



IV Congreso
**Comunicación
Social de la Ciencia**
Cultura Científica y
Cultura Democrática

CSIC Madrid
21, 22 y 23
de noviembre de 2007

TÍTULO: RUTA GEOMONUMENTAL: LA PIEDRA TRADICIONAL UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE MADRID

AUTORES: R. Fort*, E.M. Pérez-Monserrat*, M.J. Varas**, M. Álvarez de Burgo*

CENTRO/INSTITUCIÓN:

(*) Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM)

(**) Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas (UCM)

E-MAIL: rafort@geo.ucm.es, empmon@geo.ucm.es, mjvaras@geo.ucm.es, lvarezm@geo.ucm.es

AREA TEMÁTICA: Agentes y escenarios. Fomento de la cultura científica como actividad de los investigadores.

PALABRAS CLAVE: Itinerarios, geología, patrimonio arquitectónico

RESUMEN: El taller propuesto consiste en la realización de una Ruta Geomonumental, metodología para la divulgación del patrimonio arquitectónico que atiende a los materiales geológicos que lo configuran. La Ruta Geomonumental se realiza en la zona Oeste del casco histórico de Madrid y ha sido confeccionada desarrollando los contenidos de la ruta *Piedra de construcción tradicional en los monumentos de Madrid*, que aparece en la página de la Comunidad de Madrid www.madrimasd.org y como complemento de la misma. El taller muestra principalmente el tipo de piedra tradicional empleada en los inmuebles seleccionados, la ubicación de las formaciones geológicas y/o canteras de procedencia, la función constructiva que desempeña así como el deterioro que presentan según sus propiedades fisicoquímicas, las intervenciones acometidas dichos inmuebles y la evolución de su entorno. El taller pretende aproximar a sus participantes el patrimonio arquitectónico desde el punto de vista de sus materiales de construcción, y fomentar el conocimiento de los materiales geológicos para la valoración y aprecio del patrimonio arquitectónico. Además, se valora el grado de aceptación del taller mediante la realización de una encuesta a la finalización del mismo.



GOBIERNO
DE ESPAÑA MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS



1. INTRODUCCIÓN

El empleo de los materiales pétreos para levantar las construcciones es tan antiguo como la historia de los hombres, y ha estado tradicionalmente ligado a la geología existente en la zona, siendo su proximidad el principal factor que ha condicionado su utilización (Fort, 1996; Sebastián 2007). Si bien la piedra es el material pétreo de construcción por excelencia, su empleo normalmente se conjuga con otro tipo de materiales, como morteros, materiales cerámicos, adobes o pigmentos naturales utilizados para la fabricación de recubrimientos, cuyas materias primas también tienen una procedencia geológica.

Las características texturales de los materiales pétreos les confieren determinadas propiedades que permiten su utilización como material de construcción, de ahí que cada tipo de material desempeñe en las construcciones una función determinada.

La piedra tradicional puede definirse como la piedra de construcción o de cantería que históricamente ha sido utilizada en las construcciones de pueblos y ciudades. Se trata de un material de alta resistencia mecánica, empleado como elemento estructural y/o decorativo y exento habitualmente de pulido que procede de canteras cercanas a las construcciones que configura (Fort, 2006). La piedra tradicional participa directamente de la imagen de los pueblos y ciudades, y en numerosas ocasiones su nombre hace referencia a la localidad donde es extraída, siendo señal de identidad de los mismos. Su empleo está condicionado por la evolución de la historia, suponiendo su estudio una valiosísima información para el conocimiento de pueblos y ciudades.

En la naturaleza, la degradación de los materiales geológicos es debida fundamentalmente a su afloramiento en la superficie terrestre, sufriendo los minerales transformaciones para alcanzar el equilibrio a las nuevas condiciones de presión y temperatura, y a los procesos de meteorización física, química y biológica que operan en la misma (Mingarro, 1996). En la piedra tradicional igualmente operan los mecanismos de alteración, incrementándose sus efectos debido sobre todo a su dimensionado y a los esfuerzos que soporta en las construcciones (Gómez-Heras, 2005). Además, en ambientes urbanos se aceleran los procesos de alteración de los materiales pétreos, porque la contaminación atmosférica acelera la velocidad de deterioro de los materiales geológicos (Fort, 2007). La historia se ha caracterizado por la destrucción de construcciones pertenecientes a épocas pasadas, y nunca hasta hoy había existido tal interés por conservar lo antiguo. El conocimiento de la piedra tradicional utilizada en las construcciones patrimoniales fomenta sin duda el respeto hacia la cultura heredada y la necesidad de su conservación para las generaciones futuras.

