Los materiales pétreos utilizados en la obra de Antonio Palacios

como apuesta para la conservación del patrimonio geológico

El estudio de los materiales pétreos que configuran el patrimonio construido permite conocer los caracteres petrológicos que tan directamente participan en su aspecto. Además, remite al sustrato geológico próximo, a la situación de las canteras y de los medios de transporte, así como a las técnicas de talla y labra empleadas.

Texto | Elena Mercedes Pérez-Monserrat[1], Rafael Fort González[1], Mónica Álvarez de Buergo[1], Mª José Varas Muriel[1,2] y Miguel Gómez-Heras[1,3,4].
[1]Instituto de Geociencias IGEO, CSIC y UCM. [2]Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas UCM. [3]CEI Moncloa (UPM, UCM, CSIC). [4]ETS Arquitectura UPM.
Figuras | Elena M. Pérez-Monserrat (salvo las indicadas en el pie de figura).

Palabras clave
Antonio Palacios, petrología, divulgación, piedra de construcción, cultura científica, patrimonio geológico.

El valor añadido que los materiales pétreos otorgan a las construcciones históricas se debe, en gran parte, a las características intrínsecas que éstas presentan gracias a su utilización. Así, estos materiales tienen un valor patrimonial en sí que, como tal, merece ser conocido y conservado (Pérez-Monserrat *et al.,* 2008).

En los últimos años, la sociedad viene demandando una mayor transferencia del conocimiento científico directamente relacionado con su entorno más cercano. Este interés se está viendo reflejado en el desarrollo, principalmente por parte de docentes e investigadores, de numerosas iniciativas que permiten dar a conocer diversos aspectos relacionados con la geodiversidad existente en áreas urbanas y en sus proximidades. Despierta gran interés, por ejemplo, los recorridos urbanos geológicos como recurso geoturístico (Díez y Vegas, 2011) o las rutas geomonumentales, en las que especialmente se atiende a la procedencia, deterioro y conservación de los materiales empleados en las construcciones (Fort *et al.,* 2005; Pérez-Monserrat *et al.,* 2008). De este modo, progresivamente se ha ido acuñando el término de *geología urbana,* convirtiéndose las urbes en museos abiertos de geología. Observando los parámetros pétreos de los edificios, pueden aprenderse conceptos geológicos relativos a la formación y propiedades petrológicas de los materiales de construcción, así como aspectos relativos a las ciencias de la conservación (Lozano *et al.,* 2010; Pérez-Monserrat *et al.,* 2013).

Por otro lado, también es creciente la sensibilización por parte de las instituciones de promover la cultura científica, apostando las políticas científicas por la financiación de proyectos relacionados con el conocimiento y conservación del patrimonio natural y cultural. Un claro ejemplo es la reciente publicación de una convocatoria piloto del programa JPI (Joint Programme Iniatiative) dedicada íntegramente a la investigación en patrimonio cultural (http://www.jpi-culturalheritage.eu/jhep-joint-pilot-call/). En este sentido, quiere citarse el Programa Geomateriales (www.geomateriales.es), financiado por el Fondo Social Europeo y la Comunidad de Madrid, que tiene como uno de sus objetivos principales el desarrollo de estrategias para la protección y conservación de los geomateriales empleados en el patrimonio. Un geomaterial puede definirse como aquel material de procedencia geológica que es utilizado en diferentes campos de la industria, siendo los materiales pétreos naturales (piedra natural) y artificiales (materiales cerámicos, morteros, vidrio, piedra artificial…) utilizados en el patrimonio construido el principal sector de interés para el Programa.

Figura 1. Antonio Palacios en la azotea del edificio donde se alojaba su estudio de la calle Cedaceros en Madrid, hacia 1930. En segundo plano, el Círculo de Bellas Artes y, al fondo, el Palacio de Comunicaciones (hoy Ayuntamiento de Madrid). Archivo General de la Administración.

Una de las actividades que está desarrollando el Programa es el estudio, mediante técnicas de caracterización petrológicas, de los materiales pétreos seleccionados por el arquitecto gallego Antonio Palacios para erigir sus construcciones, como medida estratégica fundamental para su mejor conocimiento y conservación. Este estudio supone un valor añadido en el legado cultural del artífice gallego y una apuesta para la difusión del patrimonio geológico asociado al mismo. Conocer la ideología de Antonio Palacios permite atender a los caracteres petrológicos de los materiales, a las canteras de procedencia y técnicas

de labra de la piedra natural, así como a la selección de materias primas y al proceso de elaboración de los materiales artificiales empleados en su obra.

