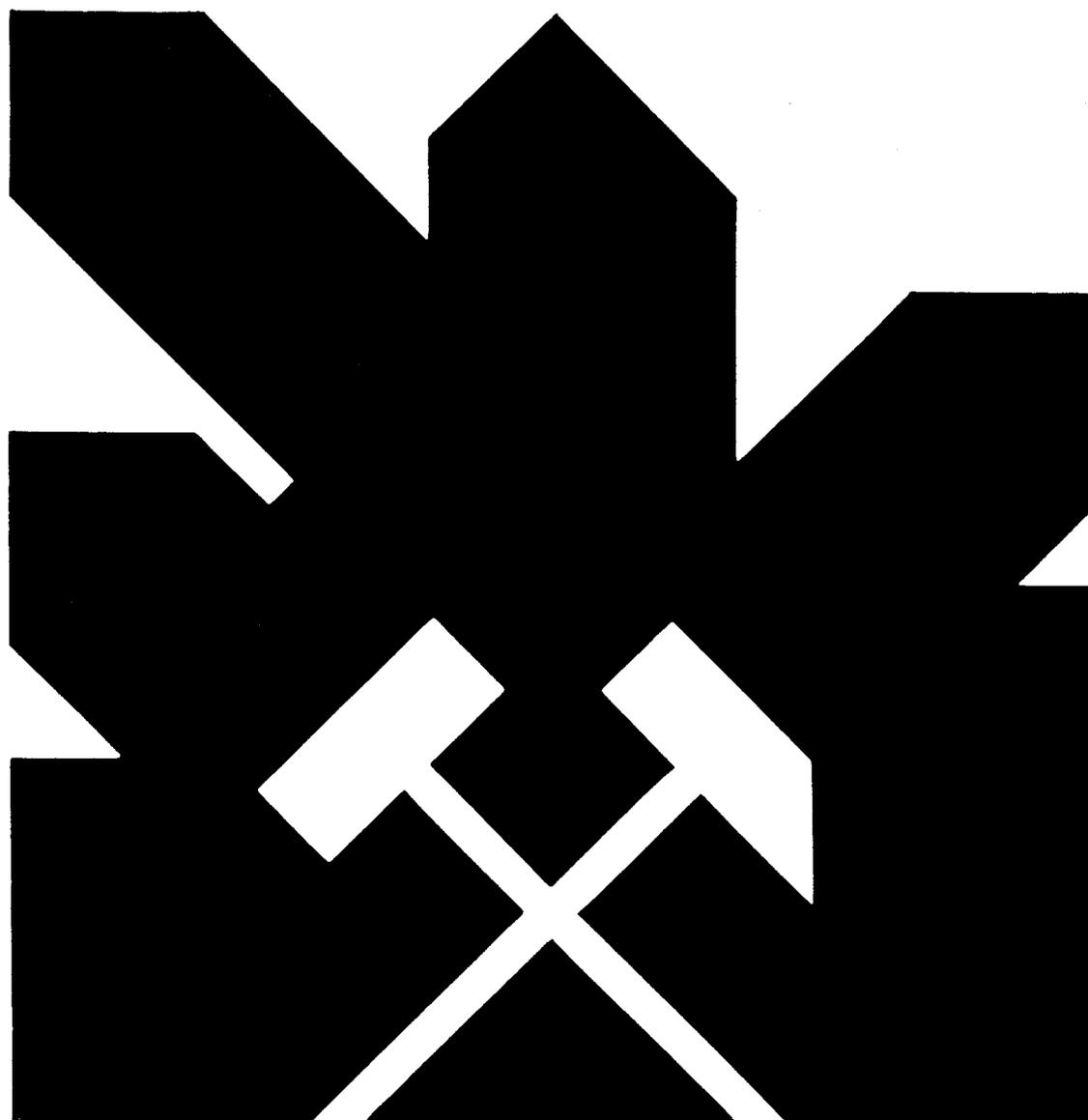


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

## INVESTIGACION DE PERLITAS EN ESPAÑA

TOMO I- INFORME



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Diciembre 1984

10972

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INVESTIGACION DE PERLITAS EN ESPAÑA

DICIEMBRE, 1984

10972

El presente proyecto ha sido realizado por la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A. (ENA DIMSA), en régimen de Convenio con el Instituto Geológico y Minero de España.

## I N D I C E

	<u>Págs.</u>
0.- OBJETIVO DEL PROYECTO .....	1
1.- INTRODUCCION .....	3
1.1.- DEFINICION .....	4
1.2.- GENERALIDADES .....	5
1.3.- MINERIA .....	7
1.4.- PROCESADO .....	7
1.5.- PROPIEDADES DE LA PERLITA EXPANDIDA .....	9
1.6.- APLICACIONES COMERCIALES .....	10
1.7.- YACIMIENTOS .....	12
1.8.- DATOS ECONOMICOS .....	13
1.9.- LA PERLITA EN ESPAÑA .....	14
1.10.- SUSTITUTOS Y ALTERNATIVAS .....	15
2.- METODOLOGIA DEL PROYECTO .....	16
2.1.- METODOLOGIA DESARROLLADA .....	17
3.- DESARROLLO DEL PROYECTO .....	29
3.1.- RECONOCIMIENTO GENERAL DE INDICIOS .....	30
3.2.- HUELVA .....	31
3.2.1.- Generalidades .....	31
3.2.2.- Toma de muestras y análisis .....	33
3.2.2.1.- Análisis Químicos .....	33
3.2.2.2.- Estudio Petrográfico .....	34
3.2.2.3.- Pruebas semi-industriales ...	35
3.2.3.- Conclusiones .....	35
3.3.- CIUDAD REAL .....	36
3.3.1.- Generalidades .....	36

	<u>Págs.</u>
3.3.2.- Toma de muestras y análisis .....	38
3.3.2.1.- Análisis Químicos .....	38
3.3.2.2.- Estudios Petrográficos .....	40
3.3.2.3.- Pruebas semi-industriales ...	41
3.3.3.- Conclusiones .....	41
3.4.- GERONA .....	42
3.4.1.- Generalidades .....	42
3.4.2.- Toma de muestra y análisis .....	47
3.4.2.1.- Análisis Químicos .....	47
3.4.2.2.- Estudios Petrográficos .....	48
3.4.2.3.- Pruebas semi-industriales ...	48
3.4.3.- Conclusiones .....	48
3.5.- MURCIA .....	49
3.5.1.- Generalidades .....	49
3.5.2.- Toma de muestras y análisis .....	51
3.5.2.1.- Análisis Químicos .....	51
3.5.2.2.- Estudios Petrográficos .....	52
3.5.2.3.- Pruebas semi-industriales ...	53
3.5.3.- Conclusiones .....	53
3.6.- ALMERIA .....	54
3.6.1.- Generalidades .....	54
3.6.2.- Toma de muestras y análisis .....	55
3.6.2.1.- Análisis Químicos .....	56
3.6.2.2.- Estudios Petrográficos .....	57
3.6.2.3.- Pruebas semi-industriales ...	58
3.6.3.- Conclusiones .....	58
3.7.- ISLAS CANARIAS .....	58
3.7.1.- Generalidades .....	58
3.7.2.- Lanzarote .....	60
3.7.2.1.- Generalidades .....	61
3.7.2.2.- Toma de muestras y análisis .	61
3.7.2.2.1.- Análisis Químicos .....	61

	<u>Págs.</u>
3.7.2.2.2.- Estudios Petrográficos ...	61
3.7.2.2.3.- Pruebas semi-industriales.	62
3.7.2.3.- Conclusiones .....	62
3.7.3.- Fuerteventura .....	62
3.7.3.1.- Generalidades .....	62
3.7.3.2.- Toma de muestras y análisis .	63
3.7.3.2.1.- Análisis Químicos .....	63
3.7.3.2.2.- Estudios Petrográficos ...	64
3.7.3.2.3.- Ensayos semi-industriales.	65
3.7.3.3.- Conclusión .....	65
3.7.4.- Gran Canaria .....	65
3.7.4.1.- Generalidades .....	65
3.7.4.2.- Toma de muestras y análisis .	66
3.7.4.2.1.- Análisis Químicos .....	66
3.7.4.3.- Conclusión .....	67
3.7.5.- Tenerife .....	67
3.7.5.1.- Generalidades .....	67
3.7.5.2.- Toma de muestras y análisis .	68
3.7.5.2.1.- Análisis Químicos .....	68
3.7.5.2.2.- Estudios petrográficos ...	69
3.7.5.2.3.- Ensayos Semi-industriales.	71
3.7.5.3.- Conclusión .....	71
3.7.5.- Conclusiones .....	71
3.8.- RESUMEN .....	71
4.- ZONAS DE INTERES .....	73
4.1.- INTRODUCCION .....	74
4.2.- MAZARRON .....	74
4.2.1.- Situación geográfica .....	74
4.2.2.- Geología de la zona .....	75
4.2.3.- Toma de muestras .....	77
4.2.4.- Análisis Químicos .....	77
4.2.5.- Estudios Petrográficos .....	77

	<u>Págs.</u>
4.2.6.- Ensayos semi-industriales .....	87
4.2.7.- Conclusiones .....	87
4.3.- VERA-GARRUCHA .....	87
4.3.1.- Situación geográfica .....	87
4.3.2.- Geología de la zona .....	88
4.3.3.- Toma de muestras .....	89
4.3.4.- Análisis Químicos .....	89
4.3.5.- Estudios Petrográficos .....	90
4.3.6.- Ensayos semi-industriales .....	93
4.3.7.- Conclusiones .....	93
4.4.- CARBONERAS-LOS ESCULLOS Y CARBONERAS-RODALQUILAR	94
4.4.1.- Situación geográfica .....	94
4.4.2.- Geología de las zonas .....	94
4.4.3.- Toma de muestras .....	104
4.4.4.- Análisis Químicos .....	105
4.4.5.- Estudios Petrográficos .....	108
4.4.6.- Ensayos semi-industriales .....	173
4.5.- CHIMICHE Y CHIMICHE-SUR .....	174
4.5.1.- Situación geográfica .....	174
4.5.2.- Geología de la zona .....	174
4.5.3.- Toma de muestras .....	176
4.5.4.- Análisis Químicos .....	176
4.5.5.- Estudios Petrográficos .....	178
4.5.6.- Ensayos semi-industriales .....	183
4.5.7.- Conclusiones .....	183
4.6.- TELDE-LOS LLANOS .....	184
4.6.1.- Situación geográfica .....	184
4.6.2.- Geología de la zona .....	184
4.6.3.- Toma de muestras .....	185
4.6.4.- Análisis Químicos .....	185
4.6.5.- Estudios Petrográficos .....	185
4.6.6.- Ensayos semi-industriales .....	187

	<u>Págs.</u>
4.6.7.- Conclusiones .....	187
4.7.- TAFIRA-TAMARACEITE .....	187
4.7.1.- Situación geográfica .....	187
4.7.2.- Geología de la zona .....	188
4.7.3.- Toma de muestras .....	189
4.7.4.- Análisis Químicos .....	189
4.7.5.- Estudios Petrográficos .....	189
4.7.6.- Ensayos semi-industriales .....	190
4.7.7.- Conclusiones .....	190
5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	191
5.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO .....	192
5.2.- INTRODUCCION .....	192
5.3.- METODOLOGIA .....	192
5.4.- DESARROLLO DEL PROYECTO .....	192
5.5.- ESTUDIO DE LAS ZONAS DE INTERES .....	194
5.6.- CONCLUSIONES FINALES .....	194
.- B I B L I O G R A F I A .....	196

0.- OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto es conseguir la identificación y caracterización en España de las rocas volcánicas susceptibles de tener carácter y comportamiento perlítico, y por tanto ser aprovechables en los distintos sectores industriales.

1.- INTRODUCCION

### 1.1.- DEFINICION

El término PERLITA corresponde y se identifica con un determinado tipo de textura, aquella que es debida a la aparición de un sistema irregular de fisuras esferoidales en roca vítrea, o residual en rocas desvitrificadas.

Pero en el "campo comercial" se define comunmente la PERLITA como "un vidrio volcánico que tiene la propiedad de expandirse alrededor de 20 a 30 veces su volumen original, cuando se calienta a una temperatura interna de grado de ablandamiento".

Nos encontramos ante un proceso fisico de expansión, originada por la vaporización del agua de combinación, que produce un hinchamiento de cada partícula, conformándose una acumulación o colchón de vidrio.

El resultado final es un producto dotado de una baja densidad "acompañado" con propiedades de baja conductividad térmica y elevada absorción del sonido.

Petrográficamente la PERLITA define a una roca riolítica, que tiene brillo "perloso", de ahí el nombre original de "perlestein" o "pearlstone", y que generalmente posee una estructura de capas concéntricas, "onion like" con fracturas de tipo o disposición concéntrica.

Químicamente la PERLITA es un silicato de aluminio amorfo, metaestable e inerte, sus coloraciones "in situ" son variables prevaleciendo la gama de tonos claros (blancos a grises o verdes).

Es importante destacar que cuando se hace referencia a "Perlita cruda" se está consignando la roca en bruto sin proceso industrial que la afecte, cuando éste tiene lugar, y se ha obtenido un producto comercial dispuesto para venta y uso, la nominación empleada es la de "Perlita expandida" cuyo color suele ser blanco.

#### 1.2.- GENERALIDADES

Comercialmente el término PERLITA abarca un amplio abanico de rocas volcánicas de composición química variada encontrándose "comportamientos perlíticos" desde las riolitas, dacitas hasta las andesitas.

Las propiedades físicas y ópticas de la "Perlita cruda" más significativas son:

pH: 7 aproximadamente

Dureza: 5,5 a 7 en la escala de Möhs

Peso específico: 2,3 a 2,8 g/cm<sup>3</sup>

Punto de fusión: 760° C a 1.320° C

Índice de refracción: 1.490 a 1.610

Contenido en agua combinada: 2% al 5%

En el campo comercial la clasificación de "Perlita cruda" incluye la obsidiana con un contenido en agua combinada menor al 2%, y en el otro extremo de la escala el término "pitch stone" (retinita, obsidiana dacítica) con más del 5% de agua combinada.

El origen de la PERLITA no está perfectamente claro, algunos autores afirman que, ciertos depósitos perlíticos han sido formados por un rápido enfriamiento de episodios lávicos de carácter ácido bajo una cobertera delgada, o bien bajo agua, y que debido a una presión suficientemente elevada permite que el agua "combine" con la lava.

Otros autores se manifiestan sobre la formación de depósitos perlíticos a resultas de una alteración hidrotermal, que afecta a vidrios volcánicos ácidos, siendo más bajo el contenido en agua combinada, tal es el caso de la obsidiana.

La existencia de PERLITA está íntimamente ligada con la actividad volcánica reciente, y generalmente dentro de los últimos  $65 \times 10^6$  años, período éste que comprende desde el Terciario hasta el Cuaternario, presentándose como componente de las lavas piroclásticas, conformando domos, sills, diques y otros cuerpos intrusivos de edad preferentemente eocena y/o oligocena.

De alguna manera los procesos de desvitrificación que se observan en los vidrios volcánicos, los alteran, resultando a través de largos períodos geológicos de tiempo rocas cuarzo-feldespáticas criptocristalinas o microcristalinas, causa por la cual es muy difícil encontrar depósitos comerciales de "Perlita cruda" de edades anteriores al Terciario, ya que obviamente han desaparecido las características perlíticas.

Aunque la PERLITA puede llegar a mostrar, en función de su origen geológico, una amplia gama de colores, sin embargo la composición química es bastante regular entre los distintos yacimientos, así puede establecerse los siguientes contenidos medios:

SiO <sub>2</sub>	.....	65% al 75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.....	10% al 20%
H <sub>2</sub> O combinada	.....	2% al 5%
Na <sub>2</sub> O	.....	} Pequeñas cantidades <1%
K <sub>2</sub> O	.....	
CaO	.....	
MgO	.....	
MnO	.....	

Expertos en la investigación e identificación de la PERLITA opinan que esta roca no resulta "fácilmente localizable" dado que "la PERLITA es una roccia strana e si presenta nella facies piu disparate".

### 1.3.- MINERIA

La explotación de PERLITA se realiza a cielo abierto, y la metodología empleada puede considerarse común para todos los tipos de yacimientos que actualmente se benefician en el mundo.

Para su arranque se evita en lo posible el empleo de explosivos, ya que por las características de la roca ésta permite, en la mayoría de las explotaciones, ser atacada directamente, por medio de un "ripado" de la superficie descubierta; el material extraído es transportado mediante pala mecánica o vehículo pesado, hasta una planta de machaqueo primario con el objeto de obtener unos tamaños próximos a los 25 mm.

### 1.4.- PROCESADO

La granulometría así obtenida es almacenada con el fin de rebajar su contenido de humedad hasta el 1%. Se procede pos

Las paredes del horno son de acero y se encuentran perfectamente aisladas por material refractario adecuado. La extracción de las partículas perlíticas expandidas fuera del horno, suele verificarse por medio de ventiladores de succión, o bien aprovechando la corriente térmica ascendente que se produce en el interior del horno, éste tiene una altura que oscila alrededor de los 5 metros; conectado con la salida y en base a un sistema de ciclones se realiza una clasificación del material por tamaños, posteriormente la "Perlita expandida", es conducida a los silos almacén correspondientes, para su ulterior envasado en sacos de papel-fuerte.

En las instalaciones costeras de Cerdeña existen medios mecánicos dispuestos para transportar la carga hasta el interior de los buques sin que éstos tengan que atracar en puerto.

#### 1.5.- PROPIEDADES DE LA PERLITA EXPANDIDA

La estructura física de la "Perlita expandida" viene de finida por la existencia de un gran número de poros, burbujas, canales microscópicos y ultramicroscópicos, que proporcionan al material una gran superficie específica.

El proceso expansivo comunica a la "Perlita expandida" una de sus más características propiedades, su color blanco. La "Perlita expandida" es estable, químicamente inerte, resistente al fuego, no se pudre y no atrae a ningún tipo de fauna -principalmente insectos-, generalmente no sufre procesos degenerativos, y tratada especialmente puede llegar a ser impermeable al agua.

Resulta soluble en un álcali caliente y concentrado, o en ácido fluorhídrico y moderadamente soluble -menor 10%- en

hidróxido sódico. Presenta solubilidad ligera, menor del 3% en ácidos concentrados y menor del 1% en ácidos débiles y agua.

Un análisis químico estandar de "Perlita expandida" facilitado por The Perlite Institute, New York seria:

	<u>%</u>
SiO <sub>2</sub> .....	71,0 - 75,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	12,5 - 18,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,5 - 1,5
MnO <sub>2</sub> .....	0,03- 0,1
TiO <sub>2</sub> .....	0,03- 0,2
CaO .....	0,5 - 2,0
MgO .....	0,1 - 0,5
K <sub>2</sub> O .....	4,0 - 5,0
Na <sub>2</sub> O .....	2,9 - 4,0
Silice libre .....	0,0 - 2,0
Sulfatos .....	carece

#### 1.6.- APLICACIONES COMERCIALES

Son numerosos e importantes los campos de aplicación industrial que actualmente tiene la "Perlita expandida", si bien es necesario resaltar, que el destino final está estrechamente vinculado a la naturaleza de la materia prima que ha sido procesada. Un ejemplo clasificador lo constituye la aplicación "más noble" de la "Perlita expandida", tal cual es su empleo en la obtención de filtros de aire y en diversos productos alimenticios, así como su utilización en medicamentos y otros productos de laboratorio.

De manera resumida pueden establecerse las siguientes aplicaciones industriales más importantes:

- En la fabricación de filtros para diversos usos
- Como agregado en tableros de escayola
- Agregado en hormigones ligeros
- Prefabricados y cubiertas de techos
- Paneles de aislamiento termo-acústico
- Como cargas de pinturas
- Lodos de sondeos petrolíferos
- Agricultura y horticultura
- Como escarificador en siderurgia
- Otros

Durante el desarrollo de este estudio se ha tenido conocimiento que existen en la USSR trabajos sobre la "Utilización de PERLITA en una composición de porcelana electrotécnica de baja tensión". Aspecto éste que puede ser indicativo de la importancia tecnológica de este material.

Vamos a exponer a continuación una relación de volúmenes de "Perlita expandida" a emplear, según algunas aplicaciones industriales más comunes:

- Escayolas y Agregados en hormigones .	120-136 kg/cm <sup>3</sup>
- Tableros de aislamientos .....	64 kg/cm <sup>3</sup>
- Productos formados .....	56 kg/cm <sup>3</sup>
- Aislamientos baja Temperatura .....	32- 64 kg/cm <sup>3</sup>
- Relleno de cavidades .....	96 kg/cm <sup>3</sup>
- Horticultura .....	96-128 kg/cm <sup>3</sup>
- Cargas .....	112-192 kg/cm <sup>3</sup>
- Filtros diversos .....	112-192 kg/cm <sup>3</sup>

Existe el Perlite Institute Inc. en Nueva York del cual son miembros casi todos los productores de "Perlita expandida" con cuotas de mercado importantes, este organismo privado, esta

blece las calidades de la "Perlita expandida" y de sus productos a través del dictado de "standars" y especificaciones, que son asumidas por todos sus miembros; así mismo colabora estrechamente con la Sociedad Americana de Testificación de Materiales-ASTM y con la Bristish Standar.

Entre las compañías que se dedican a la explotación de yacimientos perlíticos, o a su procesado en planta industrial para la obtención de Perlita expandida se encuentran:

- American Perlite Products Inc. (USA)
- Celotex Corp. (USA)
- Grefco Inc. (USA)
- United States Gypsum Co. (USA)
- National Gypsum Co. (USA)
- Manville Corporation (USA)
- Canadian Gypsum Co. Ltd. (CANADA)
- Canadian Jhons-Manville Co. Ltd. (CANADA)
- Peletico Plasters Ltd. (CHIPRE)
- L'Air Liquide (FRANCIA)
- CECA, S.A. (FRANCIA)
- Jhons Manville de Francia (FRANCIA)
- Perlite Italiana SpA (ITALIA)
- Dicalite Española, S.A. (ESPAÑA)
- British Gypsum Ltd (U.K.)
- Jhons-Manville (G.B.) Ltd. (U.K.)
- Tilcon Ltd. (U.K.)
- USSR El Estado tiene 40 fábricas

#### 1.7.- YACIMIENTOS

Puede decirse que yacimientos de PERLITA existen en casi todo el mundo, siendo los productores más importantes: USA,

USSR, Grecia, Italia, Hungría, Japón, etc.

Para resaltar el grado de producción mundial se expone a continuación el siguiente cuadro con datos relativos a la producción estimada en 1982:

- USA .....	530.000 Tm
- USSR .....	370.000 Tm
- Grecia .....	165.000 Tm
- Italia .....	90.000 Tm
- Hungría .....	85.000 Tm
- Japón .....	75.000 Tm
- Turquía .....	35.000 Tm
- Méjico .....	30.000 Tm

En los USA se han estimado unas reservas mundiales próximas a los 700 millones de toneladas, y se ha previsto un incremento en la producción del 2,5% anual hasta 1990.

Las minas más importantes en USA se localizan en los Estados de Nuevo Méjico y Arizona. En la USSR en la República de Armenia. En Grecia en las islas de Kos y Milos. En Italia en Cerdeña. En Hungría en los Montes Tokaj. En Turkia en Cumaovasi y en Manisa.

#### 1.8.- DATOS ECONOMICOS

La PERLITA es un material de fácil extracción y tratamiento industrial, siendo por lo tanto su coste relativamente bajo, pero su transporte suele incidir hasta el 50% en el precio de venta, de ahí que sea un capítulo de gran importancia en el precio del producto final. Los precios de venta se han venido manteniendo estables desde el último trienio, como puede

observarse en el siguiente cuadro:

<u>PERLITAS</u>	<u>MAR 1979</u>	<u>DIC 1981</u>	<u>NOV 1984</u>
Cruda-perdida en Volu men. CIF .....	£ 23- 28	£ 40- 50	£ 40- 45
Expandida. Filtro - aire-molida .....	£ 180-190	£ 312-335	£ 312-335
Expandida-Agregado, - fuera U.K. ....	£ 90-180	£ 200-260	£ 200-260

#### 1.9.- LA PERLITA EN ESPAÑA

En España no se ha explotado nunca ningún depósito de materiales perlíticos, ni oficialmente hay constancia de trabajos realizados sobre la exploración y/o investigación de Perlitas.

Existe ubicada en el término de Rubi, provincia de Barcelona, una planta de obtención de "Perlita expandida", que es propiedad de la sociedad DICALITE ESPAÑOLA, S.A.

La materia prima es de importación, generalmente de Rusia, Grecia y Turquía, ya que el producto final tiene como destino la aplicación industrial más noble, tal cual es los filtros, por eso sus "fuentes" de abastecimiento han de estar exentas de impurezas, y por este motivo no se aprovisionan de los yacimientos italianos de Cerdeña, cuyos contenidos en hierro son bastante elevados.

La fábrica de Rubi obtiene Perlita expandida cuyos campos de aplicación también son:

- Aislamientos termo-acústicos
- Aislamientos criogénicos
- Agricultura, en cultivos hidropónicos
- Auxiliares para la fundición
- Rellenos y cargas (papel, resinas, pinturas, fósforos y goma)

#### 1.10.- SUSTITUTOS Y ALTERNATIVAS

Los materiales que pueden llegar a sustituir en alguna medida a la PERLITA, en determinados usos industriales, si fuese necesario son:

- Vermiculita
- Pómez
- Diatomita
- Arcillas expansivas
- Pizarras
- Escorias

## 2.- METODOLOGIA DEL PROYECTO

## 2.1.- METODOLOGIA DESARROLLADA

Las acciones emprendidas para poner en marcha el proyecto han estado dirigidas hacia una recopilación bibliográfica, de trabajos sobre los posibles indicios de materiales perliticos, o con comportamiento perlítico, que se hubiesen realizado en España anteriormente; el resultado fue negativo, ya que no se encontraron publicaciones específicas realizadas sobre estas rocas.

Actualmente existe en España, concretamente en Rubí provincia de Barcelona, la fábrica de DICALITE ESPAÑOLA, S.A. con planta de procesado industrial de "Perlita cruda", que obtiene según especificaciones, diversos productos comerciales de "Perlita expandida".

Por lo tanto la metodología que se ha desarrollado es función de la orfandad bibliográfica existente, teniendo que orientarse en textos foráneos, y en contactos directos con personalidades e industrias estrechamente vinculadas a las Perlitas.

Ha sido de gran importancia las entrevistas y visitas efectuadas a la Sociedad DICALITE ESPAÑOLA, S.A., así como la colaboración del profesor Prandi experto geólogo, concedor de casi todos los yacimientos de Perlita existentes en el mundo, y cuyas aportaciones han sido de vital importancia e interés

en el desarrollo del proyecto.

Con la finalidad de obtener un conocimiento físico y real de un yacimiento, en actividad, de Perlita, se visitaron las explotaciones que en la isla de Cerdeña -Italia-, posee la empresa Perlite S.p.A, así como la planta de tratamiento industrial para obtener Perlita expandida sita en las proximidades de Oristano.

En una primera fase, y siendo el punto de partida "igual a cero", se elaboró un mapa nacional en donde se reseñaron todos aquellos indicios de materiales de origen volcánico, que naturalmente fuesen representativos, y con probabilidades de tener algún tipo de interés.

Se pudo establecer una pre-selección en la que estaban presentes todas las provincias volcánicas españolas, sobre ellas se efectuó una exploración cuyo "modus operandi" apuntaba hacia la detección de episodios volcánicos ácidos representados por Riolitas, Dacitas, Riodacitas e incluso tobas y materiales piroclásticos sueltos con predominio ácido.

Llegado a este punto, y merced a los contactos que se estaban estableciendo con personal experto, en la exploración y tratamiento de rocas "perlíticas", y dado que la característica principal exigida es su expansibilidad, se elaboraron unos criterios para poder contrastar las peculiaridades de cada área pre-seleccionada.