2. LA PIEDRA TRADICIONAL UTILIZADA EN MADRID Y SU PROCEDENCIA

Desde sus orígenes, Madrid ha utilizado los diversos materiales geológicos existentes en el terreno sobre el que se asienta para levantar sus construcciones. La figura 1 muestra la configuración geológica de la Comunidad de Madrid, diferenciándose dos grandes grupos de materiales geológicos, las rocas ígneas y metamórficas del Norte y Noroeste de la región, y las rocas sedimentarias del Norte y Sureste. Así, los principales materiales tradicionales que constituyen el patrimonio arquitectónico de la ciudad son el granito y la caliza, y en menor medida, el sílex, la pizarra y las arcillas (Menduiña et al, 2005).

En numerosas ocasiones, es difícil localizar las canteras originales de donde se extrajo la piedra tradicional de construcción, bien porque se agotaran los frentes, correspondieran a pequeñas explotaciones ya desaparecidas o se encuentren cubiertas de construcciones posteriores. Sin embargo, en las construcciones históricas normalmente la cercanía de los afloramientos era un factor primordial, procediendo la piedra tradicional de zonas cercanas a los núcleos de población (Fort, 1996). Por tanto, atendiendo a los caracteres macroscópicos de la piedra utilizada y a la evolución en la historia de la ciudad, sí pueden localizarse las formaciones geológicas donde se ubicaron las canteras originales.

El granito es la piedra tradicional más usada en la historia constructiva de la ciudad, asociándose incluso a la imagen castiza de la misma. Conocido como *piedra berroqueña*, procede de la sierra de Guadarrama y actualmente las principales explotaciones se encuentran en Colmenar Viejo, Zarzalejo, Alpedrete, Galapagar y Cadalso de los Vidrios. La caliza también es ampliamente utilizada, las calizas y dolomías del Cretácico Superior del Noreste de la región se denominan genéricamente *piedra de Redueña*, y la caliza terciaria del páramo de Colmenar de Oreja *piedra o caliza de Colmenar*.

En esta última, la explotación era tradicionalmente subterránea (Casiano del Prado, 1864), realizándose en la actualidad a cielo abierto. El sílex es la primera piedra de construcción utilizada en la ciudad, utilizándose ampliamente en sus murallas¹. Procede del terciario de Vicálvaro, Vallecas, Coslada y Paracuellos (Bustillo et al, 2007), y de la reutilización de las antiguas construcciones musulmanas. Si bien en el Norte de la región se localizan algunos afloramientos de pizarra, las canteras que suministraron pizarras para las construcciones de Madrid se ubicaban en Bernardos (Segovia). El ladrillo² es utilizado de forma generalizada en toda la región y junto con el adobe, cuyo empleo es más restringido, configura el patrimonio arquitectónico de importantes recintos amurallados, como Alcalá de Henares o Talamanca del Jarama.

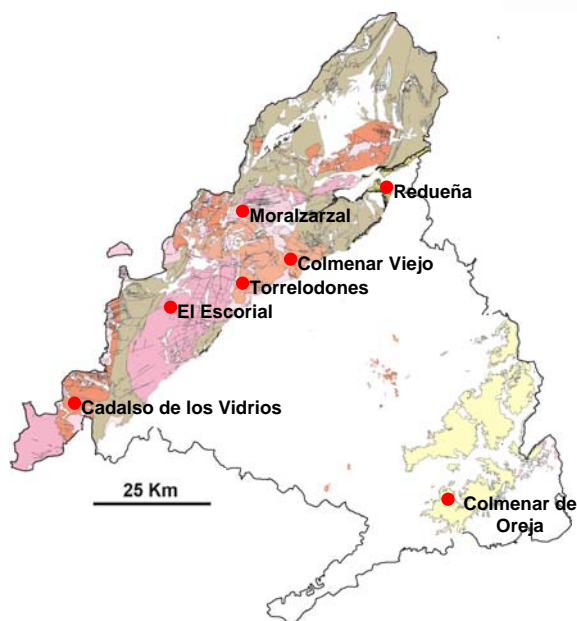


Fig 1. Principales materiales geológicos que configuran la geología de la Comunidad de Madrid (Menduiña et al, 2005).

