

Piedras de construcción de la fuente prerrománica de Foncalada: tipos y origen

F. J. MATEOS, L. VALDEÓN Y A. ROJO

GEA asesoría geológica c/ Uría 24. Entresuelo - Oficina 9. 33003 Oviedo

E-mail: correo@geaasesoriageologica.com

Resumen: La fuente prerrománica de Foncalada (Oviedo, España) –Patrimonio de la Humanidad– está construida con tres tipos de piedra: una caliza cristalina que forma los grandes bloques de la base, una arenisca, mayoritaria en los muros y una caliza predominante en la cubierta pétreo. En este trabajo, se lleva a cabo la caracterización petrográfica de las distintas variedades, que han sido definidas a partir de los tres tipos básicos, estableciéndose además las áreas de procedencia. En base a los resultados se ha elaborado una cartografía digital precisa de todas ellas.

Palabras clave: Foncalada, prerrománico, patrimonio de la humanidad, petrografía, Formación Lastres, Formación Oviedo, Formación Piedramuelle.

Abstract: Foncalada pre-romanesque fountain (Oviedo, Spain) –World Heritage– has been built with three types of stone: a crystalline limestone that forms the big blocks of the base, a sandstone, majority in the walls and a reddish limestone predominant in the cover. In this paper the petrographic characterization of the varieties has been carried out, establishing the area of provenance. According to the results all the stone types has been drawn up on a digital basis.

Key words: Foncalada fountain, world heritage, petrography, Lastres Formation, Oviedo Formation, Piedramuelle Formation.

La fuente prerrománica de Foncalada (Oviedo, c/ Foncalada) es un edículo cuadrangular con arco-bóveda de medio punto cuya apertura principal está orientada al este (Fig. 1). La construcción, de fábrica de sillería, está afectada por una intensa humedad, derivada de su situación deprimida respecto al entorno, con escasa ventilación e insolación e incrementada por su ubicación sobre un basamento muy poco permeable. Todo ello, ocasiona la proliferación de organismos vegetales, procesos de disolución y precipitación de carbonatos (piedra y morteros), e incluso pérdida notable de materiales. Esta situación propició la realización de una serie de estudios que comienzan con la caracterización de los materiales pétreos, a los cuales se refieren el presente trabajo.

Un primer análisis de la fábrica de la fuente y de su entorno más próximo, ha llevado a detectar la presencia de tres litologías diferentes: una arenisca y dos calizas. La arenisca es la litología más abundante y de mayor interés que aparece en la fuente, corresponde a los si-

llares originales y se localiza mayoritariamente en la parte baja y media de la construcción (muros y bóveda). Se han podido definir cuatro variedades petrográficas básicas: arenisca gris, arenisca amarilla, arenisca roja y arenisca pardo-rojiza. Si bien existen términos intermedios, las variedades más representativas en el edificio son la arenisca gris seguida de la arenisca amarilla. Las otras dos, menos abundantes, presentan singularidades petrográficas que las hacen ser definidas como variedades diferentes.

Los dos materiales calcáreos presentes en la fuente son fácilmente distinguibles. La primera de las calizas, se localiza mayoritariamente en las partes altas de la edificación (parte superior de los muros y tejado a dos aguas) y corresponde probablemente a sillares empleados en reconstrucciones posteriores. Dentro de esta caliza se han definido dos variedades; grano fino (roja) y grano grueso (amarilla). La otra caliza (caliza cristalina), corresponde a las piezas utilizadas como cimientos o base de la edificación y a los afloramientos del entor-

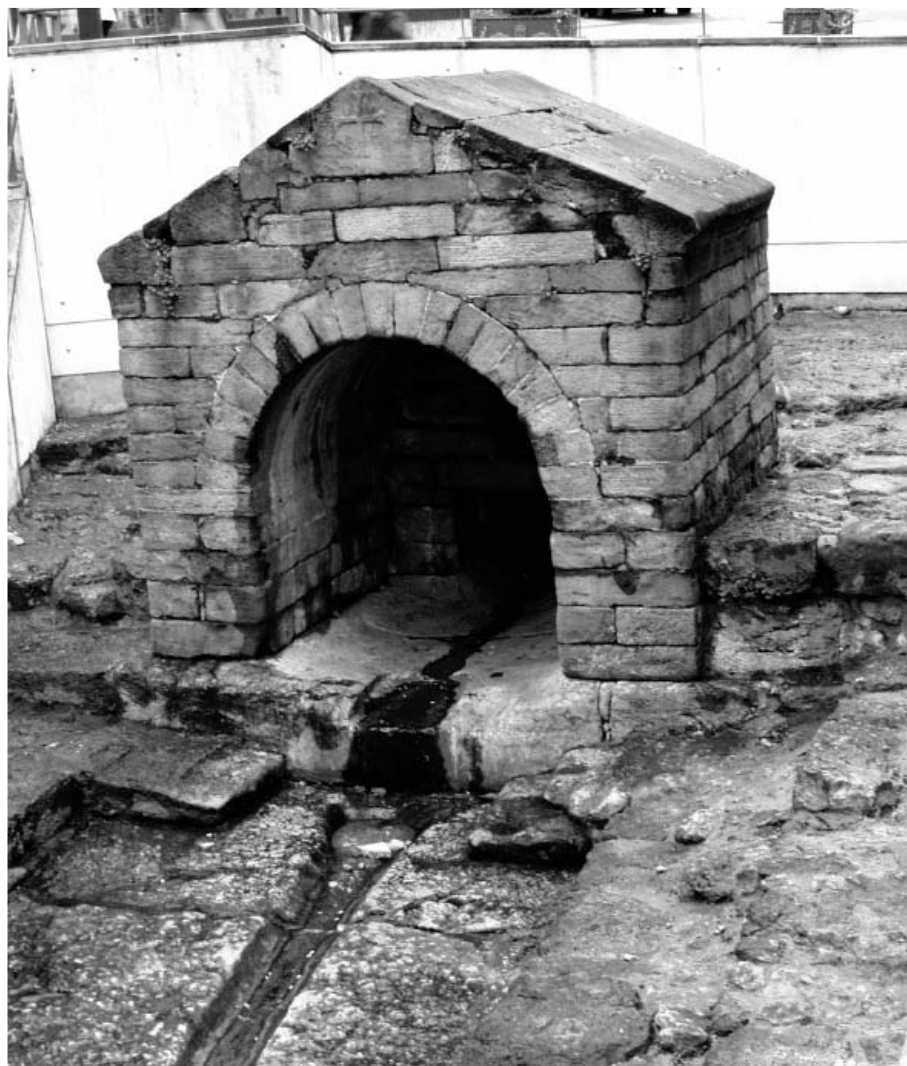


Figura 1. Aspecto general de la fuente de Foncalada (Oviedo, Octubre de 2003).

no. Estas calizas presentan gran variabilidad incluso en afloramientos muy próximos en el espacio, pero debido a su escasa representación en la propia fuente, no se han diferenciado variedades.

Caracterización petrográfica

Arenisca

Desde un punto de vista macroscópico, e independientemente de su coloración (gris, amarilla, rojiza, pardo-rojiza), se trata de una roca homogénea, compacta y coherente, siendo la arenisca amarilla y la arenisca pardo-rojiza las únicas variedades que presentan una cierta friabilidad. Es una roca poliminerálica, donde los granos minerales son distinguibles a simple vista, si bien, a esta escala, solamente son identificables el cuarzo y el cemento ferruginoso, este último presente en la arenisca

rojiza. También son visibles los poros de mayor tamaño, muy evidentes en la arenisca pardo-rojiza.

