

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

*APLICACIÓN DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS
PARA LA CARACTERIZACIÓN E INVESTIGACIÓN
DEL PATRIMONIO HISTÓRICO*

Cehegín, Murcia, 5 de marzo de 2019

ÍNDICE

BASES DE DATOS DE PATENTES	3
BASES DE DATOS DE REVISTAS Y ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	3
OBJETIVO DEL INFORME	3
OFERTAS Y DEMANDAS TECNOLÓGICAS	4
PERFIL DE BÚSQUEDA.....	3
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.....	4
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5

En Cehegín, Murcia, a 5 de marzo 2019

1. OBJETIVO DEL INFORME

El presente informe tiene como finalidad informar a las empresas del sector del mármol, piedra y materiales de las últimas novedades científico-tecnológicas que han sido desarrolladas en el ámbito temático de la **APLICACIÓN DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA CARACTERIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO**. Se trata de identificar y extraer la información publicada en las distintas bases de datos y fuentes de información consultadas.

2. PERFIL DE BÚSQUEDA

- BASES DE DATOS DE PATENTES

INVENES: base de datos de invenciones en español de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Con el objetivo de difundir la información tecnológica contenida en los documentos de patentes y una cobertura nacional, INVENES contiene información sobre patentes y modelos de utilidad españoles y latinoamericanos así como sobre diseños industriales españoles.

ESACENET: Base de datos de la Oficina Europea de Patentes que proporciona acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patente (solicitudes, patentes concedidas, traducciones, modelos de utilidad, etc.) publicados desde 1836, en más de 90 países.

- BASES DE DATOS DE REVISTAS Y ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- 3 de 8 -

ScienceDirect: Science Direct es una colección multidisciplinar que ofrece acceso al texto completo de más de 12 millones de artículos y a más de 59 millones de resúmenes de artículos de todos los campos de la ciencia.

ICYT: base de datos del CSIC que recoge la literatura científica contenida en publicaciones españolas de ciencia y tecnología.

- **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

TESEO: tesis doctorales leídas en las universidades españolas.

Tesis en Red: tesis doctorales de treinta universidades españolas a texto completo.

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: ofrece acceso a aquellas tesis o sobre lenguas hispánicas defendidas con éxito en cualquier país del mundo.

DART-Europe: acceso global a las tesis doctorales europeas.

OPENTHESIS

OATD: open access theses and dissertations.

CDTI:<https://www.cdti.es/index.asp?MP=7&MS=25&MN=3&IDR>

CORDIS: constituye el principal portal y repositorio público de la Comisión Europea para difundir información sobre todos los proyectos de investigación financiados por la Unión Europea y sus resultados de toda clase.

- **OFERTAS Y DEMANDAS TECNOLÓGICAS**

SEIMED: es la parte de la Red Enterprise Europe Network que ofrece sus servicios a las pequeñas y medianas empresas de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

Su objetivo es ayudar a las PYME a desarrollar su pleno potencial y su capacidad innovadora a través de la internacionalización, la transferencia de tecnología y el acceso a financiación.

- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La finalidad del presente informe es dar solución a los distintos problemas que se encuentra la administración y las empresas que se dedican al patrimonio a la hora de trabajar con piezas y sillares de piedra natural, yacimientos inmensos que hay que investigar con pocos recursos y que al final quedan sin hacerlo y a merced de los espoliadores del patrimonio, zonas de especial interés donde no se aplica prospección por desconocimiento de lo que pueden aportar, caracterización de los materiales mediante SEM y microscopio petrográfico para identificar los procesos que están degradando la piedra y que, principalmente, son la falta de información respecto de las técnicas que se deben emplear para evaluar su estado de conservación, así como la interpretación de los resultados que proporcionan distintos tipos de técnicas que actualmente se realizan por separado. El desconocimiento de técnicas no destructivas de evolución lleva en algunos casos al empleo de técnicas que pueden deteriorar piezas que forman parte del patrimonio arquitectónico. Para ello, se pretende que este informe sirva de guía y ejemplo de técnicas de evaluación no destructiva aplicables en distintas situaciones en el estudio de todo tipo de obras de restauración que involucren piezas de piedra natural, yacimientos arqueológicos y determinación de estructuras analizando su capacidad portante actual tras el paso de los años o siglos.

Además, un estudio del estado actual de la aplicación de distintas técnicas de evaluación no destructiva permite concluir que generalmente hoy en día la forma de trabajo consiste en aplicar los distintos métodos y mostrar los resultados, sin tenerse previamente en cuenta consideraciones como propiedades físicas de los elementos o geometría, y los estudios existentes se han realizado para casos muy concretos, presentar un modelo tridimensional y utilización de la realidad virtual que permiten analizar los distintos resultados en su conjunto de una forma muy visual. En este informe, buscamos generalizar estos procedimientos al caso de la piedra natural en restauración y de yacimientos arqueológico, así como aportar una herramienta al restaurador para saber qué puede obtener de la aplicación de los métodos no destructivos en cada situación, y qué método será el más conveniente en cada caso.