3. EVOLUCIÓN EN EL EMPLEO DE LA PIEDRA TRADICIONAL EN MADRID

El uso de la piedra tradicional en la ciudad de Madrid ha ido cambiando a lo largo de la historia (figura 2), debido a variaciones en la estética arquitectónica, por problemas de abastecimiento, evolución de las vías de transporte, mejora en la calidad y precio de los materiales, etc (Menduiña et al, 2005). Las calzadas romanas fueron las primeras vías de comunicación existentes en la región, y, junto a las cañadas reales, se utilizaron hasta la llegada del ferrocarril, puesto que acercaban las explotaciones a las principales vías de transporte. Durante la *época visigótica* (siglos IV - VIII) las continuas luchas propiciaron la reutilización de material de las construcciones romanas. En la *Edad Media* (siglos VIII-XV), el defectuoso estado de las calzadas romanas dificultaba el transporte de piedra, de ahí que se construyera empleando materiales próximos a los núcleos de población, sobre todo sílex y arcillas, que igualmente se utilizan durante la Reconquista para levantar iglesias y monasterios. Las vías pecuarias o caminos de la Mesta de Pastores atravesaban las formaciones *cretácicas* y su *implantación facilitó la distribución de la piedra de Redueña* en la ciudad, empleada intermitentemente desde la época romana y alcanzando su máximo esplendor en los siglos XIV-XVI. A principios de la *Edad Moderna* (siglos XVI y XVII), los cinco caminos que salían de Madrid, permitieron la comercialización de la piedra por toda la provincia (Menéndez et al, 1996). En 1571, Madrid es elegida como capital del reino, siendo seleccionado el emplazamiento de El Monasterio de San Lorenzo de El Escorial en parte por su proximidad a las canteras de granito (Sancho Gaspar, 1996). El sílex, ladrillo y caliza cretácica son sustituidos por el granito, impulsando el oficio de la cantería granítica hasta la actualidad. En el XVII apenas se incrementan las vías de transporte, cuyo progresivo deterioro dificulta y encarece el transporte de mercancías.

¹ Los "muros de fuego" a los que se refiere el emblema de Madrid, hace referencia a la piedra de pedernal o sílex utilizada en sus primitivas construcciones. Indicar igualmente que, si bien durante la historia de Madrid la piedra tradicional ha sido en numerosas ocasiones reutilizada, el sílex, principalmente por su tamaño, morfología, resistencia y tiempo de puesta en obra, ha sido el material más extensamente reutilizado.

² El ladrillo resulta de la transformación de materiales geológicos (arcillas) y es un importantísimo material tradicional de la arquitectura de la región, de ahí que se haga una pequeña referencia al mismo en este epígrafe.

En el siglo XVIII, la construcción de El Palacio Real marcó un nuevo uso de la piedra, continúa utilizándose el granito pero entra en juego la piedra de Colmenar³, material clave para la arquitectura del foco cortesano de la época. Tras la expulsión de Napoleón, comienza a partir de 1830 una reactivación de la ciudad, reabriéndose las canteras de granito de Alpedrete y Colmenar Viejo. Sigue explotándose la *piedra de Redueña* en las canteras de Guadalix de la Sierra, pero la falta de buenas vías de comunicación favorece su abandono en beneficio de la caliza de Colmenar (Hernández Pacheco, 1945), transportada a la capital gracias a la mejora de del transporte de mercancías sobre el río Henares. Sin embargo, la mejora de la carretera de Burgos, favorece que a mediados del siglo XIX se reactive la explotación de las calizas cretácicas para la construcción del Canal de Isabel II, reabriéndose antiguas canteras e iniciándose nuevas explotaciones (Menduiña et al, 2003). A mediados del XIX, la red ferroviaria existente hizo disminuir los costes de transporte de material y permitió la entrada de nuevos tipos de piedras a la ciudad, principalmente procedentes del levante español, la denominada *piedra Novelda* (Fort et al, 2002) y de Portugal. Paulatinamente, la piedra tradicional queda relegada a un segundo plano para dar paso a materiales más lujosos y competitivos, por su precio de extracción y de labra. Llegan a la ciudad las calizas de la sierra de Bateig (Alicante), Baides (Guadalajara), Batalha (Portugal), Calatorao (Zaragoza) y Torrubia (Cuenca), el mármol de Montesclaros (Toledo), Macael (Almería), Fuenteheridos (Huelva) e incluso de Bélgica (Varas et al, 2003).

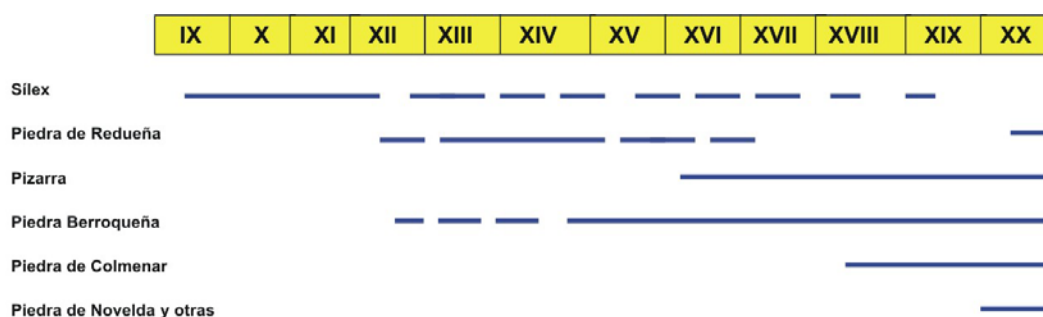


Fig. 2. Diferentes piedras de construcción utilizadas tradicionalmente en la ciudad de Madrid.

