

## CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS Y PETROLÓGICAS DE LOS MATERIALES DE EL CASÓN DE JUMILLA (MURCIA)

RAFAEL ARANA CASTILLO  
SONIA MILÁ OTERO  
ASUNCIÓN ALÍAS LINARES

Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología de la Universidad de Murcia

**Palabras clave:** Rocas carbonatadas, ladrillos, morteros, métodos mineralógicos de análisis, restauración.

**Resumen:** Los materiales empleados en el Casón de Jumilla son esencialmente carbonatados (esparitas, micritas, brechas calizo-dolomíticas, calizas dolomíticas y dolomías calcáreas) junto a morteros y ladrillos. Las restauraciones realizadas han utilizado calizas bioclásticas (biocalcarenitas) y morteros. En este trabajo se realiza un estudio mineralógico de los diversos materiales representados en el Casón mediante difracción de rayos X, microscopía de luz transmitida y fluorescencia de rayos X y se analiza la calidad de los materiales utilizados, notablemente superior en los más antiguos.

**Keywords:** Carbonate rocks, bricks, mortars, mineralogical methods of analysis, restoration.

**Summary:** Materials employed in the Cason of Jumilla are essentially carbonated (sparites, micrites, lime-dolomitic breccia, dolomitic limestones and calcareous dolomitics) as well as mortars and bricks. Restorations carried out are employed bioclastic limestones (biocalcarenites) and mortars. In this work we realize a mineralogic-petrographic study of different materials represented in the Cason by X-diffraction methods, transmitted light microscopy and X-ray fluorescence and we study the quality of the different materials used, remarkably upper in the most antiques.

## INTRODUCCIÓN

Con objeto de completar la información obtenida tras el estudio arqueológico del monumento tardorromano del Casón de Jumilla, ha parecido necesario realizar un estudio mineralógico de los diferentes materiales representados en la estructura original, así como de los procedentes de distintas intervenciones llevadas a cabo en el mismo<sup>1</sup>.

Las técnicas analíticas utilizadas han sido la difracción de rayos X y la microscopía de polarización por luz transmitida, suficientes para obtener una información precisa sobre la naturaleza y características de los materiales originales empleados en la construcción del monumento, procedencia de los mismos y compararlos con los utilizados en intervenciones recientes.

## MUESTRAS ESTUDIADAS

Se ha efectuado un muestreo sistemático de los diferentes materiales naturales representados así como de argamasas, ladrillos y estucos en cortes seriados desde los cimientos al techo del monumento. En una primera etapa se tomaron 12 muestras de los niveles inferiores y en una segunda 21 del resto del mausoleo, incluyendo pátinas, eflorescencias y otros productos de alteración. A continuación se indican sucintamente las características de las muestras analizadas.

### Primera serie. Muestras del interior del mausoleo

Casón 1: Mortero, recogido en el revestimiento de la tumba N.

Casón 2: Mortero, recogido en la tumba N.

Casón 3: Esquirla de ladrillo, recogida del arco del vano de acceso al absidiolo N.

Casón 4: Mortero antiguo, recogido en el ángulo sur de la tumba transversal.

Casón 5: Mortero romano, recogido en la tumba nº 1 (N).

Casón 6: Mortero moderno, recogido en la restauración del testero de la nave central del edificio.

Casón 7: Dolomía de grano fino procedente de la construcción originaria, recogida en el muro lateral S de la nave central.

Casón 8: Caliza micrítica del nivel de pavimento antiguo, recogida en el reborde NW de la nave central.

Casón 9: Fragmento de *opus signinum*, constituido por una caliza dolomítica recogida en el casquete del absidiolo N.

Casón 10: Fragmento calizo, recogido en el hastial derecho de la fachada principal del edificio (restaurada).

Casón 11: Limo anaranjado; estrato natural sobre el cual se cimienta el edificio.

Casón 12: Mortero moderno; recogido en la zona restaurada del absidiolo S.

## Segunda serie. Muestreo sistemático del mausoleo

CS-1: Esparita tomada en las tongadas de cimentación del cuerpo principal del sepulcro (lateral norte, original del siglo IV).

CS-2: Dolomía tomada en el alzado interior del ábside norte (original del siglo IV).

CS-3: Muestra de mortero para trabazón de los ladrillos; tomada en la línea de imposta del arco del vano acceso del cuerpo principal al interior del ábside norte (original del siglo IV).

CS-4: Caliza micrítica tomada en la reparación del derrumbe del alzado original del testero, (reparación siglo XX).

CS-4: Costra. Muestra de eflorescencias blancas sobre la caliza anterior.

CS-5: Muestra de caliza micrítica tomada en distintas losas del reborde de lajas que regulariza al interior las tongadas de cimentación del cuerpo principal (original del siglo IV).

CS-6: Muestra de ladrillo tomada en la línea de imposta del arco del vano acceso del cuerpo central al ábside norte (arranque oeste) (original del siglo IV).

CS-7: Muestra de mortero tomada sobre el reborde de lajas para regularizar al interior las tongadas de cimentación del cuerpo principal (lado sur) (original del siglo IV).

CS-8: Brecha calizo-dolomítica, tomada en el alzado interior del testero (orientado al oeste) (original del siglo IV).

CS-9: Muestra de mortero tomada en el revestimiento del interior de la bóveda de cañón del cuerpo central (original del siglo IV).

CS-10: Muestra de arenisca calcárea tomada al exterior de la jamba norte de la fachada principal (orientada al este) (reparación siglo XX).

CS-11: Muestra de dolomía calcárea tomada al exterior de la jamba sur de la fachada principal (orientada al este) (reparación siglo XX).

CS-12: Dolomía tomada en el exterior del alzado original del ábside sur (original del siglo IV).

CS-13: Muestra de arenisca calcárea tomada en el exterior del alzado reparado del ábside sur (reparación siglo XX).

CS-14: Muestra de dolomía tomada en el exterior del alzado reparado del ábside sur (reparación siglo XX).

CS-15: Muestra de arenisca calcárea tomada en el exterior del alzado reparado del ábside sur (reparación siglo XX).

CS-16: Muestra de dolomía calcárea tomada en el exterior del alzado reparado del ábside sur (reparación siglo XX).

CS-17: Muestra de dolomía tomada al exterior de la primera hilada de piedras del alzado sur del cuerpo central (lado este) (original del siglo IV).

CS-18: Muestra de mortero tomado en el exterior del alzado del ábside norte (reparación siglo XX).

CS-19: Muestra de arenisca calcárea tomada en el estribo este de una atarjea de desagüe de la línea F.E.V.E. Jumilla-Cieza adosada al cimiento oeste del cuerpo central (reparación siglo XX).

CS-20: Muestra de *opus signinum* tomada en el revestimiento del casquete hemisférico del ábside sur (original siglo IV).

CS-21: Muestra de mortero, tomado en el casquete hemisférico del ábside sur (original siglo IV).

En conjunto se pueden establecer los siguientes tipos de materiales empleados en las muestras recogidas:

Morteros antiguos: Casón 1, Casón 2, Casón 4, Casón 5, CS-3, CS-7, CS-9, y CS-21.

