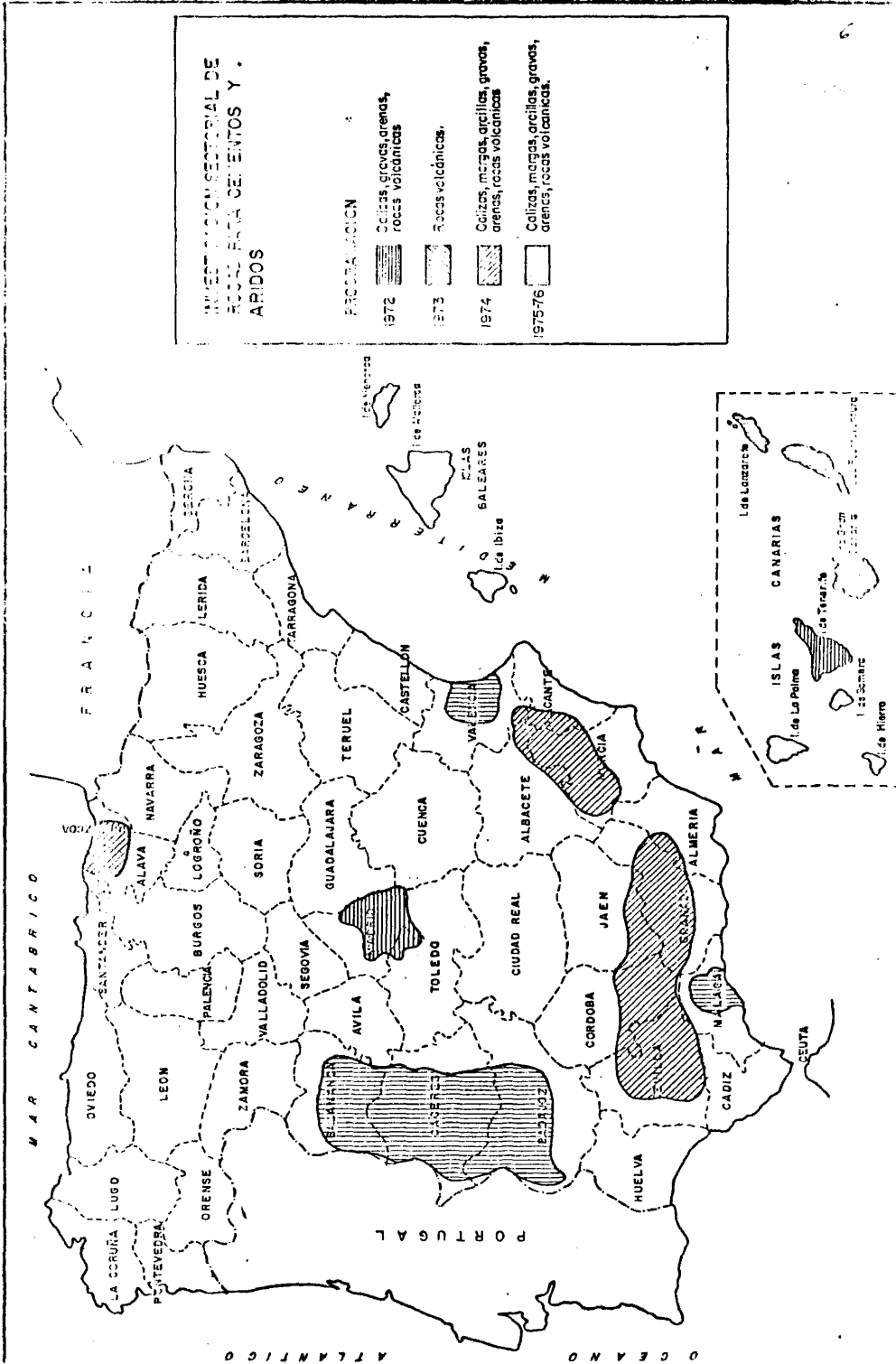


Fig. 2

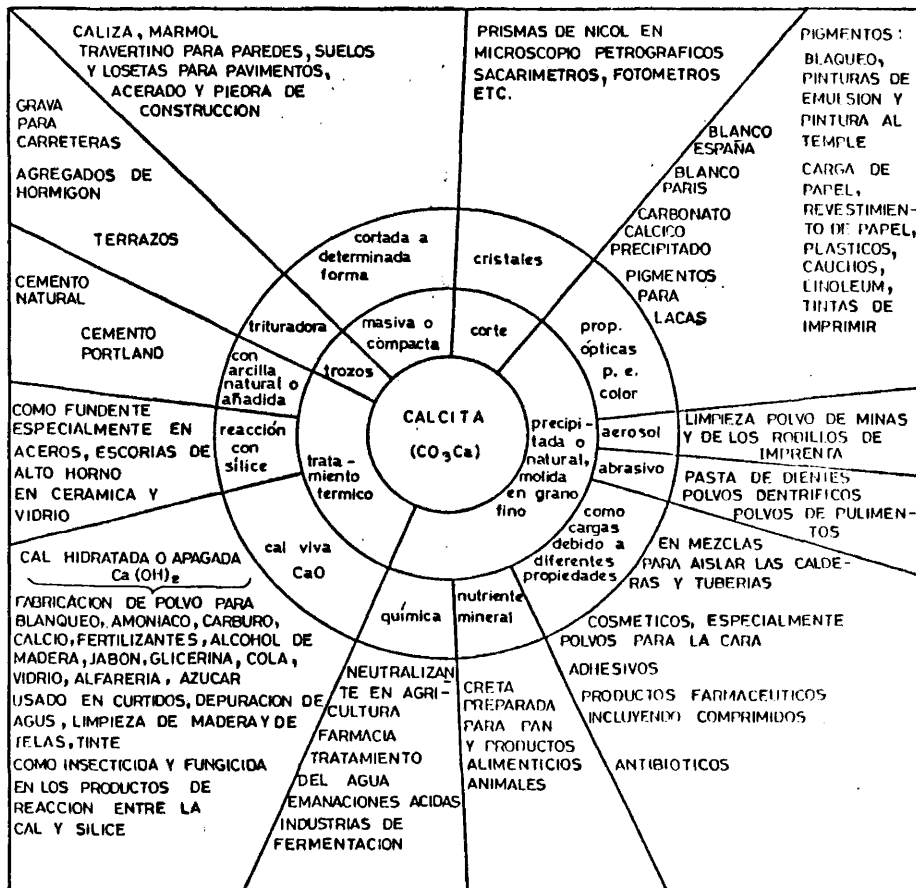


Fig. 3 Diagrama Robertson (simplificado) para las aplicaciones de la Caliza

de áridos de trituración y como roca de ornamentación.  
(IGME, 1.973).

Resulta especialmente interesante destacar las aplicaciones del carbonato cálcico en la industria farmacéutica.

En farmacia se utiliza como absorbente y alcalino, por lo que se emplea en la pirosis e hiperacidez gástrica, diarreas, etc., y se recomienda como recalificante en el raquitismo, escrofulosis, osteomalacia, etc. Disuelve el ácido úrico, por lo que se prescribe en la litiasis renal y se admite su acción favorable en los estados diabéticos (M<sup>o</sup> DEL EJERCITO, 1.975).

El carbonato cálcico se emplea como antiácido-gástrico "no amortiguador" de acción local, es decir - de los que potencialmente permiten llevar al pH gástrico, a valores superiores a los de la neutralidad. Suele ser el producto obtenido por precipitación del cloruro cálcico con carbonato sódico (carbonato cálcico - precipitado). También la Farmacopea Española (IX Edición), recoge el uso de la creta preparada como antiácido. La creta preparada es el carbonato cálcico natural, constituido por caparazones de foraminíferos, purificados por lavado y levigación. Este producto también puede ser de uso veterinario.

En general y para determinados comprimidos el carbonato cálcico puede utilizarse como sustancia auxiliar y excipiente. Un uso más generalizado se encuentra dentro de la cosmetología, formando parte de fórmu



las para depilatorios, polvos y suspensiones cosméticas. Por último, se utilizan en pastas y polvos dentríficos, como abrasivo. Hay que tener en cuenta que la dureza del esmalte del diente es 5, los cristales ortorrómbicos del aragonito tienen dureza 4, mientras que los trigonales de la calcita tienen dureza 3 lo que da preferencia a estos últimos. (DEL POZO, 1.977). En la actualidad en el mercado nacional existen comercializados 66 preparados en los que el carbonato cálcico entra a formar parte de sus fórmulas. (CONSEJO GRAL. DE FARMACEUTICOS, 1.979).

Sin embargo, el consumo de los carbonatos en preparados farmacéuticos y cosmetología suponen un consumo mínimo dentro del capítulo de su aprovechamiento, si -- bien el carbonato cálcico utilizado debe ser de una gran pureza por lo que el valor de estas pequeñas partidas - puede ser de hasta 100 veces el usado para cementos, áridos, etc.

La tendencia futura de acuerdo con el U.S. Bu---reau of Mines, (COOPER, 1.970), para la demanda de rocas ornamentales carbonatadas será probablemente de 4.522.000 a 6.110.000 Tm., hacia el año 2000, correspondiente a un crecimiento anual comprendido entre 2,3 a 3,3 por -- ciento, la demanda de la roca triturada se calcula para el año 2.000 entre 2.730.000.000 y 4.472.000.000. Tm., - correspondiendo a un crecimiento anual del 3,5 a 5,1 por ciento. Las cifras primeras dependen de la exactitud de lo previsto para la construcción por el National Planning Association. La demanda de caliza y dolomía puede diferir

de la prevista por los cambios de crecimiento de población y del producto nacional bruto de los diferentes países.

Estas predicciones toman en consideración previsiones económicas y varias contingencias tales como, cambios tecnológicos, compatibilidad de otras materias primas alternativas, incremento de los costes, y nuevos métodos de construcción. Pero, dado que no pueden conocerse la magnitud de los cambios de estos parámetros considerados, tampoco puede darse una respuesta sencilla al problema de la futura demanda. Las previsiones sociales para no contaminar al medio ambiente y la sustitución del petróleo y gas por otras formas de energía, afectarán a la industria de estas rocas carbonatadas en forma no predecible. Así por ejemplo la extracción de óxidos de azufre de gases acumulados puede necesitar grandes cantidades de caliza rica en calcio como absorbente o regenerador de otros materiales absorbentes. (BORGWARDT y HARVEY, 1.972), (HARVEY y STEINMET, 1.971) y (SLACK, 1.973). La calcita y dolomita ya se han utilizado para neutralizar las aguas de las minas (CARR y ROONEY, 1.975), (MIHOK, 1.968, 1.970) y (WILMOTH, 1.973). Si el proceso de  $CO_2$  como receptor en la gasificación del carbón se extendiera, sería un nuevo uso de la dolomita (GOODRIDGE, 1.973). Quizás en un futuro, la calcita se pueda utilizar como materia prima en la producción de fuels hidrocarbonados y suplementos alimenticios proteicos (SALOTTI, 1.970).

2.- OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.

## 2.- OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO .-

Es objeto del presente trabajo el contribuir al conocimiento geológico, mineralógico y tecnológico de las calizas y mármoles de la provincia de Badajoz, dentro de la problemática general del estudio de los recursos en minerales y rocas industriales de España.

El plan de trabajo previsto para desarrollar esta investigación ha comprendido las siguientes etapas:

- 1.- Reconocimiento geológico de las explotaciones de calizas y mármoles de mayor interés en la Provincia de Badajoz, así como de algunos denuncios aun no explotados.
- 2.- Desmuestra en los distintos afloramientos de las rocas carbonatadas y de los materiales espacialmente relacionados con ellos.
- 3.- Estudio mineralógico de los materiales, mediante microscopía de luz transmitida y difracción de rayos-x, y análisis químico.
- 4.- Clasificación de las rocas carbonatadas en función de su estudio analítico.
- 5.- Valoración de los recursos de rocas carbonatadas -- (calizas y mármoles), de los afloramientos estudiados y catalogación de los mismos en relación a su utilidad.
- 6.- Elaboración de conclusiones sobre la geología, mineralogía, composición química, recursos y utilidad de los materiales carbonatados de la provincia de Badajoz.

Durante la realización de las distintas etapas de este plan de trabajo, se ha efectuado una recopilación bibliográfica exhaustiva sobre los datos existentes de las calizas y mármoles de Badajoz (geología, mineralogía, explotaciones, usos, ....), sobre las prescripciones y usos de tales materiales a nivel nacional.

12 50

3.- ANTECEDENTES SOBRE LOS MATERIALES

CARBONATADOS DE LA PROVINCIA DE

BADAJOS.

**3.- ANTECEDENTES SOBRE LOS MATERIALES CARBONATADOS**  
**DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ.**

**3.1.- GEOLOGIA GENERAL DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ.**

La Provincia de Badajoz forma parte del macizo Hespérico o basamento hercínico de la Península Ibérica. Se entiende por Macizo Ibérico o Hespérico, el bloque - constituido por materiales precámbricos y paleozoicos - que abarca gran parte de la Península Ibérica, aflorando fundamentalmente en su parte occidental y extendiéndose bajo la cobertera mesozoica terciaria en la parte-oriental.

En el Macizo Hespérico se pueden diferenciar varias zonas de acuerdo con las variaciones que existen - desde el punto de vista estratigráfico, estructural, de metamorfismo, magmatismo y metalogenia.

Así se establecen las siguientes zonas:

- A) Zona Cantábrica
- B) Zona Asturoccidental - Leonesa
- C) Zona Centro - Ibérica
- D) Zona de Ossa - Morena
- E) Zona Sur Portuguesa

El suelo de Badajoz forma parte de las zonas -- Centro - Ibérica y Ossa - Morena. En la primera se comprenden los extremos NO y NE de Badajoz; a la segunda - pertenece el resto de la Provincia. (ALIA, 1.963).

También existen materiales terciarios y cuaternarios en afloramientos más o menos extensos y que cubren a los materiales precámbricos - paleozoicos.

Dentro de la Geología de Badajoz hay que distinguir dos conjuntos cuyas diferencias son muy claras, por un lado los materiales antiguos (pizarras, - cuarcitas, granitos, etc.), que forman parte del Macizo Ibérico, y, por otra parte, los materiales más modernos (arcillas, arenas, margas, etc.), del terciario y cuaternario que se encuentran en depresiones y cuencas de relleno. A continuación se describen los caracteres estratigráficos y litológicos generales, - tanto el Macizo Ibérico como los correspondientes al terciario y cuaternario (Fig. 4).

### 3.1.1.- ESTRATIGRAFIA

#### PRECAMBRICO.

Se presenta en extensos afloramientos de pizarras y cuarcitas. En el sur de la provincia de Badajoz, estos materiales precámbricos alternan con los del cámbrico, mientras en la Alta Extremadura no están bien delimitados, dando el conjunto cámbrico precámbrico una extensa área de pizarras y cuarcitas a la que son atribuibles junto con los berrocales graníticos, los caracteres geomorfológicos de penillanura.

#### CAMBRICO.

También afloran en extensas áreas en el sur de la provincia de Badajoz en bandas irregulares, de dirección NO - SE. Está constituido por materiales detríticos y calizas con abundancia de areniscas, pizarras y son frecuentes además los episodios de rocas volcánicas básicas.



Existen diferencias entre el cámbrico del sur de Badajoz (Zona de Ossa - Morena) y Alta Extremadura (Zona Centro - Ibérica), destacando en la primera la mayor abundancia de calizas y mármoles (Los Santos de Maimona, Jerez de los Caballeros, Alconera, etc.). (VEGAS, 1.971).

Resulta difícil sintetizar una estratigrafía del cámbrico extremeño, tanto por la monotonía litológica como por la falta de yacimientos fosilíferos sin duda consecuencia del elevado grado de metamorfismo, tanto regional como de contacto. Debido a estos problemas aún no totalmente resueltos hay autores que dentro de este cámbrico incluyen un posible precámbrico, aunque de momento tal hipótesis no se ha resuelto (LOTZE, 1.961).

Por comparación con otras series estratigráficas bien datadas, (HERNANDEZ PACHECO, 1.951), llega a precisar y datar como cámbrico superior una inmensa mayoría de las series cámbricas extremeñas.

#### ORDOVICICO- SILURICO.

Está ampliamente representado en la sierra de San Pedro y al sureste de Mérida (Zarza de Alange). También al SO de Badajoz en el límite con la frontera portuguesa.

Estos terrenos están constituidos por pizarras, cuarcitas "armóricas" del ordovícico inferior que dan las crestas de las sierras.

En el silúrico abunda más las pizarras, con niveles de cuarcitas que alcanzan gran continuidad. Estos dos pisos están datados mediante fósiles (Ortiguera)

bites y graptolites), aunque no en todos los afloramientos existe éste criterio de datación y correlación.

#### DEVONICO.

Se localiza en algunos núcleos sinclinales silúricos, en zonas bastantes reducidas ya que gran cantidad de estos materiales fueron erosionados. Se trata de formaciones pizarrosas con niveles de areniscas, cuarcitas y calizas. Fauna típica del devónico se encuentra en Alange y Aliseda, entre otras.

#### CARBONIFERO.

Aflora discordante sobre pizarras precámbricas o cámbricas en las zonas donde faltan los materiales del ordovícico al devónico, como ocurre en el SE de la Provincia (Azuaga, Llerena, NO de Zafra) Su litología es a base de conglomerados, areniscas, pizarras y delgadas capas de carbón, (VAZQUEZ, 1976).

#### TERCIARIO.

Está constituido por materiales eminentemente detríticos. Se localiza en depresiones y en ciertos casos en pequeñas fosas tectónicas. Otras veces, representa una especie de cobertera bastante arrasada sobre el paleozoico-precámbrico, los afloramientos más extensos son: Valle del Guadiana y N. de Azuaga (Badajoz). Además existen una serie de afloramientos en general de poca extensión, dispersos dentro de la provincia, (HERRANZ, 1.970).

Todos los afloramientos terciarios tienen en común el ser depósitos continentales, con ausencia de materiales anteriores al mioceno y la cons--

tante presencia del plioceno, constituido por las "rañas".

Los materiales que forman los depósitos terciarios son arcillas, arenas y areniscas, margas con niveles calcáreos y conglomeráticos y las "rañas", que están constituidas por cantos muy heterométricos dentro de una matriz arcillo-arenosa.

Las formaciones terciarias son horizontales y eventualmente pueden tener cierta inclinación por efecto de movimientos del zócalo, con cambios laterales de facies, especialmente en el mioceno.

#### CUATERNARIO

Los sedimentos cuaternarios se pueden agrupar en dos tipos: los ligados a terrazas y cauces de los ríos actuales, constituidos por conglomerados con intercalaciones de arenas y arcillas, y los de recubrimiento superficial de gran extensión pero con poca potencia. Dentro de estos últimos se pueden incluir también los derrubios de ladera. (GALAN Y COL. 1.977).

#### SUELOS DE BADAJOZ.

Los suelos de la provincia de Badajoz han sido estudiados con profundidad por GUERRA Y MONTURLOÉ (1.956, 1.959 y 1.968) HERNANDO Y COL. (1.962), entre otros. El problema de su clasificación ha sido puesto de manifiesto por GUERRA y otros (1.968), ya que la clasificación de KUBIENA,



(1.967), no puede adaptarse facilmente al caso de los suelos de Badajoz.

En general se pueden distinguir: suelos - poco evolucionados, suelos calizos, suelo con horizonte (B) cambico, suelo con horizonte (B) argílico, suelos ferruginosos y suelos hidromórficos.

Suelos poco evolucionados.

Entre los suelos poco evolucionados, los suelos aluviales están situados en pequeños v---alles de ríos y arroyos así como en las primeras - terrazas de los ríos más antiguos. Excepto en pequeñas zonas de escasa importancia, este tipo de suelo se encuentra en el amplio v---alle del Guadiana y en los de sus afluentes. (HERNANDO, V. Y COL. 1.962).

Los regosuelos sobre arenas siguen la dirección del río Guadiana por su margen izquierda, no presentándose por la orilla derecha. Los regosuelos sobre margas presentan un terreno constituido por lomas de pequeñas alturas con vegeta---ción raquífica siendo la marga muy blanda y de - textura arcillosa. (GUERRA, 1.956).

Suelos calizos.

Entre los suelos calizos, se distinguen - la xerorendsina, el suelo pardo calizo y el suelo rojo mediterráneo que se desarrollaron\*el oligoce no por sedimentación de aluviones en las zonas --

más deprimidas. Existe en dos grandes áreas de Badajoz Almendralejo - La Albuera y al norte de Llerena. El suelo pardo calizo se desarrolla sobre caliza en la zona de Olivenza, Badajoz y pequeñas formaciones repartidas al norte de La Garrovilla y Torremayor y se desarrolla sobre pizarras en Los Santos de Maimona y Villa franca de los Barros y al N. de Santa Marta. Cuando se desarrolla sobre limos calcáreos se encuentran en una zona inmediata a Almendralejo.

Suelos con horizonte (B) cámbico.

En cuanto a los suelos con horizonte (B) cámbico, la tierra parda meridional y el xeroranker de erosión sobre pizarras y calizas con áreas ligeramente carbonatadas, forman parte de una extensa penillanura en el sur de la provincia constituida por una superficie de erosión.

La tierra parda meridional y xeroranker de erosión sobre pizarras con áreas de Rotlehm, tiene gran importancia en toda la provincia de Badajoz por su cantidad más que por su calidad. Fisiográficamente presenta dos zonas completamente distintas, una en el S. y SO. y otra en el NE.

La tierra parda meridional y xerorankeranker de erosión sobre rocas intrusivas ácidas o básicas con áreas de suelo pardo mediterráneo, se encuentra en el S. y SO. de la provincia, además de uno en el N. en la región de Alburquerque.



La tierra parda meridional sobre pizarras con áreas de suelo pardo mediterráneo se encuentra repartido en pequeños núcleos por la Provincia. Así, se dá al O. de Valencia de las Torres, al S. de la Sierra de Ortiga y al O. de Puebla de Alcocer.

Suelos con horizonte (B) argílico.

El suelo pardo mediterráneo sobre pizarras ocupa pequeñas zonas repartidas principalmente al S. y SE. de la provincia, al NE. de Fuente de Cantos, al N. de Azuaga, al N. de Valle de la Serena, en las inmediaciones a Monterrubio de la Serena, al N. de Medina de las Torres, etc.

El suelo pardo mediterráneo sobre rocas intrusivas básicas tiene su máxima extensión en una zona comprendida entre Olivenza y Badajoz. Pequeñas extensiones se reparten de forma dispersa por el resto de la provincia.

El suelo pardo-rojizo no cálcico sobre arcosas forma extensas áreas en las inmediaciones de los aluviales del Guadiana, a ambos márgenes en la zona de la Vega Baja.

El suelo rojo mediterráneo con horizonte calizo sobre pizarras ocupa pequeñas extensiones hacia la parte centrica de la provincia en las inmediaciones a Villafranca de los Barros, Puebla -

de la Reina, Guareña, Fuente de Cantos etc., siempre en la margen izquierda del Guadiana, el suelo rojo mediterráneo con horizonte calizo sobre arcosa muy arenosa se extiende principalmente en zonas más grandes y repartidas. Al N. de Azuaga, al NE. de Valverde de Leganes, NO. de Montijo y SE. de Villar del Rey. Este suelo rojo mediterráneo con horizonte calizo sobre limos calcáreos se encuentra principalmente al NO. de Azuaga al N. de Valverde de Leganés.

Los suelos rojos y suelo pardo calizo de costra forman principalmente extensiones regulares en las proximidades de Almendralejo, en la margen izquierda del Guadiana y en la zona de Esparragalejo por la margen derecha.

La terra rossa y litosuelos sobre calizas aparece principalmente en grandes extensiones de dirección NO. - SE. desde Olivenza - Nogales - Los Santos de Maimona - hasta Llerena, y menos extensa otra zona también de dirección NO. - SE. entre Olivenza, Jerez de los Caballeros - Fregenal de la Sierra.

Suelos ferruginosos.

El rotlehw y braumlehm sobre pizarras constituye extensas áreas de la provincia. Así se encuentra en la parte SE. de la misma en zonas comprendidas desde Zarza de Alange hasta Peraleda de Zaucejo en el límite SE. de la provincia.



Más al N. también se extiende por zonas de Cabeza del Buey, Carlitos hasta subir a la Siberia Extremeña en el término municipal de Herrera del Duque. Por el extremo NO. de la provincia y ya casi al límite con la provincia de Cáceres también existen áreas de él, en La Codosera y Puebla de Obando.

Suelos hidromorficos o ligeramente hidromorficos.

El planosuelo sobre rañas esta muy repartido por la provincia. Así en las Vegas Bajas desde Mérida a Badajoz se presenta ampliamente por la margen derecha. De igual manera se presenta también en la margen derecha de la Vega Alta y en otras localizaciones muy repartidas a nivel provincial.

La tierra parda húmeda con pseudogley sobre rañas solo se dá en el limite NE. de la provincia en la parte de la Siberia Extremeña. (GUERRA Y MONTURIOL, 1.959).

Los vertisuelos sobre margas con áreas de suelos rojos son de pequeña extensión en Badajoz, están situados en la zona NE. de la provincia, junto a Castiblanco, el vertisuelo con estructura fina en superficie no está caracterizado por el material originario sino por la acumulación de materia orgánica. Sus enclaves más importantes están en la zona de Almendralejo y Villafranca de los Barros.-

El vertisuelo fuertemente estructurado hasta la superficie es de poca extensión en la provincia, se sitúa al NE. de Montijo, NO. de Santa Marta y N. de Aceu---chal, principalmente.

La vega parda sobre margas se encuentra localizada en pequeñas extensiones, principalmente al O.- y NO. de Bienvenida. Junto a pequeñas colinas de margas muy arcillosas y erosionables existe una posterior aplanamiento de los cerros por la erosión. En esta zona endorreica se desarrolla la vega parda.

### 3.1.2.- TECTONICA.

Los rasgos tectónicos fundamentales responden a la orogenia hercínica que ha afectado a todo el macizo ibérico. La orogenia hercínica actuó en dos fases de plegamiento. En la segunda fase, dentro del -- carbonífero inferior, se producen las macroestructu-- ras hercínicas, que en muchos casos aparecen bien delimitadas por los niveles de cuarcitas armorianas. - (JULIVERT Y COL. 1.974).

La dirección media de los grandes pliegues es NW. - SE., de los que merecen destacar por su gran ex tensión los siguientes: Anticlinorio de Olivenza - Mo nesterio, sinclinorio de Zafra - Llerena - Alanís; an ticlinorio de Almendralejo - Azuaga, anticlinorio de Guareña - Higuera de la Serena.

Estas estructuras son las responsables de los afloramientos del silúrico, devónico y carbonífero en los sinclinorios y del precámbrico en los anticlino-- rios. En el anticlinorio de Almendralejo - Azuaga lle-- gan a aflorar las rocas más antiguas de la región -- (Formación "Olló de Sapo").

A veces, la dirección de los materiales su-- fre algunos cambios, caso de las rocas del cámbrico - que con frecuencia están en contacto con los macizos-- graníticos, y que se inflexionan o amoldan debido a - la intrusión granítica.

Anterior a la orogenia hercínica, los material les paleozoicos sufrieron los efectos de otras fases--

tectónicas anteriores, que se traducen principalmente en discordancias, de las cuales la más generalizada es la que existe entre las cuarcitas del ordovícico inferior, transgresivas sobre el cámbrico.

La repercusión que tuvo en la región la orogénia alpina, se manifiesta como una tectónica en bloques bastante atenuada. (VEGAS Y MORENO, 1.973).

### 3.1.3.- MAGMATISMO.

#### A) VULCANISMO.

A lo largo de todo el paleozoico, existió una actividad volcánica que se manifiesta con desigual desarrollo según las zonas y períodos. Las primeras manifestaciones son de la serie riolita - dacita - andesita, se trata de un conjunto potente de lavas y materiales piroclásticos anteriores al cámbrico que forma una franja que va desde el E. de Llerena a las inmediaciones de Córdoba.

El vulcanismo cámbrico está particularmente desarrollado en el SO. de Badajoz, siguiendo las alineaciones de las rocas cámbricas. Está representado esencialmente por basaltos de tendencias espiliticas (SE. de Oliva de la Frontera). En el ordovícico y silurico también existió vulcanismo muy repartido del que quedan pequeños afloramientos.

En el carbonífero se encuentran manifestaciones importantes de tipo basalto-espilita, con al

gunas diferenciaciones ultrabásicas más o menos ser  
pentinizadas. Un afloramiento de estos materiales -  
se encuentra al E. de Bienvenida.

En general, el vulcanismo está bastante de-  
sarrollado en la parte S. de la provincia, es decir  
la que forma parte de la zona de Ossa - Morena, y -  
poco desarrollado en parte N., en donde los aflora-  
mientos están repartidos y son de menor extensión.-  
Esto indica una diferencia en las características -  
paleogeográficas de las 2 zonas, con mayor desarro-  
llo de fracturas que afectaron al zócalo de la par-  
te S. y que permitió la subida de materiales volcá-  
nicos.

#### B) PLUTONISMO.

El plutonismo está desarrollado en toda la-  
región, diferenciándose varias etapas a lo largo --  
del ciclo hercínico. De manera muy general, se pue-  
den diferenciar tres etapas principales:

1) Granitos alcalinos, metamorfizados, anteriores a  
la primera fase del plegamiento hercínico (Aceuchal  
y Almendralejo y en una banda estrecha desde Hinojo  
sa del Valle a Llera). Estos granitos están más o -  
menos gneisificados (Ortogneis de Llera - Valencia-  
de las Torres).

2) Granitoides sintectónicos (o algo tardíos) con-  
el comienzo de la fase de plegamiento principal her-  
cínico. Están en mayor o menor escala milonitizados  
con desarrollo en algunos casos de esquistosidad de

fractura. Pertenecen a éste grupo el extenso macizo de Barcarrota y pequeños afloramientos situados en las zonas de Jerez de los Caballeros y Fuente de Cantos. El batolito de Barcarrota es de composición granodiorítica pero con pasos graduales hacia rocas más básicas (gabros anfibólicos, dioritas, etc ..).

3) Granitoides claramente postorogénicos. Según su localización y extensión se pueden dividir en dos grupos:

I) Los grandes batolitos del N. de Badajoz (Garrovillas, Mérida y prolongación O. del batolito de los Pedroches). Son granitos y granodioritas asociados a los cuales existen microgranitos, aplitas, pórfidos graníticos, etc. En algunos casos como en el batolito de Mérida, hay asociaciones complejas formadas por dioritas, tonalitas, gabros con granodioritas y microgranitos.

II) Batolitos del anticlinal de Olivenza - Monesterial. Son manifestaciones de pequeña extensión tales como los macizos de Burguillos del Cerro, S. de Salvatierra de los Barros, E. de Jerez de los Caballeros, Valencia del Ventoso y otros de menor extensión. Están constituidos esencialmente por granodioritas y tonalitas, a los que están asociados microgranitos, doleritas y microgabros con un cortejo pegmatítico muy poco desarrollado.

La mayoría de las mineralizaciones metálicas de Badajoz están ligadas al plutonismo postoro ----

génico como depósito de los fluidos postmagnéticos o como resultado de fenómenos pirometasomáticos producidos principalmente sobre las calizas del cámbrico.

#### 3.1.4.- METAMORFISMO.

El metamorfismo regional está caracterizado por facies de baja presión, aunque en el S. alternan bandas prácticamente exentas de metamorfismo con otras de presión intermedia e incluso alta. En la parte N. (Zona Centro - Ibérica) el metamorfismo se mantiene dentro de la zona de estabilidad de la clorita. En la parte S. (Zona de Ossa - Morena) hay un metamorfismo de presiones intermedias en una banda desde Badajoz a Azuaga correspondiente a la primera fase de plegamiento hercínico. En el resto no se llega a la isograda de la biotita, salvo en el núcleo de las Mayorgas al N. de Fregenal que se tienen para génesis metamórficas con biotita, cordierita y almandino en esquistos y gneises y hornblenda verde y plagioclasa andesina en anfibolitas. En algunas zonas el metamorfismo debió alcanzar también alta temperatura dado fenómenos de migmatización y granitización. Las rocas más representativas de la banda metamórfica son: esquistos micáceos, gneises y niveles intercalados de anfibolitas.

También hay que hacer referencia al metamorfismo térmico producido por algunos plutones sobre las rocas en las que intruyeron, originando aureolas



de metamorfismo de alta temperatura, con la transformación de las pizarras en pizarras mosqueadas con andalucita y corneanas y de las calizas en mármoles o "skarn" en los que se pueden tener paragénesis complejas de -- diópsido, glosularia, magnetita, etc. (GALAN Y COL., - 1.977).

### 3.1.5.- EVOLUCION GEOLOGICA DE LA PROVINCIA.

Durante los tiempos precámbricos y cámbricos - el dominio es de tipo geosinclinal permitiendo el depósito de potentes series de pizarras con emisiones subvolcánicas. En el límite precámbrico - cámbrico la -- cuenca se ve afectada por movimientos epirogénicos correspondientes a la fase asintica. En el cámbrico medio es probable que emergieran algunas áreas integradas en gran parte por rocas eruptivas, relacionadas a las cuales se formaron depósitos calizos de carácter - arrecifal (calizas con arqueociátidos).

En el cámbrico superior el geosinclinal vuelve a acentuarse hasta llegar al límite durante el ordovícico, donde se comienza con depósitos litorales de carácter transgresivo. Del dominio geosinclinal se pasa así a un dominio de plataforma con regresiones más o - menos acentuadas. El silúrico alcanza mayor desarrollo en el SO. con potencias notables y manifestaciones subvolcánicas que sugieren un fondo inestable con características más o menos propias de geosinclinal. En cambio, en el SE., los materiales silúricos junto con los

ordovícicos y devónicos no están representados, sin que pueda precisarse si es por una falta de depósito o por erosión durante el devónico. En el silúrico es posible que tuviera lugar la intrusión de los granitos alcalinos preorogénicos, relacionada con una etapa de distensión.

El devónico alcanza un mayor desarrollo en el SO., mientras que en el resto de la provincia se depositó con carácter epicontinental y está representado solo esporádicamente.

En el carbonífero tienen lugar las dos fases principales del plegamiento hercínico. La primera ocurre casi en el límite con el devónico y es cuando se desarrolla el metamorfismo regional y durante la segunda se forman los grandes pliegues. Entre ambas fases o solapándose con la segunda tiene lugar la intrusión de los granitoides sintectónicos.

Ligado al plegamiento se produce la emergencia casi total de la región, quedando algunas cuencas con carácter continental en las que se depositan materiales correspondientes al carbonífero.

Durante el carbonífero superior y/o permotrias tiene lugar la intrusión de los granitoides postorogénicos. A partir del carbonífero comienza una larga etapa de arrasamiento que dará lugar a la morfología de penillanura.



En el terciario, o posiblemente en los últimos tiempos mesozoicos, se individualizaron una serie de cuencas en las que se depositan materiales detríticos alternando con etapas de erosión, que afectaron tanto a los materiales paleozóicos como a los terciarios. (GALAN Y COL., 1.977).

4.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DE LOS  
MATERIALES CARBONATADOS. DEPOSITOS ESTUDIADOS.



4.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DE LOS  
MATERIALES CARBONATADOS. DEPOSITOS ESTUDIADOS.

4.1.- GEOLOGIA.-

Todos los afloramientos calizos elegidos para este estudio están comprendidos en la zona Ossa - Morena, al sur del batolito de los pedroches, hasta el limite oeste geográfico de la Provincia de Badajoz. - (Fig. 5).

El principal problema presentado por las series cámbricas de Badajoz es la delimitación que abarcan al hallarse dispuesta entre varias series litoestratigráficas. Por una parte, el muro quedará definido en los dominios meridionales por calizas de arqueociátidos de acuerdo con la proposición de (VEGAS, 1.971), mientras que en el resto de la zona de estudio estaría representado por los episodios detríticos a veces con facies conglomeráticas, de gran distribución regional.

En general los afloramientos carbonatados con figuras verdaderos complejos de rocas carbonatadas -- con incidentales intercalaciones de brechas calcáreas conglomeráticas, más o menos marmorizadas, siendo patente la existencia de medios sedimentarios diferentes a lo largo de su columna estratigráfica.

La base de la formación está representada por calizas y dolomías laminadas, culminando con margas - y pizarras rojizas con pequeños niveles calcáreos in-

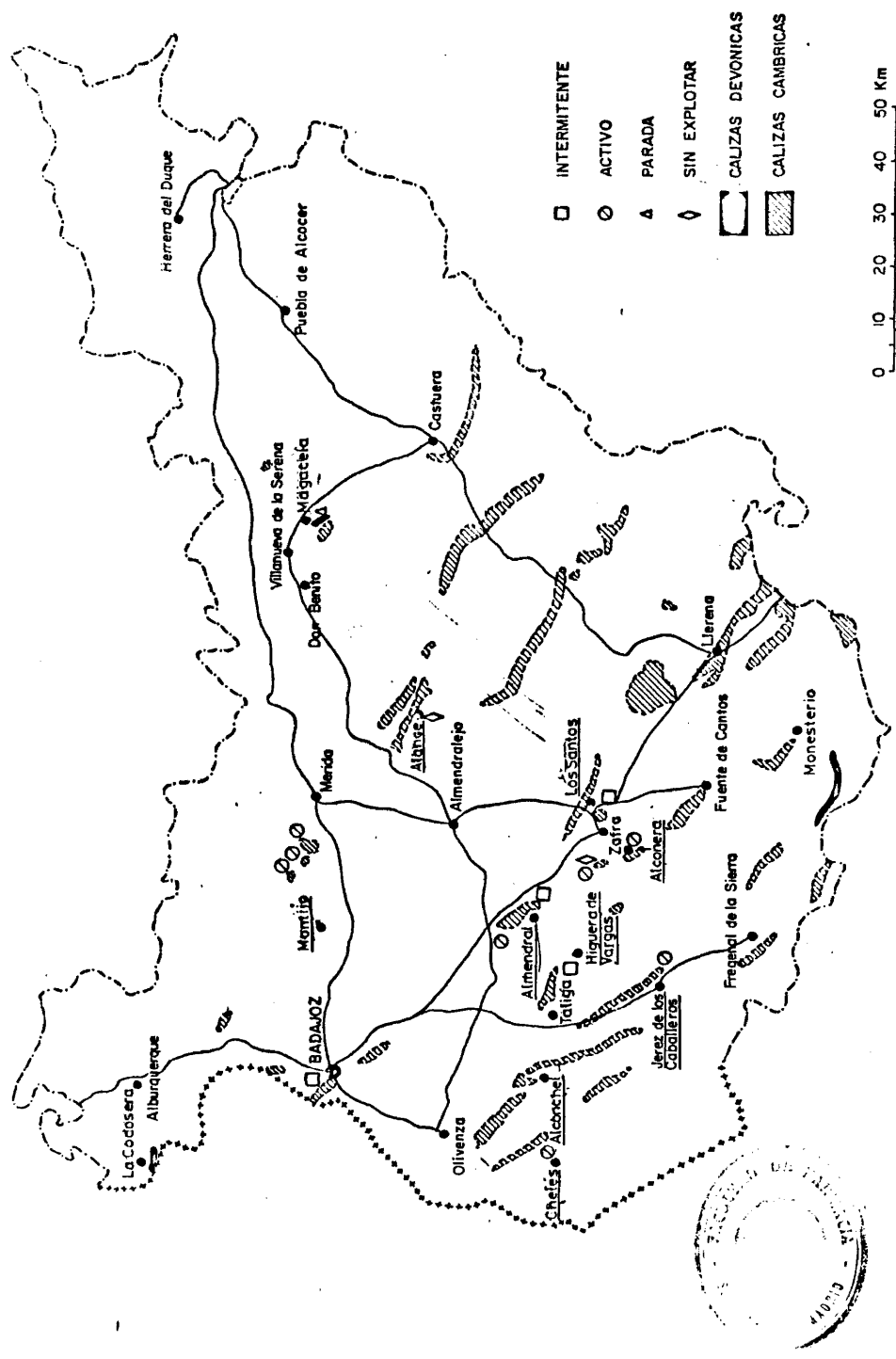


Fig. 5 - PRINCIPALES AFLORAMIENTOS CALCAFEOS Y LOCALIZACION DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

tercalados, estratigráficamente es de vital importancia el representar el nivel fosilífero más bajo existente de edad cámbrica que se puede considerar en líneas generales como formación isocrónica. Esta formación ha sido denominada con diversos nombres dentro del Área de estudio por otros tantos autores. Así, FRICKE (1.941 - 1.951), las denomina Caliza del Agua, en honor de la Sierra del Agua, - al S. del Guadacanal MELENDEZ - MELENDEZ (1.941) - las denominó Calizas de Alconera en la región de - Zafra; SCHNEIDER (1.941) las denomina capas de Campoallá según el paraje del mismo nombre situado en la Hoja de Constantina y LOTZE y SDZUY (1.961), emplean la denominación de caliza del Agua para los términos más masivos y puros de la formación carbonática y capas de Campoallá para los tramos de calizas y pizarras alternantes.