Al microscopio óptico de polarización (POL), se observa una roca detrítica que presenta textura clástica, granoportada, constituida por un conjunto de cristales de diferente mineralogía (Tabla I), unidos entre sí por distintas fases aglomerantes, que se presentan a modo de cemento y/o matriz arcillosa, ésta última habitualmente teñida por óxidos de hierro. Además la roca presenta una variable porosidad aparente que oscila entre el 12-27%, en función de la variedad estudiada (Fig. 2-5).

El tamaño de grano de la roca es bastante uniforme (equigranular), con valores que presentan pequeñas oscilaciones de unas variedades a otras y que en todos los casos se sitúan entre 0,1 - 0,9 mm, siendo el tamaño medio de la roca para las cuatro variedades de arenisca de

Tabla I. Porcentajes de minerales presentes en las cuatro variedades de areniscas, obtenidos mediante microscopio óptico de polarización (POL) y gráficos visuales. Los porcentajes han sido recalculados respecto al 100%, una vez eliminadas las fases de unión y la porosidad aparente visible al POL.

Mineralogía				Arenisca - Porcentajes minerales (%)				
				Variedad gris	Variedad amarilla	Variedad roja	Variedad pardo rojiza	
Granos minerales	Minerales primarios	Esenciales	Cuarzo		75	68	65	82
			Fragmentos de roca	Cuarzo	20	23	35	13
				Arcillitas				
				Chert				
		Microclina		5	6	3	2	
		Accesorios	Turmalina		< 1	< 1	< 1	1,5
			Moscovita		< 1	< 1	< 1	< 1
			Illita		---	< 1	---	---
			Montmorillonita		---	---	---	1
			Opacos		< 1	< 1	< 1	< 1
			< 1	< 1	< 1	< 1		
	Minerales secundarios		Sericita		< 1	< 1	< 1	< 1
Óxidos de hierro			< 1	< 1	< 1	< 1		

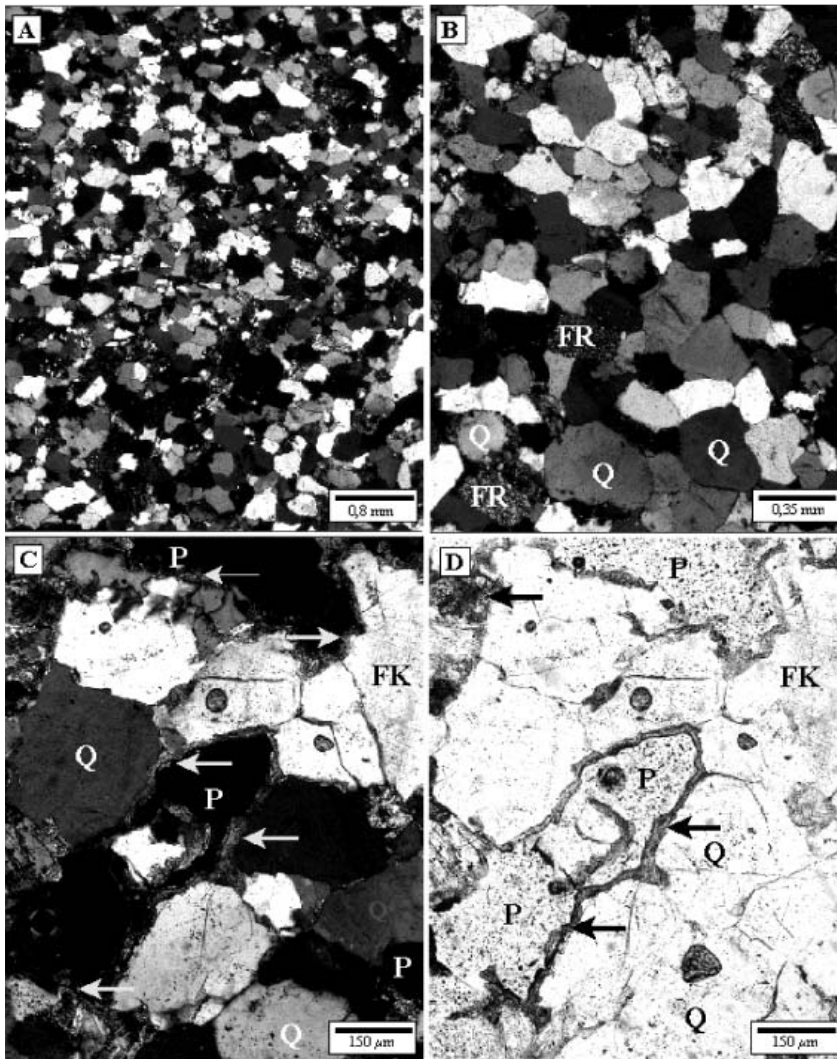


Figura 2. Aspecto general y de detalle de la textura de la Arenisca gris vista al microscopio de polarización. A: textura de la roca observada con nicols cruzados. En B se diferencian con claridad los abundantes cristales de cuarzo (Q) de los fragmentos de roca (FR) (nicols cruzados). C, D: detalle del cemento carbonatado (flechas) alrededor de los granos minerales; se observan también granos de cuarzo (Q) y feldespato potásico (microclina, muy alterados) (FK). También se aprecian algunos de los abundantes poros presentes en la roca (P) (C, nicols cruzados; D, nicols paralelos).

