

INFORME SOBRE LA MODULACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS MATERIALES PÉTREOS DEL ARCO DE MEDINACELI

CORESAL, S. L.

En los años 1993 y 2001, la Delegación Territorial de Cultura de Soria y la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León encargaron a la empresa Coresal una serie de estudios relacionados con el arco de Medinaceli y su entorno. Como resultado de estas actuaciones, se elaboraron una serie de cartografías e informes, que constituyen una muestra del proceso analítico seguido para establecer el estado de conservación del arco, en orden a definir el tratamiento de conservación a realizar posteriormente en el monumento y en su entorno.

Los proyectos realizados fueron los siguientes:

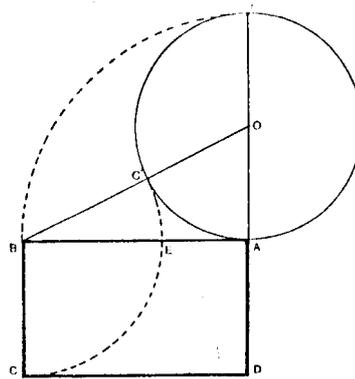
1. 1993. «Estudio de conservación del arco romano de Medinaceli». Director de los trabajos: José M.^a Rincón Arche. Arquitecto Territorial de la Delegación de Cultura de Soria. Junta de Castilla y León.
2. 2001. «Propuesta de actuación en el arco romano de Medinaceli». Director de los trabajos: Julio Pizarro Llano. Arquitecto del Servicio de Restauración de la Dirección General de Patrimonio y Promoción Cultural. Consejería de Educación y Cultura. Junta de Castilla y León.

En tales actuaciones participaron las siguientes personas de la empresa Coresal: Pilar de Hoyos Alonso (arquitecta), Lucrecia Ruiz-Villar Ruiz (restauradora), Javier García Vega (arquitecto y restaurador) y Fernando Guerra-Librero Fernández (arquitecto y restaurador). Los análisis fueron realizados por Luis Valdeón Menéndez (geólogo).

I. MODULACIÓN Y ESTUDIO COMPOSITIVO

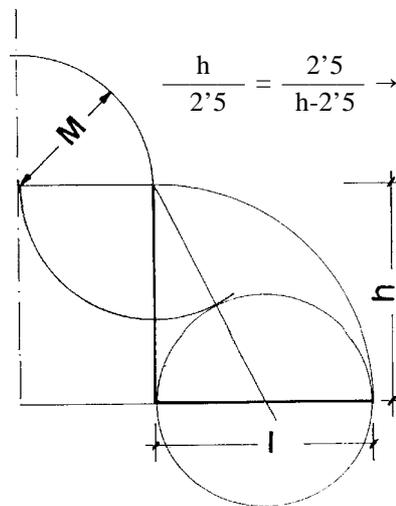
Partiendo del módulo generador del objeto y la relación geométrica intrínseca entre el «arco» y su radio, podemos establecer el proceso de génesis y tra-

zado del monumento, basándonos en el desarrollo de segmentos en proporción armónica (sección áurea¹).



$$\frac{BA}{BE} = \frac{BE}{EA}$$

1. Tomando el radio del arco como módulo M (2'5m) y aplicando la relación áurea:



$$\frac{h}{2'5} = \frac{2'5}{h-2'5} \rightarrow h = 4'05m.$$

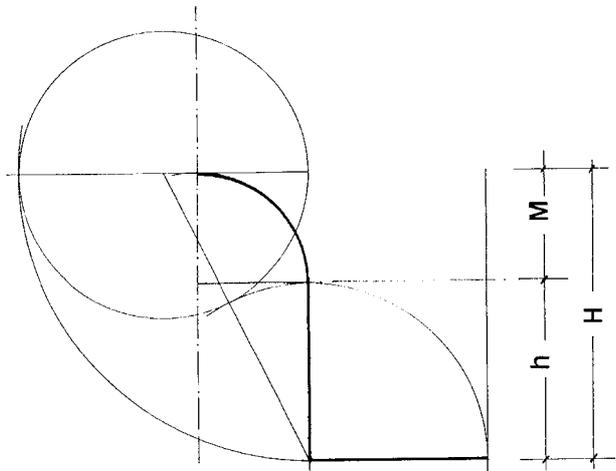
¹ Sección áurea de un segmento es aquella parte suya que es media proporcional entre el segmento entero y la parte restante, es decir, el segmento es a su parte mayor como la parte mayor es a la menor.