Su distribución irregular, así como su variable espesor, motivado bien por los frecuentes cambios de facies o por causas tectónicas (lamina-ciones o repeticiones tectónicas), hacen muy difícil el establecimiento de una columna estratigráfica detallada de extensión regional; no obstante, existen zonas tranquilas en donde sí ha sido posible hallar un cuadro coherente de amplio espaciado.

Especialmente en el dominio septentrional y central (flanco N. del eje Olivenza - Monesterio) la formación carbonática se compone de muro a techo de los siguientes términos:

- Δ Calizas bandeadas de color algo azuladas, según delgados bancos con pizarras y lechos ferruginos en gran proporción, que definen la base de la formación. El espesor es variable desde 60 a 30 m. e incluso pueden no estar representadas en algunas áreas.
- Calizas de tonos claros o rosados (marmorizadas) con débiles intercalaciones pizarrosas verde rojizas que definen el elemento estructural de estratificación. Estos términos de tan difícil control estructural motivado por la enorme recristalización sufrida, son los que alcanzan mayor desarrollo, pudiendo formar en ocasiones la parte inferior de la formación.
- Calizas magnesianas y dolomías sacaroideas blanca en gran parte marmorizadas; localmente en Alconera (Hoja de Zafra), aparecen formaciones arrecifales (biohermales) con abundantes pruebas paleontológicas, confirmando el lecho calcáreo.

En la zona de Montijo ROSSO DE LUNA, -- (1.954), y HERNANDEZ PACHECO, (1.954), señalan la presencia de algunos manchones de calizas cámbricas o calerizos y materiales metamorfizados. El conjunto de calizas de estas zonas está intensamente metamorfizado por la influencia de los macizos graníticos, hasta el punto de dar origen a verdaderas calizas mármóreas recristalizadas, de colores claros y veteadas.



El contacto de la masa caliza con los terrenos que la rodean no siempre es fácil de descubrir, pues a menudo estas calizas se sumergen o quedan cubiertas por un conjunto de materiales de alteración que las enmascara.

La zona ha sido estudiada recientemente por HERRANZ ARAUJO, (1.970), quien estima que existen intercaladas bandas irregulares o lenticiones de calizas color crema, rosadas o verdosas de grano finísimo y --- translúcidas, cuyo origen sedimentario no es seguro ya que no aparecen afectadas por el metamorfismo que claramente se manifiesta en las pizarras encajantes.

En la zona de Almendral, el cámbrico aflora a ambos flancos del núcleo anticlinorial precámbrico de Olivenza - Monesterio, y está constituido por calizas y/o dolomías grises y blancas de grano fino a grueso - total o parcialmente marmorizadas y con superficies rojizas de alteración. De modo casi general se presentan en bancos con estratificación poco definida y aspecto masivo.

Están afectadas de modo muy desigual por una - carstificación superficial. En algunos casos estos paquetes calcáreos ponen de manifiesto una microestratificación que refleja la geometría del plegamiento y, - en consecuencia, el grado de tectonización a que se -- han visto sometidas (sur de Almendral).

Los tonos rojizos de las calizas se acentúan - en los valles y áreas deprimidas, coincidiendo con un recubrimiento eluvial arcilloso rojizo producto en su-

mayor parte de la decalcificación de calizas. Las intercalaciones de rocas ígneas de quimismo ácido, así como de diques básicos, son esporádicos y de muy escasa extensión.

En la zona de Alconchel por encima del conjunto detrítico pizarroso del cámbrico inferior, yace una formación calizo - dolomítica equiparable al horizonte calizo de facies de Alconera con arqueociátidos. Se la considera como nivel guía del Cámbrico Inferior del SO. peninsular ibérico.

En la zona de Higuera de Vargas los materiales calizos y dolomíticos conservan todas las características de las calizas de Sierra Morena. El conjunto de la serie calcárea se compone de un nivel inferior, en el que alternan pizarras verdosas con lechos calcáreos y calcoesquistos y un nivel superior de bancos gruesos de calizas de tonos y grado de dolomitización muy variable con intercalaciones de lechos ferruginosos. En ocasiones presentan un aspecto marmóreo muy acusado, debido probablemente a su proximidad al batolito de Barcarrota.

Los materiales calizos de la zona de Cheles aparecen generalmente en "klippes" calizas repartidas de modo irregular por la zona. Su textura es granoblástica inequigranular. La calcita es el mineral predominante.

En cuanto a las calizas devónicas de la provincia conviene establecer su menor significación frente a las calizas del cámbrico mucho más interesantes en Badajoz tanto por su extensión como en su interés económico.

Se citan algunos yacimientos calizos del devónico en las proximidades de La Codosera casi al límite con la frontera de Portugal y en Magacela.

Al SE. de Badajoz, en los parajes del Cerro Alajón, Arroyo de la Calera y en las laderas meridionales de Sierra de Peñas Blancas han existido pequeñas explotaciones sobre las calizas devónicas y fueron explotadas familiarmente y a pequeña escala para la fabricación de cal. La dificultad de acceso y lo alejado de núcleos de población de importancia, unido al carácter eminentemente regresivo del mercado de este producto, han sido las causas de que no existan yacimientos de interés económico.

En cuanto a rocas carbonáticas de ornamentación los afloramientos son interesantes en Badajoz En el término de Villagonzalo y en las proximidades a Villanueva del Fresno aparecen dos afloramientos con buenas perspectivas del futuro. Sin embargo, el yacimiento de Alconera constituye una realidad auténticamente importante por -- sus características de baja tectonicidad, gran vistosi-- dad y resistencia a la meteorización, de accesos fáciles y buenos, excelente calidad y reservas ilimitadas.



4.2.- EXPLOTACIONES DE CALIZAS Y MARMOLES. SITUACION  
DE LOS DEPOSITOS ESTUDIADOS.

Según la Estadística Minera de España, el número de explotaciones de calizas en la Provincia de Badajoz durante 1.977 es de once con una producción de 92.037 metros cúbicos frente a los 44.732.857 metros cúbicos de la producción nacional, lo que representa el 0,20 por ciento. Asimismo, el número de explotaciones de mármoles para ese período anual fue de uno, dando una producción de 105 metros cúbicos que frente a los 318.577 metros cúbicos de la producción nacional representa el 0,03 por ciento. Estas cifras representan un descenso del 11,5% de la producción provincial respecto a la de 1.976, en mármoles y, del 7% en calizas.

En la actualidad los denuncios de las explotaciones de materiales carbonatados en Badajoz alcanzan una cifra de treinta y ocho unidades. Pero debido a diversos condicionamientos, sobre todo de tipo económico, la realidad es que no se explotan más de una veintena, incluyendo los que tienen una explotación discontinúa o intermitente. Esto parece ser debido a que la demanda de estas rocas carbonáticas es muy limitada y su aprovechamiento más generalizado, las lleva a su empleo como áridos.

En el presente trabajo se han seleccionado y estudiado los afloramientos que ofrecen mayor interés (Tabla 1). De ellos ocho se encuentran en la

actualidad en explotación activa, seis en explotación intermitente y uno constituye un afloramiento susceptible de explotación pero que actualmente no ha comenzado.

Los yacimientos estudiados que se encuentran en explotación y sus aplicaciones actuales son:

Hornos de Torremayor (HT)	... Obtención de cal
Cerro del Castillo (CC)	... Aridos
Anima y Horno (AH)	... Aridos
La Jara (LJ)	... Aridos
Cheles (CH)	... Aridos
Jerez de los Caballeros (JC)	Aridos
Carija (C)	... Aridos
Alconera (AD y AI)	... Marmol de ornamentación.

Los yacimientos estudiados que en la actualidad se encuentran en explotación intermitente y sus usos son:

Almendral (A)	..... Aridos
Ortigón (O)	..... Aridos
Higuera de Vargas (HV)	..... Aridos
Las Cuestas (LC)	..... Aridos
Los Santos (LS)	..... Fabricación cemento
Magacela (MZ)	..... Obtención de cal.

Relación y Situación geográfica de los depósitos estudiados.

<u>LOCALIDAD</u>	<u>PARAJE</u>	<u>HOJA 1.50.000</u> <u>M.T.N.</u>	<u>COORDENADAS GEOGRAFICAS</u>	<u>ESTADO ACTUAL DE LA</u> <u>EXPLORACION.</u>
Cheles	Dehesa de S. Blas	Cheles (826)	72 16' 20" long. 382 31' 50" latit.	Activo
Higuera de Vargas	El Cerrajón	Higuera de Vargas (852)	62 59' 20" long. 382 27' 10" latit.	Intermitente
Almendral	La Jara	Alconchel (827)	62 51' 20" long. 382 38' 31" latit.	Activo
Almendral	Valdecubas	Barcarrota (828)	62 50' 30" long. 382 35' 15" latit.	Intermitente
Alconera	La Hoya. El Cer- cado	Zafra (854)	62 29' 12" long. 382 21' 10" latit.	Activo
Los Santos Maimona	Cerro S. Cristo bal	Zafra (854)	62 22' 13" long. 382 27' 50" latit.	Intermitente
Los Santos Maimona	Cerro del Casti- llo	Zagra (854)	62 21' 5" long. 382 27' 20" latit.	Activo
Alconera Ortigón	Dehesa de Abajo	Zafra (854)	62 30' 10" long. 382 20' 10" latit.	Intermitente
Torremayor	El Chaparral	Montijo (776)	62 28' 50" long. 382 58' 10" latit.	Activo

<u>LOCALIDAD</u>	<u>PARAJE</u>	<u>HOJA 1.50.000</u> <u>M.T.N.</u>	<u>COORDENADAS GEOGRAFICAS</u>	<u>ESTADO ACTUAL DE LA</u> <u>EXPLOTACION.</u>
La Garrovilla (Anima y Horno)	Las Razonas	Mérida (777)	6º 29' 10" Long. 38º 58' 15" Latit.	Activo
Mérida	Sierra Carija	Mérida (777)	6º 22' 5" Long. 38º 56' 10" Latit.	Activo
Magacela	Ejido	Villanueva de la Serena (779)	5º 43' 50" Long. 38º 53' 5" Latit.	Paro
Villagonzalo	Pelacogotes	Almendralejo (803)	6º 19' 15" Long. 38º 47' 30" Latit.	-----
Jerez de los Caballeros	Cerro del Gi tano	Jerez de los Caballeros (875)	6º 46' 10" Long. 38º 21' 20" Latit.	Activo
Badajoz	Las Cuestas de la Orinaza	Badajoz (775)	6º 59' 40" Long. 38º 55' 20" Latit.	Intermitente



El afloramiento denominado Pelacogotes aún no ha sido explotado pero por sus características parece tener marmol susceptible de explotación como roca de ornamentación.

En la recopilación bibliográfica efectuada para la realización del presente trabajo no se han encontrado publicaciones concretas sobre las rocas carbonáticas objeto de este estudio. Solo en publicaciones sobre la geología regional de la provincia de Badajoz existen datos de las áreas y materiales calcáreos comprendidos en algunas de las zonas estudiadas.

Un estudio algo más concreto se desarrolla en las memorias correspondientes a los Mapas de Rocas Industriales del Instituto Geológico y Minero de España correspondientes a la provincia de Badajoz, así como en el Atlas e Inventario de Rocas Industriales (IGME, 1.973). Los únicos estudios dignos de destacar se refieren a las calizas de Los Santos de Maimona y a los mármoles de Alconera.

En cuanto a las aplicaciones industriales que tienen o tuvieron las rocas carbonatadas de Badajoz, hay principalmente tres vertientes de utilización: rocas de construcción y ornamentación, áridos de trituración y como materia prima para la obtención de cales y cementos.

Litológicamente son calizas, calizas marmóreas o mármoles, dolomias o calizas dolomíticas, de colores variables y diversas tonalidades de rojo, --

gris o blanco, microcristalinos y en algunos casos sacaroides, compactas o margosas, con frecuentes venas de recristalización, tanto de calcita como de cuarzo.

Estratigráficamente forman un paquete complejo con importantes variaciones en la vertical y horizontal por frecuentes cambios laterales de facies. La forma y disposición de los paquetes es muy variable, desde tableados, con intercalaciones de niveles de margas pizarrosas, a paquetes masivos de hasta 50 metros de potencia, con practicamente todos los pasos intermedios.

El grado de tectonicidad y metamorfismo es igualmente otra de las características cambiantes del material, existiendo zonas con metamorfismo y baja tectonicidad o vicerversa y, en otros puntos, ambos factores afectan al material.

Todas estas variables marcan la aptitud del material para las diferentes aplicaciones. Las explotaciones de rocas de construcción y ornamentación se situan en mármoles y calizas marmóreas, localizándose puntos de extracción en las proximidades de Alconera, de donde prácticamente el 80 por ciento de la producción se exporta a Italia y otros países europeos, dada la buena calidad y visibilidad del material. Existe igualmente buenas perspectivas para este tipo de roca de ornamentación en el término municipal de Villagonzalo.

Las explotaciones que utilizan o han utilizado este material como árido de trituración generalmente se sitúan de forma dispersa en la provincia, ya que han sido destinadas para arreglos y mejoras de carreteras. Las masas mas explotadas han sido los puntos en los que aparecen dolomias masivas por tener mayor coeficiente de aprovechamiento.

Las calizas utilizadas para la obtención de cales y cementos, presentan unas calidades variables, se localizan núcleos de explotación en Jerez de los Caballeros, Torremayor, La Garrovilla y Mérida.

Es de destacar la importancia que tuvo la instalación de una fábrica de cementos en Los Santos de Maimona que, hasta que fué clausurada absorbió las calizas procedentes de la zona, que según se refleja en los análisis resultaban apto para estos fines.

El laboreo de estas explotaciones es rudimentario, generalmente de tipo familiar, sobre todo en las dedicadas a la obtención de cal y tienen un volumen de producción anual muy bajo, que en la mayoría de los casos no llega a los 100 metros cúbicos.

Las obras de ampliación de la carretera NV, dentro del plan Redia, supuso un aumento de la producción de rocas para la obtención de áridos llegando en ocasiones al orden de los 45.000 m. cúbicos al año para las explotaciones de La Garrovilla y Carija. De igual manera, actualmente se potencia la extracción de áridos para el mismo fin en la carretera N-630 (Cerro del Castillo).



110

5.- DESCRIPCION DE LOS DEPOSITOS. MATERIALES.

5.- DESCRIPCION DE LOS DEPOSITOS, MATERIALES.-

Se describen a continuación los afloramientos de rocas carbonatadas que han sido objeto de estudio, cuya relación y situación geográfica se presenta en la Tabla Nº1 y en la Fig. 5.

5.1.- CANTERA DE CHELES.-

El afloramiento carbonático se encuentra en el término municipal de Cheles a 2 Km. al N. de la ciudad, en la carretera de Cheles a Olivenza a unos 100 metros de su margen izquierda. Esta comprendido en la Hoja nº 826 1:50.000 del M.T.N. con unas coordenadas medias de 7º 16' 20" de longitud y 38º 31' 50" de latitud, en el paraje denominado "Dehesa de San Blas".

La cantera en la actualidad se encuentra en explotación activa contando con planta de machaqueo y mezcladora de naftas, pues se dedica exclusivamente a áridos para la pavimentación de carreteras.

La situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 6. El afloramiento está datado como cámbrico inferior en el que las calizas aparecen en pequeños klippes aislados, rodeados proximalmente por pizarras astillosas violáceas y grises correspondientes al silúrico superior, con tramos de areniscas blancas sacaroideas.

De este afloramiento se han seleccionado veintiuna muestras, CH-1 a 20 y CH-TU, esta última representa el todo uno de la explotación.

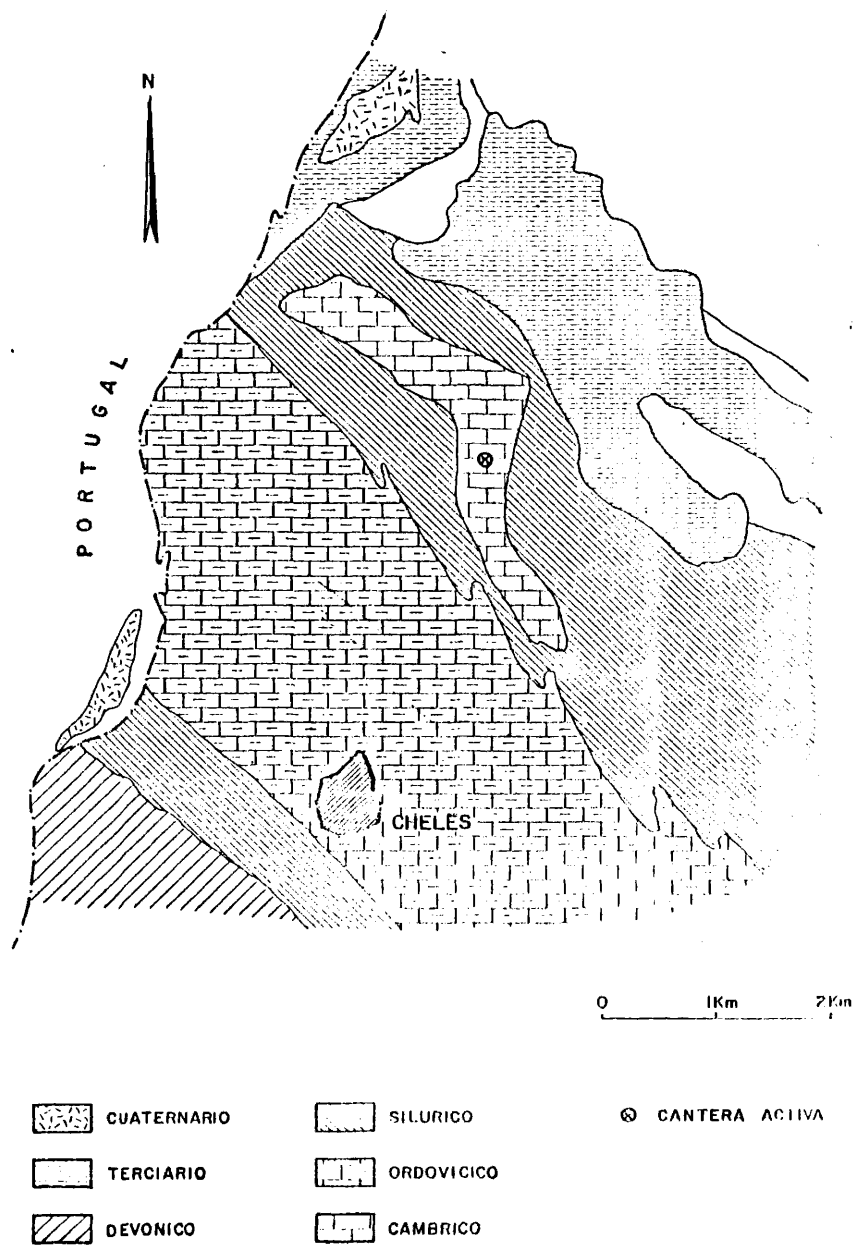


Fig. 6 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANtera DE CHELES

La Fig. 7 presenta un esquema de la disposición de la cantera y de la situación de la toma de muestras.

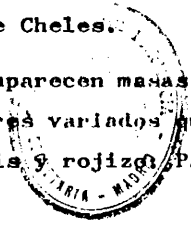
Los bancos carbonatados presentan estratificaciones con potencias de 0,25 a 2 m., predominando los que oscilan entre 0,5, 1 m. y un bandeado de -- gris a blanco, con recristalizaciones, paralelas a la estratificación (Fig. 8). Algún pequeño filón de naturaleza calcáreo - silicatada (con predominio de la primera) se inyecta entre los estratos.

Este conjunto de materiales presentan una - fracturación moderada y poseen ocasionalmente algunas zonas replegadas. A media escala, se observa -- una fractura más importante con una delgada zona de trituración.



Fig. 8.- Detalle de la cantera de Cheles.

De manera algo discordante, aparecen masas filonianas de aspecto arcilloso y colores variados que van desde el blanco al amarillo - gris y rojizo. Pare



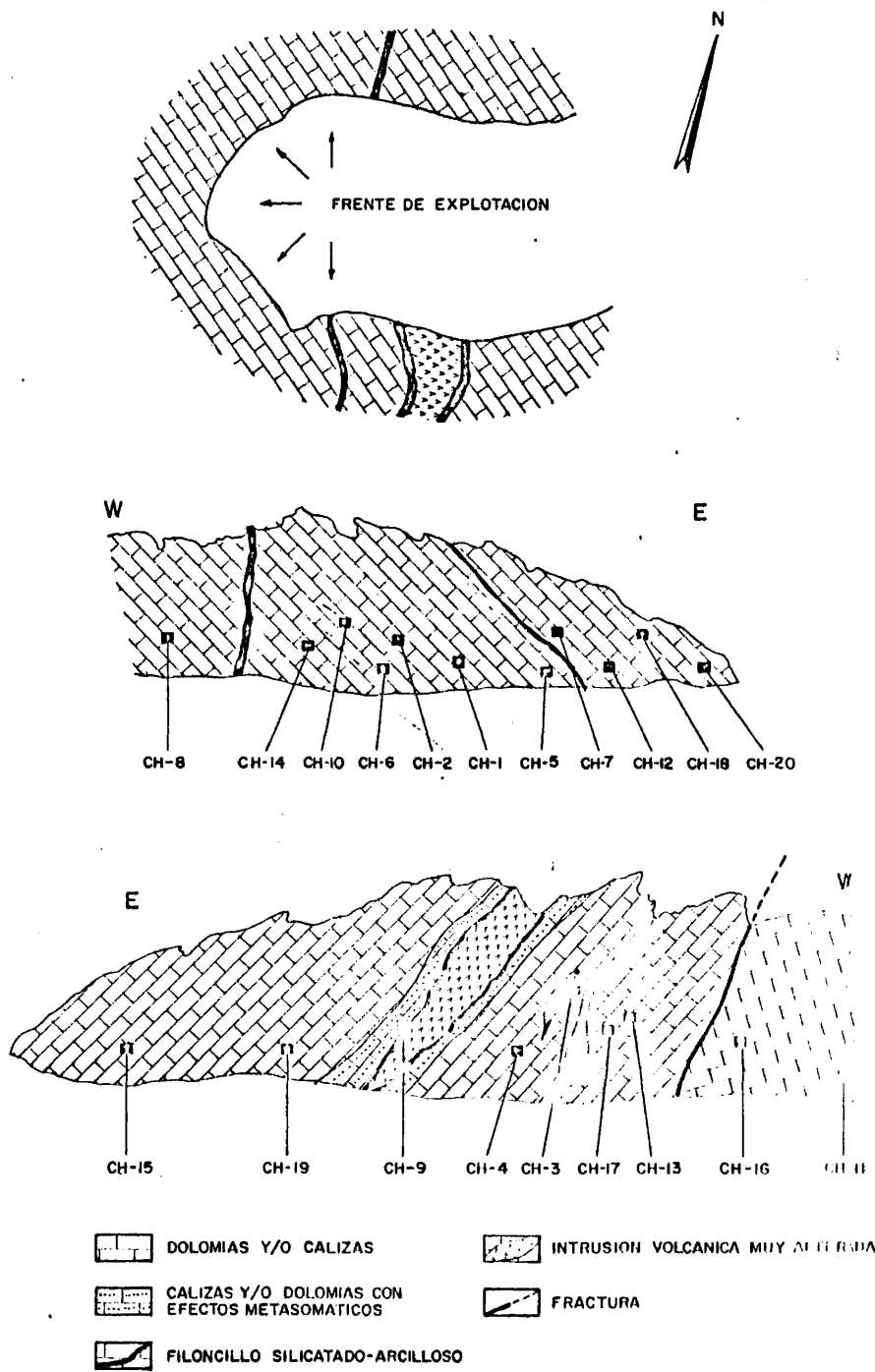


Fig.7 - ESQUEMA DE LA CANTERA DE CHELES

ce ser que se trata de una intrusión volcánica o ígnea en un estado muy avanzado de alteración. Los -- contactos con la roca de caja presentan metasomatismo: cambio a color más oscuro, zonas de corrosión, - aumento de la dureza, aumento de hierro y de algún- otro elemento y muy localmente pirita.

5.2.- CANtera DE HIGUERA DE VARGAS.-

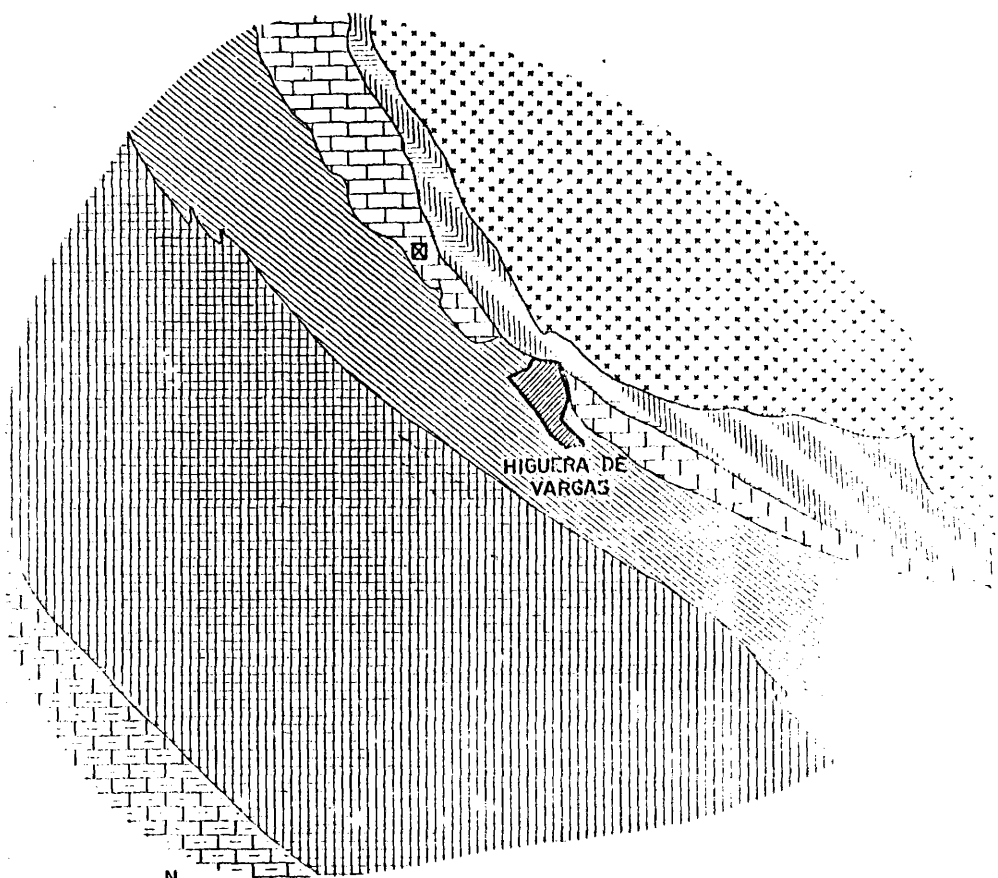
La cantera de calizas objeto de estudio se encuentra situadas en el término municipal de Higuera de Vargas, al N. de la ciudad, a unos 5 Kms. en la carretera de Higuera a Tálaga a unos 800 metros a la derecha de la misma. Se localiza en la Hoja nº 852 1:50.000 del M.T.N. con unas coordenadas medias de 6º 59' 20" longitud y 38º 27' 10" de latitud, en el paraje denominado "El Cerrajón".

La cantera en la actualidad se encuentra en explotación intermitente habiendo contado con una planta de machaqueo a pie de cantera pues su utilización es para áridos en la pavimentación de carreteras.

La geología de sus alrededores se muestra en el esquema de la Fig. 9. El afloramiento está formado por calizas y/o dolomías que aparecen entre otros materiales del cámbrico inferior y concretamente, entre grauwackas, pizarras arenosas, areniscas y cuarcitas. Al N. se encuentra el batolito granítico de Barcarrota.

De este afloramiento se han seleccionado cinco muestras (desde la HV-1 a la HV-5). La Fig. 10 muestra un pequeño esquema de la disposición de la cantera y de la toma de muestras.

Las calizas se presentan en bancos 0,5 a 5 m. de potencia (Fig. 11). La caliza presenta un ban



HIGUERA DE VARGAS



0 1 Km 2 Km

CAMBRICO INFERIOR

- PIZARRAS AIENJISCAS CUARCITAS
- CALIZAS Y DOLOMIAS
- GRAUWACKAS Y PIZARRAS

CAMBRICO MEDIO

- ORDOVICICO
- PIZARRAS AIENJISCAS VULCANITAS
- GRANITO

X CANTERA INTERMITENTE

Fig.9 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANTERA DE HIGUERA DE VARGAS



56

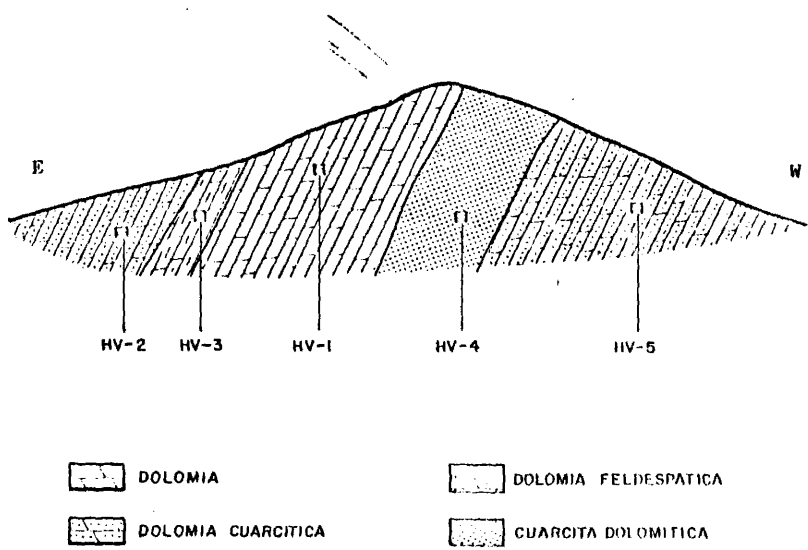


Fig. 10 - ESQUEMA DE LA CANTERA DE FIGUERA DE VARGAS

deado bastante homogéneo en tonos rosados con textura mármorea muy acusada, como se demuestra en los estudios de microscopía correspondientes.

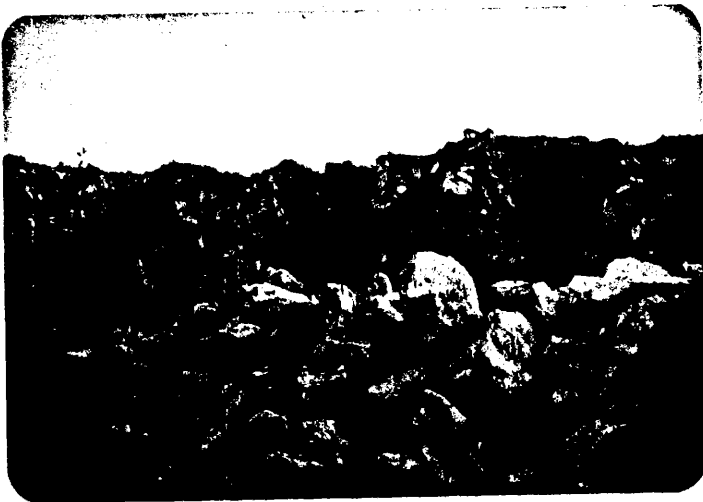


Fig. 11.- Detalle de la Cantera de Higuera de Vargas.

Entre los materiales calizos aparece un banco - cuarcítico de 4 metros (muestra HV-4) que hace que el mármol que constituye el principal frente de explotación (muestra HV-1) contenga mayor contenido en silice que el pequeño banco carbonatado que lo limita por el otro extremo (muestra HV-3). Las muestras HV-2 y HV-5 - presentan características similares a la del frente de explotación.



5.3.- CANTERA DE LA JARA.-

La cantera se encuentra en el término municipal de Almendral. Su acceso se realiza por la carretera de Almendral a Valverde de Leganes, a unos 8 Kms. al NE. - de Almendral por un camino situado a la derecha de la - carretera, a unos 150 mts. de la misma. El afloramiento se encuentra en el paraje denominado "La Jara" en los - limites de las Hojas nº 827 (Alconchel) y nº 828 (Barca rrota) del M.T.N. 1:50.000. Sus coordenadas geográficas medias son 6º 51' 20" de longitud y 38º 38' 31" de lati tud.

Geologicamente el afloramiento calizo está data do como del cámbrico inferior (Fig. 12) y forma el nú-- cleo de un anticlinal entre pizarras versicolores, cal coesquistos, arcosas y cuarcitas también del cámbrico inferior. Hacia el SO. todo el cámbrico se pone en con tacto con una extensa área de cuarzosienitas alcalinas.

La cantera como muestra la Fig. 13 se encuen-- tra actualmente en explotación para áridos.

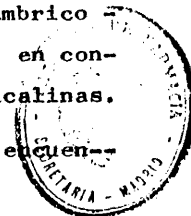


Fig. 13.- .  
Detalle de  
la cantera  
"La Jara"  
(Almendral)



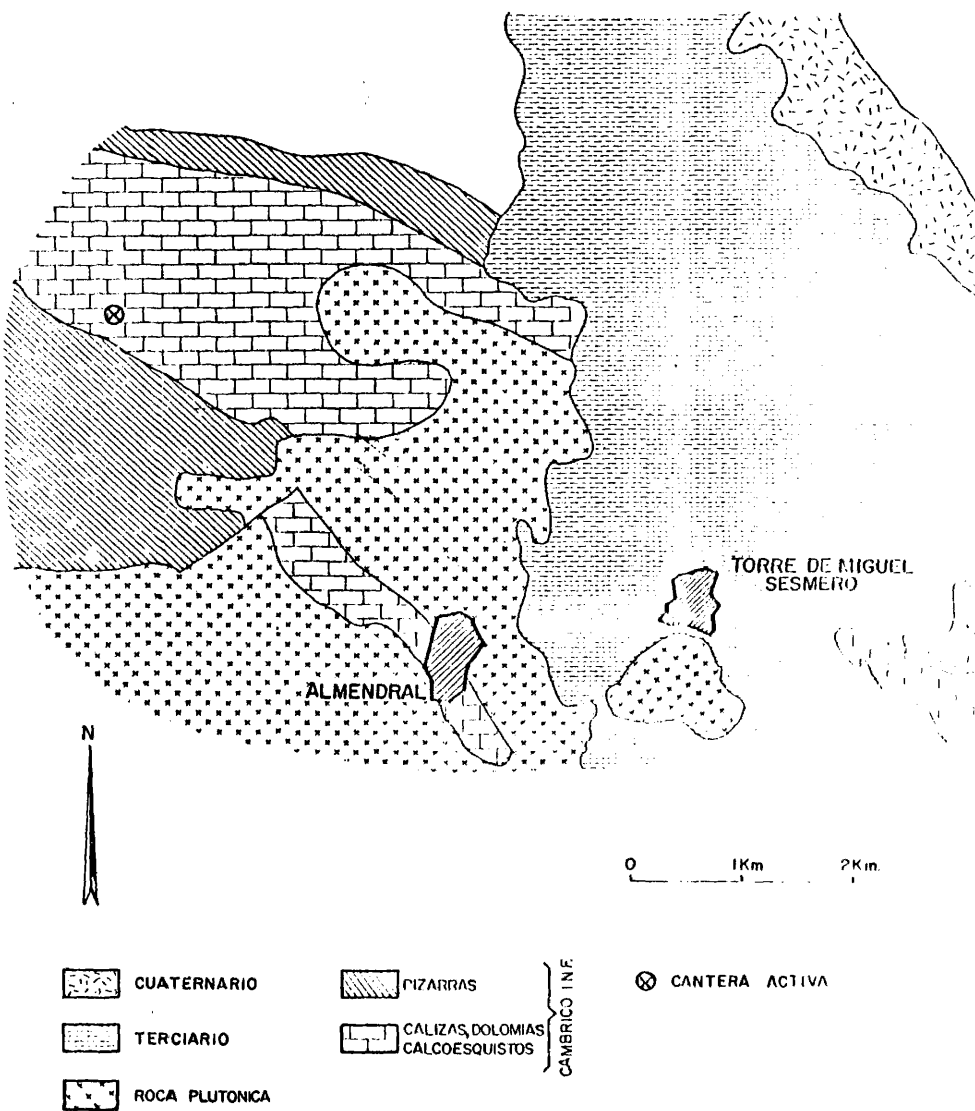


Fig.12 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANTERA LA JARA (Almendral)

En la cantera aparece la caliza de color gris claro a gris oscuro - verdoso y grano fino, mármorea de fractura concoide, de dureza regular y con recristalizaciones, sobre todo en las de tonos más claros, que se presenta en bancos de potencia variable. Los bancos de mayor potencia son objeto de explotación. (Fig. 14).