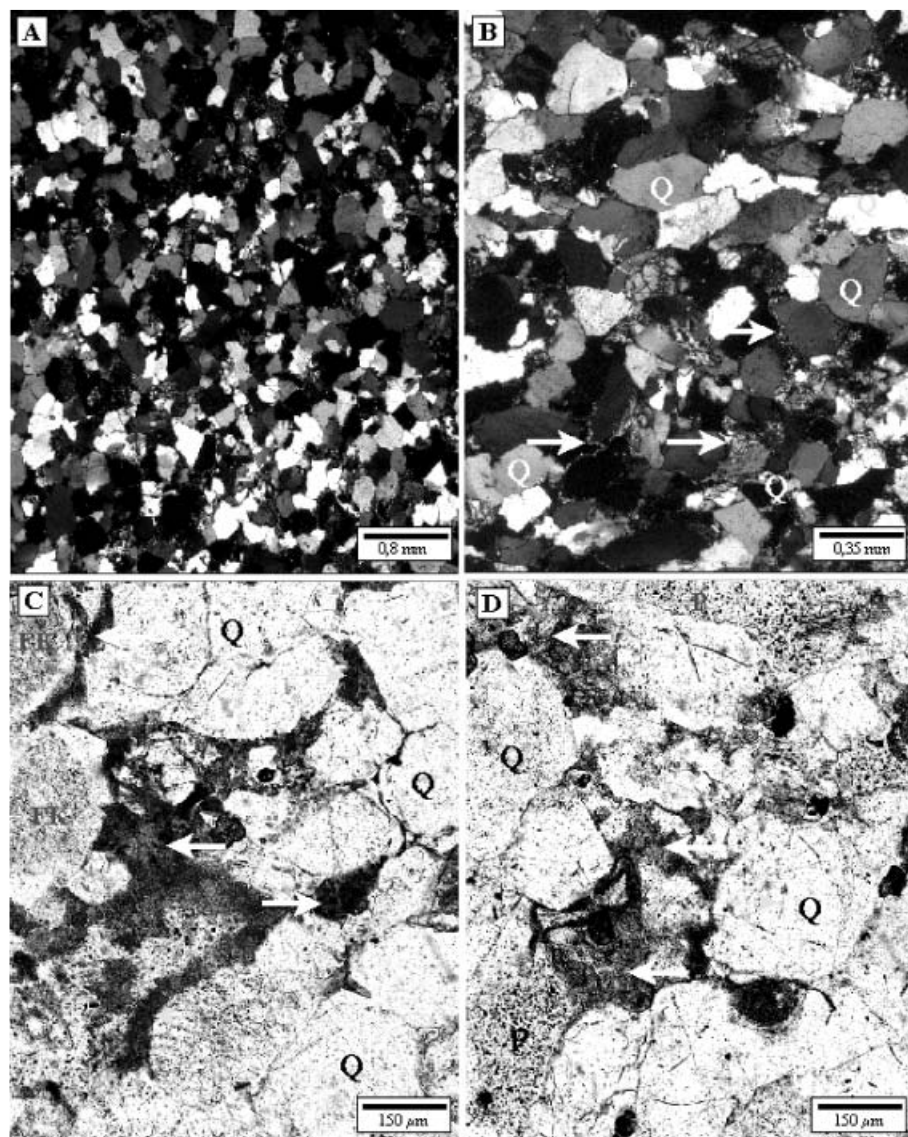


Figura 3. Aspecto general y de detalle de la textura de la Arenisca amarilla vista al microscopio de polarización. A, B: textura de la roca observada con nicoles cruzados; en B se pueden distinguir entre los granos de cuarzo (Q) algunos granos de feldespato potásico (FK); además ya es posible observar el cemento de calcita (flechas) que actúa como fase de unión entre los distintos minerales. C: detalle de este cemento calcáreo (flechas); los huecos entre los granos se encuentran ocupados por pequeños cristales de microesparita; también se aprecian varios cristales de feldespato potásico (FK) con aspecto turbio debido a su importante alteración (nicoles paralelos). D: detalle de la matriz arcillosa teñida por óxidos de hierro, que en esta variedad de arenisca alcanzan el 6%; se pueden observar también algunos de los poros (P) con morfologías irregulares frecuentes en la roca (nicoles paralelos).

0,3 a 0,4 mm (arenisca de grano medio) (Fig. 2A, 3A, 4A y 5A). La roca presenta un buen calibrado, con valores de sorting entre 0,35 - 0,5 (Compton, 1962). La morfología de los granos minerales es bastante irregular, con granos angulosos (0,3) y valores de esfericidad de 0,9 (Powers, 1953; Krumblein y Sloss, 1955). El contacto entre los granos es predominantemente de tipo completo (Castro, 1989), si bien puntualmente aparecen contactos de tipo suturado.

Las fases de unión entre los granos minerales (Tabla II), están representadas por proporciones variables de cemento carbonatado (calcita) (Fig. 2C, D; Fig. 3C), cemento de cuarzo de sobrecrecimiento (Fig. 4C) y matriz arcillosa (Fig. 3D y 4D), apareciendo también cemento ferruginoso (hematites) en la arenisca roja (Fig. 4B).

En cuanto a sus espacios vacíos, son tipo poro, con morfologías irregulares, apenas visibles a simple vista (a excepción de la arenisca pardo-rojiza) (Fig. 2C, D; Fig. 5C, D). El estudio del sistema poroso, mediante microscopía óptica y porosimetría de inyección de mercurio, muestra que la arenisca gris y la arenisca amarilla presenta grandes similitudes. Sin embargo, las otras dos variedades (Tabla III), muestran grandes diferencias entre sí y con las otras dos variedades. Porométricamente la variedad más peculiar es la arenisca pardo-rojiza, con tamaños máximos de poro de 1 cm de diámetro, acompañada de un fenómeno de “clusterización” de la porosidad. Los poros de mayor tamaño corresponden a procesos de alteración de la roca inducidos por la presencia de montmorillonita. Otro aspecto a destacar es la baja porosidad de la variedad rojiza (12%) respecto a las otras tres variedades (20 - 27%).

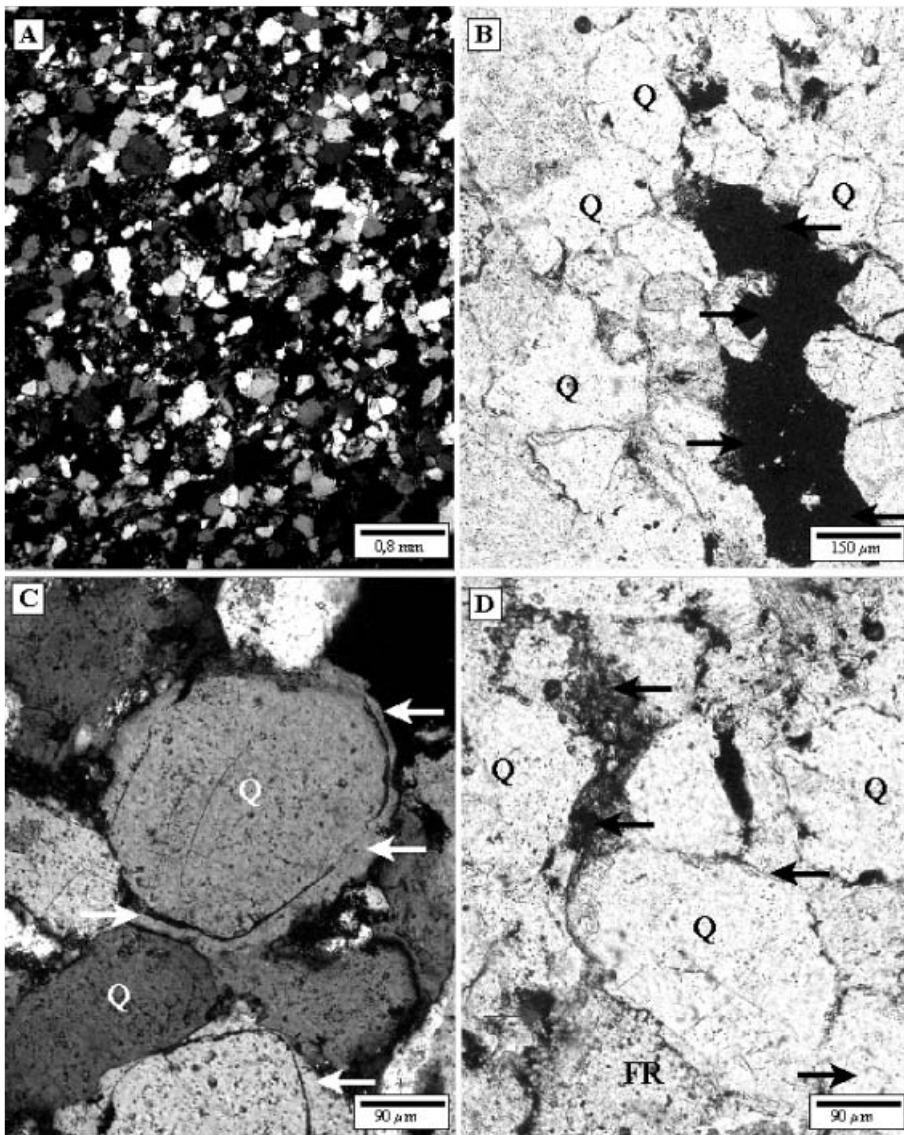


Figura 4. Aspecto general y de detalle de la textura de la Arenisca rojiza vista al microscopio de polarización. A: textura de la roca observada con nicols cruzados. En B (nicols paralelos) se puede observar la presencia de cemento ferruginoso (flechas) uniendo los granos de cuarzo (Q). C: cristales de cuarzo (Q) alrededor de los cuales se ha desarrollado cemento de cuarzo de sobrecrecimiento (flechas) (nicols cruzados). D: detalle de la matriz arcillosa teñida (flecha) que aparece envolviendo los granos minerales; en la parte inferior de la imagen se observa un fragmento de roca (FR) (nicols paralelos).