Los criterios decisivos en la exploración de cualquier área para tratar de encontrar materiales con comportamiento perlítico son los siguientes:

- 1 - LA INVESTIGACION DEBE DE DIRIGIRSE Y REALIZARSE SOBRE EPISODIOS VOLCANICOS DE EDAD RECIENTE (TERCIARIOS-CUATERNARIOS).
- 2 - SON LAS LAVAS ACIDAS-FUNDAMENTALMENTE LAS RIOLITAS- LAS QUE SON SUSCEPTIBLES DE TENER COMPORTAMIENTO PERLITICO.
- 3 - NO TODAS LAS COLADAS DE LAVAS ACIDAS Y CON TEXTURA PERLITICA EXPANDEN.
- 4 - ALGUNOS DEPOSITOS PIROCLASTICOS ACIDOS PUEDEN TENER COMPORTAMIENTO PERLITICO.
- 5 - LA TEXTURA PERLITICA TAMBIEN SE ENCUENTRA COMO UN RELICTO ESTRUCTURAL EN ROCAS DESVITRIFICADAS, QUE NO SON EXPANSIVAS.

Con estos postulados, y la información obtenida sobre los análisis químicos practicados, a una serie de muestras tomadas, en los frentes de las explotaciones más importantes del mundo, (ver cuadro de análisis); se establecieron los límites patrones, dentro de los cuales iban a tratar de encajarse, aquellas zonas que por su interés potencial fueron seleccionadas.

A continuación se exponen los resultados obtenidos en los estudios petrográficos realizados sobre cuatro muestras tomadas en el frente de la explotación de Perlita en Monte Arci-Cerdeña.

También se adjuntan los estudios petrográficos de dos muestras recogidas en los silos almacén de la sociedad DICALITE ESPAÑOLA, S.A., ambas muestras pertenecen a una partida importada de Rusia.

CUADRO N° 1

ANÁLISIS QUÍMICOS de muestras de "PERLITA CRUDA" procedentes de algunas de las MINAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO que pueden ser tomadas como patrones

MUESTRA PROCEDENTE DE	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	P.p.m. MnO	% TiO	% P.F	% H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	HUMEDAD a 110°C
Monte Arci (Cerdeña) Italia	67,7	14,40	2,20	0,50	0,90	3,30	5,30	-	0,40	4,26	-	-
Monte Arci (Cerdeña) Italia muestra parda-rojiza	71,83	12,91	1,43	0,16	0,81	3,64	5,53	387	0,23	3,45	2,68	0,26
Monte Arci (Cerdeña) Italia muestra gris	71,50	13,17	1,43	0,16	0,81	3,50	5,53	400	0,22	3,87	2,85	0,32
Monte Arci (Cerdeña) Italia muestra gris	71,80	13,20	1,71	0,33	0,94	4,04	5,53	232	0,31	3,68	2,75	0,35
Monte Arci (Cerdeña) Italia	71,60	13,18	1,86	0,33	0,98	3,91	5,53	232	0,34	3,77	2,31	0,37
Cercanías Mar Negro Rusia muestra tonos blancos	71,06	12,89	0,64	0,06	0,91	4,04	6,02	% 0,05	0,09	4,06	2,40	0,71
Cercanías Mar Negro Rusia muestra tonos pardos	71,90	12,01	0,57	0,06	0,98	4,18	6,02	% 0,05	0,09	3,67	2,83	0,63
Milos - Grecia	74,9	12,6	0,70	0,30	0,70	3,40	4,80	-	0,06	2,56	-	-
Superior Arizona - USA	73,60	12,7a	0,70	0,20	0,60	3,20	5,00	-	0,10	3,80	-	-
Socorro - Nuevo Méjico - USA	74,10	13,30	0,50	0,10	0,60	3,50	4,60	-	0,05	3,50	-	-
Hungría	73,50	13,00	1,80	0,40	1,50	3,50	3,80	-	-	3,00	-	-
Bulgaria - valores medios	72-75	13-15	1,50	0,60	1,00	2,70	4,80	-	-	3-6b	-	-

a = incluye P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y MnO

b = perdida total al fuego

## MUESTRA ITALIA Nº 1

### Reconocimiento de visu:

Roca de color pardo algo rojiza con manchas grises de distribución irregular. Poco densa y de fractura irregular.

### Textura

Porfídica de matriz fluidal, algo perlítica.

### Composición mineralógica

Composición de los fenocristales: cuarzo, biotita parda, sanidina y plagioclasa.

Composición de la matriz: vidrio.

### Observaciones

La muestra esta formada mayoritariamente por vidrio de color amarillento cuyo indice de refracción es el correspondiente a un vidrio de composición ácida. el vidrio presenta una disposición fluidal que sólo se hace claramente perlítica en algunas zonas; presenta cristalitos en forma de agujas.

La roca tiene algunas vesículas pero no son numerosas y su tamaño es reducido.

Los fenocristales de mayor desarrollo son los correspondientes a los feldespatos y son totalmente idiomorfos. Por el contrario los de biotita son de reducido tamaño pero mucho más numerosos, van de idiomorfos a subidiomorfos. Los fenocristales

de cuarzo presentan caracteres\* intermedios entre los de los fel<sub>despatos</sub> y los de las biotitas.

### Clasificación

RIOLITA VITREA.

### MUESTRA ITALIA Nº 2

#### Reconocimiento de visu

Roca de color gris claro bastante homogénea. Poco densa, algo untuosa al tacto y de fractura irregular.

#### Textura

Hipocristalina porfídica. Matriz microcristalina con algo de vidrio.

#### Composición mineralógica

Componentes de los fenocristales: cuarzo, sanidina, biotita par<sub>da</sub> y plagioclasa.

Componentes de la matriz: cuarzo, feldespatos y biotita.

#### Observaciones

Características a destacar de esta muestra es el bajo contenido en vidrio ya que la matriz es esencialmente microcristalina; en las zonas vítreas se insinua una cierta textura per<sub>lítica</sub>.

Los fenocristales de sanidina son idiomorfos y son los de mayor diámetro.

Los fenocristales de biotita tienen tamaño variable y en muchas ocasiones están próximos a los microcristales de la matriz.

No se han reconocido vacuolas en esta muestra.

### Clasificación

RIOLITA.

### MUESTRA ITALIA Nº 3

#### Reconocimiento de visu

Roca de color gris claro con zonas blancas punteadas, de disposición irregular y pequeños cristales escasos negros. Fractura irregular.

#### Textura

Hipocrystalina fluidal porfidica, algo vesicular.

#### Composición mineralógica

Componentes de los fenocristales: cuarzo, plagioclasa, biotita y sanidina.

Componentes de la matriz: vidrio, feldespatos y biotita.

### Observaciones

La característica de esta roca es la naturaleza de la matriz, que está formada por vidrio junto a microcristales. El vidrio presenta disposición fluidal, que coincide normalmente con la de los microcristales. El vidrio es de color amarillento, casi incoloro, con índice de refracción correspondiente a un vidrio ácido.

Los fenocristales son idiomorfos y de buen tamaño. La biotita varía mucho en cuanto a las dimensiones de sus cristales, llegando los menos desarrollados casi al de los microcristales. Es una biotita parda, con una absorción muy intensa propia de biotitas muy ferríferas.

Se ha reconocido alguna vesícula.

### Clasificación

RIOLITA.

MUESTRA ITALIA Nº 4

### Reconocimiento de visu

Roca de color gris con tintes algo verdosos, muy vesicular.

### Textura

Hipocristalina, vacuolar, porfidica.

### Composición mineralógica

Componentes de los fenocristales: cuarzo, plagioclasa, biotita, sanidina y moscovita.

Componentes de la matriz: vidrio, cuarzo, feldespatos, biotita y moscovita.

### Observaciones

La característica más destacada de esta roca es su alto contenido en vesículas que representan casi la mitad del volumen de la roca.

Las vesículas tienen predominantemente formas alargadas, aunque también las hay de forma irregular; presentan disposición fluidal coincidente con la de los microcristales de la matriz.

El vidrio es relativamente abundante, aunque en proporción inferior a la de los materiales cristalinos; se trata de un vidrio de composición ácida de textura generalmente perlítica, sobre la que se observan microcristales de desvitrificación.

Los fenocristales no son muy abundantes y son idiomorfos. Los microcristales de la matriz presentan disposición fluidal, coincidente con la elongación de las vesículas.

### Clasificación

RIOLITA VESICULAR.

MUESTRA RUSIA Nº 1

Textura

Vítrea, de flujo.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio ácido.

Componentes accesorios: mineral opaco.

Observaciones

Se trata de una roca totalmente vítrea compuesto por un vidrio de composición ácida (relieve ≪ bálsamo), probablemente riolítica, que presenta color amarillo claro y textura de flujo muy acentuada. Contiene minúsculas y escasas vacuolas alargadas en el sentido del flujo.

Como componente accesorio aparecen unos cristalitos diminutos, opacos o semiopacos (negros o pardonegruzcos), con formas prismáticas alargadas.

Clasificación petrográfica

OBSIDIANA (ROCA VITREA DE COMPOSICION ACIDA).

MUESTRA RUSIA Nº 2

Textura

Vítrea, de flujo.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio ácido.

Componentes accesorios: opaco.

### Observaciones

Esta muestra es absolutamente similar a la anterior. La diferencia de coloración con aquella en la muestra macroscópica, (Rusia-1, bandeada de color "café" y Rusia-2 blanquecina) solamente se traduce al microscopio en que aquí resulte menos abundante el componente opaco.

### Clasificación petrográfica

OBSIDIANA (ROCA VITREA DE COMPOSICION ACIDA).

-----

De la pre-selección realizada fueron declaradas NO APTAS las áreas de Huelva, Ciudad Real y Gerona; en todas ellas se tomaron un número de muestras superficiales orientativas y se sometieron a análisis químicos, estudios petrográficos y ensayos de expansibilidad en laboratorios industriales, y que consistieron en, molienda de la muestra a tamaños inferiores a 0,05 mm, secado y tratamiento por "choque térmico directo" en horno vertical.

Las áreas objeto de interés que resultaron con ciertas posibilidades fueron estudiadas con mayor detalle y a diferentes escalas, primando sobre todo, una toma de muestras exhaustiva con el fin de poder identificar todos o la mayoría de los episodios volcánicos aflorantes.

En la descripción de estas zonas se han cartografiado prioritariamente los afloramientos volcánicos, que posteriormente fueron desmuestreados, y sometidos a un completo "test de aptitudes perlíticas".

Finalmente, y en función de los resultados obtenidos, en los distintos análisis y ensayos practicados, se elaboran las conclusiones del proyecto zona por zona, y posteriormente las globales de todo el proyecto.

### 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1.- RECONOCIMIENTO GENERAL DE INDICIOS

Inicialmente se procedió a un reconocimiento general en todo el territorio nacional, con el objetivo de constatar aquellos episodios de origen volcánico que, en principio, podrían ser susceptibles de interés en el desarrollo del proyecto.

Con tal finalidad se procedió a la pre-selección de áreas en: Huelva, Ciudad Real, Almería, Murcia, Gerona y Archipiélago Canario, ya que en todas ellas existen depósitos volcánicos con posibilidades de contener rocas con comportamiento perlítico. Ver plano nº 1.

Ni que decir tiene que la extensión de estas manifestaciones volcánicas es sensiblemente irregular, con respecto a las diferentes zonas entre si, pero no por ello debe establecerse "a priori" juicios de valor, para emitir una clasificación de las mismas por su potencial interés, ya que algunas de estas áreas, a pesar de cubrir gran número de hectáreas, y estar constituidas por materiales que, por su composición, tenían posibilidades perlíticas, tuvieron que ser eliminadas al no cumplir ninguna de las condiciones marco que se enunciarán en los epígrafes anteriores.

A continuación se vá a proceder a la descripción somera de las distintas áreas pre-seleccionadas, así como a un enjuiciamiento de las posibilidades reales de admitir un estudio más específico.

### 3.2.- HUELVA

#### 3.2.1.- Generalidades

En la mitad septentrional de la provincia de Huelva se encuentran extensas manifestaciones volcánicas que pertenecen a la denominada "Faja Pirítica de Huelva", cuyos límites geográficos son las estribaciones meridionales de Sierra Morena y la depresión terciaria del Guadalquivir.

Se destaca una potente serie vulcano-sedimentaria, constituida por rocas volcánicas submarinas, ácidas, básicas y/o intermedias, con numerosas intercalaciones detríticas, y en la que están todos los yacimientos de sulfuros y de manganeso de la provincia.

Las rocas volcánicas son realmente efusivas, como lo demuestran las estructuras y texturas de flujo observadas, detectándose también, intercalaciones de materiales sedimentarios, siendo la presencia ocasional de pillow-lavas, de radiolarios en los jaspes y en las pizarras moradas, indicativos del carácter submarino de las emisiones lávicas.

Primordialmente las rocas volcánicas están constituidas por lavas ácidas, intermedias y básicas con sus piroclastos correspondientes. El vulcanismo no ha tenido en toda la zona la misma intensidad, observándose una verdadera sucesión de coladas, hecho que denuncia la existencia de numerosos focos de emisión que suelen encontrarse bastante próximos entre sí.

Los frecuentes cambios de facies, e intercalaciones observados entre coladas se han interpretado, al surgir las lavas a través de numerosas fracturas submarinas.

Se han podido diferenciar hasta cuatro formaciones de materiales, que van desde un vulcanismo ácido inicial, pasando por emisiones básicas, nuevamente ácidas o formación manganesífera, y un cuarto episodio volcánico final, de componentes ácidos, que ha resultado totalmente improductivo.

Todos estos materiales fueron intensamente afectados, preferentemente plegados y fracturados, por la Orogenia Hercínica, la edad del conjunto es evidentemente pre-hercínica, y se consigna al Tournesiense-Viseense inferior y medio (PALEOZOICO).

Las manifestaciones volcánicas empiezan por emisiones importantes de rocas piroclásticas de granulometría variada en proporciones que varían localmente; aglomerados, brechas, tobas esquistosas de tonos grises, rosados y verdosos, de aspecto apizarrado -"tufitas"-.

Las rocas piroclásticas son heteromorfas y están constituidas por aglomerados, brechas y tobas, los clastos son de composición más ácida que la matriz tobácea que las engloba, y que posee material fragmentario más fino entre sus componentes.

Como rocas más representativas entre las ácidas se encuentran tobas riolitoides, dacíticas y cuarzos queratófidos, entre las intermedias están queratófidos, traquitas y andesitas traquíticas, y como eminentemente básicas las andesitas.

Las tobas se presentan con granulometría variable -0,25 a 4 mm- y debido a su carácter fragmentario poseen una esquisto-sidad más marcada que las coladas lávicas, aunque localmente son tan masivas como ellas, siendo difícil su distinción.

Resulta bastante frecuente observar en las tobas bandeas pátinas amarillentas o blanquecinas, propias tanto de procesos de alteración superficial, como de unas acciones hidrotermales asociadas (silicificación, cloritización, sericitación e incluso carbonatización).

### 3.2.2.- Toma de muestras y análisis

Se tomaron 10 muestras repartidas irregularmente por toda la zona, seis fueron examinadas petrográficamente, cuatro se analizaron químicamente, y las 10 fueron sometidas a ensayos específicos semi-industriales en hornos de planta piloto. Su ubicación se representa en el plano nº 2.

#### 3.2.2.1.- Análisis Químicos

Las muestras han sido tomadas en superficie, y procurando que su grado de alteración fuese escaso, con el fin de poder obtener resultados fiables y representativos, éstos se exponen a continuación.

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	70,90	10,90	3,90	0,020	0,04	0,80	3,90	1,40	2,60
Nº 2	72,97	11,28	1,48	0,003	0,01	0,10	8,60	0,37	1,90
Nº 3	67,50	12,08	3,77	0,100	0,04	0,38	6,75	3,25	1,30
Nº 4	68,50	12,75	3,63	0,020	0,06	0,55	6,10	4,81	0,90

El estudio comparativo de los resultados señala que, mientras el contenido en SiO<sub>2</sub> es alto y por tanto puede considerarse dentro de los límites pre-establecidos, en cambio el

$Fe_2O_3$  es excesivamente elevado, factor éste que invalidaría por sí sólo a estos materiales, también la pérdida al fuego es bastante baja, siendo indicativo del escaso contenido en agua combinada.

#### 3.2.2.2.- Estudio Petrográfico

En el área de Zalamea la Real se tomaron dos muestras las nº 5 y nº 6; próximo al pueblo de Calañas las nº 7 y nº 8 y en las cercanías de Nerva las nº 9 y nº 10.

Las muestras n<sup>os</sup> 5, 6 y 9 dieron en su estudio al microscopio la identificación de la roca como Riolita esquistosa, con textura porfídica de matriz microcristalina, ligeramente esquistosa y con ausencia de vidrio.

Sus componentes mineralógicos principales son: Cuarzo Feldespato potásico, Albita y Siricita; como accesorios aparecen Clorita, Esfena, Circón y Apatito.

Existen cristales de Plagioclasa maclados con Cuarzo, y la Sericita se presenta en finas hiladas marcando tenuemente la esquistosidad. Por efectos tectónicos se observan fracturaciones en los fenocristales y ocasionalmente hasta cuarteamientos de los mismos. Se identifican procesos de cloritización y silicificación en la matriz.

Las muestras n<sup>os</sup> 7, 8 y 10 se correspondieron con una lava riolítica o Metariolita, de textura porfídica, con signos de fina esquistosidad y carencia de vidrio.

Como componentes principales se señalan: Cuarzo, Feldespato, Albita y Sericita, y como accesorios: Esfena, Circón y

se detecta la presencia de mineral de Hierro en la muestra nº 10.

Existen fenocristales de Cuarzo rodeados por aureola de crecimiento intergranos del Cuarzo y del Feldespato, también se observan aislados fenocristales de Albita.

#### 3.2.2.3.- Pruebas semi-industriales

Se sometieron a molienda inferior a 3 mm las 10 muestras tomadas, y posteriormente se las sometió a choque térmico directo siendo el resultado obtenido en todas ellas que: ninguna tuvo comportamiento expansivo y por tanto perlítico.

#### 3.2.3.- Conclusiones

El vulcanismo de Huelva no es de edad reciente ya que al estar afectado de la Orogenia Hercínica es anterior a ella, por esto los materiales volcánicos existentes en superficie están totalmente DESVITRIFICADOS, con ausencia en las muestras estudiadas de texturas perlíticas o relictos de ellas.

Los contenidos en  $Fe_2O_3$  son elevadísimos y por tanto excluyentes, así como el escaso porcentaje obtenido en el ensayo de pérdida al fuego.

Por todo lo anteriormente expuesto el vulcanismo de la provincia de Huelva ha sido clasificado como NO APTO para contener perlitas, o materiales con comportamiento perlítico, que pueda llegar a tener interés industrial.

### 3.3.- CIUDAD REAL

#### 3.3.1.- Generalidades

Los enclaves volcánicos se extienden irregularmente repartidos en el "poligono ideal" enmarcado por los vértices geográficos que definen las localidades de: Porzuna, Puertollano, La Alameda, Calzada de Calatrava, Moral de Calatrava, Bolaños y Carrión de Calatrava.

Este área pertenece a la denominada zona Luso-Oriental-Alcúdice de Lotze. Los episodios volcánicos existentes en ella han sido datados como intra-miocénicos, y a veces dan lugar a formaciones vulcano-sedimentarias; tal es el caso de las denominadas vulcanoruditas de muy difícil definición y caracterización.

Los materiales miocenos descansan discordantemente sobre los paleozóicos, con una disposición generalmente horizontal, recubriendo grandes extensiones o bien pequeñas cuencas endorréicas. En ambos casos fosilizan los relieves pre-existentes.

Desde el punto de vista tectónico las series miocenas se muestran suavemente plegadas por una fase orogénica post-miocena, que manifiesta las deformaciones más patentes cuando existe ascensión de los materiales volcánicos.

El vulcanismo del Campo de Calatrava está formado por un conjunto de edificios volcánicos y coladas individualizados y dispersos. Los conos generalmente están constituidos por productos piroclásticos y/o escorias, y alcanzan, a lo sumo, dimensiones medias, aunque lo normal es que sean edificios de pequeño tamaño. El estado de conservación no suele ser el óptimo,

pues en su mayor parte presentan claras señales de la acción erosiva, sobretodo los formados por materiales piroclásticos de granulometría fina, que se encuentran en vías de desmantelamiento. Las coladas, cuando existen, no suelen cubrir grandes extensiones ni poseer gran espesor.

Los volcanes de tipo estromboliano son muy frecuentes en el Campo de Calatrava aunque existe una gran variedad de tipos según la naturaleza y tamaño de los productos piroclásticos emitidos.

Es de señalar que gran parte de los volcanes, presentan un cono formado por una sucesiva acumulación de diversos materiales, tales como, coladas, escorias más o menos soldadas, lapilli, cenizas, etc., de modo que lo más corriente es que varios de estos materiales formen parte de cada cono, variando el número, la proporción y la disposición en cada caso, siendo lo más raro que un cono esté constituido por un solo tipo de material.

Los mares son edificios volcánicos de origen explosivo, con planta circular o elíptica y fondo plano situado a cota inferior a la del terreno circundante, y rodeados total o parcialmente por un anillo constituido por el material expulsado del cráter. En la mayor parte de los casos, la profundidad es mucho menor que el diámetro, no superando éste los 500-600 metros.

Estos depósitos, originados por nubes tipo "base-surge", están constituidos por finos lechos centimétricos de productos piroclásticos de tamaño de grano fino y medio (cenizas y lapilli). La naturaleza de estos clastos es variada, soliendo predominar las cuarcitas y pizarras, mezclados con otros de rocas volcánicas. Son características de estos depósitos las inflexiones de los finos lechos producidos por impactos de bombas volcá

nicas o fragmentos de rocas preexistentes.

En cuanto a la distribución espacial de los centros emisores en el vulcanismo de Ciudad Real, parece a primera vista que se presentan dispersos de una forma aleatoria. Sin embargo recientes estudios (ROIZ, 1979 y ANCOCHEA, 1983) corforman la existencia de unas anineaciones preferentes de centros volcánicos, (NE-SO y NO-SE), relacionadas probablemente con fallas preexistentes, a veces subyacentes, que actúan como fisuras durante la erupción, a la vez que otras de carácter regional que se correspondería con las principales fracturas (NNO-SSE) que actuaron como conducto de ascenso desde gran profundidad hasta el sistema de fallas secundarias próximas a la superficie.

### 3.3.2.- Toma de muestras y análisis

Se han tomado 22 muestras para análisis químicos, ubicadas en el Campo de Calatrava, y de ellas 15 fueron para estudio petrográfico, habiéndose sometido a ensayos semi-industriales otras 15 muestras.

La distribución de las diferentes muestras se observa en el plano nº 3.

#### 3.3.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos se exponen a continuación en cuadro adjunto.

El estudio global de los resultados obtenidos indica con nitidez que nos hallamos ante episodios volcánicos básicos como lo declara el hecho de un contenido en SiO<sub>2</sub> próximo al 40% de media; también destacan, por ser excesivamente elevados, los

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	44,20	11,28	11,70	0,15	12,58	10,12	0,86	2,65	5,87
Nº 2	44,48	14,71	14,33	0,15	11,50	7,70	1,24	1,72	2,71
Nº 3	42,98	9,56	12,01	0,13	13,80	12,78	0,23	1,47	4,87
Nº 4	43,60	10,12	13,80	0,11	13,79	12,40	0,62	1,58	3,27
Nº 5	39,81	14,01	12,91	0,21	15,82	7,54	1,18	1,20	4,10
Nº 6	38,75	13,09	13,20	0,18	14,71	6,98	1,54	1,48	5,78
Nº 7	43,58	11,61	12,20	0,14	13,80	10,12	0,75	2,87	4,90
Nº 8	42,75	14,61	13,72	0,13	11,75	7,95	2,21	3,68	1,10
Nº 9	41,93	13,89	14,01	0,15	12,01	8,10	1,99	3,41	2,08
Nº 10	43,68	12,78	13,85	0,14	11,90	8,41	2,61	3,71	1,98
Nº 11	40,10	15,42	14,15	0,15	12,08	7,18	1,20	1,29	5,08
Nº 12	41,61	14,91	15,01	0,15	11,98	6,95	1,21	1,20	4,99
Nº 13	39,98	13,79	14,20	0,15	12,61	7,10	1,61	1,41	5,01
Nº 14	40,91	14,75	13,68	0,14	13,01	7,21	1,58	1,34	4,85
Nº 15	40,78	13,86	14,70	0,15	12,85	7,38	1,41	1,42	5,05
Nº 16	44,60	12,08	11,98	0,16	12,04	9,71	0,98	3,10	4,65
Nº 17	33,68	8,78	12,85	0,17	18,75	7,81	0,60	0,61	12,91
Nº 18	36,30	10,41	14,43	0,01	14,51	12,61	1,45	2,19	8,28
Nº 19	43,10	15,01	14,85	0,18	11,30	7,19	1,21	2,76	3,38
Nº 20	41,50	16,10	12,68	0,14	12,10	5,30	0,61	2,10	6,50
Nº 21	43,14	15,10	14,10	0,18	11,10	7,35	1,30	2,06	3,20
Nº 22	40,10	14,05	14,20	0,18	13,30	7,70	1,20	2,96	4,10

contenidos en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{MgO}$ , siendo los álcalis notoriamente bajos.

Las pérdidas al fuego son irregularmente elevadas, y tampoco se ajustan a las condiciones marco establecidas para los materiales con comportamiento perlítico.

### 3.3.2.2.- Estudios Petrográficos

En el estudio petrográfico realizado sobre las 10 muestras tomadas, se han identificado productos piroclásticos, muestra nº 22, de granulometría gruesa y escorias vacuolares, grises en fractura y de tonos rojizos al exterior, normalmente se presentan sueltos, pero localmente suelen estar semisoldados entre sí, es el caso de la acumulación de piroclastos ubicada al Este de Alcolea de Calatrava.

Las muestras nºs 3, 8, 9, 10, 14, 15, 17, 18 y 23 corresponden a Limburgitas vacuolares y/o amigdalares, de textura porfídica con matriz criptocristalina vacuolar o vesicular. Los componentes principales son: Olivino, Clinopiroxeno (Augita) y los accesorios: Mineral Opaco, Biotita, Vidrio y Materia Arcillosa.

Suele observarse la existencia de gran número de vacuolas, lo que les confiere aspecto poroso, éstas son redondeadas o subredondeadas, bastante heterométricas y normalmente están vacías, pero en ocasiones se aprecian contenidos de carbonatos y/o material arcilloso.

La roca suele contener fenocristales de dimensiones variables, de Augita y Olivino. La matriz escriptocristalina pudiendo distinguirse, Opacos y Vidrio intersticial. En la muestra

tra nº 10 y nº 9 el Vidrio que se destaca en la matriz parece parcialmente desvitrificado a Ceolitas.

Las muestras n<sup>os</sup> 1, 7, 16, 21 y 22 corresponden a un Basalto olivínico cuya textura es porfídica con matriz criptocristalina, porosa y con presencia de fracturas.

Los componentes principales son: Olivino, Clinopiroxeno (Augita) y los accesorios: Opaco, Plagioclasa, Ceolitas, Carbonatos y Vidrio.

Se observa micro-cristales de Olivino alterados en sus bordes a Iddingisita. La Mesostasis está formada por micro-cristales de piroxeno con tendencia fluidal, Plagioclasa y Opacos.

Escasos poros de formas irregulares y parcialmente reellenos de Ceolitas.

#### 3.3.2.3.- Pruebas semi-industriales

Las 15 muestras fueron sometidas a molienda inferior a 3 mm secadas y posteriormente sufrieron los efectos de un choque térmico directo a 800<sup>o</sup>-900<sup>o</sup> C, el resultado obtenido en todas las muestras ha sido el mismo, ninguna mostró ser expansiva.

#### 3.3.3.- Conclusiones

Aunque el vulcanismo del campo de Calatrava en la provincia de Ciudad Real es intra-Mioceno y por tanto puede considerarse reciente, presenta aspectos que entendemos son netamente negativos, éstos son:

- Como nitidamente se desprende por los análisis químicos efectuados, estamos ante un vulcanismo básico, con contenidos en  $Fe_2O_3$  muy elevados, mientras que los álcalis son excesivamente bajos.
  
- No tiene textura perlítica, aunque si vacuolar y porosa, lo cual puede dar sentido a la humedad elevada (pérdida al fuego) de las muestras. Existen signos de desvitrificación en la matriz de algunas muestras.