159

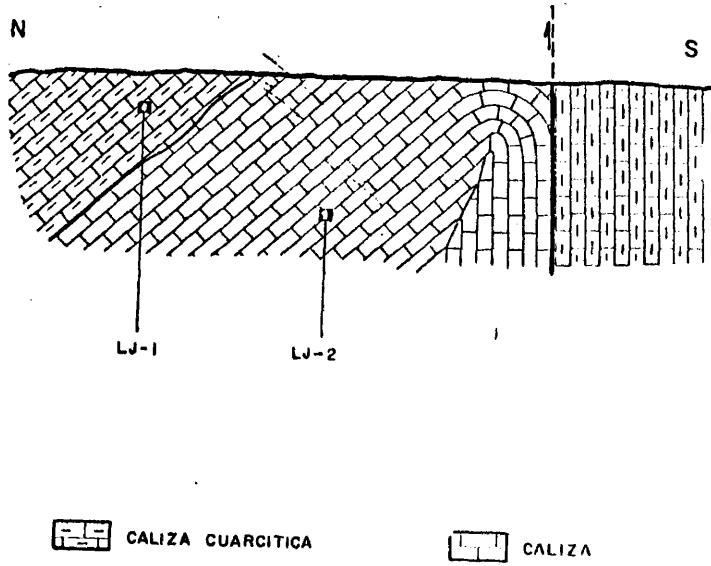


Fig.14 - ESQUEMA DE LA CANTERA LA JARA (Almendral)

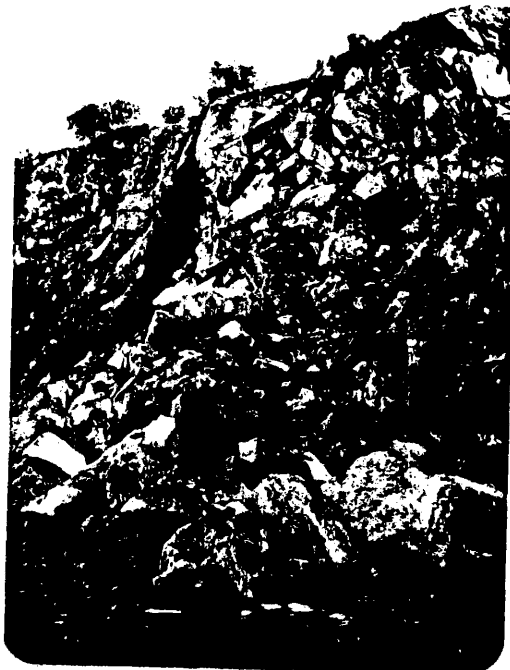
5.4.- CANtera DE ALMENDRAL.-

La cantera pertenece al término municipal de Almendral Hoja nº 828 (Barcarrota) del M.T.N. 1:50.000 y se encuentra en el paraje denominado "Valdecubas" a 6 Kms. al sur de Almendral por la carretera a Barcarrota. Sus coordenadas geográficas medias son 6º 50" 30" de longitud y 38º 35' 15" de latitud.

El afloramiento calizo pertenece al cámbrico inferior (Fig. 15). La serie pasa al SO. a pizarras negras y grauwackas del precámbrico y al N. y NE. se pone en contacto con rocas plutónicas hercínicas de tipo sienítico.

La cantera, como muestra la Fig. 16, sufre una explotación intermitente habiendo sido utilizado para áridos en pavimentación de carreteras.

Fig. 16.- Detalle de la cantera de Almendral.



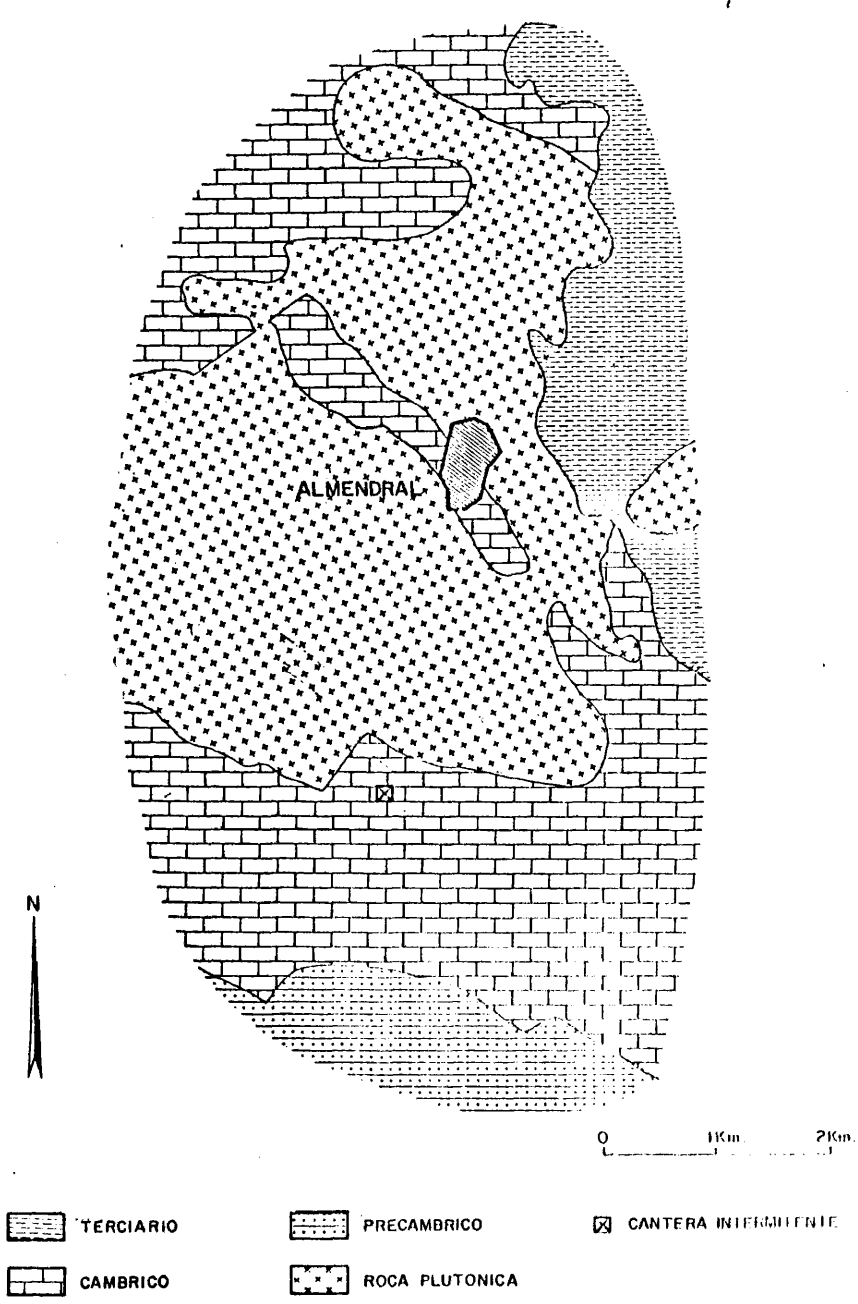
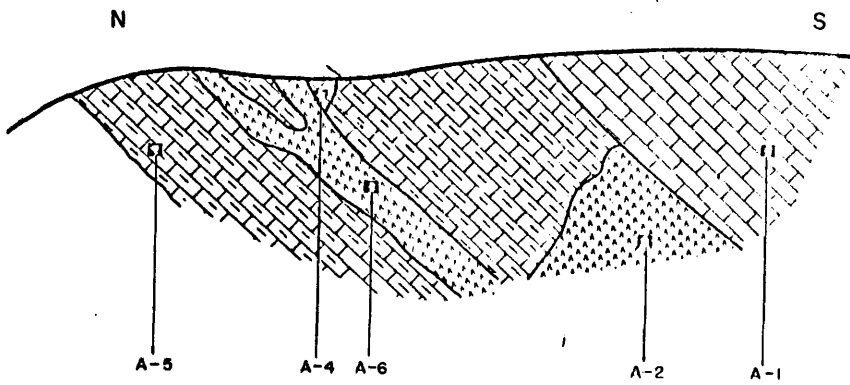




Fig.15 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANTERA DE ALMENDRAL

La caliza se presenta en bancos de potencia regular. Su colorido es variable desde el gris oscuro algo verdoso, al gris claro y blanco con textura variada y fractura concoidea. En el afloramiento aparece un banco de roca verde oscura alterada.

La localización de las muestras se ha situado según esquema de la Fig. 17.



 CALIZA

 CALIZA CUARCITICA

 DIABASA

Fig.17—ESQUEMA DE LA CANTERA DE ALMENDRAL.

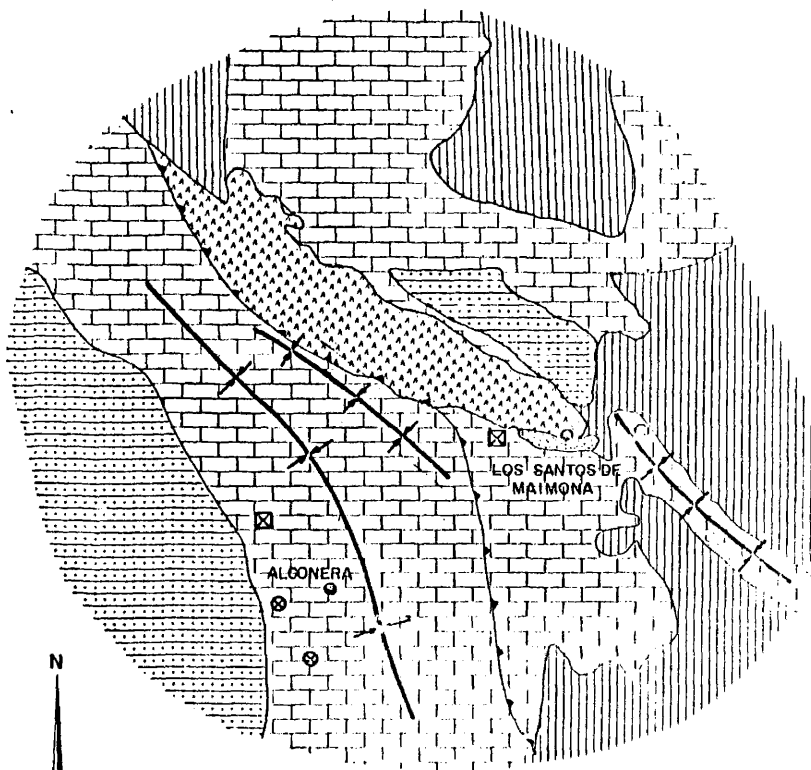
5.5.- CANTERAS DE MARMOLES DE ALCONERA.-

En el término municipal de Alconera y en la carretera de Zafra a Burguillos del Cerro, a 3 Kms. de Alconera, se encuentran varias canteras de mármol con explotación activa, a ambos lados de dicha carretera.

Está situada en la Hoja 854 (Zafra) del M.-T.N. 1:50.000, en los parajes denominados "La Hoya" y el "El Cercado", cuyas coordenadas medias son de 6º 29' 12" de longitud y 38º 21' 10" de latitud.

Geologicamente estos materiales carbonatados se atribuyen al cámbrico inferior (Fig. 18) y constituyen un pequeño afloramiento de dirección NS. Forman parte de un extenso anticlinal constituido por materiales detríticos, pizarras y cuarcitas del cámbrico inferior.

Los materiales carbonatados objeto de explotación son mármoles de colores muy vistosos y variados según se muestra en las Figuras 19, 20 y 21, oscilando en general desde el blanco al gris oscuro, pasando por diversas tonalidades intermedias de grises, hasta el rojo y rojo veteado en blanco. Su textura y composición los hacen óptimos para piedra de ornamentación existiendo, junto a la cantera, una planta de cortado y pulido de los bloques.



NEOGENO



PRECAMBRICO

☒ CANTERA INTERMITENTE



CARBONIFERO



GRANITOS Y GRANODIORITAS

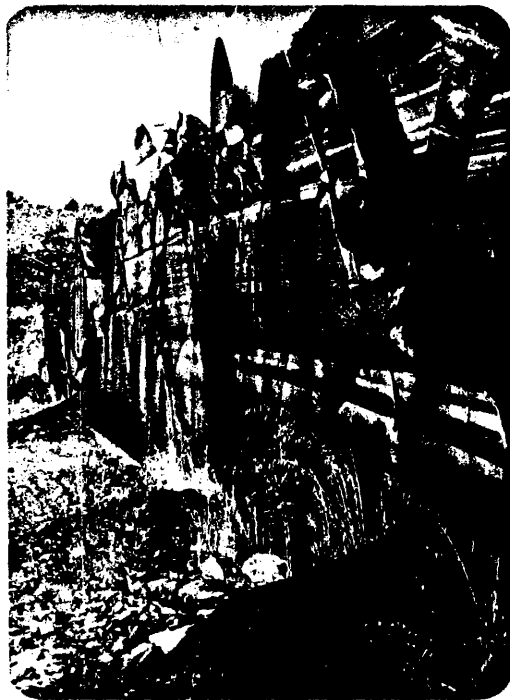
⊙ CANTERA ACTIVA



CAMBRICO

0 5 Km

Fig. 18 - SITUACION GEOLOGICA DE LA ZONA ALCONERA - LOS SANTOS DE MAIMONA

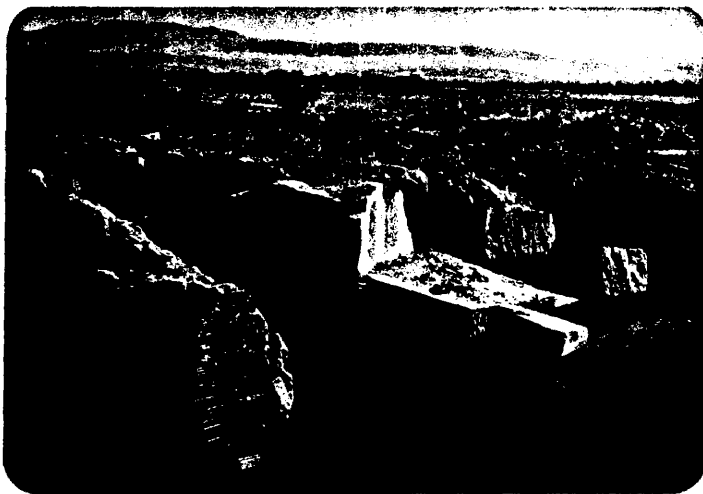


Figs. 19A y 19B.- Detalles  
de las Canteras de Alconera.





Figs. 20A, 20B y 20C  
Detalles de las Can-  
teras de Alconera.





Figs. 21A y 21B.- Detalles de las  
Canteras de Alconera.



La explotación es continua, en bancos de gran potencia, lo que le permite la extracción de grandes bloques de mármol de 20 y 25 toneladas de peso.

Para este estudio se recogieron ocho muestras (AD y AI) cuya situación queda indicada en el esquema de la Fig. 22.

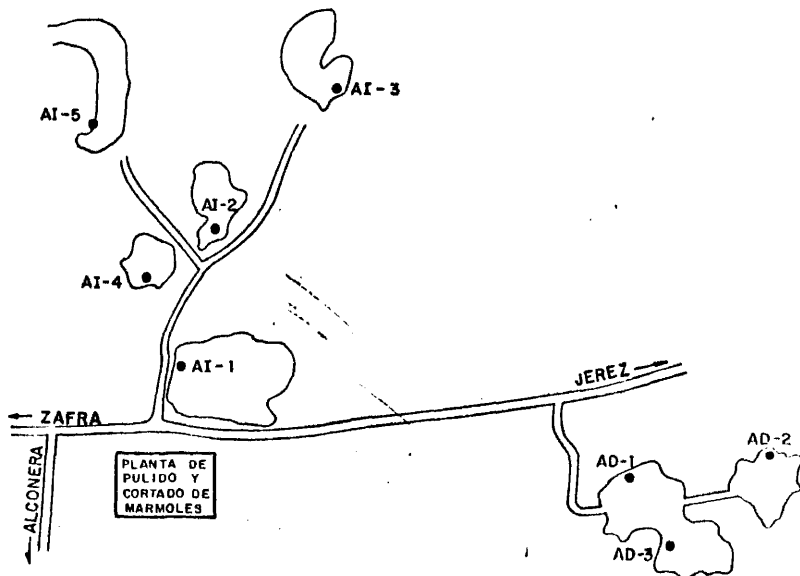


Fig 22 - ESQUEMA DE DISPOSICION DE LAS MUESTRAS DE ALCONERA

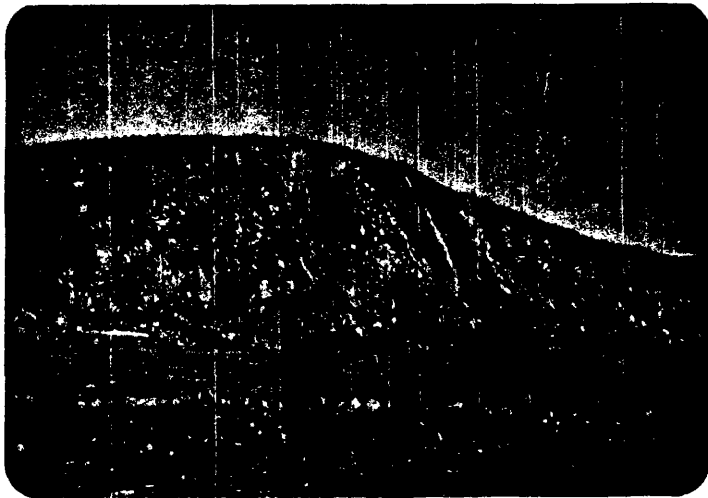
5.6.- CANTERA DE LOS SANTOS.-

En el término municipal de los Santos de Maimona, Hoja nº 854 (Zafra) del M.T.N. 1:50.000, en la carretera de Los Santos de Maimona a Zafra, a 3 Kms. del primero, y a la derecha de la carretera, existe un afloramiento de rocas carbonatadas que en la actualidad tiene una explotación intermitentemente para áridos y que antes lo fue para la fabricación de cementos.

Sus coordenadas geográficas medias son 6º 22' 13" de longitud y 38º 27' 50" de latitud, en el paraje de la Sierra de los Santos en el "Cerro de San Cristobal".

Este afloramiento carbonatado forma parte de las calizas cámbricas que se extiende desde Los Santos de Maimona hasta Llerena, pasando por Usagre, en dirección SE. - NW. Hacia E., las calizas de Los Santos pasan a materiales de la serie detrítica del cámbrico inferior. (Fig. 18).

Las calizas, que constituyen la mayor parte del tramo calcáreo, están por lo general fuertemente recristalizadas, marmorizadas y con acusada silificación. Varían en composición, tamaño de grano y color (Fig. 23 y 24). Las más frecuentes son grises o pardas También las hay blancas, sacaroideas, y de las más diversas tonalidades. Hacia la base predominan los bancos finos, llegando a una a ser casi masiva hacia la parte alta.



Figs. 23A y 23B.- Detalles de las canteras del Cerro San Cristobal de Los Santos de - Maimona.

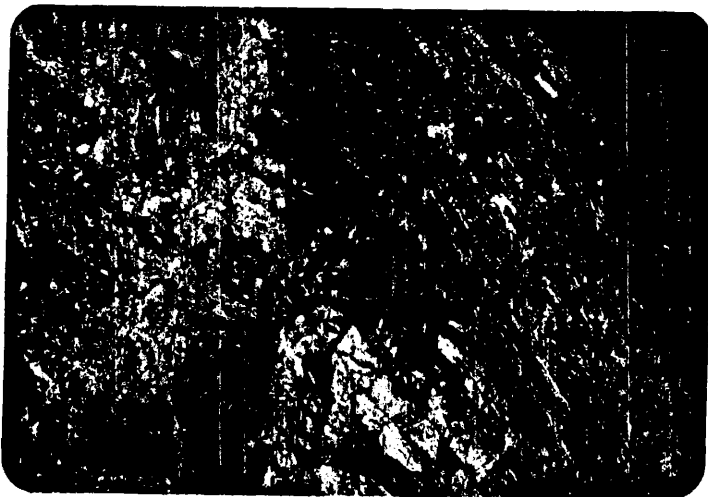
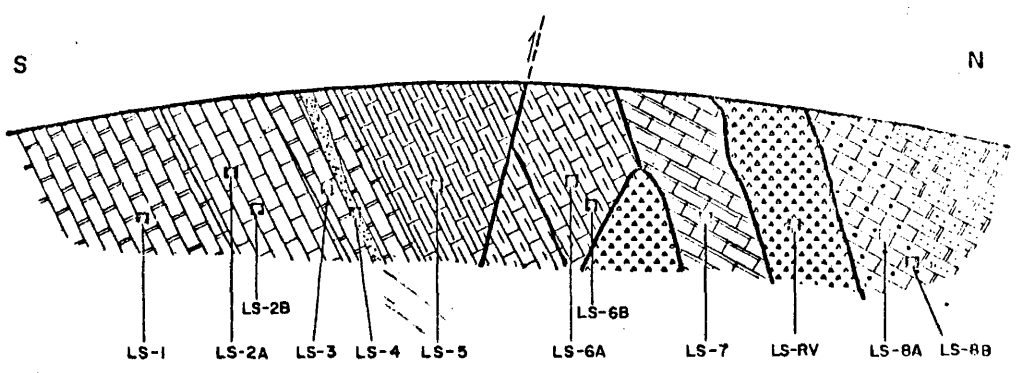




Fig. 24.- Detalle de la cantera del Cerro San Cristobal de Los Santos de Maimona.

Por lo general, alternan con las calizas ni veles pizarrosos o calcopelíticos, de tonos amarillentos, pardos o verdosos, de notable exfoliación que permiten seguir con facilidad la estratificación de las calizas.

La recogida de muestras se ha expresado en los esquemas de las figuras 25 y 26.












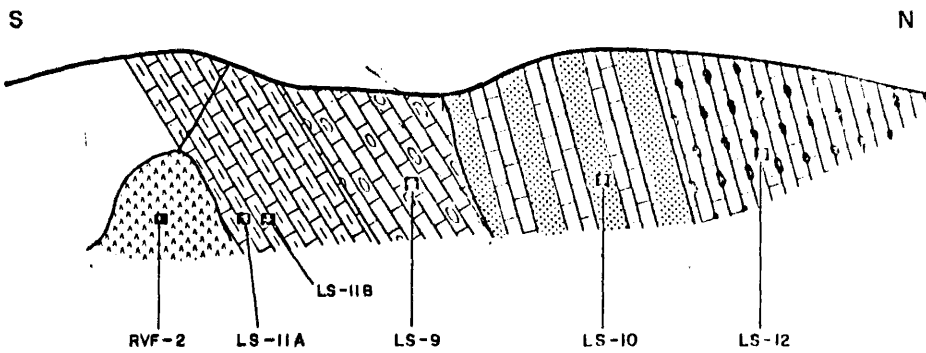
- |   |   |
|---|---|
|  CALIZAS VERDOSAS CON ANFIBOL Y CLORITA                        |  CALIZAS GRISES A BLANCAS  |
|  CALIZAS GRIS CLARO CON VETAS OSCURAS Y FILONCILLOS DE CALCITA |  DIABASA   |
|  CALIZA BLANCA ROSACEA CON INCRUSTACION DE ROCA VOLCANICA      |  CALIZAS GRISES-ROSACEAS EN ALTERNANCIA CON ROCAS ARCILLOSAS AMARILLENAS |
|  CALIZAS GRISES MUY FRACTURADAS                                |  CALIZAS Y ROCAS VERDES  |
|  CALIZAS Y ROCAS VERDES ALTERNANTES                            |   |

Fig.25- ESQUEMAS DE LAS CANTERAS DE LOS SANTOS DE MAIMONA (CORTE I)



 CALIZAS ALTERNANTES CON ROCAS  
NEGRAS Y VERDES SILICEAS

 CALIZAS DE DIFERENTES COLORES (BLANCAS,  
GRISAS, VERDES, ...) MUY FRACTURADAS, CON  
CRISTALES DE CALCITA EN CAVIDADES.

 CALIZAS ARCILLOSAS ALTERNANDO EN  
BANCOS FINOS

 CALIZAS AMARILLAS Y VERDES Y FRACTURADAS  
CON ABUNDANTE CRISTALIZACION DE  
CALCITA EN CAVIDADES.


 DIARASA

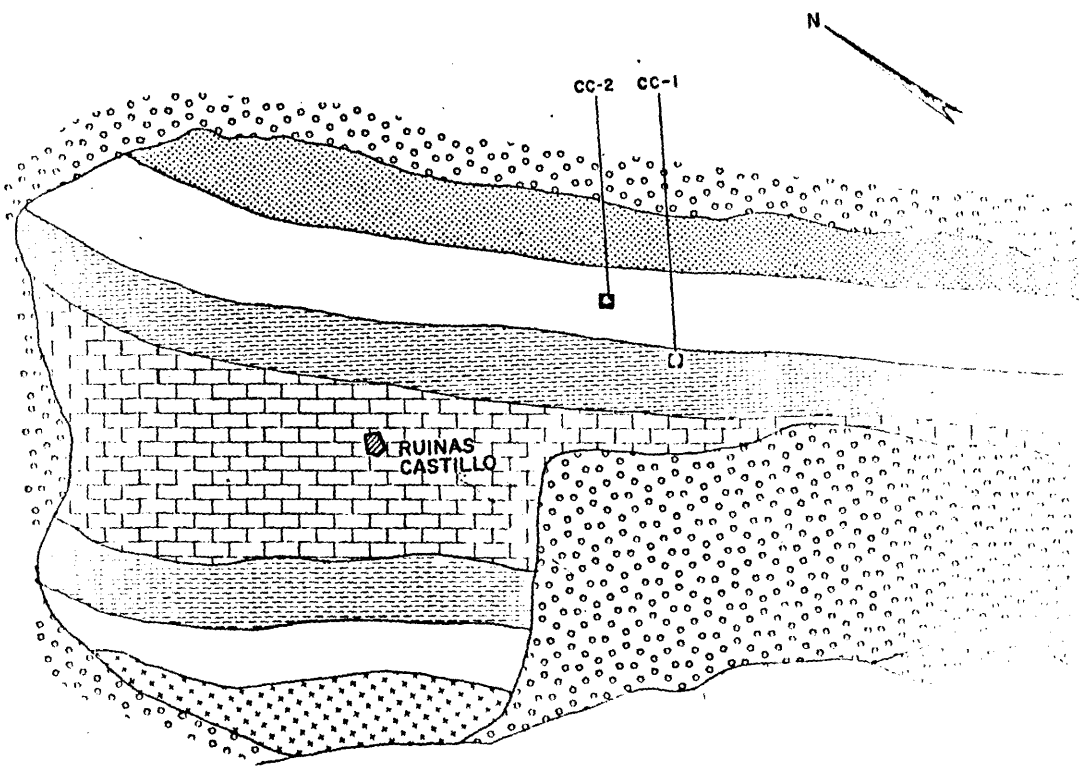
Fig 26- ESQUEMAS DE LAS CANTERAS DE  
LOS SANTOS DE MAJONA (CORTE 2)

5.7.- CANtera CERRO DEL CASTILLO.-

En el término municipal de Los Santos de Maimona, Hoja nº 854 (Zafra) del M.T.N. 1:50.000 se encuentra el afloramiento objeto de estudio. El acceso se puede realizar por la carretera de Los Santos a Hinojosa del Valle, por el camino vecinal que parte a unos 4 Kms. de Los Santos hasta el paraje denominado "Cerro del Castillo". Actualmente está en explotación para áridos de pavimentación de carreteras. Las coordenadas geográficas medias de la cantera son 6º-21' 5" de longitud y 38º 27' 20" de latitud.

La situación geológica de este afloramiento es similar a la de la cantera de Los Santos de Maimona (Fig. 18).

La disposición de la cantera y la toma de --muestras efectuada se representan en el esquema de --la Fig. 27. La explotación se efectúa principalmente en dos bancos, uno de calizas de tonalidades grises-- y con contenido variable de magnesio (muestra CC-1)-- y otros bancos de calizas magnesianas de colores gri--ses con contenido variable en óxidos de hierro (mue--tra CC-2). (Figs. 28A y 28B).









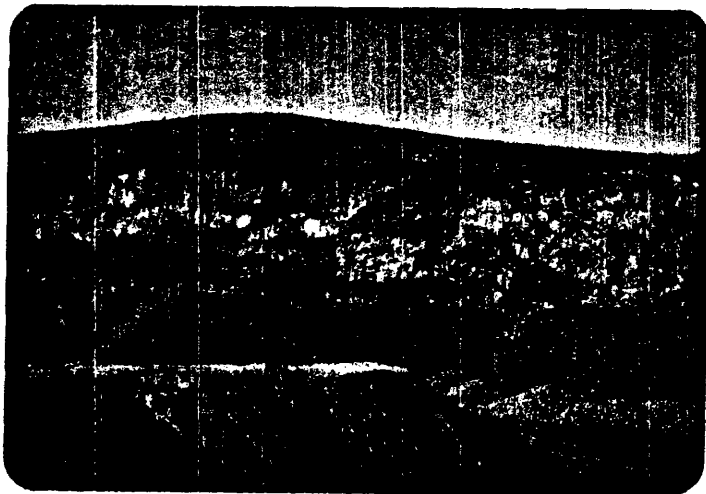
- |   |  |   |                              |
|---|--|---|------------------------------|
|  | CALIZAS BLANCAS A GRISES A<br>VECES BANDEADAS Y SILICEAS |  | MARMOL SACAROIDEO            |
|  | CALIZAS GRISES, BANDEADAS                                |  | MARMOL CIPOLINICO            |
|  | CALIZAS MAGNESIANAS                                      |  | DERRUBIOS DE LADERA Y SUELOS |

Fig. 27 - ESQUEMA DE LA CANTERA CERRO DEL  
CASTILLO (Los Santos de Maimona)



Figs. 28A y 28B.- Detalles de la Cantera del Cerro del Castillo. Los Santos de Maimona.



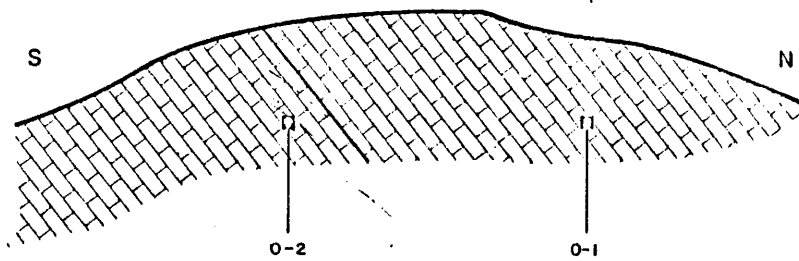
5.8.- CANtera DE ORTIGON.-

En el término municipal de Alconera, Hoja nº 854 (Zafra) del M.T.N. 1:50.000, en el camino de Alconera a la Lapa, a 4 Kms. del primero, a la izquierda y a pie del camino, existe un afloramiento de rocas carbonatadas en explotación intermitente para áridos de carreteras.

Sus coordenadas geográficas medias son 6º 30' 10" de longitud y 38º 20' 10" de latitud y se encuentra en el paraje "Dehesa de Abajo".

Su situación geológica corresponde a la ya descrita para el afloramiento carbonatado de Alconera (Fig. 18).

La disposición de la cantera y la toma de muestras se representa en el esquema de la Fig. 29 - La caliza se presenta muy marmorizada con recristalizaciones de colores variables, desde el rosado (0-2) al gris claro casi blanco (muestra 0-1), y con óxidos de hierro.




 CALIZA

Fig.29- ESQUEMA DE LA CANTERA  
DE ORTIGON (Alconera)

5.9.- HORNOS DE TORREMAJOR.-

A 2 Kms. de Torremayor por carretera que va junto al canal de Montijo parte un camino por el que se accede a la cantera estudio. Está situada en la Hoja nº 776 (Montijo) del M.T.N. a 1:50.000. El paraje se conoce como "El Chaparral" y sus coordenadas geográficas medias son 6º 28' 50" de longitud y 38º 58' 10" de latitud. Se encuentra en activo, utilizándose para la fabricación de cal.

Geológicamente se trata de un afloramiento de materiales datados como calizas del cámbrico (Fig. 30)- que constituye un pequeño afloramiento rodeado totalmente por arcillas neógenas.

La cantera es explotada a nivel familiar para la obtención de cal y cuentan con pequeños hornos artesanales para tal fin. Un pequeño esquema cartográfico se representa en la Fig. 31. La roca explotada es de color marrón claro con recristalizaciones más oscuras que denuncian la presencia de óxidos de hierro. Su textura es macrocristalina y su dureza media. Se presenta en bancos de potencia variable algo tableada con frente de explotación de 5 metros.

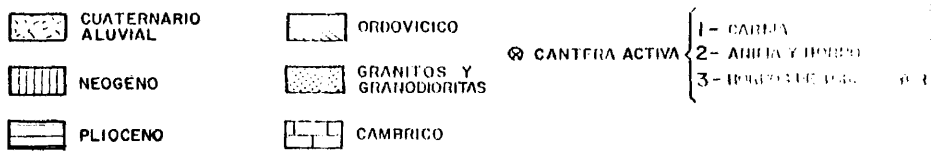
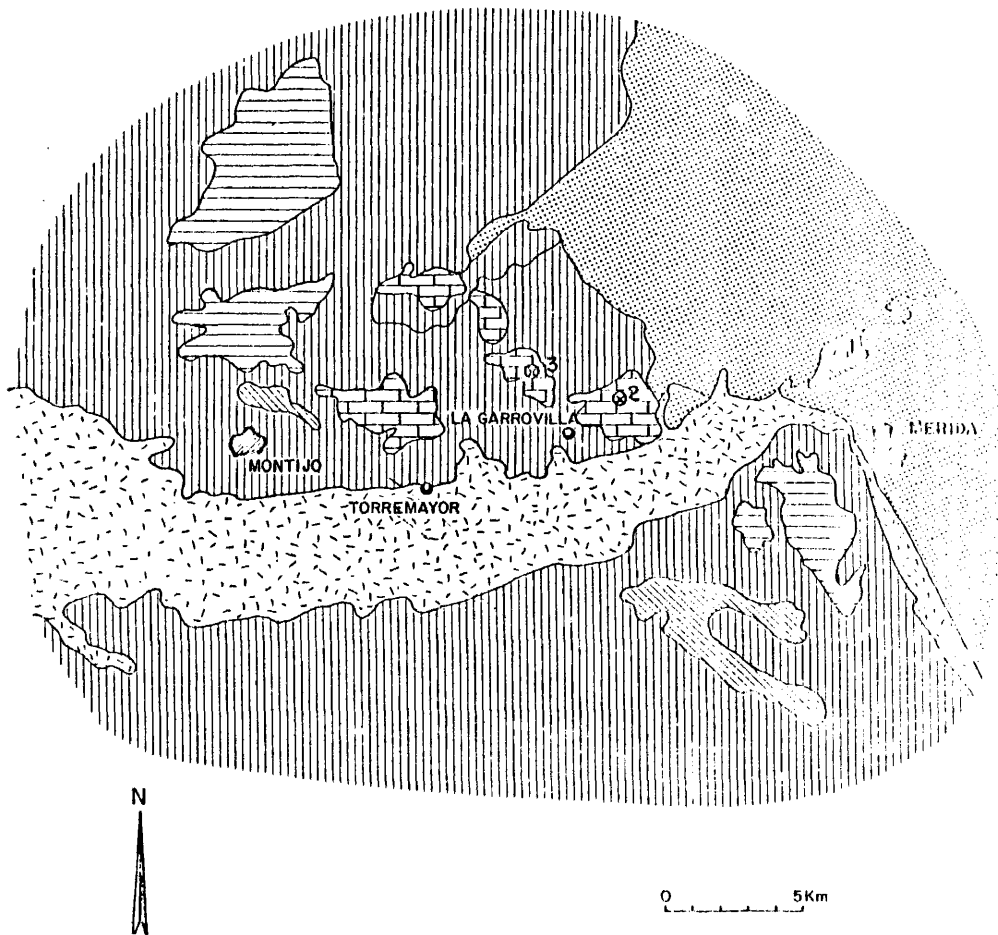


Fig. 30 - SITUACION GEOLOGICA DE LAS CANTERAS DE CARIJA, ANIMA Y HORNO Y HORNOS DE TORREMAYOR (Zona de Montijo - Merida)

83

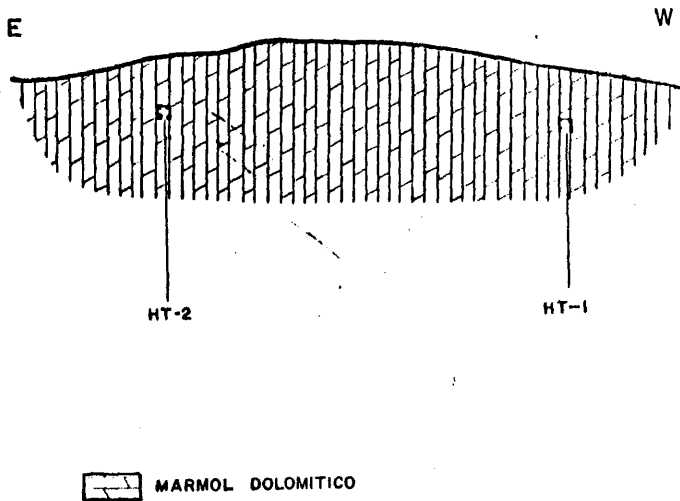


Fig.31 - ESQUEMA DE LA CANTERA DE  
HORNOS DE TORRE MAYOR

5.10.- CANTERA ANIMA Y HORNO.-

La cantera se encuentra en el término municipal de La Garrovilla, a 2 Kms. del pueblo, en la carretera que parte hacia Esparragalejo.

Está situada en la Hoja nº 777 (Mérida) del M.T.N. a 1:50.000, cuyas coordenadas medias son 6º 29' 10" de longitud y 38º 58' 15" de latitud. El paraje se denomina "Las Razonas".

El afloramiento calizo pertenece al cámbrico (Fig. 30). Por el E. la serie se pone en contacto con rocas acidas del tipo de granodiorita. Por el S. está recubierta por los aluviales cuaternarios del río Guadiana, y por el O. y NO. por arcillas del Neógeno. Al NE. la serie es intruida por el macizo granítico de las inmediaciones de Mérida.

La cantera, como muestra el esquema de la Fig. 32, está en explotación activa usándose para áridos. La caliza se presenta en bancos de colores variables predominando los tonos grises y siendo explotada la de color gris oscuro (Fig.33).

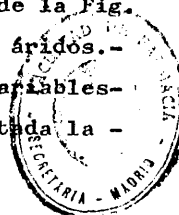


Fig. 32A.-  
Detalle de  
la cantera  
Anima y Hor-  
no (La Garro-  
villa).



