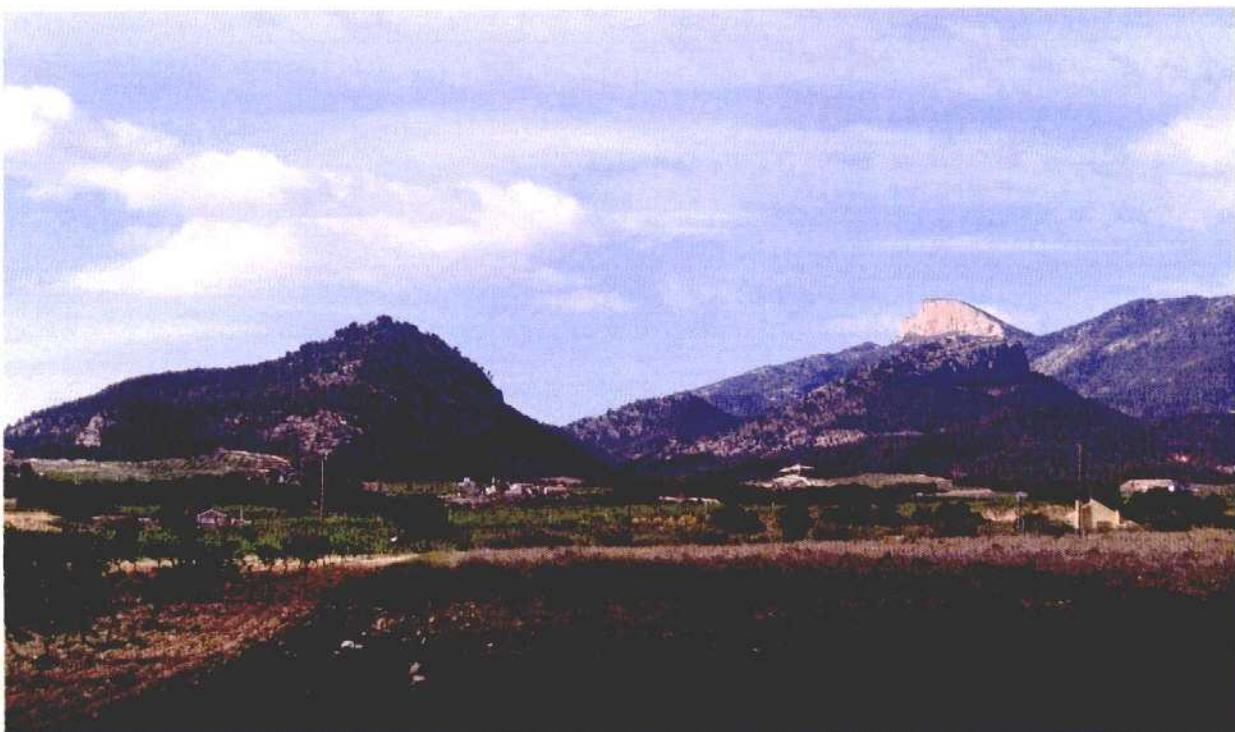




"INVESTIGACIÓN Y ORDENACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LOS RECURSOS DE ROCA ORNAMENTAL EN LA REGIÓN DE MURCIA"



"ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGIÓN DE MURCIA".

"RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA ZONA DEL CALVILLO Y DEL PALOMEQUE (MULA, MURCIA)".

El presente estudio, se enmarca en el ámbito del Convenio de colaboración suscrito entre la Consejería de Industria y Medio Ambiente, el Instituto de Fomento de la Región de Murcia, el Instituto Geológico Minero de España (IGME), Universidad Politécnica de Cartagena, para la "Investigación y Ordenación Minero-Ambiental de los Recursos de la Roca Ornamental en la Región de Murcia, habiendo sido realizado, mediante Concurso Público, por el Centro Tecnológico del Mármol (CTM), bajo la dirección y directa supervisión del IGME.

Han intervenido en su ejecución el siguiente equipo de trabajo:

Dirección y Supervisión por parte del IGME:

Paulino Muñoz de la Nava Sánchez. Ingeniero Técnico de Minas.

Equipo de trabajo por parte del Centro Tecnológico del Mármol:

Francisco Javier Fernández Cortés. Ingeniero de Minas.

Antonio Espín de Gea. Geólogo.

Francisco Javier Gámez Ráez. Geólogo.

David Gómez Vivo. Geólogo.

Antonio Molina Molina. Geólogo.

Fermín Fernández Ibáñez. Geólogo.

Francisco Aguilera Civantos. Geólogo.

Manuel Serrano González. Geólogo.

Maria Pilar Vila Marín. Química.

ÍNDICE

1.- ALTO DEL CALVILLO Y LOMA DE PALOMEQUE.

1.1.- SITUACIÓN.....	3
1.1.1.- ANTECEDENTES.....	5
1.1.3.- INVENTARIO DE INDICIOS.....	12
1.2.- GEOLOGÍA REGIONAL.....	13
1.2.1.- GEOLOGÍA LOCAL.....	18
1.2.2.-TECTÓNICA.....	23
1.2.3.- UNIDADES POTENCIALMENTE PRODUCTIVAS.....	26
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	28
1.3.1.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.....	28
1.3.2.- DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.....	29
1.3.3.- ENSAYOS TECNOLÓGICOS.....	30
1.4.- SITUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS.....	31
1.5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
1.6.- BIBLIOGRAFÍA.....	35

2.- ANEXOS.

2.1.- FICHAS DE INVENTARIO.
2.2.- RESULTADO DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS.
2.3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS TECNOLÓGICOS.
2.4.- PLANOS:
2.4.1.- SITUACIÓN (1:200.000)
2.4.2.- GEOLÓGICO (1:10.000).
2.4.3.- CORTES GEOLÓGICOS.
2.4.4.- GEOLÓGICO Y DERECHOS MINEROS (1:10.000.).
2.4.5.- CARTOGRAFÍA DE DETALLE (1:5.000).
2.4.6.- ORTOFOTOMAPAS (1:5.000).
2.4.7.- CARTOGRAFÍA 3D.
2.4.8.- APROVECHAMIENTO MINERO (1:10.000).

1 ALTO DEL CALVILLO Y LOMA DE PALOMEQUE.

1.1.- SITUACIÓN.

Las Sierras de Calvillo y Palomeque se corresponden dos elevaciones montañosas paralelas y de pequeña entidad, que se encuentran situadas en la zona central de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en el Término Municipal de Mula. Ocupan una superficie de 4'1 km² y pueden ser localizadas dentro del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 en la hoja nº 932 (Coy).

Topográficamente se trata dos pequeñas sierras paralelas con una alineación Suroeste-Noreste situadas al Norte de Sierra Espuña. La Loma del Palomeque tiene 3 km de longitud, y la elevación topográfica más señalada es el pico Palomeque, con 912 metros de altitud s.n.m.. Al Norte de la Loma del Palomeque se sitúa el Alto del Calvillo, con una elevación de 872 metros s.n.m..

A estas sierras se accede por la carretera C-24, que une la localidad de Mula con la de Zarzadilla de Totana. Aproximadamente en el km 18 se encuentra un camino hacia el interior y en dirección N, por el que se accede a las inmediaciones del Alto del Calvillo y Loma del Palomeque. En la base de estas sierras hay varios caminos en buen estado, pero en lo que constituye concretamente el macizo rocoso no existe ningún carril por el que se pueda circular.

No constituyen elevaciones topográficas importantes, lo más destacado son los escarpes que se sitúan al N de ambas cimas. Siendo la vertiente Sur de topografía más suave.

Un poco más hacia el Oeste, y entre las dos sierras existe otra pequeña elevación, que también está incluida en esta zona al tener las mismas características geológicas, que se conoce como Casas del Puerto. Lo mismo ocurre al SO, donde está la Cuerda de Miñano, una alineación de menor entidad paralela a la loma de Palomeque.

En cuanto a la vegetación, ambas laderas de las Sierras están cubiertas por abundantes especies autóctonas de monte bajo como coscojas, enebros, lentiscos y sabinas, y de abundantes ejemplares de pino carrasco y encina.

No existen líneas eléctricas que atraviesen la zona. Tampoco hay cursos de agua permanentes.



Foto 1. Situación de la zona de estudio dentro de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

1.1.1.- ANTECEDENTES.

En estas sierras no existe en la actualidad actividad alguna de tipo minero, si bien, a lo largo de la realización de este estudio se han encontrado bastantes indicios de pasadas actividades, y efectuadas seguramente con la finalidad de ubicar algún tipo de labor para la extracción de roca ornamental.

Más al Norte, a unos 6 Km. encontramos la Zona que hemos denominado, de la Unidad de la Cantera, donde se sitúan diferentes explotaciones a cielo abierto. Al Sur de esta zona, se sitúa el Parque Natural de Sierra Espuña.



Foto 2. Vista general de la zona. Loma de Palomeque, a la izquierda, y el Alto del Calvillo a la derecha.

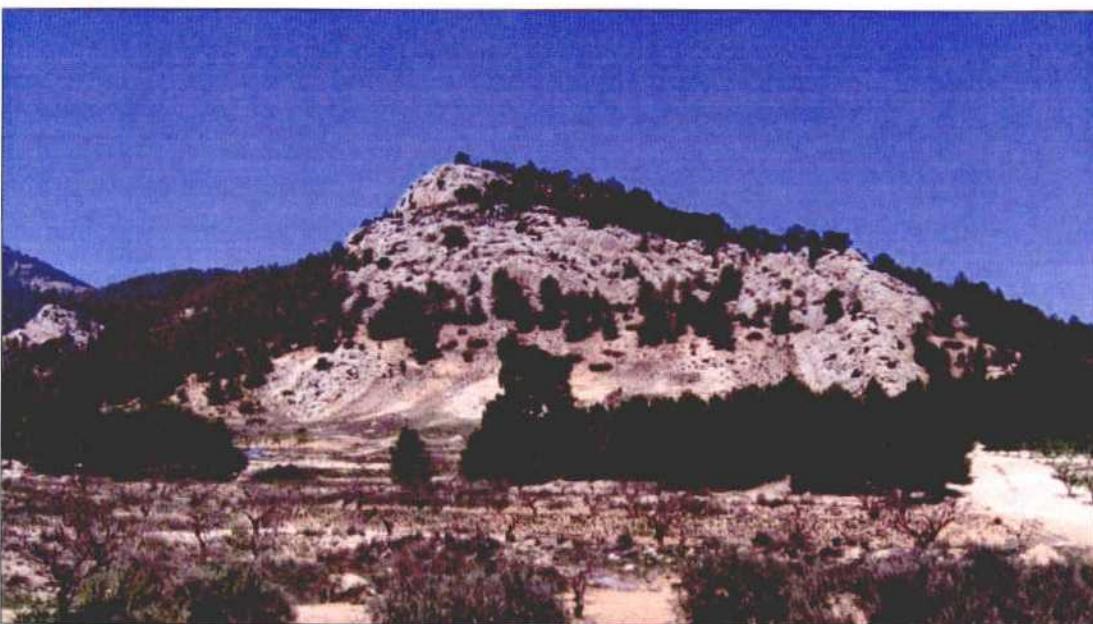


Foto 3. Zona conocida como "Casas del Puerto", al Oeste del Alto del Calvillo y de la Loma de Palomeque.



Foto 4. Vista del Alto del Calvillo desde la Loma de Palomeque.

1.1.2.- ANTECEDENTES GEOLÓGICOS (Varios Autores).

INTRODUCCIÓN

Los depósitos del Eoceno Inferior y Medio afloran extensamente tanto en Sierra Espuña como en la Depresión de Mula-Pliego. Estos depósitos están representados por una gran variedad de facies: calizas de alveolinas, típicas de medios marinos muy someros; margas con intercalaciones de calizas de alveolinas y niveles de lignitos, propias de medios transicionales; diversos tipos de calizas con Nummulites, propias de medios marinos más abiertos. Todos estos depósitos constituyen la **segunda secuencia deposicional del Ciclo Sedimentario Inferior del Terciario Maláguide, de edad Cuisiense-Luteciense**.

En la Secuencia deposicional del Cuisiense-Luteciense se distinguen dos formaciones: La *Formación Espuña* para secuencias deposicionales constituidas principalmente por calizas (calizas con facies de alveolinas, de Nummulites y algales), y *Formación Valdelaparra*, para los depósitos de la secuencia deposicional constituidos principalmente por margas y margocalizas con gasterópodos, bivalvos y niveles de lignito.

La relación entre ambas Formaciones es de cambio gradual de facies, lateral y hacia techo. El cambio lateral de facies es observable en el sector de Fuenteblanca donde las calizas con alveolinas de la Formación Espuña van intercalando niveles margosos, cada vez más potentes hacia el Valle de la Hoz, en el cual, las calizas de alveolinas desaparecen por completo y dan paso, en toda la sucesión a margas con intercalaciones de margocalizas. También es visible en el sector de Valdelaparra donde se pueden observar bancos delgados de calizas de alveolinas entre las facies margosas con gasterópodos. Por su parte el cambio hacia techo entre ambos tipos de facies es bien observable en el corte de Malvariche.

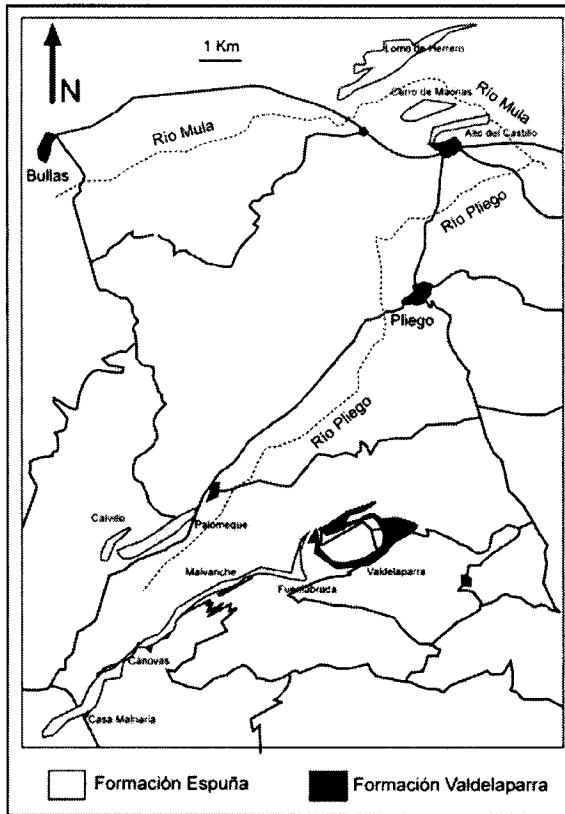


Fig 1: Mapa de situación de afloramientos de la secuencia Depositional del Cisiense-Luteciense inferior: Formaciones Espuña y Valdelaparra.

Formación Espuña.

La Formación Espuña está formada por una gran variedad de asociaciones de facies, que incluye:

- Areniscas calcáreas cuarzosas de color crema en corte fresco, anaranjadas o amarillentas por alteración, con abundantes cantos tamaño arena gruesa de cuarzo anguloso. Presentan numerosos bioclastos de alveolinas y Nummulites.
- Calizas conglomeráticas. Aparecen en la base de la sección de Fuenteblanca. Son calizas con abundantes cantos redondeados de cuarzo, lidita y grauvacas del Paleozoico Malágide.
- Calizas micríticas con Alveolinas. Son de color crema en corte fresco, anaranjadas en corte alterado. Presentan gran cantidad de bioclastos (Alveolina sp, Nummulites sp., bivalvos, gasterópodos, equinodermos).
- Calizas micríticas con Nummulites y algunas alveolinas, representadas en la sección de Palomeque.
- Calizas algales, formadas por algas y foraminíferos encostrantes.

Los límites de esta formación se pueden observar en el Palomeque y en otras secciones de zonas cercanas. El límite inferior es discordante sobre los diversos términos de la serie infrayacente, y lleva asociado una laguna. Por su parte el límite superior en unos casos es el paso gradual a la Formación Valdelaparra o en otros, coincide con el límite de la secuencia deposicional. En este último caso es una paraconformidad que puede llevar asociada la aparición de mineralizaciones por óxidos de hierro, o de niveles conglomeráticos.

Esta formación toma su holoestratotipo en los sedimentos del intervalo Cuisiense-Luteciense inferior de la sección Malvariche (coordenadas UTM 232934 y 231936 para el muro y el techo respectivamente), y un paraestratotipo en los sedimentos del mismo intervalo de tiempo del corte de Cáノovas (coordenadas UTM 213921 y 212923 para el muro y el techo respectivamente). La formación aflora también en las secciones de Escamas de Palomeque y Escamas de Mula.

La potencia máxima de esta formación en el holoestratotipo es de 210-300 m y puede dividirse, sobre la base de criterios litoestratigráficos, en tres miembros:

- Miembro arenoso-calcáreo de 10 metros de potencia.
- Miembro de calizas con alveolinas o Nummulites de 21 a 10 m de potencia, según los cortes.
- Miembro de calizas algales con algas y foraminíferos encostrantes, con potencia variable de 21 a 100 metros.

En el holoestratotipo pueden verse representados el miembro arenoso-calcáreo y el miembro de calizas, en este caso con alveolinas, mientras que en el paraestratotipo están representados los miembros de calizas, en este caso, con Nummulites y alveolinas y, de calizas algales.