De esta manera obtenemos la altura del vano central (h) desde la línea de imposta hasta la base y la anchura de los basamentos laterales (l)

2. Obteniendo el armónico del nuevo segmento (l = h = 4'05 m)

$$\frac{H}{4'05} = \frac{4'05}{H-4'05} \rightarrow H = 6'55 \text{ m} = h + M = 4'05 + 2'5$$

Esta nueva medida coincidiría con la altura total del vano H.



3. Para definir la altura total del monumento (A) bastará sumar el módulo vertical (H), obtenido anteriormente, y el módulo generador (M).

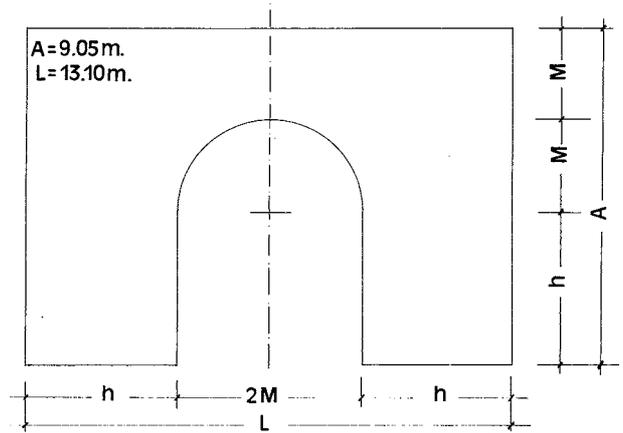
$$H + M = 6'55 + 2'5 = 9'05 \text{ m} = A$$

4. La anchura mantiene el ritmo:

$$h - M - M - h$$

y la altura:

$$h - M - M$$



5. Los trazados de los arcos laterales se desarrollan a partir de las relaciones derivadas del cuadrado y sus divisiones.

6. Conclusiones

Tras el análisis compositivo-gráfico del arco se pueden establecer conclusiones que refuerzan su imagen original, adecuan su percepción visual y aseguran una mejor conservación.

Por un lado queda reflejada la utilización de desarrollos geométricos complejos, que confieren al monumento unas excelentes proporciones.

A su vez, se define la línea de «arranque» del monumento o de separación entre la cimentación o parte oculta y el objeto «visto». De esta manera la recuperación de este nivel original (en la actualidad transformado) se planteará a lo largo de la Propuesta de Intervención.