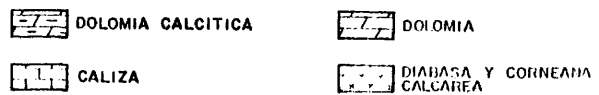
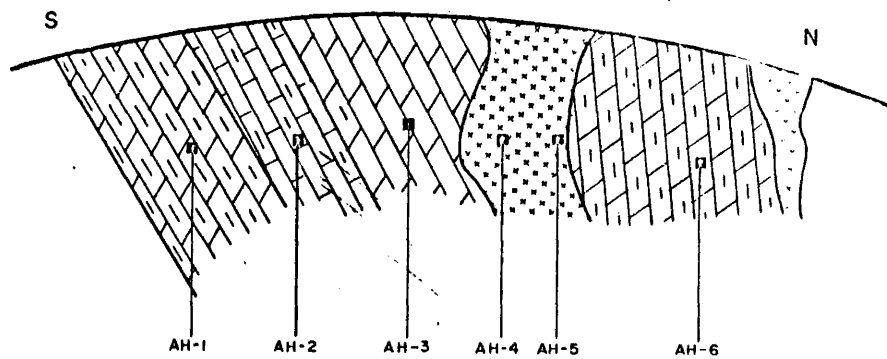


Fig. 33 - ESQUEMA DE LA CANTERA AMILLA  
Y HORNO ( La Garrovilla)



Fig. 32B.- Detalle de la cantera Anima y Horno (La Garrovilla).

El frente de explotación es amplio. La caliza está muy fracturada con frecuentes zonas de trituración. Se trata de una caliza de grano grueso y bastante dureza.

Entre los materiales calizos y de forma discordante aparecen masas filonianas, de rocas con alto contenido silíceo, de unos 6 metros de potencia de color verde muy oscuro. Se trata de una intrusión volcánica o ígnea que ha afectado a la roca de caja y que ha asimilado los carbonatos variando así su composición; es por tanto una corneana calcárea. Los contactos con la roca de caja presentan fenómenos de metasomatismo: cambio a color más oscuro, zonas de corrosión, aumento de la dureza, aumento del hierro y de algún otro elemento y mineralizaciones de pirita.



5.11.- CANTERA CARIJA.-

En el término municipal de Mérida, en la carretera hacia Esparragalejo, a 6 Kms. de Mérida, se encuentra la cantera estudiada. El paraje se denomina "Sierra Carija", y se localiza en la Hoja nº 777 (Mérida) del M.T.N. a 1:50.000, con unas coordenadas geográficas medias de 6º 22' 05" de longitud y 38º 56' 10" de latitud.

La cantera en la actualidad se encuentra en explotación activa, contando con planta de -- trituración y machaqueo, pues se dedica exclusivamente a la obtención de áridos para carreteras.

La situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 30. El afloramiento está datado como cámbrico apareciendo las calizas en pe-- queños klipps aislados. Muy cerca tanto al N. -- como al S. aparecen los graníticos intrusivos de Mérida.

Las calizas se presentan en bancos de potencia variable, predominando los que oscilan entre 2 y 4 mts. (Fig. 34).

Estas rocas carbonatadas son de alto -- contenido magnésico, bandeado muy marcado de -- gris a blanco y con abundantes recristalizacio-- nes.

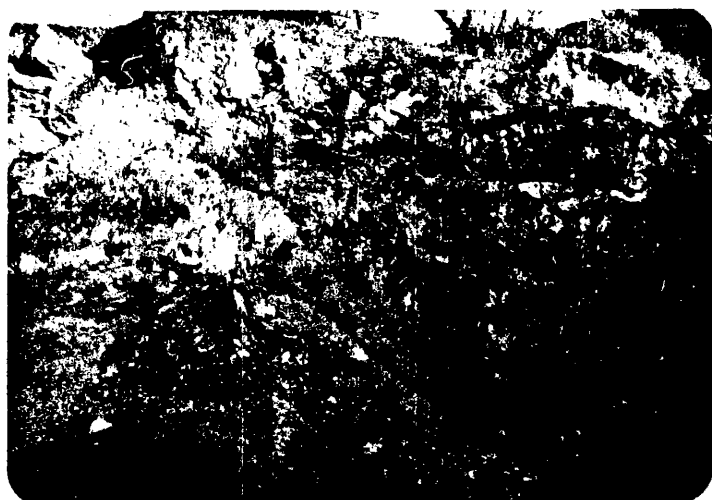


Fig. 34.- Detalle de la cantera Carija (Mérida)

De manera discordante, hacia la mitad del frente de explotación aparecen masas filonianas con alteraciones de aspecto arcilloso y colores variados, blanco amarillento, verdoso. Parece ser que se trata de una intrusión volcánica en estado muy avanzado de alteración (Fig. 35).



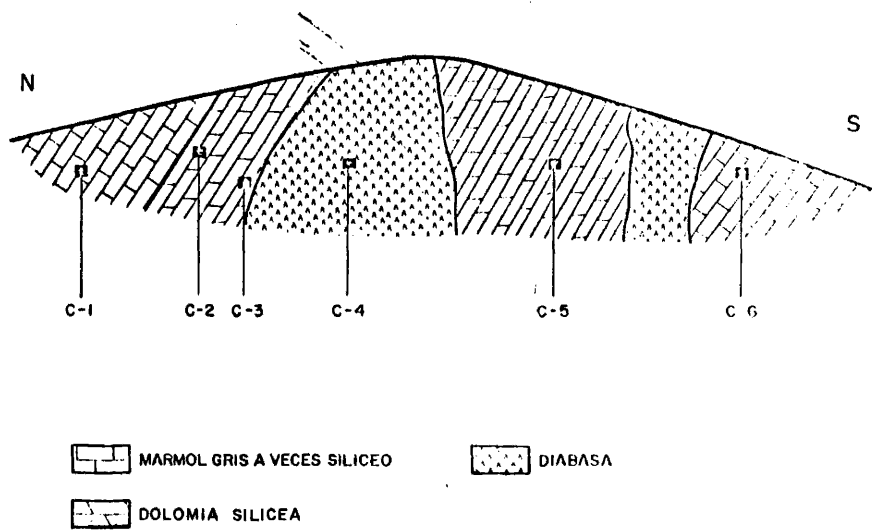


Fig. 35 - ESQUEMA DE LA CANTERA CARIJA (Módulo)

5.12.- CANTERA DE MAGACELA.-

En el término municipal de Magacela, a 3 Kms. al SE. de la ciudad y en la carretera a la estación - de ferrocarril, se encuentra la cantera citada. Está - situada en la Hoja nº 779 (Villanueva de la Serena) - del M.T.N. a 1:50.000, con unas coordenadas medias de 5º 43' 50" de longitud y 38º 53' 05" de latitud, en - el paraje denominado "Ejido".

La cantera actualmente se encuentra abandonada y debió ser explotada para la obtención de cal por los hornos que para tal fin existen en sus proximidades.

La situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 36. El afloramiento de materiales carbonatados se sitúa en el devónico de acuerdo con RAMIREZ (1.969). Se trata de un retazo de materiales calcáreos cuarcitas y pizarras de un sinclinal ordovícico.

Parece tratarse de una dolomia fuertemente recristalizada con grandes cristales de dolomita de tonos acaramelados pardo rojizos (Figs. 37 y 38)(Muestras MZ-8, MZ-7, MZ-11 y MZ-12). Su aspecto es desde luego muy distinto del de los anteriormente descritos situados en el cámbrico.

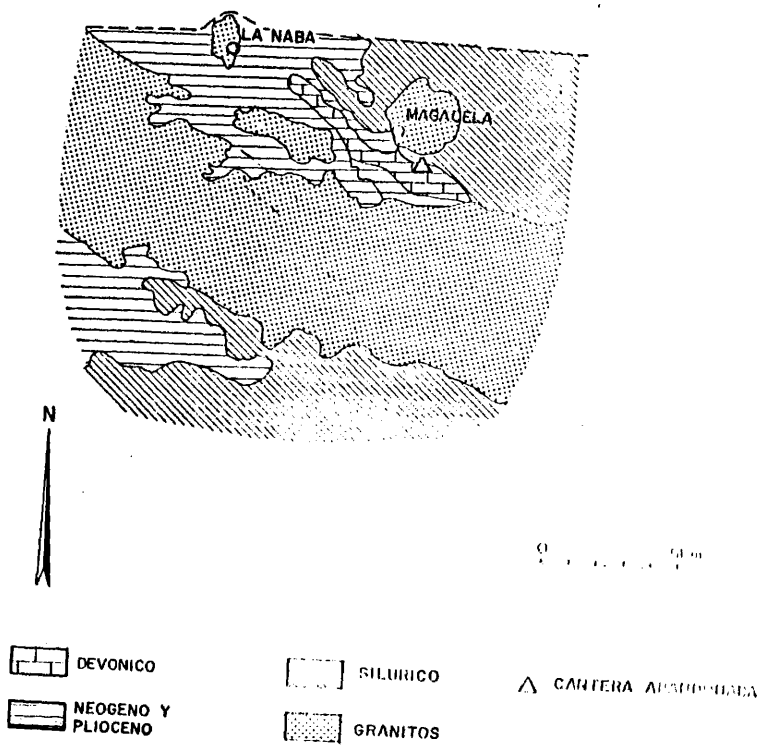


Fig. 36 - SITUACION GEOLOGICA DEL AFLORAMIENTO DE MAGACELA



Figs. 37 y 38.- Detalles del afloramiento de Magacela.



### 5.13.- AFLORAMIENTO DE PELACOGOTES.-

Este afloramiento carbonático aunque se encuentra en el término municipal de Villagonzalo se situa al SO. de Alange, en la carretera de Alange a Almendralejo, a 8 Kms. del primero por la margen derecha de la carretera, a unos 800 metros de la misma. Está comprendido en la Hoja nº 803 (Almendralejo) del M.T.N. a 1:50,000, con unas coordenadas medias de 6º 19' 15" de longitud y 38º 47' 30" de latitud, en el paraje denominado "Pelacogotes".

El afloramiento ha sido objeto de estudio pues su denuncia como roca de ornamentación justificaba su conocimiento y profundización. Las calizas cámbricas se encuentran intercaladas en una potente serie pizarrosa. La compleja situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 39 en donde la serie cámbrica pasa al N. a cuarcitas y pizarras silíceas de ordovícico mientras que al S. y O. la serie esta recubierta por arcillas terciarias. En el afloramiento estudiado las pizarras y cuarcitas se intercalan entre los materiales carbonatados.

Los materiales carbonatados son de colores blancos rosados de grano fino, muy marmorizados (Muestras PL-6, PL-7 y PL-11), que siempre se ven impurificados por otros minerales de las rocas encajantes, tales como cloritas, feldespatos y cuarzo, principalmente.

Se desconoce la potencia de los bancos de estas rocas carbonatadas intercaladas, dato necesario para emitir un juicio más exacto sobre las posibilidades

96

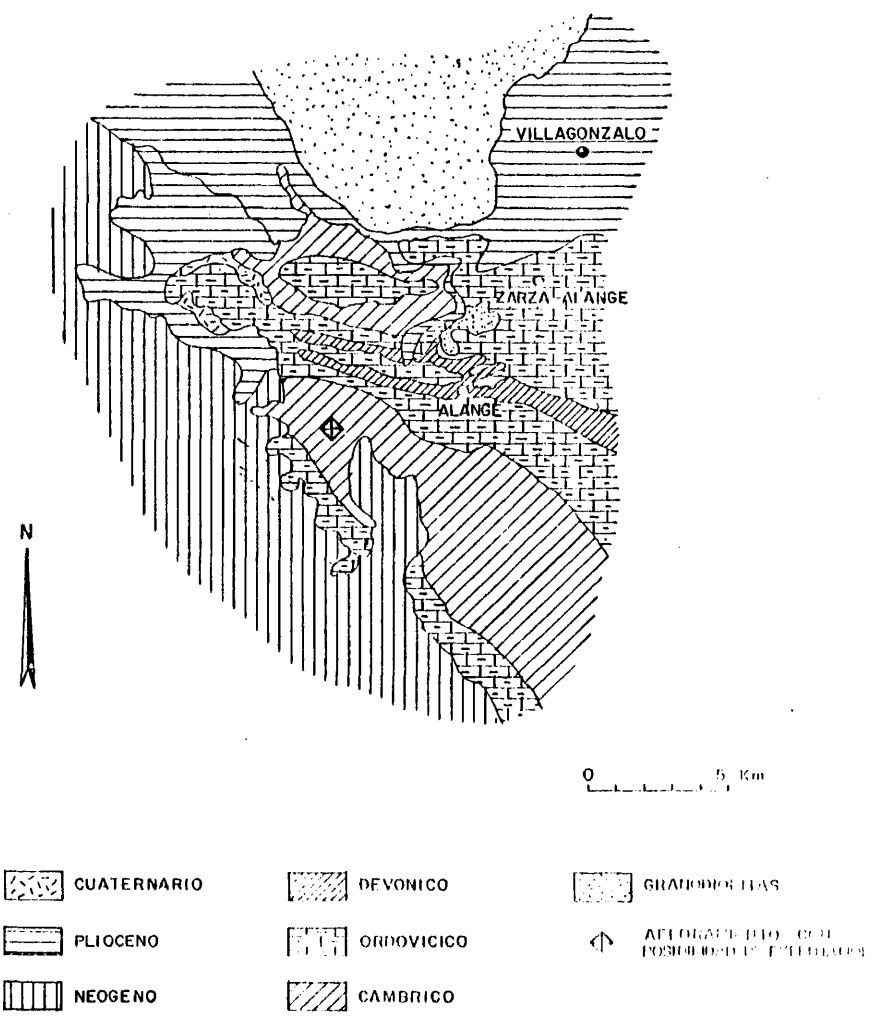


Fig. 39 - SITUACION GEOLOGICA DEL AFLORAMIENTO DE PELACOGOTES (Villagonzalo)

reales de explotación de estos mármoles como roca  
de ornamentación.

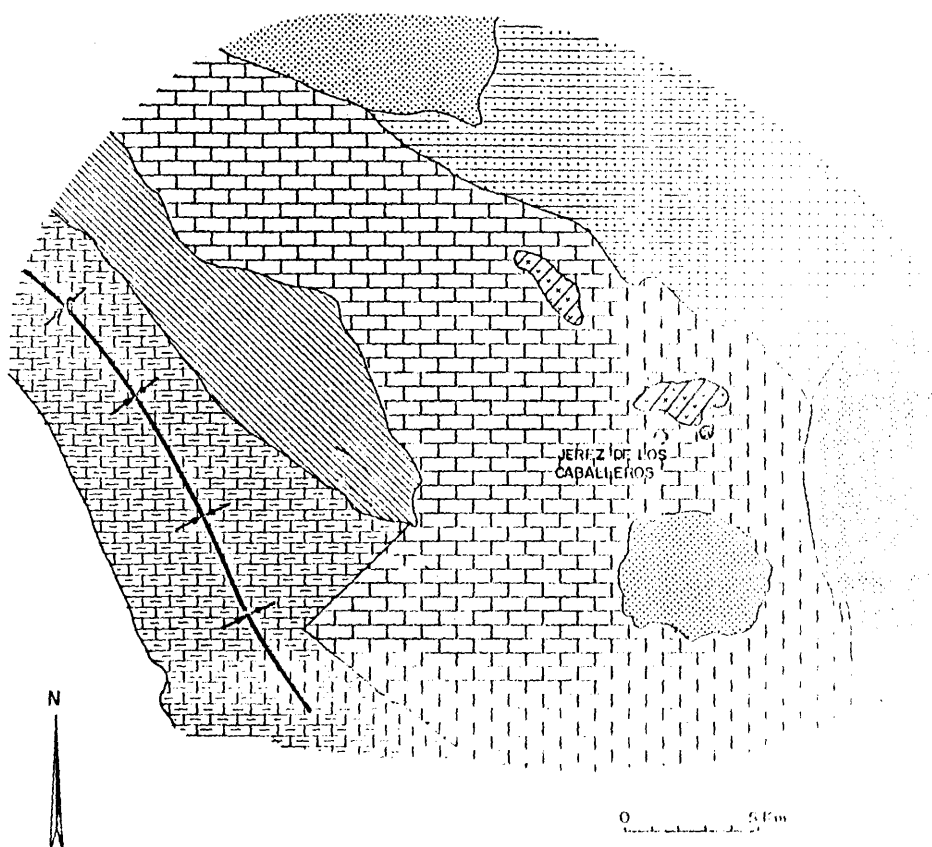
5.14.- CANTERA DE JEREZ DE LOS CABALLEROS.-

En el término municipal de Jerez, a 2 Kms. al E. de la ciudad y por la carretera de Jerez a Burguillos del Cerro, se encuentra la cantera objeto de estudio. Está situada en la Hoja nº 875 (Jerez de los Caballeros) del M.T.N. a 1:50.000, con unas coordenadas geográficas medias de 6º 46' 10" de longitud y 38º 21' 20" de latitud, en el paraje denominado "Cerro del Gitano".

La cantera en la actualidad se encuentra en explotación, con laboreo familiar, para la obtención de cal y áridos. La situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 40. El afloramiento está datado como cámbrico (georgiense), en el que aparecen algunas mineralizaciones de hierro muy frecuentes en la zona (Fig. 41). Hacia el N. aparecen intercaladas rocas ígneas básicas mientras que al E. y S. la serie es intruida por granitos y granodioritas.

Fig. 41.- Detalle de la cantera de Jerez de los Caballeros.












- |   |            |   |                          |   |                |
|---|------------|---|--------------------------|---|----------------|
|  | SILURICO   |  | PRECAMBRICO              |  | CANTERA ACTIVA |
|  | ORDOVICICO |  | GRANITOS Y GRANODIORITAS |   |                |
|  | CAMBRICO   |  | ROCA BASICA              |   |                |

Fig. 40 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANTERA DE JEREZ DE LOS CABALLEROS

Las Figs. 42 y 43, presentan esquemas de las disposiciones de las canteras, y la situación de la toma de muestras. La roca carbonatada objeto de explotación es de color variable, predominando el pardo-rojizo oscuro, debido a la presencia de hierro. Presenta estructura laminada y la textura es mesocristalina, con replegamientos.

Algunas muestras (JC-1, JC-2 y JC-3) presentan masas de agregados cristalinos de color blanco - amarillento, duros, orientados según la dirección de estratificación; puede tratarse de vidrio volcánico de carácter ácido. Por lo general presentan todas las muestras un alto contenido de hierro y de sílice.

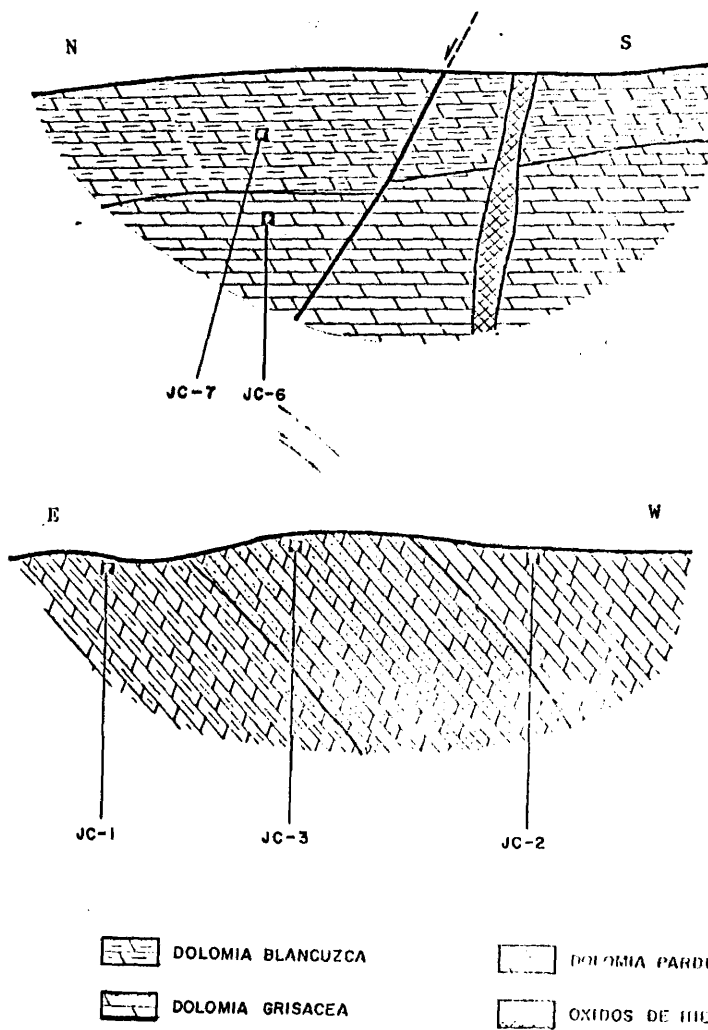


Fig. 42 y 43 -ESQUEMA DE LAS CANTERAS DE JEREZ DE LOS CABALLEROS

5.15.- CANtera LAS CUESTAS.-

La cantera de Las Cuestas se encuentra en el término municipal de Badajoz, a 3 Kms. al NO. de la ciudad, en la carretera de Badajoz a Campomayor. Está localizada en la Hoja nº 775 (Badajoz) del M.T.N. a 1:50.000, con unas coordenada geográficas medias - de 6º 59' 40" de longitud y 38º 55' 20" de latitud, - en el paraje denominado "Las Cuestas de la Orinaza".

La cantera en la actualidad se encuentra en explotación intermitente, habiendo sido utilizada para la obtención de áridos en la pavimentación de carreteras y ocasionalmente, de forma rudimentaria para la obtención de cal.

La situación geológica se muestra en el esquema de la Fig. 44. El afloramiento está situado en el cámbrico indiferenciado que forma parte del basamento sobre el que se asienta la ciudad de Badajoz.- Este paleozoico se encuentra recubierto en gran parte por sedimentos arcillosos terciarios y por el cuaternario aluvial del río Guadiana.

Los materiales carbonatados objeto de explotación son de textura macrocristalina, color rosado-homogénea de dureza media. Se presentan en bancos de potencias variables (de 2 a 20 metros) predominando los de 1 a 2 m.

La Fig. 45 presenta un esquema de la disposición de la cantera y de la situación de la toma de muestras. En la Fig. 46 se observa un detalle de la-

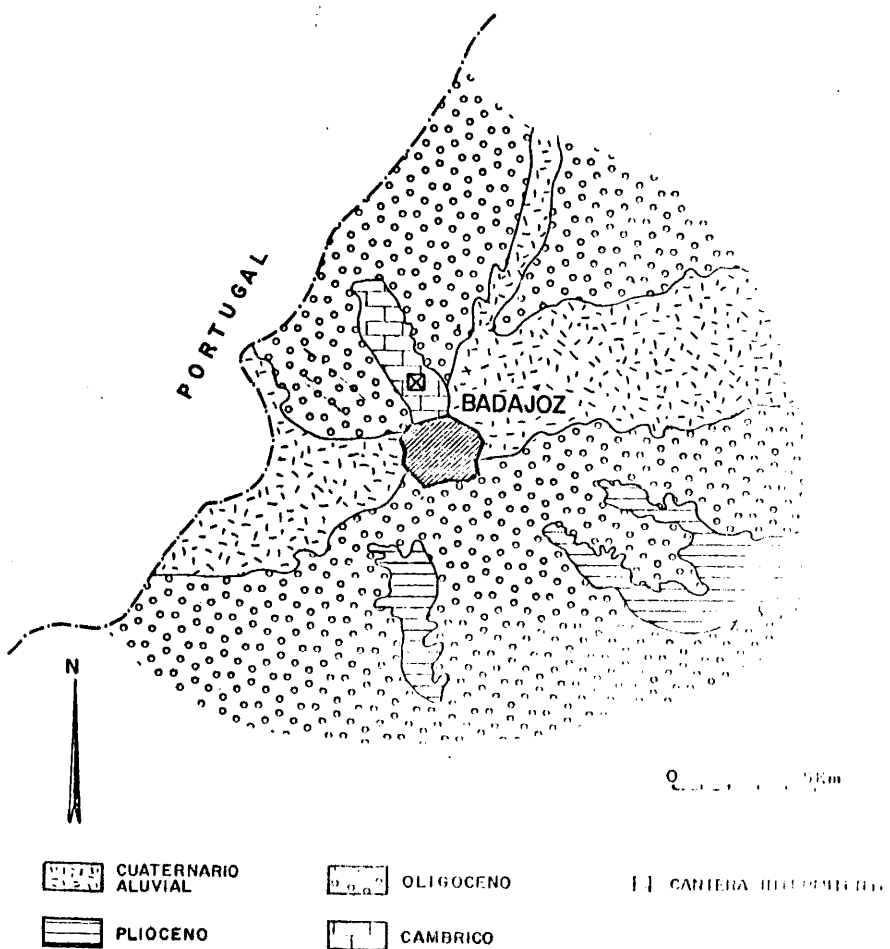


Fig. 44 - SITUACION GEOLOGICA DE LA CANTERA LAS CUESTAS DE LA ORINAZA (Badajoz)

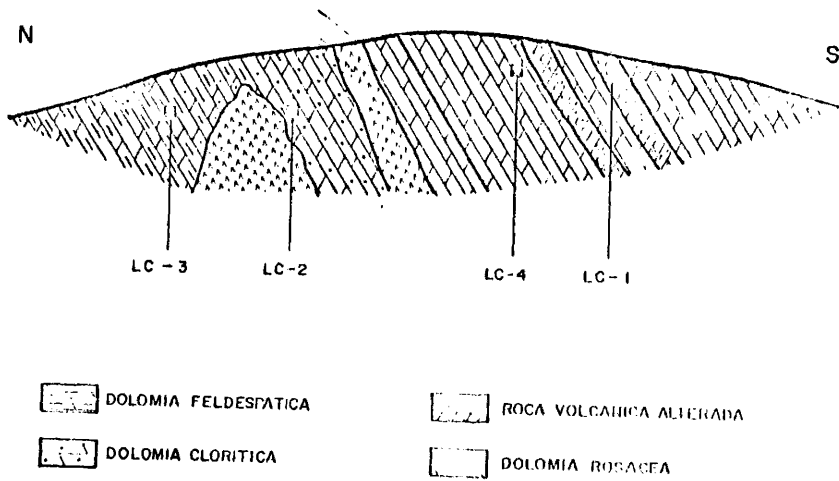


Fig 45 - ESQUEMA DE LA CANTERA DE LAS CUESTAS DE LA ORINAZA (Budajoz)

cantera en que aparece una intrusión de roca volcánica verde entre los materiales carbonatados - rosáceos (que en este caso se trata de dolomías-feldespáticas como se verá en el capítulo 7).

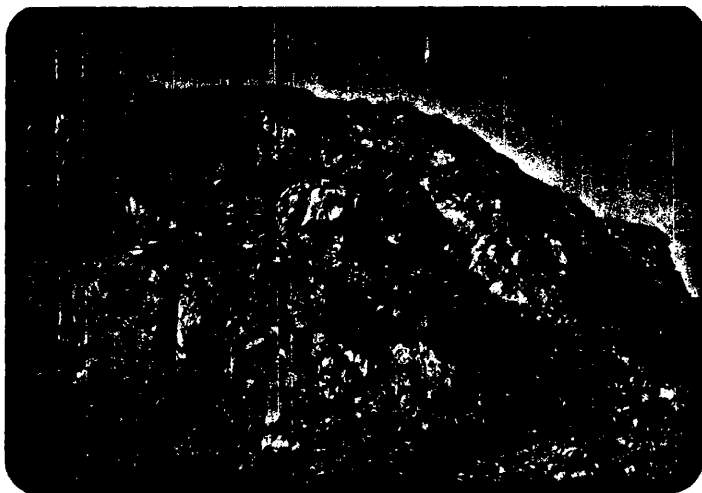


Fig. 46.- Detalle de la cantera de Las Cuestas de la Orinaza (Badajoz).

Este conjunto de materiales presentan una fracturación moderada con zonas de trituración y poseen ocasionalmente algunas zonas replegadas.

También de manera discordante, se presentan masas filonianas de aspecto arcilloso y colores variados. Este aspecto es consecuencia de avanzado estado de alteración de las intrusiones volcánicas que aparece más compacta en el afloramiento. Esta roca volcánica es de color verde oscuro y presenta cristales de pirita de apreciables tamaños.



1037

6.- METODOS DE ESTUDIO.



## 6.- MÉTODOS DE ESTUDIO.-

En el presente estudio se han utilizado diversos métodos de trabajo, según la complejidad y dificultad de los problemas que se han ido planteando. En principio, se ha realizado una labor de campo, con visita a los afloramientos y reconocimiento detallado de labores mineras, con mayor o menor detalle según las condiciones e importancia del afloramiento, situándolos geológica y geográficamente y en una segunda etapa puramente de laboratorio, se han estudiado las muestras seleccionadas. Obviamente se ha realizado además una revisión bibliográfica del tema en sus diferentes aspectos.

### 6.1.- TRABAJO DE CAMPO.-

El trabajo de campo ha consistido en visitar los quince yacimientos en estudio y muestrearlos, así como realizar un pequeño esquema geológico de cada afloramiento, con toma de fotografías de las zonas que se han considerado de mayor interés.

Para la situación geológica se ha recurrido a toda la cartografía existente sobre la zona, utilizando también para la situación geográfica las hojas topográficas correspondientes a Cheles (826) Higuera de Vargas (852), Alconchel (827), Barcarrota (828), Zafra (854), Montijo (726), Mérida (777) Villanueva de la Serena (779), Almendralejo (803), Jerez de los Caballeros (875) y Badajoz (775) a escala 1:50.000.

En cada yacimiento se ha recogido un número variable de muestras no sólo de las rocas calcáreas sino de las rocas encajantes y espacialmente relacionadas con ellas.

#### 6.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.-

Los trabajos de laboratorio realizados para la identificación de los materiales estudiados han sido de dos tipos: mineralógicos y químicos.

##### 6.2.1.- ANALISIS MINERALOGICO.-

##### 6.2.1.1.- DIFRACCION DE RAYOS X.-

Se han realizado diagramas de difracción de Rayos X sobre preparados de polvo desorientados. -- Las muestras fueron sometidas previamente a molienda en un mortero mecánico, homogeneizadas y tamizadas por el tamiz 270 de la serie A.S.T.M. correspondiente a un tamaño de partículas inferior a 53 micras.

Los difractogramas se rodaron en un aparato Philips modelo 1130-1050-1051, equipado con un contador de centelleo y unidad discriminadora. La radiación empleada fue la K. del Cu, con filtro de Ni se trabajó a 25 mA y 35 Kv. La velocidad de exploración fue en todos los casos de 2°/min., la rendija empleada de 0,1 mm., la constante de tiempo de 2 sg. y la velocidad del papel de 800 mm./h.

El intervalo de exploración fue siempre de 2 a 70°. A veces se prepararon agregados orientados para un mejor estudio de los filosilicatos existentes, tanto en las muestras carbonatadas como en otros tipos de rocas.

Para la identificación de las distintas fases se utilizaron fundamentalmente las fichas A.S.T. M., los datos recogidos por BROWN (1.961) y los trabajos de HEY (1.954), SCHOEN (1.962), PETRUCK (1.964) y BAILEY (1.972) para la identificación de las cloritas.

Para la determinación del tipo de clorita -- existen diversos métodos difractométricos basados en la exacta medida de los parámetros b y c. Teniendo en cuenta las recomendaciones de BAILEY (1.972) se ha empleado el método de BRINDLEY (1.961) para la medida del número de átomos de Al de la capa tetraédrica, -- que se obtiene mediante la ecuación:

$$d(001) = 14,55 \overset{\circ}{\text{Å}} - 0,29 K$$

de donde X = n<sup>2</sup> de átomos de Al tetraédrico. El Al octaédrico se ha calculado a partir de la ecuación de ALBEE (1.962):

$$d(001) = 14,52 \overset{\circ}{\text{Å}} - 0,14 K.$$

de donde  $X = \text{Al}^{\text{IV}} + \text{Al}^{\text{VI}} + \text{Cr}$ . El número de átomos de Fe<sup>2+</sup> se ha calculado a partir de la ecuación de VON ENGLEHARDT (1.942):

$$b = 9,22 \overset{\circ}{\text{Å}} + 0,028 \text{Fe}^{2+}$$

El parámetro b se obtiene multiplicando por 6 el valor de d (060).

A partir de los resultados anteriores y empleando los diagramas de HEY (1.954), es posible -- clasificar las diversas cloritas estudiadas a partir de la relación  $\frac{\text{Fe}}{\text{Fe} + \text{Mg}}$  y el número de átomos-

de silicio por celdilla unidad.

Algunas veces, cuando la reflexión 006 de la clorita no es apreciable, se ha seguido el método de PETRUK (1.964), calculando el grado de asimetría de acuerdo con la relación  $I_{002} + I_{004} / I_{003}$  corregida (1) y obteniéndose el número de átomos pesados que hay en la capa octaédrica de la clorita.

En función de los resultados del análisis difractométrico (método del polvo) se ha realizado una estimación semicuantitativa de las distintas fases presentes. Para ello se han utilizado los trabajos de análisis cuantitativo por difracción de rayos x realizados por SCHULTZ (1.964), MARTIN POZAS (1.968), POZZUOLI es al. (1.972), GALAN Y MARTIN VIVALDI (1.973) y AYLLON (1.974).

Teniendo en cuenta las limitaciones que señalan estos autores para la aplicación sistemática de sus resultados en otros tipos de muestras diferentes a las por ellos analizadas, y las propias limitaciones del método, se ha creído oportuno ofrecer (1)

$$I_{003} \text{ corregida} = I_{003} \text{ asimétrica} \times \frac{55,5^2}{(55,5 - \text{grado asimetría} \cdot 12,3)^2}$$

cer sólo unos valores aproximados, representándoles por el intervalo en el que se encuentran comprendidos el resultado. Se ha seguido el siguiente criterio.

xxxx = Muy abundante ( $> 60\%$ )

xxx = Abundante (60-30%)

xx = Moderado (30-10%)

x = Escaso (10-5%)

Ind. = Indicios ( $< 5\%$ )

#### 6.2.1.2.- MICROSCOPIA DE LUZ TRANSMITIDA.-

Se ha seleccionado una serie de muestras de los distintos yacimientos para su estudio óptico. - Se ha utilizado un microscopio modelo Junior Pol de la casa Zeiss. De los aspectos más importantes de - las láminas delgadas estudiadas se han obtenido fotografías mediante un fotomicroscopio Zeiss.

Esta técnica de análisis mineralógico ha si- do muy útil particularmente para la identificación- de minerales accesorios de Rayos X y para el estu-- dio de las rocas volcánicas asociadas a las rocas - calcáreas. También ha sido decisivo para observar - las texturas, alteraciones y recristalizaciones. -- (MILLIMAN, 1.974), (CAROZZI, 1.960), (MATCH y PAS-- TALL, 1.971).

#### 6.2.2.- ANALISIS QUIMICO.-

La totalidad de las muestras recogidas en - cada yacimiento, fueron molidas en molino mecánico- y desecadas convenientemente en estufa a 100°C du-- rante 24 h. como fases previas a su análisis quími- co por vía húmeda.

Para la puesta en solución de las muestras- se ha ensayado en primer lugar el empleo del reac-- tor a presión, mediante una bomba Perkin-Elmer equi- pada con vaso de teflón de 250 ml. de capacidad. Se probaron diferentes escalas de temperatura y tiem-- pos para el ataque de las muestras, así como dife--

rentes ácidos inorgánicos fuertes, de acuerdo con RENARD y BLANC (1.972), observando que por lo general, este tipo de muestras eran mejor atacadas en la bomba con una mezcla de FH y ClH concentrados durante media hora a 120°C. Sin embargo, dada la lentitud del método, así como la inseguridad frente a pequeños residuos silíceos muy difícilmente atacables y poco visibles, se ha optado por descartar este método.

La puesta en solución de las muestras estudiadas se ha realizado por los métodos propuestos por YULE (1.969), MEDLIN (1.969), OMAG (1.969) BOAR (1.970) e INGAMILLS (1.967, 1.970). Estos métodos utilizan la técnica de espectrofotometría de absorción atómica y describen la determinación de sílice, aluminio, hierro, calcio, magnesio, so dio, potasio, titanio y manganeso en silicatos y carbonatos, y pueden ser aplicadas a otros elemen tos y matrices. Las muestras son descompuestas -- por medio de la fusión con metaborato de litio.

La estimación cuantitativa de Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti, Mn, se ha realizado en espectro fotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer, modelo 360, con prisma de cuarzo, usando llamas de aire acetileno y nitroso-acetileno, y lamparas de cá todo hueco unielemento. (GALLE y ANGINO, 1.967) -- (SLAVIN, 1.968) (ANGINO y BILLINGS, 1.972).

Para evitar en lo posible errores debido a las interferencias entre Ca y Mg se le añadió solución de lantano. (PINTA, 1.971).

Se ha comparado los resultados obtenidos para Ca y Mg por absorción atómica con los obtenidos por métodos complexométricos observándose una buena correlación (AMIGO, 1.974; BURRIEL, 1.965; DIEHL, 1.964).

Para la determinación de la sílice se ensayaron también métodos colorimétricos, solubilizando la sílice y formando a continuación el complejo reducido sílico-molibdico de color azul, determinándose la densidad de la solución coloreada en un espectrofotocolorímetro Zeiss modelo PL-4 (CHARLOT 1.974), frente a un patrón, obteniéndose resultados satisfactorios.

La determinación de carbonatos se ha realizado por volumetría de retroceso (CASARES, 1.963), utilizando un exceso de ClH N y valorando por retroceso con NaOH N en presencia de Rojo de metilo.

También se han realizado gráficos comparativos de las muestras carbonatadas en los que se han representado el contenido de los alcalinos-terreos y las impurezas.

En función de los porcentajes de calcio y magnesio de las rocas carbonatadas, se ha clasificado según la propuesta de FROVOLA (1.959).



Descripción del método de disolución y deter-  
minación por absorción atómica.

REACTIVOS:

- Acido clorhídrico concentrado, ClH
- Solución de Lantano 5 % (P/V)
- Metaborato de Litio, Li BO<sub>2</sub>

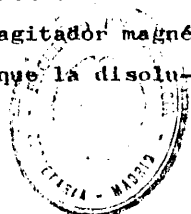
SOLUCIONES STANDARD:

Se ha preparado una curva patrón para cada elemento a analizar de concentraciones diferentes hasta la máxima lineal permitida según se describe en el capítulo correspondiente del Manual Perkin Elmer. (Tabla Nº2).

PREPARACION DE LA MUESTRA:

Pesar 0,1 g. de muestra en el crisol de platino y añadirle 0,6 g. de Li BO<sub>2</sub>. Mezclar el polvo de la muestra con el metaborato de litio intimamente ayudado con una varilla de vidrio. Introducir el crisol en una mufla que nos garantice una temperatura de 1000°C. Tapar bien el crisol con su tapadera de platino y dejarlo estar durante unos 15 minutos. A continuación introducir el crisol caliente en un vaso de precipitado de 250 ml. de capacidad de forma alta, conteniendo 20 ml. de agua destilada y procurando que el crisol se enfríe muy rápidamente.

A continuación añadir 5 ml. de ácido clorhídrico concentrado y mezclarlo bien con un agitador magnético cuya barrita sea de teflón, hasta que la disolu-

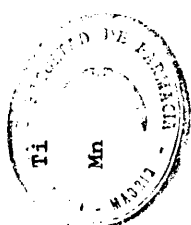


ción sea total. Si fuera necesario hacer diluciones posteriores se le añade solución de lantano teniendo en cuenta que siempre la solución final ha de ser al 1% en Lantano.

TABLA Nº 2

Constantes de los elementos en Espectrofotometria de Absorción Atómica.