- a) **Miembro arenoso-calcáreo.** Fue reconocido por Geel (1973) en la región de Vélez Rubio, y equivale al “*Sandy limestone member*” de la Formación Xiquena de esta autora. Aparece bien representado en las secciones de Malvariche, Cáノovas y Fuenteblanca. Está formado por calizas arenosas o conglomeráticas con *Alveolina sp.*, *Nummulites sp.*, *Orbitolites sp.* y rodoficeas. En las microfacies destaca la abundancia de granos de tamaño arena gruesa, de cuarzo no redondeado, de glauconita y de fosfatos. Presentan texturas *grainstone* o *packstone*. El color de estas rocas es crema en corte fresco, anaranjado en superficie. Se pueden observar en estas calizas laminaciones y estratificaciones cruzadas planares, así como numerosas cicatrices erosivas internas.
- b) **Miembro de calizas.** Se corresponde con el miembro calcáreo de alveolinas (“*limestone alveolina member*”) definido por Geel (1973). Está formado mayoritariamente por calcarenitas cacilitas con alveolinas en las secciones de Fuenteblanca, Malvariche y Casa Mañaria y mayoritariamente por calcarenitas de Nummulites en las secciones de Cáノovas, Escamas de Mula y Escamas de Palomeque junto con milióldidos (*Triloculina sp.* entre otros), cornupirácidos, textuláridos y anfistegínidos de alteración. Estas calizas aparecen masivas o con estratificación grosera sin que se pueda reconocer en ellas estructura alguna. Su textura es *packstone* o *wackestone*.
- c) **Miembro de calizas algales.** Afloran únicamente en la sección de Cáノovas. Se trata de una caliza de color crema, con texturas bioconstruidas (boundstone) por rodoficeas y foraminíferos encostrantes (*Solenomeris sp.*) y *Nummulites sp.*, entre las que aparecen sedimentos intersticiales con texturas *grainstone* o *packstone*. Estas calizas son masivas pero por causa de los rodolitos y los foraminíferos encostrantes adquieren un aspecto noduloso o brechoide en la mayoría de los casos.

Las relaciones entre los diferentes miembros son por casos de cambio de facies. El miembro calcáreo-arenoso y microconglomerático basal aparece en todas las secciones pero, donde lo hace, se encuentra siempre en la base de la formación.

Este miembro transiciona al miembro inmediatamente superior (calizas de alveolinás: secciones de Fuenteblanca, Malvariche y Casa Mañaria; y de Nummulites: secciones de Cánovas, Palomeque y Mula) de forma gradual pero rápida. Ese cambio se constata por la desaparición de los siliciclásticos y la glauconita, así como la desaparición de las estructuras sedimentarias observables en el miembro inferior. Por su parte el paso al miembro de calizas algales es gradual y corresponde con un cambio vertical de facies, que se observa solamente en el sector de Cánovas, donde las calizas con alveolínidos y Nummulites inferiores pasan de arriba a calizas algales.

Formación Malvariche.

El nombre de Fm. Malvariche fue propuesto para designar a todo conjunto de materiales de Eoceno Medio, y más concretamente a los sedimentos calcáreos con intercalaciones margoso-arenosas. El límite inferior de la formación es una paraconformidad con mineralizaciones de hierro a niveles de conglomerados sobre las formaciones infrayacentes (Espuña y Valdelaparra). El límite superior lo marca la base de la suprayacente Formación Cánovas. La formación se divide en tres miembros según sus diferentes características litológicas:

Miembro Inferior.

Con una potencia máxima de 10 metros, se caracteriza por su composición dominante carbonatada y su alto contenido en macroforaminíferos, entre los que destacan por su abundancia especímenes de *Assilina* sp., *Discocyclina* sp. y *Nummulites* sp. de grandes dimensiones. En su parte superior se localiza, en la sección de Malvariche, una intercalación de margas y margocalizas de 10 metros de potencia con abundantes gasterópodos, bivalvos, caráceas y ostrácodos.

En el Miembro Inferior se han identificado las especies de Nummulites que datan el miembro en el Luteciense Medio.

Miembro Intermedio(Luteciense Superior).

Se caracteriza por el predominio de sedimentos margoso-arenosos respecto a los carbonatados. Presenta una potencia de 300 metros. En su parte media se localiza un tramo de calizas arenosas de potencia variable, que se adelgaza rápidamente hasta desaparecer hacia el sector de Cánovas.

Miembro Superior(Bartoniense Superior).

Con una potencia máxima de 20 metros, se caracteriza por su litología calcarenítica, algo más arenosa que los miembros inferiores. Contiene abundantes macroforaminíferos de grandes dimensiones (*Nummulites* sp., *Assilina* sp. y *Discocyclina* sp.)

Formación Cánovas (Bartoniense Superior).

Unidad litoestratigráfica caracterizada litológicamente por el predominio de margas y limos amarillentos, que alternan con calcarenitas de potencia centimétrica y textura "packstone". En el estratotipo, sección de Cánovas la potencia es de 200 metros. El límite inferior es la Formación Malvariche y el superior está marcado por el depósito de los materiales del Oligoceno Inferior, en clara discontinuidad con una laguna estratigráfica.

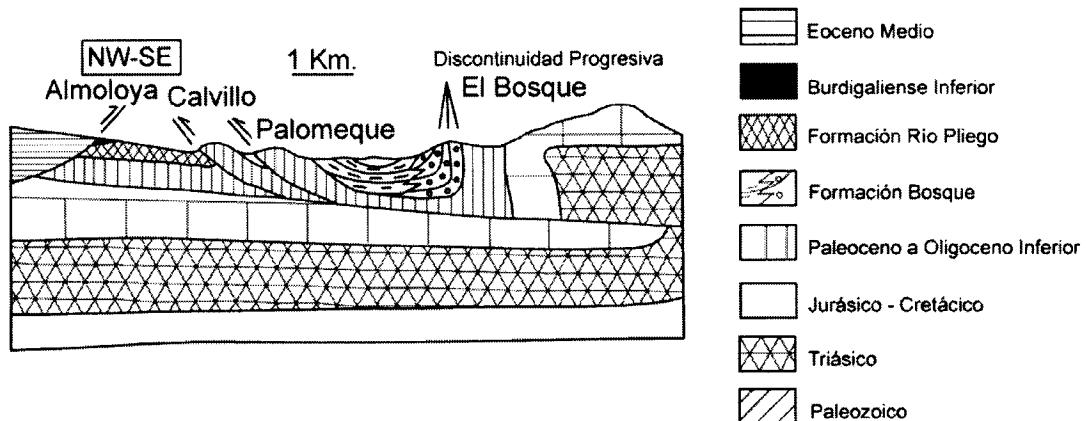


Fig 2. Esquema geológico de la Zona estudiada.

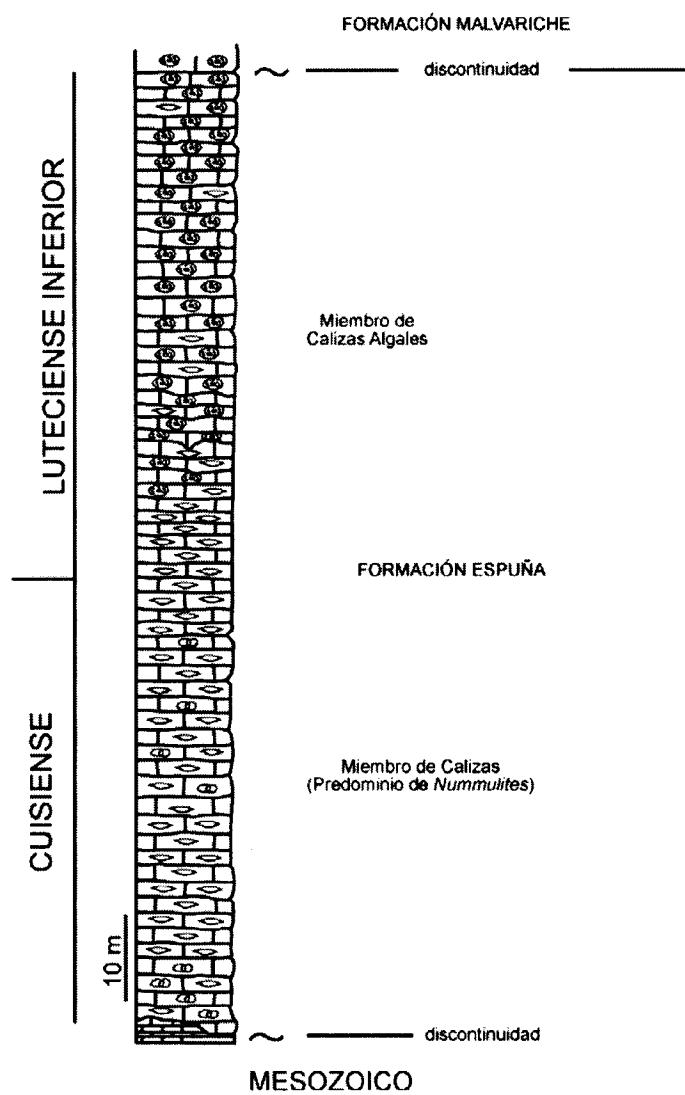


Fig 3. Columna estratigráfica general de la Zona estudiada.

1.1.3.- INVENTARIO DE INDICIOS.

Se ha realizado un recorrido con detalle de toda la zona en busca de indicios mineros y de afloramientos potencialmente productivos. El resultado en esta zona ha sido la elaboración de 1 ficha de inventario (Punto 2.4.1 (anexo)), en la que se recogen los datos más importantes de este afloramiento.

1.2.- GEOLOGÍA REGIONAL.

La geología regional de la zona es complicada, puesto que nos encontramos cerca del contacto entre las Zonas Externas y las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas, y más concretamente en el Terciario Maláguide de las Zonas Internas. Afloran en esta zona rocas sedimentarias y metamórficas del Mesozoico (Liásico, Jurásico y Cretácico), plegadas y fracturadas por la orogenia alpina, además de sedimentos Terciarios y Cuaternarios, que no están tan afectados por la misma.

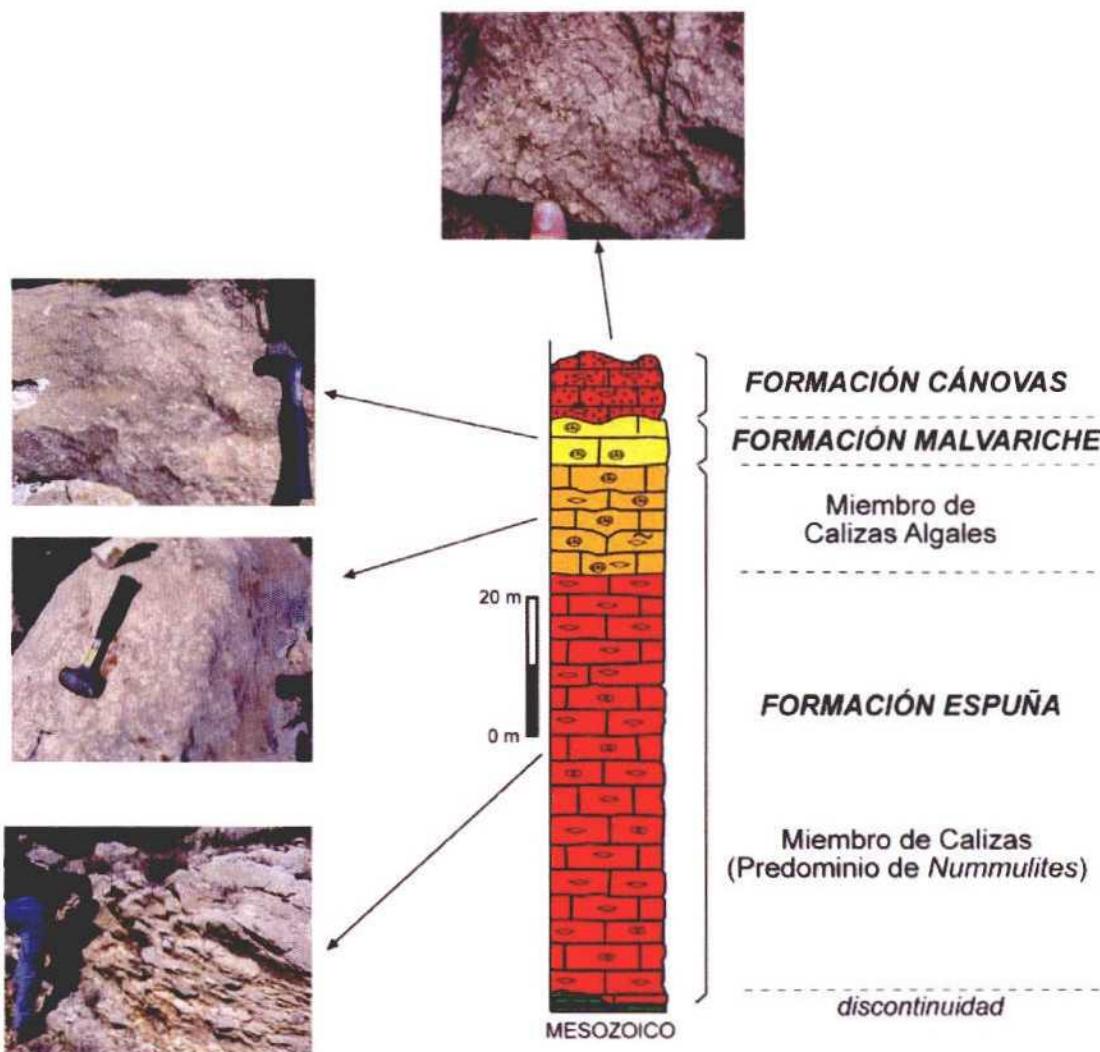


Fig 4. Columna geológica representativa de las Sierras del Calvillo y del Palomeque, donde se muestran todas las formaciones que conforman estas sierras, ordenadas de abajo a arriba de más antiguas a más modernas.

Formación Espuña.

En la zona de estudio, en esta formación se pueden distinguir dos miembros de los tres descritos anteriormente, ambos representados en la columna de las Sierras. Ambos miembros están constituidos de calizas bioclásticas con abundantes microfósiles. En cada uno de ellos predomina un tipo de microfósiles determinado. Así en el miembro inferior predominan los Nummulites (fotos 2 y 5), y en el otro, el superior las Algas (foto visu y micro). La potencia de ambos es similar, si bien es cierto que las calizas algales tienen unos metros menos de potencia, como se expresa más adelante.



Foto 5. Detalle de las Calizas con Nummulites en Alto del Calvillo.

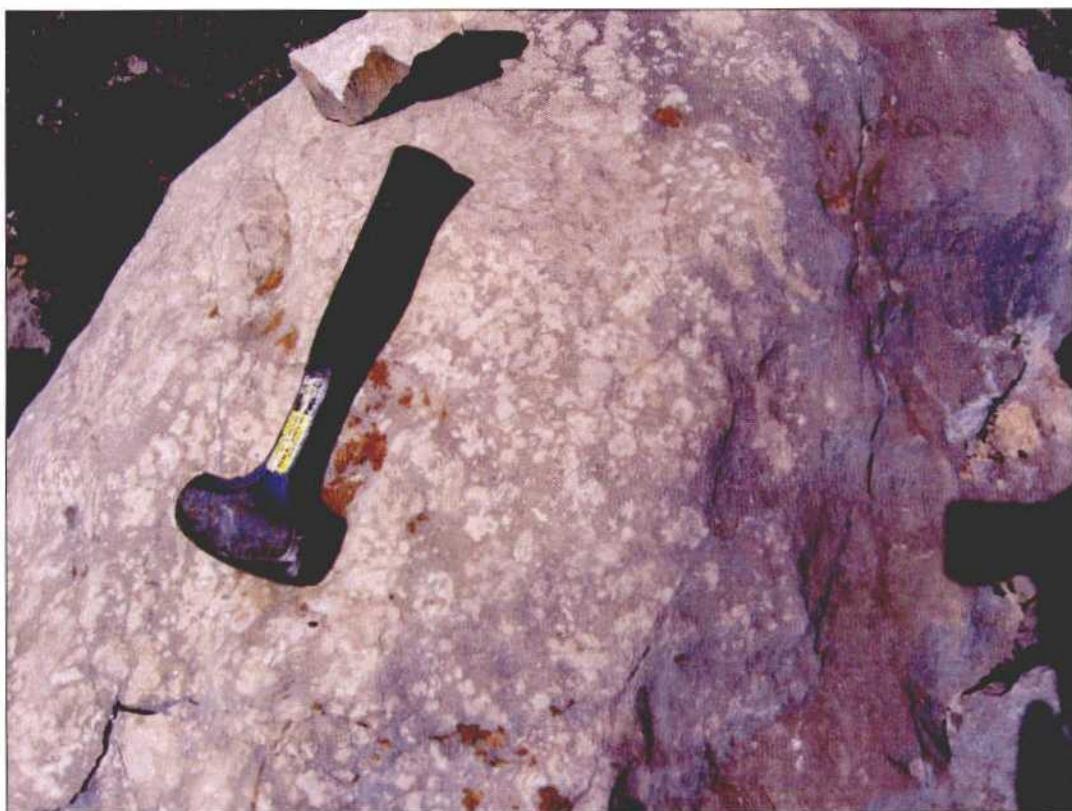


Foto 6. Detalle de las Calizas Algales en la Loma del Palomeque.