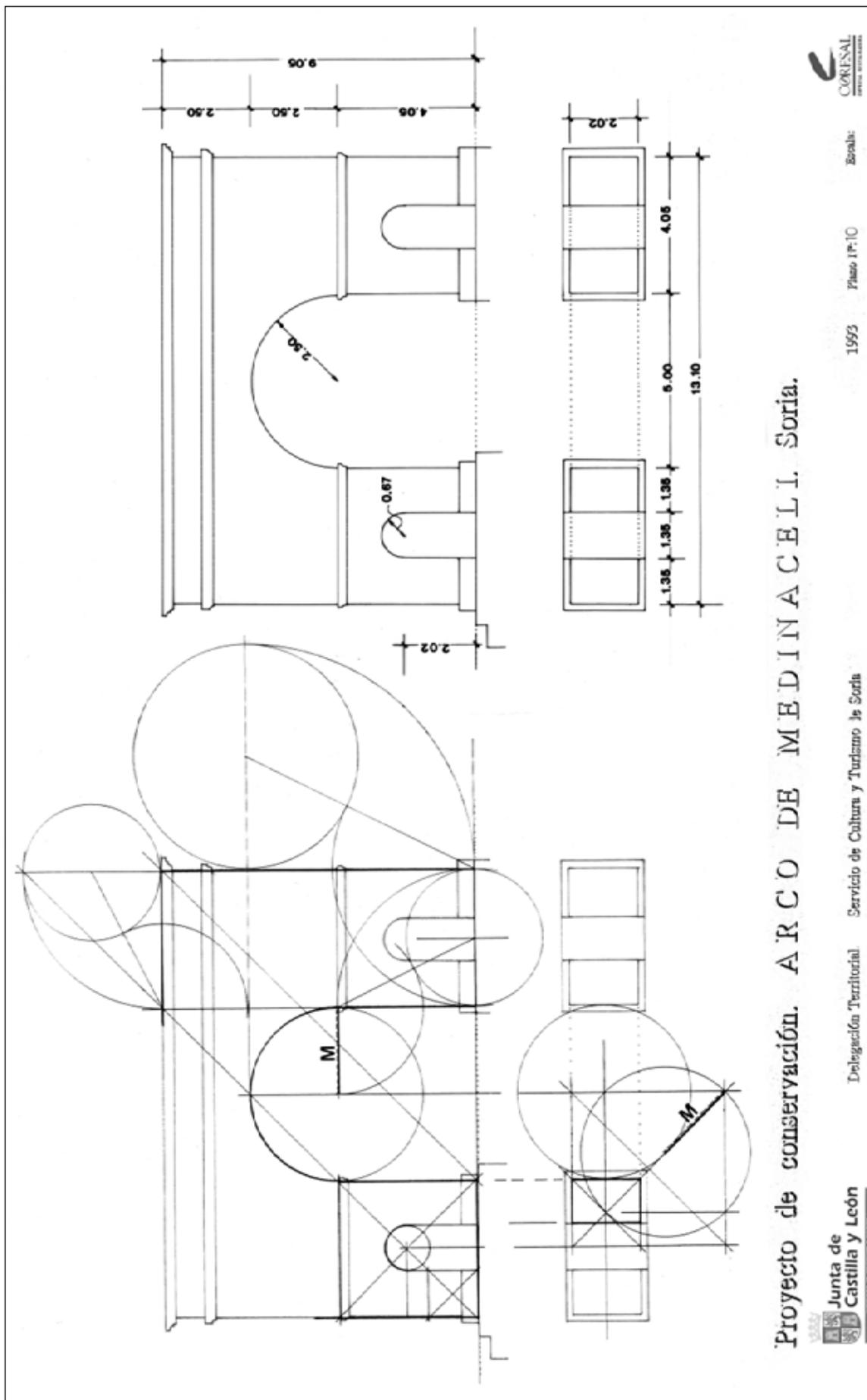


FIG. 1. Modulación teórica del arco de Medina Celi.

II. ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA EN EL ARCO DE MEDINACELI

Metodología

Se comentan las características macroscópicas más evidentes como color y textura en muestra de mano. La descripción detallada de las características texturales y componentes minerales presentes en cada variedad se realiza con el microscopio óptico de polarización (POL). La cuantificación de la porosidad: volumen poroso y rangos de tamaño de acceso a los poros se ha determinado indirectamente mediante la técnica de porosimetría de mercurio. La composición mineralógica se ha determinado por difracción de rayos X. Partiendo del registro gráfico se han calculado los minerales mayoritarios presentes así como su porcentaje aproximado en el volumen total de la muestra (análisis semicuantitativo).

Localización de muestras

Monumento: Muestras A y B.

Cantera situada entre Yelo y Miño de Medinaceli: Muestra C.

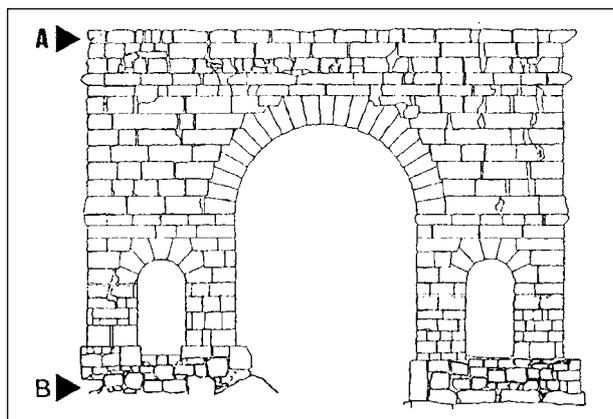


FIG. 2. Procedencia de las muestras analizadas.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

Muestra A

Observación macroscópica (fig. 3)

Muestra de aspecto homogéneo y tonalidad parda clara. Según la tabla de colores Munsell se clasifica como 10YR 7/2 (light gray). En detalle se aprecian las coloraciones rojizas en la superficie de muchos granos que deben corresponder a feldespatos (fig. 3).