4. FUNCIÓN CONSTRUCTIVA DESEMPEÑADA POR LA PIEDRA TRADICIONAL EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO MADRILEÑO

Su abundancia, resistencia y facilidad de labra son los principales factores que condicionan la función desempeñada por la piedra tradicional en el patrimonio arquitectónico. Si bien la existencia de explotaciones cercanas era fundamental en el empleo de la piedra tradicional, ante diversas canteras próximas, la piedra era seleccionada en función del elemento constructivo que con ella se quería dimensionar.

El granito es una roca altamente resistente, de baja porosidad y de difícil labra, que era extraída de los afloramientos rocosos mediante técnicas manuales de corte. Normalmente, se dimensiona en morfologías paralelepípedas, sobre todo como sillares de muy diferentes tamaños. El granito utilizado en el patrimonio arquitectónico de Madrid se caracteriza fundamentalmente por su color gris y aparición relativa de gabarros, masas oscuras constituidas por microcristales de composición ferromagnesiana. Se emplea principalmente en zócalos y muros, aunque también es destinado para escaleras, solados y algunos elementos decorativos que rematan los inmuebles, como pináculos y bolardos.

La dureza de la piedra caliza de la región la configura como un óptimo material de construcción, permitiendo su empleo tanto en elementos estructurales como decorativos. Su facilidad de labra posibilita su dimensionado en formas muy diversas, como sillares, tambores, dovelas y todo tipo de ornamentos. La diferente dureza de la caliza depende de su grado de recristalización, existiendo calizas muy compactas y de elevada resistencia, y calizas más inconsistentes y de menor resistencia.

³ La caliza de Colmenar ya era anteriormente empleada en las localidades cercanas a las canteras, pero a partir del siglo XVIII comienza a utilizarse ampliamente en la ciudad de Madrid.

En general, la *pedra de Redueña* presenta una tonalidad ocre y menor dureza, mientras que la *pedra de Colmenar* se caracteriza por su blancura y resistencia. En el patrimonio arquitectónico madrileño, la caliza se emplea fundamentalmente como elemento decorativo, en las cantoneras de unión de muros, recercados de vanos, impostas, enmarcado de frontones, esculturas y escudos. En ocasiones, la caliza es igualmente utilizada como elemento estructural configurando los sillares de muros y zócalos y tambores de columnas.

El sílex es un material de elevadísima dureza, resistencia y escasísima porosidad. Su dureza dificultaba con las técnicas antiguas enormemente su dimensionado y labra, por lo que se ha utilizado tal y como se encontraba al arar las tierras, cantos subredondeados de muy diversos tamaños. En Madrid ha sido empleado principalmente como mampuesto en muros, cimientos y como material de relleno. Aunque no resulta un material apropiado para sillería, existen ejemplos de zócalos levantados con sillares de sílex, pertenecientes a épocas en las que posiblemente no era fácil el transporte del granito o la caliza, siendo necesario el dimensionado del material existente en las proximidades.

5. DETERIORO DE LA PIEDRA TRADICIONAL EN LAS CONSTRUCCIONES DE MADRID

La alteración de la piedra tradicional utilizada en el patrimonio arquitectónico madrileño, depende principalmente de sus propiedades texturales y de los factores de alteración existentes en el ambiente donde se encuentra. En los edificios, por la función constructiva que desempeña soporta una serie de esfuerzos inexistentes en el contexto geológico y su dimensionado como material de construcción favorece una mayor exposición a los agentes atmosféricos (Gómez-Heras, 2005). Además, la contaminación existente en los ambientes urbanos, originada principalmente por la quema de combustibles, incrementa la acción erosiva de los agentes atmosféricos (Mingarro, 1996).

El deterioro del granito utilizado en las construcciones madrileñas consiste sobre todo en desplazados superficiales y arenizaciones, con la consiguiente pérdida de volumen. La caliza experimenta fundamentalmente sulfataciones, generándose cristales de yeso por su interacción con el dióxido de oxígeno, y posterior formación de costras negras al depositarse sobre los mismos partículas de contaminación (Ebert et al, 1992). El sílex apenas sufre deterioro, debido a su extremada dureza y composición química estable, siendo ésta una de las principales causas que ha permitido su amplia reutilización.