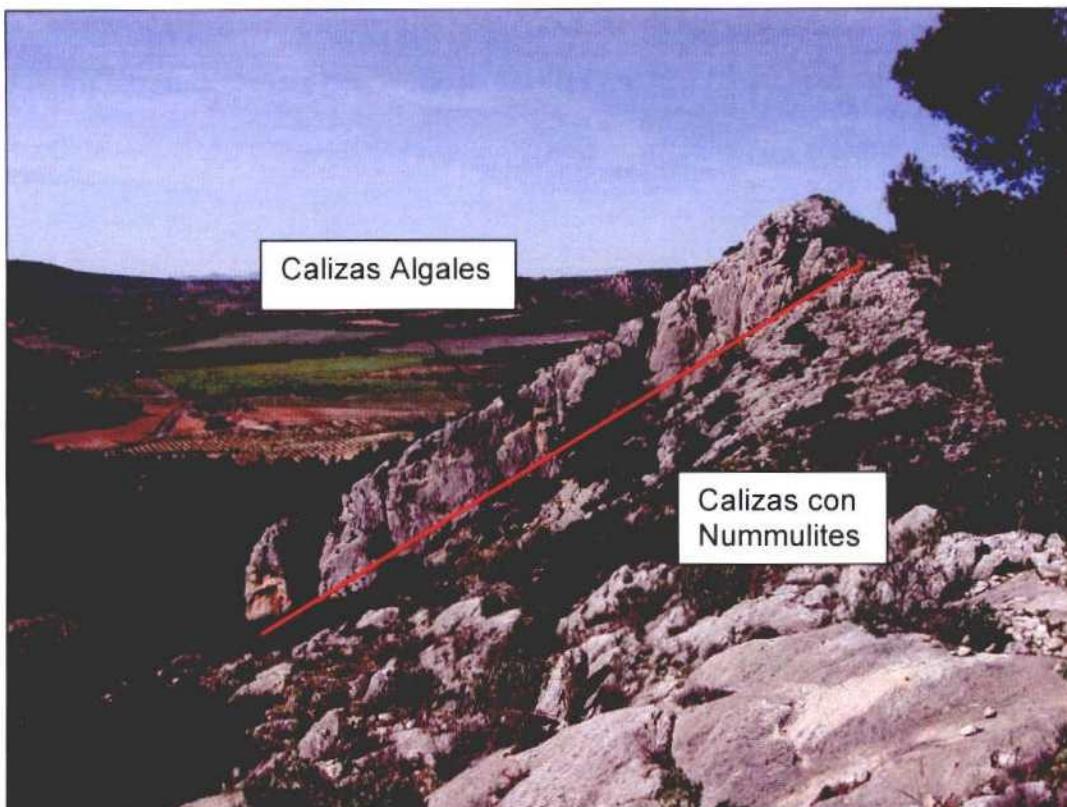


Foto 7. Vista del contacto entre las formaciones que aparecen en las Sierras del Calvillo y de Palomeque.

Formación Malvariche.

Si bien, a nivel regional esta Formación se divide en tres miembros, en la zona de estudio sólo están presentes dos de ellos, el inferior y el intermedio en la columna litoestratigráfica levantada en las Casas del Puerto. El miembro inferior, con una potencia de unos 11 metros, es fundamentalmente carbonatado y tiene un alto contenido en macroforaminíferos, entre los que destacan especímenes de *Assilina* sp., *Discocyclina* sp. y *Nummulites* sp. de grandes dimensiones. En la parte superior se localiza una intercalación de margas y margocalizas de 10 metros de potencia constituyendo un Hard-Ground a la base con abundantes gasterópodos, bivalvos, caráceas y ostrácodos. El miembro Intermedio se caracteriza por el predominio de sedimentos margoso – arenosos respecto a los carbonatados.

Los miembros de esta formación limitan en su base por una discordancia que los pone en contacto con una sucesión de depósitos rítmicos. En la base aparecen areniscas carbonatadas que contienen fragmentos de *Microcodium* y granos de fosfato y cuarzo removilizados y algunos bioclastos.



Foto 8. Detalle de las Calizas con grandes Nummulites de la Formación Malvariche.

Formación Cánovas.

Se trata de una unidad litoestratigráfica caracterizada litológicamente por el predominio de margas y limos amarillentos, que alternan con calcarenitas de poca potencia (de 20 cm. a 1 metro). El límite inferior es la Formación Malvariche y el límite superior está marcado por el depósito de los materiales del Oligoceno Inferior, en clara discontinuidad con una laguna estratigráfica (discordancia angular estratigráfica).

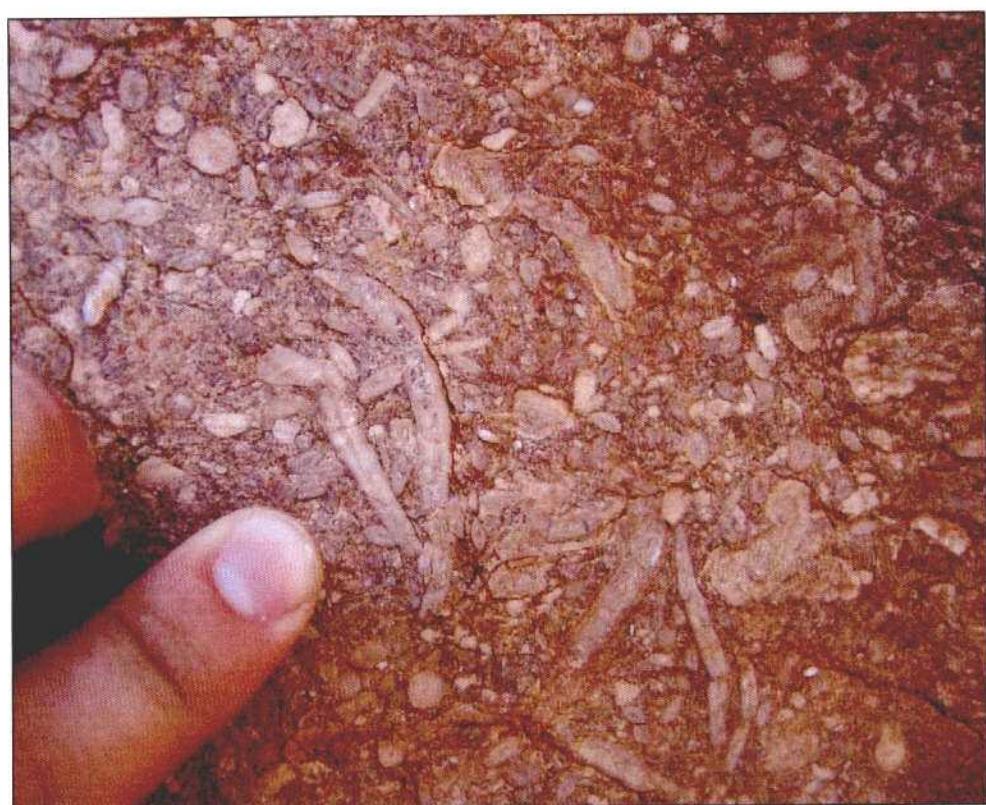


Foto 9. Detalle de las Calcarenitas con Abundantes macrofósiles de la Formación Cánovas.

1.2.1.- GEOLOGÍA LOCAL.

Como se puede deducir de la descripción de la geología regional, es evidente que la zona concreta de estudio se corresponde con una geología ciertamente complicada, tanto estructural como estratigráficamente. Cuando se estudia la geología local, y más concretamente la referente a la serie que aflora en las Sierras del Calvillo y del Palomeque, se observa que en ambos afloran los mismos materiales, que se completan con el afloramiento de las Casas del Puerto (plano 2.4.2 del anexo).

Estos afloramientos tienen idénticas características a los encontrados y descritos más al Sur, en Sierra Espuña (ver figura 2), aunque con pequeñas variaciones laterales.

Así, nos encontramos con litologías similares, todas ellas pertenecientes a medios de depósito marinos someros, con abundancia de fauna y flora fósil, como son foraminíferos bentónicos (sobre todo) y algas. Todas son de naturaleza caliza, donde la matriz, escasa, traba la gran cantidad de restos fósiles presentes en la roca.

La estructura general observada es de una serie monoclinal un poco abombada, aunque más adelante se verá que forma parte de las series encontradas en Sierra Espuña, constituyendo ambas series unas "escamas" despegadas de la estructura a gran escala.

La prospección se ha centrado en esta zona en las formaciones que dan los relieves en estos cerros, es decir las calizas con predominio de Nummulites de la Formación Espuña, las calizas con predominio de Algas de la Formación Espuña, y las calizas con grandes Nummulites de la Formación Malvariche, descartándose las calcarenitas que de la Fm. Cánovas, por su escaso interés como roca ornamental.

Las **Calizas con Predominio de Nummulites**, tienen una potencia en la zona de estudio de unos 60 metros. Se trata de unas calizas con coloraciones desde marrones a crema, con abundantes fósiles de color blanco, entre los que destacan los Nummulites (Foto 14), aunque también tienen algas rojas y Asilinas. Son aparentemente masivas, aunque cuando se mira con detalle, se observan bancos de 0.21 metros a 0.71 metros. Este miembro aparece en el Alto del Calvillo y en la Loma del Palomeque.

Esta formación se encuentra delimitada por contactos discordantes con sedimentos de la cuenca de Pliego-Mula. A muro se encuentra la **Formación Mula**, que está constituida por lutitas de color salmón, con intercalaciones conglomeráticas y de calcarenitas.

A techo aparecen unos pocos metros de calizas con abundantes Nummulítidos sueltos (foto 10), que no serán estudiadas por constituir una formación poco competente y, por lo tanto no aprovechable como roca ornamental.



Foto 10. Detalle del pequeño paquete de calizas con Nummulites, que aparecen sueltos. Esta formación tiene alrededor de 1 metro de espesor.

Las **Calizas con Predominio de Algas** o "Algales", tienen una potencia de unos 11 metros. Se trata de unas calizas de color crema, con más o menos fósiles, donde los que más abundan son algas, llamadas algas rojas, además de bioconstrucciones de rodofíceas y de Nummulites (Foto 6). Tienen también una apariencia masiva, de hecho presentan bancos de mayor espesor que las calizas de Nummulites. Este miembro sólo aparece en la Loma del Palomeque.

A techo, discordantemente se encuentran:

Las **Calizas con Grandes Nummulites**, constituyen el miembro inferior de la Formación Malvariche. Tiene un espesor de unos 11 metros. Se trata de una caliza con grandes Nummulites (*Assilina* sp., *Discocyclina* sp. y *Nummulites* s.p.), de color crema claro. Tiene una apariencia masiva, constituyendo bancos de gran tamaño (hasta 2 metros). Los tamaños de los microfósiles encontrados están en torno a 3-1 cm. A veces estos se individualizan de la roca, constituyendo pequeños nódulos que se encuentran en los alrededores del afloramiento.

El techo de esta formación aparece en las Casas del Puerto. Se trata de un Hard-Ground (Fotos 11 y 12) en el que se observan abundantes óxidos de hierro, y restos de fauna fósil, siendo los gasterópodos de pequeño tamaño los más abundantes.

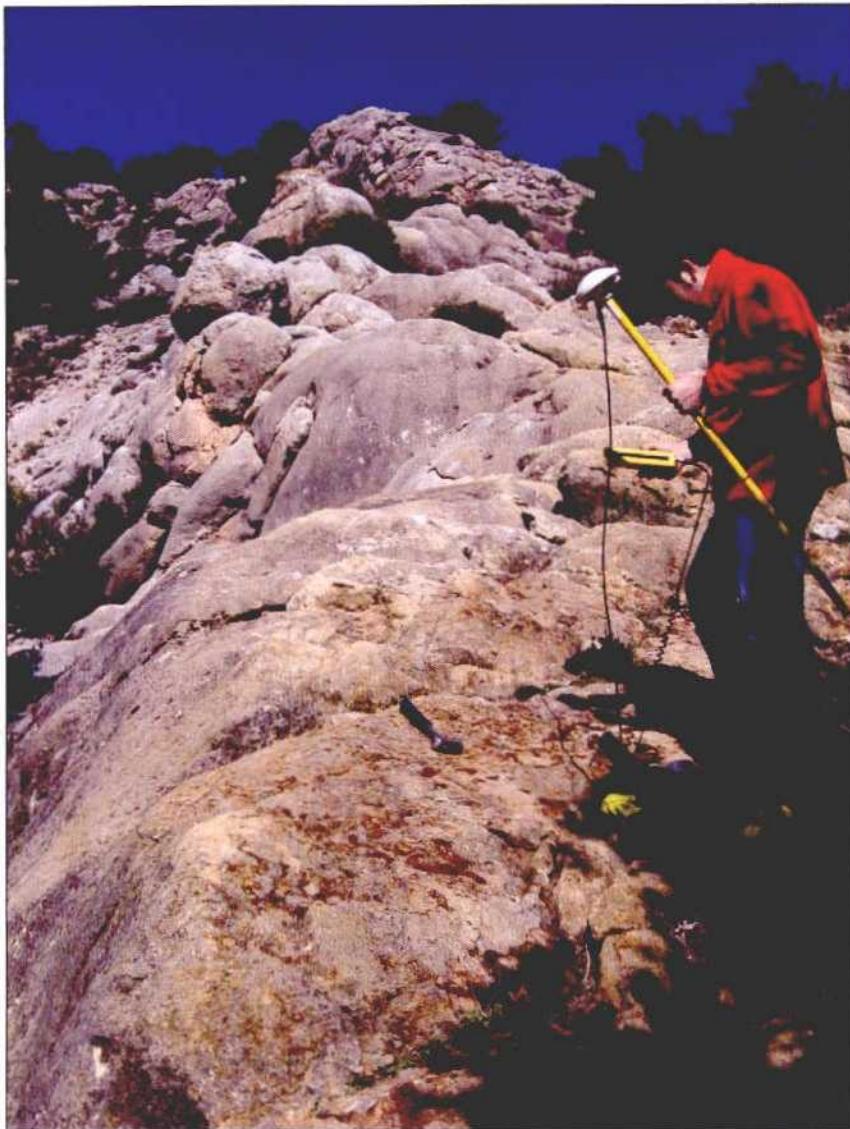


Foto 11. Detalle del techo de las Calizas con grandes Nummulites de La Fm. Malvariche. La zona superior (donde se apoya la maza), constituye un Hard-Ground, que representa el techo del miembro.



Foto 12. Detalle del Hard-Ground sobre las calizas con Nummulites de la Fm. Malvariche, donde se aprecian algunos de los restos fósiles que aparecen en él.

Sobre este Hard-Ground se deposita el miembro intermedio de la Formación Malvariche, que se caracteriza por el predominio de sedimentos margoso-arenosos respecto a los carbonatados. En la parte media de la unidad se localiza un tramo de calizas arenosas de poca potencia (foto 13). Contiene grandes Nummulites, además de una abundante fauna fósil (ver punto 1.1.2).

Esta formación se interrumpe con una falla normal con dirección casi N-S (ver plano 2.4.2).



Foto 13. Detalle del miembro intermedio de la Fm. Malvariche. Calizas arenosas con abundantes fósiles, que presentan pequeños resalte.



Figura 5. Corte Geológico del Alto del Calvillo (Izqda.) y la Loma de Palomeque, donde se aprecian las formaciones geológicas que constituyen ambos cerros, además de los accidentes tectónicos que actúan en ellas.

1.2.2.-TECTÓNICA.

La zona de estudio, como ya ha sido anteriormente indicado, está constituida por dos pequeñas elevaciones montañosas paralelas, alineadas según O-E; acompañadas de otra, separada por una falla normal al O denominada Casas del Puerto.

Todas ellas constituyen, en general, dos escamas tectónicas (ver plano 2.4.3.), despegadas del macizo de Sierra Espuña, situado más al Sur. Así, la base de los cerros Alto del Calvillo y loma del Palomeque constituyen dos superficies de cabalgamiento con movimiento hacia el N, siendo éstos los dos accidentes geológicos más importantes en la zona de estudio. Esta estructura condicionará la fracturación a pequeña escala de la serie estratigráfica de estas sierras.

Así, estas escamas constituyen el rasgo tectónico más importante del sectorsuroccidental del Sinfo de Mula – Pliego. Ambas presentan una estructura interna equivalente: sobre el cabalgamiento frontal se desarrolla una suave flexura anticinal cuyo flanco oriental se hunde hacia el SE para dar paso a un sinclinal. Están constituidas por terrenos paleógenos despegados a nivel del Cretácico.

Aparte de estas superficies de cabalgamiento, se ha representado otro accidente geológico importante, que afecta al sector Oeste de la zona, y que da como resultado la aparición de las calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche (en las Casas del Puerto) (ver plano 2.4.2). Este accidente, falla de carácter *normal* actúa hundiendo el bloque donde aparecen estas calizas.

Se ha realizado un estudio de las diaclasas y fracturas encontradas en la zona. Se han tomado 30 medidas de dirección y buzamiento en ambos cerros; obteniéndose los siguientes resultados, representados en la *Falsilla de Wulf*, con contornos de variación del 1%, *Rosa de los Vientos* y *Diagrama de Frecuencias*.