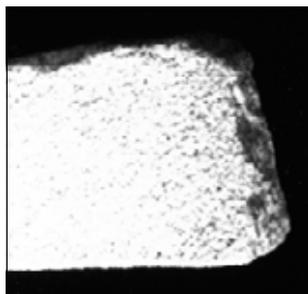


FIG. 3. Aspecto macroscópico de la muestra A.

Estudio microscópico

Textura uniforme y homogénea con buena calibración de los granos constituyentes (fig. 4). El tamaño de grano más abundante oscila alrededor de 0,3 mm correspondiente a arenisca de grano medio (tabla 1). En detalle, la mayoría de granos minerales tienen bordes irregulares. Solamente algunas micas muestran su hábito alargado y aparecen algunos minerales aislados con colores de interferencia altos y bien redondeados (fig. 5, n.º 2).

La mineralogía se caracteriza por la presencia mayoritaria de cuarzo (fig. 4, n.º 1) y feldespatos. Por la ausencia de maclas u otro indicador en los feldespatos se asume una composición exclusivamente potásica (fig. 4, n.º 2). Los minerales de feldespato que se observan son de ortosa (fig. 4). En ocasiones, sobre los feldespatos potásicos o sustituyéndolos totalmente se aprecian minerales arcillosos que podrían ser producto de su alteración parcial (fig. 4, n.º 3). Otros minerales muy minoritarios en comparación con el cuarzo y la ortosa son las micas de tipo moscovita (fig. 5, n.º 1) y un mineral que por sus características petrográficas pudiera ser un anfíbol, la hornblenda (fig. 5, n.º 2).

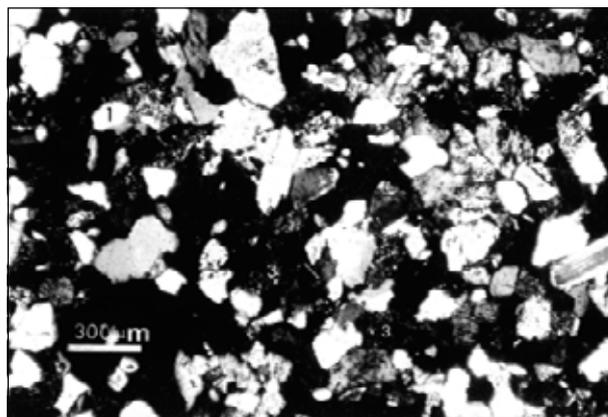


FIG. 4. Aspecto al POL de la muestra A: Nicóles cruzados. Se distinguen los granos de cuarzo (1), feldespato potásico (2) y sericita (3).

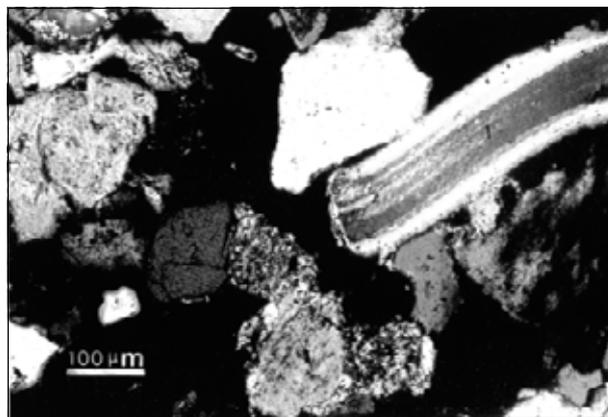


FIG. 5. Detalle de la muestra A al POL: 1) grano elongado de moscovita. 2) grano redondeado de hornblenda.

El análisis por difratometría de rayos X corrobora las observaciones microscópicas; los minerales encontrados y una estimación de su volumen relativo aparece en la tabla 2. En esta muestra el porcentaje de cuarzo es ligeramente superior al feldespato potásico (52 frente al 47 %). La presencia de mica moscovita es menor del 2 %.

Del análisis porométrico determinado mediante porosimetría de mercurio (tabla 3) debe destacarse que, aunque el radio medio de acceso a los poros es de aproximadamente 10 micras la mayoría de los mismos (sobre el 70 %) están comprendidos en un rango de tamaños entre 6 y 20 micras.

La clasificación petrográfica de la muestra es de «arcosa» (Folk 1974).