Estas formas de deterioro se deben principalmente al clima madrileño, con fuertes contrastes térmicos diarios y estacionales, al ambiente urbano en el que se ubica el patrimonio arquitectónico de Madrid, y al propio paso del tiempo. La construcción de pasos subterráneos (por ejemplo, túnel de la calle Bailén) y la progresiva peatonalización de la que está siendo objeto el casco histórico de la ciudad, posibilitan ralentizar el deterioro de la piedra tradicional.

6. ITINERARIO A REALIZAR

El itinerario realizado a continuación contempla una serie de inmuebles (figura 3), pertenecientes al patrimonio histórico de Madrid, que incluyen los diferentes tipos de piedra tradicional utilizados en la ciudad a lo largo de la historia. Igualmente, puede atenderse a la función constructiva desempeñada por los mismos, observarse las principales formas de deterioro que presentan y las intervenciones realizadas, tanto sobre los materiales como sobre la edificación y su entorno. El tiempo estimado para su realización es de unas dos horas y se recorren entre 1 y 2 km. Dada la ubicación de los inmuebles seleccionados, el itinerario no sigue un orden cronológico, para no alargar así excesivamente el recorrido ni el tiempo de la ruta.

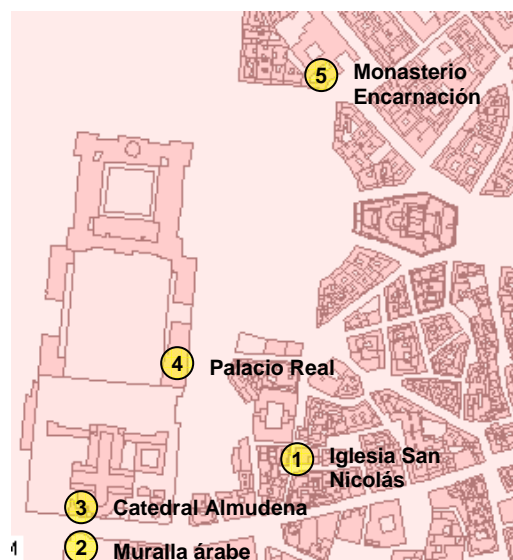


Fig. 3. Distribución de los inmuebles a visitar en la Ruta Geomonumental.



1 IGLESIA SAN NICOLÁS DE LOS SERVITAS

Es una de las iglesias más antiguas de Madrid. La torre mudéjar, del siglo XII, es la construcción más antigua conservada en Madrid. Podría corresponder a un antiguo minarete, pero la fecha de su construcción parece indicar que desde el principio fue torre de una iglesia cristiana. Está rematada con un chapitel de estilo herreriano, añadido en el siglo XVII. Desde el año 1825 está a cargo de la orden italiana de los Servitas. En 1931 la torre fue declarada Monumento Nacional y en 1977, la iglesia.



Materiales de construcción

Para la construcción de la iglesia se utilizaron cuatro tipos de piedra tradicional. Sílex para las mamposterías de los zócalos de la fachada a la plaza de Biombo y en los cajones encintados con ladrillos de las fachadas. La *piedra de Redueña*, correspondiente en esta ocasión a una dolomía procedente de El Molar o de Torrelaguna, conforma el ábside, constituido por sillares de pequeño tamaño, y también se utiliza como mampuesto en los cajones encintados.

El granito se utiliza en el zócalo de algunas fachadas y en las dos portadas de la Iglesia, y la pizarra se localiza en el chapitel de la torre. El ladrillo es utilizado en la torre, siendo de mayor tamaño en la zona inferior de la misma y más pequeño hacia el campanario, y en las fachadas, alternándose encintados de ladrillos con cajones de mampostería.



Estado de conservación e intervenciones

Hoy en día, los materiales de construcción presentan en general buen estado de conservación, observándose principalmente pérdidas de volumen en los sillares graníticos del zócalo. En el siglo XX se han acometido diversas actuaciones, una tras el incendio sufrido en 1912, otra en los años cincuenta y otra entre 1983-2000. En algunas de estas intervenciones se realizó la sustitución de la piedra, que debía de estar muy deteriorada, en la zona del ábside, en donde se aprecian acabados distintos a la piedra original.

2 MURALLA ÁRABE

Construida por el emir Mohamed I entre los años 852 y 886, constituye el resto arquitectónico más antiguo de la ciudad de Madrid. En la Cuesta de la Vega, frente a la Cripta de la Almudena, quedan los mejores vestigios de misma. Fue declarada Monumento Nacional en 1954.