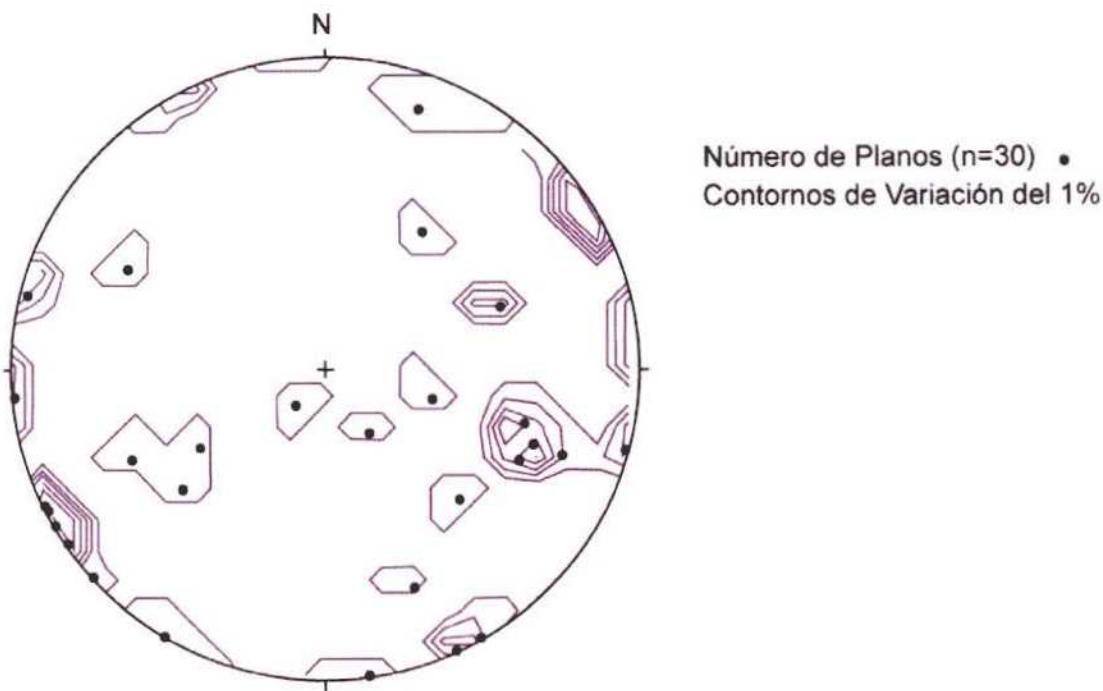


Fig 6. Representación en la Falsilla de Wulf de las medidas de diaclasas y fracturas tomadas en la zona.

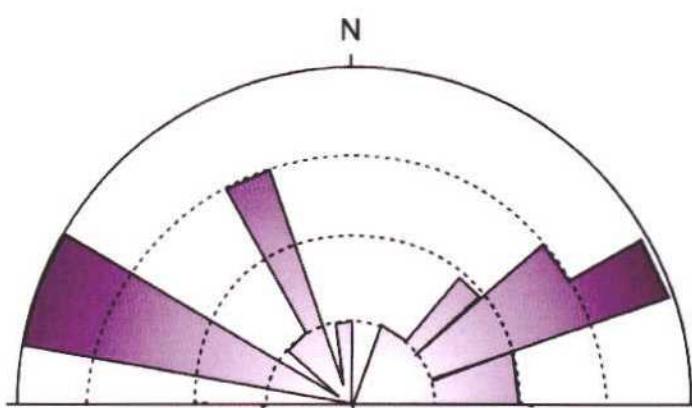


Fig 7. Rosa de los Vientos donde se representan las direcciones preferentes de las fracturas y diaclasas más importantes en la zona.

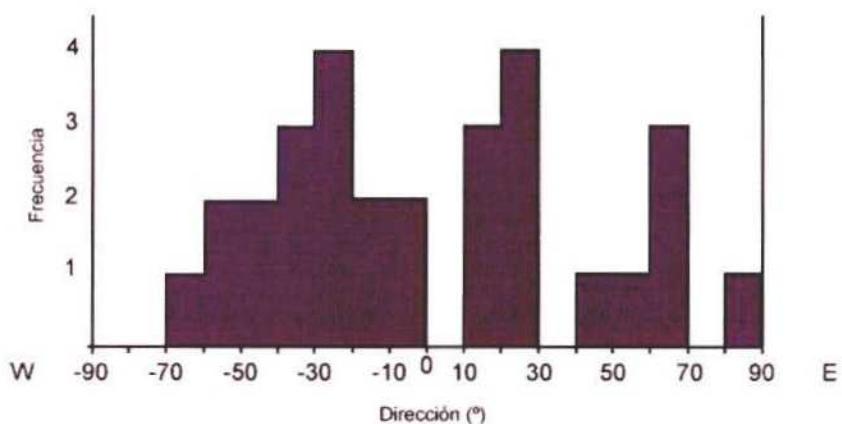


Fig 8. Diagrama de Frecuencias de los datos obtenidos de las direcciones de las diaclasas y fracturas en la zona.

A la vista de los resultados, se obtienen bastantes direcciones preferentes de fracturación, siendo las más importantes las que van en la dirección N10°E-60°E, constituyendo una familia de fracturas; y las encontradas en las direcciones entre N360°E-N320°E, constituyendo otra familia importante de fracturas. Ambas forman entre sí un ángulo casi de 90 grados, en realidad un poco más abierto, unos 110°.

Con estos resultados, se pueden obtener algunos datos importantes acerca de la fracturación general de estos macizos. La primera de las familias de fracturas tiene un abanico de direcciones coincidentes con la dirección general de las capas, y del cabalgamiento que afecta a la base de ambos cerros, como cabría esperar. Los buzamientos obtenidos, son también bastante parecidos a los de la capa y el cabalgamiento. La segunda de las familias de fracturas corresponde a planos perpendiculares o casi perpendiculares a la anterior familia, siendo estas fracturas verticales o casi verticales.

El dato que resta por saber para cuantificar por completo el comportamiento de las diferentes fracturas en estos macizos es el espaciado entre las diferentes fracturas encontradas. Del análisis de los datos tomados se deduce, que con respecto a primera familia de fracturas, la coincidente con la estratificación, los espaciados dependen del miembro al que afecten, siendo de 40 ó 10 cm en el miembro de Calizas con Nummulites de la Fm. Espuña; y de 60 a 90 cm en los miembros de Calizas con algas de la Fm. Espuña y en las Calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche.

Con respecto a la segunda familia de fracturas, las que se presentan verticales o subverticales, los espaciados son parecidos y no dependen tanto del miembro al que afecten. Su magnitud varía desde unos 10 cm hasta 2 metros.

1.2.3.- UNIDADES POTENCIALMENTE PRODUCTIVAS.

Las unidades consideradas como potencialmente productivas en la zona de estudio son las *calizas con Nummulites de la Fm. Espuña*; las *calizas con Algas de la Fm. Espuña*; y las *calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche*.

Estas litologías constituyen, casi en su totalidad, el conjunto de los cerros estudiados, siendo los materiales más blandos los circundan.

Calizas con Nummulites (Fm. Espuña). Estas calizas afloran con toda su potencia en el Alto del Calvillo, y en casi toda la loma del Palomeque (Plano 2.4.1). Están limitadas, en la cara Norte de cada uno de los cerros por sendos cabalgamientos que las ponen en contacto anormal con las lutitas de la Fm. Mula; y discordantemente con la Fm. Mula en todos los demás contactos. El afloramiento de la capa se puede seguir a lo largo de ambos cerros, en dirección O-E, unos 2600 metros en la loma de Palomeque y 1300 metros en el Alto del Calvillo, siendo más ancho en el Calvillo (200 m.), que en el Palomeque (100 m.). La capa aflorante está constituida, como ya se ha descrito, por una caliza de color entre marrón y crema, con abundantes microfósiles, entre los que destacan los Nummulites, Alveolinás y las Algas rojas. El espesor medio de la misma es de unos 60 metros. Los buzamientos generales son de unos 20° al SE.

En cuanto a sus límites, la capa limita en su base con las lutitas con intercalaciones arenosas de la Fm. Mula; y a techo, en contacto normal, con las calizas con algas de la propia Formación Espuña.

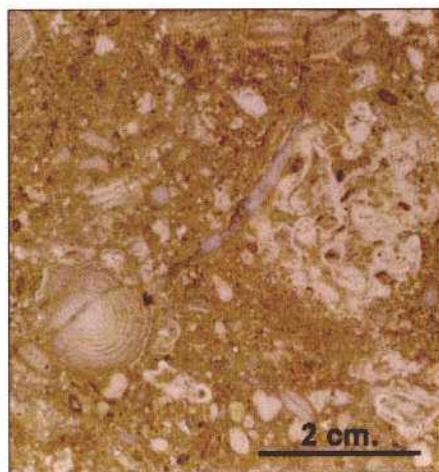


Foto 14. Detalle de la caliza con Nummulites de la Fm. Espuña de la zona. Nótese en la parte derecha de la foto, la existencia de algas (algas rojas).

Calizas con Algas de la Fm. Espuña: esta capa sólo aflora, y no con toda su extensión, en la Loma de Palomeque (Plano 2.4.2). Se trata de unas calizas de color crema claro con abundantes microfósiles, como son algas rojas, Rodoficeas y Foraminíferos encrustantes. Tienen carácter masivo y afloran con una potencia media de 11 metros y un buzamiento de unos 10° hacia el SE. Están limitadas, en el muro por las calizas con Nummulites de la Fm. Espuña, y en el techo por las calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche. Los contactos a muro (con las calizas con Nummulites) son de carácter normal (concordantes) y luego, al Sur limita de forma discordante con sedimentos cuaternarios, fundamentalmente, rellenos

conglomeráticos. La capa se puede seguir, según la dirección de la loma, durante unos 1800 metros, con 130 metros de anchura media.

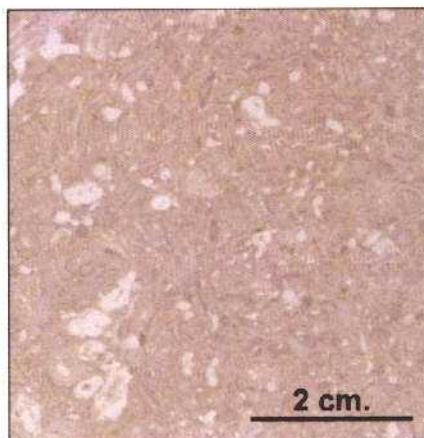


Foto 15. Detalle de la caliza con Algas de la Fm. Espuña de la zona. Nótese en la parte inferior izquierda de la foto, la existencia de algas (algas rojas).

Calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche: esta capa sólo aflora, y no con toda su extensión, en las Casas del Puerto (ver plano 2.4.2 del anexo). Se trata de unas calizas de color crema claro con abundantes microfósiles de gran tamaño, como son *Assilina* sp., *Discocyclina* sp. y *Nummulites* sp. Tienen carácter masivo y afloran con una potencia media de 11 metros y un buzamiento de unos 49° hacia el NE. El hecho de tener grandes Nummulites (Foto 16) de forma redondeada, hace, en algunas zonas que éstos se individualicen de la masa de roca, constituyendo así una parte débil de la misma. Esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de estudiar las características físicas de la roca. Están limitadas, en el muro por una importante discontinuidad con laguna estratigráfica, que las pone en contacto con una secuencia rítmica, y en el techo por sedimentos margoso-arenosos de la misma formación con intercalaciones calcareníticas. La capa se puede seguir, según la dirección de la loma, durante unos 160 metros, con 200 metros de anchura media.



Foto 16. Detalle de la caliza con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche en la zona de estudio. En el recuadro rojo se observa un Nummulites de gran tamaño.

1.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.

1.3.1.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

CALVILLO. Se trata de una caliza, con abundantes fósiles de pequeño tamaño (0,8 cm. máximo), con tonalidades de color que van del crema al blanco. La matriz que soporta los fósiles es de un tamaño de grano fino. No se observan fracturas (Foto 15).

PALOMEQUE. Se trata de una caliza, con abundantes fósiles de pequeño tamaño (2cm. de tamaño máximo), con tonalidades de color que van desde el marrón al blanco. La matriz es de grano fino (micrita). Se observan algunas fracturas rellenas de calcita que atraviesan la roca (Foto 14).

CASAS DEL PUERTO. Se trata de una caliza con abundantes fósiles de pequeño tamaño (2 cm. como máximo), con tonalidades que van desde el marrón claro al blanco. No existe a penas matriz. Se observan fracturas rellenas de calcita y otras si relleno (Foto 16).

1.3.2.- DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

	Textura (Según Dunham)	Mineral	Bioclastos	Fracturas	Clasificación Petrográfica
CALVILLO	Grainstone de Nummulites	Micrita: 10%, 2mm $\leq \emptyset \leq 5\text{mm}$ Bioclastos: 90% $2\text{mm} \leq \emptyset \leq 1\text{cm.}$	Nummulites, algas, Discociclinas, restos de foram. bentónicos.	Fisuras rellenas Calcita	Biomicrita de Nummulites.
PALOMEQUE	Grainstone de Algas.	Bioclastos: 90% $1\text{mm} \leq \emptyset \leq 1\text{cm}$ Micrita: 10% $\emptyset \leq 5\text{mm}$	Mayoritarios: Algas, Nummulites, fragmentos irreconocibles. Minoritarios: espículas de equinodermos, foraminíferos bentónicos y planctónicos.	Fisuras rellenas Calcita	Biomicrita con Algas.

1.3.3.- ENSAYOS TECNOLÓGICOS.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL: CALVILLO
PROCEDENCIA: Alto del Calvillo. Mula (Murcia)
CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA: Caliza Bioclástica

TÍTULO ENSAYO (NORMA):	RESULTADO ENSAYO:	RECEPCIÓN MUESTRAS:	REALIZADO ENSAYO:
C Absorción a presión atmosférica (UNE-EN 13755)*	0,5 %	03-03-04	31-03-04
Densidad aparente (UNE-EN 1936)*	2650 kg/m ³	03-03-04	31-03-04
Porosidad abierta (UNE-EN 1936)*	1,8 %	03-03-04	31-03-04
Resistencia a la compresión (UNE-EN 1926)*	93 MPa	03-03-04	31-03-04
Microdureza Knoop (UNE 22178)	1602 MPa	03-03-04	26-05-04
Resistencia a la abrasión (UNE-EN 1341)	19,5 mm	03-03-04	26-05-04

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL: MUESTRA CASAS PUERTO
PROCEDENCIA: Mula (Murcia)
CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA: Caliza

TÍTULO ENSAYO (NORMA):	RESULTADO ENSAYO:	RECEPCIÓN MUESTRAS:	REALIZADO ENSAYO:
Resistencia a la abrasión (UNE-EN 1341)	20,0 mm	21-06-2004	23-06-2004
Microdureza Knoop (UNE 22188)	1761 MPa	21-06-2004	23-06-2004

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL: PALOMEQUE
PROCEDENCIA: Loma de Palomeque. Mula (Murcia)
CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA: Caliza bioclástica

TÍTULO ENSAYO (NORMA):	RESULTADO ENSAYO:	RECEPCIÓN MUESTRAS:	REALIZADO ENSAYO:
Absorción a presión atmosférica (UNE-EN 13755)*	0,3 %	03-03-04	31-03-04
Densidad aparente (UNE-EN 1936)*	2670 kg/m ³	03-03-04	31-03-04
Porosidad abierta (UNE-EN 1936)*	1,0 %	03-03-04	31-03-04
Resistencia a la compresión (UNE-EN 1926)*	110 MPa	03-03-04	31-03-04
Microdureza Knoop (UNE 22178)	1928 MPa	03-03-04	26-05-04
Resistencia a la abrasión (UNE-EN 1341)	20,0 mm	03-03-04	26-05-04

1.4.- SITUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS.

En las Sierras del Calvillo y Palomeque, la situación de los recursos de roca ornamental está restringida a las formaciones potencialmente productivas anteriormente descritas. Estas son las *Calizas con Nummulites de la Fm. Espuña*, las *calizas con Algas de la Fm. Espuña* y las *Calizas con grandes Nummulites de la Fm. Malvariche*. Los afloramientos de estas formaciones aparecen en las elevaciones antes descritas (Alto del Calvillo, loma de Palomeque y Casas de Puerto), siendo estas las que dan el relieve a dichos cerros, y no teniendo casi cobertura de material encima de las formaciones, es decir, que en todo el cerro afloran estas formaciones sin que capas de otros materiales aparezcan mezcladas.