Tabla II. Porcentajes absolutos de los diferentes tipos de fases de unión en cada una de las cuatro variedades de areniscas, obtenidos mediante microscopio óptico de polarización y gráficos visuales.

Fases de unión			Arenisca - Porcentajes minerales (%)			
			Variedad gris	Variedad amarilla	Variedad roja	Variedad pardo rojiza
Tipo de fase de unión	Matriz	Arcillosa	2	6	15	8
	Cemento	Carbonatado	8	8	2	1
		Silíceo	1	2	3	—
		Ferruginoso	—	—	6	—

Finalmente, destacar que las variaciones composicionales entre las variedades de arenisca, hace que su clasificación (Folk, 1968) oscile entre arenita arcósica para la arenisca gris y arenisca amarilla; arenita arcósica, arenita lítica o grauwaica dependiendo de las secciones observadas para la arenisca roja, y subarcosa para la arenisca pardo-rojiza.

Calizas

Calizas de grano fino y grano grueso: La caliza de grano fino, presenta macroscópicamente un color rojizo en corte fresco, si bien en superficie, debido al lavado de los óxidos de hierro, puede presentar tonalidades amarillentas. Es una caliza nodulosa, compacta y coherente, donde a simple vista sólo se distinguen cristales de moscovita de hasta 1 mm de longitud.

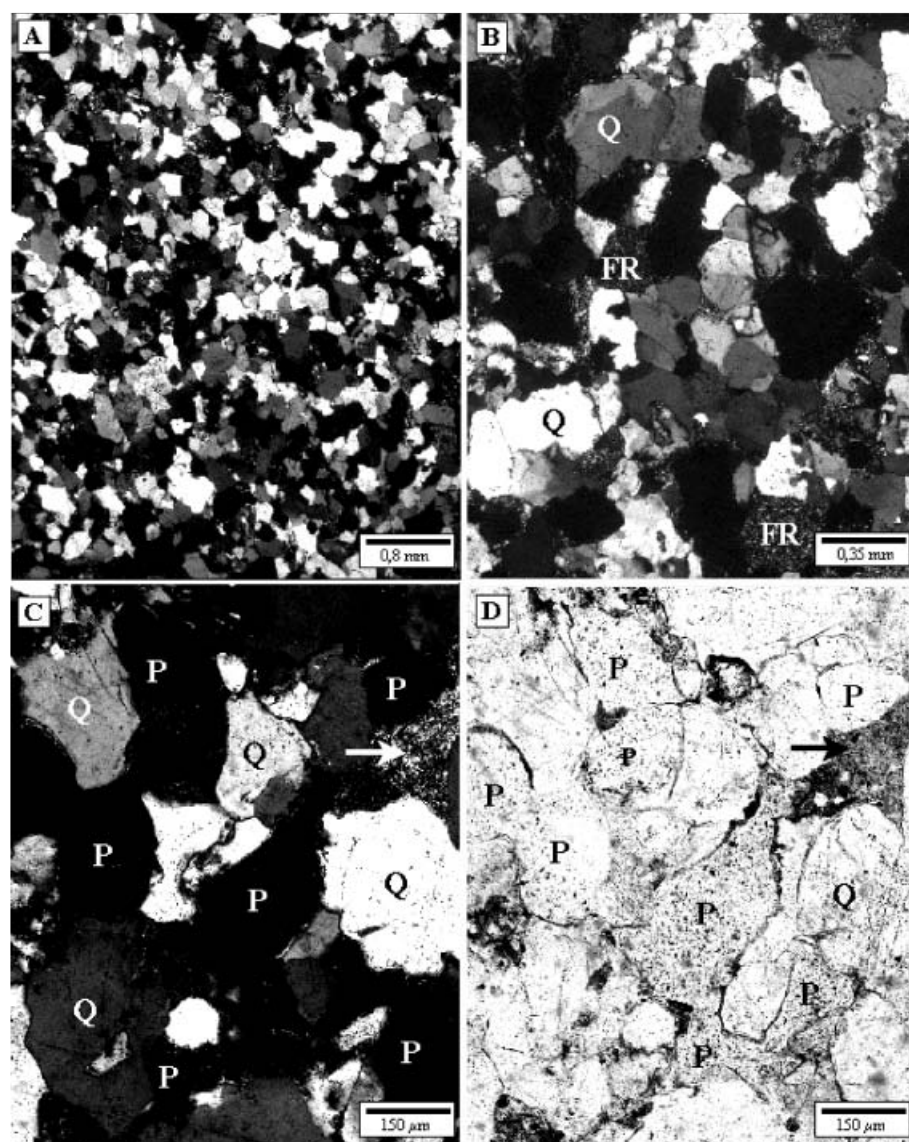


Figura 5. Aspecto general y de detalle de la textura de la Arenisca pardo-rojiza vista al microscopio de polarización. A, B: textura de la roca observada con nicols cruzados; se distinguen principalmente cristales de cuarzo (Q) y fragmentos de roca (FR). C, D: detalle de la matriz teñida (flecha) y de la existencia de una abundante porosidad en la roca, con poros (P) de gran tamaño en relación con los existentes en los otros tipos de areniscas (C, nicols cruzados; D, nicols paralelos).

Tabla III. Parámetros porométricos obtenidos a partir de los ensayos de porosimetría de inyección de mercurio.

Parámetros porométricos			Arenisca			
			Variedad gris	Variedad amarilla	Variedad roja	Variedad pardo rojiza
Porosidad abierta (%)			20	21	12	27
Radio máximo de poro (mm)			0,3	0,4	0,3	5
Radios de acceso de poro	Media (μm)		0,05	0,05	0,02	0,06
	Mediana(μm)		5,01	4,63	0,38	12,61
	Distribución		Polimodal (100, 8, 5μm)	Polimodal (100, 8, 5μm)	Unimodal (5μm)	Unimodal (15μm)
Sup. específica	m ² /g		3,5	3,5	3,9	4,3
Densidad	Real	kg/m ³	2190	2150	2430	2001
	Aparente		2770	2730	2780	2770