Morteros modernos: Casón 6, Casón 12 y CS-18.

Ladrillos: Casón 3 y CS-6.

Eflorescencias: CS-4 costra.

Limos: Casón 11.

Brechas calizo-dolomíticas: CS-8.

Biocalcarenitas: Casón 10, CS-10, CS-13, CS-15 y CS-19.

Esparitas: CS-1.

Micritas: Casón 8, CS-4, CS-5, y CS-20.

Calizas dolomíticas: Casón 9.

Dolomías: Casón 7, CS-2, CS-12, CS-14 y CS-17.

Dolomías calcáreas: CS-11, CS-16.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

### Difracción de rayos X

Todas las muestras recogidas se han estudiado por el método difractométrico. En la tabla 1 se expone en forma resumida la composición mineralógica de las distintas muestras. De forma orientativa, se han utilizado las siguientes siglas para dar una idea aproximada de la abundancia relativa de cada mineral: MA (muy abundante), A (abundante), M (medio), E (escaso), Tr (trazas) y “-“ (ausente).

Como puede apreciarse, los minerales más abundantes son calcita, dolomita y cuarzo, componentes

esenciales de la mayor parte de los materiales analizados. En cantidades muy inferiores también se han identificado yeso, mica (principalmente, moscovita), feldespatos potásico, caolinita, aragonito, hematites, bianchita y epsomita.

La composición mineralógica guarda una estrecha relación con los materiales empleados. Aparte de los morteros, elaborados principalmente a partir de rocas carbonatadas y de cuarzo, las calizas (micritas y espari-

ras) y dolomías se han empleado, mayoritariamente, en la construcción del monumento. Las rocas más alterables, las biocalcareniticas, sólo aparecen en las intervenciones realizadas en el siglo XX.

En cuanto a los ladrillos, llama la atención el elevado grado de alteración que presentan, habiendo desaparecido buena parte del material arcilloso inicial.

Finalmente, en las costras y eflorescencias ha aparecido bianchita, un sulfato hidratado de zinc muy poco

Muestra	Calcita	Cuarzo	Dolomita	Yeso	Mica	Feldespatos	Otros
Casón 1	MA	MA	E	M	E	E	-
Casón 2	M	Tr	MA	-	-	-	-
Casón 3	MA	E	-	A	Tr	-	-
Casón 4	A	M	MA	-	-	E	-
Casón 5	MA	M	M	-	-	-	-
Casón 6	E	Tr	MA	Tr	-	-	-
Casón 7	E	Tr	MA	-	-	-	-
Casón 8	MA	-	-	Tr	-	-	-
Casón 9	M	A	MA	-	-	Tr	-
Casón 10	MA	E	-	-	-	-	-
Casón 11	MA	A	A	-	Tr	E	K(Tr)
Casón 12	A	M	MA	-	-	-	Ar(Tr)
CS-1	MA	A	Tr	M	-	-	-
CS-2	M	E	MA	Tr	-	Tr	-
CS-3	MA	E	-	A	Tr	Tr	-
CS-4	MA	A	E	E	-	-	-
CS-4 costra	-	-	-	E	-	-	Bi(MA),Ep(M)
CS-5	MA	E	-	E	-	-	-
CS-6	A	MA	Tr	E	Tr	E	-
CS-7	MA	A	MA	E	-	E	-
CS-8	MA	M	MA		Tr	Tr	-
CS-9	MA	A	MA	Tr	-	Tr	-

CS-10	MA	Tr	-	-	-	-	-
CS-11	A	E	MA	M	-	Tr	H(Tr)
CS-12	E	E	MA	-	-	-	-
CS-13	MA	Tr	-	E	-	-	-
CS-14	Tr	Tr	MA	-	-	-	-
CS-15	MA	E	Tr	-	-	-	-
CS-16	A	M	MA	E	Tr	Tr	H(Tr)
CS-17	Tr	Tr	MA	-	-	-	-
CS-18	A	A	MA	Tr	-	-	H(Tr), K(Tr)
CS-19	MA	M	M	-	-	Tr	-
CS-20	MA	A	A	-	-	-	Ar(M)
CS-21	MA	M	M	-	-	-	-

**Tabla 1. Mineralogía de las muestras del Casón de Jumilla.**

frecuente, acompañado de epsomita y yeso, cuya presencia se analiza más adelante.

Ar, aragonito; H, hematites, K (caolinita), Bi (bianchita), Ep (Epsomita).

MA, muy abundante; A, abundante; M, medio; E, escaso; Tr, trazas; -, ausente.

### Microscopía por luz transmitida

Se ha llevado a cabo el estudio de 33 láminas delgadas pertenecientes a los dos muestreos realizados en el monumento, mediante un fotomicroscopio Zeiss, con el que se han obtenido las microfotografías que acompañan a este estudio. Parece oportuno efectuar una breve descripción de los materiales agrupándolos en los conjuntos establecidos anteriormente.

#### *Morteros antiguos*

Los morteros constituyen el elemento básico de unión de los diferentes materiales constructivos. Están formados por una mezcla en agua de cal y arena en distintas proporciones, en forma de rocas carbonatadas y material detrítico, con pequeñas cantidades de otros aditivos que mejoran sus propiedades de cohesión. Es un material constructivo que consiguió una alta calidad

en el mundo romano. En el contexto del monumento comprende las muestras Casón 1, Casón 2, Casón 4, Casón 5, CS-3, CS-7, CS-9, y CS-21.

Se encuentra una amplia variación en la composición de los distintos morteros en cuanto a las fases minerales identificadas, naturaleza de los fragmentos carbonatados y detríticos presentes, fases minerales de alteración, contenido en óxidos de hierro y porosidad de las muestras, por lo que se incluyen en este estudio numerosas microfotografías que ponen de manifiesto la amplia variedad de morteros utilizados.

La muestra CS-3 es un mortero rico en óxidos de hierro con cristales granudos de calcita y cuarzo y otros prismáticos de yeso formados en una etapa tardía de alteración. Los fragmentos carbonatados presentan bordes redondeados y son de tipo micrítico y esparítico, lo que sugiere el empleo de más de un tipo de roca carbonatada. Los clastos de cuarzo aparecen tanto dispersos en la trama como incluidos en fragmentos micríticos y esparíticos.

La muestra CS-7 procede de las tongadas de cimentación del cuerpo principal del mausoleo y se caracteriza por una elevada porosidad, con numerosas cavidades parcialmente vacías o tapizadas interiormente por pequeños cristales aciculares de yeso de formación tardía. Esta muestra es también muy rica en oxihidróxidos de hierro que impregnan toda la trama.

La muestra CS-9 presenta una matriz carbonatada de tamaño de grano muy fino en la que destacan grandes cristales de cuarzo de bordes angulosos y subredondeados, fragmentos esparíticos con recristalizaciones tardías en los bordes y numerosas grietas y cavidades de retracción. Parecida a la anterior es la muestra CS-21, un mortero del ábside sur, en el que se advierten fragmentos milimétricos micríticos y esparíticos con cristales sub-redondeados de cuarzo de gran tamaño y oxihidróxidos de hierro en una trama muy porosa y con grandes cavidades.