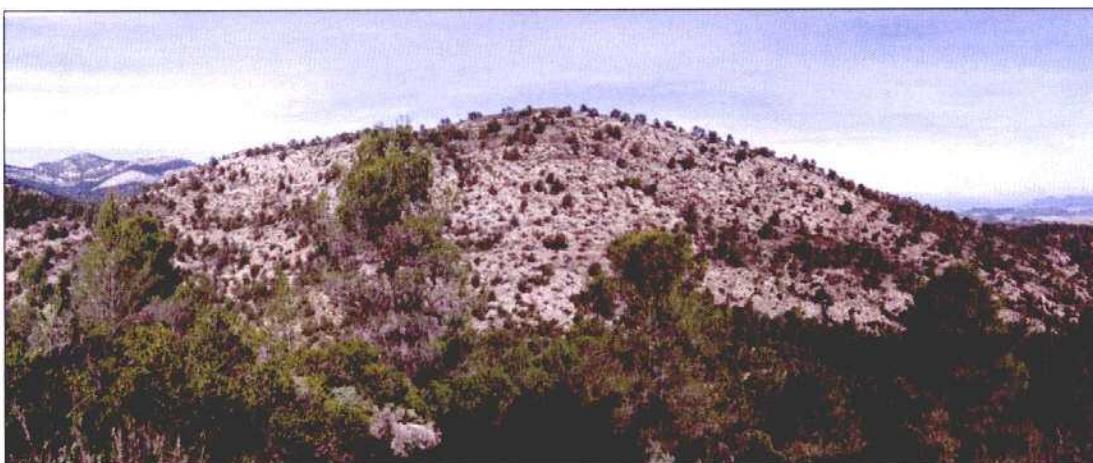


Foto 17. Vista del Alto del Calvillo desde la loma de Palomeque, donde se observan las calizas con Nummulites, que afloran en toda la extensión del cerro.

Todas las formaciones descritas, aparecen de la siguiente manera en estos cerros: las *calizas con Nummulites* aparecen en el Alto del Calvillo en toda su extensión, y en buena parte de la Loma de Palomeque; las *calizas con Algas* aparecen en la Loma de Palomeque, en el borde Sur de la misma; y las *Calizas con Grandes Nummulites* aparecen en las Casas del Puerto en toda su extensión.

Seguidamente se pasa a realizar, para cada una de las citadas tres formaciones potencialmente productivas, una evaluación estimada de sus recursos.

Calizas con Nummulites (Fm. Espuña). Se localiza en dos cerros:

Alto del Calvillo: Considerando una corrida total de 1110 metros y una anchura media de 120 metros, y estimando una profundidad o frente explotación final de 90 metros, se obtendría un volumen estimado de 11988000 m³.

Loma de Palomeque: Se considera una corrida total de 2100 metros y una anchura media de 214 metros, y estimando una profundidad o frente explotación final de 90 metros, se obtendría un volumen estimado de 40446000 m³.

Sumando ambos volúmenes, obtenemos un volumen total de reservas de calizas con Nummulites de 52426000 m³.

Calizas con Algas (Fm. Espuña). Aflora en la **Loma de Palomeque**. Considerando, en este caso, una corrida de 1613 metros y una anchura media de 231

metros. Estimando que se bajaría hasta unos 31 metros desde el punto más alto, obtendríamos un volumen estimado de 11550693 m³.

Calizas con grandes Nummulites (Fm. Malvariche): Aflora en su totalidad en las **Casas del Puerto**. Considerando, en este caso, una corrida de 236 metros y una anchura media de 382 metros. Estimando que se bajaría hasta unos 130 metros desde el punto más alto, obtendríamos un volumen estimado de 11719760 m³.

En el siguiente cuadro-resumen se representan las reservas estimadas de los afloramientos estudiados:

Nummul. /Algas /Grandes Nummul	Corrida (m.)	Anchura (m.)	Profundidad (m.)
Alto del Calvillo	1110 / 0 / 0	120 / 0 / 0	90 / 0 / 0
Loma de Palomeque	2100 / 1613 / 0	214 / 231 / 0	90 / 31 / 0
Casas del Puerto	0 / 0 / 236	0 / 0 / 382	0 / 0 / 130
TOTAL	3210/1613/236	334/231/382	180 / 31 / 130

1.5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A lo largo de este informe se han descrito, como fruto de los trabajos realizados en el marco del estudio, las formaciones más importantes desde el punto de vista geológico y minero en las sierras de Calvillo, Palomeque y Casas del Puerto (Ver apartado 1.2.3). Se han estudiado con detalle tres de las formaciones que aparecen en ellas, todas de naturaleza caliza, con abundantes microfósiles y con tonos crema, desde claros a oscuros.

En cuanto a la disposición de las capas potencialmente explotables, se observa que éstas constituyen el grueso de las elevaciones que aparecen en la zona estudiada.

En el caso del Alto del Calvillo, la pendiente de la ladera coincide con el buzamiento de las capas, lo que hace aflorar con toda su potencia las Calizas con Nummulites, sólo limitada por un accidente tectónico de importancia (Cabalgamiento), a la base del cerro en la cara Norte del mismo. Este accidente afecta directamente, tanto en este cerro como en la Loma de Palomeque, a la distribución de fracturas y diaclasas que se encuentran en las formaciones estudiadas (Ver figuras. 6, 7 y 8).

En el caso de la Loma de Palomeque, aparecen dos formaciones con importancia desde el punto de vista minero, las Calizas con Nummulites y las Calizas con Algas. En ella, las formaciones tienen mayor longitud que en el Alto del Calvillo, pero tiene menos anchura de afloramiento. Las dos formaciones están alineadas según la dirección de la loma, dispuestas con buzamientos mayores que en la anterior, siempre al Sureste. Como se ha visto, las Calizas con Algas presentan bancos más potentes y menos fracturados que las Calizas con Nummulites. Además, las coloraciones de esta formación son mas claras, siendo esta tonalidad más apreciada por el sector.

En las Casas del Puerto aflora el techo de otra de las formaciones descritas anteriormente, las Calizas con grandes Nummulites de La Formación Malvariche. Aunque la extensión de este cerro es mucho menor que los anteriores, los materiales que afloran son bastante interesantes puesto que se trata de una roca de bastante calidad desde el punto de vista de la roca ornamental, aunque el gran tamaño de los fósiles que contiene puede resultar un factor negativo, puesto que éstos, de forma esférica pueden desprenderse de la roca con facilidad según zonas.

Conforme a lo estudiado se consideran como potencialmente muy interesantes desde el punto de vista minero las áreas geográficas correspondientes a: Alto del Calvillo, Loma de Palomeque y Casas del Puerto. Los tres cerros descritos, todos ellos anejos entre sí, están formados por materiales que responden a los criterios de calidad exigidos por las demandas de la roca ornamental y por los criterios geológicos necesarios para garantizar una explotación en un plazo de tiempo bastante largo. La importancia de estos tres yacimientos radica tanto en sus importantes reservas como en su tonalidad crema, muy apreciada y cotizado actualmente en el mercado mundial de la roca ornamental.

En el plano 2.4.8. (aprovechamiento minero) de los anexos, se puede encontrar el plano geológico que viene a resumir el estado actual de explotación en el que se encuentra esta zona, que es totalmente nulo, a excepción de una pequeña cata realizada para prospección, y las numerosas tomas de muestras que se encuentran en las zonas menos fracturadas y más masivas.

En cuanto a las recomendaciones, y desde el punto de vista medioambiental, el impacto visual que tendría una posible explotación en la zona, se considera que sólo en el Alto del Calvillo se podría plantear una explotación a cielo abierto, sin ser vista desde la carretera que une los núcleos urbanos de Pliego con Zarzadilla de Totana y, desde el parque Natural de Sierra Espuña. Éste último puede ser el mayor condicionante para la no-concesión de permisos de explotación en la zona, aunque, dada la importancia del yacimiento en cuestión, esto requeriría un estudio en profundidad de la afección al medio ambiente de esta hipotética explotación en la zona.

1.6.- BIBLIOGRAFÍA.

Alcalá García, F.J. et al. (2002). Cambios en la mineralogía de arcillas en el tránsito Paleoceno / Eoceno del dominio Maláguide (Zonas Internas Béticas, SE de España). *Acta Geológica Hispánica*, v.37, nº4, p.389-400.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA 1:50000. Hoja 932 (Coy).

Martín Martín, M. (1991). La estructura del área de Sierra Espuña (Contacto Zonas Internas-Externas, sector oriental de la Cordillera Bética). *Estudios Geológicos*, 13: 237-248.

Martín Martín, M. et al. (1998). Le Paléocène des Malaguides orientales (Cordillères bétiques, Espagne): *stratigraphie et paléogéographie*. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes*. 1998. 326, 31-41.

Martín Martín, M. et al. (2002). Thrust séquense and syntectonic sedimentation en a piggy-back basin: the Oligo-Aquitanian Mula-Pliego Basin (Internal Betic Zone, SE Spain). *Geoscience* 334 (2002), p.363-370.

Paquet, J. (1969). Étude Géologique de l'Ouest de la Province de Murcie (Espagne). Mémoires de la Société Géologique de France. Nouvelle Série. Tome XLVIII. Paris.

Sierra Kiel, J. et al. (1998). Bioestratigrafía y Litoestratigrafía del Paleógeno del área de Sierra Espuña (Cordillera Bética oriental, SE de España). *Acta Geología Hispanica*, v.31 (1996), nºs 1-3, p. 161-189 (Pub. 1998).

2. ANEXOS.

2.1.- FICHAS DE INVENTARIO.

**FICHA DE INVENTARIO****DATOS GENERALES**Zona de estudio **SIERRA DE ESPUÑA**Nº de referencia: **932-005**Proyecto **ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGION DE MURCIA**Naturaleza y estado **AFLORAMIENTO** ExplotaciónMaterial **CALIZA** Afloramiento**LOCALIZACIÓN**Coordenadas UT Coordenada X **625500** Coordenada Y **4192000** Coordenada Z **1580**Ortofotomap **932-4-4** Paraje **CERRO ESPUÑA** Localidad cercana **PLIEGO**Municipio **TOTANA** Provincia **MURCIA** GPS utilizado:

Nombre de la explotación

Empresa explotadora

Tfno _____ Domicilio _____

Localidad _____ Municipio empresa _____ Provincia empresa _____

DATOS MINEROS

Tipo de minería _____ Método de arranque _____ Instalaciones _____

Nº de frentes: _____ Nº de bancos: _____ Altura media: _____ Longitud de los frentes: _____

 Vertidos

Tipo: _____

Titularidad del terreno: _____ Concesiones Mineras Vigentes: _____ Caducidad: _____

Nº de escombreras apreciables: _____ Volumen estimado (mcub): _____

Composición de la escombrera: _____

Tipo de escombrera: _____ Estabilidad del talud: _____ Erosión del talud: _____

Afección a cauces: _____ Nombre del cauce: _____ Granulometría: _____

Presencia de deslizamientos: _____ Pendiente del terreno: _____

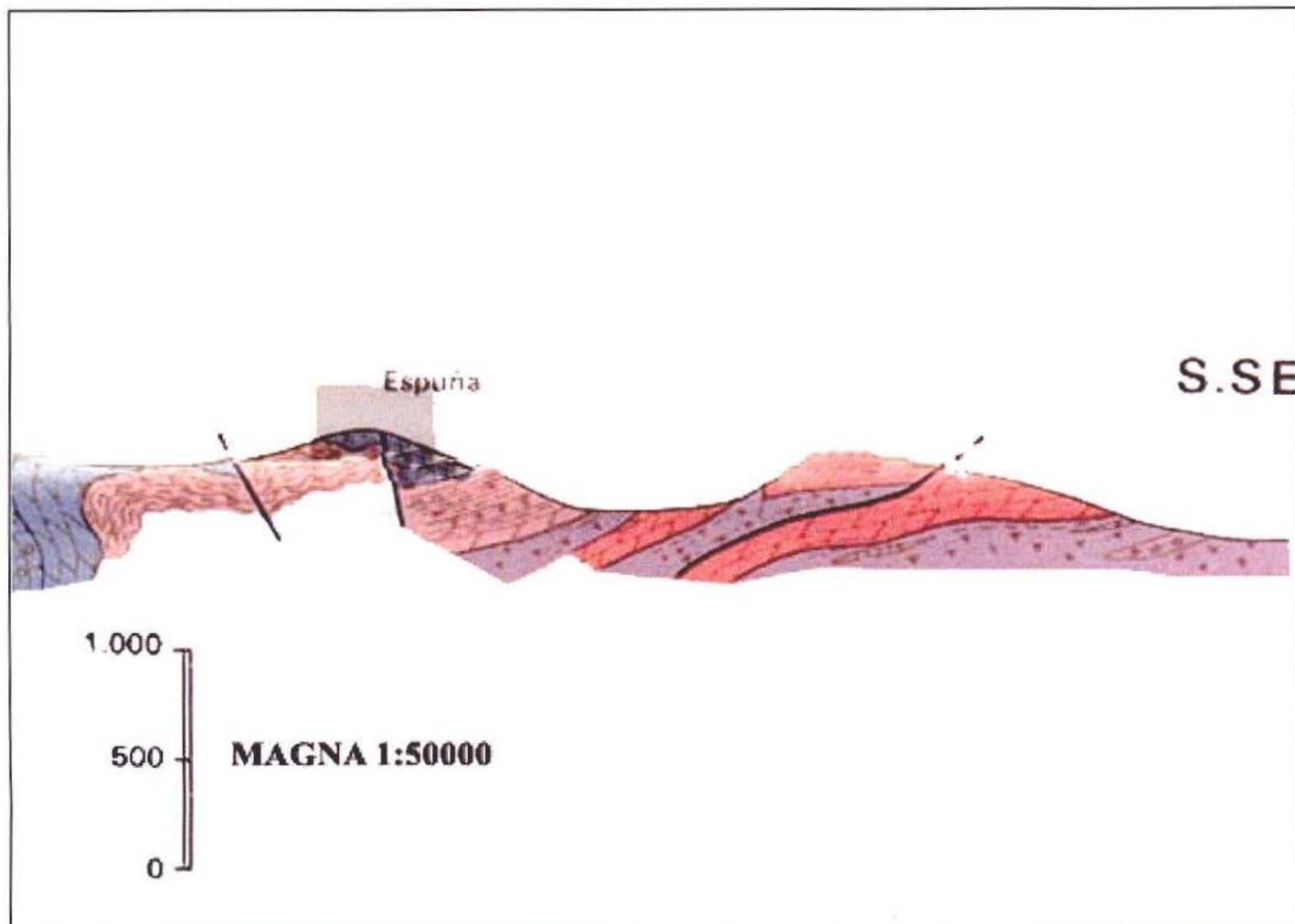
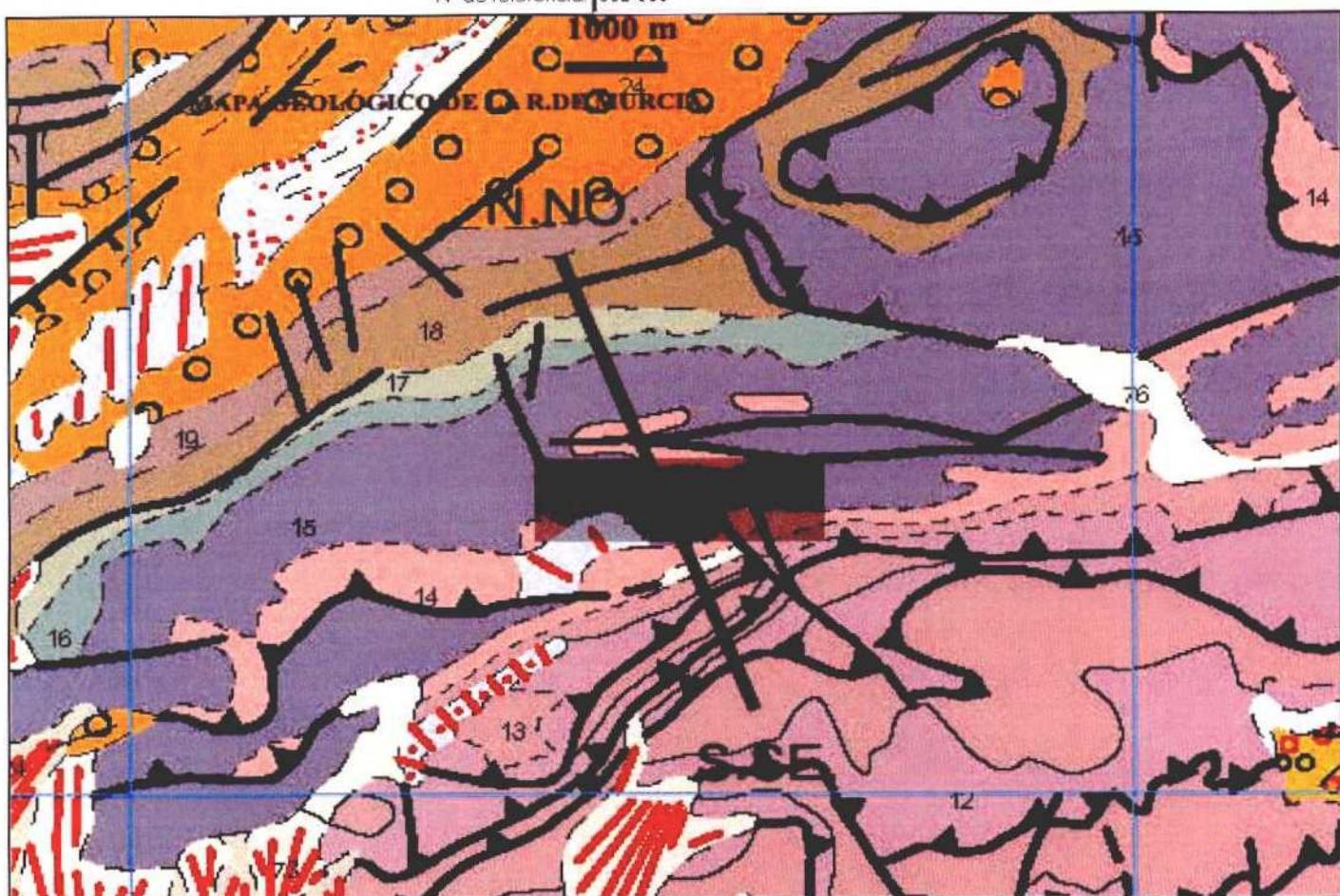
DATOS GEOLÓGICOSEdad: **JURÁSICO** Unidad geológica: **COMPLEJO MALÁGUIDE**Descripción: **CALIZAS OOLITICAS DE COLOR CREMA**Dirección: _____ Buzamiento: _____ Potencia: **70** Anchura: **250**Fracturas: **SI** Dirección fracturas: **N90E/N130E** Buzamiento fracturas: **VERTICALES**Estilolitos: **SI** Abundancia: **MEDIA** Litología del recubrimiento: **NO**