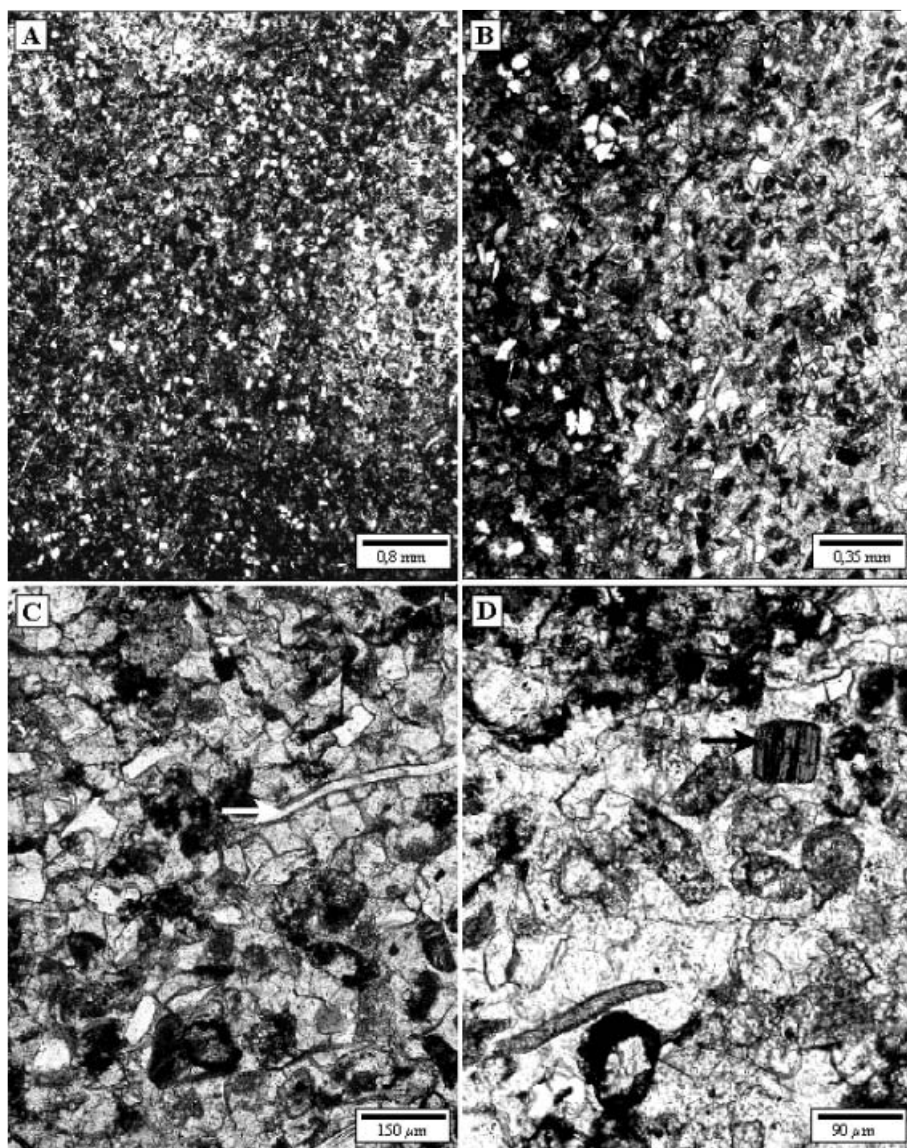


Figura 6. Aspecto general y de detalle de la textura de la Caliza de grano fino en el microscopio de polarización. En A (nicos cruzados) destaca la presencia de zonas más blancas (núcleos cristalinos). B: detalle de una zona que presenta matriz micrítica-microesparítica de naturaleza ankerítica (mitad izquierda de la imagen) y matriz recrystalizada de naturaleza calcítica (mitad derecha) (nicos paralelos). C: detalle de alguno de los nódulos con cristales euhedrales de calcita, cristales de cuarzo y minerales micáceos con morfologías elongadas (flechas). D: detalle de una de estas zonas nodulosas donde la esparita muestra un amplio desarrollo; se observa además un cristal de turmalina (flecha) (C y D, nicos paralelos).

Tipo de mineral	Mineral (%)	Variedad	
		Grano fino	Grano grueso
Granos no esqueléticos	Peloides	*	42
	Fragmentos de roca	----	< 1
	Cuarzo	23	10
	Moscovita	8	< 1
	Feldespato potásico	2	< 1
	Turmalina	2	< 1
Granos esqueléticos	Glauconita	3	---
	Bivalvos, crinoideos, foraminíferos, etc.	*	30
Cemento	Calcita	---	15
Matriz	Calcita	45	---
	Ankerita	15	---
	Óxidos de hierro	2	1

Tabla IV. Porcentajes minerales obtenidos mediante microscopio óptico de polarización (POL) y gráficos visuales. Porcentajes recalculados respecto al 100%, una vez eliminada la porosidad aparente visible al POL. (*) La textura cristalina sobrepuesta impide observar con claridad su existencia y porcentajes.

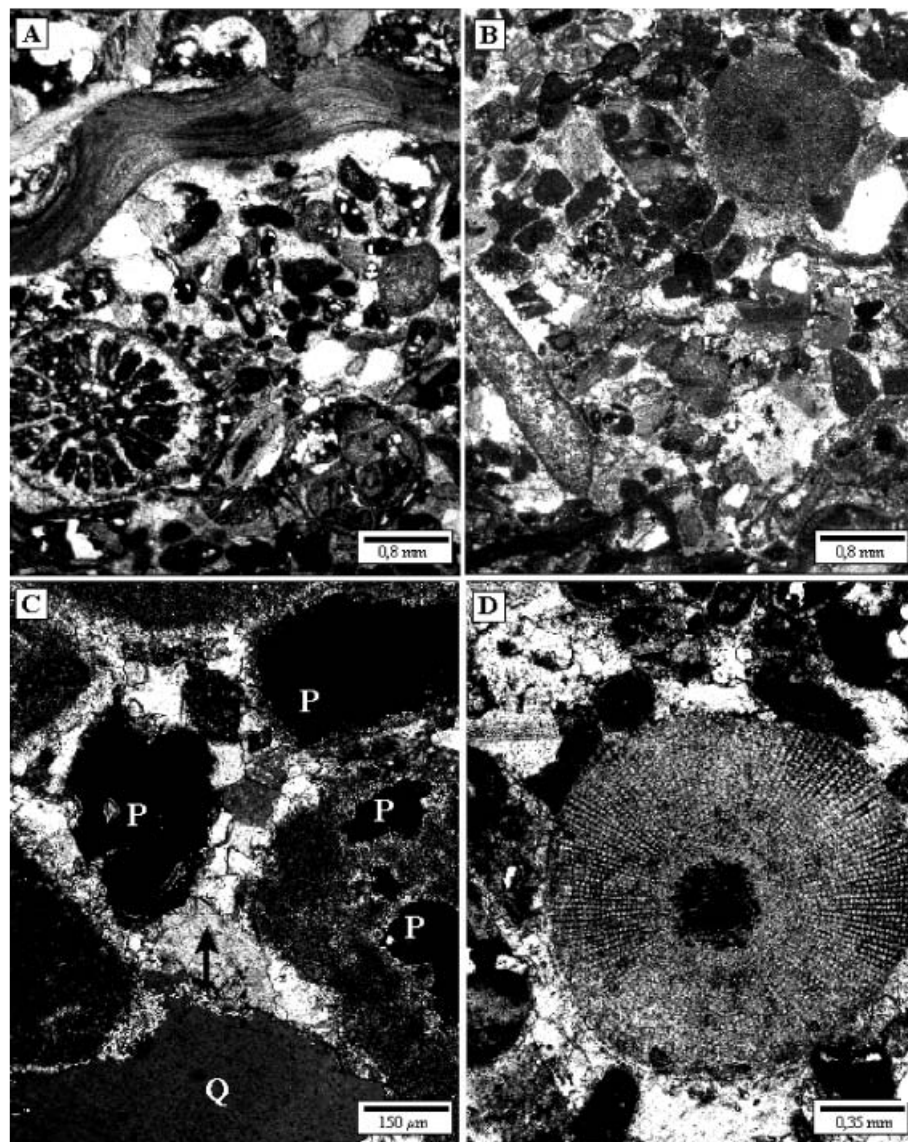


Figura 7. Aspecto general y de detalle de la textura de la Caliza de grano grueso en el microscopio de polarización. En A y B (nicoles paralelos) se observan peloides, cuarzo (Q), crinoideos y otros fósiles unidos por calcita espática; destaca la presencia de núcleos cristalinos (zonas blancas). C: detalle de los granos de cuarzo (Q) y de los poros (P), mostrando el cemento calcáreo (flecha) que constituye la fase de unión de los diferentes granos (nicoles cruzados). D: sección circular del tallo de un crinoideo que conserva perfectamente su estructura interna; alrededor se observan peloides (en negro) y cemento de calcita espática (blanco) (nicoles paralelos).