En la muestra Casón-2 se encuentran fragmentos milimétricos carbonatados de naturaleza esparítica y bordes redondeados, cementados por cuarzo, óxidos de hierro y material carbonatado de grano muy fino. Se trata de un mortero de gran calidad y pequeñas cavidades de retracción y alteración.

Características parecidas presentan los morteros correspondientes a las muestras Casón-4 y Casón-5, aunque los fragmentos carbonatados son de un tamaño de grano notablemente superior. El cemento es de grano muy fino y aparece una concentración significativa de oxihidróxidos de hierro.

Finalmente, la muestra Casón-1, procedente de la cimentación del cuerpo principal, presenta una porosidad muy elevada y un acusado grado de alteración, como lo revela la abundancia de yeso, formado por procesos tardíos y la disolución avanzada de la matriz carbonatada.

#### *Morteros modernos*

Están representados por un menor número de muestras y corresponden a distintas intervenciones realizadas en el monumento el pasado siglo. Pertenecen a este tipo las muestras Casón-6, Casón-12 y CS-18.

En conjunto se advierten algunas diferencias significativas respecto a los morteros antiguos, tanto en la proporción de los componentes como en sus rasgos texturales y productos de alteración. La muestra Casón-6 está formada por fragmentos dolomíticos cementados cuarzo y yeso, con una porosidad muy elevada debida a procesos tardíos de alteración. La muestra Casón-12 contiene grandes fragmentos de biomicitas, las únicas rocas carbonatadas de este tipo encontradas en El Casón, junto a otros esparíticos, cementados por una matriz calcítica microcristalina. Finalmente, la muestra CS-18, perteneciente a una reparación reciente del ábside norte, presenta una elevada porosidad, con fragmentos angulosos de calcita, dolomita y cuarzo.

#### *Ladrillos*

Los ladrillos constituyen un material cerámico compuesto por arcilla (25-30%), principalmente caolinita, arena cuarzosa (50-70%), óxidos de hierro (5-10%) y cal (0-10%). La arena disminuye la retracción y plasticidad y el óxido le da el típico color rojizo. Los principales tipos son los normales (macizos, perforados y huecos), cajeados, aplantillados y rasilla.

Se han tomado dos muestras de ladrillos: Casón 3 y CS-6. La muestra Casón 3 corresponde a un fragmento de ladrillo del vano de acceso al absidiolo norte del monumento. Desde el punto de vista mineralógico está formada por cuarzo y calcita como fases principales junto a granos dispersos de yeso, feldespato potásico y pequeños cristales de mica. Los minerales se encuentran en una matriz arcillosa y carbonatada de grano muy fino. Además, se observa una importante diseminación primaria de menas metálicas, sobre todo, pirita y hematites, parcialmente oxidadas. Destaca una impregnación generalizada de oxihidróxidos de hierro en toda la trama.

El cuarzo se encuentra en granos asilados de contornos subidiomorfos y bordes angulosos y subredondeados con una orientación óptica muy variable. Los cristales de calcita forman agregados micríticos de 80 a 100 micras de tamaño; también existe una importante fracción carbonatada como cemento de los granos de cuarzo detrítico. Los cristales de moscovita aparecen en delgados haces y agujas con elevada birrefringencia.

El yeso forma pequeños cristales tabulares con exfoliación prismática bien desarrollada. Corresponde a una fase de alteración de origen tardío.

La muestra CS-6 pertenece al arco del vano de acceso del ábside norte del monumento y es un material original del siglo IV. Se observa un marcado predominio de dolomita sobre calcita, mayor abundancia de óxidos de hierro y un mejor equilibrio en la proporción de los componentes originales del ladrillo respecto a la muestra anterior.

La matriz es arcillosa de grano muy fino, y cementa granos subredondeados y angulosos de cuarzo con acusada heterometría de grano, cristales de plagioclasa en delgadas maclas polisintéticas, cristales redondeados de dolomita y calcita, secciones prismáticas de yeso tardío y cristales aciculares de moscovita.

La porosidad de la muestra es muy elevada, por la abundancia de numerosas cavidades de pequeño tamaño dispersas en toda la trama.

## BRECHAS CALIZO-DOLOMÍTICAS: MUESTRA CS-8

Pertenece a este tipo la muestra CS-8 y es la única de estas características entre los materiales del Casón. Se tomó en el alzado interior del testero y la brecha está formada por cantos milimétricos de dolomía, de bordes redondeados, cementados por una matriz calcítica de grano muy fino, con granos xenomorfos de cuarzo dispersos en la trama y pequeños cristales aciculares de moscovita.

Otros fragmentos englobados en esta brecha corresponden a calcita bandeada del tipo de falsa ágata y concreciones nodulares de calcita con una estructura concéntrica bien definida.

La muestra presenta una diseminación de menas primarias de hierro, parcialmente oxidadas.

*Biocalcarenitas*

Las biocalcarenitas o areniscas calcáreas son rocas muy abundantes en la Región de Murcia y se han utilizado ampliamente en la construcción de numerosos monumentos, destacando la Catedral de Murcia, el Palacio Episcopal, el Teatro romano de Cartagena, numerosas iglesias y otros edificios relevantes. No obstante, en el Casón de Jumilla por fortuna, únicamente se han empleado en las intervenciones realizadas el pasado siglo, mientras que están ausentes en los materiales originales, ya que estas rocas son muy alterables y experimentan un deterioro que se incrementa en áreas en que la polución atmosférica es significativa y que puede llegar a una desagregación total del material, conocida como cancerización pétreo.

Pertenecen al grupo de las biocalcarenitas las muestras Casón-10, CS-10, CS-13, CS-15 y CS-19.

Las biocalcarenitas están formadas por una matriz microcristalina de calcita que engloba numerosos componentes en función del área de procedencia de los sedimentos. Los más comunes son granos de cuarzo, generalmente de bordes angulosos o subredondeados (en función del transporte experimentado), óxidos de hierro, fragmentos micríticos, a veces, pequeños cristales aciculares de moscovita y, eventualmente, se encuentran cristales de turmalina, haces de clorita u otros componentes. En las muestras el cuarzo es el segundo mineral en abundancia, tras la calcita. La matriz carbonatada engloba numerosos restos fósiles, principalmente foraminíferos, algas y corales, parcialmente rediseñados. En general, las muestras estudiadas

presentan un grado de alteración muy avanzado, con numerosas cavidades de disolución de forma y tamaño muy variable y algunas interconectadas, lo que eleva la porosidad de la roca. Algunas cavidades están tapizadas interiormente por pequeños cristales de calcita de formación tardía.

Otro aspecto que denota la avanzada alteración de estas rocas es la presencia, casi constante, en todas ellas de cristales de yeso de origen tardío, formado por oxidación de las menas metálicas diseminadas en un ambiente rico en carbonatos.

La muestra CS-19 es mucho más rica en cuarzo que las restantes y en oxihidróxidos de hierro, por lo que procede de otro afloramiento de areniscas.

*Esparitas*

Pertenece a este tipo la muestra CS-1, procedente de la cimentación del cuerpo principal del sepulcro, en el lateral norte.