<u>ELEMENTO</u>	<u>REACTIVO PATRON</u>	<u>LONGITUD DE ONDA</u>	<u>LIMITE CURVA LINEAL</u>	<u>LLAMA</u>
Si	Metasilicato Sodico	251,6 nm.	150 ppm/ml	Nitroso-Acetileno
Al	Aluminio polvo	309,3 nm.	50 ppm/ml	Nitroso-Acetileno
Fe	Hierro polvo	248,3 nm.	5 ppm/ml	Aire-Acetileno
Ca	Calcio carbonato	422,7 nm.	7 ppm/ml	Aire-Acetileno
Mg	Magnesio Tiras	285,2 nm.	0,5 ppm/ml	Aire-Acetileno
Na	Sodio cloruro	589,0 nm.	1 ppm/ml	Aire-Acetileno
K	Potasio cloruro	766,5 nm.	2 ppm/ml	Aire-Acetileno
Ti	Titanio metal	365,3 nm.	200 ppm/ml	Nitroso-Acetileno
Mn	Manganeso metal	279,5 nm.	3 ppm/ml	Aire-Acetileno



114

11463

7.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.

7.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.-

Las Figs. 47, 48 y 49 representan gráficamente los porcentajes medios en MgO, CaO, pérdida por calcinación y los restantes elementos (como un todo) de los materiales carbonatados de cada una de las canteras estudiadas.

Para este cálculo se han tomado sólo aquellas muestras que contienen un mínimo del 50% de carbonatos totales. De su observación, rápidamente se deduce que las calizas mas puras son las de Alconera Los Santos, Almendral, Pelacogotes, Ortigón y La Jara, en orden decreciente. Al mismo tiempo se deduce inmediatamente que los materiales carbonatados de Magacela, Jerez, Higuera de Vargas y Las Cuestas de la Orinaza, son dolomías y, que, las restantes canteras son calizas magnesianas o calizas impurificadas por dolomita.

A continuación se pasa a describir los resultados experimentales de cada yacimiento, agrupados en función de esta sencilla clasificación expuesta anteriormente.



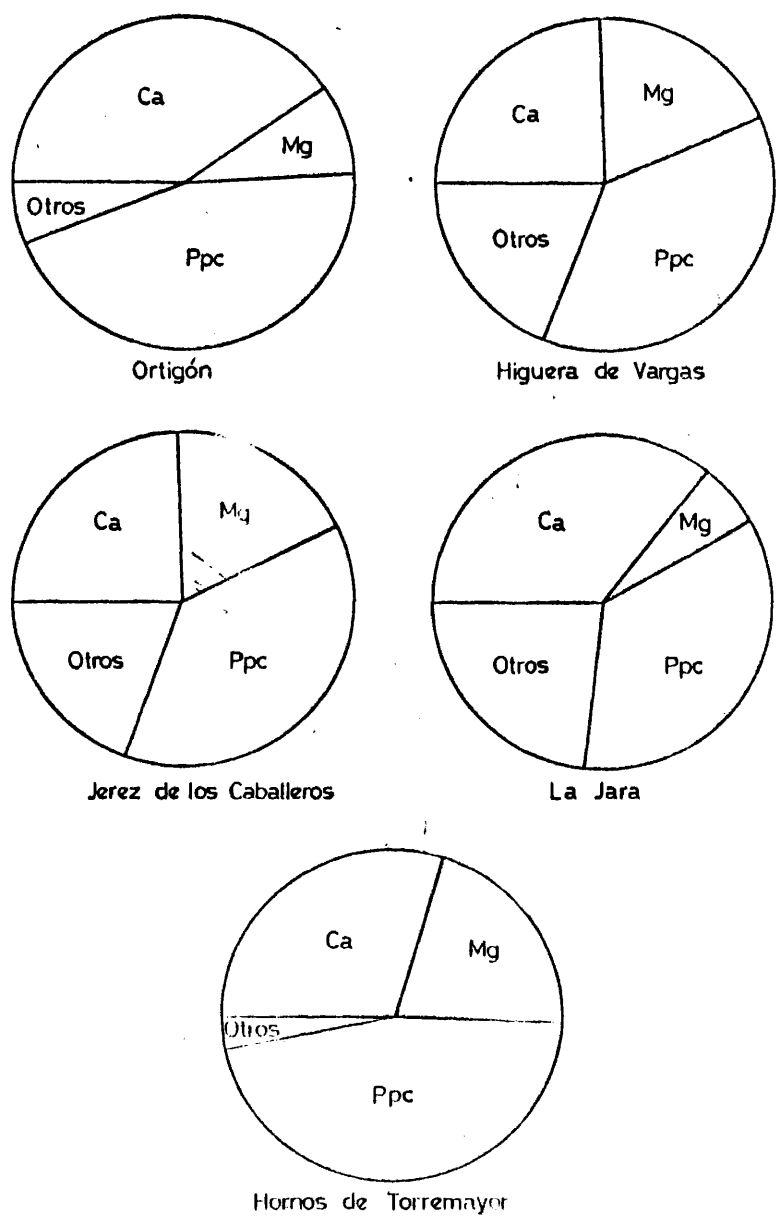
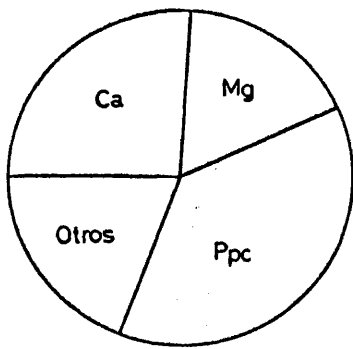
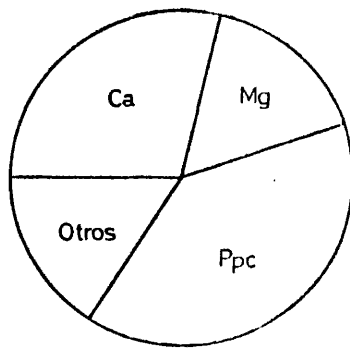


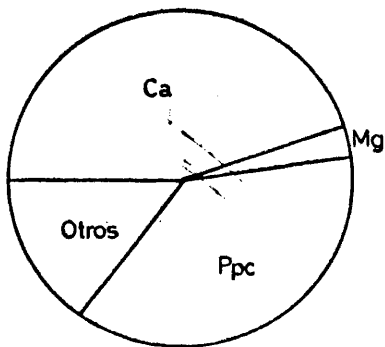
Fig 47 Gráfica comparativa de composición química de las rocas carbonatadas de diferentes afloramiento



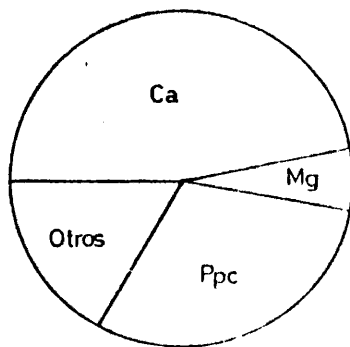
Las Cuestas de Orinaza



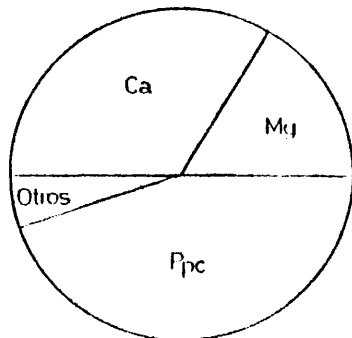
Anima y Horno



Los Santos de Maimona



Almendral



Cerro del Castillo

Fig 48 Gráfica comparativa de composición química de Ppc carbonatadas de diferentes afloramientos



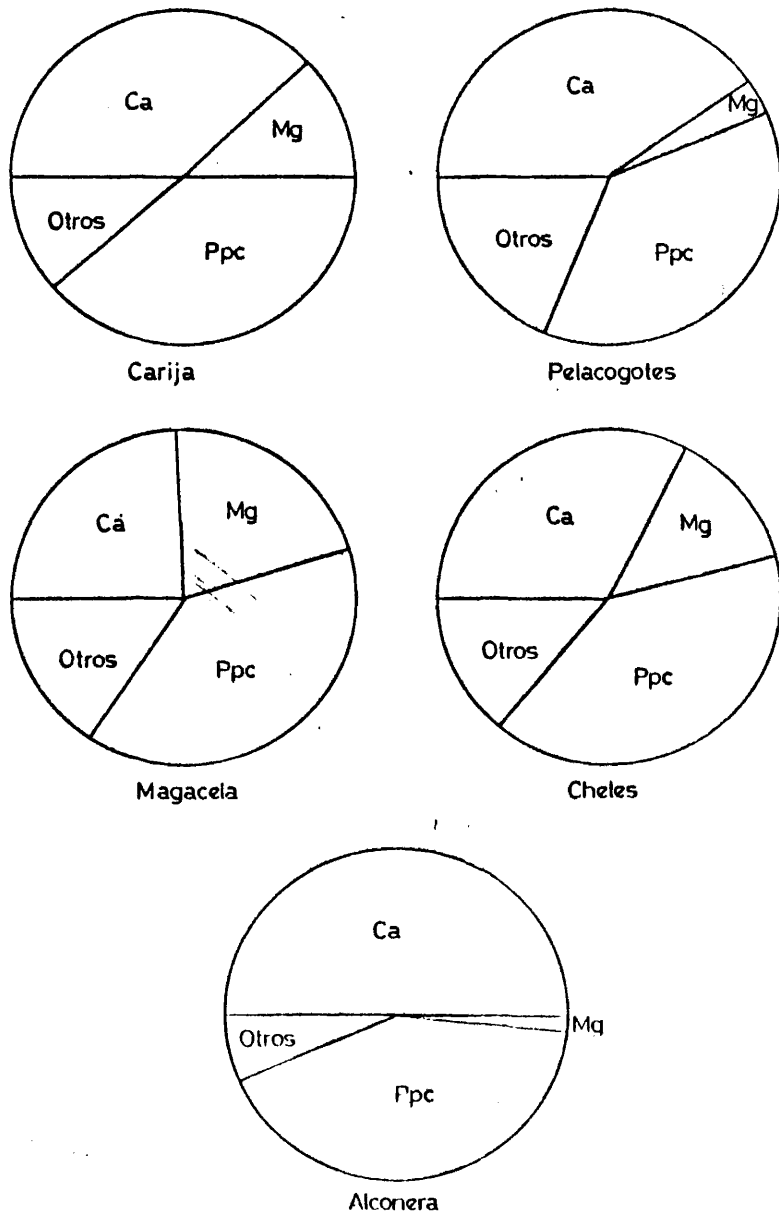


Fig 49 Gráfica comparativa de composición química de las rocas carbonatadas de diferentes afloramientos

7.1.- CANTERA DE ALCONERA.-

En las TABLAS Nos. 3 y 4 se exponen respectivamente los resultados del análisis químico y mineralógico de los mármoles de Alconera. En general son mármoles de alto contenido en calcio y bajo magnesio (TABLA Nº5 y Fig. 49). Su contenido en cuarzo también es bajo a excepción de la muestra AI-1. Los porcentajes de feldspatos, micas y arcillas son siempre pequeños y variables. El contenido en hierro es aceptable, a excepción de la muestra AI-1 cuyo valor alcanza los 3,88%.

Son rocas marmorizadas muy ricas en carbonatos calcio (80-95%) con una textura muy fina. Estas características unidas a la belleza de la roca pulida la califican de roca ornamental de calidad excepcional. (Fig. 50).



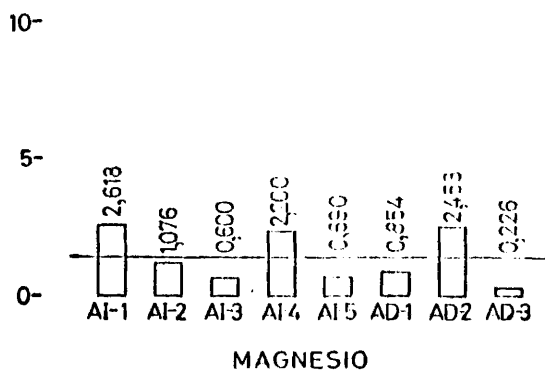
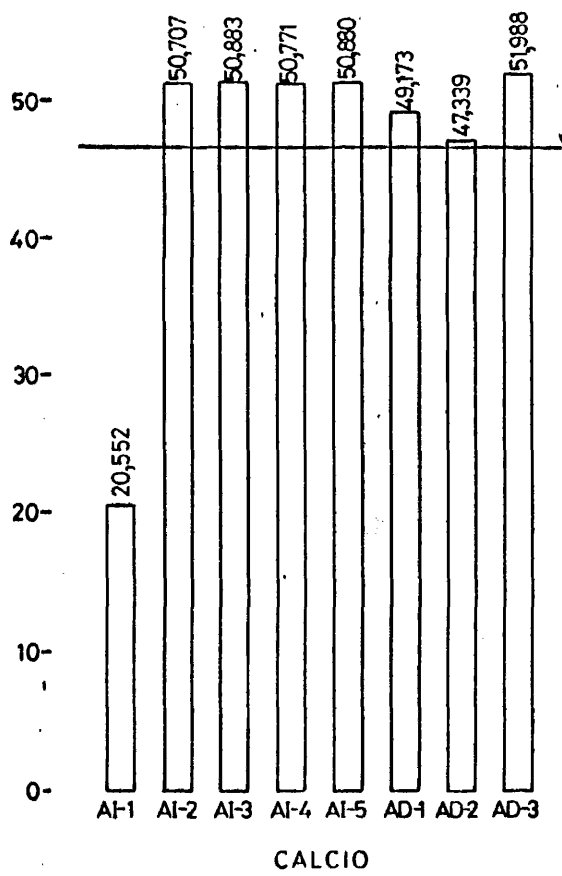


Fig. 50 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de Alconera

TABLA Nº 3

Análisis químico de las muestras de mármoles de la cantera de Alconera.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>
AD - 1	3,265	0,584	0,177	0,854	49,173	0,198	0,174	0,038	0,807	40,73	0,10	36,47
AD - 2	5,158	0,369	0,249	2,458	47,339	0,347	0,337	0,073	0,860	42,31	0,37	37,14
AD - 3	3,145	0,395	0,204	0,226	51,988	0,115	0,158	0,109	0,00	43,65	0,11	38,22
AI - 1	41,799	6,936	3,883	2,618	20,522	3,579	1,658	0,057	0,928	18,02	0,22	5,98
AI - 2	3,648	1,308	0,383	1,076	50,707	0,391	1,347	Ind.	0,00	41,13	0,14	35,13
AI - 3	2,806	1,354	0,505	0,600	50,883	0,599	0,421	0,025	0,887	41,82	2,07	34,88
AI - 4	3,745	0,209	0,775	2,200	50,711	0,092	0,102	0,076	0,00	42,09	0,21	36,21
AI - 5	2,373	1,163	0,469	0,690	50,880	0,437	0,670	Ind.	0,00	43,29	0,56	37,86

TABLA Nº 4

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Alconera.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
AI - 1	xxxx	Ind.	xxxx	xx	-----	x	-----
AI - 2	xxxxx	-----	Ind.	-----	-----	-----	Arcillas (Ind.)
AI - 3	xxxxx	-----	Ind.	Ind.	-----	Ind.	-----
AI - 4	xxxxx	x	Ind.	-----	-----	-----	-----
AD - 1	xxxxx	Ind.	Ind.	-----	-----	-----	Arcillas (Ind.)
AD - 2	xxxxx	x	Ind.	-----	-----	-----	Arcillas (Ind.)
AD - 3	xxxxx	-----	-----	Ind.	-----	Ind.	-----



TABLA Nº 5

Clasificación de las rocas carbonáticas de Alconera ("AI") ("AD"), en función de la relación CaO/MgO, - según FROVOLA (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
AD - 1	57,57	Caliza
AD - 2	19,25	Caliza poco dolomítica
AD - 3	230,03	Caliza
AI - 2	47,12	Caliza poco dolomítica
AI - 3	84,80	Caliza
AI - 4	23,05	Caliza poco dolomítica
AI - 5	73,73	Caliza

## 7.2.- CANTERA DE LOS SANTOS DE MAIMONA.-

En la TABLA Nº 6 se exponen los resultados del estudio mineralógico por difracción de rayos del afloramiento del Cerro San Cristobal de Los Santos de Maimona. En la TABLA Nº 7 se recogen los correspondientes al análisis químico de las mismas muestras (Figs. 48 7 51). En general son rocas carbonatadas de tipo calcítico o ligeramente dolomíticas TABLA Nº 8. Los contenidos en calcita oscilan entre el 70 y 90% para las calizas rosáceas, que son las más ricas en  $\text{CO}_3$  Ca y son las que se explotan. Suelen acompañar a estas rocas carbonatadas indicios de cuarzo y de feldespatos. Igualmente suelen aparecer indicios cloríticos (LS-12), de micas y vermiculita (LS-2A). En las rocas ígneas y en las calizas impuras, es característico del afloramiento, la presencia de anfíboles del tipo de la hornblenda, rocas volcánicas LS-6B, RVF-2 y LS-RV; calizas LS-6A.

En la muestra LS-5 se observan al microscopio (Fig. 52) los cristales de carbonatos, con un bandeo debido a la variación en el tamaño de grano de los cristales. Igualmente se observa una gran proporción de minerales pelíticos, confirmándose por rayos x la presencia de cuarzo, feldespato y moscovita en la muestra.

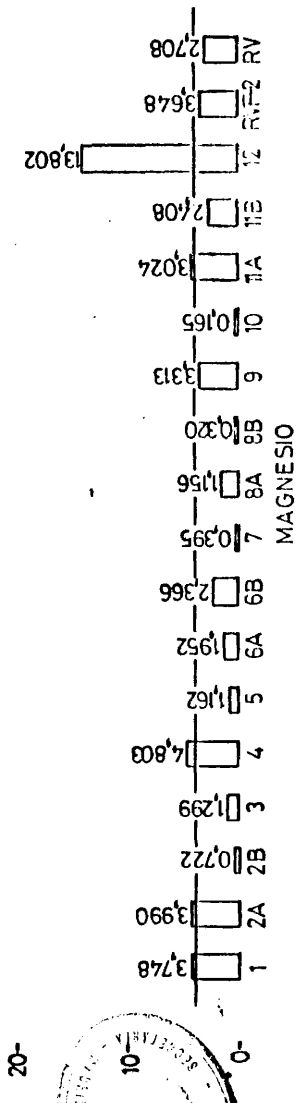
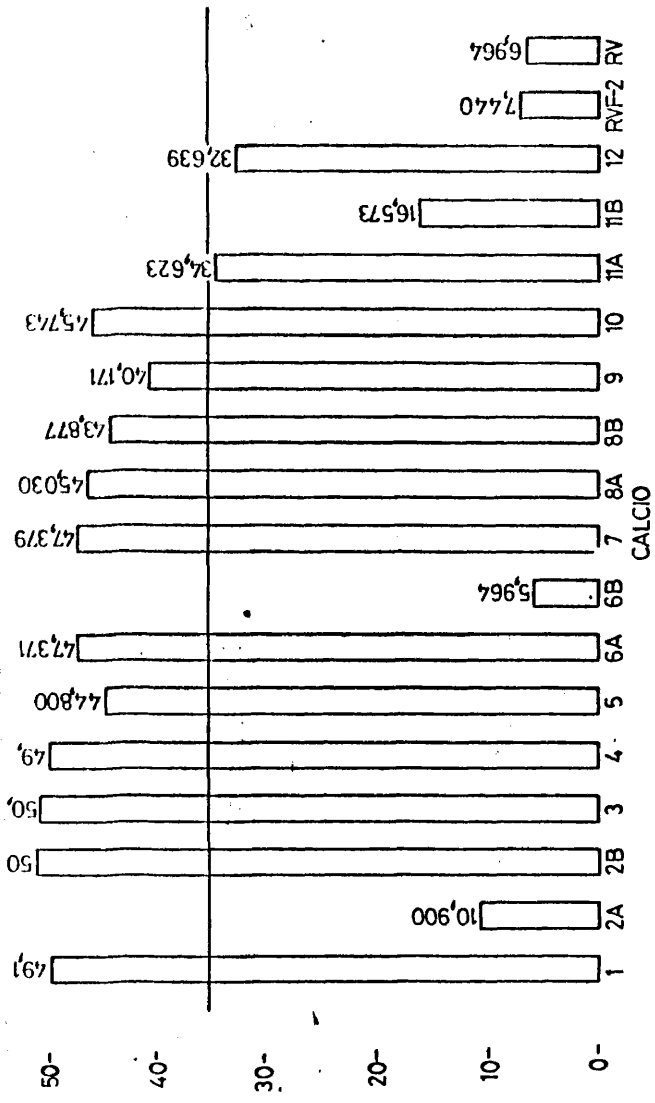


Fig 51 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras del Cerro de San Cristobal de Los Santos de Maimona

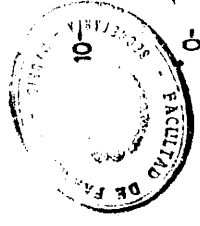


TABLA Nº 6

Análisis semicuantitativo pro difracción de Rayos - x de las muestras de Los Santos de Maimona.

MUESTRAS	Calcitas	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
LS - 1	xxxx	x	Ind.	Ind.	-----	Ind.	-----
LS - 2A	xxx	-----	xx	x	x	x	Vermiculita (x)
LS - 2B	xxxx	Ind.	Ind.	Ind.	-----	Ind.	-----
LS - 3	xxxx	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	-----	Moscovita (Ind.)
LS - 4	xxxx	Ind.	Ind.	-----	-----	Ind.	-----
LS - 5	xxxx	-----	Ind.	Ind.	-----	-----	Moscovita (Ind.)
LS - 6A	xxxx	-----	-----	-----	Ind.	-----	Anfibol (Horblenc (Ind.))
LS - 6B	xx	Ind.	x	xx	Ind.	x	Anfibol (Horblenc (xx))
LS - 7	xxxx	-----	Ind.	Ind.	-----	-----	-----

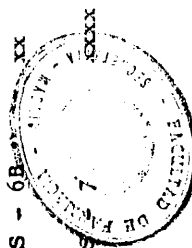


TABLA Nº 6

(continuación)

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Los Santos de Maimona.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
LS - 8A	xxxx	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	-----
LS - 8B	xxxx	-----	Ind.	Ind.	-----	Ind.	-----
LS - 9	xxxx	Ind.	x	Ind.	Ind.	Ind.	-----
LS - 10	xxxx	-----	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	-----
LS - 11A	xxxx	-----	Ind.	Ind.	-----	-----	Esmectita probable
ES - 11B	xxx	-----	xx	xx	-----	-----	Moscovita (xx)
LS - 12	xx	xxxx	x	-----	x	-----	-----
RVF - 2	xx	-----	-----	xxx	-----	-----	Anfibol (posible H blenda) Vermiculit. (xx)
LS - RV	x	Ind.	x	xxx	xx	Ind.	Anfibol (Hornblend (xxx)

TABLA Nº 7

Análisis químico de las muestras de la cantera del Cerro de San Cristobal de Los Santos de Maimona.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
LS - 1	2,744	1,501	0,430	3,748	49,164	0,185	0,135	0,033	0,00	42,06	0,08	36,88
LS - 2A	52,735	11,057	0,771	3,990	10,900	2,822	0,294	0,045	1,526	15,84	1,08	7,06
LS - 2B	10,896	0,328	0,348	0,722	50,952	0,175	0,065	0,064	0,00	36,45	0,11	33,49
LS - 3	6,749	0,272	0,392	1,299	50,741	0,081	0,119	0,057	0,00	40,29	0,44	37,95
LS - 4	1,401	1,042	0,249	4,803	49,699	0,324	0,094	0,088	0,00	42,29	0,26	38,72
LS - 5	12,014	3,741	1,087	1,162	44,800	1,791	0,216	0,029	0,00	35,16	0,16	31,59
LS - 6A	7,770	2,872	0,781	1,952	47,371	1,534	0,573	0,057	0,00	37,09	0,15	33,66
LS - 6B	63,580	13,499	2,881	2,366	5,964	3,183	2,582	0,033	1,282	4,63	0,19	0,46
LS - 7	12,841	2,252	0,259	0,395	47,379	0,594	0,574	0,056	0,00	35,65	0,22	32,64
LS - 8A	13,006	2,270	0,299	1,156	45,030	0,750	0,974	0,066	0,00	36,54	0,73	34,96
LS - 8B	14,393	2,078	0,731	0,320	43,877	0,940	0,756	0,063	0,00	36,14	0,20	33,82

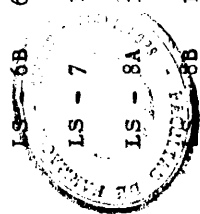


TABLA Nº 7 (continuación)

Análisis químico de las muestras de la cantera del Cerro de San Cristobal de Los Santos de Maimona.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
LS - 9	11,291	1,793	1,098	3,313	40,171	0,871	0,524	0,053	0,306	40,58	0,72	36,78
LS - 10	8,408	0,730	2,540	0,165	45,743	1,075	1,087	0,082	0,00	40,17	0,23	35,81
LS - 11A	16,918	8,107	2,289	3,024	34,632	2,611	1,229	0,131	0,609	30,45	0,83	25,24
LS - 11B	48,835	13,822	3,537	2,408	16,573	2,533	1,678	0,084	0,00	10,53	0,12	8,22
LS - 12	10,432	4,013	3,040	13,802	32,639	1,065	0,149	0,730	0,00	34,13	0,39	30,31
RVF - 2	59,471	10,830	4,005	3,648	7,440	0,758	1,214	0,059	5,705	6,87	0,67	---
LS - RV	67,161	10,932	4,093	2,708	6,964	1,568	1,955	0,149	0,450	4,02	0,29	---

TABLA Nº 8

Clasificación de las rocas carbonáticas de la cantera Cerro San Cristobal ("LS") de Los Santos de Maimona,-- en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA --- (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
LS - 1	13,11	Caliza poco dolomítica
LS - 2B	70,57	Caliza
LS - 3	39,06	Caliza poco dolomítica
LS - 4	10,34	Caliza poco dolomítica
LS - 5	38,55	Caliza poco dolomítica
LS - 6A	24,26	Caliza poco dolomítica
LS - 7	119,94	Caliza
LS - 8A	38,95	Caliza poco dolomítica
LS - 8B	137,11	Caliza
LS - 9	12,12	Caliza poco dolomítica
LS - 10	277,23	Caliza
LS - 11A	11,45	Caliza poco dolomítica
LS - 12	2,36	Dolomía Calcárea

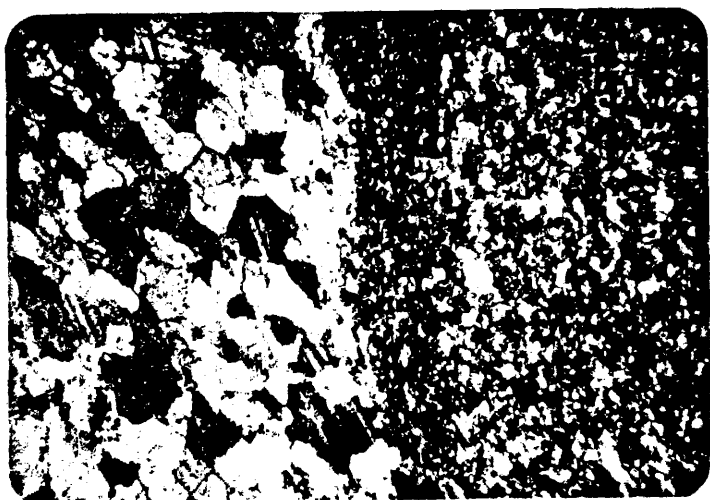


Fig. 52.- Detalle al microscopio de la muestra LS - 5. Nic. paralelo por 2,5.

En la muestra LS-8B al microscopio (Fig. 53) también se observa el bandeo del carbonato debido a la variación del tamaño de grano de los cristales, y asimismo aparecen feldespatos potásicos.



Fig. 53.- Detalle al microscopio de la muestra LS - 8B. Nic. cruzados por 10.



Igualmente, la muestra LS-9 al microscopio (Fig. 54) presenta dos tamaños de grano de carbonatos y las impurezas de cuarzo, feldespato, clorita y mica en pequeñas cantidades, también detectados por rayos x.

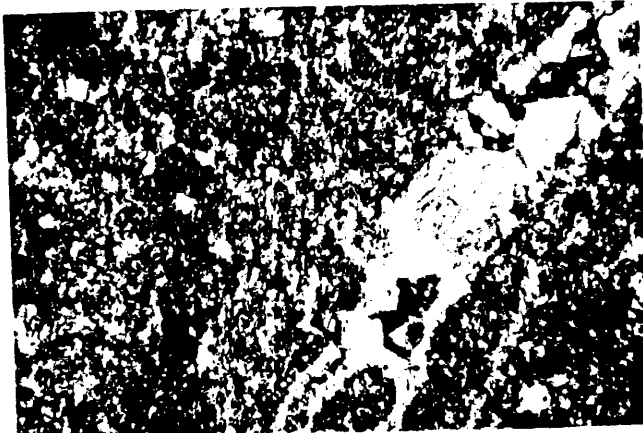


Fig. 54.- Detalle al microscopio de la muestra LS - 9. Nic. cruzados por 2,5.

La muestra LS-11A, al microscopio (Fig. 55)- presenta una mineralogía fundamentalmente compuesta por calcita y filosilicatos. Los carbonatos corres--

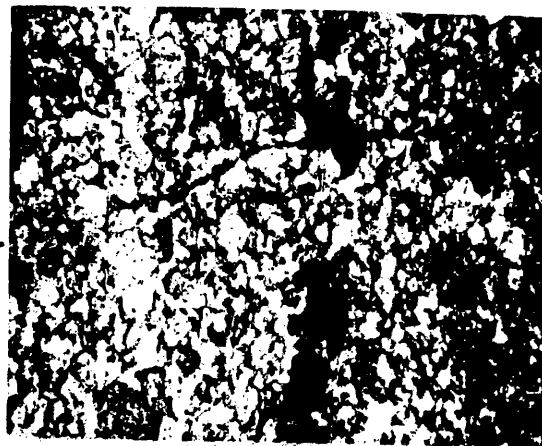


Fig. 55.- Detalle al microscopio de la muestra LS-11A. Nic. cruzados por 2,5.

ponden al menos a dos fases de formación, con dos tamaños diferentes de cristales. Los filosilicatos se disponen en bandas plegadas, a veces limitando los dos tipos de carbonatos, con pleocroismo de incoloro a verde amarillento, con poca refringencia, que bien pudiera tratarse de clorita o esmegtita. También presenta pequeñas cantidades de minerales opacos.

A su vez la muestra LS-12 al microscopio (Fig. 56) presenta características similares a la LS-9, con carbonatos, clorita y otro laminar constituido posiblemente por un producto de alteración de la misma clorita.

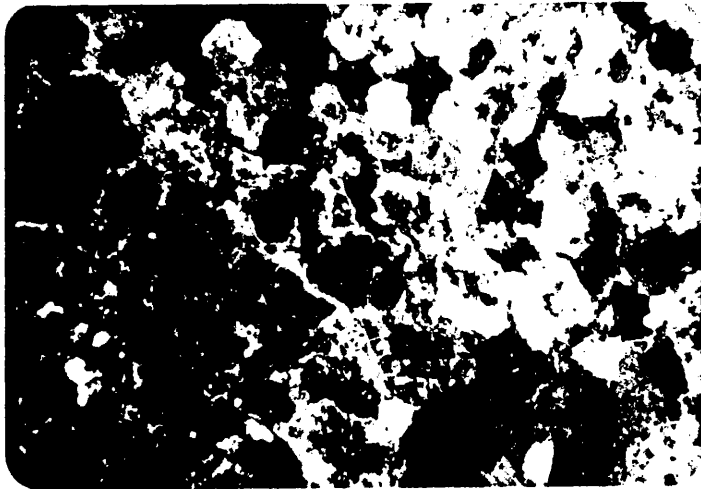


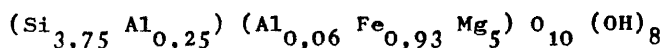
Fig. 56.- Detalle al microscopio de la muestra LS-12. Nic. cruzados por 10.

La muestra RVF-2 es una roca básica que al microscopio (Figs. 57 y 58) se presenta como una diabasa o dolerita muy alterada, con textura ofítica.

Esta compuesta por plagioclasas alteradas, anfiboles alterados en cantidad apreciable y facilmente detectables por rayos x como hornblendas, biotita, esfena y menas metálicas en cantidades pequeñas.

Por difracción de rayos x se ha determinado la presencia de vermiculita no solo en esta muestra sino tambien en la LS-2A, tambien aparece frecuentemente clorita en estas rocas básicas junto con la -- hornblenda (Muestras LS-6B y LS-RV), lo que indica -- que probablemente han sufrido un proceso de altera-- ción durante su intrusión y enfriamiento entre las -- rocas carbonatadas, produciendose estos minerales -- magnesianos a partir de los anfiboles y biotita. Es-- de sospechar que la vermiculita se ha producido por-- la vermiculitización de la clorita en un proceso muy posterior (meteorización) porque su formación duran-- te la intrusión y su conservación no seria posible -- en una roca sometida a presiones y fracturaciones -- tectónicas como han soportado estas calizas. Tales -- procesos son por otra parte, los causantes de las -- distintas generaciones y recristalizaciones de calci-- ta.

Se ha determinado la formula de la clorita -- presente en la muestra LS-RV, cuyo resultado es el -- siguiente:



Talco-Clorita



Fig. 57.- Detalle al microscopio de la muestra RVF-2. Nic. cruzados por 10.

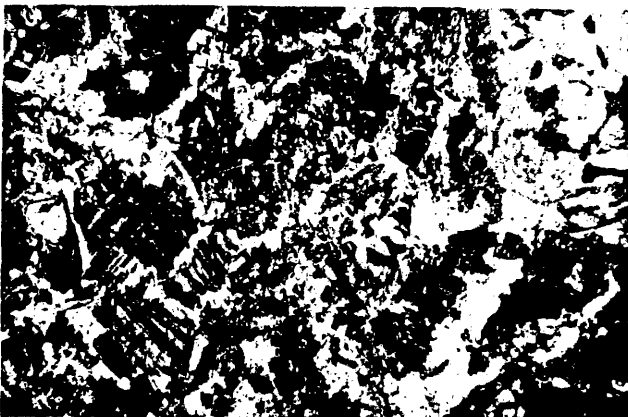


Fig. 58.- Detalle al microscopio de la muestra RVF-2. Nic. cruzados por 10.



### 7.3.- CANTERA DE ALMENDRAL.-

En las TABLAS Nos. 9 y 10 se exponen respectivamente los resultados del análisis químico y mineralógico de las muestras de la cantera de Almendral --- (Figs. 48 y 59). Las rocas carbonatadas presentes son calizas (75-90 % de calcita), acompañadas de cantidades variables de dolomita (TABLA Nº 11) y algunas veces con impurezas de feldespatos y biotita (muestra A-1).

La roca ígnea que intruye en la serie calcárea es de composición variable, a base de cuarzo, feldespatos, cloritas y micas. Singularmente se ve acompañado de paragonita (muestra A-2) y de hornblenda -- (muestra A-6). Al microscopio se observan plagioclasas alteradas, anfíboles del tipo actinolita, epidota clorita, mena metálica y localmente algún carbonato.- Se encuentra muy alterada y posiblemente se trate de una diabasa alterada y transformada durante los fenómenos metasomáticos que tuvieron lugar con su intrusión en la masa carbonática.

La paragonita se formó probablemente durante el metamorfismo regional y tectonización a que estuvo sometida toda la serie cambrica, posiblemente a partir de moscovita (paragonitización).

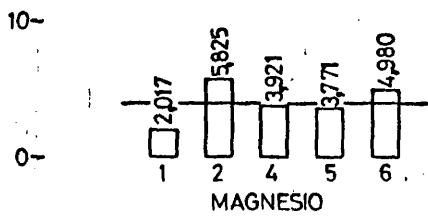
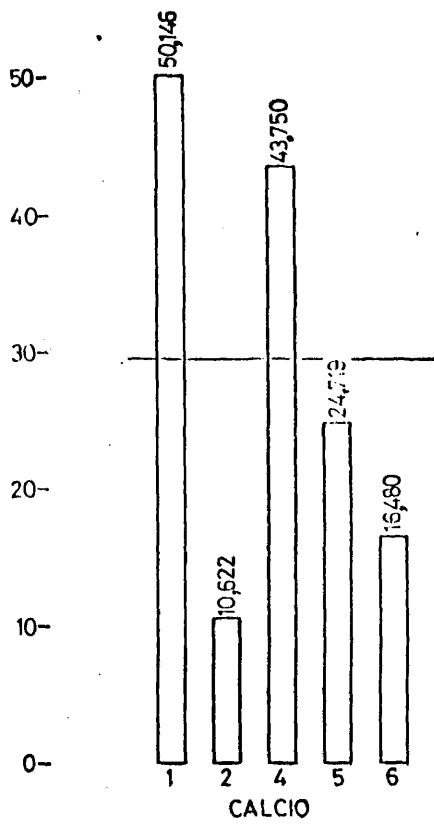


Fig 59 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Almendral

TABLA Nº 9

Análisis químico de las muestras de la cantera de Almendral.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>
A - 1	2,206	1,255	0,446	2,017	50,146	0,312	0,087	0,021	0,00	43,51	0,26	39,22
A - 2	54,797	11,298	4,600	5,825	10,622	4,659	0,695	0,111	1,433	5,96	0,23	---
A - 4	10,355	4,777	1,299	3,921	43,750	1,315	0,508	0,045	0,00	34,02	0,42	30,33
A - 5	30,125	11,018	4,933	3,771	24,719	1,996	0,626	0,046	0,806	21,96	0,13	16,36
A - 6	43,459	14,363	4,870	4,980	16,480	1,800	2,505	0,033	0,00	11,51	0,55	7,29

TABLA Nº 10

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Almendral.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
A - 1	xxxx	Ind.	-----	Ind.	-----	(Biotita)(x)	-----
A - 2	x	Ind.	x	-----	-----	(Biot+Mosc) (xx)	Paragonita(x)
A - 4	xxxx	-----	Ind.	-----	x	-----	-----
A - 5	xxx	Ind.	xx	x	-----	x	-----
A - 6	x	-----	-----	x	xx	xx	Hornblenda (xxx)

TABLA Nº 11

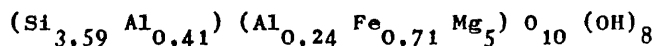
Clasificación de las rocas carbonáticas o de la fracción carbonática de las canteras de Higuera de Vargas ("HV"), y de Almendral ("A"), en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA -- (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
HV - 1	1,37	Dolomía muy poco magnésiana
HV - 2	1,22	Dolomía poco magnésiana
HV - 5	1,14	Dolomía poco magnésiana
A - 1	24,86	Caliza poco dolomítica
A - 4	11,15	Caliza poco dolomítica

7.4.- AFLORAMIENTO DE PELACOGOTES.-

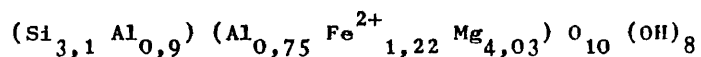
En la TABLA Nº 12 se exponen los resultados del estudio mineralógico por difracción de rayos x de las muestras del afloramiento de Pelacogotes (Villagonzalo). Igualmente, en la TABLA Nº 13 se exponen los resultados del análisis químico de las mismas muestras (Figs. 49 y 60). Las rocas básicas (PL-1, 2, 3, 4, 5, 8 y 9), son más abundantes en el afloramiento que las propias rocas carbonatadas (PL-6, 7, 10 y 11). Las calizas (TABLA Nº 14), están compuestas por calcita (65-80%), algo de dolomita cuarzo (hasta un 20%) e impurezas de clorita y feldespatos.