Por lo anteriormente expuesto el vulcanismo del campo de Calatrava en Ciudad Real ha sido clasificado como NO APTO para contener perlititas, o materiales con comportamiento perlítico que puedan llegar a tener interés industrial.

### 3.4.- GERONA

#### 3.4.1.- Generalidades

El vulcanismo de la provincia de Gerona tiene su representación en Olot, San Dalmay y Massanet; existen además afloramientos volcánicos al noroeste de Gerona capital, siguiendo la carretera Gerona-San Feliú de Pallarols, en las proximidades de esta última localidad y en San Martín de Llemana.

Las manifestaciones volcánicas de este área suelen estar relacionadas con las grandes fracturas, que definen estructuras tipo fosa, tal es el caso de la denominada "fosa de Olot", en la comarca de la Garrotxa, en el interior del sistema Transversal Catalan, en ella se han depositado sedimentos eocenos que colmataron la cuenca, y posteriormente han sido recubiertos por materiales volcánicos.

Las coladas próximas a Gerona son de naturaleza basáltica y están parcialmente sepultadas por sedimentos pliocenos. Se trata de volcanes que suelen presentar sus edificios volcánicos bien conservados, y están formados por productos piroclásticos de tipo estromboliano, predominando los de tipo lapilli sobre las escorias y cenizas. Frecuentemente presentan forma de herradura, aunque también se dan las calderas de explosión circulares. En las proximidades de los conos, los mantos de piroclastos suelen cubrir las potentes coladas de naturaleza basáltica que, al alejarse del foco emisor, quedan al descubierto a lo largo de sus grandes, aunque estrechos, recorridos.

Las dataciones realizadas de estas manifestaciones volcánicas bien mediante criterios paleontológicos (1962, Sole Sebarís) o por métodos absolutos K/A (1973, Donville), han demostrado que existe una evolución cronológica y espacial, correspondiendo la mayor antigüedad a los volcanes del Alto Ampurdán (Mioceno superior, 10 m.a) y del Bajo Ampurdán (Mioceno superior 9 m.a).

A continuación, y alineados espacialmente con los anteriores se producen las erupciones de la comarca de La Selva (Mioceno superior-Plioceno, 8 a 5 m.a), siguiendo las de St. Corneli (Plioceno, 3 m.a) y Hostalric (final del Plioceno, 2 m.a). Finalmente tiene lugar el vulcanismo de la zona de Olot, claramente Cuaternario con una edad absoluta de 0,11 m.a.

Dado que los afloramientos tienen una disposición N-S y se encuentran nitidamente separados, se procedió a estudiarlos como unidades independientes. Ver plano nº 4.

Los afloramientos situados hacia el Sur de Gerona capital, tienen como referencia geográfica el Aeropuerto, y la loca

lidad de Vidreras al Oeste de la Autopista Barna-Gerona, éste descansa sobre materiales graníticos y se encuentra recubierto por depósitos recientes -Plioceno y Cuaternario- (C. Virgili definió en la zona de Vidreras coladas de hasta 5 km<sup>2</sup>); localmente se observan deformaciones que, por efectos volcánicos, han sufrido los materiales pliocenos, que aparecen basculados con fuertes buzamientos; todo parece indicar una edad intrapliocena para el vulcanismo de Vidreras, en este afloramiento se tomaron 4 muestras.

Al Norte del Aeropuerto puede observarse un espectacular cráter de fondo plano, apoyado sobre materiales paleozóicos que lo rodean por el Norte y Oeste, sumergiéndose al Sur y Este bajo los sedimentos pliocenos.

Se trata de un volcán que ha tenido dos ciclos de actividad, ambos de carácter explosivo. El primero o principal dio lugar a la gran caldera de planta circular, ligeramente elipsoidal, conocida como "Closa de San Dalmay", con un diámetro de 1 km, cuyos bordes están formados por lapillis y cenizas dispuestos periclinalmente en niveles de diversa potencia, en su mayoría decimétricos. Estos piroclastos engloban fragmentos del zócalo, fundamentalmente graníticos, y algunos enclaves peridotíticos, en su mayor parte afectados por el choque térmico a que fueron sometidos. En algunos niveles es predominante la abundancia de cantos graníticos sobre los volcánicos, con tamaños muy variados desde grandes bloques hasta tamaños cineríticos.

La actividad de este volcán fue manifiestamente explosiva ya que como manifestaciones lávicas sólo se ha localizado un pequeño dique basáltico en el flanco Sur.

El segundo ciclo está representado por un pequeño cono estromboliano con cráter en herradura, localizado en el Norte del interior de la caldera. Es de señalar que los piroclastos de este cono, aunque similares a los de la gran caldera, no en globan fragmentos graníticos ni de otras rocas no volcánicas.

En este afloramiento tomaron 5 muestras para su estudio. Es en Olot donde los depósitos volcánicos tienen mayor exten sión llegando hasta San Martín de Llémana al Noroeste de Gerona capital.

Se localizan unas cuarenta manifestaciones volcánicas en excelentes estado de conservación agrupándose de modo que se pasa de un volcán (o sus coladas) al siguiente sin solución de continuidad (zona de Olot), o bien individualizándose como ocurre en el grupo de volcanes de la Sierra de Finestres (Can Tia, Traiter, Puig Rodó, etc.).

Prácticamente todos los edificios volcánicos son de tipo estromboliano con dimensiones muy variables tanto en extensión superficial como en altura, nunca superior a 180 m. Las formas que presentan son variadas, desde las cerradas de planta circu lar o elíptica como las de Sta. Margarita (con un cráter de 400 m de diámetro y 60 m de profundidad), Montsacopa, Puig Dolores, Puig Estany, Can Tiá, Traiter, Puig Rodó, etc., a las abiertas en herradura, tales como las de Croscat, Roca Negra, Montolivet, Bisarocas, Jordá, Can Simón, Fontpobre, etc.

Es normal localizar varios conos volcánicos alineados y relacionados con la misma fisura (Montsacopa, Montolivet y Garrinada), o incluso que un mismo edificio presente varias bo cas de emisión tal como ocurre al Norte de Olot o en el Safont al Noroeste de Sta. Pau.

Los productos piroclásticos que forman los conos son fundamentalmente de tipo lapilli, aunque también hay bombas, escorias e incluso cantos y bloques de rocas del zócalo preexistente.

Las lavas emitidas por los volcanes del Batet y cercanías de Olot, formaron varias coladas que, superponiéndose e imbricándose, rellenaron los valles fluviales preexistentes y gran parte del valle eoceno de Olot y el Batet.

Para el estudio de este gran afloramiento se han tomado 15 muestras.

En los depósitos volcánicos de San Martín de Llémana merecen especial atención los conos piroclásticos de Banya del Bosque y de Adri. El primero es un edificio volcánico, sobre pizarras paleozoicas, formado por cenizas e ignimbritas en la base que sostienen un enorme cono de lapilli de más de 200 metros de altura, en el que existen varios frentes de explotación de pequeñas dimensiones actualmente abandonados. Las lavas emitidas por este volcán discurren hacia el Este por el Valle del Llémana con un corto recorrido.

Cerca de éste, en las inmediaciones de la localidad de Canet de Adri hay un complejo aparato volcánico en el que parecen imbricarse varios conos sucesivos, constituidos fundamentalmente por escorias, lapilli y cenizas que distribuidos en finos mantos incluyen fragmentos de lavas y otras rocas no volcánicas.

Tanto el Banya del Bosque como el Adri parecen haber tenido una historia similar, comenzando la actividad volcánica subaérea de una forma explosiva, con lanzamiento de productos de

tipo estromboliano, para ir poco a poco disminuyendo los aportes de proyección y dar paso a la efusión de las coladas de la vas.

Para su estudio se han tomado 4 muestras.

### 3.4.2.- Toma de muestra y análisis

El número de muestras efectuadas ha sido de 28 de las que 15 se sometieron a análisis químicos, 10 para estudio petrográfico y 12 para ensayos semi-industriales. Su ubicación está referenciada en el plano nº 4.

#### 3.4.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas son:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	44,96	16,54	10,54	0,18	10,87	4,37	0,61	2,08	7,74
Nº 3	45,31	16,48	10,90	0,21	11,03	4,20	0,70	2,14	6,95
Nº 4	44,22	15,73	11,01	0,10	12,06	3,85	0,80	2,10	7,40
Nº 5	43,61	14,71	14,85	0,18	10,81	6,98	2,51	3,61	0,91
Nº 7	42,81	14,58	14,72	0,01	10,63	7,01	2,87	3,43	0,87
Nº 9	43,41	14,63	14,80	0,10	10,25	7,10	2,40	3,28	0,01
Nº 11	44,71	16,50	10,70	0,20	11,01	4,20	0,90	2,34	6,51
Nº 13	42,10	14,73	14,90	0,18	11,10	7,20	2,68	3,75	1,01
Nº 14	45,10	16,20	11,10	0,22	11,15	4,37	0,85	2,28	6,54
Nº 16	44,83	15,10	10,84	0,18	12,10	3,98	0,91	2,10	6,15
Nº 17	42,94	14,53	14,58	0,19	10,91	7,46	2,40	3,37	0,01
Nº 19	43,56	13,41	15,08	0,20	10,41	7,72	2,89	4,56	0,17
Nº 20	44,01	13,81	15,20	0,20	10,15	7,61	2,41	4,10	0,31
Nº 26	43,61	14,27	14,58	0,19	10,63	7,46	3,97	4,44	0,01
Nº 28	43,21	14,01	14,22	0,21	10,84	7,70	4,10	4,21	0,18

El contenido en  $\text{SiO}_2$  denuncia la existencia de un vulcanismo básico, con un  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  muy elevado, y siendo la presencia de álcalis media a baja; las muestras n<sup>os</sup> 5, 7, 9, 13, 17, 19, 20 y 26 que corresponden a lapilli de colores negros y rojizos tiene una pérdida al fuego mínima, el contenido en CaO y MgO es también excesivo. En general el cuadro obtenido no encaja con los resultados obtenidos en muestras "perlíticas".

#### 3.4.2.2.- Estudios Petrográficos

Se estudiaron las muestras n<sup>os</sup> 3, 6, 8, 11, 12, 14, 15, 21, 22 y 23 y todas ellas merecieron la clasificación de Basalto olivínico-augítico vacuolar o vesicular, su carácter textural es porfídico, con matriz microcristalina y presencia de vacuolas. Los componentes principales son: Clinopiroxeno, Olivino y Plagioclasa; como accesorios predominan los minerales Opacos.

Se observan fenocristales subidiomorfos de Olivino y de Augita zonada y/o maclada, y en ocasiones se detecta la existencia de microfenocristales de Plagioclasa.

#### 3.4.2.3.- Pruebas semi-industriales

Las muestras que en un total de 12 fueron tratadas para ensayos de expandibilidad en laboratorio semi-industrial dieron resultado negativo.

#### 3.4.3.- Conclusiones

Aunque el vulcanismo gerundense es de épocas geológicas recientes -Plioceno y Cuaternario-, es nitidamente de carácter básico como corroboran los análisis químicos realizados tanto en sus episodios lávicos como en el material piroclástico reconocido.

Tampoco en los estudios petrográficos efectuados las muestras tienen texturas que hagan concebir esperanzas sobre el posible comportamiento perlítico, y finalmente queda corroborado por los ensayos practicados en laboratorios semi-industriales.

Por todo lo anteriormente expuesto el vulcanismo de Gero ha sido declarado NO APTO para contener perlitas o materiales perlíticos susceptibles de llegar a tener interés industrial.

### 3.5.- MURCIA

#### 3.5.1.- Generalidades

Este área está enclavada en los dominios del gran complejo bético del Sur de España, y se presenta constituida por materiales pertenecientes a la Zona Interna o Zona Bética s.s. y a la Zona Subbética. Afloran también sedimentos terciarios y cuaternarios, además de diversos tipos de rocas volcánicas, todos postorogénicos.

Existe en la región manifestaciones volcánicas modernas de edad neógena, que en varios ciclos eruptivos han aflorado a lo largo de una franja de 10 km de anchura que se extiende principalmente entre Lorca y el Cabo de Palos, y, fuera de ésta franja, dispersos por una enorme área, cuyo indicio más Septentrional sería el de Jumilla. Estos asomos dispersos son de reducidas dimensiones y no representan un gran volumen dentro del total de materiales volcánicos existentes en esta región. Su naturaleza es ultrapotásica (o lamproítica) recibiendo nombres relacionados con la localidad donde se encuentran: jumillitas (Jumilla), cancalitas (Cancarix) y fortunitas (Fortuna), y otros

en Calasparra, Mula, Aljorra, Mazarrón, Barqueros, etc.

Estas rocas ultrapotásicas son del mismo tipo que las denominadas "veritas" (en Vera Almería), con las que guardan una similitud tanto en cuanto a composición como en cuanto a génesis.

El afloramiento tipo de estas rocas en esta región consta de una chimenea central más o menos cristalina que radialmente, hacia fuera, pasa a vítrea, y que está rodeada por una brecha polimíctica en la que junto al vidrio y algunos cristales de origen volcánico se encuentran fragmentos de rocas sedimentarias y/o metasedimentarias de las formaciones que ha atravesado la intrusión, y enclaves peridotíticos. Esta estructura delata una ascensión rápida y violenta del material volcánico acompañados de fuertes explosiones y posterior enfriamiento rápido.

En opinión de algunos autores -FASTER, 1967- las rocas ultrapotásicas de Murcia fueron emitidas por erupciones acaecidas entre el Burdigaliense y finales del Mioceno; esta aseveración se fundamenta en observaciones micropaleontológicas de las rocas "atravesadas" por las extrusivas.

Las facies piroclásticas forman pequeños a medianos conos volcánicos, mientras que las lavas se derraman de los focos emisores en forma de pequeñas coladas. Es frecuente la presencia de enclaves y xenolitos de muy variada naturaleza, tales como dunitas, piroxenitas, anfiboles, granulitas, etc., lo que ha permitido deducir la composición de las rocas existentes en profundidad. Las determinaciones geocronológicas (Bellón y Brousse, 1977) indican edades para estas rocas comprendidas entre los 4 y 2 millones de años.

El tercer tipo litológico de la franja Lorca-Cabo de Pa los está representado por rocas volcánicas de naturaleza calco-alcalino potásico y shoshonítico, de características similares a las que afloran en el Sur de Vera y en el Hoyazo de Nijar(en la provincia de ALMERIA).

La litología de este grupo está constituida por dacitas y riolitas fundamentalmente, apareciendo algunos términos más básicos, que llegan a ser andesíticos. Son escasas las facies lávicas y piroclásticas de tipo lapilli o cinerítico, predomi nando las de tipo brechoide en las que tanto los fragmentos, co mo la pasta que los aglutina, presentan la misma composición. Las pocas lavas que se pueden definir claramente como tales, apa recen en pequeñas coladas en las que se deduce claramente la dirección del desplazamiento, y tienen tendencia a la disyun ción columnar.

Según las dataciones geocronológicas realizadas (Bellón y Brousses, 1977) estas manifestaciones volcánicas tuvieron lu gar hace 13-7 millones de años.

### 3.5.2.- Toma de muestras y análisis

La toma de muestras se ha efectuado en el ámbito Maza rrón-Cartagena, y su número total ha sido de 10, de las que 8 fueron sometidas a análisis químico, otras 5 a estudios petro gráficos y 4 a ensayos semi-industriales. Todas ellas están re ferenciadas en el plano nº 5.

#### 3.5.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos se exponen en el cuadro siguien te:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	47,10	15,18	12,85	0,18	8,51	4,38	3,10	4,01	3,62
Nº 2	44,73	16,01	12,70	0,17	11,20	6,31	1,40	3,25	5,11
Nº 3	45,20	15,06	13,70	0,18	10,28	8,10	0,65	3,15	3,22
Nº 4	64,10	14,48	4,75	0,01	1,80	1,70	2,80	2,10	4,70
Nº 5	59,28	15,06	5,86	0,05	2,70	2,14	3,91	2,01	7,22
Nº 6	63,81	16,01	5,01	0,01	2,10	1,90	3,01	1,80	4,75
Nº 7	62,80	15,01	4,80	0,03	2,65	1,65	4,80	2,51	3,27
Nº 8	61,20	14,81	6,01	0,05	2,70	1,80	5,81	2,21	3,83

En una valoración conjunta de los resultados obtenidos, en el área desmustrada, éstos se aproximan sensiblemente a los parámetros establecidos en las muestras patrón estudiadas en los yacimientos, que están siendo explotados actualmente.

El contenido en SiO<sub>2</sub> superior al 60% puede considerarse interesante así como los de álcalis y pérdida al fuego; siguen siendo anómalos los de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> si bien son notoriamente inferiores a los encontrados en las áreas anteriormente descritas.

### 3.5.2.2.- Estudios Petrográficos

Las muestras n<sup>os</sup> 4, 7, 9 y 10 se han clasificado como Dacitas potásicas con Cordierita, su textura glomero-porfídica, con matriz vítrea fluidal, y en la nº 7 perlítica y brechoide. Los componentes mineralógicos principales son: Plagioclasa, Biotita, Vidrio y Cuarzo, siendo los accesorios: Cordierita, Mineral de Arcilla, Sillimanita, Piroxeno, Apatito, Circon y Opacos.

La textura glomero-porfídica es debida a la presencia de acumulados de plagioclasa y biotita, la tendencia fluidal viene marcada por las láminas biotíticas. Todos estos componentes flotan en abundante vidrio.

La muestra nº 6 corresponde a una Andesita piroxénica-biotítica, con textura glomero-porfídica con matriz microcristalina fluidal; sus componentes mineralógicos principales son: Plagioclasa, Ortopiroxeno, Clinopiroxeno, Biotita, Cuarzo, y entre los accesorios Sillimanita, Espinela, M. Opacos, Vidrio, Anfíbol, M. Arcilla y Circón.

#### 3.5.2.3.- Pruebas semi-industriales

Las muestras sobre las que se han realizado pruebas semi-industriales para reconocer su carácter expansivo dieron resultado negativo.

#### 3.5.3.- Conclusiones

Los resultados obtenidos en los análisis químicos practicados, mejoran notablemente los datos analíticos de anteriores áreas estudiadas; asimismo la clasificación y descripción petrográfica realizada, también puede considerarse como indicativa de la posible existencia en el área de rocas dotadas de propiedades interesantes y propias de los materiales con "comportamiento industrial perlítico".

Por todo ello, y a pesar de no ser positivos los ensayos, de expansibilidad, practicados sobre 4 muestras, se han declarado los episodios volcánicos de la zona de Mazarrón (Murcia) como APTOS para realizar un estudio sobre un mayor número de muestras con el fin de llegar a un mejor conocimiento de la zona.

### 3.6.- ALMERIA

#### 3.6.1.- Generalidades

La presencia de rocas volcánicas en Almería se extiende a todo lo largo de la franja costera desde Cabo de Gata hasta la localidad de Carboneras, así como una serie de enclaves irregularmente distribuidos a ambos lados del eje Cuevas de Almanzora-Vera-Garrucha.

Este dominio constituye la región volcánica más compleja de todo el vulcanismo cenozoico español, tanto por la diversidad de tipos litológicos y estructurales, como por la duración en el tiempo de los procesos volcánicos.

Dada la gran extensión geográfica cubierta por los materiales volcánicos, se han destacado tres zonas que se presentan, formando alineaciones paralelas manteniendo una dirección SO-NE. Se trata de manifestaciones post-alpínicas, no afectadas por el metamorfismo regional, y cuya datación está comprendida entre los 17 a 8 millones de años para las rocas de carácter calco-alcalino, y de 13 a 7 millones de años para las calco-alcalinas potásicas, que aunque hay cierta coincidencia temporal en la emisión, son éstas en conjunto más modernas que las primeras.

De las tres alineaciones, la más oriental es la más importante en cuanto a volumen de material así como a diversidad de litologías. Se extiende desde las salinas de Cabo de Gata hasta las cercanías de Carboneras, y está formada por andesitas, dacitas, riolitas y tobas, predominando en el conjunto las andesitas piroxénicas. Es en este conjunto donde se han producido diversas alteraciones que han dado lugar a una importante

y no lejana actividad extractiva minera.

La segunda alineación o intermedia comprende la Serrata de Níjar, que se prolonga hasta la costa al Norte de Carboneras. Esta alineación está relacionada con la falla o "accidente" de Carboneras. La litología es similar a la de la primera predominando en ésta las andesitas anfibólicas.

Ambas alineaciones constituyen un excelente ejemplo de vulcanismo calco-alcalino.

A diferencia de las anteriores la tercera alineación no presenta una continuidad espacial, sino que está representada por una serie de manifestaciones volcánicas aisladas. Algunas de ellas, como las del Hoyazo de Níjar y las del Este de Vera presentan carácter calco-alcalino potásico, y se encuentran relacionadas espacilamente, ya fuera del Area de Almería, con las existentes en Mazarrón y Cartagena, del Area de Murcia, de la misma naturaleza.

Dentro también de esta alineación existen otros afloramientos de naturaleza ultrapotásica (veritas). Están situados al Sur de Vera, y también es posible encontrarles una relación especial con los asomos de similar carácter ultrapotásico existentes al Norte de Mazarrón.

### 3.6.2.- Toma de muestras y análisis

Se han desmuestado un total de 35 afloramientos, de ellos 14 fueron sometidos a pruebas semi-industriales, 16 para análisis químicos, y 9 a estudios petrográficos, la ubicación de estas muestras está reseñada en el plano nº 6.

### 3.6.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% TiO <sub>2</sub>	% P.F
Nº 1	63,50	15,24	4,29	323	2,15	1,98	6,00	3,10	0,52	3,66
Nº 2	55,10	17,10	4,81	310	3,20	2,15	4,20	2,30	0,81	9,20
Nº 3	56,70	16,80	4,71	278	3,60	3,10	5,81	3,10	0,61	8,91
Nº 4	65,10	12,86	1,43	503	1,12	1,49	3,07	4,31	0,11	10,19
Nº 5	68,71	12,01	1,28	371	0,97	0,61	3,10	2,41	0,21	10,75
Nº 6	67,10	15,21	2,81	215	0,60	1,25	6,91	0,93	0,15	3,70
Nº 10	65,83	14,81	5,01	% 0,05	21,0	1,91	3,10	2,10	0,61	11,81
Nº 12	57,21	16,01	4,08	315	3,61	2,70	1,85	2,81	0,61	11,81
Nº 13	59,61	15,40	6,01	420	5,40	3,01	1,50	2,71	0,48	4,70
Nº 18	64,71	12,15	2,61	310	3,01	1,70	3,01	1,68	0,55	6,50
Nº 19	70,10	12,59	2,31	410	1,48	0,60	2,10	2,85	0,60	7,91
Nº 20	69,60	13,40	2,10	378	0,80	0,97	2,70	2,65	0,71	9,30
Nº 24	60,15	14,70	3,21	470	0,10	0,25	3,70	5,15	0,35	8,75
Nº 25	46,61	12,01	7,77	% 0,05	6,10	3,81	2,15	1,71	0,80	5,08
Nº 33	52,61	15,70	6,10	% 0,05	10,80	3,15	2,08	1,75	0,61	12,56
Nº 35	56,61	16,76	5,81	% 0,05	7,81	2,98	0,75	1,31	0,70	7,85

En una primera estimación de los resultados obtenidos, se observa que algunos contenidos en SiO<sub>2</sub> son elevados, encajando en las muestras de yacimientos conocidos, aunque los porcentajes en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> son superiores a los permitidos, los de los álca

lis pueden considerarse adecuados, y la misma valoración puede realizarse para la pérdida al fuego.

#### 3.6.2.2.- Estudios Petrográficos

La muestra nº 12 corresponde a una Lava ácida, tipo Dacita, rica en sílice, de textura porfídica con matriz microcristalina; sus componentes mineralógicos son Cuarzo, Sericita y M. Arcilla y como accesorios Eofena. Se observan esporádicamente presencia de fenocristales, también se detecten procesos de desvitrificación a M. Arcilla-Sericita con cuarzo finocristalino.

La muestra nº 13 corresponde a una Andesita piroxénico-anfibólica, de textura porfídica con matriz vítrea; componentes mineralógicos principales: Plagioclasa, Anfíbol, Piroxeno y Vidrio, como accesorios, M. Opaco y Apatito. Se detectan procesos de desvitrificación tendiendo a originar un producto criptocristalino de tonos pardos.

Las muestras nºs 15, 16 y 22 corresponden a Hialo Andesitas piroxénicas con matriz vítrea fluidal, de componentes principales: Plagioclasas, Piroxeno, Vidrio, M. Arcilla criptocristalina; y como accesorios M. Opaco y Apatito. Se observa intensa desvitrificación a M. Arcilloso de tonos pardos, y en él flotan diminutos microlitos de plagioclasa, y se presenta una clara orientación de flujo.

Las muestras nºs 14 y 24 corresponden a una toba cinerítica de composición Dacítica, con matriz vítrea, y de componentes principales: Plagioclasa, Cuarzo, Biotita, Vidrio, Anfíbol, y como accesorios, Opacos Clinopiroxeno, Circón y Carbonatos. Se observan proceso de desvitrificación en la matriz.

Las muestras n<sup>os</sup> 17 y 18 corresponden a una toba de carácter Riolítico con matriz microcristalina y componentes principales: Cuarzo, Feldespato potásico (Sanidina) y Sericita, como accesorios, Opaco, Anatasa, Apatito, M. Hierro y Circón. Presentan aspecto heterogeneo debido a la existencia de zonas vítreas alteradas a Sericitas.

#### 3.6.2.3.- Pruebas semi-industriales

Las muestras sobre las que se han efectuado ensayos en laboratorios en planta semi-industriales, no han mostrado ningún signo de expansibilidad.

#### 3.6.3.- Conclusiones

A pesar de no existir resultados positivos en las pruebas semi-industriales, la valoración de los análisis químicos realizados, así como los estudios petrográficos efectuados, nos induce a considerar el vulcanismo de la provincia de Almería como APTO para continuar estudiándolo, dado que se trata de una gran extensión geográfica la que ocupan los materiales volcánicos, y que en esta pre-selección aportan resultados susceptibles de ser extrapolados a otras zonas, y por ello merecedoras de un estudio más detallado.

### 3.7.- ISLAS CANARIAS

#### 3.7.1.- Generalidades

El archipiélago Canario, ubicado frente a las costas africanas, constituye una región de gran inestabilidad geológica, cuyo factor primordial es su carácter eruptivo.

Cada isla constituye un edificio volcánico independiente, y la única relación geológica de las tierras canarias se encuentra en el zócalo precámbrico, nexos de unión al mismo tiempo de las islas con la plataforma sahariana, posteriormente fracturada y hundida bajo las aguas. Sin embargo, existen analogías tanto petrográficas como estructurales, entre los materiales de las distintas islas, que permiten ciertas correlaciones, fundamentalmente de tipo cronológico.

Las emisiones volcánicas más antiguas son de naturaleza basáltica y ocupan grandes extensiones en Tenerife, Gran Canaria y La Gomera, apareciendo en macizos más reducidos en Lanzarote, Fuerteventura y La Palma.

Después de estas erupciones se produjo una transgresión marina en la parte occidental del continente africano, momento en el que tuvieron lugar violentas explosiones que, rompiendo el zócalo basal, expulsaron gran cantidad de lavas fonolíticas que rellenaron las depresiones preexistentes, y dejaron sin cubrir las altas mesetas, pitones y plutones formados por los materiales anteriores.

Durante la orogenia alpina, y como consecuencia de la misma, se producen algunos hundimientos en los edificios volcánicos, originándose nuevas estructuras más estables.

Estos movimientos tectónicos dan lugar al comienzo de un nuevo ciclo eruptivo, al último premioceno, que se caracteriza por la escasez de productos emitidos, tanto de coladas lávicas como de productos piroclásticos.

Es durante el Mioceno Superior cuando los movimientos que afectan al borde continental africano tienen su reflejo en

las Islas Canarias, donde se producen dislocaciones y hundimientos de algunos bloques, lo que implica una nueva inestabilidad geológica y consiguiente ciclo de actividad volcánica, de carácter predominantemente ácido. Este proceso va dibujando el contorno y características de las islas, que adquieren su forma en el Plioceno Medio.