Es una esparita arenosa, parcialmente recristalizada, formada por granos de calcita con un tamaño medio de 50 a 60 micras, algunos cristales de cuarzo de bordes angulosos y subredondeados dispersos en la trama y una diseminación primaria de menas de hierro, principalmente pirita y hematites, parcialmente oxidadas. La muestra presenta numerosas cavidades de disolución de la calcita y en sus bordes aparecen crecimientos tardíos de esta especie, con un tamaño de grano sensiblemente mayor. También se encuentran algunos cristales prismáticos de yeso de 100 a 120 micras de tamaño, originados en los procesos tardíos de alteración de la esparita.

*Micritas*

Pertenecen a este tipo las muestras Casón-8, CS-4, CS-5 y CS-20. Son rocas ampliamente usadas en el monumento debido a su compacidad, resistencia y pequeño tamaño de grano. Son rocas carbonatadas de naturaleza calcítica y un tamaño de grano muy fino. Están parcialmente recristalizadas y, por ello, se observa una amplia gradación en el tamaño de grano. Presentan pequeñas cavidades de disolución, granos dispersos de cuarzo de tamaño generalmente inferior a 50 micras, diseminaciones de menas metálicas (pirita y/o hematites) y frecuentes impregnaciones de oxihidróxidos de hierro, sobre todo, en la red de delgadas

fisuras y cavidades. En algunas muestras aparecen cristales de yeso de génesis tardía, formados por oxidación de las menas metálicas en un ambiente carbonatado.

En la muestra CS-4, sobre la que han aparecido eflorescencias blanquecinas de bianchita ( $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$ ) y epsomita ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), se advierte un avanzado estado de alteración, con abundancia de pequeñas cavidades de disolución e impregnaciones generalizadas de oxihidróxidos de hierro.

#### Calizas dolomíticas

Pertenece a este grupo la muestra Casón 9, procedente de un fragmento de *opus signinum*, recogido en el casquete del absidiolo norte del monumento. Se trata de una caliza dolomítica recristalizada, constituida por un mosaico compacto de granos subredondeados de dolomita y calcita entre cuyos intersticios aparecen pequeños granos de cuarzo. Los cristales de calcita y dolomita presentan una orientación óptica muy variable, con frecuentes secciones de eje óptico. El tamaño medio de grano es de unas 100 micras, con algunos cristales que superan las 300 micras.

#### Dolomías

Son rocas muy usadas en la construcción de este mausoleo. Pertenecen a este tipo las muestras Casón 7, CS-2, CS-12, CS-14 y CS-17. Están formadas por dolomita como componente mayoritario, acompañada de pequeñas cantidades de calcita y cuarzo. La muestra CS-2 presenta un importante grado de alteración con grandes cavidades de disolución tapizadas interiormente por cristalizaciones tardías de calcita y contiene pequeñas cantidades de yeso y de feldespato. Presenta

una importante diseminación primaria de menas de hierro cuya oxidación es responsable del color pardo oscuro de la muestra. Las restantes muestras de dolomías son mucho más compactas y están afectadas por una recristalización generalizada.

#### Dolomías calcáreas

Presentan cantidades significativas de calcita, y pertenecen a este tipo las muestras CS-11 y CS-16. La calcita es el segundo componente en abundancia en la muestra y, en gran parte, procede de cristalizaciones tardías como relleno de fisuras y cavidades.

La muestra CS-11 aparece parcialmente recristalizada y presenta un tamaño de grano variable, con pequeñas cavidades de disolución. Sus características mineralógicas y texturales recuerdan en gran modo a la dolomía conocida como “marrón imperial” de algunos afloramientos de Jumilla y Yecla.

La muestra CS-16, procedente de una reparación reciente del ábside sur, corresponde a una dolomía calcárea de grano fino, con cavidades de gran tamaño tapizadas por calcita, granos dispersos de cuarzo y mica, diseminaciones de menas metálicas (pirita y hematites) y cristalizaciones tardías de yeso.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se ha llevado a cabo en 22 muestras representativas por fluorescencia de rayos X, preparando previamente pastillas compactas y calibrando el equipo con patrones adecuados. Se han determinado los siguientes componentes mayoritarios en perlas o en pastillas (reseñados con \* en la tabla siguiente):  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SO_3$ , y la pérdida por calcinación (LOI). En

Muestra	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$SO_3^*$	$CaO$	$MgO$	$Na_2O^*$	$K_2O$	$P_2O_5$	$Cl^*$	LOI	TOTAL
CS-1	23,19	3,25	1,36	3,01	22,47	12,23	0,27	1,00	0,73	0,30	31,26	99,77
CS-4	3,14	0,54	0,21	28,30	23,62	16,16	0,37	0,74	0,03*	0,33	33,68	107,52
CS-5	17,25	0,84	0,31	1,53	37,24	5,96	0,41	0,50	0,10	0,54	35,25	99,93
CS-6	51,79	8,02	2,35	1,75	11,65	5,54	1,05	3,41	0,10	1,12	16,06	102,74
CS-8	7,78	1,65	0,56	0,47	34,13	10,36	0,28	0,51	0,12	0,46	43,90	100,22
CS-9	13,26	1,05	0,34	1,41	28,50	14,57	0,20	0,48	0,08	0,28	39,34	99,51



<b>CS-10</b>	1,90	0,24	0,03*	1,34	52,03	0,96	0,34	0,34	0,04	0,25	41,77	99,24
<b>CS-11</b>	8,31	1,21	0,52	9,88	34,85	11,44	0,83	0,62	0,09	0,81	37,27	105,83
<b>CS-14</b>	1,02	0,20*	0,13	0,17	33,70	18,19	0,04	0,03*	0,02*	0,04	44,96	98,50
<b>CS-15</b>	2,77	0,24	0,12	0,22	53,09	0,73	0,01	0,06*	0,07	0,02	42,67	100,00
<b>CS-16</b>	10,82	1,46	0,49	0,53	31,73	13,18	0,05	0,46	0,14	0,04	40,13	99,03
<b>CS-17</b>	0,78	0,33	0,14	0,06	31,75	19,64	0,04	0,08	0,02*	0,05	45,94	98,83
<b>CS-18</b>	14,94	1,93	0,75	0,34	30,26	11,36	0,08	0,66	0,28	0,03	38,89	99,52
<b>CS-20</b>	19,51	3,04	1,09	0,40	27,80	12,22	0,05	0,70	0,07	0,03	34,28	99,19
<b>CS-21</b>	16,21	1,36	0,48	0,14	36,58	7,72	0,02	0,32	0,08	0,03	35,87	98,81
<b>Casón 2</b>	15,65	1,17	0,41	1,20	36,04	7,91	0,15	0,48	0,16	0,06	36,41	99,64
<b>Casón 7</b>	1,50	0,34	0,19	0,10	33,01	18,15	0,08	0,08	0,06	0,07	44,71	98,29
<b>Casón 8</b>	13,97	0,48	0,19	0,95	40,91	4,55	0,27	0,36	0,12	0,19	36,90	98,89
<b>Casón 9</b>	25,46	5,28	0,16	0,37	24,40	11,59	0,09	1,18	0,10	0,03	27,12	95,78
<b>Casón 10</b>	3,63	0,35	0,11	0,63	51,64	0,68	0,12	0,12	0,10*	0,13	42,28	99,79
<b>Casón 11</b>	47,58	4,77	1,48	0,14	19,32	3,63	0,08	1,77	0,11*	0,02	20,96	99,86

Tabla II. Análisis químicos de muestras del Casón de Jumilla.