Las cloritas son muy abundantes en las rocas básicas y corresponden a una talco-clorita, de fórmula aproximada:



Talco-clorita

o bien a términos menos magnésicos y algo más aluminicos del tipo penninita-clinocloro. La fórmula de una de ellas calculada también a partir de su diagrama de difracción de rayos x es aproximadamente:



Penninita-Clinocloro

Las muestras PL-6 y PL-7 al microscopio (Fig. 61 y 62). Son muy similares: mármoles de grano fino con textura granoblástica, con cuarzo en porcen-



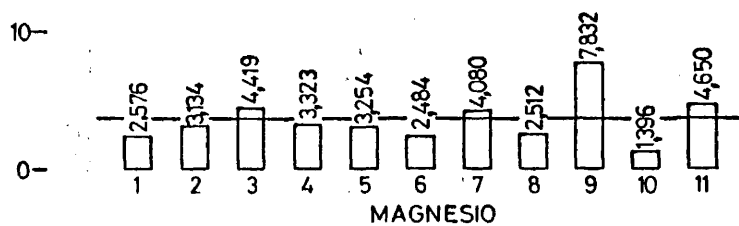
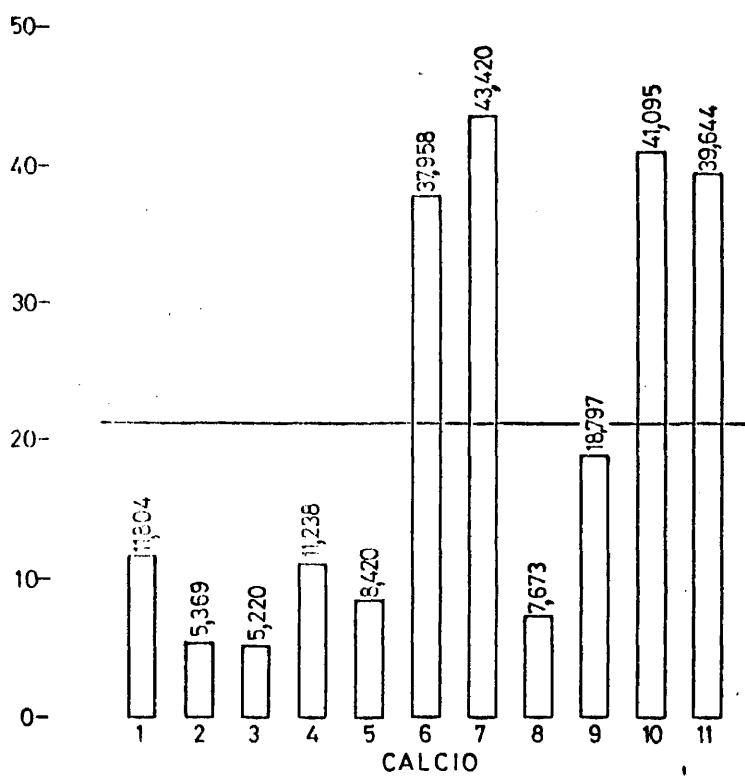


Fig. 60 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Pelacogotes (Villagonzalo)

TABLA Nº 12

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Pelacogotes (Villagonzalo)

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
PL - 1	xx	-----	x	xx	xxx	Ind.	-----
PL - 2	-----	x	xxx	xx	xx	-----	Moscovita (Ind.)
PL - 3	Ind.	Ind.	xx	xxx	xxx	-----	Moscovita (x)
PL - 4	xxxx	-----	x	xx	xxxx	-----	-----
PL - 5	xx	-----	xx	xx	xxx	xx	-----
PL - 6	xxxx	Ind.	xx	Ind.	Ind.	-----	-----
PL - 7	xxxx	Ind.	-----	Ind.	Ind.	-----	-----
PL - 8	x	Ind.	xxx	x	x	-----	Ilita (Ind.)
PL - 9	x	-----	xx	-----	xxx	-----	-----
PL - 10	xxx	-----	x	Ind.	-----	Ind.	-----
PL - 11	xxxx	Ind.	x	-----	Ind.	Ind.	-----

TABLA Nº 13

Análisis químico de las muestras de Pelacogotes (Villagonzalo)

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
PL - 1	53,145	13,501	4,618	2,576	11,804	1,138	1,983	0,228	1,767	9,24	0,92	5,72
PL - 2	56,661	14,690	6,243	3,134	5,369	3,381	4,245	0,179	3,558	2,54	0,26	---
PL - 3	59,014	17,421	2,350	4,419	5,220	1,745	2,666	0,132	3,113	3,92	0,51	---
PL - 4	61,432	7,113	2,101	3,323	11,238	1,060	2,459	0,082	0,702	10,49	0,29	6,89
PL - 5	55,515	14,574	3,931	3,254	8,420	2,586	1,151	0,078	1,751	8,74	0,39	4,51
PL - 6	22,048	0,496	0,915	2,484	37,958	0,284	0,418	0,097	0,00	34,40	0,21	27,28
PL - 7	6,846	1,360	0,987	4,080	43,420	0,029	0,236	0,136	1,136	41,77	0,11	35,26
PL - 8	67,775	10,862	0,365	2,512	7,673	0,181	1,976	0,080	2,356	6,22	0,26	1,83
PL - 9	36,184	14,564	4,546	7,832	18,797	1,176	1,170	0,209	1,026	14,49	0,20	9,25
PL - 10	16,408	1,181	0,284	1,396	41,095	0,655	0,669	0,102	0,00	37,76	0,14	33,46
PL - 11	13,097	3,168	1,916	4,650	39,644	0,666	0,758	0,091	0,00	35,91	0,33	31,09



1/41

TABLA Nº 14

Clasificación de las rocas carbonáticas o de la fracción carbonáticas de las canteras Anima y - Horno ("AH") de La Garrovilla y Pelacogotes -- ("PL") de Villagonzalo, en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
AH - 1	1,51	Dolomía poco calcárea
AH - 2	3,85	Dolomía calcárea
AH - 3	1,32	Dolomía muy poco magnésiana
AH - 6	1,57	Dolomía poco calcárea
PL - 6	15,28	Caliza poco dolomítica
PL - 7	10,64	Caliza poco dolomítica
PL - 10	29,43	Caliza poco dolomítica
PL - 11	8,52	Caliza dolomítica

taje bajo y muy diseminado, filosilicatos de tipo clorítico, algún cristal de plagioclasa y menas metálicas escasas. La diferencia entre ambas muestras está en la menor existencia de cuarzo en la PL-7 que en la PL-6.

La muestra PL-11, en contacto con roca -- verde básica, muestra características análogas a las anteriores, pero con cierta orientación de -- los granos de carbonatos que aparecen además suturados entre si por los elementos verdes. El tamaño medio predominante sigue siendo pequeño (entre 0,1-1 mm.), pero aparecen también granos gruesos, resultado de la sutura de granos finos. Además -- aparecen mayor cantidad de clorita, hornblenda y el contenido en cuarzo es menor. Los elementos -- verdes parecen intruir a la roca carbónica corroyendo los cristales de calcita y sustituyendolos (Fig. 63).

En la muestra PL-3 al microscopio se observan gránulos de cuarzo con extinción ondulante y textura suturada, zonas con carbonatos fracturados, con abundantes feldespatos, cloritas y presencia de moscovita. La muestra PL-8, presenta -- cuarzo abundante con textura ligeramente suturada y extinción ondulante junto a los carbonatos existentes, plagioclasas con laminillas de sericita y clorita intersticial. La textura es orientada con bordes algo suturados y finalmente, la muestra PL-9

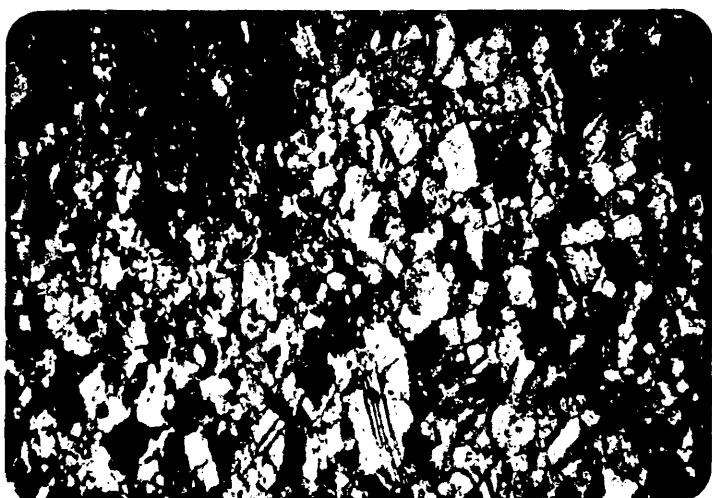


Fig. 61.- Detalle al microscopio de la muestra PL-6. Nic. cruzados por 10.

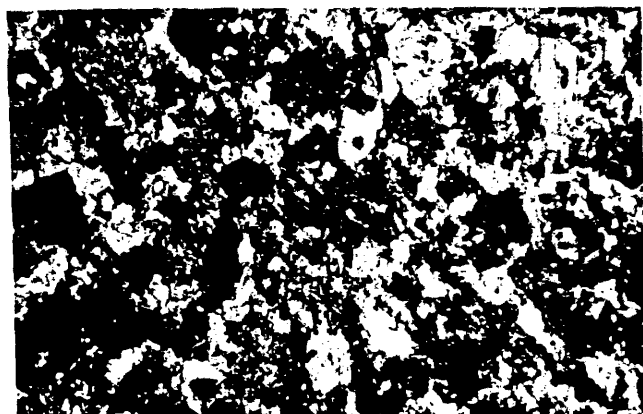


Fig. 62.- Detalle al microscopio de la muestra PL-7. Nic. cruzados por 10.

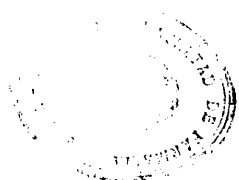




Fig. 63.- Detalle al microscopio de la muestra PL-11. Nic. cruzados por 10.

presenta textura orientada de grano fino con abundante cuarzo con extinción ondulante muy marcada, carbonatos oxidos de hierro y metálicos y clorita muy abundante - (Fig. 64).

Como puede observarse son rocas básicas que pa recea hubiera sido silicificadas posteriormente a su in trusión en la masa calcárea. Resultado del metamorfis- mo de contacto y de la silicificación posterior ha si- do la transformación de los anfíboles en clorita, la - presencia de carbonatos y la silice libre que a veces- sutura tanto carbonatos, como a elementos verdes. Debe tratarse de una roca de tipo diabásico alterada y sili cificada.

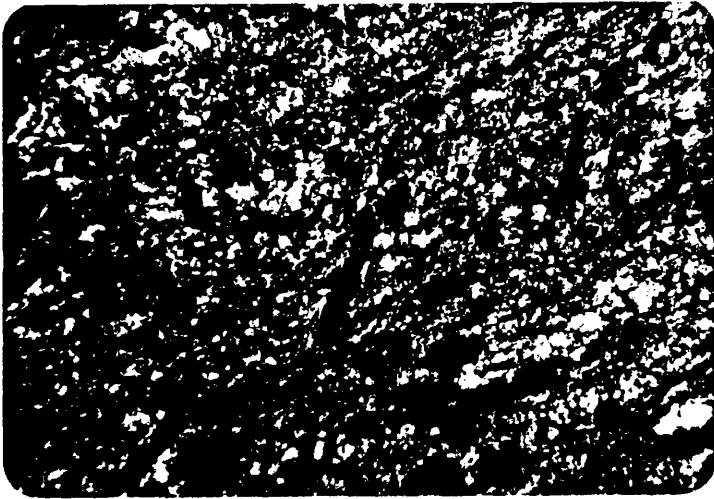


Fig. 64.- Detalle al microscopio de la muestra  
PL-9. Nic. paralelos por 10.



7.5.- CANtera DE LA JARA Y ORTIGON.-

En las TABLAS Nos. 15 y 16 se expresan los resultados del análisis químico y mineralógico por difracción de rayos x, de las muestras de La Jara, (Almendral) y Ortigón (Alconera) (Figs. 47 y 65).- Se trata de materiales calizos con contenidos que oscilan entre el 55 y 90% de calcita (TABLA Nº 19). El escaso cuarzo presente en estas muestras se asocia siempre a la calcita, feldespatos, cloritas y micas, aparecen igualmente en escasa cantidad y -- con poca importancia (Fig. 87).

El contenido en cuarzo es muy bajo y solo la dolomita puede llegar a cantidades importantes (aproximadamente del 20%). Otras impurezas los -- constituye la presencia de feldespatos, cloritas y micas.



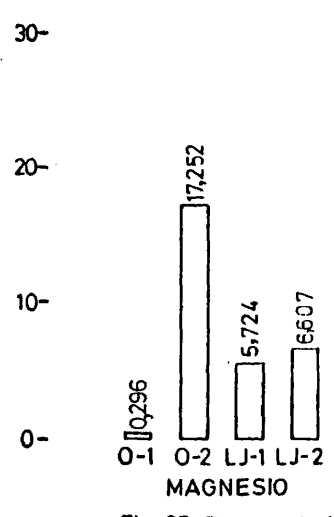
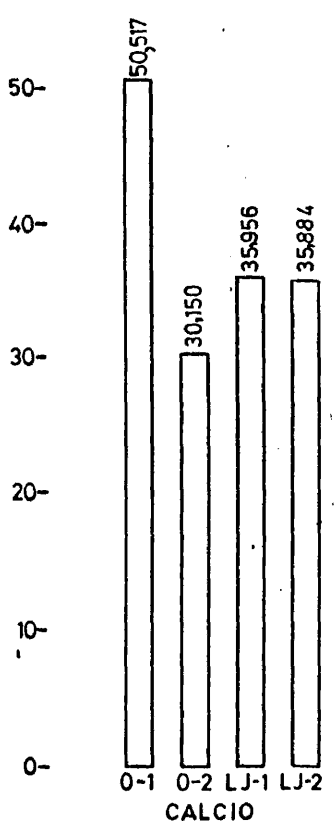


Fig. 65 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Ortigón (La Alconera) Y La Jara (Almendral)

TABLA Nº 15

Análisis químico de las muestras de las canteras de Ortigón (La Alconera), La Jara (Almendral).

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>
0 - 1	3,39	1,094	0,242	0,296	50,517	0,182	0,103	0,036	1,320	42,81	0,09	38,93
0 - 2	4,912	2,245	1,519	17,252	30,150	1,031	1,060	0,245	0,00	41,58	0,78	37,12
LJ - 1	15,382	3,293	1,735	5,724	35,956	2,694	2,212	0,024	0,570	32,41	0,51	29,89
LJ - 2	11,973	3,845	1,594	6,607	35,884	1,049	1,522	0,086	0,00	37,44	0,18	32,03

TABLA No 16

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de: La Jara (Almendral) (LJ),  
y Ortigón (Alconera) (O).

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
LJ - 1	xxxx	Ind.	x	x	-----	x	-----
LJ - 2	xxxx	x	Ind.	x	Ind.	-----	-----
O - 1	xxxx	-----	Ind.	-----	-----	Ind.	-----
O - 2	xxx	xx	-----	Ind.	-----	Ind.	-----

TABLA Nº 17

Clasificación de las rocas carbonáticas de las muestras de las canteras de Ortigón ("O") (Alconera) y La Jara ("LJ") (Almendral), en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA --- (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
O - 1	170,66	Caliza
O - 2	2,74	Dolomía poco calcárea
LJ - 1	6,28	Caliza dolomítica
LJ - 2	5,43	Caliza dolomítica

#### 7.6.- CANTERA DE CHELES.-

En las TABLAS Nos. 18 y 19 se expresan respectivamente los resultados del estudio mineralógico por difracción de rayos x y los resultados del análisis químico efectuados a las muestras de la cantera de -- Cheles.

Puede observarse el predominio de materiales carbonatados (Figs. 49 y 66), pues de las 21 muestras recogidas 15 dan un contenido mayor al 25% de CO<sub>2</sub>. Están constituidos fundamentalmente por calcita y dolomita y, su clasificación en función de la relación -- CaO/MgO se expresa en la TABLA Nº 20. Los porcentajes en calcita oscilan entre el 5 y el 80%. Esta dispersión de resultados no parece tener ninguna relación -- con su localización en la cantera. Los bancos calizos calcáreo-dolomíticos y dolomíticos se suceden sin aparente ley.

La heterogeneidad de estos materiales carbonatados abarca desde la caliza con pequeñas impurezas -- de cuarzo (muestras CH-8 y CH-16), hasta dolomías muy puras (muestras CH-1, CH-5 y CH-TU). Entre estos extremos se sitúan materiales no carbonatados constituidos principalmente por rocas cuarcíticas a las que -- acompañan minerales de tipo arcilloso como caolinita, metahaloisita, illita, etc., (muestras CH-3, CH-4 y -- CH-9). También a veces se intercalan filones de rocas ígneas básicas de tipo diabasa.

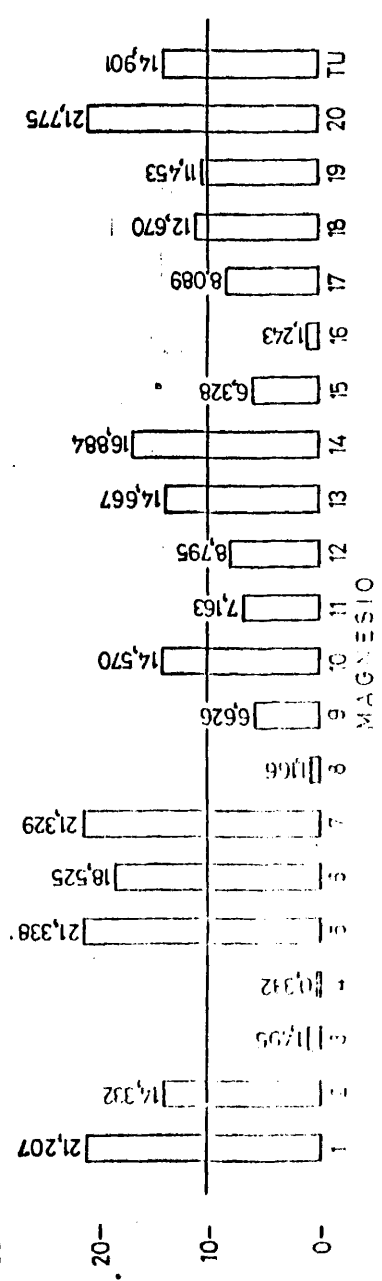
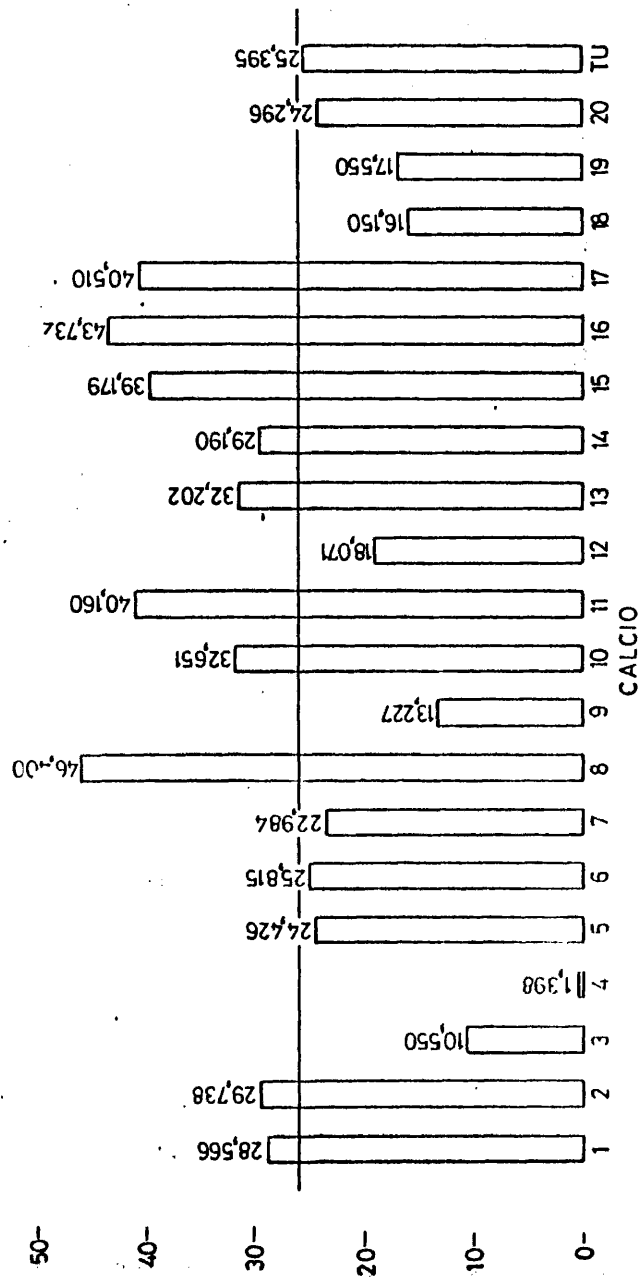


Fig. 11. Concentración de los elementos CaO y MgO de las muestras de Chelcos.

TABLA Nº 18

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Cheles

MUESTRAS	Calceita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
CH - 1	Ind.	xxxx	Ind.	-----	-----	-----	-----
CH - 2	xxx	xxx	x	xx	-----	-----	-----
CH - 3	x	-----	xxxx	-----	Ind.	-----	Caolinita (x)
CH - 4	-----	-----	xxxx	-----	-----	-----	Metahalosita (x)
CH - 5	Ind.	xxxx	x	-----	Ind.	Ind.	-----
CH - 6	x	xxxx	x	-----	-----	-----	Caolinita (Ind.)
CH - 7	-----	xxxx	x	-----	Ind.	-----	-----
CH - 8	xxxx	-----	Ind.	-----	-----	-----	-----
CH - 9	x	-----	xxx	-----	Ind.	-----	Caolinita (xx)
CH - 10	xxx	xx	x	-----	-----	-----	Arcillas (Ind.)

TABLA Nº 18

(continuación)

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Cheles

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldspatos	Cloritas	Micas	Otros
CH - 11	xxxx	x	Ind.	-----	-----	-----	Clorita o Caolinita
CH - 12	x	xx	xx	xxx	-----	Ind.	-----
CH - 13	x	xxxx	Ind.	-----	-----	Ind.	-----
CH - 14	xx	xxx	Ind.	Ind.	Ind.	-----	-----
CH - 15	xxxx	xx	Ind.	Ind.	-----	-----	-----
CH - 16	xxxx	-----	x	-----	Ind.	-----	-----
CH - 17	xxxx	x	-----	Ind.	-----	-----	Caolinita (Ind.)
CH - 18	x	xxx	xx	xx	x	-----	Ilita (x)
CH - 19	xx	xxx	xx	-----	xxx	-----	-----
CH - 20	-----	xxxx	x	-----	-----	-----	Metahaloisita (x)
CH - TU	Ind.	xxxx	x	Ind.	-----	-----	Caolinita (Ind.)

158

TABLA Nº 19

Análisis químico de las muestras de la cantera de Cheles.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
CH - 1	5,822	0,696	0,259	21,207	28,566	0,129	0,157	0,414	0,00	42,75	0,26	35,19
CH - 2	10,832	2,795	0,289	14,332	29,738	0,543	1,820	0,741	0,00	38,91	0,15	27,98
CH - 3	70,920	3,320	2,097	1,495	10,550	0,616	0,638	0,115	0,379	9,87	0,13	---
CH - 4	95,065	1,286	0,400	0,332	1,398	0,266	0,673	Indic.	0,00	0,56	0,92	---
CH - 5	10,091	1,029	2,016	21,338	24,426	0,223	0,172	0,415	0,00	40,29	1,05	35,28
CH - 6	14,871	1,207	2,326	18,525	25,815	0,199	0,301	0,196	0,00	36,56	0,23	31,12
CH - 7	10,604	1,482	1,180	21,329	22,984	0,157	0,325	0,389	0,00	41,55	0,76	36,03
CH - 8	10,053	1,019	0,758	1,166	46,400	0,025	0,068	0,091	0,00	40,12	0,23	36,88
CH - 9	64,422	5,870	1,684	6,626	13,227	0,118	0,033	Indic.	0,00	8,00	0,64	2,13
CH - 10	7,480	1,242	1,088	14,570	32,651	0,155	0,279	0,685	0,00	41,85	1,12	35,87
CH - 11	7,459	0,928	0,687	7,163	40,160	0,147	0,157	0,039	0,00	43,26	1,02	38,11

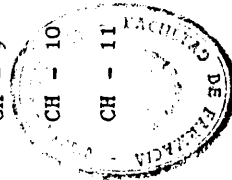


TABLA Nº 19 (continuación)

Análisis químico de las muestras de la cantera de Cheles.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
CH - 12	42,990	6,692	2,960	8,745	18,071	0,343	2,922	0,047	1,130	16,10	0,85	10,55
CH - 13	9,041	0,523	1,627	14,667	32,202	0,590	0,595	0,625	0,00	40,13	0,21	36,02
CH - 14	8,287	3,262	0,939	16,884	29,190	0,260	0,824	0,244	0,00	40,11	0,47	35,76
CH - 15	9,690	1,794	1,211	6,328	39,179	0,175	0,351	0,222	0,00	41,05	0,10	37,24
CH - 16	13,061	1,638	0,553	1,243	43,732	0,557	0,534	0,052	0,00	38,63	0,39	34,16
CH - 17	4,065	1,132	0,643	8,089	40,510	0,466	0,677	1,256	0,882	42,28	0,38	36,22
CH - 18	40,977	2,773	1,534	12,670	16,150	0,240	1,397	0,284	0,865	23,11	0,11	16,40
CH - 19	38,394	5,181	2,105	11,453	17,550	0,714	0,360	0,191	0,672	23,38	0,25	16,76
CH - 20	8,998	2,188	1,089	21,775	24,296	0,306	0,513	0,795	0,00	40,04	0,17	35,03
CH - 21	19,284	1,712	0,953	14,901	25,395	0,799	1,165	0,451	0,00	35,34	0,22	31,27

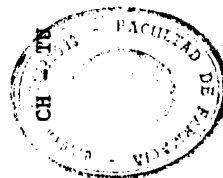


TABLA Nº 20

Clasificación de las rocas carbonáticas de la cantera de Cheles ("CH"), en función de la relación CaO/MgO, - según PROVOLA, (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
CH - 1	1,34	Dolomía muy poco magnésiana
CH - 2	2,07	Dolomía poco calcárea
CH - 5	1,14	Dolomía poco magnésiana
CH - 6	1,39	Dolomía muy poco magnésiana
CH - 7	1,07	Dolomía poco magnésiana
CH - 8	39,79	Caliza poco dolomítica
CH - 10	2,24	Dolomía calcárea
CH - 11	5,60	Caliza dolomítica
CH - 13	2,19	Dolomía poco calcárea
CH - 14	1,72	Dolomía poco calcárea
CH - 15	6,19	Caliza dolomítica
CH - 16	35,18	Caliza poco dolomítica
CH - 17	5,00	Caliza dolomítica
CH - 20	1,11	Dolomía poco magnésiana
CH - TU	1,70	Dolomía poco calcárea

Al microscopio, se observan carbonatos de grano fino principalmente con venillas de dolomita o calcita-recristalizadas de mayor tamaño, de textura granoblástica, con pequeñas cantidades de cuarzo. También aparecen filosilicatos del tipo sericita-moscovita (Fig. 67, muestra CH-13).

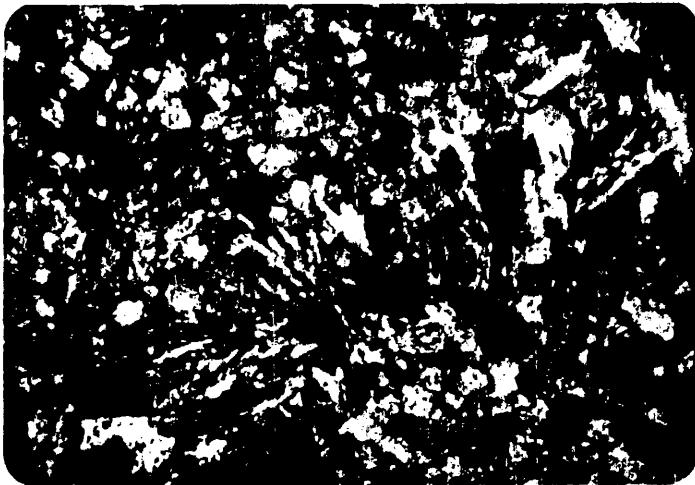


Fig. 67.- Detalle al microscopio de la muestra CH-13. Nic. cruzados por 10.

La muestra CH-9 es una cuarcita de grano fino -- (Fig. 68), que presenta extinción ondulante marcada, y en donde aparecen intercalados oxidos de hierro, con feldespatos y filosilicatos del tipo moscovita-sericita y cloritas. La muestra CH-3 también es otra cuarcita bandeaada a causa del tamaño de grano y color, con



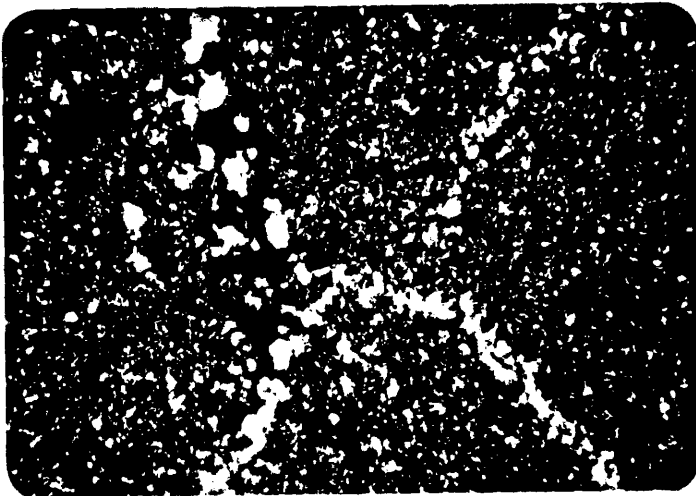


Fig. 68.- Detalle al microscopio de la muestra CH-9. Nic. paralelos por 2,5.

algo cataclástica, granuda y contactos entre los cristales algo saturados como se aprecia en la Fig. 69 a mayor aumento.

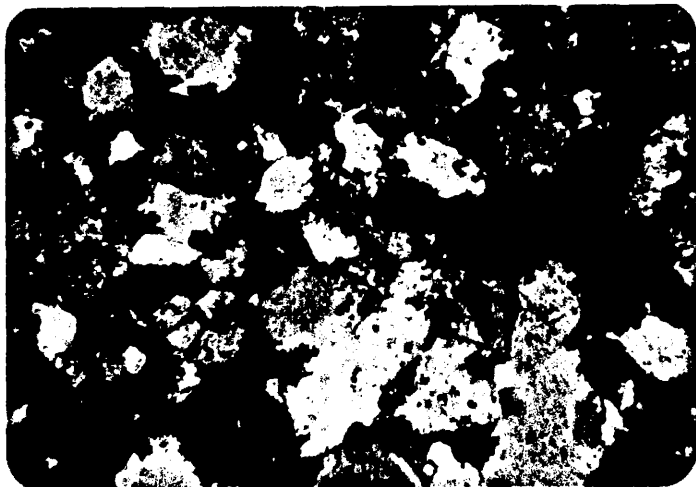


Fig. 69.- Detalle al microscopio de la muestra CH-3. Nic. cruzados por 10.

La muestra presenta un alto contenido en si  
lice (70-92%) y pequeñas cantidades apreciables de  
calcita (CaO, 10,55%) y Caolinita.



### 7.7.- CANTERA CARIJA.-

En las TABLAS Nos. 21 y 22 se exponen respectivamente los resultados del análisis químico y mineralógico de las muestras de la cantera Carija (Figs. 49 y 70). En general son rocas carbonatadas cuya variación en la serie va desde la caliza a la dolomía (TABLA Nº 23). Los contenidos en calcita de estos materiales calcáreos varían entre el 0 y el 90%. En general estas muestras presentan un contenido en cuarzo y feldespato bajo y constante y, mientras unas -- contienen cloritas, otras tienen micas y anfíboles.

Parece existir una alternancia de materiales calizos y dolomíticos, que comienza por caliza en el techo, pasando a términos dolomíticos y de nuevo a materiales calizos en el muro. Todo ello puede observarse a la escala de la cantera.

La diabasa se intercala en la serie de manera discordante, intruyéndola, asimilando parte de -- las rocas carbonáticas y posiblemente magnesificando a los carbonatos. Este último fenómeno parece deducirse del hecho de que espacialmente los materiales carbonáticos mas dolomíticos se encuentra justamente en los contactos con la diabasa.

Las rocas básicas están constituidas fundamentalmente por vermiculita con pequeñas cantidades de feldespatos y micas. Son pues diabasas alteradas y ricas en magnesio, si bien, el problema del origen de este magnesio no es fácil de resolverse.

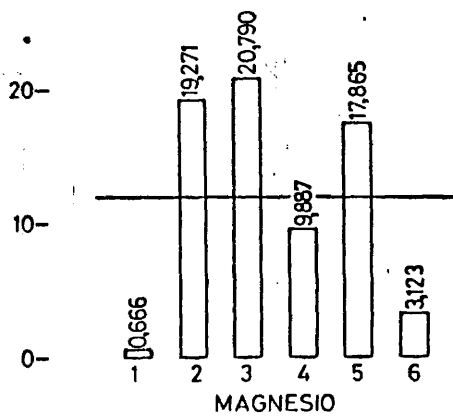
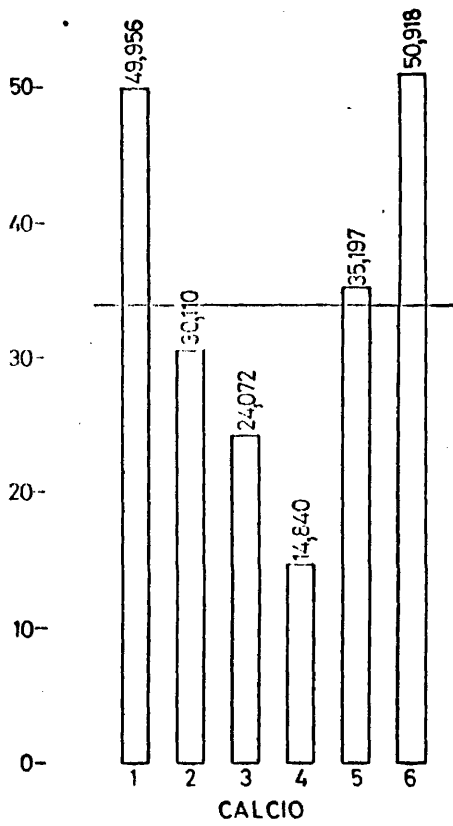


Fig. 70 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Carija (Mérida)



TABLA Nº 21

Análisis químico de las muestras de la Cantera de Carija (Mérida)

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
C - 1	13,149	0,398	0,165	0,666	49,956	1,031	1,055	Ind.	0,00	33,56	0,44	28,92
C - 2	9,003	0,265	0,703	19,271	30,110	0,232	0,341	0,051	0,00	40,02	0,30	36,25
C - 3	12,818	0,297	0,924	20,790	24,072	0,041	0,092	0,072	0,864	40,03	0,29	36,87
C - 4	36,872	16,916	4,579	9,887	14,840	2,999	1,979	Ind.	0,718	11,09	0,14	2,33
C - 5	2,015	0,754	0,523	17,865	35,197	0,248	0,350	0,084	0,554	42,41	0,17	37,40
C - 6	8,869	0,437	0,078	3,123	50,918	0,316	0,334	Ind.	0,00	35,83	0,16	30,12



TABLA Nº 22

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Carija (Mérida).

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
C - 1	xxxx	-----	x	Ind.	Ind.	-----	-----
C - 2	xx	xxxx	Ind.	-----	Ind.	-----	-----
C - 3	Ind.	xxxx	x	-----	-----	-----	-----
C - 4	-----	-----	-----	x	-----	x	Vermiculita (xxxx)
C - 5	xxx	xxxx	Ind.	Ind.	-----	Ind.	Anfibol (Ind.)
C - 6	xxxx	Ind.	-----	Ind.	-----	Ind.	Anfibol (Ind.)

TABLA Nº 23

Clasificación de las rocas carbonáticas de las muestras de la cantera Carija ("C"), de Mérida en función de la relación CaO/MgO, según FROVO LA (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
C - 1	75,00	Caliza
C - 2	1,56	Dolomía poco calcárea
C - 3	1,15	Dolomía poco magnesiana
C - 5	1,97	Dolomía poco calcárea
C - 6	16,30	Caliza poco dolomítica

7.8.- CANTERA DE ANIMA Y HORNO.-

En las TABLAS Nos. 24 y 25 se exponen respectivamente los resultados del análisis mineralógico y análisis químico de las muestras de Anima y Horno -- (Figs. 48 y 71).

Los materiales carbonatados son predominantemente dolomíticos. Los porcentajes máximos de calcita alcanza excepcionalmente el 55% (TABLA Nº 14). -- Las impurezas más notables son de cuarzo, clorita y vermiculita. Está última es particularmente importante en la muestra de caliza AH-2.

La intrusión de la roca básica ha originado -- una corneana calcárea dando una roca típica de endoskarn de tipo básico con calcita y diopsido como minerales fundamentales, con algo de plagioclasas calcosódicas, ortosa y probablemente wollanstonita. Existe también sílice libre en forma de cuarzo que es -- más abundante hacia los contactos por lo que parece existir una silicificación final con los últimos -- fluidos de la intrusión (cuarzo, caolinita, moscovita de la muestra AH-5 en el contacto de la corneana).

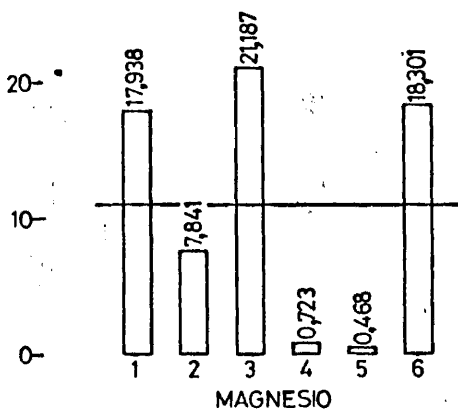
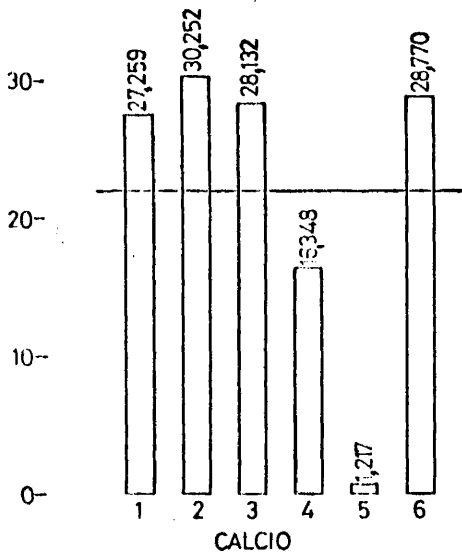


Fig 71 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Anima y Horno de La Garrovilla



TABLA Nº 24

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Anima y Horno (La Garrovilla).