Como consecuencia de los movimientos verticales ascendentes que se iniciaron en el Plioceno Medio, al final de este período comienza un nuevo ciclo eruptivo en el que nos hallamos en la actualidad. Los productos emitidos son muy homogéneos en cuanto a composición, siempre basáltica, originando los característicos campos de lava denominados localmente "malpais".

De estas coladas recientes, la más antigua de las que se tienen referencias en la actualidad es la ocurrida en Tenerife durante el año 1340, y la más moderna la del Teneguía en la isla de La Palma, a finales de 1971.

Dado que son las manifestaciones volcánicas de carácter eminentemente ácido, las que tienen potencial interés en el presente proyecto, se ha dedicado especial atención a los materiales constituyentes de la denominada serie III. La naturaleza basáltica de los materiales que configuran las islas de La Palma, Hierro y La Gomera, las descartan para efectuar estudios previos si bien, en La Gomera se visitaron dos afloramientos de tipo ácido, que correspondían a material tobáceo intensamente alterado y sometidos a elevada contaminación, siendo también descartados.

### 3.7.2.- Lanzarote

### 3.7.2.1.- Generalidades

La isla de Lanzarote conserva en excelente estado los volcanes de las series III y IV; sus edificios volcánicos están constituidos por productos piroclásticos y emisión lávica denominada "malpais". Se consideró interesante estudiar los afloramientos de lapilli, con el objetivo de conocer su contenido en vidrio y sus posibilidades expansivas.

### 3.7.2.2.- Toma de muestras y análisis

Se estudiaron 3 muestras por análisis químicos, 2 para estudios petrográficos y todas ellas en pruebas semi-industriales; se obtuvieron los siguientes resultados: La ubicación geográfica queda referenciada en el plano nº 7.

#### 3.7.2.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	44,17	12,01	15,61	0,21	11,15	10,32	1,22	3,08	0,99
Nº 2	43,10	11,98	14,81	0,70	12,61	9,84	2,01	3,15	1,30
Nº 3	42,71	12,71	15,10	0,58	11,71	10,15	1,95	3,40	0,57

El contenido en SiO<sub>2</sub> es muy bajo, y elevado el del Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CaO y MgO siendo insignificantes las pérdidas al fuego.

#### 3.7.2.2.2.- Estudios Petrográficos

Ambas muestras quedaron clasificadas como, lapilli de

basalto olivínico vesicular de tipo oceanita, con textura micro porfídica vesicular y matriz vítrea; sus componentes mineralógicos principales son Olivino, Augita y Vidrio, siendo los accesorios: Carbonatos y M. Opacos.

Se observan las vesículas rellenas de carbonatos, y se destacan en la lámina los fenocristales de Olivino con matriz vítrea y diminutos prismas de Augita.

#### 3.7.2.2.3.- Pruebas semi-industriales

Las 5 muestras convenientemente molidas y sometidas a choque térmico directo, no dieron resultados positivos.

#### 3.7.2.3.- Conclusiones

La valoración del conjunto de resultados obtenidos ha resuelto que los materiales piroclásticos de la isla de Lanzarote, NO SON APTOS para comportarse como PERLITA.

#### 3.7.3.- Fuerteventura

##### 3.7.3.1.- Generalidades

La isla de Fuerteventura ha sido estudiada con idénticos criterios que los referenciados para los materiales piroclásticos de Lanzarote, y además para conocer el comportamiento de las traquitas de las montañas de Tindaya y Tebeto.

Dado el eminente carácter basáltico de la mitad Sur de la isla, los estudios se concentraron en el área noroccidental en donde tiene su manifestación las series III y IV, representadas por la existencia de conos piroclásticos de lapilli, bombas

y escorias con algunas coladas de escasa importancia, y que constituyen los conocidos "malpaises".

### 3.7.3.2.- Toma de muestras y análisis

Se tomaron un total de 9 muestras, de las que se han obtenido 6 análisis químicos, 5 estudios petrográficos y 7 ensayos semi-industriales. Las muestras están referenciadas en el plano nº 8.

#### 3.7.3.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% TiO <sub>2</sub>	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	67,80	17,46	1,71	9.684	0,49	0,16	4,88	0,22	6,60	1,53
Nº 2	67,00	16,98	1,43	735	0,50	0,16	4,99	0,24	6,87	1,47
Nº 3	69,10	16,54	1,71	1.446	0,80	0,25	4,83	0,23	5,93	1,21
Nº 6	43,00	12,38	13,01	1.626	11,67	8,12	1,04	3,41	3,37	4,49
Nº 7	36,98	9,71	10,72	1.317	14,80	9,12	1,55	2,60	3,23	8,63
Nº 9	42,80	13,25	14,37	1.080	11,60	10,28	1,44	2,75	3,23	1,54

Los resultados de las muestras n<sup>os</sup> 1, 2 y 3 están muy ajustadas a los obtenidos para las "rocas perliticas" del yacimiento sardo de Monte Arci, si bien los P.F son significativamente bajos.

Las muestras n<sup>os</sup> 6, 7 y 9 corresponden al material denominado "picón" de tonos rojos, y los resultados pueden considerarse anómalos en casi todos los contenidos de los distintos elementos analizados.

### 3.7.3.2.2.- Estudios Petrográficos

#### MUESTRAS N<sup>OS</sup> 1, 2 y 3

##### Textura

Porfídica con matriz vítrea, vesicular, orientado por flujo.

##### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio.

Componentes accesorios: sanidina.

##### Observaciones

Muestra de características análogas a la anterior nº 75, aunque no está prácticamente desvitrificada y es más vacuolar que aquella. Las vacuolas están orientadas marcando un flujo. Los fenocristales de sanidina son muy raros y de pequeño tamaño (microfenocristales).

##### Clasificación

HIALOTRAQUITA VESICULAR.

#### MUESTRAS N<sup>OS</sup> 6 y 7

##### Textura

Vesicular, Microporfídico con matriz vítrea.

## Composición Mineralógica

Componentes principales: olivino, vidrio.

Componentes accesorios: carbonatos, M. opaco, apatito.

## Observaciones

Está constituida por fragmentos de basaltos olivínicos vesiculares. Parte de los poros están ocupados por carbonatos. Los microfenocristales son fundamentalmente de olivino; la pasta es vítrea con algunos microlitos de piroxeno.

## Clasificación

LAPILLI BASALTICO OLIVINICO (TIPO OCEANITA).

### 3.7.3.2.3.- Ensayos semi-industriales

Las muestras n<sup>os</sup> 1, 2, 3, 5, 7 y 9 han sido objeto de tratamiento semi-industrial, siendo el resultado final obtenido negativo ya que ninguna de ellas demostró poseer carácter expansivo.

### 3.7.3.3.- Conclusión

Los episodios volcánicos de Fuerteventura no presentan aptitudes perlíticas.

## 3.7.4.- Gran Canaria

### 3.7.4.1.- Generalidades

La isla de Gran Canaria ha merecido la atención de su

estudio en función de la existencia de tobas pumíticas, consti  
tuidas por una pasta vítrea de tonos pardo-marrones; con numeros  
inclusiones de clastos traquibasálticos versicolores y de  
marcada heterometría (0,1 mm a 20 mm), su aspecto externo es  
de roca porosa pero resistente, suele presentar nódulos pumíticos  
amarillentos de textura fibrosa, generalmente alterados,  
de formas subredondeadas, cuando están expuestos a procesos de  
meteorización, estos nódulos desaparecen dejando un pequeño re  
siduo de aspecto pulverulento y tonos amarillos.

Los yacimientos de este material están siendo explotados  
en Arguineguin, al Sur de la isla, para la obtención de cemento  
puzolánico, y han sido objeto de beneficio en áreas situadas  
al suroeste de Las Palmas capital.

Dado que el comportamiento perlítico del material pirocl  
ástico denominado "picón" ya está estudiado en otras áreas  
y comprobada su negatividad, se ha optado por no realizar ning  
ún desmuestre en los diferentes afloramientos, tanto negros  
como rojizos, extendidos por toda la isla.

#### 3.7.4.2.- Toma de muestras y análisis

Se han tomado 7 muestras a las que sólo se les realizar  
ón análisis químicos, su ubicación puede observarse en el plan  
o nº 9.

##### 3.7.4.2.1.- Análisis Químicos

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

MUESTRAS	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	58,91	14,75	5,08	0,33	0,61	0,60	4,87	4,30	8,87
Nº 2	60,35	13,91	4,72	0,71	0,72	0,65	6,15	4,70	9,10
Nº 3	61,48	12,50	5,71	0,40	0,61	0,59	4,85	4,90	8,20
Nº 4	58,60	15,40	3,50	0,20	1,10	1,91	1,92	2,50	11,50
Nº 5	59,15	13,70	4,61	0,37	1,61	0,75	2,61	4,09	10,61
Nº 6	53,10	15,01	6,01	0,40	1,20	1,08	4,98	4,70	10,81
Nº 7	55,60	14,60	5,25	0,28	1,35	0,75	5,81	5,70	13,01

La valoración de los resultados obtenidos no hacen des cartables a priori estos materiales pumíticos, pues globalmente los contenidos no muestran excesiva disparidad cuantitativa con los resultantes de las muestras patrón con los que se han compa rado.

#### 3.7.4.3.- Conclusión

Por razones de operatividad interna del proyecto no se han verificado a éstas, ni a otras muestras, estudios petrográ ficos ni ensayos semi-industriales, pruebas que se realizaron cuando se verifique un estudio más detallado de los materiales pumíticos.

#### 3.7.5.- Tenerife

##### 3.7.5.1.- Generalidades

El vulcanismo de la isla de Tenerife que ha sido objeto de estudio previo lo representan los materiales pumíticos que afloran predominantemente a lo largo de la costa suroriental desde Guimar hasta Los Cristianos. Se trata de episodios volcá

nicos ligados a las denominadas Serie II y Serie III, teniendo mayor representatividad en esta última.

Destacan unos depósitos de tonos claros, que contienen clastos de naturaleza variada, y que por alteración superficial presentan oquerosidades rellenas de material pulverulento de color amarillo.

Existen otros materiales sueltos o consolidados, -jable o momio-, de composición pumítica, de tonos blanquecinos y gran ligereza que ocupan extensiones importantes y que por su naturaleza sálica han sido seleccionados para su estudio.

También han sido desmostrados otros episodios lávicos con el objetivo de ampliar el espectro de los materiales volcánicos existentes en la isla y observar su comportamiento perlítico.

#### 3.7.5.2.- Toma de muestras y análisis

Se han tomado un total de 15 muestras, diez de las cuales han sido sometidas a análisis químicos, cinco se estudiaron petrográficamente, y por razones operativas del proyecto solamente cuatro pudieron ensayarse con pruebas semi-industriales.

La ubicación de las muestras puede observarse en el plano nº 10.

##### 3.7.5.2.1.- Análisis Químicos

A continuación se exponen los resultados obtenidos en los análisis químicos practicados.

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% TiO <sub>2</sub>	% P.F
Nº 1	58,80	18,16	3,71	1.459	0,87	0,33	5,61	10,50	0,66	1,80
Nº 2	59,61	18,79	3,28	1.446	0,88	0,33	4,65	9,16	0,68	2,40
Nº 3	52,80	16,28	2,40	1.394	2,05	1,16	5,41	6,50	0,68	12,65
Nº 4	57,72	12,52	2,14	1.291	0,86	5,47	3,49	4,72	0,37	12,41
Nº 7	54,80	17,19	3,14	1.730	0,89	1,32	5,96	7,14	0,59	8,03
Nº 9	51,67	15,92	3,00	1.097	1,58	1,16	5,03	6,74	0,83	13,37
Nº 11	51,32	15,04	5,19	1.528	3,77	1,16	4,09	5,80	0,65	11,38
Nº 12	58,71	17,83	3,21	1.375	0,80	0,29	5,15	8,93	0,70	2,87
Nº 14	62,95	16,80	3,00	1.730	1,54	0,49	4,39	7,14	0,86	1,93
Nº 15	46,35	15,21	12,87	1.830	10,15	6,81	2,03	4,15	0,43	0,45

Las muestras n<sup>OS</sup> 1 y 2 se han tomado en Montaña Blanca y en el Teide, destacando por ser "piedra pomez" de alta calidad industrial, son ricas en álcalis, y el contenido en hierro no es excesivo, los valores medios analíticos pueden considerarse interesantes pero la ubicación de ambas muestras pertenece a entorno del Parque Nacional de las Cañadas del Teide, y por lo tanto no es viable explotar este ni cualquier otro recurso.

El resto de las muestras dan valores que a pesar de tener el SiO<sub>2</sub> bajo, los demás parámetros globalmente, no desentonan de las muestras denominadas patrón.

### 3.7.5.2.2.- Estudios petrográficos

La muestra nº 15 pertenece a: Lapilli de basalto oliví

nico vesicular, tipo oceanita; con textura vesicular microporfídisca con matriz vítrea. Sus componentes mineralógicos principales son olivino y vidrio, y como accesorios carbonatos, opacos y apatito. Está constituida por fragmentos vesiculares. Parte de los poros están ocupados por carbonatos. Los microfenocristales son fundamentalmente de olivino, la parte es vítrea con algunos microlitos de piroxeno.

La muestra nº 13 es una Fonolita, de grano medio a fino, cuyos componentes esenciales son nefelina, feldespato alcalino-sanidina; y como accesorios opacos.

La muestra nº 6 corresponde a una toba pumicítica porfidoclástica con matriz cripto-cristalina; en su composición mineralógica destacan los feldespatos alcalinos (sanidina) y material criptocristalino, y como accesorios biotita, M. opaco, es fena, egirina M. de arcilla y apatito.

La muestra nº 7 corresponde a una toba traquítica, de textura porfidoblástica con matriz vítrea y en la que se observan algunas vesículas; en su composición mineralógica destacan como principales: vidrio metaestable y sanidina, y como accesorios: opacos y carbonatos. En la matriz vesicular aparecen fenoclastos de sanidina y rocas traquíticas.

La muestra nº 14 define un traquibasalto de textura porfídica con matriz traquítica, sus componentes mineralógicos principales son: plagioclasa y feldespato alcalino; y los accesorios: anfíbol, clinopiroxeno, opacos, minerales de hierro y apatito. Se observan fenocristales aislados de plagioclasa en la matriz microlítica con tendencia a la textura fluidal.

#### 3.7.5.2.3.- Ensayos Semi-industriales

Las muestras n<sup>os</sup> 12, 13, 14 y 15 fueron sometidas a ensayos en laboratorio de planta piloto obteniéndose resultados negativos.

#### 3.7.5.3.- Conclusión

La presencia de materiales sálicos pumíticos cuyos análisis químicos sin ser buenos no se alejan de las muestras patrón, y su actual aplicación como roca "en crudo" para la construcción, aconsejan el estudio más detallado y con mayor nº de muestras de estas rocas volcánicas.

#### 3.7.6.- Conclusiones

De todas las islas del Archipiélago Canario que han sido estudiadas, y en función de la "interpretación esperanzada" de los datos analíticos obtenidos, creemos que, solamente las islas de Tenerife y Gran Canaria presentan localmente, en aquellas zonas donde existen materiales pumíticos sálicos, ciertas posibilidades de comportamiento "perlítico", procediéndose a seleccionar dos zonas por isla para su estudio en detalle.

#### 3.8.- RESUMEN

Verificado un estudio general de todos los episodios volcánicos regionales de España, que en principio eran susceptibles de tener interés por su posible comportamiento perlítico, se han obtenido los resultados siguientes:

En el recorrido previo por el vulcanismo pre-seleccionado se han tomado un total de 147 muestras, de las cuales 97 fueu

ron sometidas a análisis químicos, sobre 58 muestras se practicaron estudios petrográficos completos, y 69 muestras se procesaron en ensayos semi-industriales para comprobar, una vez molidas a tamaños inferiores a 3 mm, su grado de expansibilidad.

Valorados en su conjunto todos los resultados obtenidos se ha resuelto.

- 1) El vulcanismo de Huelva, Ciudad Real y Gerona es declarado NO APTO.
- 2) El vulcanismo de las restantes provincias, a pesar de no mostrar resultados concluyentemente positivos, si es susceptible de ser estudiado en zonas más especificas y con mayor número de muestras.
- 3) En función de lo anteriormente expuesto se han seleccionado las siguientes zonas:
  - Mazarrón en Murcia.
  - Vera-Garrucha en Almería.
  - Cabo de Gata-Los Escullos en Almería.
  - Carboneras-Rodalquilar en Almería.
  - Chimiche en Tenerife.
  - Chimiche Sur en Tenerife.
  - Telde-Los Llanos en Gran Canaria.
  - Tafira-Tamaraceite en Gran Canaria.

4.- ZONAS DE INTERES

#### 4.1.- INTRODUCCION

En esta fase se va a proceder a un estudio individualizado de cada zona seleccionada, trazando un bosquejo geológico local, casi exclusivamente descriptivo de los materiales volcánicos aflorantes, así como su cronografía en el conjunto geológico de la zona.

Se ha pretendido identificar el mayor número de rocas volcánicas, por lo que la toma de muestras superficial ha sido numerosa, rebasando los "patrones o guías" pre-establecidos, ya que "a visu", y con carácter tan restrictivo, podrían quedarse sin demostrar algunos episodios volcánicos que algunos autores citan con posible comportamiento perlítico, tal sucede con las Andesitas.

Las muestras tomadas han sido analizadas, estudiadas y ensayadas con rigor lo que ha permitido llegar a establecer unas conclusiones sobre las posibilidades futuras de cada zona.

#### 4.2.- MAZARRON

##### 4.2.1.- Situación geográfica

La zona seleccionada se extiende al Oeste y Noroeste de la localidad murciana de Mazarrón, correspondiendo su ubicación a los ejes configurados por las carreteras, Mazarrón-La Atala

ya, La Atalaya-Pico Morote, y Mazarrón-Alto de las Hermanitas.

#### 4.2.2.- Geología de la zona

Los materiales más antiguos pertenecen al denominado Complejo Alpujárride y están datados como niveles permo-triásicos, representados por calizas tableadas de tonos azulados-grisáceos, sobre los que descansan discordantes dolomias oscuras, filitas y calcoesquistos cuarcíticos.

Estos episodios paleozóicos han sido afectados y removilizados por el vulcanismo intra-miocénico, que posteriormente se "instala" en la zona (Tortonense-Messiniense).

Los afloramientos volcánicos están alineados conformando, en planta una U abierta hacia el Norte, viéndose la depresión interior rellena por materiales neógenos. Esta depresión es de origen tectónico y sus bordes representan las líneas de debilidad por las que han ascendido los materiales efusivos.

Los tipos de facies que resultan de este vulcanismo son muy variados, destacándose las lavas, tobas y facies brechoides.

Los episodios lávicos corresponden a formaciones riódacíticas, dacíticas y andesíticas, con tendencia a presentar disyunción columnar; los afloramientos más significativos se ubican en las proximidades del Alto de las Hermanitas, La Atalaya, y en el fondo y bordes de algunas ramblas como las del Pino, Tomillo y Agua dulce.

Se detectan, en las formaciones masivas riódacíticas,

una gran alteración hidrotermal de baja temperatura, con gran silicificación y desarrollo de alunita, limonita y jarosita.

Las facies tobáceas y aglomerados tobáceos, suelen presentarse con tonalidades grisáceas a blanquecinas, son homogéneas y masivas, aunque a veces afloran como fragmentos angulosos aglutinados en una matriz de la misma naturaleza, y constituida por una pasta vítrea o microcristalina entre las que destacan algunos cristales máficos de piroxeno; la naturaleza de esta facies es eminentemente dacítica y/o riodacítica.

Las facies brechoides son de una gran variedad, poligénicas, siendo su dispersión geográfica bastante amplia por toda la zona, coexistiendo con frecuencia, en el mismo afloramiento con las facies tobáceas.

Existen en las proximidades de Mazarrón cerros constituidos por materiales volcánicos, entremezclados caóticamente con materiales metasedimentarios representados por esquistos, cuarcitas y calizas marmorizadas, así como gneises granatíferos.

Al norte de Mazarrón se encuentran andesitas masivas, brechas y conglomerados andesíticos, posteriormente a estos materiales volcánicos aparecen rocas lamprofidicas, con carácter ultrapotásico.

Desde el punto de vista minero es destacable la existencia de minas abandonadas al oeste de Mazarrón, y de las que se benefician las antiguas escombreras para plomo y cinc.

#### 4.2.3.- Toma de muestras

Para el estudio e identificación de las manifestaciones volcánicas de la zona de Mazarrón se han tomado 19 muestras superficiales que están referenciadas en el plano nº 11.

#### 4.2.4.- Análisis Químicos

Los análisis químicos realizados han sido los siguientes:

Muestra	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O ppm	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% PF
Nº 1	61,85	12,55	3,07	815	6,93	1,32	5,15	1,95	6,38
Nº 2	67,15	15,91	3,15	370	3,20	1,85	6,18	2,25	2,30
Nº 4	58,60	17,08	10,10	210	5,80	1,91	5,15	2,10	3,90
Nº 5	59,32	16,15	6,10	360	2,25	1,70	3,10	1,80	7,71
Nº 7	58,90	14,60	5,50	420	2,41	4,15	4,25	1,90	8,10
Nº 8	60,15	15,71	5,90	410	3,12	2,45	3,80	1,77	7,10
Nº 10	61,70	14,83	5,03	380	3,71	1,87	5,40	2,10	4,80
Nº 12	58,71	17,50	6,39	304	2,85	3,04	3,75	1,69	7,09
Nº 13	62,10	16,84	5,71	387	2,78	2,69	3,24	1,53	6,54
Nº 15	58,61	18,40	7,21	681	3,18	2,22	3,70	1,83	6,77
Nº 19	59,71	15,70	5,61	463	4,15	1,08	5,70	1,71	6,24

#### 4.2.5.- Estudios Petrográficos

Se van a referenciar los estudios petrográficos realizados a las siguientes muestras.

MUESTRA Nº 1

Tonos pardos

Textura

Porfídica con matriz microcristalina tobácea.

Composición Mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasa, biotita, feldespato potásico.

Componentes accesorios: m. arcilla, opaco, apatito.

Observaciones

Presenta fenocristales bastante fracturados de plagioclasa zonada, cuarzo, biotita ferrífera y sanidina con inclusiones plagioclásicas en una matriz cripto-microcristalina probablemente constituida por productos arcillosos y feldespato potásico.

Clasificación

DACITA SHOSHONITICA TOBACEA

MUESTRA Nº 3

Color gris alterado a amarillento.

Textura

Porfidoclástica con matriz vítrea, perlítica, brechoide.

Composición Mineralógica

Componentes principales: biotita, plagioclasa, cuarzo, sanidina, vidrio, m. arcilla.

Componentes accesorios: cordierita, sillimanita, apatito, m. opaco, clorita.

Observaciones

Texturalmente presenta aspecto tobáceo y contiene sanidina fenocristal (shoshonítica). Los fenocristales aparecen flexionados y fracturados. Están constituidos por biotita, plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico y cordierita. La matriz es vítrea y de aspecto perlítico; se halla parcialmente desvitrificada a productos criptocristalinos arcillosos.

Clasificación

DACITA SHOSHONITICA TOBACEA CON CORDIERITA

MUESTRA Nº 5

Color grisáceo.

Textura

Porfídica con matriz vítrea, perlítica y brechoide.

Composición Mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa, biotita, cordierita, cuarzo.

Componentes accesorios: opacos, sanidina, piroxeno, sillimanita, apatito, circón.

Observaciones

Por la cantidad de cuarzo que presenta, es una roca transicional entre Andesita y Dacita (tipo cuarzoandesita).

Los fragmentos y la matriz son difícilmente separables. Los fenocristales, tanto en unos como en otra, son de plagioclasa, biotita, cordierita, cuarzo y sanidina, en este orden de abundancia. La matriz es vidrio transparente de color amarillo y muestra típica estructura perlítica.

Clasificación

HIALO-DACITA SHOSHONITICA (TOSCANITA)

MUESTRA Nº 6

Color pardo amarillento.

Textura

Glomero-Porfídica con matriz micro cristalina fluidal.

Composición Mineralógica.

Componentes principales: plagioclasa, ortopiroxeno, clinopiroxeno, biotita, cuarzo.

Componentes accesorios: sillimanita, espinela, m. opacos, vidrio, anfíbol, m. arcilla.

Observaciones

La textura es debida a la presencia de plagioclasa y piroxeno en acumulaciones; microlitos de plagioclasa constituyen la matriz fluidal, además de piroxeno y vidrio. Existen fenocristales de plagioclasa zonada, piroxeno, biotita y cuarzo, también podría definirse como cuarzo-andesita.

Clasificación

ANDESITA PIROXENICA

MUESTRA Nº 8

Tonos grisáceos.

Textura

Porfidoclástica con matriz vítrea.

Composición Mineralógica

Componentes principales: vidrio, biotita, plagioclasa, cuarzo.

Componentes accesorios: cordierita, sanidina, clinopiroxeno, ortopiroxeno, carbonatos, sillimanita, m. hierro, apatito, circón.

Observaciones

Aspecto tobáceo debido sobre todo a la distinta composición y desvitrificación de la matriz.

Los fenocristales son de plagioclasa, biotita, cuarzo, sanidina y cordierita.

La cordierita desarrolla los mayores tamaños, aparece en cristales alotriomórficos en incipiente alteración en bordes y fracturas.

Clasificación

DACITA SHOSHONITICA (TOSCANITA).

## MUESTRA Nº 12

Color gris oscuro, algo alterada

### Textura

Porfídica con matriz microcristalina.

### Composición Mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, m. arcilla, cuarzo, biotita, sanidina.

Componentes accesorios: cordierita, apatito, opaco, circón.

### Observaciones

Los fenocristales son de plagioclasa, cuarzo, biotita, sanidina y cordierita. La plagioclasa es idiomórfica y presenta zonado complejo acentuado. El cuarzo es subidiomórfico, a veces muestra signos de corrosión está bastante fracturado y es el fenocristal de mayor tamaño junto con sanidina. La biotita es idiomórfica presenta pleocroismo marcado y coloración pardo intenso. Los fenocristales de sanidina contienen pequeñas inclusiones de plagioclasa, presentan macladas de Carlsbad y "golfos" de corrosión. La matriz es de tipo arcilloso.

### Clasificación

DACITA SHOSHONITICA (RIODACITA)

MUESTRA Nº 13

Color grisáceo.

Textura

Porfídica con matriz microcristalina

Composición Mineralógica

Componentes principales: m. arcilla, sanidina, cuarzo, plagioclasa, biotita.

Componentes accesorios: apatito, opaco, circón.

Observaciones

Fenocristales de plagioclasa, biotita, sanidina y cuarzo, algunos incluso de longitud centimétrica, en una matriz microcristalina arcillosa.

Clasificación

DACITA SHOSHONITICA (RIODACITA)

MUESTRA Nº 16

Color grisáceo.

Textura

Porfídica con matriz hipocristalina.

Composición Mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, cuarzo, biotita, vidrio, sillimanita, cordierita.

Componentes accesorios: piroxeno, m. de arcilla, circón, apatito, espinela.

Observaciones

Fenocristales seriados de biotita, plagioclasa y cuarzo. La pasta está formada por microlitos de Plagioclasa y laminillas de biotita en disposición fluidal. Todos estos componentes flotan en abundante vidrio en proceso de desvitrificación.

Clasificación

DACITA POTASICA CON CORDIERITA

MUESTRA Nº 18

Textura

Glomeroporfídica con matriz vítrea, fluidal.

Composición Mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, biotita, vidrio, cuarzo.

Componentes accesorios: cordierita, m. arcilla, sillimanita, piroxeno, apatito, circón, m. opaco.

Observaciones

Está constituida por frecuentes fenocristales idiomórficos de plagioclasa zonada, biotita y cuarzo. La matriz es fundamentalmente vítrea e incolora y presenta diminutos prismas piroxénicos con marcada orientación fluidal. Escasamente en ella aparece mineral de arcilla en algunas zonas.

La textura glomeroporfídica es debida a la presencia de acumulados de plagioclasa y biotita. La tendencia fluidal, en el caso de los fenocristales, viene marcada por las láminas biotíticas.