Tabla V. Parámetros porométricos obtenidos para las dos variedades de caliza.

Parámetros porosimétricos			Calizas	
			Grano fino	Grano grueso
Porosidad abierta (%)			5	13
Radio máximo de poro (mm)			0,25	1
Radios de acceso de poro	Media (μm)		0,02	0,04
	Mediana(μm)		0,03	0,35
	Distribución		Polimodal (100, 0,02μm)	Polimodal (100, 0,8μm)
Sup. específica	m ² /g		2,47	2,41
Densidad	Real	kg/m ³	2650	2480
	Aparente		2790	2830

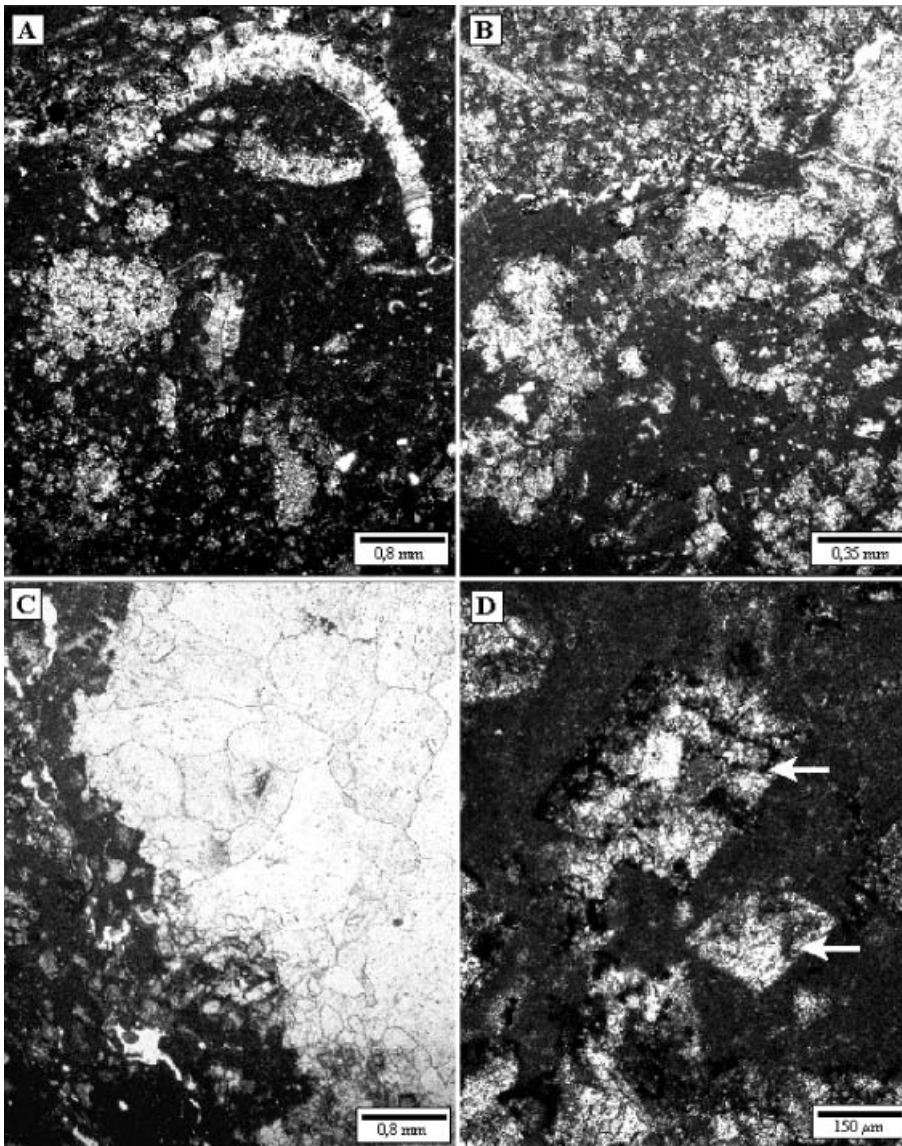


Figura 8. Aspecto general y de detalle de la textura de la Caliza cristalina en el microscopio de polarización. A, B: zonas de la caliza donde aparecen numerosos cristales de calcita (algunos > 2 mm) dentro de una matriz micrítica-microesparítica (A, nicoles cruzados; B, nicoles paralelos). C: aspecto de uno de los nódulos blanquecinos presentes en la roca; se trata de un nódulo centimétrico constituido por un agregado de cristales de calcita con tamaños próximos a 5 mm (nicoles cruzados). D: pseudorrombos de antiguos cristales de dolomita (flechas) reemplazados por calcita, incluidos en una matriz micrítica (nicoles cruzados).

Cuando se observa al microscopio de polarización, esta caliza presenta una textura entre granuda y cristalina, típica de una desdolomía (Fig. 6). Está constituida por un conjunto de granos no esqueléticos de diferente naturaleza (35%) y relictos de granos esqueléticos, unidos entre sí, tanto por una matriz de dolomía ferrosa predominantemente micrítica (15%), como por cristales de calcita (35-40%). Éstos pueden alcanzar tamaños próximos a 1 cm, y están presentes en aquellas zonas donde la matriz ha sufrido desdolomitización seguida de recrystalización (Tabla IV). La porosidad aparente se sitúa próxima al 10%.

El tamaño de grano es bastante uniforme (equigranular), si bien entre los granos no esqueléticos, los de tipo micáceo (moscovita), pueden alcanzar tamaños algo mayo-

res (1 mm), siendo los más frecuentes de alrededor de 0,2 mm.

Macroscópicamente, la caliza de grano grueso, es una roca de color amarillo, homogénea, compacta y muy coherente. Es una roca poliminerálica, donde a simple vista se pueden identificar: cuarzo y restos fósiles, y en menor medida núcleos cristalinos y estilolitos. A esta escala es posible también apreciar los poros, con tamaños de hasta 1 mm. Al microscopio de polarización, esta variedad, presenta una textura granuda, clástica y grano-soportada, constituida por un conjunto de granos esqueléticos y no esqueléticos (Tabla IV), unidos entre sí por cemento de calcita espática (Fig. 7). La roca presenta una porosidad aparente próxima al 15%. Los granos más abundantes son los peloides, con tamaños próximos