Potencia recubrimiento: _____

DATOS ECONOMICOSPotencialidad del recurso: **MEDIA-BAJA** Producción anual del recurso: _____

Nº de operarios: _____

Fotografías: **131-3124, 3125, 3126, 3127, 3129**



IMPACTO AMBIENTAL

Nº de referencia: 932-005

Visibilidad: **MUY ALTA**Vegetación: **NO**Agua superficial **NO**Afección a acuífero **NO**Paisaje: **ALTO**Hitos visuales importantes: **SE VE DESDE MUCHOS SITIOS AL SER LA ZONA MÁS ALTA DE SIERRA ESPUNA**

Foto aérea:

Escala:

Nº de muestras: **932/005**

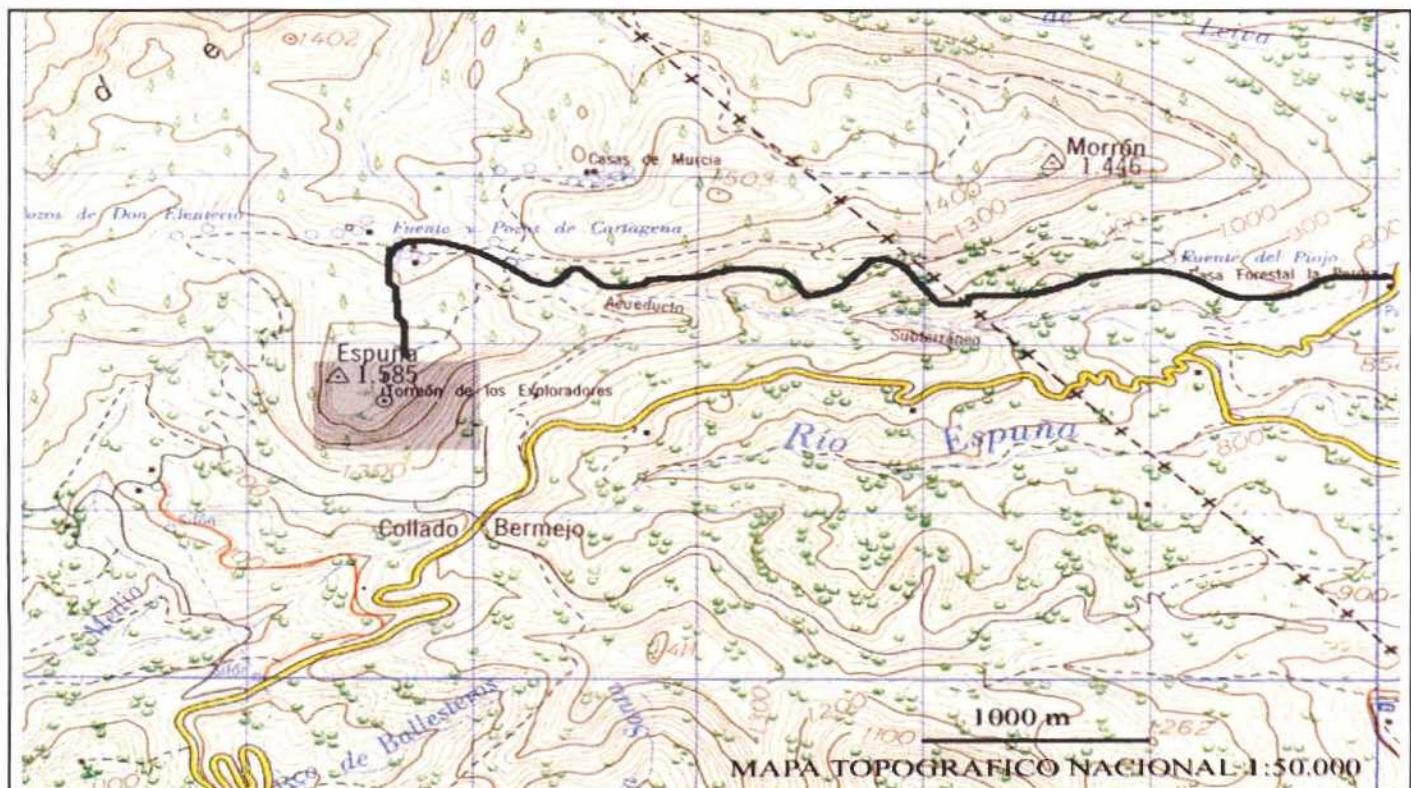
Ensayos realizados:

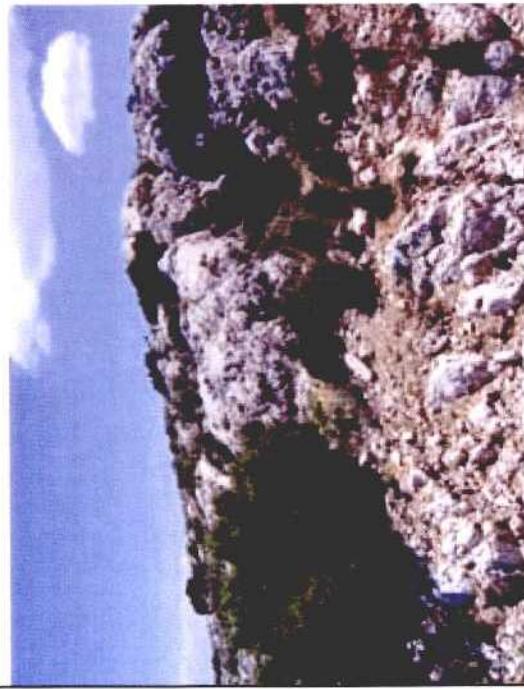
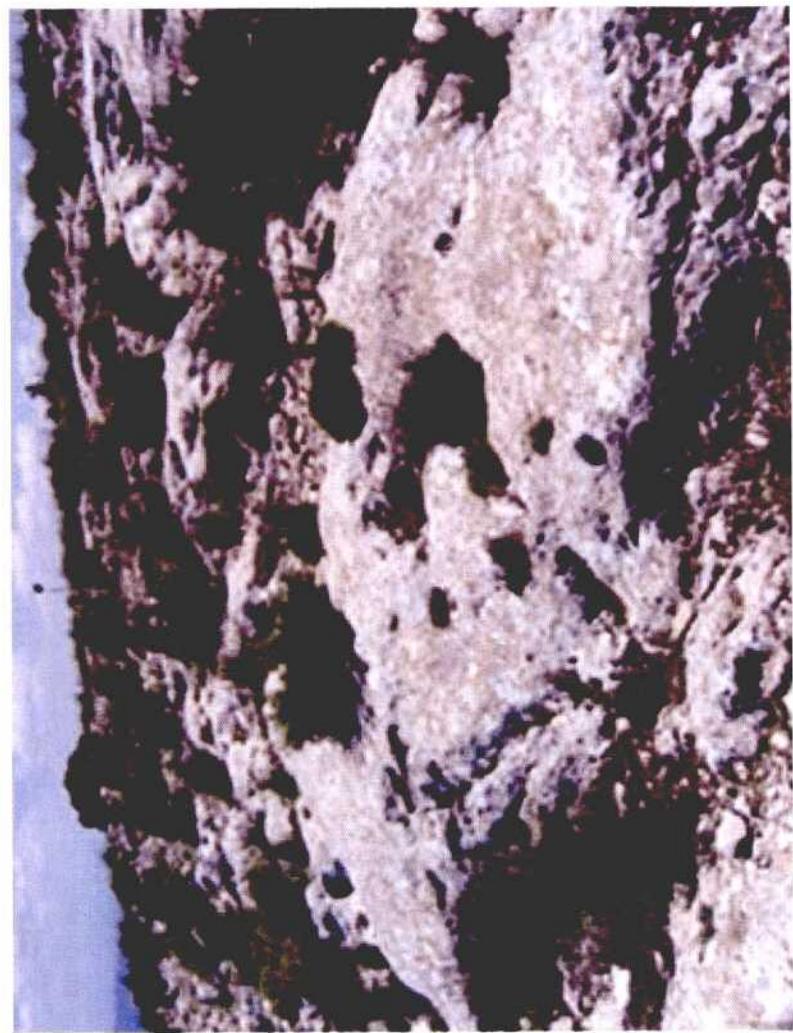
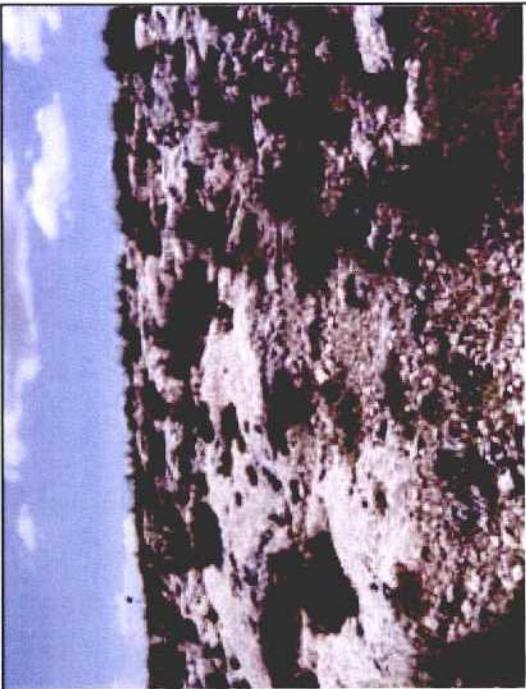
Equipo empleado:

Fecha: **16/06/2004**Especialista: **FRANCISCO AGUILERA CIVANTOS**

Observaciones:

LAS CALIZAS ESTÁN MUY CARSTIFICADAS, DIMENSIONES DE AFLORAMIENTO SON MUY GRANDES, EL MATERIAL ESTÁ FRACTURADO. SOBRE ESTOS MATERIALES HAY UNA BASE MILITAR POR LO QUE UNA POSIBLE EXPLOTACIÓN SERÍA DIFÍCIL POR SU UBICACIÓN.





2.2 RESULTADO DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS

LABORATORIO DE PIEDRA NATURAL

INFORME DE ENSAYO

ENsayos de caracterización de rocas ornamentales

MUESTRA CALVILLO

Informe Nº: **04026PN000**

Página: **1 de 5**

Fecha de emisión: **27 de Abril de 2004**

Peticionario: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Rós Rosas 23
28003 Madrid**

1. Muestra

Fecha de recepción: **03-03-2004**

Tipo de roca: **Caliza bioclástica**

Número de probetas: **5**

Dimensiones (mm): **diámetro = 56; altura = 50**

Acabado superficial:

Denominación comercial:

Lugar de extracción: **Calvillo. Mula (Murcia)**

Planos de anisotropía: **No presenta**

2. Métodos de ensayo

Normas de ensayo: **UNE-EN 13755:2002 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.**
UNE-EN 1936 (1999): Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.
UNE-EN 1926:1999 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión.

Desviaciones respecto a la norma: **Número de probetas inferior al establecido en las normas**

Preparación de las probetas: **No**

Fecha de preparación:

Acondicionamiento de la muestra: **Secado en estufa a $70\pm5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante**

Lugar de ensayo: **Centro Tecnológico del Mármol**

Fechas de ensayos: **03-03-2004 / 31-03-2004**

3. Resultados

Probeta:	01	02	03	04	05
Absorción de agua (%):	0,6	0,7	0,2	0,1	0,8
Densidad aparente (kg/m^3):	2640	2630	2680	2690	2610
Porosidad abierta (%):	2,2	2,3	0,6	0,5	3,2
Valor medio de la absorción de agua (%):					0,5
Valor medio de la densidad aparente (kg/m^3):					2650
Valor medio de la porosidad abierta (%):					1,8

Probeta:	01	02	03	04	05
Longitud media de las caras (mm):	56,6	55,8	56,6	55,5	56,3
Altura (mm):	50,7	52,0	52,4	53,0	54,2
Carga de rotura (kN):	226,4	146,5	319,4	237,5	221,0
Resistencia a la compresión (MPa):	90	60	127	98	89
Valor medio de la resistencia a la compresión (MPa):					93
Desviación estándar (MPa):					23,9
Coeficiente de variación:					0,26
Valor inferior esperado según UNE-EN 1926:1999 Anexo C (MPa):					46

Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente.

4. Cláusulas de responsabilidad

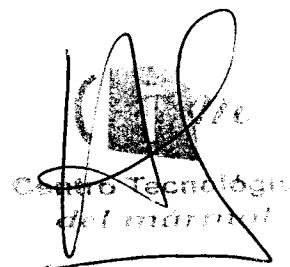
Los resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas en el laboratorio del CTM, en la fecha indicada.

El CTM no se hace responsable de la representatividad del muestreo. Las muestras han sido libremente elegidas por el peticionario.

Se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin autorización por escrito del CTM.

El CTM garantiza la confidencialidad de los resultados contenidos en este informe. Toda información a terceros, deberá ser previamente autorizada por el peticionario.

Cehegín, 27 de Abril de 2004



Antonio Molina Molina

Director Técnico

LABORATORIO DE PIEDRA NATURAL

INFORME DE ENSAYO

ENsayos de caracterización de rocas ornamentales

MUESTRA CALVILLO

Informe Nº: **04026PN000B**

Página: **1 de 4**

Fecha de emisión: **10 de Junio de 2004**

Peticionario: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Rós Rosas 23
28003 Madrid**

1. Muestra

Fecha de recepción: **03-03-2004**

Tipo de roca: **Caliza bioclástica**

Número de probetas: **3**

Dimensiones (mm):
Probeta 06: 130x118x20 mm
Probeta 07: 134x106x18 mm
Probeta 08: 128x96x18 mm

Acabado superficial: **Pulido**

Denominación comercial:

Lugar de extracción: **Calvillo. Mula (Murcia)**

Planos de anisotropía: **No presenta**

2. Método de ensayo

Normas de ensayo:
UNE-EN 1341:2002: Baldosas de piedra natural para uso como pavimento. Requisitos y métodos de ensayo. Anexo C: Medición de la resistencia a la abrasión.
UNE 22188:1985 Mármoles y calizas ornamentales. Microdureza Knoop.

Desviaciones respecto a la norma:
Número de probetas inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.
Dimensiones de probetas diferentes al establecido en la norma UNE 22188.
Número de determinaciones inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.

Preparación de las probetas: No

Fecha de preparación:

Acondicionamiento de la muestra: No

Lugar de ensayo: Centro Tecnológico del Mármol

Fechas de ensayos: 18-05-2004 / 26-05-2004

3. Resultados

Probeta: 06

Longitud de la huella (mm): 19,5

Probeta: 07 08

5 determinaciones por probeta de microdureza Knoop (MPa):	1888	1632
	1888	1369
	2026	1266
	1531	1597
	1499	1329

Valores medios de la microdureza Knoop (MPa): 1766 1438

Valor medio de la microdureza Knoop (MPa): 1602

4. Cláusulas de responsabilidad

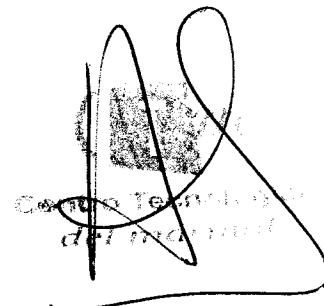
Los resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas en el laboratorio del CTM, en la fecha indicada.

El CTM no se hace responsable de la representatividad del muestreo. Las muestras han sido libremente elegidas por el peticionario.

Se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin autorización por escrito del CTM.

El CTM garantiza la confidencialidad de los resultados contenidos en este informe. Toda información a terceros, deberá ser previamente autorizada por el peticionario.

Cehegín, 10 de Junio de 2004



Antonio Molina
Director Técnico

LABORATORIO DE PIEDRA NATURAL

INFORME DE ENSAYO

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES

MUESTRA PALOMEQUE

Informe Nº: **04027PN000**

Página: **1 de 5**

Fecha de emisión: **27 de Abril de 2004**

Peticionario: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Rós Rosas 23
28003 Madrid**

1. Muestra

Fecha de recepción: **03-03-2004**

Tipo de roca: **Caliza bioclástica**

Número de probetas: **5**

Dimensiones (mm): **diámetro = 56; altura = 50**

Acabado superficial:

Denominación comercial:

Lugar de extracción: **Palomeque. Mula (Murcia)**

Planos de anisotropía: **No presenta**

2. Métodos de ensayo

Normas de ensayo: **UNE-EN 13755:2002 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.**
UNE-EN 1936 (1999): Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.
UNE-EN 1926:1999 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión.