Clasificación

DACITA POTASICA.

#### 4.2.6.- Ensayos semi-industriales.

Se han enviado al laboratorio de planta industrial las 19 muestras tomadas, donde han sido molidas a granulometría inferior a 0,5 mm y sometidas posteriormente a la acción de un "choque térmico directo", para comprobar el grado de expansibilidad de las partículas.

Los resultados obtenidos indican que ninguna de las muestras ensayadas ha tenido grado expansivo alguno significativo.

#### 4.2.7.- Conclusiones

Los materiales volcánicos de la zona denominada Mazarrón han estado representados por las 19 muestras superficiales seleccionadas; y de la valoración de los resultados obtenidos en los diferentes análisis, estudios y ensayos practicados, puede concretarse que no existe en esta zona ningún afloramiento volcánico con "comportamiento perlítico", susceptible de tener actualmente, ni a medio plazo, interés industrial para la obtención de "perlita expandida".

#### 4.3.- VERA-GARRUCHA

##### 4.3.1.- Situación geográfica

La zona seleccionada está conformada por los materiales volcánicos aflorantes al sur de la localidad almeriense de Vera, kms. 193-194 de la carretera nacional nº 340 entre el cruce a Antas y Vera, y las ubicadas en las proximidades de: km. 24 de la carretera nacional Cuevas de Almanzora-Aguilas, y los enclaves volcánicos sitios a ambos márgenes de la carretera lo

cal Vera-Garrucha.

Esta zona situada en la provincia de Almería ha tenido tratamiento individualizado del resto del vulcanismo almeriense, dado que geográficamente existe una separación importante, y en cuanto a su estudio puede verse favorecida dada la especificidad de su naturaleza y configuración.

#### 4.3.2.- Geología de la zona

Los materiales volcánicos seleccionados están nitidamente diferenciados tanto por su situación como por su naturaleza de ahí que tengan un estudio por separado.

#### Rocas Lamproiticas

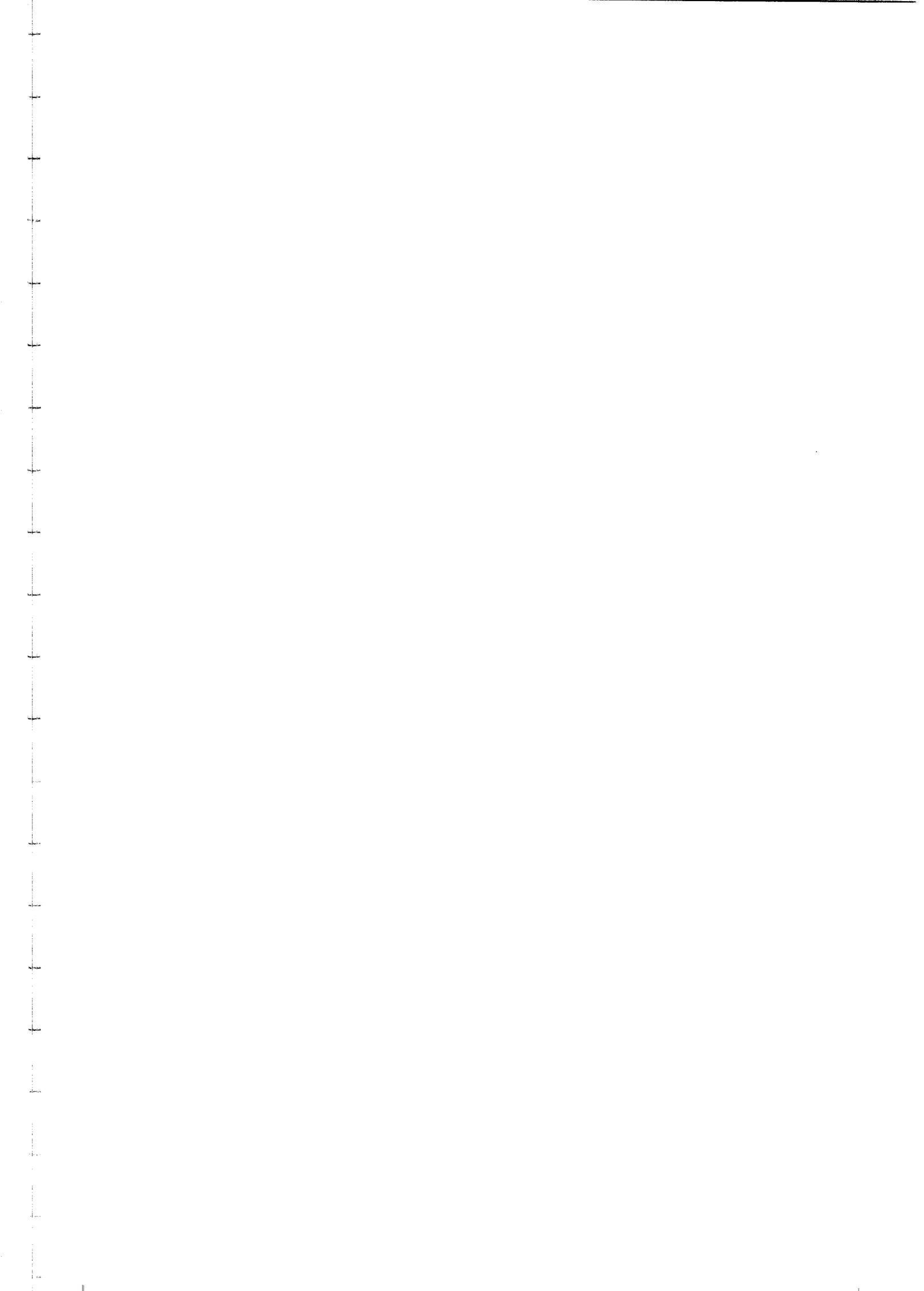
Afloran en el Cabezo Maria y aledaños al sur de Vera y a la altura del punto kilométrico 3,5 de la carretera Vera-Garrucha, al norte de ésta.

Se trata de rocas de tonos oscuros, muy alteradas en su superficie, y que cuando están frescas son compactas y homogéneas, aspecto vacuolar y en fractura presentan brillo vítreo.

Estratigráficamente afectan cubriendo, a niveles de margas, areniscas y calizas arrecifales pertenecientes al conjunto de materiales terciarios y más concretamente pliocenos.

Estos afloramientos eruptivos reciben el nombre local de Veritas.

También se constata la presencia de rocas lamproiticas al norte de Garrucha a la altura del km. 3,5 al 4, a ambos márgenes de la carretera Vera-Garrucha.





### Rocas Riodacíticas

Aparecen en el km. 24 de la carretera Cuevas de Almanzo-ra-Aguilas en un afloramiento afectado por una gran falla de dirección N-S que las pone en contacto con niveles de margas arenosas, areniscas y episodios de yesos pertenecientes al Mio-ceno Superior (Messiniense).

Existe otro afloramiento Riodacítico en Cabezo Negro-Los Pelaos al norte de Garrucha, son rocas de tonos grisáceos a blanquecinos, muy alterados en superficie, y que como en el anterior afloramiento afectan en su implantación a niveles de edad miocénica e incluso pliocena.

#### 4.3.3.- Toma de muestras

Para su estudio e identificación de las diferentes ro-cas volcánicas de esta zona se han tomado 20 muestras superfi-ciales, cuya ubicación geográfica está referenciada en el pla-no nº 12.

#### 4.3.4.- Análisis Químicos

Los análisis químicos realizados han sido los siguien-tes:

Muestra	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O ppm	% CaO	% Mg O	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% PF
Nº 1	59,15	12,10	4,98	321	4,10	2,80	3,10	2,38	8,17
Nº 3	57,15	11,75	3,89	210	5,20	1,83	4,61	2,12	9,11
Nº 6	58,10	12,38	4,86	581	3,70	6,30	3,94	3,37	6,04
Nº 8	53,70	11,81	3,42	301	5,71	2,63	3,48	1,97	9,90
Nº 11	61,80	13,80	5,60	370	3,22	2,89	4,89	3,02	2,85
Nº 12	60,79	14,10	5,89	359	4,01	2,59	5,10	285	3,10
Nº 14	62,90	13,87	5,70	391	4,22	3,01	5,90	3,03	3,89
Nº 16	59,81	14,90	6,11	384	4,70	2,86	6,01	2,10	4,15
Nº 18	61,50	14,33	4,22	515	5,85	1,90	5,80	1,87	5,92

#### 4.3.5.- Estudios Petrográficos

Dado la homogeneidad de los afloramientos, los resultados obtenidos han sido agrupados, ya que las muestras núms. 1, 3, 5, 6, 8 y 10 corresponden a rocas lamproíticas, y las muestras núms. 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19 y 20 al complejo Rio dacítico.

MUESTRAS NUMS. 1, 3, 5, 6, 8 y 10

Textura

Porfídica de matriz muy vítrea, con relictos perlíticos, amigdalalar.

Composición mineralógica

Componentes principales: mica (flogopita), diopsido, olivino, vidrio, carbonatos.

Componentes accesorios: clinopiroxeno, sanidina, leucita, cuarzo, m. arcilla.

Observaciones

Presentan fenocristales de flogopita y olivino casi exclusivamente, el clinopiroxeno está en pequeños microlitos dispersos por la matriz y es de naturaleza potásica. Cuando existe alteración intensa la matriz se transforma a natrolita y otras zeolitas. Las fosas amigdalares suelen estar rellenas de carbonatos.

Clasificación

LAMPROITAS - VERITAS

MUESTRAS NUMS. 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19 y 20

Textura:

Porfídica con matriz criptocristalina

Composición mineralógica

Componentes principales: feldespato potásico (sanidina), cuarzo, m. de arcilla, sericita y biotita.

Componentes accesorios: carbonatos, m. de hierro, esfena, apatito y circón.

Observaciones

Son muy potentes y constantes los fenocristales de cuarzo, sanidina, biotita y plagioclasa.

La matriz es abundante y microcristalina, está constituida por sericita y feldespatos básicamente.

Clasificación

RIODACITAS-DACITAS SHOSHONITICA

#### 4.3.6.- Ensayos semi-industriales

Se han enviado al laboratorio de planta industrial las muestras núms. 1, 3 y 4 pertenecientes a los afloramientos lamproíticos y los núms. 11, 12 y 13 al 20 del conjunto riódacítico.

A todas las muestras se las ha sometido a un proceso de molienda de hasta 0,5 m.m. y posteriormente a "choque térmico directo".

Los resultados obtenidos indican que ninguna de las muestras ensayadas ha manifestado grado alguno de expansión significativo.

#### 4.3.7.- Conclusiones

Los dos tipos de rocas volcánicas existentes en la denominada zona de Vera-Garrucha han estado representadas por las 20 muestras superficiales seleccionadas; y de la valoración de los resultados obtenidos en los diferentes análisis, estudios y ensayos practicados puede concretarse que en esta zona no existe afloramiento volcánico alguno con "comportamiento perlítico" susceptible de tener actualmente ni a medio plazo interés industrial para la obtención de "perlitas expandida".

#### 4.4.- CARBONERAS-LOS ESCULLOS Y CARBONERAS-RODALQUILAR

##### 4.4.1.- Situación geográfica

Ambas zonas se enmarcan en el vulcanismo almeriense que se extiende desde las inmediaciones del Cabo de Gata al Sur, hasta el punto kilométrico 13,8 de la carretera que une Mojacar con Carboneras al Norte.

Dada la gran amplitud geográfica, 40 km de longitud por 8 km de ancho, que se ve afectada por los materiales volcánicos, se ha considerado, para mejorar la operatividad del estudio, la necesidad de obtener dos zonas.

- Cabo de Gata - Los Escullos
- Carboneras - Rodalquilar

##### 4.4.2.- Geología de las zonas

Dadas las analogías existentes en ambas zonas, en cuanto a los materiales volcánicos que las constituyen, la descripción geológica pretende ser común para ambas.

Ya de antiguo, estas formaciones volcánicas han sido referidas como postorogénicas, y neógenas por tanto, en el ámbito de las Cordilleras Béticas.

El principal intento de datación en base a argumentos micropaleontológicos corrió a cargo de SAAVEDRA (1966) quien trabajó sobre las intercalaciones sedimentarias en el volcánico. Sus resultados indicaban edades entre Burdigaliense y Tortoniense, autores posteriores han indicado sólo edades de Mioceno y Mioceno Superior.

No se tiene conocimiento exacto de los materiales sobre los que se ha efectuado la deposición de las rocas volcánicas, si bien el techo de esta formación volcánica viene nitidamente marcado por la discordancia basal del Messiniense.

Tectónicamente destacan por su importancia, en la zona de CARBONERAS-RODALQUILAR, la falla de Palomeras N 10º-20º al Norte de Carboneras, y la red de fallas de la Serrata de Níjar N 40º-50º. La Serrata de Níjar, formada como consecuencia del desdoblamiento en dos de la falla de desgarre conocida como el "accidente de Carboneras", es un claro exponente de vulcanismo fisural. Esta falla está datada como reciente a actual.

Dado que el interés del proyecto se centra prioritariamente en los depósitos de origen volcánico se van a describir a continuación los diversos tipos litológicos que afloran en ambas zonas seleccionadas.

#### - ANDESITAS PIROXENICAS

Son uno de los materiales más característicos, y los más básicos, del área del Cabo de Gata. Los mayores y mejores afloramientos se localizan en las áreas costeras de las hojas de Carboneras y Pozo de los Frailes, donde han sido muy bien estudiados por FUSTER, IBARROLA y MARTIN (1967) en la Mesa de Rodán, al S de Carboneras, y por CELA (1967) en el Cerro de los Lobos, al E de Rodalquilar. Son las rocas "fenobasálticas" de LODDER (1966), y de modo parecido (basaltos andesíticos) vienen denominadas en los más recientes trabajos del área (LOPEZ RUIZ y RODRIGUEZ BADIOLA, 1980).

Presentan textura porfídica o glomeroporfídica seriada con matriz hialopilitica, pilotáxica, vítrea o, con menor fre

cuencia microcristalina. Están formadas por fenocristales de plagioclasas y piroxenos, fundamentalmente, cuya proporción no suele sobrepasar nunca del 50% de la roca. Las plagioclasas idiomorfas o hipidiomorfas presentan zonado concéntrico a veces muy desarrollado. A veces engloban pequeños ortopiroxenos y casi siempre numerosas inclusiones vítreas de forma rectangular que se disponen siguiendo las zonas de diferente composición de los cristales. Las leyes de macla que se observan más comúnmente son las de albita, karlsbad o la combinación de ambas.

Los piroxenos se presentan en cristales prismáticos aislados o agrupados generalmente menos idiomorfos que las plagioclasas. El ortopiroxeno es ligeramente coloreado en pardo-amari-llento muy claro y su composición es intermedia entre la broci-ta y la hiperstena. El clinopiroxeno es una augita diopsídica que muy frecuentemente tiene maclas polisintéticas. La predomi-nancia de uno u otro piroxeno es variable de unas muestras a otras incluso cuando proceden de lugares próximos. El ortopiro-xeno puede presentar a veces reacción a clinopiroxeno.

La matriz, con gran proporción de vidrio, salvo en las facies parcialmente alteradas, presenta un número variable de microlitos tabulares de plagioclasas y de los dos piroxenos que se disponen entrecruzadamente o con fluidez alrededor de los fenocristales.

En algunos cantos procedentes de las facies piroclásti-cas, se observan texturas cataclásticas puestas de manifiesto por la presencia de fenocristales fragmentarios de plagioclasa y piroxeno que están rodeados por una matriz preferentemente vítrea y a veces fluidal. En este tipo de rocas aparecen ocasio-nalmente pequeños cristales de hornblenda verde que no se en-cuentran en las andesitas masivas.

- BRECHAS PIROCLASTICAS

Han sido descritas por los autores citados antes con el nombre de "conglomerado (a veces, aglomerados) piroxénicos".

Forman afloramientos de aspecto caótico de bloques de andesita piroxénica, angulares, decimétricos, empastados en una matriz de idéntica composición y de naturaleza generalmente to bácea. De acuerdo con los autores citados, su génesis podría estar en una brechificación, en los conductos de emisión de ma teriales homogéneos debida a la propia viscosidad y alto contenido en volátiles del magna.

- ANDESITAS PIROXENICAS CON ALTERACION ENDOGENA

Este proceso consiste en alunitización de plagioclasas, carbonatación y cloritización de máficos, potasificación de fel despatos y silicificación generalizada; las rocas, negras cuando frescas, muestran entonces tonos rojizos o pardoamarillentos. Cuando el proceso es más intenso la roca adquiere tonos blanquecinos y ofrece un aspecto difícilmente reconocible, los fenómenos descritos se acentúan, en particular la silicificaci ón y la alunitización, a las que se agrega una importante neo formación de minerales de arcilla y similares (caolinita, dickita, pirofilita, etc.).

- CONGLOMERADOS Y BRECHAS PIROCLASTICAS (ANDESITICO-DACITICAS) ANFIBOLICAS

En el ámbito de la Zona se encuentran restringidas a la Serrata de Nijar donde constituyen formaciones de color rojizo característico. Esta formación se compone de cantos o bloques decimétricos -normalmente con un grado apreciable de redondez,

de andesita y/o dacita anfibólica en una matriz mico a cripto cristalina rojiza generalmente muy alterada supergénicamente. El carácter muchas veces primitivamente vítreo de esta matriz animaría a clasificar estas rocas como brechas piroclásticas; en otras ocasiones, su naturaleza carbonatada (LEAL Y SIERRA, 1970) unida a la apreciable redondez de sus cantos así como a la grosera selección de tamaños existentes, podría indicar que se trata de brechas de ese mismo tipo pero retrabajadas por los agentes exógenos.

#### - BRECHAS PIROCLASTICAS DE ANDESITA Y DACITA ANFIBOLICA

Su distribución, en el ámbito de la Hoja es muy similar a la de los materiales anteriores, a los que siempre suelen ir asociados tanto espacial como temporalmente. Como ellos han sido divididos en tres grupos cartográficos (ver apartado Estratigrafía). Constituyen los "aglomerados anfibólicos" definidos en el área de Las Negras por SANCHEZ CELA (1968), en la de Car**boneras** por COELLO Y CASTAÑON (1965) y en la de Pozo de los Frailes por FUSTER et al. (1965).

Componen afloramientos de aspecto caótico de bloques de andesita y dacita anfibólica (de idénticos caracteres petrológicos a los de los materiales anteriormente citados) generalmente angulosos y de tamaño decimétrico, empastados en una matriz de idéntica composición y de naturaleza lávica o tobácea, en la que son muy numerosos los cristales fragmentarios.

De acuerdo con los autores citados, la génesis de estos materiales podría estar en una brechificación, en los conductos de emisión, de materiales homogéneos debida a su propia viscosidad y alto contenido en volátiles.

- DACITAS

El tramo inferior de la formación dacítica se caracteriza por la abundancia y predominio de las facies piroclásticas. Son materiales tobáceos de colores blanco-amarillentos y composición dacítica y riódacítica, que afloran por toda la ladera sureste del Cerro del Garbanzal y por la ladera Oeste del Cerro de Majada Redonda.

Son tobas de claro origen piroclástico, formadas por una matriz de cenizas y lapilli de grano fino que engloba cantos heterométricos de rocas blancas escoriáceas con mica, anfíboles y cuarzo, y otros clastos de andesitas anfibólicas y piroxénicas, más abundantes en la base de la formación, lo que indica un arrastre de los materiales preexistentes de los conductos de emisión en los momentos iniciales de la erupción dacítica.

- TOBAS DACITICO-RIOLITICAS

Esta formación volcánica ha sido descrita por SANCHEZ CELA (1968), si bien este autor no cita la presencia de ignimbritas en ella.

Las tobas, de acuerdo con este autor, son de color muy claro y están formadas por una matriz de ceniza y de lapilli de escasa densidad y compacidad; a veces, cuando son muy vítreas, muestran estructuras perlíticas o de flujo de cristales vítreos.

Las ignimbritas son minoritarias en la formación, muestran color gris verdoso y flamas centimétricas, con fenocristales de cuarzo y biotita principalmente, y algún fragmento vítreo; también muestran una ligera silicificación secundaria.

- TOBAS DE LAPILLI DACITICO

Son materiales compuestos de fragmentos centimétricos de dacitas como las descritas y matriz fina no muy abundante, de color también rojizo. Los piroclastos se disponen "aplastadamente" y el grado de compactación es importante.

- DACITAS IGNIMBRITICAS CON TOBAS E IGNIMBRITAS

Estos materiales se encuentran solamente en los alrededores de Rodalquilar donde constituyen el "Complejo Torerillo" de LODDER (1966). En esta localidad es posible ver que se disponen directamente encima de las rocas de Rodalquilar (dacitas biotítico-anfibólicas) ya intensamente alteradas. Sus mejores afloramientos se sitúan en el barranco inmediatamente al O de Rodalquilar.

Basalmente presentan un conjunto de tobas muy bien estratificadas con alguna pasada métrica de brecha piroclástica. Hacia arriba pasan a una facies ignimbrítica con flamas verdosas centimétricas; su espesor es de orden decamétrico. Coronando la formación se encuentra un paquete de dacitas verdosas con disyunción columnar y alguna estructura de flama aún reconocible; su potencia alcanza los 50 m.

Al microscopio, estas dacitas presentan una alteración consistente esencialmente en una feldespatización potásica y cloritización generalizadas. Otras veces contienen fenocristales pequeños y escasos de cuarzo y de plagioclasas algo alteradas además de láminas biotíticas, orientadas y curvadas. La matriz es entonces vítrea y con flujo intenso pudiendo desarrollarse también estructuras perlíticas.

- BRECHAS PIROCLASTICAS DE ANDESITA PIROXENICA

Su distribución en el ámbito regional es parecida a la de los materiales anteriores, a los que se asocian temporal y espacialmente. Han sido descritas por los autores citados antes con el nombre de "conglomerados (a veces, aglomerados) piroxénicos".

Forman afloramientos de aspecto caótico de bloques de andesita piroxénica, angulares, decimétricos, empastados en una matriz de idéntica composición y de naturaleza generalmente tobácea.

Al igual que para las brechas de andesita y dacita anfibólica, y también de acuerdo con los autores citados, su génesis podría estar en una brechificación, en los conductos de emisión, de materiales homogéneos debida a la propia viscosidad y alto contenido en volátiles del magma.

Los aglomerados de vitrofido andesítico de SANCHEZ CELA (1968) del área costera al N de Cala de San Pedro se englobaron cartográficamente con estos materiales, en base a su similitud litológica.

- BRECHAS PIROCLASTICAS POLIGENICAS

Estos materiales se extienden por la parte centro-oriental de la región volcánica, ocupando un área relativamente restringida. Han sido descritas por SANCHEZ CELA (1968) con el nombre de "conglomerados poligénicos". Estructuralmente son similares a los otros dos tipos de brechas descritos si bien la composición de sus cantos y bloques es tanto de andesita piroxénica como de (también dacita) anfibólica. Esta variedad petro

lógica ha sido explicada como resultado de actividad explosiva que simultáneamente a la brechificación del magma ascendente fragmentaría otras formaciones volcánicas encajantes.

- TOBAS POLIGENICAS

Son materiales muy similares a los acabados de describir, sobre todo en su naturaleza litológica. Constan de cantos centimétricos de ambos tipos andesíticos en una matriz cinerítica o tobácea fina, o bien de piroclastos tamaño lapilli (generalmente, entonces, anfibólicos) con más escasa matriz. Se encuentran distribuidos por todo el ámbito de las zonas.

- DACITAS BIOTITICO-ANFIBOLICAS ROJO-VIOLACEAS

Se encuentran en la parte meridional de la zona y han sido estudiadas por FUSTER, AGUILAR y GARCIA (1965), constituyendo su "serie dacítica tortoniense".

Presentan una facies muy masiva y homogénea, destacando sus típicos grandes fenocristales de cuarzo y plagioclasa. Su color es rojo-violáceo, muy característico.

La textura es porfídica, vítrea en las rocas más frescas, pero lo más común es que se encuentren alteradas siendo entonces microcristalina. Contienen fenocristales o microcristales de cuarzo redondeado o fuertemente corroído y ameboide. Las plagioclasa suelen ser algo más pequeñas que el cuarzo, hipidio morfas y con alteración parcial o total a alunita. En otras ocasiones se observa una feldespatización potásica o carbonatación

total de los cristales. Las láminas de biotita son xenomorfas, con frecuencia oxidadas y ocasionalmente contienen pequeñas plagioclasas o piroxenos. La hornblenda es de color pardo, con alteración periférica que puede llegar a ocupar todo el prisma, siendo reconocible por su típica sección basal.

Cuando la matriz es microcristalina, está constituida por un agregado de cuarzo, feldespato potásico y otros minerales micáceos no identificables por métodos ópticos normales.

Lateralmente pasan a las rocas intensamente alteradas de Rodalquilar en las cuales se enclavan las célebres mineralizaciones auríferas de esta localidad. Las alteraciones citadas se acentúan, habiendo también una silicificación extrema y un complejo proceso de neoformación de minerales de arcilla y similares (caolinita, dickita, pirofilita, etc.). Pese a todo, su típica estructura de fenocristales de cuarzo y plagioclasa sigue siendo reconocible.

Los datos de campo indican que estas rocas yacen en forma de potentes coladas sobre materiales calcoalcalinos anteriores. En el área de Rodalquilar probablemente estuviera su foco de emisión.

#### - ANDESITAS Y DACITAS ANFIBOLICAS

Alcanzan notable representación en el ámbito regional (particularmente en su mitad oriental) y son unos de los materiales más característicos del área del Cabo de Gata. Constituyen las "dacitas masivas" de SANCHEZ CELA (1968), en el área de Las Negras-Fernán Pérez; las "dacitas en masa" y en parte también las "andesitas en masa" de COELLO Y CASTAÑON (1965) de los alrededores de Carboneras; y las "andesitas anfibólicas"

de FUSTER, AGUILAR y GARCIA (1965).

Al microscopio presentan todas ellas textura porfídica generalmente seriada, con matriz que oscila desde microcristalina a casi vítrea. Están constiuidas por cantidades variables de cuarzo, plagioclasas, anfiboles y biotita. En menor proporción se encuentran orto y clinopiroxenos, y como accesorios menores comunes aparecen minerales opacos, apatito y circón.

El cuarzo se encuentra en cristales casi siempre redondeados o ameboides, con corrosiones marginales. Los fenocristales pueden ser desde muy numerosos a inexistentes o muy escasos, según se trate de dacitas o andesitas. Con frecuencia pueden estar también explosionados.

El origen del vulcanismo neógeno del sureste de España ha sido objeto de varias hipótesis e investigaciones recientes. Con el desarrollo de la moderna teoría de la tectónica de placas se le ha supuesto relacionado con procesos de subducción de edad miocena.

Otras hipótesis han relacionado este vulcanismo con el aporte de energía térmica que representaría el proceso de oceanización del Mediterráneo occidental (provocado por diapirismo del manto) (Van BEMMECEN, 1969, 1972 LOOMIS, 1975).

#### 4.4.3.- Toma de muestras

Se han tomado 67 muestras superficiales en la zona de CABO DE GATA - LOS ESCULLOS y 65 en la zona de CARBONERAS - RODALQUILAR.

Las referencias geográficas consiguientes de cada toma

de muestra están consignadas en los planos n<sup>os</sup> 13 y 14 respectivamente.