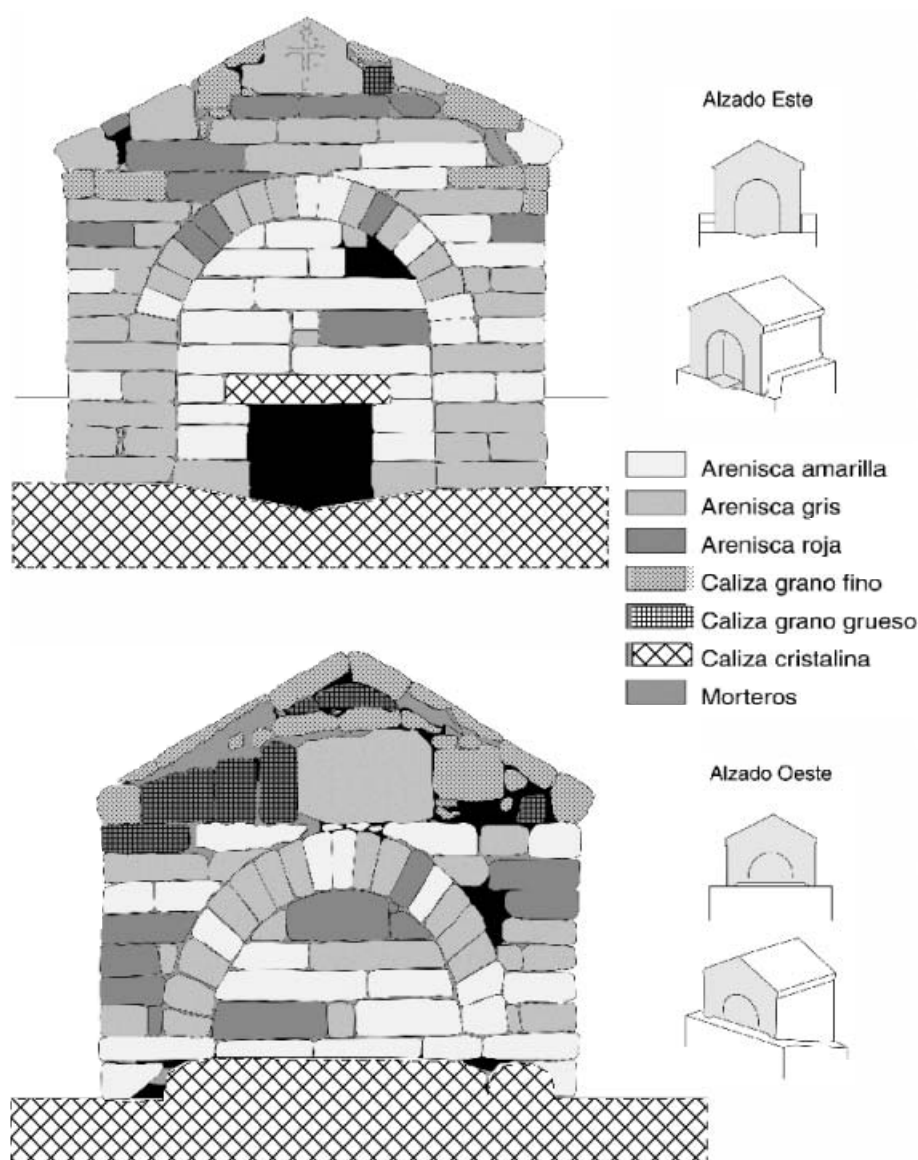


Figura 9. Alzados digitales correspondientes a las caras Este y Oeste (frente y trasera) de la fuente de Foncalada, donde se representa una cartografía de las distintas variedades de rocas utilizadas en su construcción.

a las 500 micras, seguidos por fragmentos fósiles (bivalvos, crinoideos, foraminíferos) de tamaño similar y formas variadas (Fig. 7A, B, D). Los terrígenos, de alrededor de 1mm de tamaño, presentan formas angulosas. Los óxidos de hierro se encuentran dispersos por la roca, concentrándose en los estilolitos. El mineral mayoritario es la calcita (75-90%).

En cuanto a sus espacios vacíos, tanto la caliza de grano fino como la de grano grueso se caracterizan por presentar poros, con morfologías irregulares, apenas visibles a simple vista. En la primera de ellas estos poros son fundamentalmente intergranulares, mientras que en la segunda coexisten poros móldicos, con mayores radios y más frecuentes, con poros intergranulares (Fig. 7C). Aparecen también poros vacuolares asociados a proce-

sos de disolución generalizada. El estudio detallado del sistema poroso, mediante microscopía óptica y porosimetría de inyección de mercurio, muestra diferencias entre las dos variedades (Tabla V).

Finalmente las variaciones texturales y composicionales de las variedades de caliza, hace que su clasificación oscile entre caliza wackstone-packstone con arena de cuarzo (grano fino) y caliza grainstone bioclástica con peloides y crinoideos (grano grueso) (Dunham, 1962).

Caliza cristalina: Desde un punto de vista macroscópico, corresponde a una roca carbonatada, frecuentemente nodulosa, de color amarillo-anaranjado, heterogénea, compacta y muy coherente. Es una roca poliminerálica, de grano fino a excepción de los núcleos crista-

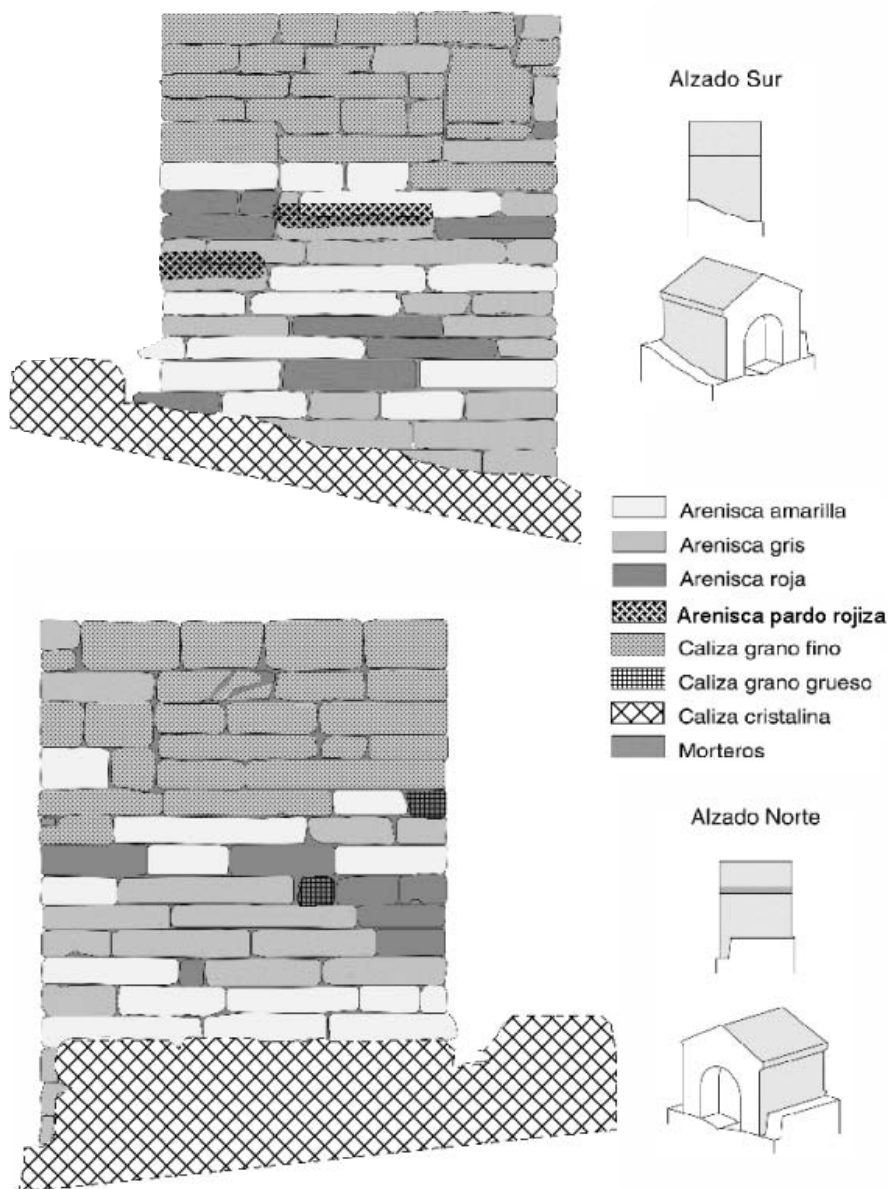


Figura 10. Alzados digitales correspondientes a las caras Norte y Sur (laterales) de la fuente de Foncalada, donde se representa una cartografía de las distintas variedades de rocas utilizadas en su construcción.

linos (Fig. 8C), que se llegan a distinguir a simple vista. Se identifican también escasos restos fósiles (bivalvos), que pueden llegar a tener tamaños centimétricos y que aparecen reemplazados por cristales de calcita (Fig. 8A).