\* Valores medidos en pastilla. Tipos de muestras: CS-1, esparita; CS-4, caliza micrítica; CS-5, costra caliza; CS-6, ladrillo; CS-8, Brecha calizo-dolomítica; CS-9, Mortero antiguo; CS-10, Arenisca calcárea; CS-11, Dolomía calcárea; CS-14, Dolomía; CS-15, Arenisca calcárea; CS-16, Dolomía calcárea; CS-17, Dolomía; CS-18, Mortero moderno; CS-20, Muestra de *opus signinum*; CS-21, Mortero antiguo; Mortero antiguo; Casón 7, Dolomía; Casón 8, Caliza micrítica; Casón 9, Muestra de *opus signinum*; Casón10, Caliza; Casón11, Limo. LOI, pérdida por calcinación.

cuanto a los minoritarios, tras varias exploraciones cualitativas, se determinaron  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y Cl. Los resultados obtenidos figuran en la Tabla II.

Las muestras analizadas corresponden a los siguientes materiales:

- Morteros antiguos: Casón 2, CS-9 y CS-21.
- Morteros modernos: CS-18
- Ladrillos: CS-6
- Limos: Casón 11
- Brechas calizo-dolomíticas: CS-8
- Biocalcareniticas: Casón 10, CS-10, CS-15 y CS-19
- Esparitas: CS-1
- Micritas: Casón 8, CS-4, CS-5 y CS-20
- Calizas dolomíticas: Casón 9
- Dolomías: Casón 7, CS-14 y CS-17
- Dolomías calcáreas: CS-11 y CS-16

A continuación, se hace un breve comentario a cada grupo para relacionar la composición química encontrada con la mineralogía deducida del estudio por

difracción de rayos X y microscopía de luz transmitida. En este sentido, conviene tener en cuenta que algunas fases minerales presentes no se detectan en el estudio difractométrico debido a su baja concentración relativa, aunque en muchos casos este inconveniente se ha resuelto con el estudio microscópico.

Los morteros antiguos están constituidos, principalmente, por calcita, cuarzo, cantidades variables de dolomita y pequeñas proporciones de yeso, mica, feldespato y menas metálicas (óxidos y/o sulfuros de hierro). Los contenidos en CaO, MgO y LOI reflejan el predominio de los carbonatos y las trazas observadas de óxidos alcalinos y alúmina se deben a la presencia de feldespatos. La sílice se mantiene entre un 13,26 % en la muestra CS-9 y un 16,21 % en la CS-21, normales en este tipo de materiales.

Los morteros modernos, representados por la muestra CS-18, presentan contenidos análogos en sílice (14,94%) y elevados contenidos en CaO, MgO y LOI.

No se observa la presencia de yeso, mica ni feldespatos, aunque aparecen trazas de alúmina y alcalinos en el análisis químico. En cualquier caso, parece que en la elaboración de los morteros modernos se ha partido de materiales más seleccionados, aunque se obtiene un producto de una calidad ligeramente inferior.

La muestra de ladrillo, CS-6, revela un material de partida muy rico en sílice y alúmina, con cantidades moderadas de CaO y MgO y significativas en óxido férrico. No se observa buena concordancia con la mineralogía encontrada, rica en dolomita y pobre en cuarzo y calcita, quizá por las transformaciones tardías producidas en este ladrillo, muy alterado, que ha debido perder por desagregación buena parte del cuarzo original.

La muestra de limo (Casón 11) refleja igualmente una alteración avanzada y presenta cantidades significativas de carbonatos y sílice, en buen acuerdo con la composición mineralógica observada, en la que junto a cuarzo y carbonatos se detectan pequeñas cantidades de feldespatos y trazas de mica y de caolinita.

La brecha dolomítica analizada (CS-8) está formada por calcita, dolomita y cuarzo, que corresponde al cemento de unión, junto a trazas de yeso. La composición química encontrada guarda una estrecha relación con la mineralógica.

Las biocalcarenitas analizadas (Casón 10, CS-10 y CS-15) reflejan un avanzado estado de alteración, ya que buena parte del cuarzo original se ha perdido en el mismo, como lo indican los bajos contenidos encontrados de sílice (1,90 a 3,63%). Asimismo, la composición mineralógica encontrada (esencialmente calcita y pequeñas cantidades de cuarzo y trazas de dolomita) refleja perfectamente el quimismo de las muestras.

La única muestra de esparita analizada (CS-1) está formada por calcita, cuarzo, yeso secundario y trazas de dolomita. La composición química observada coincide a grandes rasgos con la mineralógica, aunque el contenido en MgO en esta muestra aparece anormalmente elevado.

Las muestras de micritas (Casón 8, CS-4, CS-5 y CS-20) muestran contenidos apreciables en sílice (0,78 a 7,78%), lo que revela la importancia de los componentes detríticos asociados, junto a valores elevados en CaO, MgO y LOI, en perfecto acuerdo con la mineralogía observada.

La caliza dolomítica (Casón 9) muestra elevados contenidos en MgO, CaO y apreciables en cuarzo, en

buena concordancia con los datos analíticos observados. Refleja, igualmente, un componente importante de la fracción detrítica (cuarzo y feldespatos).

Las dolomías analizadas corresponden a las muestras Casón 7, CS-14 y CS-17 y se observa una estrecha concordancia entre la composición mineralógica (dolomita con trazas de cuarzo y pequeñas cantidades de calcita secundaria) y el quimismo, con valores elevados en MgO y LOI.

Finalmente, las dolomías calcáreas vienen representadas por las muestras CS-11 y CS-16, constituidas mayoritariamente por dolomita, con cantidades menores de calcita y cuarzo, reflejando, igualmente, un importante componente detrítico en estas muestras.

En las microfotografías M-1 a M-2 se recogen los aspectos texturales y mineralógicos más característicos de las muestras estudiadas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras el estudio por difracción de rayos X y microscopía de luz transmitida de las diferentes muestras tomadas en el mausoleo del Casón y teniendo en cuenta las observaciones realizadas en las visitas al mismo, se pueden extraer diversas conclusiones relacionadas con la naturaleza de los materiales utilizados, procedencia de los mismos y procesos de alteración que afectan tanto a los materiales originales como a los utilizados en las diversas intervenciones llevadas a cabo en el pasado siglo.

Los resultados del análisis difractométrico muestran un claro predominio de dolomita, calcita y cuarzo entre los materiales utilizados, debido a la abundancia de rocas carbonatadas y detríticas entre los materiales utilizados. Aparecen diversificadas en dolomías, dolomías calcáreas, micritas, esparitas, calizas dolomíticas, areniscas calcáreas o biocalcarenitas y brechas calizodolomíticas. Asimismo, los materiales carbonatados constituyen una parte esencial de los morteros empleados en la unión de los diversos elementos arquitectónicos.