Materiales de construcción

La muralla está levantada con mampuestos de sílex y de caliza cretácica. En los zócalos de los torreones se aprecia una mayor elaboración de los paramentos, con la utilización de sillarejos y sillares. En el número 12 de la calle de Bailén, se observa un zócalo de sillería de sílex perfectamente escuadrado, alcanzando algunos de los sillares casi el metro de longitud. En el muro existente en los jardines de Mohamed I, se puede apreciar que la base está realizada con sillarejos de sílex y que en zonas superiores son sustituidos por una caliza de tonos blancos.



Estado de conservación e intervenciones

Los sillarejos de calizas blancas de los niveles superiores sufren pérdida de volúmenes y pulverización.

El torreón en la calle Bailén nº 12 presenta pintadas en el zócalo de sillería de sílex, observándose en los ladrillos y mampuestos un estado de conservación deficiente.

La muralla ha sufrido importantes expolios y daño, siendo además su piedra y paramentos utilizados para la cimentación de muchos edificios cercanos. El lienzo conservado en la Cuesta de la Vega ha sido restaurado en varias ocasiones con diferentes criterios de intervención.



Así, se han sustituido elementos dañados con ladrillo, con distintas variedades de calizas o rellenando las lagunas de la mampostería con morteros de colores variados. La última intervención fue realizada en 1988, con la colocación del aplacado calizo en los paramentos de la Cuesta de la Vega, aunque el deterioro de sus materiales ha continuado.

Cuando se realizó el aparcamiento de la plaza de Oriente (1994-1997), se desenterraron algunos vestigios de la muralla, que han sido conservados y pueden ser visitados entrando por el paso de peatones existente delante del Teatro Real.

3 CATEDRAL DE LA ALMUDENA

A principios del siglo XVI, el Papa León X promulga una bula en la que autoriza la construcción en Madrid de una catedral para el culto a la Virgen de la Almudena. La catedral asienta sobre el lugar ocupado anteriormente por la muralla árabe, y en la misma se diferencian la cripta y la catedral propiamente dicha. Al poco tiempo de colocar la primera piedra, en 1623, el proyecto queda paralizado hasta 1879, cuando el Marqués de Cubas retoma el proyecto. Alfonso XII fue el verdadero impulsor del proyecto tras la muerte de su primera esposa, María de las Mercedes, que al fallecer sin descendencia no podía ser enterrada en el panteón del Real Monasterio de El Escorial, promoviendo el rey la catedral como sepulcro para su esposa.



En 1883 se reinicia la construcción bajo la dirección de Francisco de Cadas, al que le sustituye a su muerte Miguel de Olavaria y, posteriormente, Enrique Repullés y Vargas. En 1911 se abre al culto la cripta y en 1922 las obras son continuadas por Juan Moya y Luis Mosteiro. En 1936 se paraliza de nuevo la construcción. En 1944 se convocó un concurso nacional para impulsar la continuación de las obras, ganado por Fernando Chueca Goitia y Carlos Sidro de la Puerta. En 1965 se vuelven a parar las obras por falta de fondos económicos hasta que en 1984 se reinician y finalizan, siendo consagrada la catedral por el Papa Juan Pablo II en 1993.

Materiales de construcción



La cripta está construida con tres tipos de piedra que ya no pueden ser catalogados como tradicionales, puesto que no proceden de la región. Además, en el proyecto del Marqués de Cubas se primaba la utilización de nuevos materiales como una seña diferenciadora en el Madrid de finales del siglo XIX. Los primeros sillares del zócalo y de las basas de las columnas están contruidos con una dolomía procedente de Baides (Guadalajara). La caliza de tonos blancos con vetas rosadas empleada en la fachada procede del Maciço Calcáreo Estremenho de Portugal, piedra que sigue explotándose en la actualidad.

La caliza utilizada en la ornamentación de la portada fue extraída de Batalha, también en Portugal. La caliza empleada a partir de 1911 procede de Novelda (Alicante) y presenta un tono crema. La portada principal está levantada en granito, posiblemente procedente de Zarzalejo por la elevada cantidad de gabarros de gran tamaño que se observan. El granito utilizado en la portada a la calle Bailén, más blanco y con menor cantidad de gabarros, procede de las canteras de Alpedrete. En la balaustrada, cornisas, basas y capiteles de columnas y ornamentación se utilizó también caliza de Colmenar, y Chueca Goitia finaliza la cúpula con caliza de Bateig (Alicante). Las pizarras de las cubiertas proceden de Carballeda (Orense).

Estado de conservación

La catedral presenta en general buen estado de conservación, localizándose el deterioro sobre todo en la cripta. Se observan procesos de disolución en las calizas blancas de la fachada, que afectan más directamente a las venas existentes de tonos rosados la presencia de desplazados, arenización y la formación de costras negras, resultado de la interacción de la piedra caliza con los contaminantes atmosféricos, sobre todo en la ornamentación de las portadas. También las fachadas presentan impacto de proyectiles, originados posiblemente durante la Guerra Civil.