Muestra B

Observación macroscópica (fig. 6)

Roca de aspecto uniforme y tacto coherente, y grano fino. Tiene tonalidades rojizas muy marcadas clasificada como 10R 4/8, (red) en la carta de colores Munsell (fig. 6).



FIG. 6. Aspecto macroscópico de la muestra B.

Estudio microscópico

Se trata de una muestra que ofrece una marcada orientación textural. El tamaño de grano más abundante es de 0,2 mm (arenisca de grano fino). Esta orientación viene determinada principalmente por el alineamiento de los minerales más elongados, principalmente micas (fig. 7, n° 1). Más en detalle se aprecia que la presencia abundante de minerales opacos en zonas intergranulares también sigue la misma orientación preferente (fig. 8, n° 1).

En cuanto a la mineralogía, con nícoles paralelos y pocos aumentos se aprecian abundancia de minera-

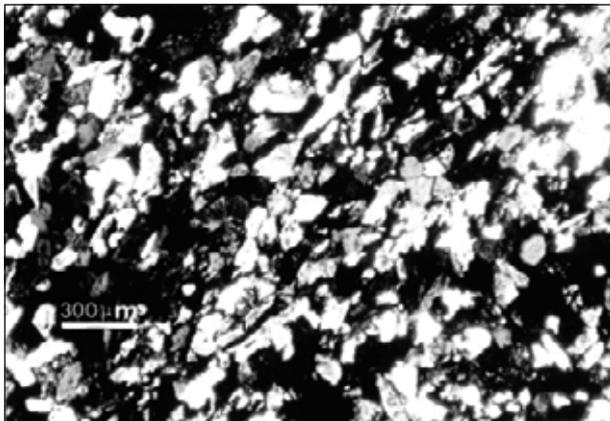


FIG. 7. Aspecto general al POL de la muestra B. 1) moscovitas.

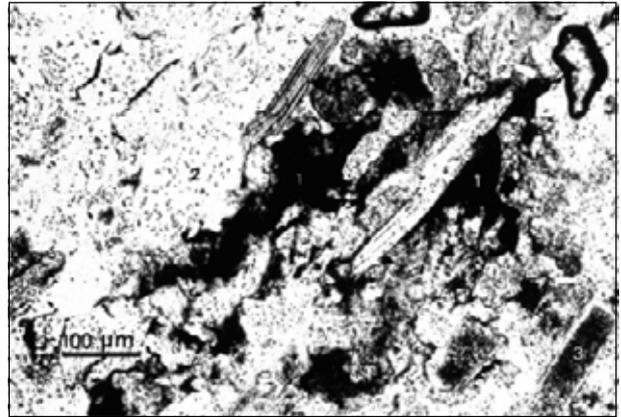


FIG. 8. Detalle de la figura anterior con nícoles paralelos, donde se aprecian: 1) óxidos de hierro; 2) cuarzo y 3) feldespatos alterados.

les de aspecto turbio la mayoría de los cuales son feldespatos potásicos (fig. 8, n.º 3). El resto de aspecto más limpio son granos de cuarzo (fig. 8, n.º 2). Además los óxidos de hierro son una constante en esta muestra y aparecen, bien en zonas intergranulares (fig. 8, n.º 1) o como una fina película alrededor de muchos de los granos. Esta presencia de óxidos es la que confiere a la muestra su color rojizo tan característico.

En detalle, se apreciar mejor los granos de cuarzo, mayoritarios en esta muestra y la posición de las micas moscovitas claramente orientadas (fig. 8).

La difratometría de rayos X proporciona los siguientes porcentajes de minerales: cuarzo 60,5 %; feldespato potásico 37,1 %; mica 2,4 %.

Las características porométricas que destacan en esta muestra son un tamaño de acceso a los poros menor que en las otras dos muestras; por ejemplo, el 70 % de sus poros tiene sus radios de acceso comprendidos entre 2 y 10 micras (moda: 7,5 μm y radio medio = 6,7 μm) (tabla 1). La clasificación petrográfica es de «arcosa» según Folk 1974.

Muestra C

Observación macroscópica (fig. 9)

Esta muestra presenta un aspecto similar al de la muestra A. De color pardo tonalidad claro, 10YR 7/2 (light gray). En corte de sierra se distingue un tenue bandeado de tonalidad verdosa. Así mismo aparecen nódulos de color pardo oscuro con un tamaño de varios milímetros (fig. 9).