Desde el punto de vista mineralógico hay varios rasgos que denotan el desarrollo avanzado de los procesos de degradación en diversos materiales utilizados en este mausoleo. Destaca en primer lugar, el contenido anormalmente elevado encontrado en yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), sobre todo en morteros antiguos, producido por oxidación de menas metálicas primarias contenidas

en las rocas empleadas en un ambiente carbonatado. También destaca la presencia de aragonito en un mortero moderno (muestra Casón 12) y en una micrita (muestra CS-20), que aún no ha completado su transformación a calcita, fase más estable en condiciones ambientales.

La presencia de bianchita ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y epsomita ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) como principales fases de las eflorescencias blancas encontradas sobre una micrita mineralizada (muestra CS-4) revela una importante etapa de oxidación de las pequeñas cantidades de blenda ( $\text{ZnS}$ ) diseminada en la roca en un ambiente hidratado rico en carbonatos de calcio y magnesio.

Únicamente han aparecido trazas de caolinita [ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ] en una muestra de limo amarillento, en los niveles inferiores sobre los que se asienta el monumento. Va acompañada de calcita, cuarzo, dolomita y pequeñas cantidades de mica y feldespato potásico.

La mica identificada como trazas o en pequeñas cantidades en numerosas muestras corresponde a moscovita [ $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$ ], que se encuentra como mineral accesorio en la mayoría de las rocas carbonatadas utilizadas en este monumento.

El estudio microscópico de las muestras compactas revela también una alteración avanzada en la mayoría de los materiales utilizados, de forma especial, en las areniscas calcáreas o biocalcareñas, que presentan una porosidad muy elevada, con numerosas cavidades de disolución, que afectan igualmente a los numerosos restos fósiles que contienen. Es curioso que estas rocas sólo se hayan empleado en las intervenciones realizadas en este monumento, pero no aparecen entre los materiales originales, que a simple vista reflejan una mayor consistencia y durabilidad.

En cuanto a los morteros empleados en este monumento, los originales conservan un mejor equilibrio en la proporción de los materiales esenciales (cal y arena) que los modernos. Asimismo, y sin duda por un problema de azar, las rocas carbonatadas utilizadas en su elaboración, son mucho más resistentes en los morteros romanos. Como consecuencia de todo ello, los morteros modernos presentan un mayor grado de alteración, como lo refleja la abundancia de cavidades de disolución y su elevada porosidad.

Finalmente, un estudio de los materiales geológicos representados en las proximidades de Jumilla muestra la abundancia de rocas carbonatadas, tanto en materia-

les del Prebético interno como externo, con potentes series cretácicas y terciarias ricas en calizas, dolomías y otros términos carbonatados. No hay duda de la procedencia local de todos los materiales empleados en este monumento. Asimismo, las calizas bioclásticas (areniscas calcáreas o biocalcareñas) son muy abundantes en las proximidades de Jumilla.

Teniendo en cuenta las reducidas dimensiones de este monumento, desde el punto de vista geológico, quizá lo que más llame la atención es la gran variedad de rocas utilizadas, ya que algunas del mismo tipo (micritas y dolomías, especialmente) proceden de distintos afloramientos, de acuerdo con sus características mineralógicas y texturales. Se infiere de aquí el gran cuidado que los responsables de esta construcción pusieron en la elección de los principales materiales que iban a utilizar, algo que se repite en otros importantes legados de época romana repartidos por el territorio peninsular.

## NOTAS

\* El trabajo completo está recogido en el Apéndice I de la obra de NOGUERA CELDRÁN, J. M. (2003): *El Casón de Jumilla. Arqueología de un mausoleo tardorromano*. Edit. Tabularium. Murcia.

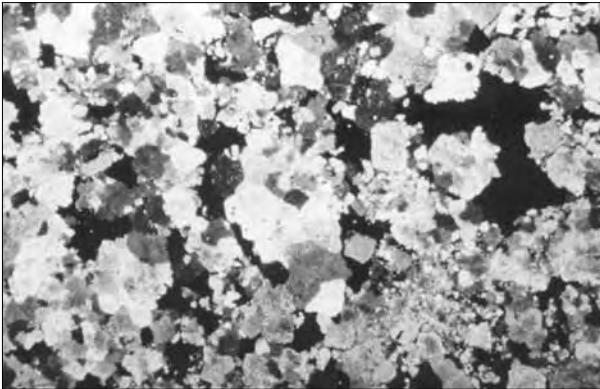


Lámina 1. Muestra CS-12. Dolomía recristalizada con marcada heterometría de grano. Los principales componentes son dolomita, cuarzo y trazas de calcita. Polarizadores cruzados.

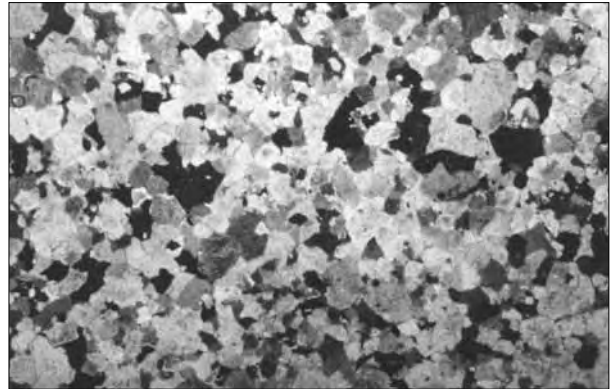


Lámina 2. Muestra CS-17. Dolomía recristalizada muy pura con tamaño de grano homogéneo formada por un mosaico de cristales de dolomita. Polarizadores cruzados.

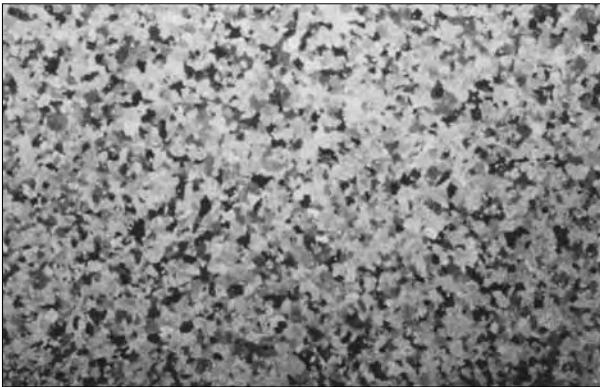


Lámina 3. Muestra Casón 7. Dolomía de grano muy fino con algunos crecimientos tardíos de calcita en pequeñas cavidades. Polarizadores cruzados.

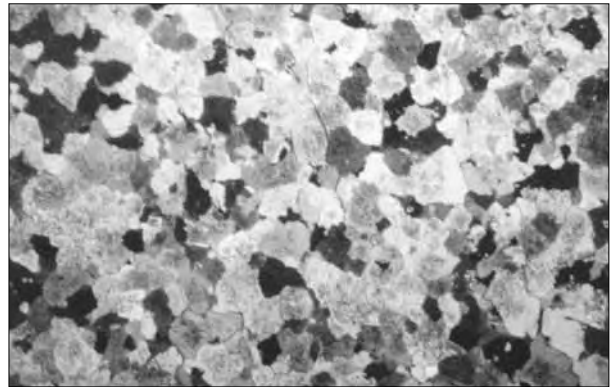


Lámina 4. Muestra Casón 9. Caliza dolomítica recristalizada formada por un mosaico compacto de cristales de calcita, dolomita y pequeñas cantidades de cuarzo. Polarizadores cruzados.