Al microscopio de polarización, la roca presenta una textura cristalina, constituida por escasos restos fósiles (5%) reemplazados por cristales de calcita espática, dentro de una masa micrítica a microesparítica (50%) (Fig. 8A, B). Dentro de este fango carbonatado aparecen cristales euhedrales de calcita (40%) frecuentemente policristalinos con tamaños que pueden alcanzar 5-10 cm. Estos grandes cristales, al igual que los fantasmas de dolomita con formas pseudorómbicas, van ligados a procesos de desdolomitización y recrecimiento cristalino

(Fig. 8D). Aparecen también junto a un 4% de cuarzo, con morfologías muy irregulares, pequeños porcentajes (<1%) de moscovita, microclina y clinocloro, con tamaños medios próximos a 0,2 mm. La roca presenta una porosidad aparente próxima al 5%.

Esta caliza se caracteriza por presentar espacios vacíos tipo poro, no visibles a simple vista. Los radios máximos se sitúan entorno a 0,2 mm, con morfologías muy irregulares. El valor de porosidad abierta obtenido mediante porosimetría por inyección de mercurio es del 5%. En cuanto a los radios de acceso de poro, la roca presenta un histograma con un marcado carácter bimodal (100 - 0,03mm). El tamaño medio de radio de acceso de poro es de 0,02 mm, con una mediana de 0,04 mm. La superficie específica obtenida alcanza valores

próximos a 1,93 m²/g. Los valores de densidad son de 2,66 g/ml para la densidad de la roca y 2,78 g/ml para la densidad de los granos minerales.

La roca, se puede clasificar como una desdolomía cristalina o un carbonato cristalino (Dunham, 1962).

Documentación: cartografías digitales

Una vez concluidos los estudio petrográficos, a cada sillar o elemento pétreo de la fuente, le ha sido asignado una de las variedades pétreas anteriormente citadas. Con el fin de obtener una documentación exhaustiva, se han realizado cartografías digitales sobre alzados de cada variedad pétreo (Fig. 9 y 10).

Conclusiones

Las características petrológicas de los materiales estudiados han permitido identificar a éstas piedras como las ya conocidas: Arenisca jurásica, Caliza de Piedramuelle y Caliza de la Formación Oviedo.

La Arenisca jurásica, forma la mayor parte de la fuente; muros y bóveda, pertenece a la Formación Lastres (Kimmeridgiense superior) que aflora en varios tramos cercanos a la costa, de oeste a este, entre La Providencia (Gijón) y Tazones, desde Santa Mera a la Playa de la Griega y desde la Playa de la Vega hasta Ribadesella (Pedral de Arra) (García-Ramos y Gutiérrez Claverol, 1995). Por tanto, este material pétreo ha tenido que ser especialmente transportado para la construcción de la fuente. Aunque las areniscas jurásicas son un material

de construcción histórico habitual en el área de Gijón-Villaviciosa (Valdeón *et al.*, 1985; Rojo *et al.*, 2004) aún no han sido confirmadas en monumentos ovetenses, aunque han sido inventariadas varias areniscas en edificios del prerrománico de la ciudad (Esbert *et al.*, 1992), o estudiadas sus características en monumentos de Gijón (Esbert y Valdeón, 1985).

La Caliza de Piedramuelle, que constituye la mayor parte de la cubierta y algunos sillares de la parte superior de la fuente, podría formar parte de los bancos calcáreos de la Formación Piedramuelle (Cenomaniense medio-superior) que aflora desigualmente en un cinturón que, de este a oeste, bordea la ciudad de Oviedo por el sur, aunque no aflora en su casco urbano (Gutiérrez Claverol y Torres Alonso, 1995). Ha sido utilizada frecuentemente en Oviedo como material de construcción de edificios, tanto históricos como populares, en especial desde el barroco. Aunque sus características son bien conocidas (Alonso *et al.*, 1999), aún no se saben con certeza los lugares de extracción de este tipo de piedra.

La Caliza de Oviedo, que forma parte de las grandes piezas basales sobre las que se apoya el resto de la estructura de la fuente, pertenece a la Formación Oviedo (Coniaciense-Santoniense), que aflora en el mismo subsuelo de la fuente, zonas adyacentes y tramos próximos del subsuelo de la ciudad (Gutiérrez Claverol y Torres Alonso, 1995). Su compacidad y dureza la hace poco adecuada para la labra por lo que en Oviedo no es frecuente como material de construcción. En Foncalada sólo se prepararon algunas piezas de gran tamaño para formar la base de la estructura, siendo escasamente utilizado para los sillares.

Bibliografía

- ALONSO, F. J., ORDAZ, J., VALDEÓN, L., ROJO, A., DÍAZ-PACHE, F., y ESBERT, R. (1999): Caracterización petrofísica de la caliza de Piedramuelle. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, 21:25-31.
- CASTRO, A. (1989): *Petrografía básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas*. Paraninfo S. A. 143 pp.
- COMPTON, R. R. (1962): *Manual of Field Geology*. New York: Wiley.
- En: BLATT, H. (1982). *Sedimentary Petrology*. Freeman & Co. San Francisco, 1982. 108 pp.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W. E. Ham (Ed.). *Classification of Carbonate Rocks*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1:108-121.
- ESBERT, R. M., GARCÍA-RAMOS, J. C., NISTAL, A. M., ORDAZ, J., VALENZUELA, M., ALONSO, F. J. y SUÁREZ DE CENTI, C. (1992): El proceso digital de imágenes aplicado a la conservación de la piedra monumental. Un ejemplo: Santa María del Naranco. *Revista de Arqueología*, 139:7-11.
- FOLK, R. L. (1974): *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphills, Austin Texas.
- GARCÍA-RAMOS, J. C. y GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. (1995): La cobertura meso-terciaria. En: C. Aramburu y F. Bastida, Eds: *Geología de Asturias*. Ediciones Trea, Gijón, 81-94.
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y TORRES ALONSO, M. (1995): *Geología de Oviedo. Descripción, recursos y aplicaciones*. Edición Ayuntamiento de Oviedo, 276 pp.
- KUMBREIN, W. C. and SLOSS, L. (1955): *Stratigraphy and Sedimentations*. Freeman & Co. San Francisco, 497 pp.
- POWERS, M. C. (1953): A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology*, 23:117-119.
- ROJO, A., MATEOS, F. J. y VALDEÓN, L. (2004): Análisis para la conservación de la capilla de San Lorenzo. *Menhir*, 15:30-39.
- VALDEÓN, L., ESBERT, R. M. y MARCOS, R. M. (1985): La alveolización y otras formas de alteración en el Palacio de Revillagigedo de Gijón. *Materiales de construcción*, 200:41-46.