Estudio microscópico

Esta muestra de cantera, al microscopio de polarización, se distingue por un mayor tamaño de grano (0,5 mm: arenisca de grano grueso) y mayor hetero-



FIG. 9. Aspecto macroscópico de la muestra C.

metría granular que las muestras A Y B del propio arco (fig. 10).

El aspecto de la muestra, tanto con nicoles paralelos como cruzados es más limpio que las muestras A y B. Esto se debe a la mayor proporción de cuarzo (figuras 10-11, nº 1) y menor proporción de feldespatos potásicos (figuras 10-11, nº 2). Tampoco se aprecian en esta muestra minerales opacos, nada más que ocasionalmente y en posiciones intergranulares. Además, tampoco se aprecian productos de alteración de los feldespatos en forma de sericita o minerales afines como ocurría en las otras muestras.

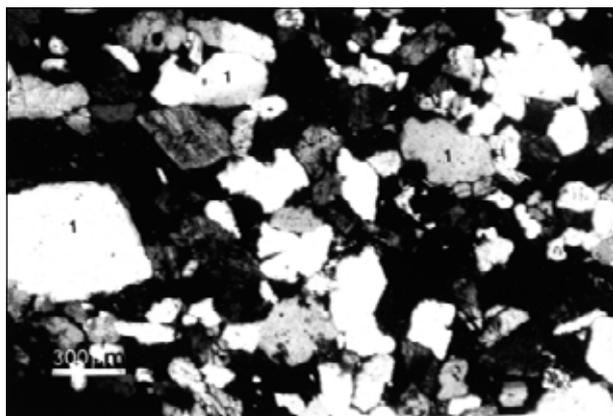


FIG. 10. Aspecto general al POL de la muestra C. Se aprecia un mayor tamaño de grano que en las otra dos variedades. 1) cuarzo; 2) feldespato potásico.

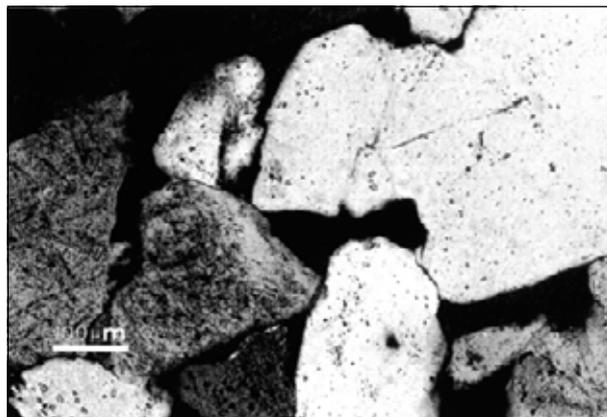


FIG. 11. Imagen más detallada de la muestra C. 1) cuarzo; 2) feldespato potásico.

La difracción de rayos X indica mayor porcentaje de cuarzo (65,1 %) que de feldespato (33,6 %) al contrario de lo que sucede con su muestra homóloga en el monumento.

El análisis de la porosidad muestra que el volumen de poros es ligeramente superior al de las otras dos muestras, un 22,5 %. Así mismo el tamaño de los accesos es el mayor de las muestras estudiadas: 70 % de los poros comprendidos entre 7 y 30 μm y moda de 15 μm (tabla 1).

Esta roca también se clasifica como una «arcosa» (Folk 1974).

TABLA 1. Valores obtenidos con la porosimetría de mercurio

POROMETRÍA	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
porosidad abierta (%)	20,7	20,1	22,5
radio medio de poro (μm)	9,4	9,4; 6,7	18,6; 6,6
moda (μm)	12	7,5	15
radio máximo de poro (μm)	40	35	40
superficie específica (m^2/g)	0,57	0,8	0,81

TABLA 2. Valores del tamaño de grano

	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
TAMAÑO DE GRANO	Rango: 0,2-0,6 Moda: 0,3	Rango: 0,15-0,3 Moda: 0,2	Rango: 0,3-1,2 Moda: 0,5

TABLA 3. Composición mineralógica por difracción de rayos X

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (%)	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Cuarzo	51,7	60,5	65,1
Feldespato potásico (ortosa y otros)	46,9	37,1	33,6
Micas (moscovita)	1,4	2,4	1,3