4 PALACIO REAL



Ubicado en el emplazamiento que ocupó el Alcázar de los Reyes de la Casa de Austria, destruido por un incendio el 24 de diciembre de 1734, el Palacio Real fue mandado construir por Felipe V y fue terminado en el reinado de Carlos III. El proyecto original es de Felipe Juvara, siendo sustituido tras su muerte por Juan Bautista Sachetti, el cual remodela el proyecto primitivo. Francisco Sabatini amplió el ala orientada a la calle de Bailén, construyó las caballerizas y la escalera imperial. Inicialmente, el proyecto contemplaba colocar varias estatuas sobre la balaustrada, sólo se colocaron algunas, ubicándose la mayoría en los jardines de Sabatini, plaza de Oriente y parque de El Retiro.



Materiales de construcción

En las fachadas se combinan dos tipos de materiales para dar contrastes cromáticos. La *pedra berroqueña* en basamentos y muros lisos, procedente al inicio de las obras de las canteras de Becerril de la Sierra, Galapagar, Collado Villalba, Alpedrete, Torreldonesy Cerceda. La *pedra de Colmenar* es utilizada en zócalos, columnas, pilastras, cornisas, antepechos, balaustradas, etc. Estos materiales y su disposición son los característicos de las construcciones de la época, son elementos básicos en la ordenación clásica de los monumentos de Madrid.



Estado de conservación e intervenciones

En las diversas ampliaciones y/o modificaciones realizadas, siempre se ha utilizado el granito de la sierra de la Sierra de Madrid y la caliza de Colmenar de Oreja. Su fachada Oeste fue reconstruida entre 1944 y 1964, utilizándose granito de Zarzalejo y piedra de Colmenar, debido a los daños que sufrió durante la Guerra Civil. En algunas zonas todavía pueden apreciarse los impactos de los proyectiles que afectaron a los sillares. En 1975 se efectúa la limpieza de las fachadas y la aplicación puntual sobre la piedra de tratamientos de protección. Entre 2002-2004, se procedió con una nueva la limpieza y restitución con caliza de Colmenar elementos en zonas de cornisas e impostas, en donde afectaba más directamente a la conservación del edificio, recobrando así las fachadas su color original. Aunque en la actualidad el Palacio Real y sus materiales presentan muy buen estado de conservación, las filtraciones de agua procedente de roturas de bajantes provocan la aparición de manchas marrones, debido a la oxidación que sufren algunos minerales del granito (biotitas).



5 MONASTERIO DE LA ENCARNACIÓN

Fundado en 1611 por Margarita de Austria, esposa de Felipe III, presenta dos etapas constructivas. La primera (1611-1616) es atribuida a Juan Gómez de Mora y a Alberto de la Madre de Dios, efectuándose la fachada principal y los dos cuerpos anexos que avanzan y cierran el espacio conformando una plazuela. Durante la segunda etapa constructiva (1755- 1767) Ventura Rodríguez amplía el edificio hacia el Sur.



Materiales de construcción

La portada principal es de granito, procedente de las canteras de Valdemorillo y Zarzalejo. Se emplea en los zócalos, recercados de huecos, peldaños de acceso al edificio y pilares que cierran la plazuela, rematados también con bolardos graníticos. La fábrica de los muros es de ladrillo combinada con cajoneras de mampostería de sílex según aparejo toledano. El conjunto escultórico y los escudos reales de la portada principal están labrados en mármol. La cubierta es de teja árabe y la cúpula de la iglesia de pizarra.



Estado de conservación e intervenciones

El edificio se ha conservado prácticamente intacto, perdiendo sin embargo la práctica totalidad de sus terrenos, debido a la construcción de los jardines de Sabatini, de la Plaza de Oriente y a la desamortización de Mendizábal. Los sillares de la fachada Sur actual proceden seguramente del antiguo muro Sur del monasterio, levantado en la ampliación del siglo XVIII y derribado en el XIX por remodelaciones en la Plaza de Oriente. Esto supone otro ejemplo de la reutilización de piedra tradicional en la arquitectura madrileña. En los últimos veinte años se han acometido obras de restauración, utilizándose granito procedente de las canteras de Alpedrete, y actuaciones de mantenimiento, que junto a la construcción del subterráneo en la calle Bailén, han permitido la conservación del edificio en muy buen estado.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo financiado por el proyecto **Maternas** (MATERNAS_CM, 0505/MAT/0094) para la difusión del patrimonio arquitectónico de la Comunidad de Madrid a través de las Rutas Geomonumentales. Queremos agradecer igualmente la ayuda y colaboración de la Comunidad de Madrid y Patrimonio Nacional todas las facilidades prestadas.