#### 4.4.4.- Análisis Químicos

Los análisis químicos practicados a las muestras tomadas en la zona de CABO DE GATA-LOS ESCULLOS son los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F	% H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	% H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
Nº 10	48,15	11,50	8,10	615	5,70	3,20	1,10	1,68	5,60	-	-
Nº 11	47,90	11,65	7,98	710	5,50	3,40	1,20	1,71	5,64	-	-
Nº 14	46,75	12,90	8,30	684	6,15	3,58	1,10	1,54	6,80	-	-
Nº 15	47,10	12,21	8,14	740	6,20	3,70	1,21	1,62	6,74	-	-
Nº 16	60,28	16,38	5,47	601	5,31	2,88	1,30	2,32	5,81	-	-
Nº 16'	61,10	16,18	5,71	611	5,41	2,77	1,21	2,22	5,75	-	-
Nº 17	60,21	16,80	5,02	430	4,60	2,68	1,20	2,40	6,84	-	-
Nº 18	60,34	15,59	5,15	503	7,47	1,99	2,67	3,23	2,81	1,20	1,16
Nº 18'	60,81	15,43	5,22	520	6,88	2,10	2,70	3,31	2,54	1,18	1,14
Nº 19	49,70	12,81	6,70	625	5,68	3,40	1,12	1,70	5,85	-	-
Nº 19''	48,15	13,62	6,40	640	5,81	3,51	1,20	1,55	6,10	-	-
Nº 20	63,10	14,88	3,41	778	3,90	2,71	3,28	2,38	6,29	-	-
Nº 20'	62,65	14,78	3,59	815	3,92	2,82	3,13	2,40	6,22	-	-
Nº 21	61,82	14,60	3,99	810	4,48	1,66	3,01	2,97	6,25	-	-
Nº 22	63,15	14,20	3,61	818	4,50	1,70	3,15	2,81	6,38	-	-
Nº 22'	61,80	14,71	3,49	790	4,41	1,80	3,08	2,86	6,31	-	-
Nº 23	64,64	14,27	2,79	811	4,06	1,66	2,41	2,38	5,68	-	-

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.p.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F	% H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	% H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
Nº 23'	65,60	15,05	2,19	841	4,20	1,51	3,61	2,10	5,71	-	-
Nº 24	63,00	13,35	5,75	839	3,71	1,91	3,19	1,55	6,66	-	-
Nº 24"	63,10	13,18	5,71	855	3,75	2,08	3,20	1,41	6,93	-	-
Nº 25	62,71	13,89	5,10	870	3,91	2,11	3,48	1,54	7,10	-	-
Nº 26	65,93	14,25	3,51	820	2,68	1,60	3,52	3,41	4,80	-	-
Nº 26'	64,10	14,71	3,60	850	2,71	1,66	3,71	3,33	4,38	-	-
Nº 26"	64,87	14,41	3,48	860	2,81	1,55	3,81	3,27	4,16	-	-
Nº 27	66,18	14,40	3,60	865	2,91	1,89	3,48	3,38	4,35	-	-
Nº 28	58,80	15,30	3,89	576	3,25	2,35	1,25	2,08	12,05	-	-
Nº 28'	57,90	15,28	3,75	568	3,21	2,39	1,29	2,10	11,90	-	-
Nº 29	49,81	13,10	6,85	630	5,15	3,21	1,55	1,89	5,90	-	-
Nº 32	65,00	12,59	1,43	503	1,12	1,49	3,07	4,31	-	4,59	4,70
Nº 33	63,00	15,86	4,29	323	2,15	1,98	6,00	3,10	-	1,74	1,92
Nº 40	53,71	14,81	5,83	771	4,91	2,83	1,50	1,14	6,81	-	-
Nº 41	54,80	15,10	6,71	815	5,22	2,15	1,31	1,08	9,84	-	-
Nº 42	67,20	12,08	1,00	219	0,90	0,49	4,29	3,91	-	5,71	5,14
Nº 43	67,08	12,60	1,71	1.084	0,18	2,48	7,45	2,96	-	2,86	1,69
Nº 102	49,30	18,70	6,95	971	1,47	1,60	2,09	4,46	-	9,91	7,87
Nº 103	49,80	20,80	7,15	968	2,14	2,15	1,77	3,68	-	10,79	7,15
Nº 104	48,70	20,61	7,82	984	2,22	2,08	1,79	3,15	-	11,66	6,85
Nº 107	49,10	20,50	7,71	971	2,31	2,05	1,61	3,21	-	11,81	7,16

Los análisis químicos practicados a las muestras tomadas en la zona de CARBONERAS - RODALQUILAR son los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.p.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F	% H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	% H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
Nº 44	63,91	15,42	4,43	297	6,45	1,32	2,07	2,83	-	1,11	0,92
Nº 45	63,80	15,47	5,72	348	0,56	0,49	6,02	2,02	-	2,13	1,15
Nº 46	62,50	17,11	5,29	477	4,79	1,65	2,95	2,96	-	2,13	1,15
Nº 47	63,50	14,38	3,14	581	4,69	2,48	1,83	3,10	-	3,64	2,05
Nº 49	67,50	16,26	2,57	348	0,37	0,49	6,80	2,02	-	2,53	1,05
Nº 50	60,50	17,58	4,14	981	6,98	1,32	2,62	3,37	-	1,18	0,71
Nº 51	59,80	14,20	1,47	870	1,00	0,70	5,89	6,83	-	7,49	8,11
Nº 53	58,75	14,89	2,41	885	1,35	0,68	6,01	7,01	-	6,91	7,84
Nº 54	64,40	16,70	5,40	7.110	0,51	2,61	6,21	1,71	-	3,60	1,30
Nº 55	63,80	15,47	5,72	6.326	0,56	2,32	6,02	1,61	-	3,40	1,21
Nº 56	67,50	16,26	2,57	348	0,37	0,49	6,80	2,02	-	2,53	1,05
Nº 64	63,10	15,80	5,81	3.135	0,48	2,31	6,50	1,81	-	2,25	1,10
Nº 75	63,91	15,10	4,10	485	4,55	1,32	3,72	3,28	-	0,91	0,71
Nº 85	62,50	15,58	4,43	439	2,65	1,38	2,74	2,43	-	3,51	2,89
Nº 86	60,80	15,12	4,29	671	4,11	2,65	2,84	2,29	-	3,51	2,89
Nº 87	62,50	17,11	5,29	477	4,79	1,65	2,95	2,96	-	2,13	1,15
Nº 88	71,00	14,02	1,43	129	0,90	1,16	4,36	3,10	-	2,07	2,38
Nº 89	69,70	12,53	1,71	219	1,54	0,49	4,73	3,23	3,28	-	-
Nº 90	56,10	13,37	9,00	1.484	6,96	5,47	1,07	2,42	4,68	-	-
Nº 90'	55,68	14,10	8,75	1.380	6,58	5,70	1,10	3,21	4,88	-	-
Nº 91	48,55	17,26	6,92	229	6,62	4,97	3,28	2,28	-	6,68	4,26
Nº 92	64,50	14,17	1,71	658	1,47	1,98	2,64	2,83	-	6,04	5,10

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.p.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F	% H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	% H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
Nº 93	65,86	14,40	4,00	439	4,55	1,32	3,72	3,23	-	0,86	0,66
Nº 94	60,93	15,49	5,14	748	5,53	2,48	2,14	2,83	-	2,39	0,47
Nº 95	62,40	14,95	5,29	852	5,53	2,65	1,74	2,56	-	3,54	1,74
Nº 96	67,50	14,65	2,86	529	3,79	1,32	2,90	2,83	-	3,66	0,79
Nº 97	55,00	18,55	6,14	542	8,51	3,31	1,42	2,56	-	1,73	2,82
Nº 98	46,25	14,44	11,86	1.601	8,84	8,78	1,80	3,64	-	1,62	0,66
Nº 99	50,14	16,87	9,72	1.045	8,74	3,31	1,81	2,69	-	3,16	1,92
Nº 100	46,02	13,40	12,29	1.665	8,00	9,61	1,96	3,39	-	2,83	1,83

#### 4.4.5.- Estudios Petrográficos

Dada la extensión que ocupan los materiales volcánicos de ambas zonas, y con el aspecto de tenerlos identificados a todos ellos se han enviado al laboratorio un gran número de muestras cuyos respectivos estudios se exponen a continuación.

#### MUESTRA Nº 12

##### Textura

Porfídica con matriz criptocristalina.

##### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, mineral de arcilla, hornblenda.

Componentes accesorios: biotita, opaco, m. de hierro, carbonato, apatito.

### Observaciones

Numerosos fenocristales de plagioclasa y en menor proporción, anfíboles, que flotan en una matriz constituida por productos arcilloso-micáceos criptocristalinos.

La plagioclasa es idiomórfica y está zonada. El anfíbol es hornblenda con paleocroismo amarillo a verde aceituna, es también idiomórfica y está maclada.

### Clasificación

ANDESITA ANFIBOLICA.

### MUESTRA Nº 14

### Textura

Porfídica hipocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, m. arcilla.

Componentes accesorios: apatito, m. de hierro, opaco.

### Observaciones

Se observan los fenocristales de plagioclasa muy alterados, matriz con productos arcillosos, muestra similar a la nº 12

### Clasificación

ANDESITA ANFIBOLICA MUY ALTERADA.

MUESTRA Nº 15

Roca rojiza.

Textura

Porfídica criptocristalina

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio alterado, plagioclasas pseudomorfoseadas, máficos alterados y biotita.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: Feldespato potásico, cuarzo, minerales opacos y alunita.

Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos de plagioclasas totalmente reemplazados por feldespato potásico. Máficos transformados en minerales opacos. Láminas aisladas de biotita. Matriz dominante, criptocristalina, con intensa feldespatización y silicificaciones diseminadas.

Clasificación

ANDESITA BIOTITICA - ANFIBOLICA FELDESPATIZADA Y SILICIFICADA.

MUESTRA Nº 17

Roca gris, bastante vítrea.

Textura

Porfídica microcristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: matriz desvitrificada, plagioclasas alteradas, biotita, máficos alterados y cuarzo.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: calcita, feldespato potásico, sericita, cloritas y opacos.

Alteraciones

Hidrotermal intensa.

Observaciones

Fenocristales de cuarzo corroído y de biotita. Plagioclasas residuales reemplazadas parcialmente a feldespato potásico. Máficos sustituidos por calcita y minerales opacos. Matriz microcristalina por alteración y desvitrificación, transformada en un mosaico sericítico-clorítico-feldespático.

Clasificación

DACITA BIOTITICA CARBONATADA Y FELDESPATIZADA

MUESTRA Nº 18

Roca casi negra. Fenocristales de plagioclasa y piroxeno muy pequeños.

Textura

Porfídica seriada hialopilitica.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, vidrio y broncita.

Componentes accesorios: augita, minerales opacos hornblenda palida y apatito.

Componentes secundarios: calcita.

Observaciones

Fenocristales heterométricos de plagioclasas idiomorfas o fragmentarias, con zonación oscilatoria muy acusada. Prismas de ortopiroxeno y de augita maclada y zonada. Matriz formada por numerosos microlitos plagioclásicos, con vidrio intersticial.

Clasificación

ANDESITA BASALTICA ORTOPIROXENICA

MUESTRA Nº 19

Roca rojiza algo alterada.

Textura

Porfídica microcristalina

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, anfíbol y clinopiroxeno.

Componentes accesorios: ortopiroxeno, minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: biotita, calcita, serpentinas, jarosita y sericita.

Alteraciones

Hidrotermal - neumatolítica intensa.

Observaciones

Fenocristales de tamaño medio de plagioclasas, anfíboles y piroxenos. Matriz dominante, de grano muy fino, rica en plagioclasa. Plagioclasas pseudomórficas a sericita, calcita y jarosita. Clinopiroxenos parcialmente retromórficos a calcita y biotita. Anfíboles transformados totalmente en biotita y serpentinas.

Clasificación

ANDESITA PIROXENICO - ANFIBOLICA ALTERADA.

MUESTRA Nº 19'

Roca verdosa, con flamas.

Textura

Porfídica, micro a criptocristalina, fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, máficos, seudomorfosea  
dos, y vidrio alterado.

Componentes accesorios: opacos y apatito.

Componentes secundarios: sericita, cloritas, feldespato potásico, minerales opacos, cuarzo.

Observaciones

Fenocristales alterados y fluidales de plagioclasas par  
cialmente reemplazadas por sericita y feldespato potásico. Seu  
domorfos cloríticos serpentínicos de antiguos máficos. Matriz  
vitrea alterada a un agregado sericítico-clorítico-plagioclásico. Fragmentos de vulcanita también alterada.

Clasificación

ANDESITA IGNIMBRITICA ALTERADA Y FELDESPATIZADA

MUESTRA Nº 19"

Roca gris con fenocristales pequeños de plagioclasa.

Textura

Porfídica hipocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, máficos retro mórficos y vidrio.

Componentes accesorios: Minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: calcita, cloritas, sericita, cuarzo y zircón.

Alteraciones

Hidrotermal moderada a intensa.

Observaciones

Fenocristales de plagioclasas y máficos. Plagioclasas residuales, parcialmente transformadas en sericita, cloritas y carbonatos, con desarrollo de zircónes secundarios. Máficos cloritizados y silicificados. Matriz vítrea, con microlitos tabulares alterados.

Clasificación

ANDESITA SILICIFICADA, CARBONATADA Y CLORITIZADA.

MUESTRA Nº 19"

Roca clástica grano grueso a medio.

Textura

Porfídica criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas y máficos alterados y vidrio.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: feldespato potásico, cuarzo, minerales opacos y cloritas.

Observaciones

Microfenocristales de plagioclasas hipidiomorfas reemplazadas por feldespato potásico. Cristales esqueléticos de máficos transformados en minerales opacos con o sin cloritas. Matriz vitrea, alterada, con silicificaciones y feldespatización.

Clasificación

ANDESITA FELDESPATIZADA Y SILICIFICADA.

MUESTRA Nº 24

Roca rojiza cuarcífera, con flamas.

Textura

Porfídica hipocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, vidrio y plagioclasas.

Componentes accesorios: biotita.

Componentes secundarios: óxidos de hierro, minerales opacos, feldespatos potásico.

Alteraciones

Hidrotermal - neumatolítica intensa.

Observaciones

Cuarzo porfídico, idiomorfo o redondeado y con numerosas corrosiones. Plagioclasas de menor tamaño, fuertemente feldespatizadas e hipidiomorfos. Láminas aisladas de biotita. Matriz vítrea, con intensas silicificaciones e impregnaciones ferruginosas.

Clasificación

DACITA BIOTITICA ALTERADA.

MUESTRA Nº 26

Roca muy clara, porosa, con marcado flujo.

Textura

Porfídico microcristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, vidrio alterado y cuarzo.

Componentes accesorios: biotita y/o anfiboles alterados y apatito.

Componentes secundarios: calcita, sericita, cuarzo y cloritas.

Alteraciones

Hidrotermal intensa.

Observaciones

Plagioclasas porfídicas sericitizadas parcialmente. Restos cloritizados de probables biotitas. Secciones basales de anfiboles reemplazados por cuarzo y calcita. Matriz vítrea alterada, con restos de estructuras perlíticas.

Clasificación

DACITA BIOTITICA SILICIFICADA Y CARBONATADA.

MUESTRA Nº 26'

Roca granuda piroclástica.

Textura

Piroclástica.

Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo y plagioclasas alteradas.

Componentes accesorios: máficos alterados.

Componentes secundarios: chert, óxidos de hierro, minerales opacos, feldespatos potásicos, alunita y clorita.

Alteraciones

Hidrotermal-neumatolítica intensa.

Observaciones

Fenocristales redondeados, explosionados o fragmentarios y angulosos de cuarzo. Plagioclasas de bordes redondeados, a veces fragmentarias, alunitizadas o feldespatizadas. Seudomorfo<sub>s</sub> cloríticas de anfíboles o biotita. Matriz silicificada, feldespatizada e impregnada de óxidos de hierro.

Clasificación

TOBA DACITICA ALTERADA.

MUESTRA Nº 26"

Roca gris-rojiza con fenocristales de plagioclasa.

Textura

Porfídica criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasas, máficos alterados y matriz desvitrificada.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: calcita, cuarzo, minerales opacos y sericita.

Alteraciones

Hidrotermal intensa.

Observaciones

Plagioclasas hipidiomorfos zonadas, parcialmente alteradas a sericita y calcita. Cuarzo porfídico, con forma ameboide e inclusiones de máficos alterados. Cristales esqueléticos de anfíboles y piroxenos reemplazados por minerales opacos, calcita y cuarzo. Mesostasis criptocristalina por desvitrificación.

Clasificación

DACITA PIROXENICO-ANFIBOLICA ALTERADA.

MUESTRA Nº 28

Roca deleznable gris-rojiza, de grano muy fino.

Textura

Piroclástica.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio alterado, plagioclasas y cuarzo.

Componentes accesorios: anfiboles y/o biotita alterados, clinopiroxenos y apatito.

Componentes secundarios: sericita y cuarzo.

Alteraciones

Sericitización y silicificación de la pasta.

Observaciones

Microfenocristales, con frecuencia fragmentarios de plagioclasas y cuarzo. Máficos pequeños oxidados. Microlitos de clinopiroxeno. Matriz desvitrificada, criptocristalina, con alto porcentaje cuarzo-sericítico y estructura afieltrada.

Clasificación

CINERITA DACITICA.

MUESTRA Nº 31

Roca rojiza algo alterada.

Textura

Porfídica hipocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, vidrio y máfi  
cos alterados.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: alunita, cloritas, serpentinas y cuar  
zo.

Alteraciones

Hidrotermal total.

Observaciones

Microfenocristales plagioclásicos parcial o totalmente alterados a alunita. Minerales máficos sustituidos por clorita y, algunas secciones basales de piroxeno, por cuarzo. Matriz vítrea con débiles fenómenos de polarización.

Clasificación

ANDESITA ALTERADA.

MUESTRA Nº 31'

Roca rojiza algo alterada.

Textura

Porfídica hipocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, vidrio y máfi  
cos alterados.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: alunita, cloritas, serpentinas y cuar  
zo.

Alteraciones

Hidrotermal total.

Observaciones

Microfenocristales plagioclásicos parcial o totalmente alterados a alunita. Minerales máficos sustituidos por cloritas y, algunas secciones basales de piroxeno, por cuarzo. Matriz vítrea con débiles fenómenos de polarización.

Clasificación

ANDESITA ALTERADA.

MUESTRA Nº 32'

Roca clara, tobácea, porosa.

Textura

Piroclástica aglomerática.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio y plagioclasas.

Componentes accesorios: clinopiroxeno, ortopiroxeno, hornblenda parda.

Componentes secundarios: clastos andesíticos.

Observaciones

Fragmentos angulosos de cristales de plagioclasa y de piroxenos y anfíboles unidos por una matriz vítrea con estructuras perlíticas o de flujo intenso. Fragmentos de andesitas piroxénicas o andesitas plagioclásicas, todos ellos con matriz hialopilitica.

Clasificación

TOBA ANDESITICA.

MUESTRA Nº 33

Roca gris-crema con fenocristales de feldespato y biotita y anfibol.

### Textura

Porfídica criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, biotita, hornblenda, minerales opacos y cuarzo.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: cloritas, serpentinas, alunita, calcita y calcedonia.

### Alteraciones

Hidrotermal moderada a débil.

### Observaciones

Plagioclasas porfídicas, heterométricas, zonadas con diferente intensidad de reemplazamiento por calcita y alunita. Fenocristales de anfíbol parcialmente alterado a cloritas y serpentinas, y de biotita en placas. Cuarzo porfídico escaso, generalmente redondeado y corroído. Matriz dominante, cripto a microcristalina, fundamentalmente cuarzo-plagioclásica. Pequeñas estructuras concrecionales de calcedonia.

### Clasificación

DACITA ANDESITICA BIOTITICA - ANFIBOLICA.

MUESDTRA N° 34'

Roca gris rojiza. Grano más bien fino, algo porfídica.

Textura

Porfídica pilotáxica fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, matriz criptocristalina, broncita, augita.

Componentes accesorios: minerales opacos.

Componentes secundarios: moscovita y hornblenda pálida.

Alteraciones

Retromorfismo de plagioclasa a moscovita y de augita a hornblenda pálida.

Observaciones

Fenocristales idio o hipidiomorfos de plagioclasa con zonado oscilatorio intenso y frecuentes inclusiones en el núcleo de placas de moscovita. Piroxenos prismáticos. Augita maclada y con transformaciones marginales a hornblenda. Matriz dominante, formada por material criptocristalino y numerosos microlitos de plagioclasa y de los dos piroxenos.

Clasificación

BASALTO ANDESITICO PIROXENICO MOSCOVITIZADO.

MUESTRA Nº 35

Roca gris. Fenocristales de anfíbol.

Textura

Porfídica seriada hialopilitica.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, hornblenda y vidrio.

Componentes accesorios: biotita, minerales opacos, y apatito.

Componentes secundarios: calcita.

Observaciones

Plagioclasas zonadas oscilatoriamente, heterométricas, con inclusiones vítreas rectangulares y alteración parcial de algunos núcleos de calcita. Prismas de hornblenda parda, láminas escasas de biotita. Flujo casi imperceptible. Matriz en parte vítrea y con numerosos microlitos submicroscópicos.

Clasificación

ANDESITA HORNBLENDICA CON BIOTITA.

MUESTRA Nº 36'

Roca gris-rojiza. Fenocristales de anfíbol algo alterados.

### Textura

Glomeroporfídica seriada, criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa y broncita.

Componentes accesorios: augita y minerales opacos.

Componentes secundarios: productos de alteración del vidrio, moscovita según plagioclasa y serpentina según piroxenos.

### Alteraciones

Desvitrificación incipiente de la matriz.

### Observaciones

Plagioclasas tabulares o idiomorfas, muy netamente zonadas, con inclusiones vítreas rectangulares y tamaño máximo de 2 mm. Piroxenos muy prismáticos, algo menores que las plagioclasas. Se presentan aislados, agrupados o en acumulados. Matriz dominante, criptocristalina. Desvitrificación con numerosos microfenocristales de plagioclasa y escasos de piroxeno. Clinopiroxeno muy escaso. Moscovita retromórfica de plagioclasa.

### Clasificación

ANDESITA ORTOPIROXENICA MOSCOVITIZADA.

MUESTRA Nº 37

Roca gris. Fenocristales anfibólicos alterados.

Textura

Porfídica criptocristalina fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas y hornblenda.

Componentes accesorios: minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: cuarzo, carbonatos y clorita.

Alteraciones

Hidrotermal intensa.

Observaciones

Fenocristales de plagioclasas carbonatadas o silicificadas. Prismas orientados de hornblenda. Matriz criptocristalina, no identificable, con microlitos fluidales y núcleos irregulares de silicificación.

Clasificación

ANDESITA HORNBLENDICA SILICIFICADA Y CARBONATADA.

MUESTRA Nº 38

Roca porosa, estratificada, silicificada (probablemente).

Textura

Porfídica, criptocristalina, fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasas y cuarzo.

Componentes accesorios: biotita, minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: chert, cloritas y sericita.

Alteraciones

Desvitrificación parcial de la pasta.

Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos de plagioclasas algo zonadas, escasas y de cuarzo explosionado. Láminas orientadas de biotita. Matriz dominante, con fuertes estructuras de flujo y parcialmente desvitrificada a sericita, cloritas y chert.

Clasificación

TOBA DACITA BIOTITICA.

MUESTRA Nº 39

Roca blanca, porosa, deleznable. Grano grueso.

Textura

Vitrofidica, perlítica, fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio

Componentes accesorios: plagioclasas y cuarzo.

Componentes secundarios: . . .

Observaciones

Matriz vítrea muy dominante, con numerosas perlitas y estructuras de flujo muy marcado, en la que se observa débiles fenómenos de desvitrificación. Fenocristales escasos y pequeños de cuarzo y plagioclasas.

Clasificación

VITROFIDO DACITICO

MUESTRA Nº 40

Roca clástica grano fino a medio.

### Textura

Porfídica criptocristalina fluidal.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas y vidrio.

Componentes accesorios: biotita, cuarzo, minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: sericita y cloritas.

### Alteraciones

Desvitrificación silicea parcial de la pasta. Sericitización de plagioclasas y cloritización de micas de origen meteórico.

### Obsrvaciones

Fenocristales de plagioclasas hipidiomorfos y de biotita, ambas con disposición fluidal. Matriz dominante, parcialmente desvitrificada y con ligeras silicificaciones. Fragmentos de vulcanita de idéntica composición pero con matriz algo más desvitrificada.

### Clasificación

ANDESITA BIOTITICA.

### MUESTRA Nº 41

Roca negro-rojiza.

### Textura

Porfídica micro a criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas y anfíboles alterados.

Componentes accesorios: cuarzo y apatito.

Componentes secundarios: cuarzo, cloritas, alunita, óxidos de hierro, serpentinas y siderita.

### Alteraciones

Hidrotermal total.

### Observaciones

Plagioclasas porfídicas, hipidiomorfas, parcialmente alteradas a alunita y cloritas. Seudomorfos serpentínico - cloríticos de anfíboles u otros minerales máficos. Fenocristales esporádicos de cuarzo redondeado. Matriz dominante, formada por un agregado irregular de los minerales secundarios. Zonas de silicificación alrededor de cristales de cuarzo y de anfíboles alterados.

### Clasificación

(CUARZO) ANDESITA ANFIBOLICA ALTERADA.

## MUESTRA Nº 42

Roca gris-crema con fenocristales de feldespato, biotita y anfíbol.

### Textura

Porfídica micro a criptocristalina serizada.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, hornblenda verde y biotita.

Componentes accesorios: piroxenos alterados, minerales opacos, cuarzo y apatito.

Componentes secundarios: alunita, calcita, cloritas, serpentinas y cuarzo.

### Alteraciones

Hidrotermal parcial.

### Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos de plagioclasas y hornblenda con grado de alteración variable. Láminas hetrométricas de biotita. Seudomorfos serpentínico-cloríticos de probables piroxenos. Matriz dominante, criptocristalina, en parte cuarzo-feldespática.

### Clasificación

ANDESITA BIOTITICA HORNBLENDICA

MUESTRA Nº 43

Roca gris-crema con fenocristales de feldespato y biotita y anfibol.

Textura

Porfídica micro a criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, hornblenda verde, biotita y cuarzo.

Componentes accesorios: piroxenos alterados y apatito.

Componentes secundarios: cloritas, serpentinas, calcita, alunita y cuarzo.

Alteraciones

Hidrotermal parcial.

Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos de plagioclasas, hornblenda y biotita. Frecuentes reemplazamientos de todos ellos por los productos secundarios. Secciones basales de posibles piroxenos alterados a cloritas. Microfenocristales de cuarzo, con frecuencia redondeados.

Clasificación

(CUARZO) ANDESITA HORNBLENDICA BIOTITICA.

MUESTRA Nº 44

Textura

Hipocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasas, hiperstena, augi  
ta.

Componentes accesorios: Cordierita, espinela, opacos, apatito.

Componentes secundarios:

Observaciones

Microfenocristales idiomorfos de plagioclasas zonadas y de ambos piroxenos en igual proporción. Matriz dominante, muy vítrea y con pequeños microlitos de plagioclasa. Existe un en clave de plagioclasa y espinela con cordierita formado por meta morfismo térmico de alto grado.

Clasificación

ANDESITA PIROXENICA.

MUESTRA Nº 47

Roca ignimbrítica pocas flamas muy estiradas. Manto erosionado.

Textura

Tobácea (porfídica criptocristalina).

### Composición Mineralógica

Componentes principales: Cuarzo, plagioclasa.

Componentes accesorios: Biotita, opacos, apatito.

Componentes secundarios: Minerales sericiticos-cloríticos de desvitrificación.

### Observaciones

Fenocristales corroidos o fragmentarios de cuarzo y plagioclasas. Láminas aisladas de biotita. Matriz fluidal criptocrystalina, desvitrificada, no identificable por métodos ópticos comunes.

### Clasificación

TOBA DACITICA.

### MUESTRA Nº 48'

Roca ígnea. Canto de aglomerado.

### Textura

Porfídica pilotáxica.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, hornblenda alterada, augita y vidrio.

Componentes accesorios: cuarzo, ortopiroxeno y apatito.

Componentes secundarios: minerales opacos según la hornblenda.

### Observaciones

Plagioclasas hipidio o idiomorfas, heterométricas, zonadas, a veces fragmentarias y con inclusiones vitreás concéntricas. Anfiboles grandes, prismáticos, alterados, con inclusiones de plagioclasas. Prismas pequeños de augita, aislados o agrupados. Se observa un fenocristal de cuarzo. Ortopiroxeno incluido en plagioclasa. Matriz formada por numerosos microlitos o microfenocristales de plagioclasa, anfíbol y piroxeno, con vidrio muy escaso.

### Clasificación

(CUARZO) ANDESITA ANFIBOLICA - AUGITICA.

### MUESTRA Nº 56

Roca detrítica con estratificación "gradada".