En los distintos casos de estudio propuestos en este proyecto se clasificarán los materiales más comunes (mármol, calizas, dolomías, travertino, areniscas y calcarenitas), las diferentes subcategorías que se pueden presentar y que impliquen variación de los resultados (planos de anisotropía, existencia de sulfuros, estratificación, laminación, etc.), situación (enterrados, meteorizados, etc.), sus diferentes funciones (sillar, basa, fuste/pilar, cornisa), tamaños y geometrías, y se

evaluarán los efectos de los distintos factores, esto es, se analizará de qué forma afectan a los resultados que se obtienen tras la utilización de diversas técnicas de evaluación no destructiva. Esta metodología constituye la principal novedad tecnológica del proyecto con respecto al estado actual de la técnica a nivel nacional e internacional.

En este informe se pretende englobar los distintos métodos geofísicos para desarrollar una metodología que unifique las distintas maneras que se están aplicando en la actualidad cuando se afronta un proyecto de este tipo, donde se suelen utilizar unas técnicas concretas, pero no todas las que se proponen aquí para observar los resultados desde metodologías basadas en diferentes parámetros físicos.

Este concepto de definición en los elementos digitales en los modelos BIM no es completamente nuevo, aunque el alto grado de definición exigido para el proyecto de investigación sí lo sea al patrimonio y a la complejidad en la integración de los datos técnicos aplicados en la conservación.

Para establecer exactamente el nivel de desarrollo de un elemento BIM -el cual parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio-, el American Institute of Architects AIA desarrolló en el año 2008 la “E-202 Building Information Modeling Protocol” [1] con el fin de medir ese grado de desarrollo, así como la capacidad de incluir elementos no modelados en la E-203 [2] y, finalmente, siendo éstos ampliados, posteriormente, con el documento G202 en el año 2013 [3] -el cual deja plena libertad para adaptar, modificar e incorporar estos niveles de desarrollo (LOD)- y en el BIMforum 2013 [4]. De este modo, actualmente los requerimientos en LOD [5] abarcan en la actualidad desde el LOD000 al LOD500, donde el más común es LOD300, definido como:

“El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica al elemento”.

Sin embargo, aplicado al patrimonio, el nivel de desarrollo LOD600 se encuentra actualmente en una fase muy primaria, y más aún aplicado como técnica de digitalización para la conservación del patrimonio, el cual se definiría como:

“El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en

términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica al elemento” además de sus “condiciones de reciclado, como materiales propios, toxicidad, vida útil, básicas, distancia a puntos de fabricación reciclaje, peso y volumen, formas de traslado y desmontaje, etc. Está basada principalmente en información no gráfica vinculada al elemento.”

I. Scollar. Electromagnetic prospecting methods in archaeology. *Archaeometry*, Vol. 5, Issue 1, June 1962, Pp. 146-153.

Mark Noel, Biwen Xu, Archaeological investigation by electrical resistivity tomography: a preliminary study. *Geophysical Journal International*, Volume 107, Issue 1, 1 October 1991, Pages 95–102.

Andrew R. Boucher. Archaeological feedback in geophysics. *Archaeological Prospection*, Vol.3, Issue 3, Spetember 1996. Pp. 129-140.

Bruce W. Bevan. Bevan, Bruce W. *Geophysical Exploration for Archaeology: An Introduction to Geophysical Exploration*. (1998). U.S. National Park Service Publications and Papers. 91.

Chris Gaffney, John Gater and Susan Ovenden. *The Use of Geophysical Techniques in Archaeological Evaluations*, Institute of Field Archaeologists Paper no. 6.

Mario E. Arias, Alexis Mojica. Prospección arqueológica en américa central mediante el uso de métodos geofísicos. *Revista Geológica de América Central*, 29: 35-41, 2003.

M. Watters and J. R. Hunter. *Geophysics and burials: field experience and software development*. Geological Society, London, Special Publications, 232, 21-31, 1 January 2004.

Rocío Ponce, Denisse Argote, René e. Chávez, M.A Encarnación Cámara. Empleo de los métodos geofísicos en la prospección arqueológica urbana: La Basílica de Nuestra Señora de la Salud, Patzcuaro, México. *Trabajos de Prehistoria*, 61, nº 2, 2004, pp. 11 a 23.

P. Brito-Schimmel, C. Carreras. Aplicación de métodos geofísicos en arqueología: Una recopilación sobre el actual estado de la cuestión en España. *Scientific Heritage*. Vol.0, n.1 (2005).

L. V. Eppelbaum. Archaeological Geophysics in Israel: past, present and future. *Advances in Geosciences*, 24, 45–68, 2010.

L.V. Eppelbaum, B.E. KhesinbS, E. Itkisb. Archaeological geophysics in arid environments: Examples from Israel, *Journal of Arid Environments*, AIA Document E202 - 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit.

AIA Draft Document E203- 2013 -Building Information Modeling and Digital Data Exhibit.

AIA Draft Document G202- 2013 -Building Information Modeling Protocol Exhibit.

BIMforum 2013 – LOD specification. 1 Abril 2013. <http://bimforum.org/wpcontent/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec.pdf>

ALONSO MADRID, "Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España", Spanish journal of BIM, 2015, Nº 15/01, págs. 40-58.