Los estudios realizados al respecto están siendo objeto de una tesis doctoral realizada en el grupo de investigación *Petrología Aplicada a la Conservación del Patrimonio* (www.conservacionpatrimonio.es) del Instituto de Geociencias IGEO (CSIC-UCM), y parcialmente han sido articulados como rutas geomonumentales que pueden visualizarse en la web del Sistema madrimasd.org.

El legado de Antonio Palacios: materiales pétreos y conservación del patrimonio

Antonio Palacios Ramilo (O Porriño, Pontevedra, 1874-El Plantío, Madrid, 1945) *(figura 1)* estuvo desde niño familiarizado con la geología, pues su familia materna era propietaria de unas canteras de granito. En su obra y pensamiento puede establecerse, por un lado, la búsqueda de una arquitectura que simultáneamente acoja tradición y modernidad, condicionada por su vocación metropolitana y regionalista, la utilización de las propiedades intrínsecas de los materiales para otorgar textura y movimiento a los paramentos así como la primacía por el empleo de los materiales locales y por su reutilización (González Amezqueta, 1967).

Por otro lado, la ideología de Palacios ya apuntaba hacia temas que hoy en día preocupan a los profesionales dedicados a la conservación del patrimonio, como la defensa de la tradición y de los oficios artesanales, la protección de las arquitecturas vernáculas, la difusión como medida esencial para preservar la cultura heredada, así como la necesidad de implicar a las instituciones para que velen por su salvaguarda y conservación.

Palacios fue una persona sencilla, amable y religiosa, con gran imaginación y vitalidad. Su sencillez y generosidad chocan con los adjetivos que en numerosas ocasiones han calificado su obra, con frecuencia descrita como brutalista y desproporcionada (González Amezqueta, 1967), tanto por sus concepciones arquitectónicas como por el tratamiento que proporcionaba a los materiales de construcción. Si bien su obra se reparte por diversas provincias de la geografía española, sus construcciones más emblemáticas se localizan en Madrid (Palacio de Comunicaciones, Hospital de Jornaleros, Círculo de Bellas Artes), Pontevedra (Ayuntamiento de O Porriño, Templo Votivo del Mar, Panxón) y Ourense (iglesia de la Veracruz, O Carballino) *(figuras 2 y 3)*.

Sin olvidar la crítica que recibió, fundamentalmente por construir como si de un cantero medieval se tratase, y por no amoldarse a los materiales y técnicas constructivas que exigía la arquitectura de su época (González Amezqueta, 1967), el interés geológico de su obra resulta excepcional.

> La materialidad pétrea es una constante en las construcciones de Palacios, fundamentalmente mediante el empleo de piedra tradicional, esto es, un material de alta resistencia mecánica que tras un proceso de elaboración puede ser utilizado como elemento constructivo

Materialidad pétrea y tratamiento superficial de los materiales

La materialidad pétrea es una constante en las construcciones de Palacios, fundamentalmente mediante el empleo de piedra tradicional o piedra de cantería, esto es, un material de alta resistencia mecánica que, tras un proceso de elaboración, puede ser utilizado como elemento constructivo, normalmente exento de pulido, conservando su composición y textura originales (Echevarría y García, 1996). También, la piedra tradicional suele proceder de canteras y/o afloramientos cercanos, utilizándose de forma continuada como material de construcción debido a su proximidad y calidad (Varas *et al.,* 2010).

Palacios utilizó materiales pétreos artificiales, elaborados a partir de materias primas que presentan igualmente una procedencia geológica. Así, no puede olvidarse el especial interés que mostró Palacios por la incorporación de la cerámica aplicada a la arquitectura (Perla, 2001), así como el empleo de la piedra artificial y morteros de revestimiento que imitaban la piedra natural, principalmente como impronta de modernidad y para abaratar costes.