Desviaciones respecto a la norma: **Número de probetas inferior al establecido en las normas**

Preparación de las probetas: **No**

Fecha de preparación:

Acondicionamiento de la muestra: **Secado en estufa a $70\pm5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante**

Lugar de ensayo: **Centro Tecnológico del Mármol**

Fechas de ensayos: **03-03-2004 / 31-03-2004**

3. Resultados

Probeta:	01	02	03	04	05
Absorción de agua (%):	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2
Densidad aparente (kg/m^3):	2670	2670	2670	2660	2670
Porosidad abierta (%):	1,4	1,2	0,7	1,3	0,8
Valor medio de la absorción de agua (%):					0,3
Valor medio de la densidad aparente (kg/m^3):					2670
Valor medio de la porosidad abierta (%):					1,0

Probeta:	01	02	03	04	05
Longitud media de las caras (mm):	56,6	56,8	56,3	56,5	56,7
Altura (mm):	54,2	50,4	52,1	51,7	49,3
Carga de rotura (kN):	295,3	268,5	309,3	252,3	258,8
Resistencia a la compresión (MPa):	117	106	124	101	103
Valor medio de la resistencia a la compresión (MPa):					110
Desviación estándar (MPa):					10,2
Coeficiente de variación:					0,09
Valor inferior esperado según UNE-EN 1926:1999 Anexo C (MPa):					88

Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente.

4. Cláusulas de responsabilidad

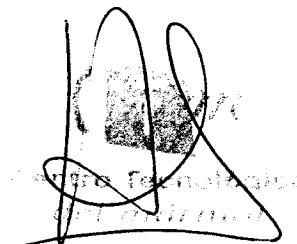
Los resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas en el laboratorio del CTM, en la fecha indicada.

El CTM no se hace responsable de la representatividad del muestreo. Las muestras han sido libremente elegidas por el peticionario.

Se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin autorización por escrito del CTM.

El CTM garantiza la confidencialidad de los resultados contenidos en este informe. Toda información a terceros, deberá ser previamente autorizada por el peticionario.

Cehegín, 27 de Abril de 2004



Antonio Molina Molina

Director Técnico

LABORATORIO DE PIEDRA NATURAL

INFORME DE ENSAYO

ENsayos de caracterización de rocas ornamentales

MUESTRA PALOMEQUE

Informe Nº: **04027PN000B**

Página: **1 de 4**

Fecha de emisión: **10 de Junio de 2004**

Peticionario: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Rós Rosas 23
28003 Madrid**

1. Muestra

Fecha de recepción: **03-03-2004**

Tipo de roca: **Caliza bioclástica**

Número de probetas: **3**

Dimensiones (mm): **Probeta 06: 100x83x22 mm**

Probeta 07: 75x60x10 mm

Probeta 08: 78x73x22 mm

Acabado superficial: **Pulido**

Denominación comercial:

Lugar de extracción: **Palomeque. Mula (Murcia)**

Planos de anisotropía: **No presenta**

2. Método de ensayo

Normas de ensayo: **UNE-EN 1341:2002: Baldosas de piedra natural para uso como pavimento. Requisitos y métodos de ensayo. Anexo C: Medición de la resistencia a la abrasión.**

UNE 22188:1985 Mármoles y calizas ornamentales. Microdureza Knoop.

Desviaciones respecto a la norma: **Número de probetas inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.**

Dimensiones de probetas diferentes al establecido en la norma UNE 22188.

Número de determinaciones inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.

Preparación de las probetas: No

Fecha de preparación:

Acondicionamiento de la muestra: No

Lugar de ensayo: Centro Tecnológico del Mármol

Fechas de ensayos: 25-05-2004 / 26-05-2004

3. Resultados

Probeta: 06

Longitud de la huella (mm): 20,0

Probeta: 07 08

5 determinaciones por probeta de microdureza Knoop (MPa):	1888	2355
	1978	1396
	2181	2102
	915	2102
	2265	2102

Valores medios de la microdureza Knoop (MPa): 1846 2011

Valor medio de la microdureza Knoop (MPa): 1928

4. Cláusulas de responsabilidad

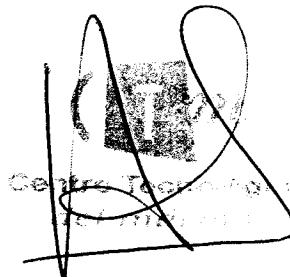
Los resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas en el laboratorio del CTM, en la fecha indicada.

El CTM no se hace responsable de la representatividad del muestreo. Las muestras han sido libremente elegidas por el peticionario.

Se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin autorización por escrito del CTM.

El CTM garantiza la confidencialidad de los resultados contenidos en este informe. Toda información a terceros, deberá ser previamente autorizada por el peticionario.

Cehegín, 10 de Junio de 2004



Antonio Molina
Director Técnico

LABORATORIO DE PIEDRA NATURAL

INFORME DE ENSAYO

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES

MUESTRA CASAS PUERTO

Informe Nº: **04062PN000B**

Página: **1 de 4**

Fecha de emisión: **24 de Junio de 2004**

Peticionario: **INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Rós Rosas 23
28003 Madrid**

1. Muestra

Fecha de recepción: **21-06-2004**

Tipo de roca: **Caliza**

Número de probetas: **2**

Dimensiones (mm): **Probeta 01: 140x110x15 mm**

Probeta 02: 130x100x20 mm

Acabado superficial: **Pulido**

Denominación comercial:

Lugar de extracción: **Mula (Murcia)**

Planos de anisotropía: **No presenta**

2. Método de ensayo

Normas de ensayo: **UNE-EN 1341:2002: Baldosas de piedra natural para uso como pavimento. Requisitos y métodos de ensayo. Anexo C: Medición de la resistencia a la abrasión.**

UNE 22188:1985 Mármoles y calizas ornamentales. Microdureza Knoop.

Desviaciones respecto a la norma: **Número de probetas inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.**

Dimensiones de probetas diferentes al establecido en la norma UNE 22188.

Número de determinaciones inferior al establecido en las normas UNE-EN 1341 y UNE 22188.

Preparación de las probetas: **No**

Fecha de preparación:

Acondicionamiento de la muestra: No

Lugar de ensayo: Centro Tecnológico del Mármol

Fechas de ensayos: 22-06-2004 / 23-06-2004

3. Resultados

Probeta: 01

Longitud de la huella (mm): 20,0

Probeta: 02

5 determinaciones por probeta de microdureza Knoop (MPa):

1614
1369
1866
2002
1955

Valor medio de la microdureza Knoop (MPa): 1761

4. Cláusulas de responsabilidad

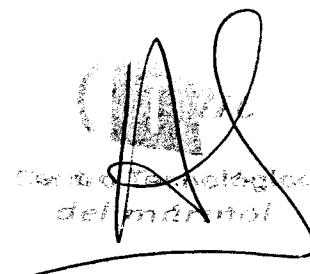
Los resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas en el laboratorio del CTM, en la fecha indicada.

El CTM no se hace responsable de la representatividad del muestreo. Las muestras han sido libremente elegidas por el peticionario.

Se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin autorización por escrito del CTM.

El CTM garantiza la confidencialidad de los resultados contenidos en este informe. Toda información a terceros, deberá ser previamente autorizada por el peticionario.

Cehegín, 24 de Junio de 2004



A handwritten signature in black ink is written over a printed title. The title reads "Centro Tecnológico del Mármol" and "Director Técnico". The signature appears to be "Antonio Molina".

Antonio Molina
Director Técnico

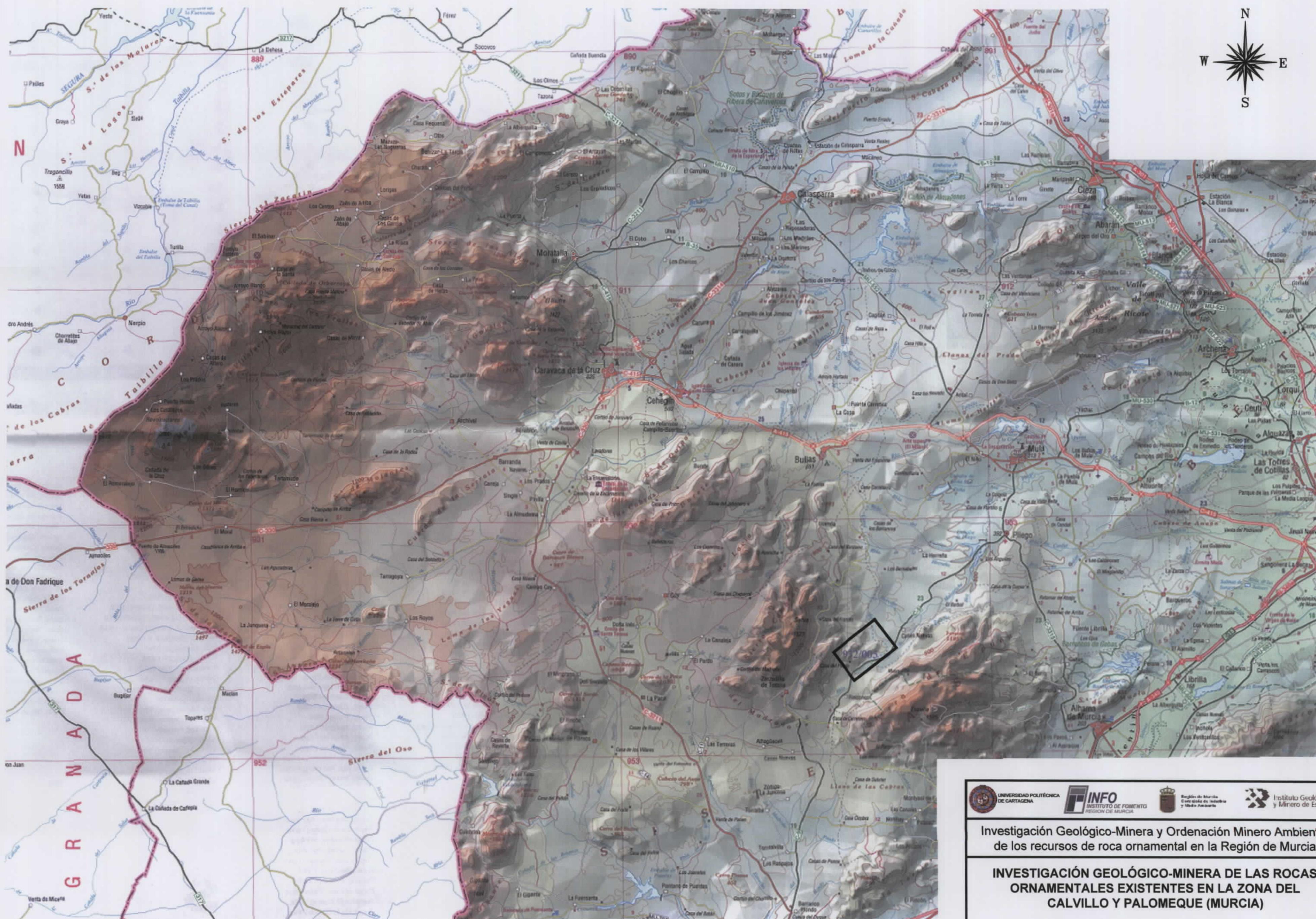
2.3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS TECNOLÓGICOS.

Las dos muestras presentan gran similitud en sus características físico-mecánicas:

	Calvillo	Palomeque
Porosidad abierta (%)	0,5	0,3
Densidad aparente (kg/m ³)	2650	2670
Absorción (%)	1,8	1,0
Resistencia a la compresión (MPa)	93	110

Dichas características son típicas de las calizas y suponen un buen comportamiento en cualquier tipo de colocación y ambiente. Su adecuada aptitud para el pulido y su pobre fisuración determinan también sus buenas posibilidades comerciales.

2.4.- PLANOS.

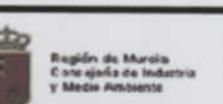
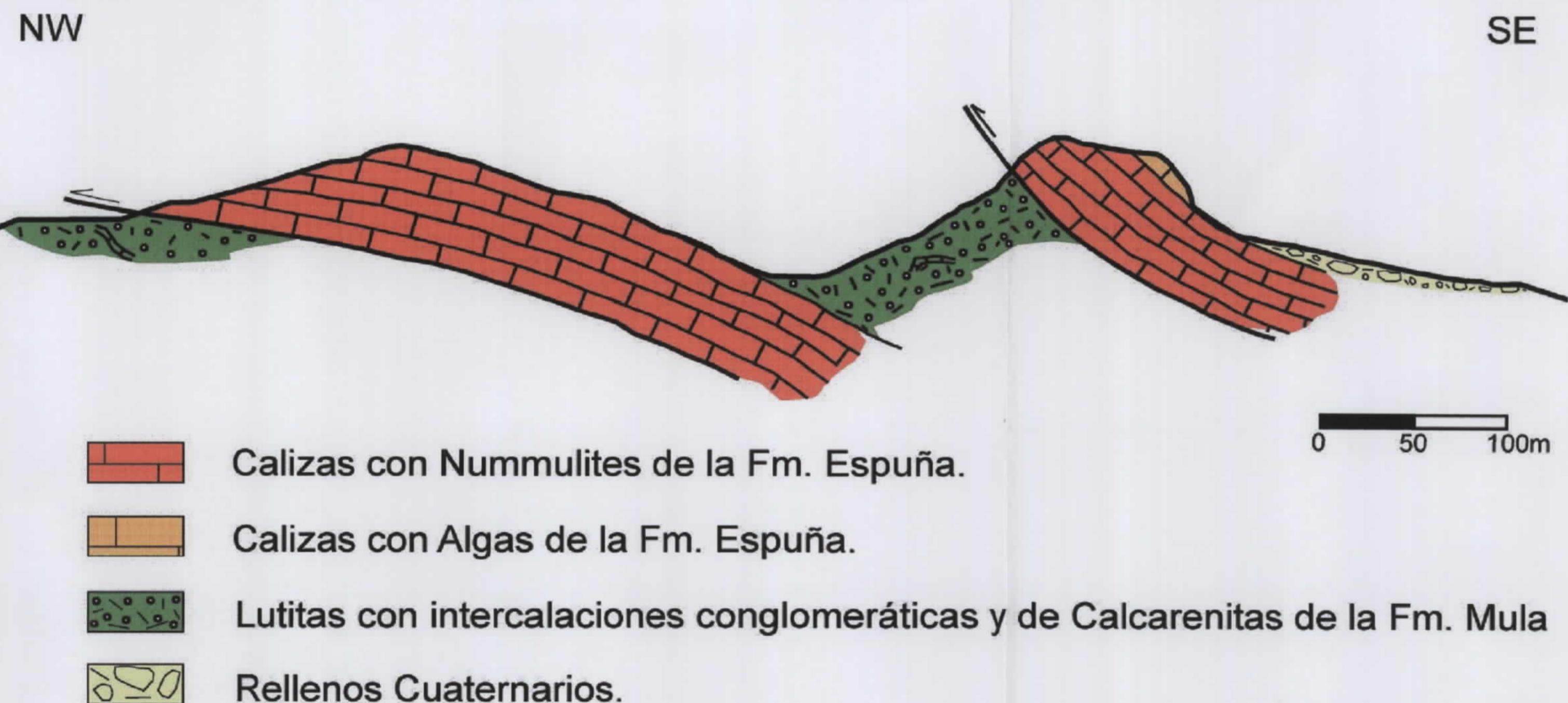


INFO INSTITUTO DE FOMENTO REGIÓN DE MURCIA	Región de Murcia Comisión de Industria y Medio Ambiente	Instituto Geológico y Minero de España
Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia		
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DEL CALVILLO Y PALOMEQUE (MURCIA)		
Plano de: SITUACIÓN		
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol		
Plano nº: 2.4.1 Escala: Fecha: 1/200000 Mayo 2004		



SIERRAS DEL CALVILLO Y PALOMEQUE

SECCIÓN A-A'



Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental
de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia

INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS
ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DEL
CALVILLO Y PALOMEQUE (MURCIA)