Base del manto ignimbrítico o colada sobre una alterada

### Textura

Porfídica microcristalina, aglomerática, fluidal.

### Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasas, biotita.

Componentes accesorios: opacos, feldespatos potásicos, apatito.

Componentes secundarios: alunita, jarosita, óxidos de hierro, cloritas.

### Alteraciones

Desvitrificación del vidrio. Transformaciones neumatolíticas hidrotermales de los fenocristales de plagioclasas y máficos.

### Observaciones

Fragmentos redondeados de dacita microcristalina. Fenocristales enteros o rotos de cuarzo y plagioclasas alteradas. Láminas de biotita curvadas y con tendencia a una orientación de flujo que confiere a la roca un carácter ignimbrítico. Matriz microcristalina confiere a la roca un carácter ignimbrítico. Matriz microcristalina, muy silícea, desvitrificada y con abundantes óxidos de hierro.

DACITA BIOTITICA IGNIMBRITICA.

### MUESTRA Nº 56'

Roca centimétrica, con flamas.

Base del complejo ignimbrítico dacítico

### Textura

Porfídica hipocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa e hiperstena.

Componentes accesorios: augita, opacos, apatito.

Componentes secundarios: óxidos de hierro, clorita.

### Observaciones

Cristales angulosos de cuarzo y fenocristales de feldes<sub>pat</sub>o y plagioclasas alteradas. Matriz silicea criptocristalina con lechos sericíticos o cloríticos dispuestos fluidalmente.

### Clasificación

TOBA DACITA IGNIMBRITICA.

### MUESTRA Nº 58

Roca gris rojiza. Grano fino. Porfídica (algo) de fenocristales de plagioclasa.

### Textura

Porfídica criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas y anfiboles y piroxenos alterados.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: alunita, sericita, cloritas, serpentinas, minerales opacos y feldespato potásico.

### Alteraciones

Hidrotermal total.

### Observaciones

Microfenocristales de plagioclasas y de minerales máficos alterados. Los primeros transformados en alunita y/o sericita. Los máficos (anfíboles o piroxenos) se han alterado a serpentinas y cloritas. En la matriz, principalmente sericítico-clorítica-alunítica se observan venillas irregulares de feldespaticización.

### Clasificación

ANDESITA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 59

Roca gris rojiza. Grano fino. Porfídica (algo) de fenocristales de plagioclasa.

### Textura

Porfídica microcristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, cuarzo, anfíboles y probables piroxenos alterados.

Componentes accesorios: biotita y apatito.

Componentes secundarios: minerales opacos, cuarzo, alunita y feldespato potásico.

### Alteraciones

Hidrotermal parcial selectiva.

### Observaciones

Plagioclasas porfídicas, parcialmente alteradas a alunita o ligeramente feldespatizadas, Secciones basales de anfíboles transformadas en minerales opacos. Otras están algo silicificadas y parecen ser de piroxenos. Cuarzo porfídico, grande redondeado, con numerosas corrosiones o inclusiones redondeadas alteradas. Matriz de grano muy fino, en parte silíceo y feldespatizada.

### Clasificación

DACITA ANFIBOLICA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 61

Roca gris fina. Niveles (tobáceos?).

### Textura

Piroclástica.

### Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita.

Componentes accesorios: cloritas, óxidos de hierro.

Componentes secundarios: calcita, sericita.

### Alteraciones

Clorita de biotita. Feldespatización tardimagmática de plagioclasas.

### Observaciones

Fenocristales (o fragmentos de ellos) de cuarzo y plagioclasas. Láminas de biotita curvadas y fluidales. Matriz algo más escasa que los fenocristales, de carácter micro a criptocristalino y composición cuarzo-micácea-feldespática.

### Clasificación

TOBA CRISTALINA RIODACITICA.

### MUESTRA Nº 62

Roca rojo violácea, con fenocristales abundantes de plagioclasa. Colada.

### Textura

Porfídica hipocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, vidrio.

Componentes accesorios: cuarzo, piroxenos alterados, opacos, apatito.

Componentes secundarios: calcita, cloritas, sericita.

### Alteraciones

Grado elevado. Hidrotermal y meteorica. Seudomorfosis de plagioclasas por calcita y sericita y de piroxenos por cloritas.

### Observaciones

Fenocristales menores de 1 mm, hipidiomorfos seudomorfos, de plagioclasa y piroxenos. Matriz dominante, muy vítrea y con numerosos microlitos tabulares y semiorientados de plagioclasas y de máficos transformados en opacos.

### Clasificación

ANDESITA PIROXENICA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 63

Roca "conglomerática" gris verdosa.

Nivel estratificado, asociados a otros tobáceos.

### Textura

Piroclástica (aglomerática tobácea).

### Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasas, máficos alterados.

Componentes accesorios: opacos, apatitos.

Componentes secundarios: carbonatos, micas blancas, calcedonia.

### Alteraciones

Desvitrificación y alteración hidrotermal intensas.

### Observaciones

Fragmentos redondeados de chert volcánicos o de dacita microporfídica muy alterada. Fenocristales de cuarzo o plagioclasa, con frecuencia fragmentarios. Matriz silícea desvitrificada, con abundantes carbonatos.

### Clasificación

TOBA DACITICA ALTERADA.

MUESTRA Nº 64

Roca blanca y rojiza.

Roca alterada.

### Textura

Microporfídica microcristalina, tobácea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasas, opacos.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: Sericita, alunita, minerales del grupo de la arcilla no identificables microscópicamente.

### Alteraciones

Intensas transformaciones de las plagioclasas y desvitrificación.

### Observaciones

Fragmentos pequeños y escasos de cuarzo anguloso. Seudomorfos micáceos de antiguas plagioclasas. Matriz criptocristalina muy dominante y en parte silícea. Se observa un cierto flujo en la disposición de los minerales.

### Clasificación

TOBA ALTERADA.

MUESTRA Nº 65

Roca lávica aglomerática.

Manto aglomerático.

Textura

Agglomerática. Porfídica criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, hornblenda y cuarzo.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: alunita, anfíbol incoloro, minerales opacos y calcita.

Alteraciones

Hidrotermal parcial.

Observaciones

Fragmentos redondeados, de 5 mm de tamaño medio de dacitas hornbléndicas constituidas por fenocristales de plagicclasas hipidiomorfas alunitizadas y carbonatadas, de hornblenda pardo -verdosa y de cuarzo redondeado o idiomorfo, corroído, que están rodeadas por una mesostasis criptocristalina. La toba muestra las mismas características que los fragmentos de roca, con la diferencia de que los cristales de cuarzo son fragmentarios y angulosos y la hornblenda sufre un proceso de despigmentación que la convierte en incolora o verde muy palido.

Clasificación

DACITA HORNBLENDICA AGLOMERATICA.

MUESTRA Nº 66

Roca verdosa alterada.

Coladas potentes.

Textura

Porfídica Vítreo.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasas, hornblenda, cuarzo, biotita.

Componentes accesorios: clinopiroxeno, opacos, apatito.

Componentes secundarios: calcita, óxidos de hierro.

Alteraciones

Desvitrificación muy incipiente de la pasta.

Observaciones

Fenocristales idiomorfos de plagioclasas zonadas, con inclusiones vítreo y de hasta 4 mm de tamaño máximo. Cristales

de cuarzo de menor tamaño, explosionados o fragmentarios y con golfos de corrosión. Hornblenda parda prismática, con resorción en los bordes e inclusiones de plagioclasa o de clinopiroxeno. Láminas de biotita heterométricas. Pasta dominante, vítrea, con algunos esferulitos y flujo muy incipiente.

#### Clasificación

DACITA HORNBLENDICA-BIOTITICA.

#### MUESTRA Nº 79

#### Textura

Porfídica seriada microcristalina.

#### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, hornblenda, cuarzo y biotita.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: calcita, óxidos de hierro, sericita y feldespato potásico.

#### Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos y heterométricos de anfíboles oxidados periféricamente y de plagioclasas zonadas con reemplazamientos parciales por calcita o feldespato potásico. Cuarzo porfídico, a veces de gran tamaño, con forma redondeada o

exagonal y relleno de algunas fisuras por calcita y feldespatos potásicos. Matriz microcristalina, cuarzo-plagioclásica, con feldespaticizaciones y carbonataciones muy numerosas.

#### Clasificación

DACITA HORNBLENDICA BIOTITICA.

#### MUESTRA Nº 84

Roca gris con biotita y cordierita.

#### Textura

Porfídica seriada, hialopilitica, fluidal.

#### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, vidrio, biotita y cuarzo.

Componentes accesorios: ortopiroxeno, minerales opacos, clinopiroxeno y apatito.

Componentes secundarios: calcita.

#### Observaciones

Fenocristales hipidiomorfos de plagioclasa muy zonadas y tabulares. Láminas de biotita oscura con acusado flujo. Fenocristales de cuarzo agrietado y corroído. Acumulados o enclaves

de biotita y ortopiroxeno. Matriz criptocristalina, con microli-  
tos y parcialmente desvitrificada.

Clasificación

DACITA BIOTITICA CON PIROXENO.

MUESTRA Nº 85

Roca gris con biotita y cordierita.

Textura

Porfídica vítrea fluidal.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa, cordierita, bioti-  
ta, cuarzo.

Componentes accesorios: Eustatita, sillimanita, hornblenda,  
granate apatito, opacos, zircón, espi-  
nela.

Componentes secundarios: calcita.

Observaciones

Pasta vítrea, ligeramente dominante sobre los fenocrista-  
les y con algunos microlitos de plagioclasas y ortopiroxeno.  
Fenocristales idiomorfos, generalmente pequeños de plagioclasas  
zonadas y de cordierita maclada conteniendo esta inclusiones  
de sillimanita y espinela. Biotita heterométrica, con disposi-

ción fluidal. Cuarzo redondeado y fragmentario , escaso, casi en los límites de las composiciones andesíticas. Prismas diseminados y escasos de espinela. Enclaves de diorita anfibólica formados por plagioclasas y pequeños prismas de una hornblenda muy pálida.

### Clasificación

DACITA CORDIERITICA BIOTITICA.

### MUESTRA Nº 86

### Textura

Porfídica hipocristalina a hialopilitica fluidal.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, vidrio, biotita y cuarzo.

Componentes accesorios: cordierita, granate, clinopiroxeno, sillimanita, minerales opacos, apatito.

Componentes secundarios: calcita.

### Observaciones

Plagioclasas idiomorfas, hipidiomorfas o fragmentarias, con dos o tres zonas principales de composición. Cuarzo alargado

do, de borde muy redondeados o corroidos y orientado según el flujo de la roca, lo mismo que las láminas de biotita, Cordierita idiomorfa, con maclas polisintéticas o exagonales e inclusiones de sillimanita. Granate heterométrico, escaso, diseminado, corroido. Clinopiroxeno en forma de agregados o en prismas fragmentarios aislados. Sillimanita también como inclusión en el cuarzo o en forma de agregados monominerales.

### Clasificación

DACITA BIOTITICA CORDIERITICA.

### MUESTRA Nº 87'

Roca calcárea con numerosos restos de fósiles.

Nivel interstratigráfico en formaciones volcánicas.

### Textura

Porfídica criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasas y hornblenda.

Componentes accesorios: Opacos, cuarzo, apatito.

Componentes secundarios: jarosita.

### Alteraciones

Hidrotermal, desvitrificación de las pasta y jarosita.

### Observaciones

Plagioclasas intensamente zonadas, hipidio o idiomorfas, macladas, parcialmente alteradas, de 1 mm de tamaño medio. Hornblenda idiomorfa de mayor tamaño, con color verde intenso y maclas numerosas. Pasta dominante desvitrificada.

### Clasificación

ANDESITA HORNBLENDICA.

### MUESTRA Nº 89

### Textura

Porfidoclástica con matriz criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, sanidina, cuarzo, plagioclasa, p. arcilloso, micáceas.

Componentes accesorios: opaco, apatito, circón, m. de hierro.

### Observaciones

Está compuesta esencialmente por fragmentos vítreos de tamaños diversos, hasta de 1 cm. En segundo orden en abundancia aparecen los facioclastos de cristales: sanidina, cuarzo y escasa plagioclasa. La matriz ocupa aproximadamente el 30% de la roca y es de composición arcillosa.

Químicamente se trata de una riolita potásica.

Clasificación

TOBA VITREA DE COMPOSICION RIOLITICA.

MUESTRA Nº 90

Roca gris alterada.  
Probablemente colada potente.

Textura

Tobácea microcristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, hornblenda, ortopiroxeno,  
vidrio, cuarzo y clinopiroxeno.

Componentes accesorios: opacos, apatito.

Componentes secundarios: calcita, m. opacos.

Observaciones

Fragmentos de pequeños cristales angulosos de todos los componentes esenciales. Pasta microcristalina formada por abundante cuarzo y algo de vidrio que presenta numerosas oquedades.

### Clasificación

TOBA DACITICA PIROXENICO-ANFIBOLICA.

### MUESTRA Nº 90'

Roca detrítica, grano grueso.

Gris clara.

### Textura

Microporfídica vítrea, fluidal.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasas, hornblenda, broncita y cuarzo.

Componentes accesorios: minerales opacos y apatito.

Componentes secundarios: calcita.

### Observaciones

Plagioclasas porfídicas, zonadas, generalmente xenomorfas y con frecuencia asociadas a cristales de calcita. Hornblenda y broncita en prismas mal desarrollados. Cuarzo redondeado, ameboides, más comunmente fragmentario. Matriz muy dominante, vítrea y con estructuras de flujo además de algunas perlitas aisladas.

MUESTRA Nº 91

Textura

Porfídica con matriz microcristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, hornblenda, m. de arcilla  
clilno piroxeno.

Componentes accesorios: apatito, opaco, cuarzo.

Observaciones

Los fenocsristales son de plagioclasa, anfíbol y piroxeno. De manera casual se ha hallado alguno de cuarzo. La matriz es microcristalina y está constituida por plagioclasa y un mineral criptocristalino de coloración púrpura.

Los fenocristales de plagioclasa son perfectamente idiomórficos, están maclados y presentan zonado oscilabrio muy marcado. La hornblenda es igualmente idiomórfica, de color verde (pleocroismo de amarillo a verde aceituna), está maclado y contiene inclusiones de plagioclasa y piroxeno.

Clasificación

ANDESITA PIROXENICO-ANFIBOLICA.

MUESTRA Nº 92

Textura

Porfidoclásica con matriz criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, m. anilloso, cuarzo, biotita, plagioclasa.

Componentes accesorios: sanidina, opaco, sericita, m. de hierro.

Observaciones

Parece estar constituida por fragmentos vítreos y de cristales de cuarzo, biotita, plagioclasa y sanidina. La matriz es vesicular, de composición igualmente vítrea y se halla en estado de desvitrificación a productos arcillosos criptocristalinos. Resulta complejo individualizar los fragmentos vítreos de lo que constituye matriz propiamente dicha.

Clasificación

TOBA VITREA DE COMPOSICION DACITICA.

MUESTRA Nº 93

Textura

Porfídica con matriz microcristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, cuarzo, hornblenda, biotita, feldespato potásico.

Componentes accesorios: carbonatos, m. de hierro, apatito.

### Observaciones

Los fenocristales de plagioclasa, cuarzo, anfíbol y biotita flotan en la pasta microcristalina que está compuesta básicamente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico. El cuarzo-fenocristal muestra golfos de corrosión muy marcados; el resto de los fenocristales tienen formas llamativamente idiomórficas.

### Clasificación

DACITA ANFIBOLICO-BIOTITICA.

MUESTRA Nº 94

### Textura

Porfídica con matriz vítrea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, vidrio, hornblenda, biotita.

Componentes accesorios: piroxeno, cuarzo, opaco, apatito.

### Observaciones

En una matriz vítrea de color amarillo claro, destacan el resto de los componentes, como fenocristales. En orden de abundancia la aparición de los fenocristales es; plagioclasa, anfíbol, biotita, piroxeno y cuarzo, de ellos resultan mayoritarios los dos primeros.

### Clasificación

ANDESITA ANFIBOLICO-BIOTITICO-PIROXENICA PROXIMA A DACITA.

### MUESTRA Nº 95

### Textura

Porfídica con matriz vítrea, de flujo.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa, hornblenda, cuarzo.

Componentes accesorios: piroxeno (clino y orto), opacos, m. de hierro, apatito.

### Observaciones

La mesostesis ocupa el 50-60% del total de la roca, es de naturaleza vítrea y presenta textura de flujo. Se halla en estado metaestable.

Los fenocristales (resto de los componentes a excepción de los últimos accesorios de opaco-m. de hierro y apatito) son de tamaños muy variables y muestran bordes muy irregulares lo que hace sospechar que su origen sea piroclástico más que lávico.

### Clasificación

DACITA ANFIBOLICO-PIROXENICA.

### MUESTRA Nº 95'

Lava. Colada potente o pitón.

### Textura

Porfídica hipocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa, hornblenda, cuarzo.

Componentes accesorios: Clinopiroxeno, biotita, opacos, apatito.

Componentes secundarios:

### Alteraciones

Desvitrificación muy incipiente de la pasta.

### Observaciones

Fenocristales de plagioclasa hipidiomorfa; de hornblenda prismática que reacciona a otro anfíbol más pálido; de cuarzo redondeado escaso y de biotita y clinopiroxeno. Matriz vítrea dominante, con microlitos feldespáticos muy escasos y pequeños.

### Clasificación

DACITA HORNBLÉNDICA CON CLINOPIROXENO Y BIOTITA.

### MUESTRA Nº 96

### Textura

Porfidoclástica con matriz vítrea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, cuarzo, plagioclasa, hornblenda, biotita.

Componentes accesorios: clinopiroxeno, opaco, apatito.

### Observaciones

Está constituida por numerosísimos fragmentos de hialodacitas, otros son exclusivamente vítreos y otros de cristales. Predominan los primeros. Los fenoclastos cristalinos son de los mismos componentes que se hallan como fenocristales en los fragmentos de rocas hialodacíticas, esto es: plagioclasa, cuarzo, anfíbol, biotita y piroxeno. Los fragmentos que contienen

vidrio muestran texturas de flujo, en algún caso vacuolares y raramente perlíticas.

### Clasificación

TOBALITICA DE HIALODACITA ANFIBOLICO, BIOTITICO, PIROXENICA.

### MUESTRA Nº 97

### Textura

Porfídica con matriz microcristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasa, biotita.

Componentes accesorios: clinopiroxeno, feldespato potásico, m. de hierro, carbonato.

### Observaciones

Los fenocristales más comunes son de plagioclasa idiomórfica. Sólo puntualmente se hallan algunas de ferromagnesiano: biotita y clinopiroxeno. La biotita parece de alteración.

En la matriz microcristalina se distinguen microlitos de plagioclasa, granillos de mineral de hierro y feldespato potásico.

La coloración pardorrojiza de la muestra de mano se debe al elevado contenido en mineral de hierro (óxidos y/o hidróxi

dos) de la matriz.

### Clasificación

ANDESITA PIROXENICA.

### MUESTRA Nº 98

Roca clara con estratificación "graduada".

Niveles (tobáceos?) en zona alterada.

### Textura

Microporfídica microcristalina, fluidal.

### Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico.

Componentes accesorios: opacos, biotita, micas blancas, apatito.

Componentes secundarios: calcita.

### Observaciones

Fragmentos angulosos y pequeños cristales de cuarzo, plagioclasas o feldespato potásico. Opacos y escasas micas dispuestas fluidalmente. Matriz dominante, criptocristalina y de apariencia silícea.

## Clasificación

CINERITA RIODACITICA.

## MUESTRA Nº 99

Roca rojo violácea con fenocristales de cuarzo y plagioclasa.  
Coladas potentes.  
Dacitas tortonienses de Fuster et. alt.

## Textura

Porfídica criptocristalina.

## Composición mineralógica

Componentes principales: cuarzo, plagioclasa, máficos alterados, feldespatos potásicos.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: opacos, micas blancas.

## Alteraciones

Transformación de máficos a opacos y sericitización de plagioclasas.

## Observaciones

Fenocristales de cuarzo redondeado de plagioclasas con reemplazamientos por feldespatos potásicos. Cristales esqueléticos.

cos de máficos transformados en opacos. Matriz dominante, crip-  
tocrystalina, en parte feldespática y con microlitos de plagi-  
clasa.

### Clasificación

DACITA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 100

Roca grisácea. Resto no alterado de zona con intensa alteración  
Colada?. Domo?.

(Fenodacita anfibólica "Molino" de W. Lodder.

### Textura

Porfídica microcristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, probables anfíboles,  
cuarzo.

Componentes accesorios: opacos, apatito.

Componentes secundarios: sericita, calcita, cloritas, alunita,  
jarosita.

### Alteraciones

Seudomorfosis de plagioclasas a alunita, sericita y cal-  
cita. Transformación de anfíboles prismáticos en clorita y jaro-

sita. Silicificación por desvitrificación de la matriz.

### Observaciones

Fenocristales idiomorfos de plagioclasas y probables anfiboles, ambos totalmente pseudomorfoseados por alteración neumatolítica hidrotermal. Matriz dominante, microcristalina formada por pequeñas plagioclasas y cuarzo.

### Clasificación

CUARZOANDESITA (DACITA) ALTERADA.

### MUESTRA Nº 101

Roca grisácea. Fenocristales de piroxeno o anfíbol, pequeños, algo alterados.

### Textura

Porfídica cripto a microcristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, máficos retromórficos y vidrio alterado.

Componentes accesorios: opacos y apatitos.

Componentes secundarios: jarosita, cloritas, biotita, feldespato potásico.

### Alteraciones

Hidrotermal intensa.

### Observaciones

Fenocristales de tamaño medio de plagioclasas hipidiomorfas alteradas a jarosita y feldespatizadas. Máficos retromórficos a cloritas y, algunas veces, a biotita. Mesostasis criptocristalina procedente de alteración del vidrio.

### Clasificación

ANDESITA CLORITIZADA Y FELDESPATIZADA.

### MUESTRA Nº 102

Roca gris-rojiza. Alteración hidrotermal probable.

### Textura

Porfídica micro a criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas, máficos alterados, vidrio alterado.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: cuarzo, alunita, feldespato potásico, minerales del grupo de la clorita.

### Alteraciones

Neumatolítica - hidrotermal.

### Observaciones

Fenocristales alunitizados, feldespatizados o sericitizados de plagioclasas y de máficos oxidados. Mesostasis cuarzo-feldespática, alunitica formada por sustitución de la primitiva. Fragmentos de vulcanitas constituidas por fenocristales pseudomórficos de plagioclasas y máficos rodeados por un matriz criptocristalina.

### Clasificación

ANDESITA FELDESPATIZADA SILICIFICADA Y ALUNITIZADA.

MUESTRA Nº 103

### Textura

Porfídica hipocristalina a vítrea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas alteradas y minerales máficos.

Componentes accesorios: apatito.

Componentes secundarios: alunita, serpentinas, cloritas, cuarzo, minerales opacos y calcita.

Alteraciones

Hidrotermal total.

Observaciones

Seudomorfosis de plagioclasas y minerales máficos por todos los componentes secundarios. Silicificación de secciones basales de piroxenos. Cavidades rellenas por cuarzo concrecional. Matriz vítrea parcialmente alterada.

Clasificación

ANDESITA SILICIFICADA Y ALUNITIZADA.

MUESTRA Nº 108

Roca alt. hidrotermal.

Pitón macizo subvolcánico.

Textura

Porfídica, criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, máficos alterados, y vidrio alterado.

Componentes accesorios: opacos y apatito.

Componente secundarios: cuarzo, clorita, feldespato potásico y minerales opacos.

### Observaciones

Plagioclasas alteradas a sericita y cuarzo y algo feldespatizadas. Máficos retromórficos a cloritas y cuarzo. Matriz desvitrificada, no identificable.

### Clasificación

ANDESITA SILICIFICADA Y CLORITIZADA.

### MUESTRA Nº 109

Roca rojiza aglomerática.  
Manto probable.

### Textura

Agglomerática. Porfídica criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, máficos pseudomorfoseados y vidrio alterado.

Componentes accesorios: opacos y apatito.

Componentes secundarios: minerales opacos, sericita, cloritas, feldespato potásico y cuarzo.

### Alteraciones

Hidrotermal intensa.

### Observaciones

Fenocristales o microfenocristales de plagioclasas alteradas a sericita y ligeramente feldespatizadas. Seudomorfosis clorítica de minerales máficos. Matriz criptocristalina desvitrificada. Fragmentos de vulcanitas de igual composición que la toba pero con fenocristales más pequeños y matriz de grano más fino.

### Clasificación

ANDESITA AGLOMERATICA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 110

Roca rojiza. Fenocristales de piroxeno o anfíbol, pequeños, algo alterados.

### Textura

Porfídica micro a criptocristalina.

### Composición mineralógica

Componentes principales: plagioclasas, máficos retromórficos y vidrio alterado.

Componentes accesorios: apatito y opacos.

Componentes secundarios: jarosita, calcita, cloritas, biotita, cuarzo y minerales opacos.

#### Alteraciones

Hidrotermal muy intensa.

#### Observaciones

Fenocristales de plagioclasas transformadas en jarosita y de anfiboles retromórficos a calcita y clorita. Matriz dominante, criptocristalina por desvitrificación y con cuarzos secundarios.

#### Clasificación

ANDESITA ALTERADA CON CALCITA, JAROSITA Y CLORITAS.

-----

#### 4.4.6.- Ensayos Semi-industriales

Dado el gran número de muestras tomadas durante el estudio realizado en ambas zonas, y debido a los resultados puntuales tan variados que resultaban de los análisis químicos y estudios petrográficos se consideró de sumo interés, incluir en estos ensayos, las rocas definidas como ANDESITAS y hasta materiales TOBACEOS, además de las DACITAS y/o RIODACITAS en contradas, el lote de muestras ensayado afectó a 72 y los resultados obtenidos fueron negativos, ya que ninguna de ellas mostró tener el menor grado de expansión.

#### 4.4.7.- Conclusiones

Considerando que el vulcanismo almeriense ha sido exhaus

tivamente desmuestro, y a pesar que puntualmente han existido análisis químicos y estudios petrográficos alentadores sobre las "posibilidades perlíticas" de ciertas rocas, posteriormente los ensayos específicos de expansibilidad han puesto de manifiesto la NO APTITUD de los afloramientos desmuestros.

#### 4.5.- CHIMICHE Y CHIMICHE-SUR

##### 4.5.1.- Situación geográfica

La zona seleccionada se extiende al S-SE y S-SW de la localidad tinerfeña de Chimiche, dada la gran amplitud de la misma se ha considerado más operativo para su estudio y reconocimiento, desdoblarla en Chimiche y Chimiche-Sur.

Su localización geográfica viene determinada, al Norte por la carretera comarcal Santa Cruz de Tenerife-Guía de Isora, y al Sur el trazado de la nueva Autopista (Santa Cruz de Tenerife-Los Cristianos). Otro punto importante de referencia lo constituye el Aeropuerto del Sur (Reina Sofía) que está situado al Sur de la zona seleccionada.

##### 4.5.2.- Geología de la zona

Los materiales volcánicos que han sido objeto de estudio en ambas zonas son integrantes de los denominados "depósitos pumíticos de las series sálicas".

Estos episodios volcánicos tienen una gran representación, abarcando todas las series que se distinguen en el vulcanismo tinerfeño, encontrándose principalmente interestratificados en la Serie Cañadas, así como en la Serie III; o constituyendo tramos dispersos entre varias fases eruptivas de las series recientes.

Pueden distinguirse en ambas zonas los siguientes depósitos.