La obra de Palacios destaca por su concepción material, buscando el sentido de la naturaleza de los materiales. Con la apropiada combinación de los materiales, jugando con sus posibilidades intrínsecas, consigue la riqueza y expresividad de los paramentos, unificando sus construcciones mediante el empleo de un único material (González Amezqueta, 1967). Palacios fue gran conocedor de la estereotomía o técnica de corte de la piedra (Otero Cerdeira, 2004), dejando constancia de su asombroso dominio de la técnica constructiva en piedra en el artículo "Del Pórtico de la Gloria, notas para su estudio estereotómico" (Palacios, 1927). Así, indica que el maestro Mateo seleccionó el granito para conceder monumentalidad al Pórtico, explica cómo el maestro dimensionó y colocó las múltiples piezas que lo configuran según las características del granito de grano grueso del que disponía, bastante deleznable, camuflando las juntas para que en la zona inferior los elementos parecieran monolitos.

La situación económica y social de España por entonces, lejos de ofrecer una cultura tecnológica e industrializada, junto con la preocupación de Palacios por la artesanía y los oficios tradicionales, especialmente por la cantería, le lleva a definir un estilo basado en el proceso constructivo artesanal y a exponer la piedra directamente (González Amezqueta, 1967; Otero Cerdeira, 2004). De este modo, una de las principales preocupaciones del arquitecto, fundamentalmente en su obra gallega, fue el lenguaje de la piedra en bruto, sin desbastar ni ornamentar.

Para ello, otorga a las superficies unos acabados específicos, siendo el almohadillado de las piezas pétreas el más representativo. El almohadillado de una pieza pétrea consiste en el desbastado a escuadra de sus caras laterales y en el tallado hacia los bordes de unas tiradas *(figura 4)*. En realidad, una pieza almohadillada está inacabada, mostrando en su cara vista una superficie más o menos rugosa al quedar sin desbastar, tal cual resulta del corte de los bloques de partida en cantera o utilizando también punteros, más o menos realzada en relación con las tiradas. Estas tiradas se labran con cincel y pueden perfilarse con el martillo cóncavo o con un escafilador, punteando finalmente la superficie con martillina o bujarda *(figura 5)*. Desde la antigüedad es conocido el almohadillado de los materiales pétreos, respondiendo su origen a motivos prácticos más que estéticos (Sobrino, 2000). Por un lado, concedía a las construcciones cierta sensación de fuerza y peso, configurando además paramentos muy llamativos. Por otro, su empleo economizaba las obras, puesto que conseguía el máximo aprovechamiento del material y reducía los tiempos de trabajo.

Procedencia de la piedra tradicional utilizada por Palacios

Como se ha indicado, la proximidad ha sido el principal factor que ha condicionado la utilización de la piedra tradicional, estando por un lado ligada al sustrato geológico cercano, y participando, por otro, en la imagen de los pueblos y ciudades que configura (Pérez-Monserrat *et al.,*

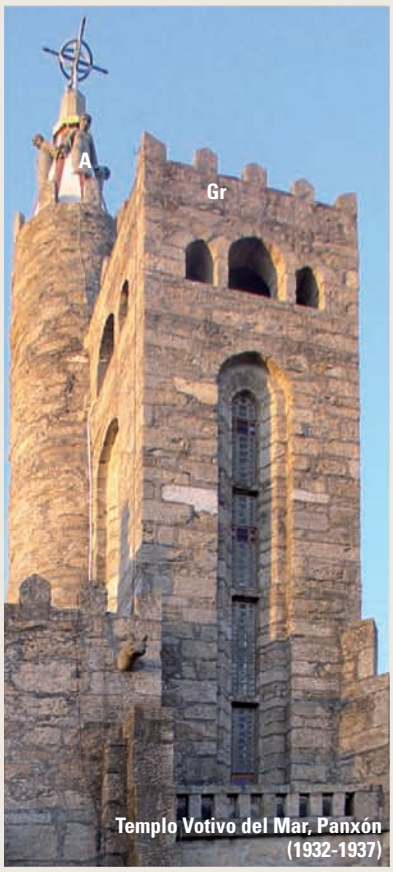
Figura 2. Materiales pétreos utilizados en la arquitectura madrileña de Antonio Palacios.
GB: granito berroqueño, CO: caliza procedente de Colmenar de Oreja, Gr: otros granitos, Ca: otras calizas, L: ladrillo, Mr: revestimiento y/o piedra artificial.