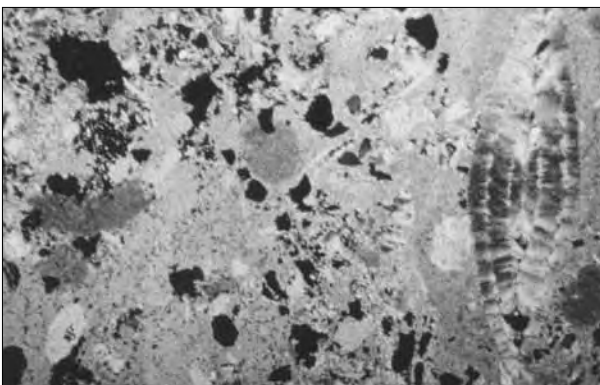


Lámina 5. Muestra Casón 10. Biocalcarenita del hastial derecho de la fachada principal restaurada. Trama muy porosa con calcita y cuarzo de tamaño de grano muy variable. Sección transversal de un foraminífero reemplazado por calcita. Polarizadores cruzados.

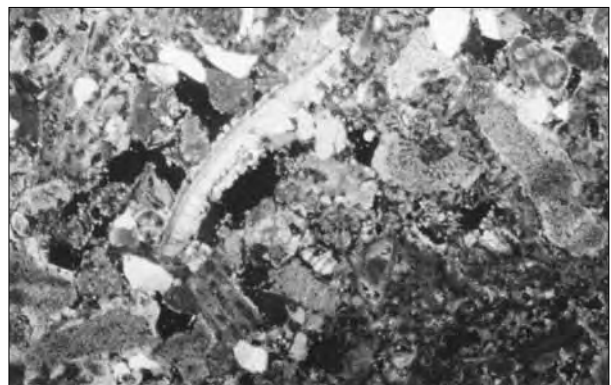


Lámina 6. Muestra CS-19. Biocalcarenita de una restauración del siglo XX con abundantes restos de algas, corales y foraminíferos. Trama muy porosa. Polarizadores cruzados.

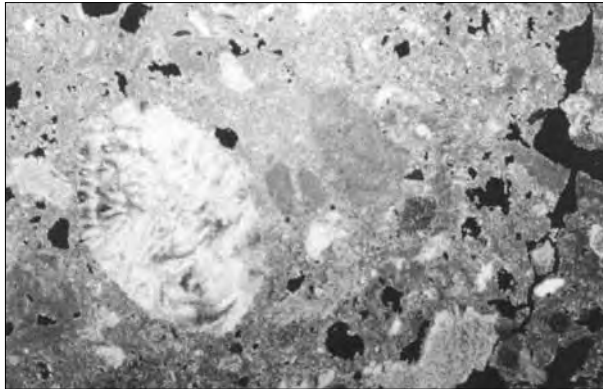


Lámina 7. Muestra CS-15. Biocalcarenita del exterior del alzado de una restauración reciente. Sección transversal de un foraminífero reemplazado por calcita. Porosidad muy elevada por procesos tardíos de disolución. Polarizadores cruzados.

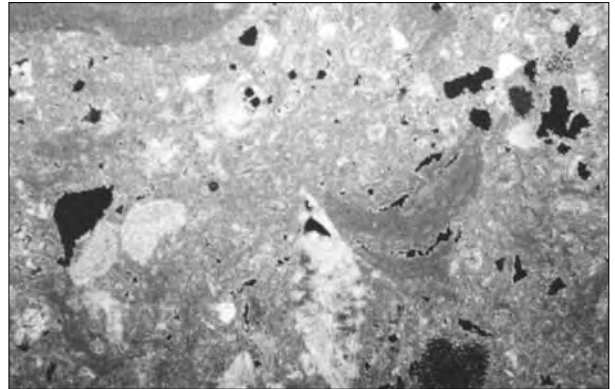


Lámina 8. Muestra CS-15. Aspecto complementario de los numerosos restos fósiles de esta muestra junto a granos de cuarzo de bordes angulosos. Polarizadores cruzados.

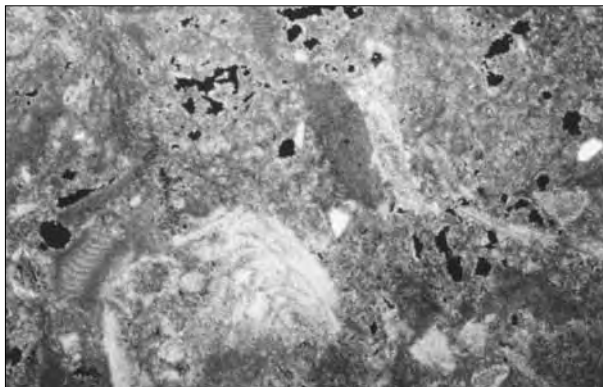


Lámina 9. Muestra CS-15. Detalle de los procesos de alteración que afectan a los componentes carbonatados de la muestra. Polarizadores cruzados.

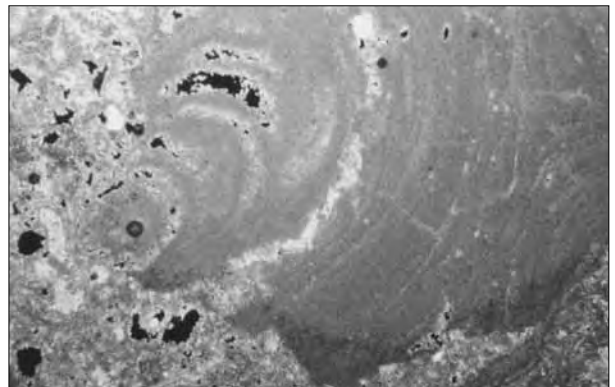


Lámina 10. Muestra CS-15. Detalle de los abundantes fragmentos de algas, parcialmente redissueltos. Polarizadores cruzados.

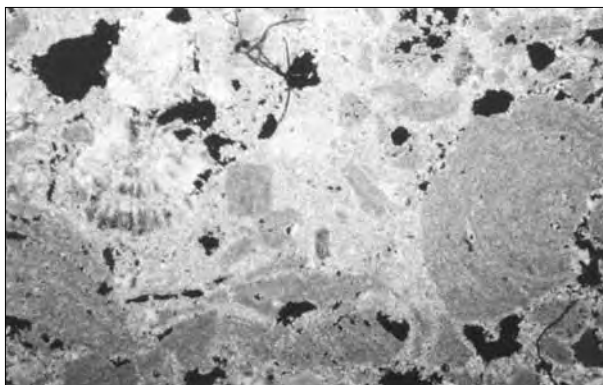


Lámina 11. Muestra CS-13. Biocalcarenita del ábside sur procedente de una restauración del siglo XX. Acusada heterometría de grano con restos de foraminíferos y algas. Polarizadores cruzados.