- Aglomerados de fragmentos de piedra pómez, que suelen presentarse ligeramente cementados, siendo más patente su presencia en la zona que se ha denominado Chimiche-Sur.
- Tobas puzolánicas de tonos predominantemente blanco-amarillento, presentan numerosas inclusiones de nódulos pumíticos de tonos amarillentos, textura fibrosa y formas subredondeadas, y con diámetros medios de 1 cm. Suelen tener incluidos en su masa clastos de rocas preexistentes en el sustrato (traquibasaltos).
- En contacto con las tobas puzolánicas es frecuente encontrar un aglomerado pumítico, constituido por fragmentos de pómez englobados en una matriz vítrea ácida con numerosos nódulos pumíticos fibrosos de color amarillo, conteniendo un elevado volumen de huecos intergranulares. El conjunto tiene poca densidad y no presenta la compacidad ni la resistencia de las tobas puzolánicas. Podríamos decir que es un tipo "raqúitico" de estas últimas y es llamado en la zona por la expresión común de "momio".
- Los depósitos pumíticos estratificados están constituidos por acumulaciones de fragmentos de pómez y cenizas, con inclusiones de elevado número de pequeños cantos de rocas extrañas a la formación. En general, estas capas se han formado por lluvias de productos piroclásticos sálicos, originados en procesos de tipo explosivo.

- Depósitos formados por tobas puzolánicas de tonos pardos y/o blanquecinos, se diferencian de las anteriores por englobar mayor número de clastos, cuya procedencia parece originarse al producirse una "emisión seca", (gran cantidad de gas y escasa de material fundido), se arranca sustrato rocoso a diferentes niveles obteniéndose una variada gama de cantos de distinto origen y naturaleza que se ven incorporados, en suspensión, a la masa fundida, hasta su posterior vitrificación.

#### 4.5.3.- Toma de muestras

Para el estudio e identificación de los depósitos volcánicos descritos en el epigrafe anterior se han tomado, 10 muestras superficiales en la zona de Chimiche y 17 muestras superficiales en la zona de Chimiche-Sur.

La ubicación de las muestras está referenciada en los planos adjuntos nº 15 - Chimiche y nº 16 - Chimiche-Sur.

#### 4.5.4.- Análisis Químicos

Los análisis químicos realizados en la zona de Chimiche han sido los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	50,80	16,28	2,43	1.594	2,05	1,16	5,58	6,74	3,58
Nº 2	51,60	15,91	3,08	1.280	2,10	1,51	5,03	6,40	3,33
Nº 3	57,72	12,52	2,16	1.291	0,86	5,47	3,49	4,71	12,93
Nº 4	51,67	15,92	3,00	1.097	1,58	1,16	5,03	6,74	13,36
Nº 5	52,15	15,03	3,10	1.081	1,67	1,20	5,15	6,50	12,80

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 6	54,80	17,19	3,14	1.730	0,89	1,32	5,96	7,14	8,06
Nº 7	54,71	16,90	3,19	1.910	0,95	1,08	5,10	6,85	8,25
Nº 8	55,30	17,08	4,08	1.870	1,01	1,16	5,30	7,08	9,08
Nº 9	54,38	16,90	3,25	1.680	0,97	1,48	5,83	6,92	8,10
Nº 10	55,22	15,80	3,41	1.522	0,81	1,51	5,70	6,54	7,97

Los análisis químicos realizados en la zona de Chimiche-Sur han sido los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	56,48	17,43	2,90	1.700	0,77	0,50	5,87	7,38	7,12
Nº 3	57,10	16,89	3,01	1.685	0,81	0,53	5,90	7,55	7,22
Nº 4	56,35	17,30	2,71	1.691	0,78	0,49	5,95	7,41	7,10
Nº 6	50,80	16,28	2,45	1.395	2,10	1,17	5,58	6,81	13,80
Nº 7	51,23	16,31	2,71	1.287	2,08	1,21	5,71	6,72	13,25
Nº 8	57,81	12,31	2,10	1.300	0,87	5,47	3,50	4,25	12,85
Nº 9	58,20	12,48	2,21	1.287	0,94	5,71	3,41	4,68	12,90
Nº 13	52,61	17,31	3,91	1.211	4,50	1,20	4,91	5,95	9,78
Nº 14	56,20	17,29	2,71	1.265	1,33	2,81	4,73	6,60	8,48
Nº 16	50,75	15,94	2,38	1.310	2,14	1,16	5,43	6,93	14,10
Nº 17	50,93	16,10	2,51	1.321	2,06	1,30	5,62	6,59	13,70

#### 4.5.5.- Estudios Petrográficos

Las muestras estudiadas para su identificación al microscopio, en la zona de Chimiche han sido las siguientes.

#### MUESTRAS N<sup>OS</sup> 1, 2, 4 y 5

Aspecto tobáceo blanco-amarillento.

#### Textura

Porfídicas con matriz criptocristalina.

#### Composición mineralógica

Componentes principales: feldespato potásico (sanidina).

Componentes accesorios: esfena, biotita, m. de hierro, opaco, apatito.

#### Observaciones

Es una roca intermedia alcalina con fenocristales aislados de sanidina en una pasta semi-vítrea que parece de similar composición a la de los fenocristales. Se pueden distinguir en la matriz algunos cristales subidiomórficos de esfena. Contiene algún fragmento de traquibasalto.

#### Clasificación

HIALOTRAQUITA.

MUESTRA N<sup>OS</sup> 3, 6, 9 y 10

Pómez fragmentada tonos claros.

Textura

Pórfido clásticas y/o vitroclásticas.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio en estado de desvitrificación y algo de sanidina.

Componentes accesorios: sanidina y mineral criptocristalino.

Observaciones

Está compuesta por numerosos fragmentos de vidrio vesicular (pómez) y orientado, de varios milímetros de tamaño, hasta el centímetro. Están cementados por productos criptocristalinos de color pardo y pardo-rojizo. Algunos fragmentos contienen fenocristales de sanidina que se presentan maclados (Carlsbad), y otros son de traquitas cristalinas.

La composición de estas rocas parece traquítica.

Clasificación

TOBAS VITREAS TRAQUITICAS Y/O HIALOTRAQUITAS VESICULARES.

## MUESTRAS N<sup>OS</sup> 7 y 8

Rocas muy alterada tonos blanquecinos.

### Textura

Porfidoclásticas con matriz vítrea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio, plagioclasa, sanidina.

Componentes accesorios: anfíbol, clinopiroxeno, esfena, opacos  
m. de hierro, biotita.

### Observaciones

Presentan proporciones similares de fenoclastos líticos y cristalinos. Los primeros corresponden a rocas variadas que van desde basálticas hasta traquíticas pero predominando éstas últimas. Los fenoclastos cristalinos son de sanidina, plagioclasa, anfíbol y piroxeno.

La matriz ocupa aproximadamente el 50% del total de la roca y es de composición vítrea. Se trata de un vidrio pardo amarillento en estado metaestable.

### Clasificación

TOBA-LITICA POLIMICTICA.

Las muestras estudiadas petrográficamente de la zona Chi  
miche-Sur han sido las siguientes:

MUESTRAS N<sup>OS</sup> 1, 4 y 14

Rocas muy alteradas.

Texturas

Porfídica con matriz vítrea vesicular (pumicitica).

Componentes mineralógicos

Componentes principales: vidrio.

Componentes accesorios: sanidina.

Observaciones

Fenocristales esporádicos de sanidina en matriz vítrea  
vesicular.

Clasificación

HIALOTRAQUITAS VESICULARES.

MUESTRAS N<sup>OS</sup> 8 y 9

Rocas de tonos claros y alterada.

Texturas

Vitroclástica.

Composición mineralógica

Componentes principales: vidrio.

Componentes accesorios: sanidina.

Observaciones

Fenocristales de sanidina en matriz vítrea.

Clasificación

HALOTRAQUITAS VESICULARES.

MUESTRAS N 6, 12, 13, 15 y 17

Rocas alteradas.

Texturas

Porfídica con matriz criptocristalina.

Composición mineralógica

Componentes principales: feldespatos potásicos.

Componentes accesorios: esfena, biotita m. de hierro, opacos, apatito.

### Observaciones

Se observan en la matriz cristales de esfena. Se detectan fenocristales aislados de sanidina.

### Clasificación

HIALOTRAQUITA.

-----

#### 4.5.6.- Ensayos Semi-industriales

Se han enviado al laboratorio de planta industrial todas las muestras tomadas en la zona de Chimiche-10, y todas las muestras pertenecientes a Chimiche-Sur-17.

El criterio seguido está fundamentado en el aspecto vítrófico que enmarcan a todas las muestras tomadas.

Los resultados obtenidos indican que ninguna de las muestras ensayadas ha manifestado grado alguno de expansión.

#### 4.5.7.- Conclusiones

Creemos que con la selección y estudio de ambas zonas han quedado suficientemente identificados los denominados "depósitos pumíticos de las series sálicas" de la isla de Tenerife .

Los resultados obtenidos pueden concretarse en la no aptitud, en las dos zonas, de los afloramientos investigados para conocer sus posibles comportamientos perlíticos, para poder ser

susceptibles de beneficio industrial en la obtención de "perlita expandida".

#### 4.6.- TELDE-LOS LLANOS

##### 4.6.1.- Situación geográfica

Esta zona se encuentra situada en la isla de Gran Canaria en su sector oriental, muy próxima a la capital Las Palmas, y al noroeste de los núcleos urbanos que configuran TELDE Y LOS LLANOS.

##### 4.6.2.- Geología de la zona

El interés de esta pequeña zona se ha basado en la existencia de materiales tobáceos de naturaleza pumítica que suelen yacer interestratificados entre coladas de naturaleza fonolítica.

Estos materiales tobáceos están constituidos por un agregado de fragmentos de pómez, fonolitas, traquitas, basaltos, vidrio, etc.

Sobre estos materiales se han dispuesto niveles de conglomerados resultando la línea de contacto una nítida superficie de erosión. Se trata de un conglomerado grosero heteromórfico y bien calibrado.

Recubriendo a tobas pumíticas y a los conglomerados se disponen episodios piroclásticos que han sido datados a la Serie IV, son de tipo lapilli de tonos grises a negros, y que ya cen según finas láminas.

#### 4.6.3.- Toma de muestras

Se han tomado un total de 10 muestras superficiales, de las que 9 pertenecen a los materiales tobáceos pumíticos y la restante a los piroclásticos.

La ubicación de las muestras están referenciadas en el plano nº 17.

#### 4.6.4.- Análisis Químico

Los análisis químicos realizados en la zona han sido los siguientes:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	51,38	18,40	4,08	1.800	1,50	2,60	2,18	3,77	14,90
Nº 2	51,61	17,92	4,10	1.750	1,38	2,71	2,15	3,68	15,10
Nº 3	50,89	18,10	3,98	1.790	1,40	2,68	2,22	3,80	14,18
Nº 4	50,68	19,40	4,81	1.770	1,98	1,40	2,80	6,20	12,10
Nº 6	50,80	18,60	4,75	1.890	2,01	1,50	2,90	6,20	10,85
Nº 7	51,00	17,90	4,68	1.850	1,70	1,35	2,80	5,79	12,60
Nº 8	44,00	15,45	16,11	1.970	9,71	7,50	2,10	4,00	-
Nº 10	51,30	16,81	4,70	1.880	1,85	1,41	2,84	6,15	13,10

#### 4.6.5.- Estudios Petrográficos

Las muestras estudiadas para su identificación al microscopio en la zona de TELDE-LOS LLANOS, han sido las siguientes:

## MUESTRAS DEL Nº 1 AL 10 EXCEPTO LA Nº 8

Los resultados obtenidos obviamente han sido idénticos, siendo por lo tanto agrupadas:

Se trata de TOBAS PUMITICAS constituidas por una pasta vítrea de carácter ácido, tonos blanco-amarillentos.

Se observa la existencia de gran número de vacuolas y oquerosidades sin intercomunicación, y suelen estar rellenas por un material pumítico de color amarillo y textura fibrosa.

En algunas de las muestras se aprecian englobados en la matriz criptocristalina fragmentos o clastos de composición traquíutica, con sanidina, anfíbol y augita egirínica. Se observan en la matriz procesos de desvitrificación.

### Clasificación

TOBAS PUMITICA ALTERADA.

### MUESTRA Nº 8

Material piroclástico-picón de color negro.

### Textura

Vesicular, porfidica con matriz vítrea.

### Composición mineralógica

Componentes principales: olivino, augita, vidrio.

Componentes accesorios: m. opacos.

#### Observaciones

Se trata de rocas de composición basáltica muy vesiculares.

#### Clasificación

LAPILLI DE BASALTO (OCEANITA).

-----

#### 4.6.6.- Ensayos Semi-industriales

Se han enviado las 10 muestras al laboratorio de planta industrial, y los resultados obtenidos indican que ninguna de las muestras ha respondido positivamente a los ensayos de expansibilidad.

#### 4.6.7.- Conclusiones

Con los estudios y ensayos realizados a las muestras tomadas en esta zona, puede concretarse que no existen posibilidades de comportamiento perlítico en las tobas pumíticas de TELDE-LOS LLANOS.

#### 4.7.- TAFIRA-TAMARACEITE

##### 4.7.1.- Situación geográfica

Se encuentra situada a 8 km de la capital. Las Palmas y se extiende entre las poblaciones de TAFIRA Y TAMARACEITE,

ambas están unidas por la carretera que partiendo de ésta cruza la zona por San Lorenzo.

#### 4.7.2.- Geología de la zona

Esta zona es objeto de estudio en función de la presencia de episodios tobáceos de naturaleza pumítica, tal cual sucedió en la zona ya referenciada de TELDE-LOS LLANOS.

La formación pumítica está constituida por tres niveles con distintas características en cuanto a la roca que los compone. El inferior es el que presenta una mayor potencia y volumen de reservas; la roca es una toba blanco-amarillenta constituida por trozos de pómez soldados entre sí, que engloban algunos fragmentos de fonolitas, traquitas y basaltos de emisiones anteriores; la matriz pumítica incluye numerosas vacuolas y oquedades rellenas total o parcialmente por un material fibroso amarillento, probablemente zeolitas.

El nivel intermedio está mínimamente representado en la zona. Se trata de un paquete de tobas menos coherentes que el anterior, de aspecto terroso y tonalidades rojizas. Estos productos piroclásticos se alteran con mayor facilidad que la toba blanco-amarillenta, dando como productos residuales arcillas y limos de tonos marrón-rojizos. Dada la escasez de las reservas existentes no se ha considerado necesario su muestreo ni posterior análisis.

El nivel superior está constituido por una toba pumítica con abundantes clastos, que en ocasiones son tan numerosos que ocupan mayor volumen ("de visu") que la pasta que los engloba. En los demás aspectos, ésta roca es muy similar a la del nivel inferior de toba blanco-amarillenta. Estas diferencias entre

ambos paquetes se refleja en la topografía, de modo que en los perfiles en que no aparece el nivel medio, el contacto entre los tramos superior e inferior viene representado por una ruptura de pendiente.

#### 4.7.3.- Toma de muestras

Se han tomado un total de 7 muestras superficiales cuya referencia geográfica está reseñada en el plano nº 18.

#### 4.7.4.- Análisis Químicos

Se han realizado los siguientes análisis químicos:

MUESTRA	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.P.m. MnO	% CaO	% MgO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% P.F
Nº 1	53,10	16,90	4,81	1.770	2,83	1,60	4,10	6,15	8,10
Nº 2	54,20	15,80	5,60	1.920	2,10	1,70	3,10	6,21	10,80
Nº 4	53,80	15,61	5,71	1.889	2,25	1,80	3,61	5,75	11,80
Nº 6	51,10	17,25	5,10	1.950	2,40	1,75	3,58	6,15	12,51
Nº 7	52,81	16,9	5,01	1.971	2,38	1,91	3,90	6,42	12,60

#### 4.7.5.- Estudios Petrográficos.

Las muestras estudiadas han dado los siguientes resultados.

## MUESTRAS N<sup>OS</sup> 1, 2, 4, 5, 6 y 7

Desde el punto de vista petrográfico es una roca piroclástica compuesta por clastos cristalinos y líticos, éstos en mayor proporción, pudiendo clasificarla como una toba poligénica de textura porfidoclastica. Los clastos cristalinos son fundamentalmente de anortoclasa o sanidina y más escasamente de biotita, plagioclasa, clinopiroxeno (egirina-augita), vidrio, biotita y minerales opacos.

Los clastos líticos comprenden varios tipos de rocas: traquitas, fonolitas nefelínicas y egirínicas, pómez traquítico, tobas traquíticas y plaquibasaltos. Los más abundantes son los de las dos primeras composiciones, mientras las demás aparecen en menor porcentaje. La matriz es microcristalina feldespatopotásica con algunos microlitos de sanidina.

### Clasificación

#### TOBAS POLIGENICAS

##### 4.7.6.- Ensayos Semi-industriales

Los ensayos de comportamiento expansivo se han realizado sobre las 7 muestras obteniéndose resultado negativo.

##### 4.7.7.- Conclusiones

Con los resultados obtenidos de los análisis y ensayos practicados a las muestras tomadas en esta zona, puede concretarse que en estos materiales tobáceos pumíticos no existen posibilidades sobre la existencia de "comportamientos perlíticos".

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

### 5.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo fundamental del proyecto, ha sido la consecución de la identificación y caracterización en España de las rocas volcánicas susceptibles de tener carácter y comportamiento perlítico con vistas a un posible futuro aprovechamiento industrial.

### 5.2.- INTRODUCCION

Dado que no existen publicados trabajos realizados en España, y que el término PERLITA se ha impuesto comercialmente, se ha elaborado un primer capítulo sobre la definición e identificación, tratamiento técnico y aspecto comercial de la Perlita en el mundo, con el fin de obtener un punto de partida, para poder posteriormente centrar el tema.

### 5.3.- METODOLOGIA

Se han establecido, una vez realizados los contactos y visitas pertinentes, los postulados o "patrones" a través de los cuales, y por comparación con ellos, se podrá llegar a concretar las posibilidades reales, que cada región volcánica española puede tener con potencial interés "perlítico".

### 5.4.- DESARROLLO DEL PROYECTO

Se ha elaborado un plano nacional, a escala 1:2.500.000,

de indicios en el que se reflejan los episodios volcánicos que "a priori" tienen interés, resultando pre-seleccionados los que corresponden a las regiones de: Huelva, Ciudad Real, Gerona, Murcia, Almería y Archipiélago Canario.

A continuación e individualmente se dedica un epígrafe descriptivo a cada provincia, consignando el número de muestras tomadas, con referencia a su ubicación geográfica en su plano respectivo.

Posteriormente se constatan los resultados de los análisis químicos, estudios petrográficos y ensayos semi-industriales, epilogando cada área con sus conclusiones respectivas.

En el desarrollo de esta fase previa se han tomado 147 muestras totales, distribuyéndose su estudio de la siguiente manera:

<u>Anál. químico</u>	<u>Estudios Petrográficos</u>	<u>Ensayos Semi-Indust.</u>
97	58	69

Finalmente, en función de la valoración global de los resultados obtenidos, se estableció una selección de aquellas zonas que son susceptibles de estudiarse con mayor especificidad, siendo estas:

- Mazarrón en Murcia
- Vera-Garrucha en Almería
- Cabo de Gata-Los Escullos en Almería
- Carboneras-Rodalquilar-Níjar en Almería
- Chimiche en Tenerife
- Telde-Los Llanos en Gran Canaria
- Tafira-Tamaraceite en Gran Canaria

### 5.5.- ESTUDIO DE LAS ZONAS DE INTERES

Las diversas zonas seleccionadas por su potencial interés, han sido descritas individualmente, señalando su ubicación geográfica, bosquejo geológico local, y una toma de muestras representativa de todos aquellos materiales susceptibles de tener interés, realizándose análisis químicos, estudios petrográficos y ensayos semi-industriales en la mayoría de las muestras

Durante esta fase del proyecto se tomaron 215 muestras de superficie, siendo su distribución por laboratorios la siguiente:

<u>Anál. químicos</u>	<u>Estudios petrográficos</u>	<u>Ensayos Semi-Indust.</u>
122	125	148

### 5.6.- CONCLUSIONES FINALES

Valorados los diferentes resultados analíticos obtenidos, y con atención especial hacia los provenientes de los ensayos semi-industriales, se han alcanzado las siguientes conclusiones:

"Establecidos una serie de "patrones o guías", que son exigibles para los materiales perlíticos, que actualmente se explotan en el mundo, se ha podido comprobar en el desarrollo de este Proyecto, que en España no existe ningún afloramiento de rocas volcánicas con comportamiento perlítico, que tengan posibilidades de ser explotadas para su beneficio industrial".

Existen en diversos puntos de las áreas volcánicas exploradas numerosas explotaciones activas, que benefician para di

versos usos, determinadas rocas eruptivas, pudiendo citarse como más representativas:

- Materiales piroclásticos, lapilli -picón-, como áridos ligeros y adición en la fabricación de cementos en las provincias de Gerona, Ciudad Real, Tenerife y Las Palmas.
- Tobas pumíticas para la fabricación de cementos puzolánicos en Arguineguin (Las Palmas).
- Alteración de tobas dacítico-andesíticas como bentonitas para multitud de usos - cargas, fungicidas, lodos sondeos, etc... en la provincia de Almería.
- Aglomerantes pumíticos -jable y momio- como elementos acondicionadores de suelos agrícolas en Canarias.

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

ALIA, M., CAPOTE, R., HERNANDEZ-ENRILE, J.L. "Rasgos geológicos y tectónicos de la Sierra Morena y sus estribaciones meridionales en la transversal de Moral de Calatrava (Ciudad Real) a Villanueva del Arzobispo (Jaén)". I Congr. - Hispano-Luso-Americano de Geol. Econom. nº 1, pp. 3-18 . 1971.

ANCOCHEA, E. "Evolución espacial y temporal del vulcanismo de la región central española". Tesis doctoral. Fac. Ciencias Univ. Complutense. Madrid, 1983.

ANCOCHEA, E. "Magmas primarios y diferenciados en la región central española". Materiales y procesos geológicos nº 2. 1984.

ARAÑA, V., y CARRACEDO, J.C. "Los volcanes de las Islas Canarias (I), Tenerife". Ed. Rueda. Madrid, 1978.

ARAÑA, V., y CARRACEDO, J.C. "Los volcanes de las Islas Canarias (II), Lanzarote y Fuerteventura. Ed. Rueda. Madrid 1978.

BRANDLE, J.L., ANCOCHEA, E., y MUÑOZ, M. "Clasificación química de las rocas volcánicas cenozoicas españolas: El diagrama total Alcalis-Sílice (T.A.S.) de la I.U.G.S.". Madrid, 1984.

BRIER, C. "Las puzolanas". Informe privado. Sta. Cruz de Tenerife. 1975.

BURRI, C., y PARGA PONDAL, I. "Zur petrographie der basischen eruptivgesteine des Campo de Calatrava (Ciudad Real, - Spanien)". Schweiz Min. Petro. Mit. nº 13 pp. 40-73, - 1935.

CALDERON, S. "Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real". Bol. Inst. Geol. y Min. Esp. t. X, pp. 165-125. Madrid, 1883.

CALDERON, S. "Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona". Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat. tomo IV. pp. 160-489. Madrid, 1907.

CHESTERMAN CHARLES, W. Industrial Minerals and Rocks. Pág.927. Perlite.

CENDRERO, A. "Los volcanes recientes de Fuerteventura (Islas - Canarias)". Est. Geol. Vol. XXII. pp. 201-226. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1966.

COELLO, J. y CASTAÑON, A. "Las sucesiones volcánicas de la zona de Carboneras". Est. Geol. Vol. XXI. pp. 145-166. - Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1965.

COELLO, J. "Sucesiones volcánicas en los subsuelos de Tenerife". Est. Geol. Vol. XXIX. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1973.

CUSOLITO, V. y PORNARO, M. "La coltivazione della pomice nella cava di Porticello, Presso Canneto, nell'Isola di Lipari". 1<sup>er</sup> Congreso Intern. sobre explotac. de Rocas y Min. Industr., Torino, Italia. Sec. III a-7 pp. 1-25. Torino, 1974.

DICALITE ESPAÑOLA, S.A. Rubí.

FUSTER, J.M., AGUILAR, M.J. y GARCIA, A. "Las sucesiones volcánicas en la zona del Pozo de los Frailes dentro del vulcanismo cenozoico de Cabo de Gata (Almería)". Est. Geol. Vol. XXI. pp. 199-223. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1965.

- FUSTER, J.M. IBARROLA, E. y LOPEZ RUIZ, J.L. "Estudio vulcanológico y petrológico de las isletas de Lanzarote (Islas Canarias)". Est. Geol. Vol. XXII. pp. 185-200. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1966.
- FUSTER, J.M., GASTESI, I.P., SAGREDO, J. y FERMOSE, M.L. "Las rocas lamproíticas del SE de España". Est. Geol. Vol. - XXIII, 1-2. pp. 35-70. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1967.
- FUSTER, J.M., GARCIA CACHO, L., HERNANDEZ-PACHECO, A. y MUÑOZ, M. "Geología y volcanología de las Islas Canarias. Tenerife". Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid 1968.
- FUSTER, J.M., GARCIA CACHO, L., HERNANDEZ-PACHECO, A. y MUÑOZ, M. "Geología y volcanología de las Islas Canarias. Gran Canaria". Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1968.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. "La región volcánica de Ciudad Real". R. Soc. Geogr. Nac. nº 72 pp. 131-134 y 145-213. Madrid, 1932.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. "Estudio de la región volcánica de Ciudad Real". Mem. Ac. Ciencias Exact., Fís. y Nat. nº 3. - 236 págs. Madrid, 1932.
- HERNANDEZ-PACHECO, A. "Una richterita potásica de rocas volcánicas alcalinas, Sierra de Cabras (Albacete)". Est. Geol. - Vol. XX. pp. 265-270. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1965.
- HERNANDEZ-PACHECO, A. e IBARROLA, E. "Nuevos datos sobre la petrología y geoquímica de las rocas volcánicas de la isla de Alborán (Mediterráneo occidental, Almería)". Est. Geol. Vol. XXVI pp. 93.103. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1970.

- IBARROLA, E. y LOPEZ RUIZ, J.L. "Estudio petrográfico y químico de las erupciones recientes (serie IV) de Lanzarote - (Islas Canarias)". Est. Geol. XXIII. pp. 203-213. Inst. "Lucas Mallada" C.S.I.C. Madrid, 1967.
- I.G.M.E. "Mapa Geológico de España, E 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente". Hojas números 25 (FIGUERAS), 35 (BARCELONA), 61 (CIUDAD REAL), 70 (LINARES), 74 (PUEBLA DE GUZMAN), 75 (SEVILLA), 79 (MURCIA), 84-85 (ALMERIA-GARRUCHA), 88-92 (ARRECIFE-PTO. DEL ROSARIO), 89-90 (STA. CRUZ DE LA PALMA-SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA), 91 (STA. CRUZ DE TENERIFE) y 93 (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA). Dpto. Public. Mº. Industria. Madrid.
- I.G.M.E. "Mapa-Inventario de Rocas Industriales E 1:200.000". Hojas números 25 (FIGUERAS), 25 (BARCELONA), 61 (CIUDAD REAL), 70 (LINARES), 74-75 (PUEBLA DE GUZMAN-SEVILLA), - 79 (MURCIA), 84-85 (ALMERIA-GARRUCHA), 88-92 (ARRECIFE - PUERTO DEL ROSARIO), 89-90 (SANTA CRUZ DE LA PALMA-SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA), 91 (SANTA CRUZ DE TENERIFE) y 93 (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA). Dpto. Public. Mº Industria. Madrid.
- I.G.M.E. "Mapas Geológicos de España E 1:50.000".
- I.G.M.E. "Monografías de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos". Colc. Informe. Public. Mº Industria. Madrid, 1975.
- I.G.M.E. "Investigación de rocas pumíticas en la Isla de Tenerife". Programa Sectorial de Rocas de Construcción y Aridos. P.N.I.M. Madrid, 1972.
- I.G.M.E. "Investigación de rocas pumíticas en la Isla de Gran Canaria". Programa Sectorial de Rocas de Construcción y Aridos. P.N.I.M. Madrid, 1973.

INDUSTRIAL MINERALS (Rev.) "Perlite". Industrial Minerals no  
120. pp. 15-29. Metal Bull. Ltd. London, 1979.

LANDFORD, R.L., Perlite "minerals Strategy and Museum Division  
Mineral Dossier no 21. London. Her Majesty's Stationery  
Office 1979.

MINING ANUAL REVIEW 1982.

PETTIFER, L., Perlite Industrial Minerals, december 1981.

SABINE, P.A. "Perlite obsidian at Sandy Braes". Institute of  
Geological Sciences. Report no 70/11. London Her Majesty's  
Stationery Office 1970.