Botica Nova, O Porriño (1909)

Teatro Rosalía de Castro, Vigo (1906-1927)

Ayuntamiento, O Porriño (1910-1924)

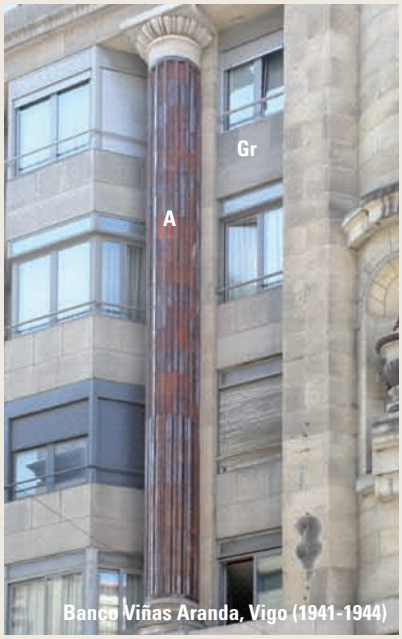
Pabellón de la Fuente, Mondariz (1920)



Templo Votivo del Mar, Panxón (1932-1937)

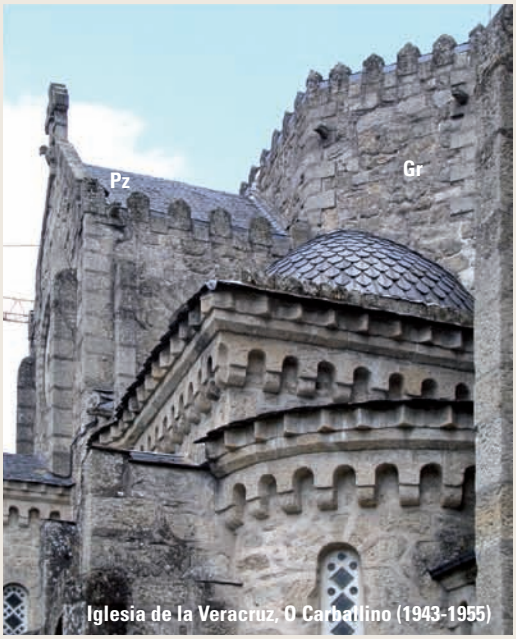
Chalet Celso Méndez, Nigrán (1934)

Central eléctrica del Tambre, Noya (hacia 1924)



Banco Viñas Aranda, Vigo (1941-1944)

Monasterio Visitación, Vigo (1942-1945)



Iglesia de la Veracruz, O Carballino (1943-1955)

Figura 3. Materiales pétreos de construcción utilizados en la obra gallega de Antonio Palacios. Gr: granito, A: azulejo, Ms: mosaico, Tj: teja, Pz: pizarra.

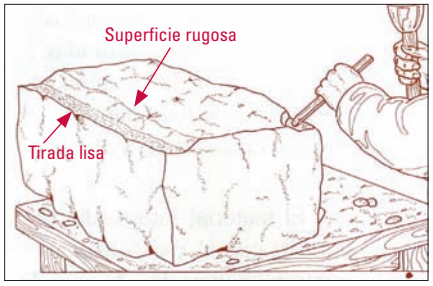


Figura 4. Labra de un sillar almohadillado. Tomada de VV. AA., 1999.

Figura 5. Herramientas utilizadas para la labra de piezas de cantería. Cortesía de Miguel Sobrino, taller de cantería de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

2013). Si bien Antonio Palacios defendía el empleo de los materiales locales como apuesta por la identidad de los lugares donde construía, y las tipologías de piedra natural empleadas en sus construcciones se corresponden principalmente con piedra tradicional, en ocasiones, tal vez como impronta de modernidad, apostó por la utilización de piedra procedente del extranjero. Así, algunos de los granitos empleados en el Banco Mercantil (Madrid), se correspondían con un decomisado suizo (Gutiérrez Burón, 1988), o para el Círculo de Bellas Artes (Madrid) se emplearon granitos argentinos (Landero, 2001).