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
AH - 1	xx	xxxx	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	-----
AH - 2	xxx	Ind.	-----	-----	Ind.	-----	Vermiculita (xx)
AH - 3	x	xxxx	Ind.	-----	-----	Ind.	-----
AH - 4	xx	-----	-----	-----	-----	-----	Diopsido (xxxx)
AH - 5	-----	-----	xxxx	-----	-----	Ind.	Caolinita (Ind.)
AH - 6	xx	xxx	x	-----	-----	-----	-----

TABLA Nº 25

Análisis químico de las muestras de la cantera Anima y Horno de La Garrovilla.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
AH - 1	9,586	2,253	2,083	17,938	27,259	0,449	0,142	Ind.	0,00	40,27	0,53	36,24
AH - 2	17,706	7,791	2,252	7,841	30,252	0,898	0,642	0,064	1,104	31,45	0,88	26,48
AH - 3	5,844	0,827	0,612	21,187	28,132	0,579	0,238	0,051	0,00	42,53	0,33	37,29
AH - 4	65,098	6,074	0,543	1,723	16,348	0,549	0,576	0,036	0,343	8,71	1,02	2,31
AH - 5	91,220	0,497	2,285	0,468	1,217	0,608	0,265	Ind.	0,00	1,42	0,82	---
AH - 6	8,522	0,289	1,054	18,301	28,770	0,055	0,039	Ind.	0,00	42,95	0,41	38,99

7.9.- CANTERA CERRO DEL CASTILLO.-

En las TABLAS Nº 26 y 27 se recogen los resultados mineralógicos y de análisis químico obtenidos por difracción de rayos x de las muestras estudiadas en esta cantera. Son materiales carbonatados muy ricos en MgO, con porcentaje en calcita que no alcanzan el 50%. (TABLA Nº 28). Las impurezas mas significativas son de feldspatos y micas pero apenas alcanzan el 5%.

TABLA Nº 26

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Cerro del Castillo (Los Santos de Maimona)

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
CC - 1	xxxx	xx	-----	Ind.	-----	Ind.	-----
CC - 2	Ind.	xxxx	-----	-----	-----	-----	-----

TABLA Nº 27

Análisis químico de las muestras de la cantera Cerro del Castillo. (Los Santos de Maimona)

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
CC - 1	3,059	0,937	0,577	9,211	40,407	0,630	1,051	0,188	0,00	43,84	0,12	39,24
CC - 2	1,133	0,254	1,682	24,223	27,068	0,040	0,080	0,420	0,00	45,09	0,15	41,05

TABLA Nº 28

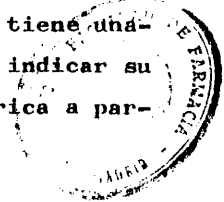
Clasificación de las rocas carbonáticas de las muestras de la cantera Cerro del Castillo. (Los Santos de Maimona)

MUESTRAS	CaO/MgO	Denominación
CC - 1	4,38	Caliza dolomítica
CC - 2	1,11	Dolomía poco magnesiana.

7.10.- CANTERAS DE HIGUERA DE VARGAS, LAS CUESTAS,  
HORNOS DE TORRE MAYOR, MAGACELA Y JEREZ.

Se han agrupado todas estas canteras para su discusión porque tienen en común el que sus materiales calcáreos son fundamentalmente dolomíticos. En las TABLAS Nos. 29, 30, 31 y 32 se expresan los resultados del estudio mineralógico por difracción de rayos x de las muestras de las canteras antes citadas y en las TABLAS Nos. 33, 34, 35 y 36 se expresan los resultados de análisis químico de las mismas muestras (Vease también Figs. 47, 48 y 49 y 72, 73, 74 y 75).

Los materiales carbonatados son fundamentalmente dolomias, (TABLAS Nos. 37 y 38), bastante puras. La dolomita apenas tiene sustitución de hierro en la red (DOVAL Y GALAN, 1.976). La proporción de calcita alcanza excepcionalmente el 10% (Yacimiento de Magacela), pero normalmente se encuentra a nivel de indicio. Estos materiales carbonáticos se ven acompañados por cantidades apreciables de cuarzo, feldespatos, cloritas y micas. Más raramente aparecen anfíboles del tipo hornblenda (LC-3), y vermiculita (MZ-2 y MZ-4). Generalmente, las micas son del tipo biotítico, pero a veces hay también moscovita. Las micas están bien cristalizadas y no se trata de illitã (mineral de la arcilla) a excepción de la presente en la MZ-3. Lo mismo ocurre con la clorita, pero sin embargo la vermiculita presente tiene una cristalización deficiente, lo que parece indicar su origen como producto de alteración meteórica a partir de micas o clorita.



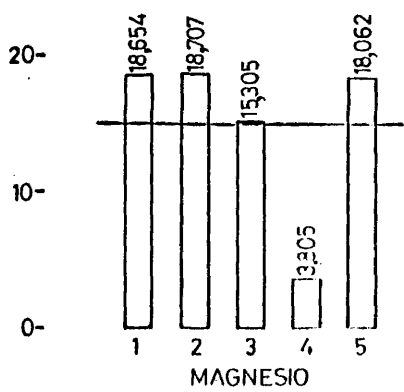
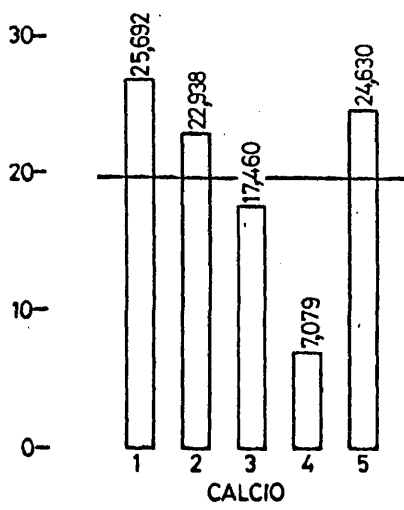


Fig 72 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Higuera de Vargas

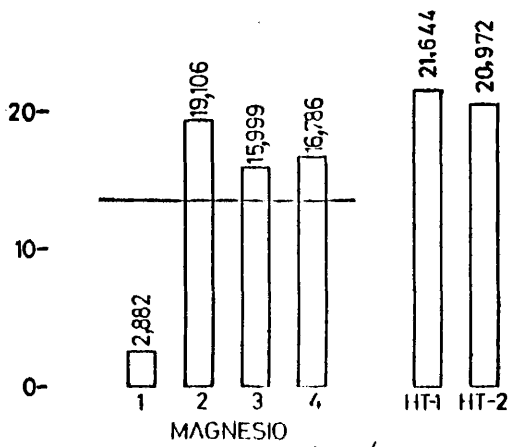
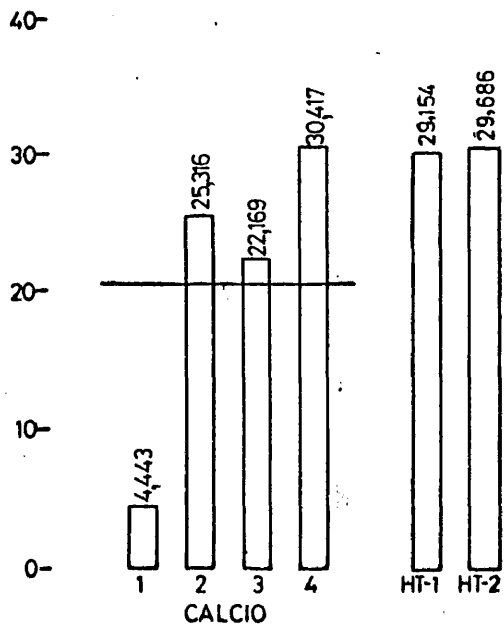


Fig. 73 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de las Cuestas de la Orinaza (Badajoz) y Hornos de Torremayor

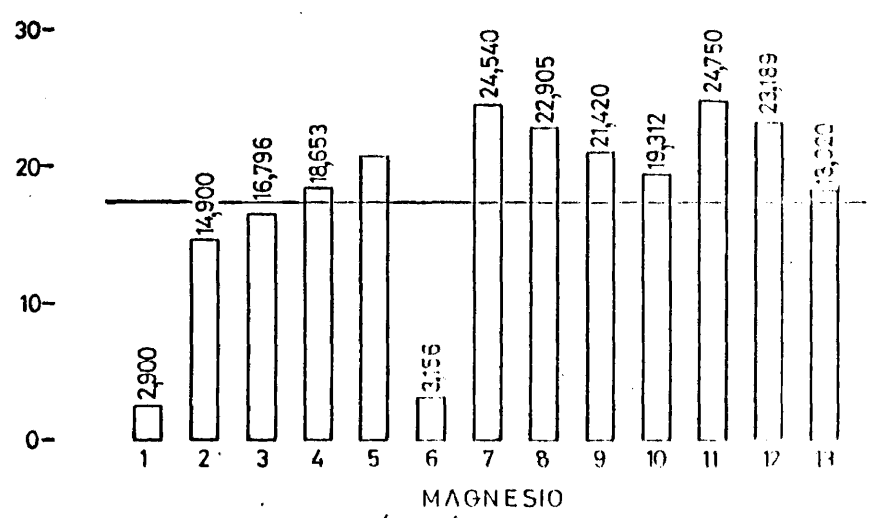
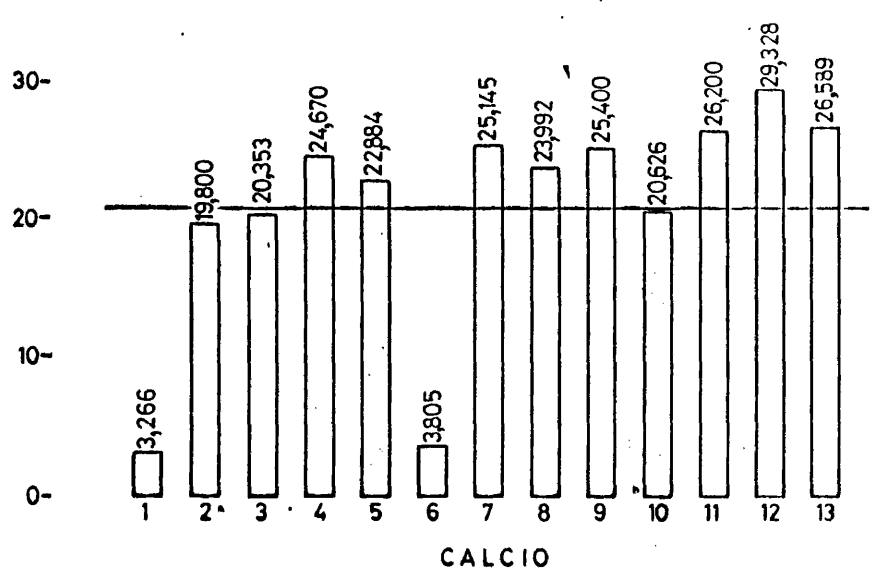


Fig. 74 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Magacela



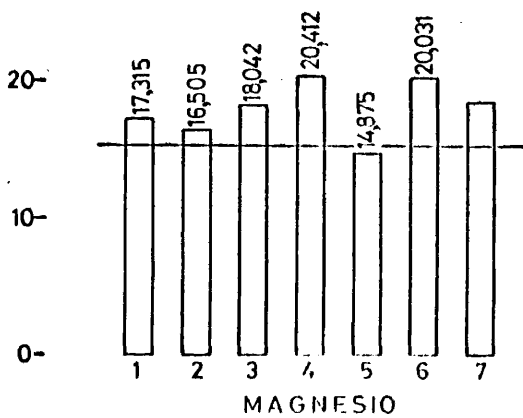
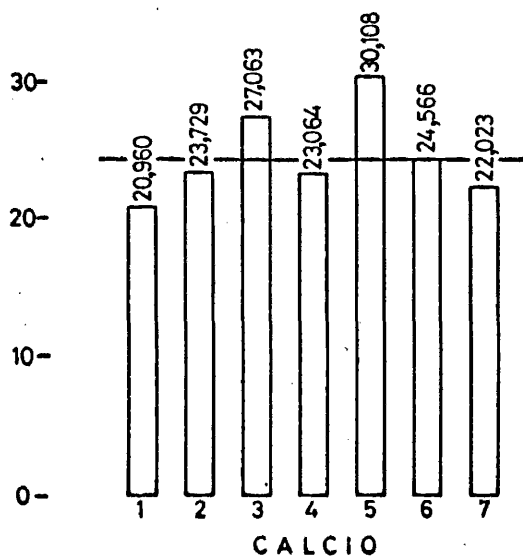


Fig. 75 Representación gráfica de los porcentajes de CaO y MgO de las muestras de Jerez de los Caballeros

TABLA Nº 29

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Higueras de Vargas.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
HV - 1	Ind.	xxxx	Ind.	-----	-----	Ind.	-----
HV - 2	Ind.	xxxx	x	Ind.	-----	Ind.	Vermiculita (Ind.)
HV - 3	Ind.	xxxx	x	xx	Ind.	Ind.	Caolinita (Ind.)
HV - 4	-----	xx	xxx	xx	x	-----	Moscovita (xx)
HV - 5	Ind.	xxxx	x	-----	x	-----	-----



TABLA N<sup>o</sup> 30

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Las Cuestas de la Orinaza (Badajoz) ("LC") y Hornos de Torremayor ("HT").

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
LC - 1	-----	Ind.	xxxx	x	Ind.	x	Caolinita (Ind.)
LC - 2	-----	xxxx	Ind.	-----	xx	-----	-----
LC - 3	-----	xxx	-----	xx	xx	-----	Anfiboles (Hornble: (xx)
LC - 4	Ind.	xxxx	Ind.	-----	Ind.	Ind.	-----
HT - 1	Ind.	xxxx	-----	-----	-----	-----	-----
HT - 2	Ind.	xxxx	-----	-----	-----	-----	-----

TABLA Nº 31

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Magacela.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldspatos	Cloritas	Micas	Otros
MZ - 1	-----	-----	xxx	xxx	xx	xxx	Caolinita (Ind.)
MZ - 2	xx	xxx	x	-----	-----	-----	Vermiculita (xx)
MZ - 3	xx	xxx	x	-----	-----	-----	Ilita (x), Vermiculita (xx)
MZ - 4	Ind.	xxxx	Ind.	-----	-----	-----	Vermiculita (x)
MZ - 5	Ind.	xxxx	x	Ind.	Ind.	-----	-----
MZ - 6	-----	-----	xxx	x	xx	xx	-----
MZ - 7	-----	xxxxx	-----	-----	-----	-----	-----
MZ - 8	-----	xxxxx	-----	-----	-----	-----	-----
MZ - 9	Ind.	xxxx	Ind.	-----	-----	-----	-----
MZ - 10	-----	xxxx	xxx	-----	-----	-----	-----
MZ - 11	-----	xxxxx	-----	-----	-----	-----	-----
MZ - 12	Ind.	xxxx	-----	-----	-----	-----	-----
MZ - 13	xx	xxx	x	-----	-----	-----	-----

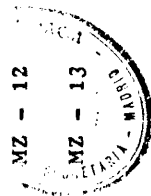


TABLA Nº 32

Análisis semicuantitativo por difracción de Rayos - x de las muestras de Jerez de los Caballeros.

MUESTRAS	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Cloritas	Micas	Otros
JC - 1	Ind	xxxx	x	-----	Ind.	x	-----
JC - 2	x	xxxx	x	-----	x	x	-----
JC - 3	Ind.	xxxx	x	-----	Ind.	-----	Moscovita (Ind.)
JC - 4	Ind.	xxxx	x	-----	-----	Ind.	Caolinita (Ind.)
JC - 5	xx	xxxx	x	-----	Ind.	-----	Moscovita (x)
JC - 6	Ind.	xxxx	x	-----	Ind.	-----	Moscovita (Ind.)
JC - 7	Ind.	xxxx	xx	-----	-----	-----	Caolinita clorita (x) Moscovita (Ind.)

176

TABLA Nº 33

Análisis químico de las muestras de la Cantera de Higüera de Vargas.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
HV - 1	12,076	3,860	1,218	18,654	25,692	0,343	0,127	0,220	0,00	37,81	0,10	38,23
HV - 2	14,993	3,096	1,548	18,707	22,938	0,339	0,642	0,227	0,00	37,51	1,11	34,80
HV - 3	27,386	7,012	1,424	15,305	17,460	1,185	0,947	0,245	0,506	28,53	0,09	23,58
HV - 4	64,203	10,243	1,907	3,805	7,079	2,382	1,184	0,041	1,766	7,39	0,77	---
HV - 5	15,353	2,342	1,886	18,062	24,630	0,056	0,121	0,240	0,00	37,30	0,49	34,77



TABLA Nº 34

Análisis químico de las muestras de la cantera de Las Cuestas de la Orinaza (Badajoz) y Hornos de Torremayor.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
LC - 1	68,610	14,985	4,020	2,882	4,443	3,498	0,601	0,078	1,135	5,74	0,24	---
LC - 2	10,638	3,565	1,399	19,109	25,316	1,038	0,599	0,228	1,358	36,75	0,40	31,30
LC - 3	10,418	5,869	4,451	15,999	22,169	1,258	2,502	0,710	1,254	34,37	0,21	29,73
LC - 4	6,082	1,914	0,553	16,786	30,417	0,597	0,591	0,106	0,852	41,44	0,28	40,48
HT - 1	1,089	0,421	1,042	21,644	29,154	0,063	0,048	0,099	0,00	46,44	0,33	42,11
HT - 2	1,919	0,382	0,482	20,972	29,686	0,053	0,085	0,081	0,00	46,34	46,34	42,97

TABLA Nº 35

Análisis químico de las muestras de Magacela.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
MZ - 1	68,691	13,551	1,705	2,900	3,266	1,296	2,072	0,064	0,905	5,55	0,12	---
MZ - 2	28,182	2,948	1,945	14,944	19,800	0,386	0,314	0,091	0,00	31,39	0,41	26,91
MZ - 3	28,292	3,481	1,708	16,796	20,353	0,119	0,326	0,133	0,552	28,24	0,43	23,03
MZ - 4	16,870	2,114	1,182	18,653	24,670	0,674	0,598	0,327	0,00	34,91	0,33	30,12
MZ - 5	13,382	1,145	2,082	20,938	22,884	0,553	0,587	0,252	0,00	38,17	0,20	36,18
MZ - 6	65,970	16,244	1,558	3,156	3,805	1,419	2,689	0,049	0,00	5,11	0,22	---
MZ - 7	5,123	0,361	0,517	24,540	25,145	0,053	0,101	0,110	0,00	44,05	0,29	40,36
MZ - 8	8,055	0,247	2,200	22,905	23,992	0,034	0,088	0,279	0,00	42,20	0,19	37,24
MZ - 9	11,900	0,283	1,132	21,420	25,400	0,061	0,088	0,366	0,00	39,31	0,17	36,00
MZ - 10	23,959	1,647	1,020	19,312	20,626	0,082	0,119	0,165	0,00	33,07	0,21	25,87
MZ - 11	0,360	0,321	0,531	24,750	26,200	0,083	0,088	0,277	0,00	47,39	0,38	41,12
MZ - 12	1,248	0,161	0,269	23,189	29,328	0,045	0,066	0,234	00,00	45,46	0,23	41,03
MZ - 13	14,581	0,296	1,136	18,020	26,589	0,035	0,026	0,207	0,00	39,11	0,71	34,11

181



TABLA Nº 36

Análisis químico de las muestras de la cantera de Jerez de los Caballeros.

Resultados expresados en g %.

MUESTRAS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Ppc.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
JC - 1	16,550	3,887	3,614	17,315	20,960	2,686	1,458	0,120	0,00	33,31	0,53	25,24
JC - 2	16,000	3,035	2,218	16,505	23,729	1,413	0,640	0,260	0,00	36,19	0,62	31,60
JC - 3	8,416	1,002	2,559	18,042	27,063	1,429	0,853	0,206	0,00	40,43	0,82	35,58
JC - 4	9,460	3,088	2,007	20,412	23,064	0,655	0,372	0,152	0,00	40,79	0,57	36,51
JC - 5	11,226	0,576	1,203	14,875	30,108	1,672	1,060	0,440	0,00	38,34	0,19	34,20
JC - 6	7,596	3,268	1,082	20,031	24,566	1,687	1,144	0,076	0,00	40,45	0,49	36,02
JC - 7	13,089	4,070	2,952	19,538	22,023	0,909	0,168	0,231	0,00	37,02	0,65	32,20

TABLA Nº 37

Clasificación de las rocas carbonáticas de las canteras de Jerez de los Caballeros ("JC"), de Las Cuestas de la Orinaza ("LC") (Badajoz) y - Hornos de Torremayor ("HT"), en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
JC - 1	1,21	Dolomía poco calcárea
JC - 2	1,43	Dolomía
JC - 3	1,50	Dolomía poco calcárea
JC - 4	1,12	Dolomía poco magnésiana
JC - 5	2,02	Dolomía poco calcárea
JC - 6	1,22	Dolomía poco magnésiana
JC - 7	1,12	Dolomía poco magnésiana
LC - 2	1,32	Dolomía muy poco magnésiana
LC - 3	1,38	Dolomía muy poco magnésiana
LC - 4	1,81	Dolomía poco calcárea
HT - 1	1,34	Dolomía muy poco magnésiana
HT - 2	1,41	Dolomía

TABLA Nº 38

Clasificación de las rocas carbonáticas de la cantera de Magacela ("MZ"), en función de la relación CaO/MgO, según FROVOLA (1.959).

<u>MUESTRAS</u>	<u>CaO/MgO</u>	<u>Denominación</u>
MZ - 2	1,32	Dolomía muy poco magnesiána
MZ - 4	1,32	Dolomía muy poco magnesiána
MZ - 5	1,09	Dolomía poco magnesiána
MZ - 7	1,02	Dolomía poco magnesiána
MZ - 8	1,04	Dolomía poco magnesiána
MZ - 9	1,18	Dolomía poco magnesiána
MZ - 10	1,06	Dolomía poco magnesiána
MZ - 11	1,05	Dolomía poco magnesiána
MZ - 12	1,26	Dolomía muy poco magnesiána
MZ - 13	1,47	Dolomía

Al microscopio las muestras de Higuera de Vargas presentan una textura de carbonatos de grano fino (Fig. 76), con extinción ondulante como se muestra en la Fis. 77 correspondiente a la HV-2 a mayor aumento.

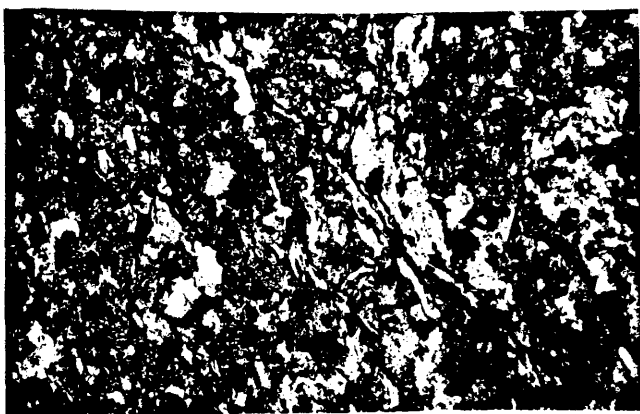


Fig. 76.- Detalle al microscopio de la muestra HV-5. Nic. paralelos por 2,5.

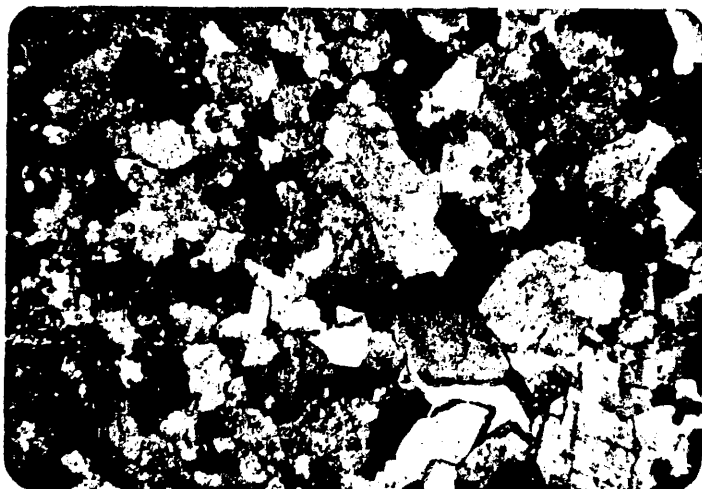
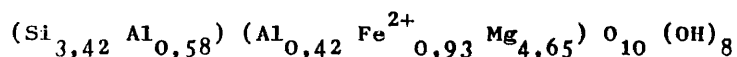


Fig. 56.- Detalle al microscopio de la muestra HV-2. Nic. cruzados por 10.



En estas figuras también se aprecian cuarzo, minerales laminares (moscovita y clorita) y raramente alguna mena metálica.

Y para la muestra HV-5 se ha determinado el tipo de clorita por difracción de rayos x resultando ser una Penninita de fórmula:



La muestra LC-1 (Las Cuestas) al microscopio representa la zona de contacto entre la dolomia y -- una roca ignea básica (Fig. 78).

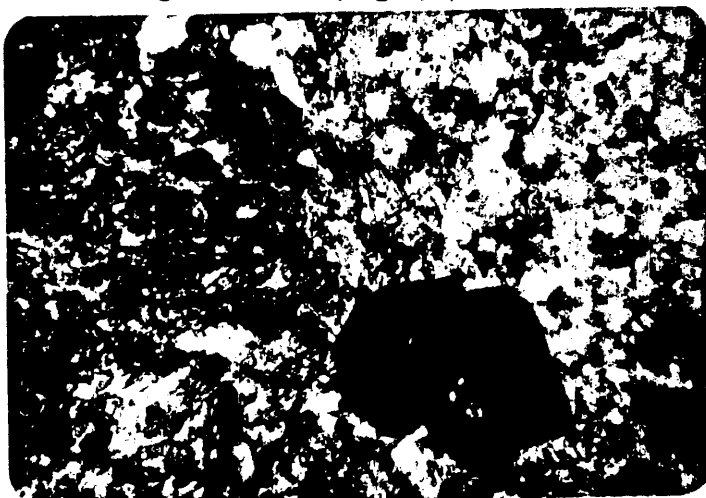
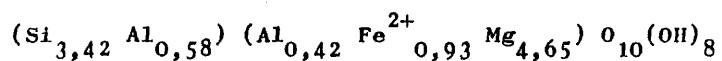


Fig. 78.- Detalle al microscopio de la muestra LC-1. Nic. cruzados por 2,5.

Junto a la dolomita, aparece clorita en la parte carbonatada y en la roca ignea básica aparecen plagioclasa, anfíbol del tipo actinolita, clorita, mena metálica e intercalaciones de carbonato y epidota. En la proximidad a la zona de contacto se forman cristales cúbicos de mena metálica, posiblemente de pirita.-

La clorita también es de tipo Penninita, cuya fórmula aproximada deducida por el análisis difractométrico es:



La muestra LC-2 al microscopio presenta -- los carbonatos dolomíticos junto a clorita con -- pleocroismo verde muy abundante (Fig. 79). Tam--- bién aparece turmalina con pleocroismo junto con otros laminares no pleocroicos, rutilo muy escaso y algunos oxidos de hierro. Se ha determinado la composición de la clorita resultando ser un térmi no entre penninita y diabantita de fórmula aproxi mada:

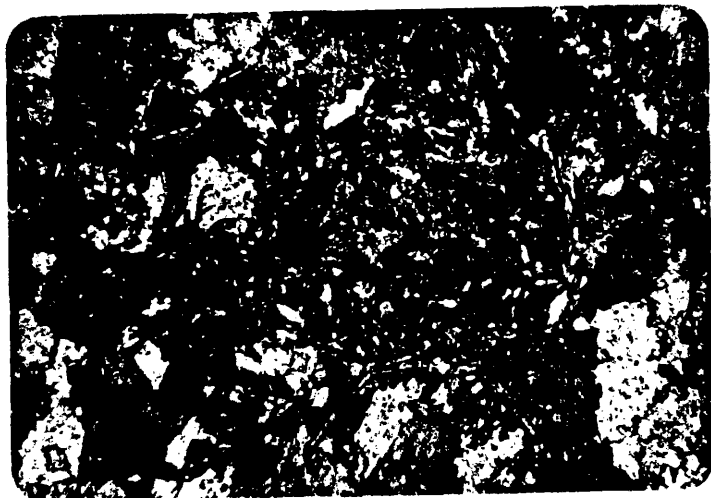
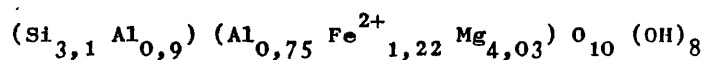


Fig. 79.- Detalle al microscopio de la muestra LC-2. Nic. cruzados por 10.



La muestra LC-4 (Fig. 80), representa las zonas de contacto de la dolomía con la diabasa en la que aparecen micas blancas muy abundantes rutilo abundante y cuarzo entremezclado con el carbonato.

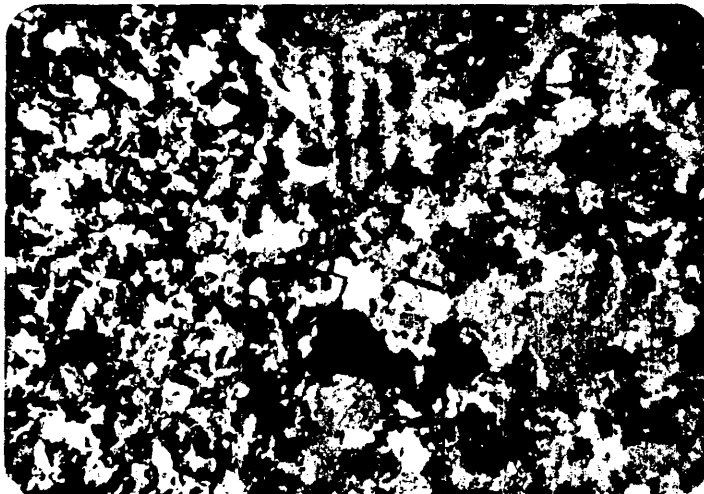


Fig. 80.- Detalle al microscopio de la muestra LC-4. Nic. cruzados por 2,5.

Las canteras de Jerez de los Caballeros están constituidas por dolomías en la que se detectan constantes indicios de calcita y cuarzo (TABLA Nº32) lo que se refleja en la composición química con valores muy altos de MgO, CaO bajo, y SiO<sub>2</sub> considerable. También por los resultados analíticos (TABLA Nº36) se aprecian valores de hierro constantes y altos. -- Por lo general estas dolomías presentan indicios de moscovita y/o caolinita.

Las muestras JC-1, 2, 3, 4, 5 y 6 son dolomías que presentan la particularidad (según se observa al microscopio) de contener fragmentos de naturaleza pelítica que recuerdan a trozos de tobas volcánicas. El carbonato cristaliza muchas veces - en fracturas y huecos dentro de la roca volcánica. Se puede pensar en un depósito simultáneo de ambos y/o en remobilización posterior del carbonato.

Estas muestras están compuestas de dolomita, cuarzo, feldespatos, óxidos de hierro y laminares (fundamentalmente clorita). Accidentalmente -- aparece flogopita y magnetita y/o piritita transformados en hematites en forma de grandes cristales - cúbicos, que son más abundantes en la roca carbonatada. Más raramente aparece zircón incluido en -- cuarzo.

Los nódulos lutíticos (posibles restos tobáceos) están compuestos de filosilicatos, predominando la clorita. Contienen dolomita, cuarzo, óxidos de hierro y probablemente sericita. En las Fig. 81 y 82 se presentan detalles de esos nódulos en la masa carbonática.

A veces pueden reconocerse en las dolomías unas masas de agregados microcristalinos de color amarillento, con hábito alargado, redondeado o poligonal que aparecen orientados según una dirección coincidente con la estratificación y/o esquistocidad y que tienen aspecto de vidrios volcánicos ácidos. En la microfotografía 83 se observa uno de estos nódulos al microscopio con gran aumento.

La textura de estas rocas dolomíticas es granoblástica, presentando un alto grado de marmorización y con estilolitos. Los carbonatos tienen a veces extinción ondulante, lo que sugiere que han sufrido deformaciones durante el metamorfismo regional y orogenia.

La Fig. 84 presenta un detalle de la muestra JC-4 en el que se observa la textura granoblástica, mientras en la Fig. 85 (muestra JC-5) se reconoce la extinción ondulante de los carbonatos.

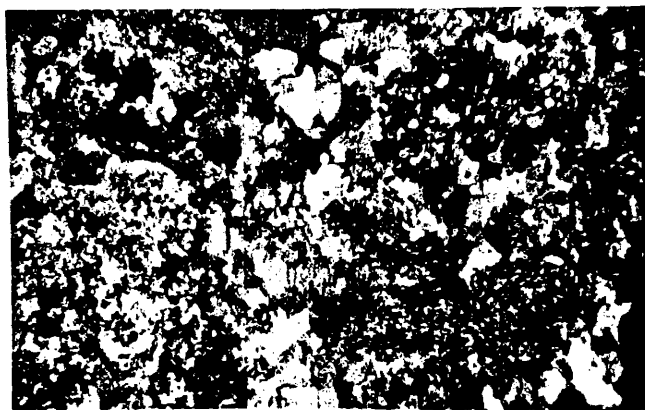


Fig. 81.- Detalle al microscopio de la muestra JC-2. Nic. cruzados por 2,5.

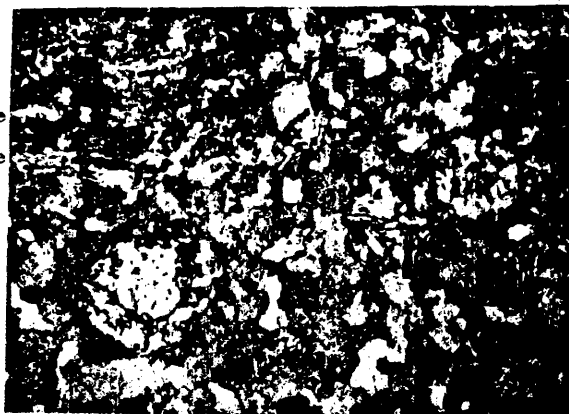


Fig. 82.- Detalle al microscopio de la muestra JC-2. Nic. paralelos por 2,5.



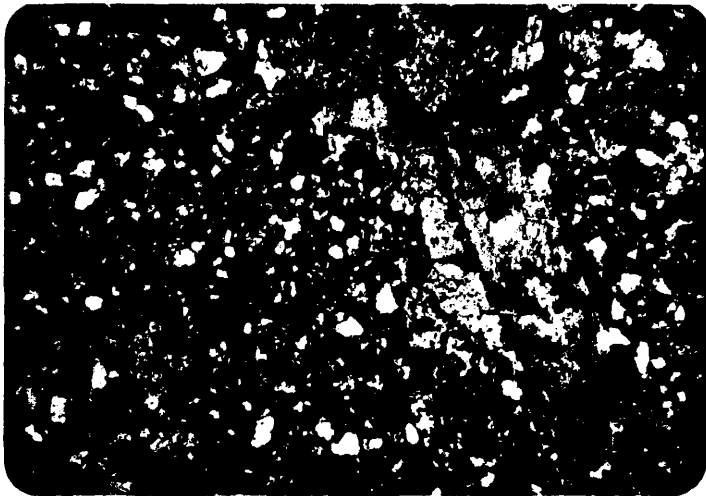


Fig. 83.- Detalle al microscopio de la muestra JC-3. Nic. paralelos por 2,5.

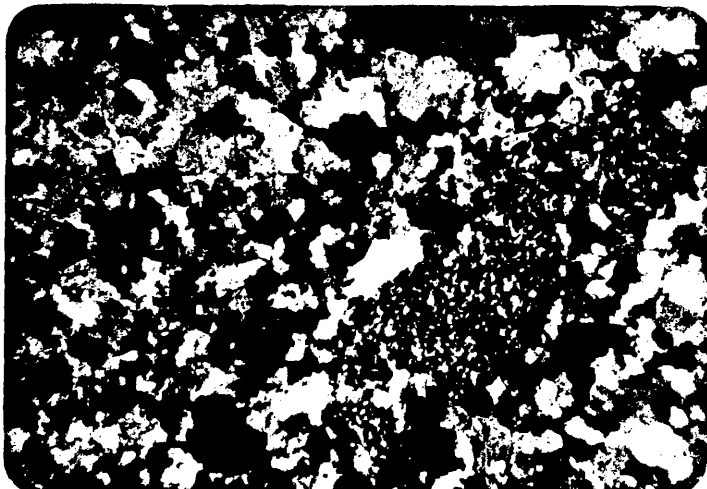


Fig. 84.- Detalle al microscopio de la muestra JC-4. Nic. cruzados por 2,5.





Fig. 84.- Detalle al microscopio de la muestra JC-5. Nic. cruzados por 10.

Las dolomías de Hornos de Torremayor son bastante puras y el único mineral que acompaña a la dolomita es la calcita (< 5%).

Respecto a las muestras correspondientes de la Cantera de Magacela se tratan de dolomías muy puras por lo general (muestras MZ-7, MZ-8 y MZ-11) aunque algunas muestras presentan cantidades considerables de calcita (aproximadamente 10%) (MZ-2, MZ-3 y MZ-13) generalmente asociada también con cuarzo. En las rocas no carbonáticas aparece como componentes esenciales cuarzo, feldespatos, clorita, mica y vermiculita (MZ-1, MZ-2 MZ-3 y MZ-4).

Estas rocas carbonatadas son bastante diferentes de los anteriores de edad cámbrica no solo por ser muy ricas en magnesio sino porque sus minerales accesorios son distintos también. Mientras las calizas y dolomías cámbricas están asociados a rocas volcánicas básicas (excepto el depósito de Jerez) estas dolomías devónicas están en relación con rocas -

ácidas intrusivas (granitos), y sus minerales accesorios son propios de éstos últimos (caólinita, illita, clorita, feldespatos y una cierta silicificación). - Las muestras MZ-1 y 6, lógicamente son materiales ácidos muy probablemente relacionados con las rocas graníticas a modo de pequeños enclaves.