REFERENCIAS

- Bustillo, M.A., Pérez-Jiménez, J.L. y Fort, R. (2007). "Deterioro de sílex en canteras históricas y muestras líticas arqueológicas". *Macla* (7):18.
- Del Prado, C. (1864). "Descripción física y geológica de la provincia de Madrid". Ed. Junta General de Estadística. Madrid. 219 pp.
- Esbert, R.M., Díaz-Pache, F., Grossi, C.M., Alonso, F.J. y Ordaz, J. (1992). "Incidencia de la contaminación en el deterioro y conservación de rocas monumentales españolas". En: *Patrimonio Histórico Artístico y Contaminación*. Consorcio para la Organización de Madrid Capital Europea de la Cultura 1992. Madrid. 163-167.
- Fort, R. (1996). "Localización de antiguas canteras utilizadas en el patrimonio monumental". En: *Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico* (ed. F. Mingarro). Editorial Complutense S.A. Madrid. 311-316.
- Fort, R., Mingarro, F. y López de Azcona, M.C. (1996). "Petrología de los materiales de construcción del Palacio Real de Madrid". *Geogaceta* (20):1236-1239.
- Fort, R., Bernabéu, A., García del Cura, M.A., López de Azcona, M.C., Ordóñez, S. y Mingarro, F. (2002). "La Piedra Novelda: una roca muy utilizada en el patrimonio arquitectónico". *Materiales de construcción* (52) nº266:19-32.
- Fort, R. (2006). "Utilización de la piedra natural en restauración". En: *Seminario de la SEM, Vol 2, Utilización de rocas y minerales industriales*. Universidad de Alicante. Alicante. 155-182.
- Fort, R. y Gómez-Heras, M. (2005) www.madrimasd.org/cienciay_sociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales. Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM) y Comunidad de Madrid. Mayo 2005.
- Fort, R. (2007). "La contaminación atmosférica en el deterioro del patrimonio monumental: medidas de prevención". En: *Ciencia, Tecnología y Sociedad para una Conservación Sostenible del Patrimonio Pétreo*. Universidad Popular José Hierro. Madrid. 57-70.
- Gómez-Heras, M. (2005). *Procesos y formas de deterioro térmico en piedra natural del patrimonio arquitectónico*. Tesis doctoral.
- Menduiña, J., García del Cura, M.A., Fort R. y Fernández-Revuelta, B. (2003). "Las canteras cretácicas de caliza y dolomías de la Comunidad de Madrid. Un Patrimonio Minero de interés cultural". En: *Patrimonio geológico y minero y desarrollo regional* (ed. I. Rábano, I. Manteca y C. García). Cuadernos del Museo Geominero, 2. IGME. Madrid. 235-241.
- Menduiña, J.; Fort, R. y García del Cura, M.A. (2005). "Las piedras utilizadas en la construcción de los bienes de interés cultural de la Comunidad de Madrid anteriores al siglo XIX". IGME. Madrid. 172 pp.
- Menéndez, J.M., Arbaizar, G., Fontanals, A. y Sánchez, T. (1996). "Evolución histórica de los itinerarios del Noroeste en la Comunidad de Madrid". Consejería de Transportes. Dirección General de Carreteras. Madrid. 220 pp.
- Mingarro, F. (1996). "Procesos de alteración". En: *Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico* (ed. F. Mingarro). Editorial Complutense S.A. Madrid. 385-398.
- Pérez-Monserrat, E.M. y Fort, R. (2004). "Caracterización y procedencia de la sillería granítica del convento de la Encarnación, Madrid". *Geotemas* 6(1):89-92.
- Pinto, V. y Madrazo, S. (1995). "Madrid, atlas histórico de la ciudad. Siglos IX-XIX". Ed Fundación Caja Madrid. Madrid. 430 pp.
- Sancho Gaspar, J.L. (1996). "Análisis Histórico del Patrimonio Pétreo". En: *Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico* (ed. F. Mingarro). Editorial Complutense S.A. Madrid. 15-26.
- Sebastián, E. (2007). "La geología en la conservación del patrimonio arquitectónico". En: *Ciencia, Tecnología y Sociedad para una Conservación Sostenible del Patrimonio Pétreo*. Universidad Popular José Hierro. Madrid. 167-178.
- Varas, M.J., Gómez-Heras, M. y Fort, R. (2003). *Abastecimiento de piedra en monumentos de Madrid del siglo XIX: La Cripta de la Catedral de Santa María de la Almudena y el Panteón de Hombres Ilustres*. *Restauración y Rehabilitación* (79):46-51.
- VVAA (2003). "Arquitectura de Madrid". Tomo I, Casco Histórico. Fundación COAM. Madrid. 463 pp.