Palacios fue uno de los primeros en descubrir las cualidades del granito porriñés *(figura 6a),* correspondiente a granodioritas de edad pérmica (IGME, 1981). Este material pétreo natural no podía emplearse para ornamentación, pues su elevada dureza impedía su fina labra. Palacios promovió la adquisición de maquinaria que permitiera su pulido para transformarlo en una roca ornamental de lujo, empleándolo en el Balneario de Mondariz (Pontevedra) y en el Círculo de Bellas Artes en Madrid (Otero Cerdeira, 2004). Indica Fernández Shaw (1946) que el granito pulimentado se utiliza por primera vez en España precisamente en las columnas estriadas del Banco del Río de la Plata (Madrid). Para la construcción de la iglesia de la Veracruz, O Carballino (Ourense), Palacios seleccionó el granito varisco de dos micas de las cercanas canteras de Piteira y Anllo *(figura 6b)* y el granito que aflora en las afueras de O Carballino, así como las rocas metamórficas de edad ordovícica que también afloran en las proximidades *(figura 6c);* concretamente, la pizarra gris plateada, con elevado contenido en micas, del monte Paraño, localizado cerca del límite entre Ourense y Pontevedra, así como la pizarra azul oscura, con restos carbonosos, y la pizarra ferreña de Brués, que aflora al noroeste de O Carballino (IGME. 1974; Otero Cerdeira, 2004).

En Madrid, las construcciones de Antonio Palacios están en gran parte levantadas con dos tipos de piedra tradicionalmente empleadas en la arquitectura de la provincia, denominadas de forma genérica *piedra berroqueña y caliza o piedra de Colmenar* (Menduiña y Fort, 2005). La *piedra berroqueña* incluye granitos ss, monzogranitos, granodioritas y leucogranitos, procedentes de diversos plutones que afloran en el norte y noroeste de la Comunidad de Madrid a lo largo de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central, Orogenia Varisca). El batolito del Sistema Central Español se forma en el Carbonífero-Pérmico inferior por la sucesiva intrusión de más de un centenar de complejos plutónicos a lo largo de un periodo de unos 40-50 millones de años (Villaseca, 2003). El granito tradicionalmente empleado en la ciudad de Madrid procede principalmente de las zonas de Zarzalejo *(figura 6d),* Valdemorillo y Alpedrete, correspondientes con monzogranitos biotíticos, presentando el de Alpedrete menor tamaño de grano e inferior contenido en biotita que el de Zarzalejo y Valdemorillo (Fort *et al.,* 2011). Es característico de la *piedra berroqueña* la presencia de *gabarros,* término que los canteros utilizan para referirse a los enclaves microgranudos de composición diorítica de tonalidad oscura y morfologías elípticas.

La *caliza o piedra de Colmenar* se corresponde con los carbonatos lacustres terciarios que se encuentran en las localidades del sureste de la región, principalmente entre Colmenar de Oreja, Villar del Olmo y Arganda (García del Cura *et al.,* 1994), referidos regionalmente como Formación Caliza del Páramo o de los Páramos, muy representada en el Mioceno de la Península Ibérica (Calvo *et al.,* 1989; García del Cura *et al.,* 1994). La calidad, pureza y blancura de la caliza explotada en las canteras de Colmenar de Oreja *(figura 6e)* favoreció que la localidad proporcionara la denominación de *piedra de Colmenar* (Madoz, 1847; de Prado, 1864; Hernández-Pacheco y Hernández Pacheco, 1926), si bien estos carbonatos terciarios han sido extraídos en otras zonas próximas, como en Nuevo Baztán, Morata de Tajuña, Campo Real, Anchuelo y Pozuelo del Rey (Román Pastor, 1988; Álvarez de Buergo, 1997; Puche y Mazadiego, 1999). Para el Palacio de Comunicaciones (Madrid) se seleccionaron las canteras de Colmenar de Oreja (Madrid), Petrel (Alicante), Sigüenza y Tamajón (Guadalajara), decidiéndose finalmente por la utilización de las calizas de Petrel y de Colmenar de Oreja (Arévalo Cartagena, 1999), empleándose esta última sólo en los zócalos y en determinados ornamentos (González-Limón y Álvarez de Buergo, 2001). La caliza de Petrel es una biocalcarenita terciaria, correspondiente con la tipología conocida como *piedra Novelda* o *piedra Bateig.* Esta piedra ha sido ampliamente utilizada en las construcciones de Madrid desde mediados del siglo XIX, al resultar económicamente más rentable que las piedras de la región debido a la red ferroviaria existente por entonces (Fort *et al.,* 2002; Gómez-Heras y Fort, 2004).

Además de la clara predilección de Palacios por el granito, como buen gallego y en gran parte

Figura 6a. Explotación actual de granito en las canteras de O Porriño, Pontevedra. Cortesía del Centro Tecnológico del Granito.