199 601

8.- INTERES TECNICO DE LAS CALIZAS DE BADAJOZ  
=====



### 8.- INTERES TECNICO DE LAS CALIZAS DE BADAJOZ.-

Las aplicaciones que hasta el momento presente tienen o han tenido este tipo de rocas carbonatadas de la provincia de Badajoz ya han sido expuestas en capítulos anteriores del presente trabajo. Igualmente, las aplicaciones más generales de estas rocas se resumieron en el diagrama de ROBERTSON (Capítulo 1).

En la industria metalúrgica, los procesos fundamentales a los que se incorporan las calizas son, la producción de arrabio y la producción de acero. En la producción de arrabio la utilización de caliza o dolomía está determinada por las características del mineral de hierro empleado y por las condiciones de tipo económico, siendo frecuente el empleo de ambas. Desde el punto de vista granulométrico se exige para el proceso de sinterización tamaños finos entre 0 y 5 mm. y para su utilización directa en el lecho del horno alto entre 20 y 50 mm.

Para la producción de acero se utiliza también caliza y dolomía, dependiendo del tipo de horno, y con una granulometría comprendida entre 10 y 40 mm. Las industrias siderúrgicas exigen que el contenido de agua sea bajo 0-1% y también que el porcentaje de dolomía o caliza, sin cocer, oscile entre un 10 a 15 por ciento (IGME, 1.976).

Un análisis típico medio de las calizas y dolomías empleadas en la industria metalúrgica (TICKELL, 1.965) podría ser:

Análisis químico %.

Humedad	entre	0,79	y	1,26
P.p.c.	"	43,233	"	46,133
SiO <sub>2</sub>	"	0,993	"	1,410
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	"	0,274	"	0,357
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	"	0,303	"	0,888
CaO	"	30,967	"	53,200
MgO	"	1,400	"	19,644
Na <sub>2</sub> O	"	0,021	"	0,052
K <sub>2</sub> O	"	0,087	"	0,193

Para estos usos podrian aplicarse muestras de los afloramientos de Cerro del Castillo, Hornos de Torremayor, Alconera, Almendral, Carija y Cheles, pues si bien algunos de los elementos pudieran resultar ligeramente altos se podría obviar dependiendo de la naturaleza del hierro y por condicionamientos de tipo económico.

En cuanto a la fabricación de vidrio las especificaciones exigen que la caliza o dolomía habrán de ser de gran pureza y de composición uniforme. La caliza habrá de tener un contenido en carbonato cálcico superior al 95 por ciento. La dolomía, un contenido en carbonato cálcico y magnésico superior al 95 por ciento. El contenido en hierro ha de ser bajo, generalmente menor de 0,06 por ciento en FeO. Según lo expuesto anteriormente, podrian aplicarse para la fabricación de vidrio, muestras de los afloramientos de Cheles, Carija, Alconera, Los Santos de Maimona, Hornos de Torremayor y Las Cuestas de la Orinaza (Badajoz).

Para la fabricación del vidrio conviene señalar que lo importante es la composición química de la mezcla de las distintas materias primas, que interviene.

Para la fabricación de pulpa de papel existe la tendencia a reemplazar la caliza por carbonatos de magnesio, amónico o sódico como agente alcalino porque pueden recuperarse y reprocesarse nuevamente. En general se prefieren calizas ricas en calcio y pobres en magnesio, aunque pueden utilizarse rocas con un contenido en carbonato magnésico de -- hasta un 10 por ciento. El óxido de hierro, la alúmina y otras sustancias insolubles en ácidos, representarán en conjunto menos de un dos por ciento. - Para estas aplicaciones se podrían utilizar muestras de Alconera, Los Santos y Almendral; similares especificaciones y aplicaciones son requeridas por la industria cerámica, en donde la caliza finamente pulverizada es un ingrediente de muchas fórmulas para esmaltes y barnices. En cierto sentido puede considerarse como un tipo de relleno, pero su función es más química dado que el producto está calcinado y el CaO es un fundente activo.

En cuanto a las aplicaciones en la fabricación de lana de escorias (producto aislante), las especificaciones son menos exigentes. Como se trata de una reacción entre la cal y la sílice se prefieren calizas arcillosas o pizarras calcáreas. Fre -- cuentemente se usan mezclas de caliza pura, escoria de horno alto y arenisca. La roca empleada sola, --

sin mezclar con otros materiales, debe ser tan impura ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) que, al ser sinterizada en un horno de ladrillos, la pérdida (por  $\text{CO}_2$  de los carbonatos) sea sólo del 20 por ciento al 30 por ciento, - lo que corresponde a un contenido de carbonato del 45 por ciento al 65 por ciento. Así pues, para este uso - la casi totalidad de las rocas carbonáticas estudiadas se pueden aplicar.

Las especificaciones de las calizas para rellenos y cargas, son variables al ser sus aplicaciones diferentes. Así, para blanqueo se precisan características físicas y químicas tales como, buen color blanco, alto poder reflectante, pequeños tamaños de partículas libre de arenas, propiedades reológicas y plasticidad, elevada absorción de aceite, tinta y pigmentos, alcalinidad, libre de impurezas; estrictas tolerancias en sílice, alúmina y óxidos de hierro, etc. En cuanto a las cargas en pinturas hay que señalar la dificultad en el uso del carbonato calcico a ser atacado por los ácidos. Se exige como propiedades más importantes en este tipo de mercado la opacidad y un elevado poder reflectante. (LOPEZ DE LERMA, 1.966).

A veces se usa caliza pulverizada a un tamaño de 100 ó 200 mallas como relleno en el caucho. Las especificaciones para su uso en la industria del caucho son muy variadas, aunque son comunes los siguientes requisitos:

- $\text{CO}_3$  Ca mínimo: 98 por ciento.
- Máxima pérdida por calentamiento: 0,2 por ciento.
- Alcalinidad máxima: 0,03 por ciento.

- Oxido de cobre máximo: 0,05 por ciento
- Manganeso máximo: 0,02 por ciento.

Aunque en el presente trabajo no ha sido determinado el oxido de cobre de las calizas por estimarse impureza que limita pocas aplicaciones, a la vista de los requerimientos anteriormente citados, algunas de las muestras de Alconera, Los Santos de Maimona, Almen-dral y Torremayor podrian ser aplicadas con estos fi--nes.

La masilla consiste en una mezcla de, aproximadamente, 85 por ciento de  $CO_3 Ca$  y 15 por ciento de aceite de linaza. Se usa especialmente para la colocación de cristales en ventana. Los requisitos para este empleo son: Baja alcalinidad (0,1 a 0,3), exenta de --arena e impurezas extrañas y estrictas distribución de tamaños de partículas. Para este fin se estiman apropiadas las calizas de Cerro de San Cristobal (Los Santos de Maimona) y los mármoles de Alconera.

Dos aplicaciones de más relieve constituyen el mayor consumo en el mundo de las calizas: la fabrica--ción del cemento Portland y la obtención de la cal. De las materias primas que intervienen en la fabricación del cemento Portland, aproximadamente el 80 por ciento de la carga del horno está compuesta de caliza rica en calcio, pero debido a la perdida de peso durante la --calcinación, la caliza produce del 65 al 70 por ciento del peso del cemento como  $CaO$ . El único requisito espe--cial es que la caliza no debería poseer más del 3 por--ciento expresado como  $CO_3 Mg$ , dado que el cemento Port



land sólo puede contener un máximo del 5 por ciento de MgO, lo que elimina las calizas dolomíticas y dolomías. Algunas plantas utilizan rocas con un contenido de  $\text{CO}_3 \text{Mg}$  superior, pero mezcladas con otras - cuyo contenido en  $\text{CO}_3 \text{Mg}$  es sólo del 1 al 2 por ciento. Para este fin, pueden utilizarse las rocas carbonatadas de Los Santos de Maimona, Pelacogotes-Ortigón, Alconera, Almendral y La Jara. También podrían ser utilizadas las de Cheles, Carija y Cerro del Castillo, pero estas últimas teniendo en cuenta que en estos afloramientos aparecen también dolomías junto a las calizas. Los afloramientos de Jerez de los Caballeros, Higuera de Vargas, Las Cuestas de la Orinaza, Magacela, Anima y Horno y Hornos de Torremayor son fundamentalmente dolomíticos y no pueden usarse para este fin.

En cuanto a los requerimientos de las calizas para la fabricación de cal comercial consisten en óxido de calcio, óxido de magnesio y menos de un 5 por ciento de sílice, alúmina, óxidos de hierro y otras impurezas. Se pueden distinguir tres tipos de cal: cal rica en calcio, que contiene más del 90 por ciento de  $\text{CaO}$  y entre 0 y 5 por ciento de  $\text{MgO}$ ; cal rica en magnesio o dolomítica que contiene del 25 al 45 por ciento de  $\text{MgO}$ , y cal pobre en magnesio que contiene del 5 al 25 por ciento de  $\text{MgO}$ . Para estos tres tipos de cal los requerimientos exigen menos del 3 por ciento de impurezas (SWENSON, 1.967).

Dada la amplitud de márgenes entre los tres tipos de cal en los que se refiere a contenidos de CaO y MgO y, evitando aquellas muestras que aportan -- gran cantidad de impurezas, todas las rocas calcáreas objetos de estudio son susceptibles en principio de ser aplicadas para la obtención de algunos de los tres tipos de cales mencionadas. En cuanto al uso de las rocas carbonatadas en recubrimiento de papel de tela, es interesante destacar, que un elevado tonelaje de ellas se usa como relleno integral en el papel junto con agentes adhesivos, -- como almidón y resina, para llenar los huecos entre las fibras entretrejidas de celulosa. La especificaciones de las calizas para la industria papelera son tan variables como los multiples tipos de papel a fabricar. En principio, se podría contar con todas las rocas carbonáticas que han sido objeto de estudio.

En general, los materiales para revestimiento de pisos, tales como baldosines de asfalto linóleum, baldosines de vinilo y vinilo-asbesto, -- contienen todos porcentajes sustanciales de blanqueador. Por encima del 60 por ciento en el caso de los baldosines de asfalto. El linóleum contiene del 33 al 40 por ciento. Generalmente se requiere una finura extrema.

Seria interminable continuar con otros -- usos más secundarios de aplicaciones de calizas -- de Badajoz, algunos de los cuales ya han sido más

tratados en otros capítulos de este trabajo tales como sus aplicaciones en dentríficos, alcalinizantes, cosmética y farmacia en general. Señalando - otros muchos usos cuyas cantidades de consumo suponen un menor gasto es interesante destacar las aplicaciones minoritarias en: material asfáltico- para tejados, discos fonográficos, lápices, abrasivos, explosivos, crema blanca para calzado, pesticidas, chicles, veterinaria, etc., para cuyos - usos según determinados requerimientos se podrían utilizar algunas de las rocas carbonáticas que -- han sido objeto de este estudio.



9.- CONCLUSIONES.-

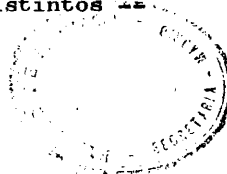
Como resultado del estudio mineralógico y químico de quince formaciones carbonatadas, que constituyen los afloramientos más importantes en volumen y calidad de estos materiales en la provincia de Badajoz, y siguiendo la metodología y técnicas de trabajo propuestas en los capítulos 2 y 6, se han llegado a las siguientes conclusiones:

9.1.- Situación Geológica.

1.- Los depósitos carbonatados de la provincia de Badajoz pueden encontrarse formando parte del basamento o bien en terrenos postorogénicos modernos (terciarios). De ellos, sólo tienen interés técnico los primeros, que se encuentran fundamentalmente en series cámbricas y, con extensión muy limitada, en series devónicas.

2.- En general, los afloramientos carbónaticos paleozóicos configuran verdaderos complejos de rocas carbonatadas, más o menos marmorizadas, pertenecientes a medios sedimentarios diferentes a lo largo de la columna estratigráfica.

La distribución de estos afloramientos es irregular, tanto por los frecuentes cambios de facies de las series cámbricas como por causas tectónicas, lo que hace muy difícil el establecimiento de una columna general regional del cámbrico - donde situar estratigráficamente los distintos episodios carbonatados.



A escala regional parece que los niveles carbonatados son más frecuentes en el cámbrico inferior y que hacia la base predominan las calizas mientras hacia el techo son más frecuentes las dolomías y las calizas dolomíticas.

3.- Las series carbonatadas cámbricas han sido afectadas por un metamorfismo regional de grado bajo y por una intensa tectonización que ha dado lugar a la parcial o total marmorización de las mismas y a su frecuente fracturación, observándose fenómenos de trituración y de recristalización a lo largo de las fracturas. Sin embargo los fenómenos de carstificación no son notables.

Es de señalar la normal y frecuente presencia de rocas volcánicas básicas (especialmente de tipo diabasa) que se intercalan o intruyen de forma filoniana en las series carbonáticas, dando fenómenos de metasomatismo (skarn) con la aparición de complejas asociaciones mineralógicas. Estas rocas básicas han sido posteriormente alteradas por meteorización.

4.- Los principales depósitos carbonatados cámbricos se localizan en la zona de Montijo (al NW. de Mérida) Almendral, Alconchel-Cheles, Higuera de Vargas, Alconera-Los Santos, Jerez de los Caballeros, Alange y Badajoz. Los depósitos devónicos tienen una importancia muy secundaria respecto a los anteriores y sus principales afloramientos se sitúan en las zonas de Monesterio, Magacela y La Codosera.

9.2.- Composición mineralógica y química.

5.- Los materiales carbonatados estudiados se pueden clasificar en tres grupos, atendiendo a su naturaleza. Se pueden considerar calizas los depósitos de Alconera, Los Santos, Almendral, Pelacogotes (Alange), Ortigón (Alconera) y La Jara (Almendral). Son dolo--mías los materiales de Magacela, Jerez de los Caballeros, Higuera de Vargas, Las Cuestas (Badajoz) y Hornos de Torremayor. Los restantes afloramientos estudiados (Cheles, Cerro del Castillo, Carija, Anima, y Horno) son calizas muy ricas en dolomita o dolomías calcíticas, impurificadas a veces por notables cantidades de otros minerales (cuarzo, filosilicatos etc).

6.- Los contenidos en calcita de las calizas varían entre un máximo de 95% (Alconera) hasta un mínimo de 55% (La Jara, calizas dolomíticas). Las impurezas más significativas de estos materiales son dolomita-cuarzo, feldespatos y filosilicatos (clorita y moscovita). Los contenidos en óxidos de hierro son en general menores del 1%. El titanio puede ser importante, con porcentajes próximos también al 1%. Es normal la presencia de menas metálicas de hierro y pirita.

Los carbonatos son de grano fino, apareciendo frecuentes recristalizaciones y texturas granoblásticas. Los cristales se encuentran bastante deformados (extinción ondulante) debido a fenómenos de tectonización.

7.- Las dolomías contienen calcita y cuarzo como impurezas mas notables, pero en proporciones inferiores al 10% en su conjunto. Excepcionalmente pueden alcanzar el 20% (Magacela). Los filosilicatos más frecuentes son también clorita y moscovita, con la aparición esporádica de vermiculita y ocasionalmente de caolinita (Magacela). A veces puede ser significativa la presencia de anfíboles del tipo horn---blenda.

8.- Los materiales intermedios contienen proporciones muy variables de calcita (entre el 20 y 90%), pero como promedio, las rocas carbonatadas no superan el 50% de calcita por lo que en general se trata de dolomías calcíticas. Las impurezas son las --propias de las calizas y dolomías, ya reseñadas.

9.- Las rocas básicas tienen características de diabasas muy alteradas. Presentan textura ofítica y estan compuestas esencialmente por plagioclasas calcosódicas, hornblenda, biotita, esfena y menas metálicas. Todos los silicatos se encuentran en general --en un estado muy avanzado de alteración, estando --transformados en sericita, clorita y, ocasionalmente, en vermiculita.

A veces, en las zonas de contacto con los --materiales calcáreos, se producen fenómenos de ---skarn, dando una corneana piroxénica a base de dióp-sido y, en menor proporción, de wollanstonita.



Se supone que la influencia entre la diabasa y las rocas carbonatadas fue mútua y se produjeron transformaciones en ambos materiales durante la intrusión.

Se observa una mayor cantidad de magnesio en los carbonatos próximos a las rocas volcánicas (posiblemente aprotado por éstas o remobilizado), junto con la formación de clorita y, ocasionalmente, de anfíboles. Asimismo se aprecia en las rocas volcánicas un aumento de calcio en los contactos con los carbonatos (formando parte de piroxenos o carbonatos), y una fuerte alteración a clorita, y menos frecuentemente a vermiculita. Esta última parece formada con posterioridad a todos los fenómenos singenéticos con la intrusión posiblemente bajo condiciones meteorícas.

10.- Las cloritas, tanto de rocas volcánicas como de rocas carbonatadas, son muy ricas en magnesio y corresponden a términos que varían desde la talco-clorita a la penninita-clinocloro.

11.- En las dolomías de Jerez de los Caballeros hay que hacer notar la presencia de frecuentes nódulos de materiales pelíticos, incluidos en la masa carbonatada y formados por cuarzo, clorita, sericita, dolomita y óxidos de hierro, que corresponden a restos de tobas volcánicas ácidas.

12.- Los materiales Devónicos de Magacela son dolomías que presentan a veces diferencias con las de edad Cámbrica. Son muy ricas en magnesio y sus mine-

rales accesorios son distintos (caolinita, illita, feldespatos, clorita y cuarzo). Estan silicificadas y parecen estar en relación con rocas plutónicas ácidas (granitos), no observándose la presencia de rocas volcánicas básicas intrusivas como era lo normal en las series carbonatadas Cámbricas.

9.3.- Interés técnico y económico.

13.- De acuerdo con los requerimientos necesarios para la utilización de estos materiales en los principales sectores industriales de consumo y teniendo en cuenta los resultados mineralógicos y químicos del estudio precedente, se puede concluir que las rocas carbonatadas de Badajoz pueden tener un gran número de aplicaciones, siempre que se elijan convenientemente y se controle su naturaleza durante la explotación.

Los depósitos más idóneos para abastecer a las principales industrias potencialmente consumidoras se relacionan a continuación:

- Ornamentación: Yacimientos de Alconera, Pelacogotes y Ortigón.
- Industria metalúrgica: Yacimientos de Cerro del Castillo, Hornos de Torremayor, Alconera, Almendral, Carija y Cheles.

- Fabricación de vidrio: Yacimientos de Alconera, Cheles, Carija, Los Santos de Maimona, Hornos de Torremayor y Las Cuestas.
- Fabricación de pulpa de papel: Yacimientos de Alconera, Los Santos y Almendral.
- Industria cerámica: Yacimientos de Alconera, Los Santos y Almendral.
- Fabricación de lana de vidrio: Yacimientos de Cheles, Cerro del Castillo, Carija, Anima y Hornos.
- Cargas (pintura, blanqueo, etc.): Yacimientos de Alconera, Los Santos, Almendral y Torremayor.
- Fabricación de masilla: Yacimientos de Los Santos y Alconera.
- Fabricación de cemento Portland: Yacimientos de Los Santos, Pelacogotes, Ortigón, Alconera, Almendral y La Jara.
- Obtención de Cal: Cualquiera de los yacimientos según el tipo de cal que se quiere fabricar.

14.- Los recursos de rocas carbonatadas en Badajoz no se conocen con exactitud pero son virtualmente- ilimitados la relación con la industria regional - que mantienen y que puedan mantener en el futuro.- Sin embargo la producción está en regresión y apenas supone el 0,20 de la nacional.

Las actuales explotaciones en Badajoz son- Alconera (ornamentación), La Jara, Cheles, Cerro - del Castillo, Carija, Anima y Horno, Jerez de los- Caballeros (áridos) y Hornos de Torremayor (cal).- La mayor parte de la producción se usa como áridos de carreteras, una utilización que apenas tiene -- significado económico frente a los otros posibles- usos apuntados.

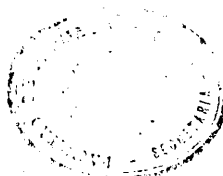
A la baja producción existente hay que -- unir su infrautilización, por lo que la industria- de las rocas carbonatadas en Badajoz se puede con- siderar como desastrosa desde el punto de vista so- cial y económico.

Es previsible que con la adecuada raciona- lización de las explotaciones e industrialización- regional, puedan aprovecharse estos recursos de ma- nera conveniente.

21561

10.- BIBLIOGRAFIA.-

- ALBEE, A.L. "Relationships between the Mineral Association, Chemical Compositions and Physical Properties of the Chlorite Series". Am. Mineralogist. 47. 851-870.
- 1962
- ALIA MEDINA, M. "Rasgos Estructurales de la Baja Extremadura". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geolog) 61. 247-262.
- 1963
- AMIGO, J.M. "Marcha Analítica para el Análisis Químico-de Rocas y Minerales". Est. Geol. 30. 453-457.
- 1974
- ANGINO, E.E. and BILLINGS, G.K. "Atomic Absorption Spectrometry in Geology". Second Edition. Elsevier New York.
- AYLLON, M. "Análisis cuantitativo por difracción de rayos-x de algunos minerales accesorios de la arcilla según el método de standard interno". - Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- 1974
- BAILEY, S.W. "Determination of Chlorite Compositions by X Ray Spacings and Intensities". Clays and Clay Minerals. 20. 381-388.
- 1972



- BOAR, P.L. and INGRAM, L.K. "The Comprehensive Analysis  
1970 of Coal Ash and Silicate Rocks by Atomic Absorption Spectrophotometry by a Fusion Technique". Analyst. 95. 124-130.
- BORGWARDT, R.H. and HARVEY, R.D. "Properties of Carbonate  
1972 te Rocks Related to SO<sub>2</sub> Reactivity". Environmental Science and Technology. 6, (4). 350-360.
- BRINDLEY, G.W. "Chlorite Minerals". En "The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals". G. Brown, (Ed.). Mineral. Soc. London.  
1961
- BURRIEL MARTI, F. y ALVAREZ HERRERO, C. "Determinación-  
1965 Complejométrica de Hierro, Aluminio, Calcio y Magnesio, aplicable a los cementos y arcillas. Nota III". Rev. de Ciencia Aplicada. C. S.I.C. 106, (4), 396-401.
- CAROZZI, A.V. "Microscopic Sedimentary Petrography". --  
1960 John Wiley. New York.
- CASARES GIL, J. "Tratado de Análisis Químico". Tomo III  
1963 8ª Edic. Artes Gráficas. Madrid.
- CARR, D.D. and ROONEY, L.F. "Limestone and Dolomite". -  
1975 En Industrial Minerals and Rock. S.J. Lefond - Ed. 4ª Ed. AIMMPE. New York.
- COMSTOCK, H.B. "Magnesium and Magnesium Compounds". Information Circular 8201. U.S. Bureau of Mines.  
1963 128 pp.



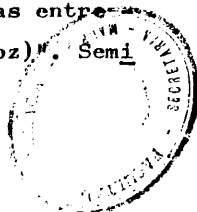
CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE FARMACEUTICOS.

- 1979 "Catálogo de Especialidades Farmacéuticas".-  
Madrid.
- COOPER, J.D. "Stone. Mineral Facts and Problems". Bulle  
1970 tin. 650, U.S. Bureau of Mines. 1219-1235.
- CHARLOT, G. "Chimie Analytique Quantitative". Tomo II.-  
1974 Sixième édition. Masson et Cie. Paris.
- DEANS, T. "Trace Elements in Carbonatites and Limesto--  
1968 nes". Nature. 220. 16. 679.
- DIEHL, H. "Calcein, Calmagite and O-O'Dihydroxyazobenze  
1964 ne Titrimetic, Colorimetric and Fluorometric  
Reagents for Calcium and Magnesium". G. Fre-  
derick Smith Chemical Co., Columbus. Ohio.
- DEL POZO, A. "Farmacia Galénica Especial". Tomo II. Ro-  
1977 margraf, S.A. Hospitalet de Llobregat. (Bar-  
celona).
- DOVAL, M. y GALAN, E. "Aplicación de la difracción de -  
1976 rayos-x al estudio de la composición química  
de carbonatos romboedricos naturales". Bol.-  
Soc. Espa. Ceram. vidr. 15. 27-30.
- FRIEDMAN, G.M. "Identification of Carbonate Minerals by  
1959 Staining Methods". Sedimen. Petrol. 29. 87-97.
- FRINCKE, W. "Die Geologie des Grenzgebietes Zwischen --  
1951 Nordostlicher Sierra Morena and Extremadura"  
Z. Deutsch. Geol. Bes. 2. 28-33. Hannover.

- PROVOLA, E.K. "On Classification of Carbonate Rocks of  
1959 Limestone-Dolomite-Magnesite Series". Novos  
ti Neft. Tekln. Geol. 3. 34-45.
- GALAN, E. y MARTIN VIVALDI, J.L. "Caolines Españoles.-  
1973 Geología, Mineralogía y Génesis. Parte I".-  
Bol. Soc. Esp. Ceram. y Vidr. 12. 79-80.
- GALAN, E., LISO, M.J., RUIZ DE ALMODOVAR, G., y LISO,-  
F. J. "Ideas Generales sobre la Geología y Recur-  
1977 sos de Extremadura" I.C.E. Universidad de -  
Extremadura. Badajoz.
- GALLE, O.K. and ANGINO, E.E. "Determination of Calcium  
1967 and Magnesium in Carbonate and Silicate --  
Rocks by Atomic Absorption". Bulletin 187.-  
I. Kansa Geological Survey. 9-11.
- GODDARD, E.N. et Al. "Rock - Color Chart". Geological-  
1963 Society of America. 16 pp.
- GOODRIDGE, E. Status Report the AGA/OCR Coal Clasifica  
1973 tion Program. Coal Age. 78, (1), 54-59.
- GRAF, D.L. and LAMAR, J.E. "Properties of Calcium and-  
1955 Magnesium Carbonates and Their Bearing on -  
Some Uses of Carbonates Rocks". Economic --  
Geology, 50 Tn. Anniversary Vol, 639-713.
- GUERRA, A. y MONTURIOL, F. "Mapas de Suelos: Villanue-  
1956 va de la Serena". Dir. Gral. Enseñ. Laboral  
e Inst. Edaf. y Fisiol. (C.S.I.C.) Madrid.



- GUERRA, A.; MONTURIOL, F. y Col. "Explicación al Mapa  
1968 Provincial de Suelos". Diputación Provin-  
cial de Badajoz e Inst. Nac. de Edaf. y --  
Agro. C.S.I.C. Madrid.
- HARVEY, R.D. and STEINMETZ, J.C. "Petrographic Proper-  
1971 ties of Carbonate Rocks related to their --  
Sorption of Sulfur Dioxide". Environmental -  
Geology, Notes 50. Illinois Geological Sur-  
vey. 37 pp.
- HATCH, F.H. and RASTALL, R.H. "Petrology of the Sedi-  
1971 mentary Rocks". Vol. 2. Hafner. New York.
- HERNANDEZ PACHECO, F. "Geotectónica del Manantial Mi-  
1954 mero. Medicinal de Alange. (Badajoz)". Las-  
Ciencias. 1. 29.
- HERNANDO, V., JIMENO, L., RODRIGUEZ, J., GUERRA, A. y  
GARCIA, J. "Estudio de los Suelos de los Nuevos Rega-  
1962 díos de la Margen Derecha de las Vegas Ba-  
jas del Guadiana". Dip. Prov. Badajoz e Ins.  
Edaf. y Biol. Veg. C.S.I.C. Madrid.
- HERNANDO, V., JIMENO, L., RODRIGUEZ, J., GUERRA, A., -  
MONTURIOL, F. y BADORREY, T. "Estudio de los Suelos de  
1965 Badajoz: Región Noroeste". Dip. Prov. Bada-  
joz e Inst. Edaf. y Biol. Veg. C.S.I.C. Ma-  
drid.
- HERRANZ ARAUJO, P. "Nota Preliminar sobre el Estudio -  
1970 Geológico de las Sierras Paleozóicas entre  
Oliva de Mérida y Hornachos (Badajoz)". Semi-  
narios Estrat. 6, 1-16.



HEY, M.H. "A New Review of the Chlorites". Mineral Mag.  
1954 30. 277-292.

HOGBERG, E. "Staining Method for Examination of Siliceous Cretaceous Limestones. II." Geol. Fören. Stockholm Förh. 93.(4). 707-713.  
1971

HOJAS A 1:50.000 del MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL.-

Núm. 826 Cheles

Núm. 852 Higuera de Vargas

Núm. 827 Alconchel

Núm. 828 Barcarrota

Núm. 854 Zafra

Núm. 726 Montijo

Núm. 777 Mérida

Núm. 779 Villanueva de la Serena

Núm. 803 Almendralejo

Núm. 875 Jerez de los Caballeros

Núm. 775 Badajoz.

Instituto Geográfico y Catastral. Madrid.

HUBBARD, H.A. and ERIKSEN, G.E. "Limestone and Dolomite".  
1973 Eni United States Mineral Resources. Donald A. Brobst and Walden P. Pratt (Eds). Geological-Survey Professional Paper 20., 4-24.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, "Mapa de rocas Industriales Escala 1:500.000. Atlas e inventario de Rocas Industriales." Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.  
1973

I.G.M.E., Mapas Geológicos de España 1:200.000.

- 1971 Hoja Núm. 58 - 59 (Villareal-Badajoz).  
1971 Hoja Núm. 60 (Villanueva de la Serena).  
1974 Hoja Núm. 69 (Pozoblanco).  
1975 Hoja Núm. 67 - 68 (Cheles-Villafranca de los Barros).

I.G.M.E., Mapas Geológicos de España 1:50.000.

- 1975 Hoja Núm. 852 Villanueva del Fresno.  
1976 Hoja Núm. 826 Cheles.  
1976 Hoja Núm. 827 Alconchel.  
1977 Hoja Núm. 831 Zalamea de la Serena.  
1977 Hoja Núm. 828 Barcarrota.  
1977 Hoja Núm. 853 Burguillos del Cerro.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA "Rocas Calcáreas Sedi-  
1976 mentarias". Monografía de Rocas Industriales. Ser-  
vicio Publicaciones Ministerio de Industria. Madrid.

INGAMELLS, C.O. and SUHR, N.H. "Chemical and Spectrochemical  
1967 Analysis of Standard Carbonate Rocks". Geochimica-  
et Cosmochimica Acta. 31. 1347-1350.

INGAMELLS, C.O. "Lithium Metaborate Flux in Silicate Analy--  
1970 sis Anal. Chim. Acta. 52. 323-334.

JOHNSTONE, S.J. and JOHNSTONE, M.G. "Limestone Chalk and Whi-  
1961 ting in Minerals for the Chemical and Allied In--  
dustries". 2 nd. Ed. John Wiley and Son. New York.

- JULIVERT, M., FONTBOTE, J.M., RIBEIRO, A. y CONDE, L.  
1974 "Mapa Tectónico de la Península Ibérica y -  
Balears. Escala 1:1.000.000". I.G.M.E. Ser-  
vicio Publicaciones Ministerio de Industria  
Madrid.
- KUBIENA, W.L. "Mapa de Suelos y Memoria de la Penínsu-  
1967 la Ibérica y Baleares". Inst. Edaf. y Biol.  
Veg. C.S.I.C. Madrid.
- LAMAR, J.E. "Uses of Pinestone and Dolomite". Circu--  
1965 lar 321. Illinois Geological Survey. 44 pp.
- LOPEZ DE LERMA, J. "Estudios por Rayos X de algunos -  
1966 tipos de Cargas empleadas en la Industria -  
de la Pintura". Rev. de Ciencia Aplicada. -  
112. 29. 5.
- LOTZE, G. "El Cámbrico en España" Memorias I.G.M.E. -  
1970 nº 75. Madrid.
- LOTZE, F. and SDZUY, G. "Das Kambrium Spaniens Teil -  
1961 Trilobiten, Von Klaus Sdzuy". 2 Abschnitt.-  
Akad. Wiss Lit. Abh. Math-Naturwiss. 595---  
693. Wiesbaden.
- MARTIN POZAS, J.M. "Análisis cuantitativo de filosili-  
1968 catos de las arcillas por difracción de ra-  
yos-x". Tesis Doctoral. Facultad de Cien---  
cias. Universidad de Granada.
- MEDLIN, J.H., SUHR, N.H. and BODKIN, J.B., "Atomic Ab-  
1969 sorption Analysis of Silicates Employing Li-  
BO<sub>2</sub> Fusión". Atomic Absorption Newsletter.8  
(2) 25-29.

- MELENDEZ MELENDEZ, B. "El Yacimiento de Archaeocyathus  
1941 de Alconera. Badajoz". An. Cienc. Nat. --  
Inst. José de Acosta. Madrid.
- MELENDEZ MELENDEZ, B. "Los Terrenos Cámbricos de los -  
1941 alrededores de Zafra. Badajoz." An. Cienc.  
Nat. Inst. José de Acosta. Madrid.
- MIHOK, E.A. "Mine Water Research Plant Desin and Cost -  
1970 Estimates for Limestone Treatment". Report  
of Investigations 7368. U.S. Bureau of Mi-  
nes.
- MIHOK, E.A. "Mine Water Research the Limestone Neutrali-  
1968 zación Process". Report of Investigation -  
7191 U.S. Bureau of Mines. 20 pp.
- MILLIMAN, J.D. "Marine Carbonates" Vol. 1. Springer-Ver-  
1974 lag.
- MINISTERIO DEL EJERCITO "Formulario Españos de Farmacia  
1975 Militar". Vol. 1, 7ª Edic. Laboratorio y -  
Parque Central de Farmacia Militar. Madrid
- MINISTERIO DE INDUSTRIA "Estadística Minera de España".  
1976 Servicio de Publicaciones. Madrid.  
1977
- MORELLI, G.L. "Determinazione della composizione della-  
1970 fasi trigonali nel sistema  $MgCO_3-CaCO_3$  me-  
diante difracción dei raggi-x" Rend. Soc.  
Mineral. Ital. 23, 315-332.
- MULLER, G. "Methods in Sedimentary Petrology". Hafner. -  
1967 New York.

- OMANG, S.H. "A Rapid Fusion Method for Decomposition and  
1969 Comprehensive Analysis of Silicates by Atomic  
Absorption Spectrophotometry". Anal. -  
Chim. Acta. 46. 225-230.
- PETRUK, W. "Determination of the Heavy Atom Content in -  
1964 Chlorite by Means of the X-Ray Diffractome--  
ter". Am. Mineralogist. 49. 61-71.
- PINTA, M., et Col. "Spectrométrie d'Absorption Atomique".  
1971 Tome I y II. Masson et Cie. Paris.
- POTTER, P.E. "A selective, Annotate Bibliography on Car-  
1968 bonate Rocks". Bulletin of Canadian Petro--  
leum Geology. 16, (1), 87-103.
- PUZZUOLI, A, MATTIAS, P. y GALAN, E. "Mineralogia di Se-  
1972 dimento Abruzzesi". Period. di Mineral. 41,  
611-655.
- RAMIREZ RAMIREZ, E. "Estudio geologico de los yacimien--  
1969 tos uraniferos de "Mesas de Poyato y Hoya -  
del Lobo" La Serena (Badajoz)". Bol. I.G.M.  
E. 80. 23-39.
- RENARD, M. et BLANC, P.H. "Influence des Conditions de -  
1972 Mise en Solution (choix de l'acide, tempera-  
ture, durée d'attaque) dans le Dosage des -  
éléments en Traces des Roches Carbonatées".  
C.R. Acad. Sc. 274 pp. Paris.
- ROBERTSON, R.H.S., "Mineral Use Guide". Cleaver-Hume. --  
1960 Press. Ltd. London.

- ROSSO DE LUNA, I. "Hoja nº 776 (Montijo) del Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000". I.G.M.E. Madrid, 1954
- RUNNELLS, D.D. "Errors in X-Ray Analysis of Carbonates -- Due Solid-Solution Variation in Composition of component Minerals". *Sedimen. Petrol.* 40. 1158-1166. 1970
- SALOTTI, C.A. et Al. "Limestone as a Raw Material for Hydrocarbon Fuels." *Proceedings 6 th. Forum on Geology of Industrial Minerals. Miscellany.1 Michigan Geological Survey, 48-55.* 1970
- SANDERS, J.E. and FRIEDMAN, G.M. "Origin and Occurrence of Limestones. En Carbonate Rocks". Vol. 9 A. G.H. Chilingar, H.J. Bissell and R.W. Fairbridge Eds. *Developments in Sedimentology.* Elsevier. New York. 1967
- SCHNEIDER, H., "Das Kambrium der Herrerias-Mulde bei Cala" *Abh. Seckenb. Nat. Ges.* 455 pp. 1941
- SCHOEN, R. "Semi-Quantitative Analysis of Chlorites by X-Ray Diffraction". *Am. Mineralogist.* 47. 1384-1392. 1962
- SCHULTZ, L., "Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-Ray data and Chemical data for the Pierre Shale". *Geol. Survey Prof. --- Paper. 391-C.* 31 pp. 1964
- SIEGEL, R., "Properties and Uses of Carbonates". En: *Carbonate Rocks. Vol. 9A. G.H. Chilingar, H.J. Bissell and R.W. Fairbridge Eds. Developments in Sedimentology.* Elsevier, New York. 1967



- SLACK, A.V., "Removing SO<sub>2</sub> from Stack Gases". Environ  
1973 metal Science and Techology. 7. (2). 110  
119.
- SLAVIN, W., "Atomic Absorption Spretroscopy". Inters  
1968 cience. Publishers. New York.
- SWENSON, E.G. and SEREDA, P.J., "Some Ageing Characte  
1967 ristics of Lime". J. Appl. Chem. 17. (7).  
198-202.
- TALFT, W.H. "Modern Carbonate Sediments". En: Carbona  
1967 te Rocks. Vol. 9A. G.H. Chilingar, H. J.  
Bissell and R.W. Fairbridge Eds. En: De-  
velopements in Sedimentology. Elsevier.-  
New York.
- TICKELL, F.G. "The Tecniques of Sedimentary Mineralo-  
1965 gy". Developements in Sedimentology. ---  
Vol. 4. Elsevier. New York.
- VAZQUEZ, F. y FERNANDEZ, F., "Contribución al conoci-  
1976 miento Geológico del Suroeste de España-  
en relación con la Prospección de Magne-  
titas". Memoria I.G.M.E. nº 89. Madrid.
- VEGAS, R. "Precisiones sobre el Cámbrico del Centro--  
1971 y Sur de España. El problema de la Exis-  
tencia del Cámbrico en el Valle de Alcu-  
dia y en las Sierras de Cáceres y N. de-  
Badajoz". Est. Geol. 27. 419-425.
- VON ENGELHARDT, W. "Die Struckturen von Thuringit, Ba  
1942 valit und Chamosit und ihre stellung in  
der Chloritgrppe". Z. Krist. 104. 142-159



WARNE, S.S.J. "A Quick Field or Laboratory Staining Scheme for the Differentiation of the Major -- carbonate Minerals". J. Sedimen: Petrol. - 32. 29-38.

WILMOTH, R.C. and HILL, R.D. "Mine Drainage Pollution -- Control Via Reverso Osmosis". Mining Engineering. 35, (3). 45-47.

YULE, J.W. and SWANSON, G.A. "A Rapid Method for Decomposition and the Analysis of Silicates and - Carbonates by Atomic Absorption Spectroscopy". Atom. Absorp. News. 8. 2. 30-33.