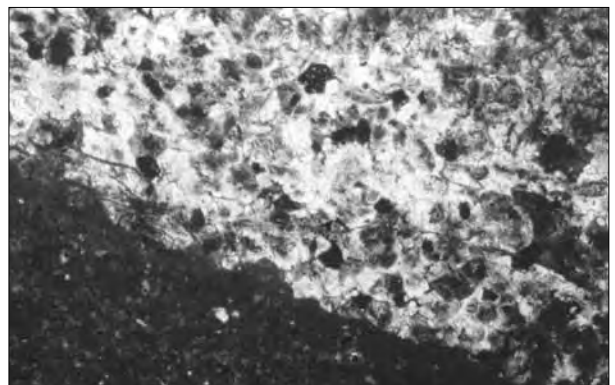


Lámina 12. Muestra CS-3. Mortero original del siglo IV constituido esencialmente por calcita, cuarzo, óxidos de hierro y yeso. Polarizadores cruzados.

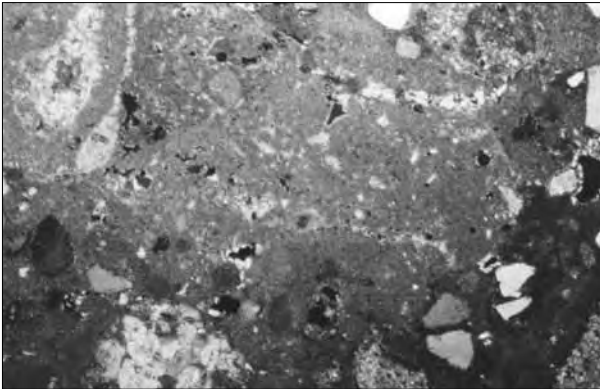


Lámina 13. Muestra CS-3. Mortero de unión entre ladrillos original del siglo IV. Está formado por calcita con numerosas impregnaciones de oxihidróxidos de hierro, cuarzo en granos xenomorfos y trazas de dolomita, yeso, mica y feldespatos. Polarizadores cruzados.

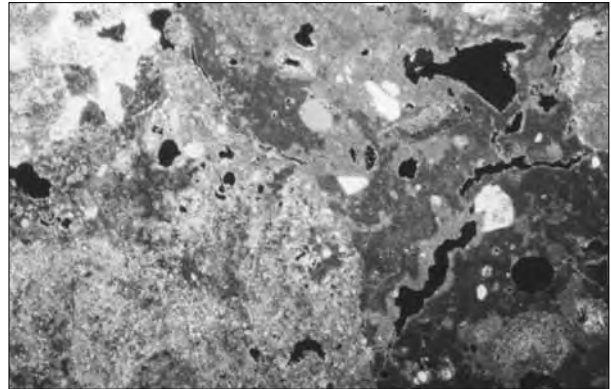


Lámina 14. Muestra CS-7. Mortero original del siglo IV formado por fragmentos de caliza, dolomía, granos xenomorfos de cuarzo, yeso y óxidos de hierro. Polarizadores cruzados.

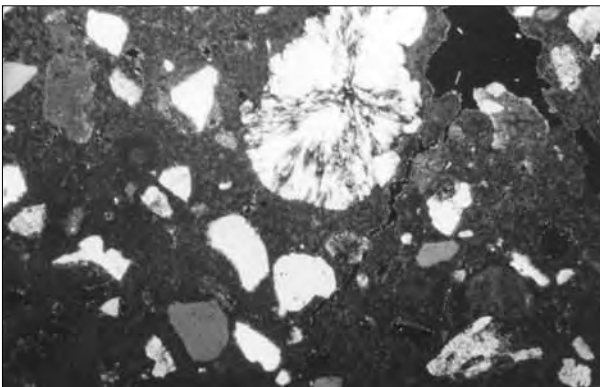


Lámina 15. Muestra CS-9. Mortero original del siglo IV constituido por fragmentos de calcita, dolomita, granos de cuarzo cementados por óxidos de hierro y calcita microcristalina. Polarizadores cruzados.

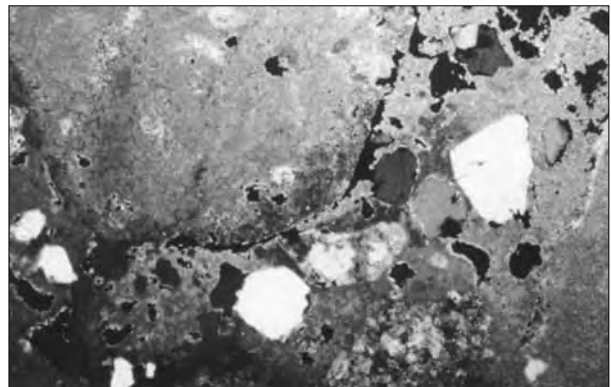


Lámina 16. Muestra CS-21. Mortero del ábside sur, original del siglo IV. Fragmentos de calcita, dolomita y cuarzo cementados por óxidos de hierro y calcita microcristalina. Polarizadores cruzados.

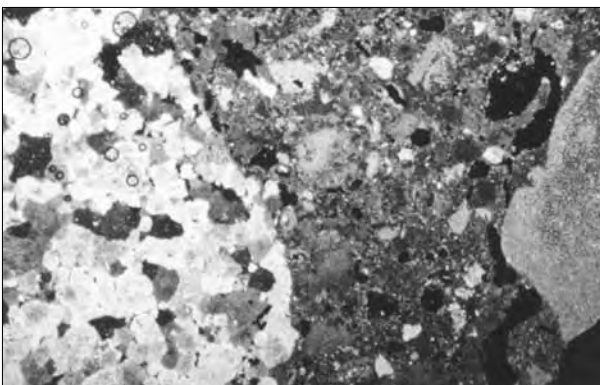


Lámina 17. Muestra Casón 6. Mortero moderno del testero de la nave central formado por fragmentos dolomíticos cementados por cuarzo y yeso. Polarizadores cruzados.

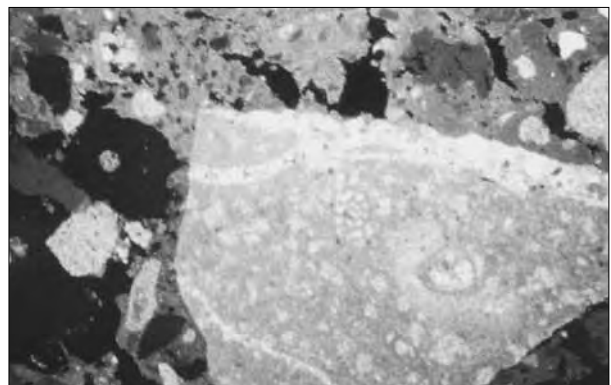


Lámina 18. Muestra Casón 12. Mortero moderno de la zona restaurada del absidiolo sur. Fragmentos angulosos de calcita y dolomita cementados por cuarzo en una trama de elevada porosidad. Polarizadores cruzados.