Figura 6d. Bolo granítico en el bosque de la Herrería, donde se localizan las canteras históricas de donde se extrajo gran parte del granito empleado en la construcción del Monasterio de El Escorial, Comunidad de Madrid. Se observan las marcas dejadas por el antiguo sistema de extracción de los bloques de piedra, esto es, el bolo granítico se dimensionaba mediante la incisión de cuñas en discontinuidades o zonas de debilidad del mismo. Foto: Mª José Varas-Muriel.

Figura 6b. Canteras de granito, en Piteira o Anllo, destinado a la construcción de la iglesia de la Veracruz de O Carballino, Ourense. Tomada de Otero-Cerdeira (2004).

Figura 6c. Estado actual de la antigua cantera de donde se extrajo piedra granítica empleada en la construcción de la iglesia de la Veracruz de O Carballino, Ourense. Cortesía de Rafael Otero Janeiro.

Figura 6e. Antiguas canteras de la caliza terciaria explotada en Colmenar de Oreja, Comunidad de Madrid.

Figura 6. Canteras de procedencia de la piedra empleada por Antonio Palacios en algunas de sus construcciones.

por su familiaridad con las canteras de Atios y Budiño (O Porriño, Pontevedra), son varios los motivos que debieron influir en la selección de los materiales pétreos empleados en su arquitectura. Por un lado, la ideología del proyecto y su deseo por plasmar un carácter regionalista a la construcción, especialmente en su obra gallega tardía. Por otro, el sustrato geológico de Galicia y de la provincia de Madrid, así como la situación de las canteras y de las vías de comunicación existentes por entonces.

Agradecimientos

Quiere agradecerse la financiación recibida por los Programas Geomateriales (P2009/MAT_1629) y CONSOLIDER-TCP (CSD2007-0058), así como por el Grupo de Investigación de la UCM Alteración y conservación de materiales pétreos del patrimonio (921349). Igualmente, agradecemos a Miguel Sobrino, Rafael Otero Janeiro, a la Asociación de Canteras Pocasa y al Centro Tecnológico del Granito de O Porriño (Pontevedra) su amabilidad y ayuda prestada. Entre todos los trabajos consultados sobre la obra de Antonio Palacios, que no han podido citarse en su totalidad debido a su extensión, los autores quieren resaltar el monográfico especial de la revista *Arquitectura* (1967), publicado por Adolfo González Amezqueta a partir de su tesis doctoral, pues supone el estudio más completo y en el que mejor queda reflejada la importancia otorgada por Palacios a las propiedades intrínsecas de los materiales pétreos que seleccionó para sus construcciones. Quiere también destacarse todas las iniciativas que, principalmente llevadas a cabo por geólogos desde numerosas instituciones y organismos nacionales e internacionales, están consiguiendo acercar la geología al público en general, dando a conocer sus numerosas disciplinas y concienciando de lo esencial que resulta la conservación del patrimonio geológico.

Bibliografía

Álvarez de Buergo, M. (1997). *Caracterización, alteración medioambiental y restauración en paramentos del patrimonio arquitectónico.* Ed. CEDEX.

Arévalo Cartagena, J. M. (1999). *Arquitectura y escultura en la obra de Antonio Palacios y Ángel García.* Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Calvo, J. P., Alonso Zarza, A. M. y García del Cura, M. A. (1989). Models of Miocene marginal lacustrine sedimentation in response to varied depositional regimes and source areas in the Madrid Basin (Central Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 70, 199-214.

De Prado, C. (1864). *Descripción Física y Geológica de la Provincia de Madrid.* Ed. Junta General de Estadística.

Díez, A. y Vegas, J. (2011). *Descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia: de roca a roca.* Ed. Ayuntamiento de Segovia, Concejalía de Turismo.

Echevarría, M. y García, J. I. (1996). El sector de la piedra natural. En: López Jimeno, C. (ed.), Manual de rocas ornamentales. Prospección, explotación, elaboración y colocación, 25-40.

Fernández Shaw, C. (1946). La obra del arquitecto Don Antonio Palacios. *Cortijos y Rascacielos,* 33, 30-37.

Fort, R., Bernabeú, A., García del Cura, M. A., López de Azcona, M. C., Ordóñez, S. y Mingarro, F. (2002). La Piedra de Novelda: una roca muy utilizada en el patrimonio arquitectónico. *Materiales de Construcción,* 52(266), 19-32.