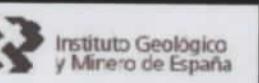
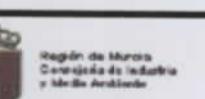
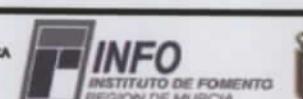
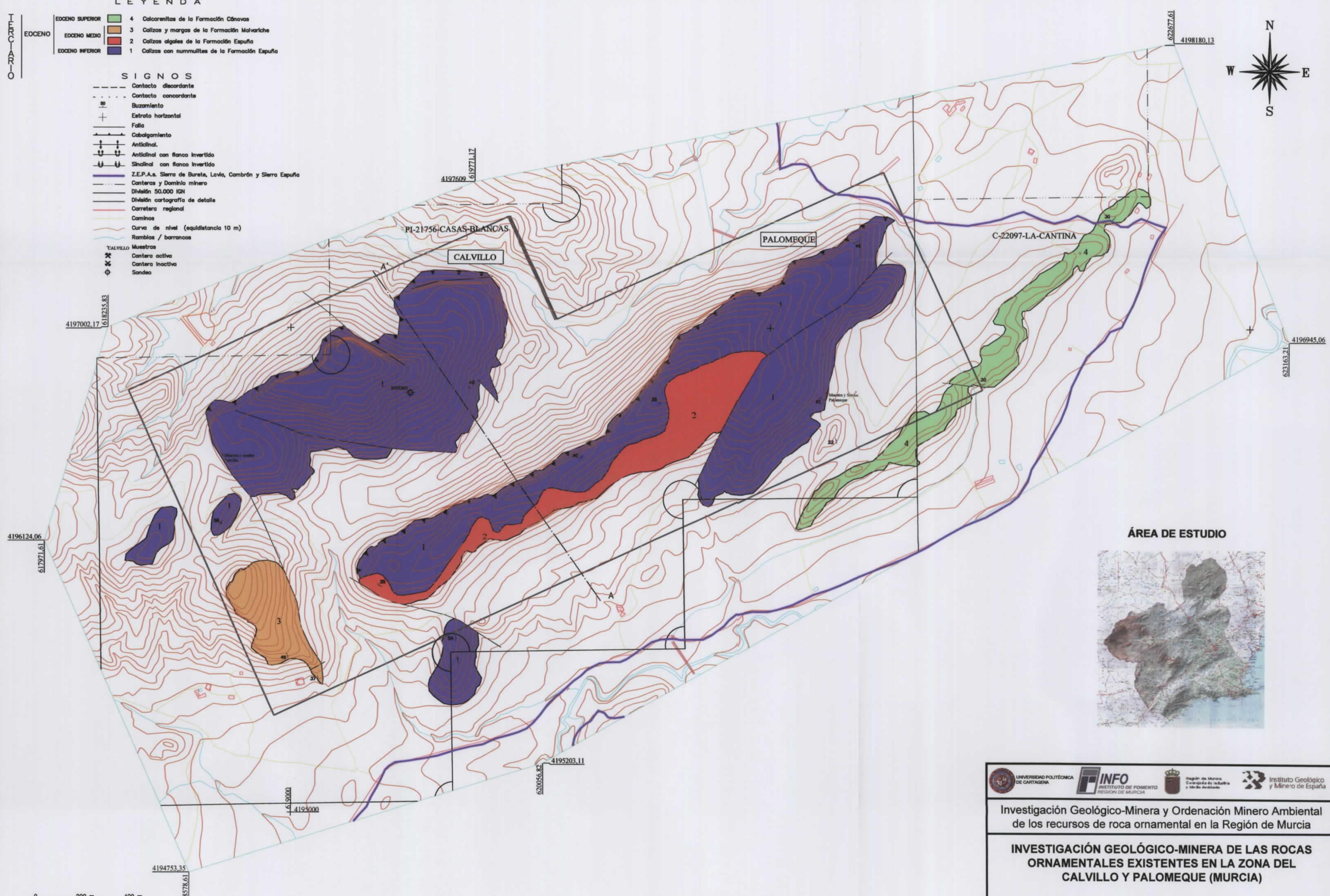
Plano de: CORTES GEOLÓGICOS

LEYENDA

TERRACARO	EOCENO SUPERIOR	4 Calcarentas de la Formación Cánovas
	EOCENO MEDIO	3 Caltizas y marges de la Formación Malvarache
	EOCENO INFERIOR	2 Caltizas algaes de la Formación Espuña 1 Caltizas con nummulites de la Formación Espuña

SÍGNOS

- - - Contacto discordante
- - - Contacto concordante
- ++ Buzamiento
- + Estrato horizontal
- Folla
- Cobogamiento
- Anticinal
- U U Anticinal con flanco invertido
- U U Sindinal con flanco invertido
- Z.E.P.A.s. Sierra de Burete, Lava, Cambrón y Sierra Espuña
- Canteras y dominio minero
- División 50.000 IGN
- División cartográfica de detalle
- Carretera regional
- Caminos
- Curva de nivel (equidistancia 10 m)
- Rumbos / barrancos
- TALVILLO Muestras
- Canteras activa
- Cantera inactiva
- Sondos



Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia

INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DEL CALVILLO Y PALOMEQUE (MURCIA)

Plano de: GEOLOGÍA, DERECHOS MINEROS Y Z.E.P.A.s

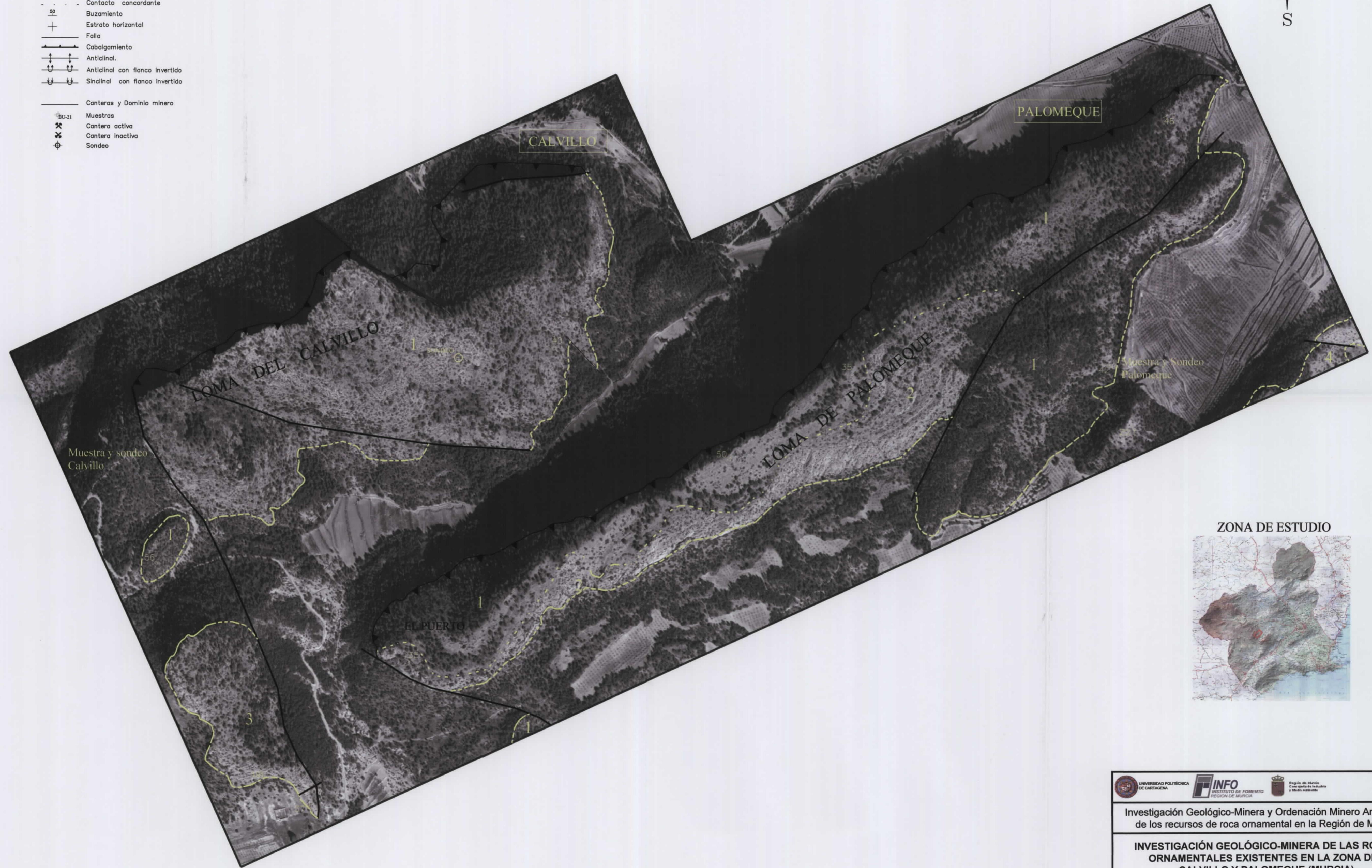


LEYENDA

TERRACIARO	EOCENO	EOCENO SUPERIOR	4 Calcareitas de la Formación Cáravas
	EOCENO	EOCENO MEDIO	3 Calizas y margas de la Formación Malvariche
	EOCENO	EOCENO INFERIOR	2 Calizas algales de la Formación Espuña
			1 Calizas con nummulites de la Formación Espuña

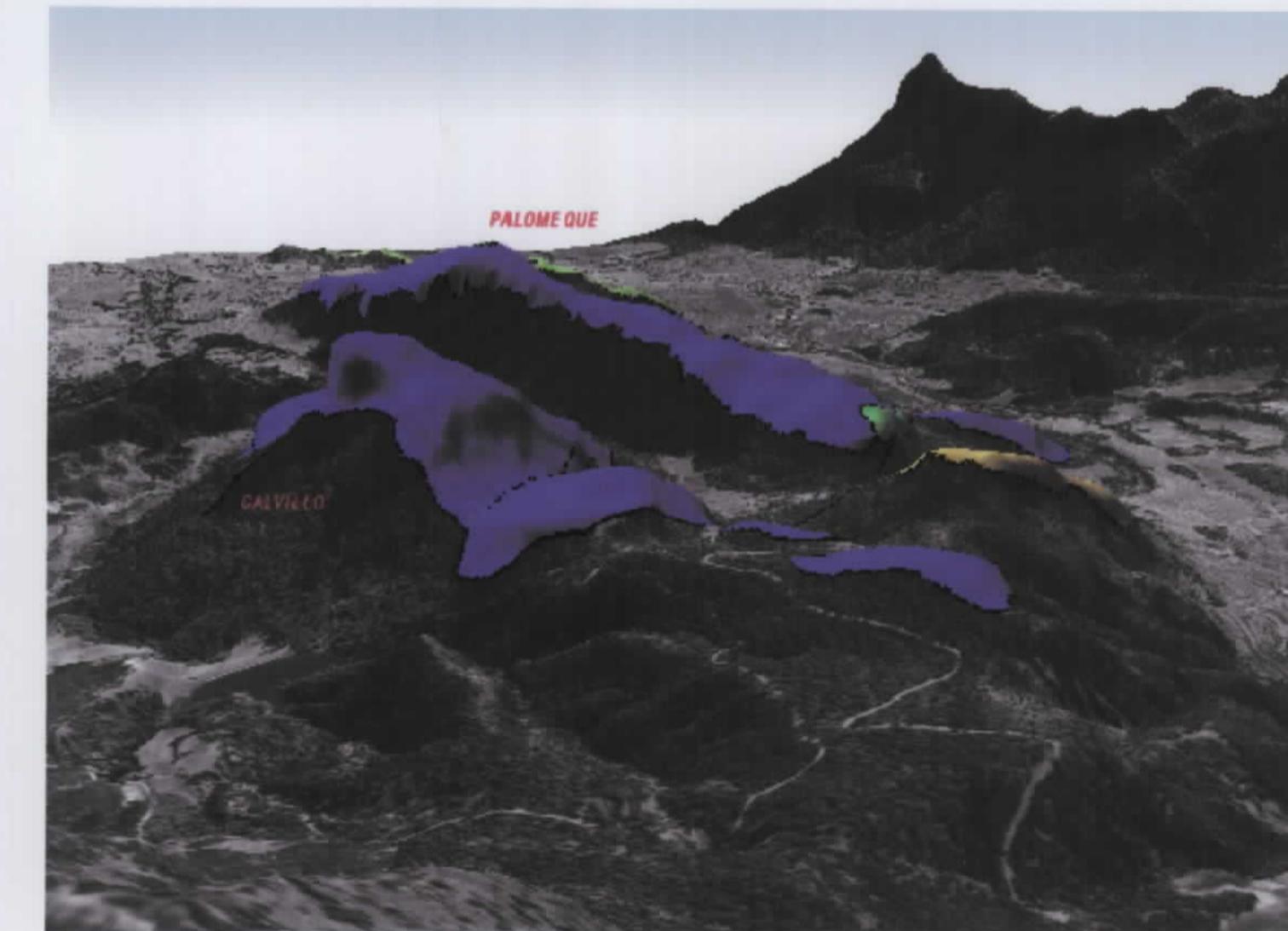
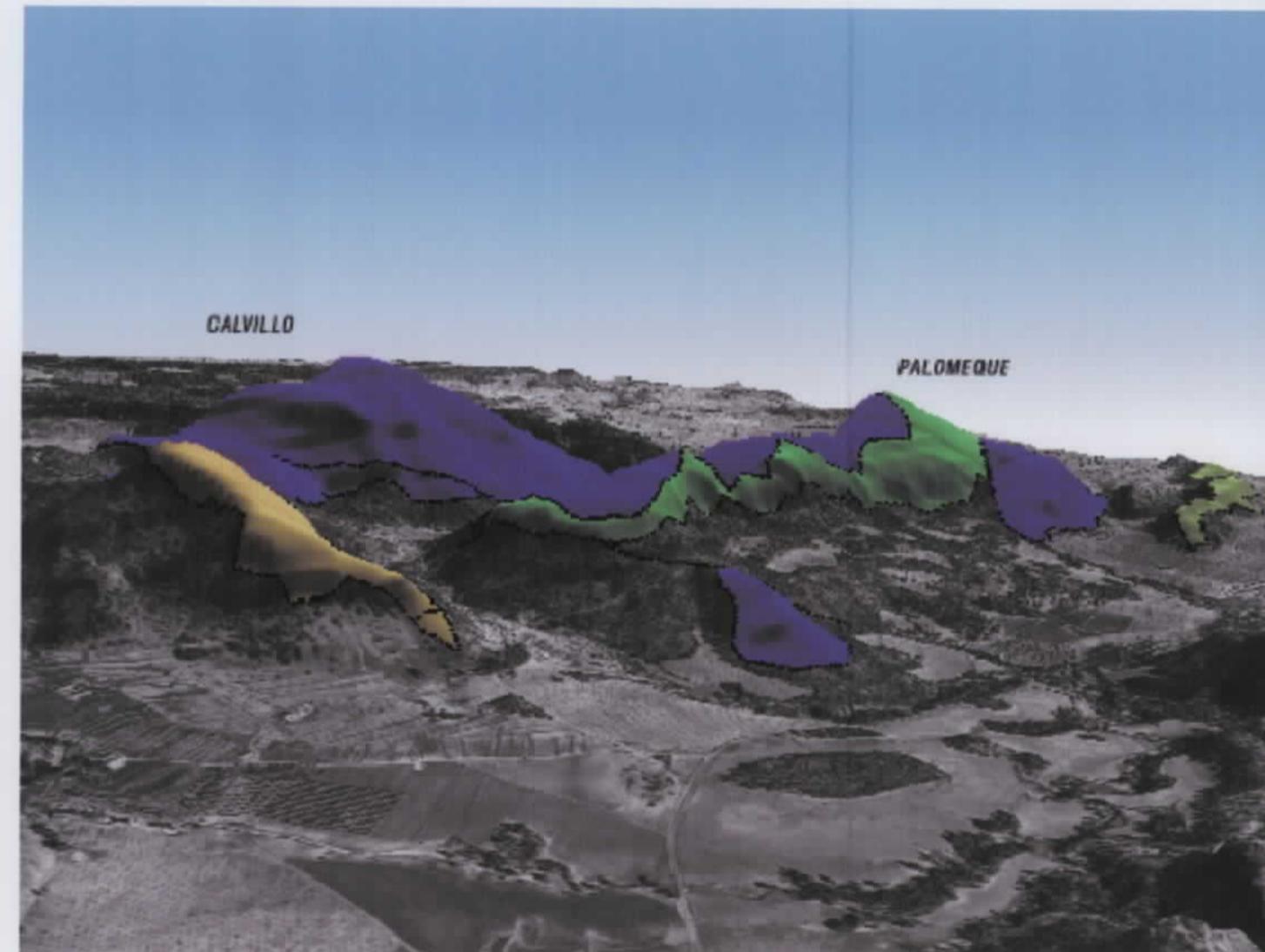
S I G N O S

— —	Contacto discordante
- - -	Contacto concordante
50	Buzamiento
+	Estrato horizontal
— — —	Falla
— — — —	Cabalgamiento
↑ ↓	Anticinal.
↑ ↑ ↓ ↓	Anticinal con flanco invertido
↓ ↓ ↑ ↑	Sinicinal con flanco invertido
— — — —	Canteras y Dominio minero
BU-21	Muestras
✗	Cantera activa
✗	Cantera inactiva
∅	Sondeo



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	INFO INSTITUTO DE FOMENTO REGIÓN DE MURCIA	Región de Murcia Con sede en Cartagena y alcobas Andalucía
Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia		
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DEL CALVILLO Y PALOMEQUE (MURCIA)		
Plano de: ORTOFOTOMAPA		

SIERRAS DEL CALVILLO Y PALOMEQUE



- [Green square] CALCARENITAS DE LA FORMACIÓN CÁNOVAS
- [Orange square] CALIZAS Y MARGAS DE LA FORMACIÓN MALVARICHE
- [Light Green square] CALIZAS ALGALES DE LA FORMACIÓN ESPUÑA
- [Dark Blue square] CALIZAS CON NUMMULITES DE LA FORMACIÓN ESPUÑA
- [Yellow square] FALLAS Y CABALGAMIENTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	INFO INSTITUTO DE FOMENTO REGION DE MURCIA	Región de Murcia Cavite Ejido de Industria y Medio Ambiente	Instituto Geológico y Minero de España
Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DEL CALVILLO Y PALOMEQUE (MURCIA)			
Plano de: CARTOGRAFÍA 3D			
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol			
Plano nº: 2.4.7 Escala: S/E Fecha: Junio 2004			