Fort, R. (2005). Rutas geomonumentales de la Comunidad de Madrid. En: http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales/default.asp

Fort, R., Varas, M. J., Álvarez de Buergo, M. y Freire, D. M. (2011). Determination of anisotropy to enhance the durability of natural stone. *Journal of Geophysics and Engineering,* 8, 132-144.

García del Cura, M. A., Ordóñez, S., Dapena, E. y González Martín, J. A. (1994). Las canteras de calizas en los interfluvios de los ríos Jarama-Tajuña-Tajo en la Comunidad de Madrid: valoración de recursos. *Boletín Geológico y Minero,* 105-6, 574-590.

Gómez-Heras M. y Fort, R. (2004). Location of quarries of non traditional stony materials in the architecture of Madrid: the Crypt of Catedral of Santa Maria la Real de la Almudena. *Materiales de Construcción,* 54, 33-48.

González Amezqueta, A. (1967). La arquitectura de Antonio Palacios. *Arquitectura,* 106, 1-74.

González Limón, T. y Álvarez de Buergo, M. (2001). Deterioro de las fachadas pétreas del Palacio de Comunicaciones de Madrid. *Roc Máquina,* 70, 16-22.

Gutiérrez Burón, J. (1988). Antonio Palacios Ramilo en Madrid. Madrid, Cuadernos de Arte de la Fundación Universitaria.

Hernández-Pacheco, E. y Hernández-Pacheco, F. (1926). Aranjuez y el territorio sur de Madrid. Madrid, XIV Congreso Geológico Internacional.

IGME (1974). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. Hoja nº 187 (Orense), 2ª serie, 1ª edición.

IGME (1981). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. Hoja nº 261 (Tuy), 2ª serie, 1ª edición.

Landero, M. A. (2001). El arquitecto de Madrid: una exposición recuerda la obra de Antonio Palacios. *Revista Ministerio de Fomento,* 502, 60-66.

Lozano, R., Díaz, E., Jiménez, R. y Baeza, E. (2010). Geología en las paredes: las rocas en tu ciudad. Ed. IGME. En: http://www.igme.es/museo/didactica/geoParedes.htm

Madoz, P. (1848). Diccionario Geográfico Estadístico Histórico de España y sus posesiones en ultramar. Tomo XI.

Menduiña, J. y Fort, R. (coords.) (2005). *Las piedras utilizadas en la construcción de los Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid anteriores al siglo XIX.* Ed. IGME.

Otero Cerdeira, A. (2004). *Santuario de la Vera-Cruz de San Cibrán del Carballino de Antonio Palacios.* Ed. Xunta de Galicia.

Palacios, A. (1927). Del Pórtico de la Gloria, notas para su estudio estereotómico. *Faro de Vigo,* 21 agosto de 1927.

Pérez-Monserrat, E. M., Fort, M., Álvarez de Buergo, M. y Varas, M. J. (2008). Rutas Geomonumentales: La Geología para la enseñanza y difusión del patrimonio arquitectónico. Colegio Oficial de Geólogos. *Tierra y Tecnología,* 33, 39-46.

Pérez-Monserrat E.M., Álvarez de Buergo M., Gómez-Heras, M., Varas-Muriel, M. J. y Fort, R. (2013). An urban geomonumental route focusing on the petrological and decay features of traditional building stones used in Madrid, Spain. *Environmental Earth Sciences* 69, 1071-1084.

Perla, A. (2001). Antonio Palacios y la cerámica: luz y color en la arquitectura. En: Antonio Palacios, constructor de Madrid. Ed. La Librería, 289-300.

Puche, O. y Mazadiego, L. F. (1999). Explotaciones históricas de calizas en la Comunidad de Madrid: Colmenar de Oreja. En: IV Sesión Científica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, 91-104.

Román Pastor, C. (1988). *Arquitectura conventual de Alcalá de Henares (siglos XVI-XIX).* Tomos I y II. Ed. UCM.

Sobrino, M. (2002). *La piedra como motivo para la arquitectura.* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera, Escuela de Arquitectura de Madrid. 32 pp.

Varas, M. J., Vázquez-Calvo, C. y Fort. R. (2010). Canteras Históricas: un Recurso Docente por Explotar. *Fundamental,* 16, 269-282.

Villaseca, C. (2003). Sobre el origen del batolito granítico del Sistema Central Español. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Sección Geología), 98(1-4), 23-39.

VV. AA. (1999). *Guía práctica de la cantería.* Ed. de los Oficios, León. 218 pp.