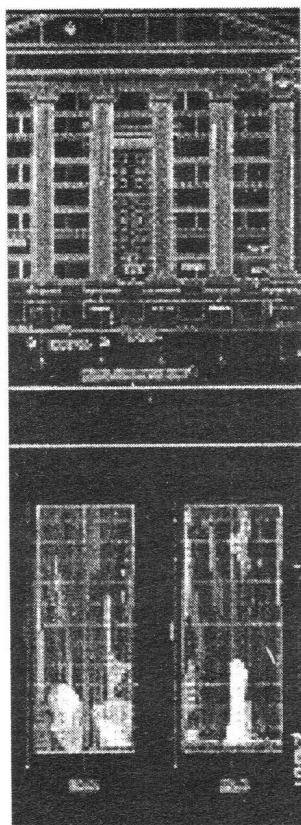


Herramienta obligada

Evaluación no destructiva

Francisco Javier Hernández Ayón*



Los equipos de evaluación no destructiva debido a sus cada vez más ventajosas características, se están convirtiendo en una herramienta obligada, no sólo en los procesos de diagnóstico de monumentos históricos, sino también en la evaluación de cualquier tipo de estructura.

Es importante conocer el tipo de material que constituye cierto elemento estructural de nuestro interés. Saber su resistencia, capacidad de carga o tensión, ubicación de áreas débiles, grietas, vacíos, descomposición de material (estado de deterioro), condiciones físicas y térmicas entre otras, es ya una fase del diagnóstico estructural que los actuales equipos de evaluación no destructiva cubren con facilidad, rapidez y dentro de muy poco tiempo, con economía. Actualmente estos equipos son de adquisición muy cara y requieren además de personal capacitado para la interpretación de los resultados (cabe mencionar que algunos de ellos no caen en esta regla) pero, ¿cuáles son estos equipos?, ¿cuáles son sus ventajas y aplicaciones?, ¿cuáles son los usos en la arquitectura?, ¿en dónde se puede conseguir información acerca de estos equipos?

Entre los equipos se encuentran las fibras ópticas, que permiten inspeccionar áreas de difícil acceso como grietas, hoquedades en muros, etcétera, mostrando en pantalla lo que en su recorrido encuentra; la termografía infrarroja, que detecta cambios en la temperatura de los elementos causados por vacíos, penetración de agua, deterioro, entre otras, presenta los resultados en un monitor a color; los taladros de resistencia, que evalúan los esfuerzos internos de elementos de

madera, así como vacíos o descomposición. Grafica los resultados en pantalla; los rayos-X, que ayudan a localizar y determinar las condiciones de diferentes materiales y sus componentes. Muestra los resultados en pantalla; el martillo de robot, que evalúa la resistencia de una masa e indica bajas capacidades de carga. Es utilizado como evaluación preliminar; la velocidad de pulso, que identifica y mide defectos interiores del material (vacíos, hoquedades, descomposiciones, cambios de material); el impacto de repetición, que realiza las mismas funciones que el anterior, pero preferentemente usado en concreto y mampostería; la detección electromagnética, que detecta elementos metálicos; el radar, que detecta y caracteriza anomalías en los materiales y elementos estructurales, distinguiendo entre diferentes materiales y condiciones; y la prueba de *flatjack*, que permite conocer la capacidad de carga (esfuerzos de compresión) en elementos de albañilería.

Una gran variedad de industrias, entre ellas la de la construcción, hacen uso de las actuales técnicas de evaluación no destructiva para el diagnóstico de estructuras, contenedores, ductos, tanques, y en general de toda la infraestructura de sus empresas, tienen la ventaja de la rapidez en la detección de las condiciones físicas, que interesan, así como la facilidad en la toma de datos y exploraciones; los resultados que arrojan éstos, comprenden imágenes y gráficas que identifican con precisión los elementos y sus características físicas pueden llegar a lugares de difícil acceso sin provocar daño alguno en los elementos.

Dentro del campo de la restauración de monumentos encontramos una parte dedicada al diag-

*Arquitecto egresado del Instituto Tecnológico de Tepic.

nóstico del edificio, que permite definir los criterios de intervención más adecuados. Esa fase de diagnóstico es un análisis de las causas del deterioro y la composición así como la consistencia de los materiales. Ya lo establece en su metodología para la restauración de la piedra, el ingeniero José María García de Miguel^{1, 2} "las labores de conservación y restauración del Patrimonio Monumental en piedra constituyen una empresa interdisciplinaria que debe ser abordada por un equipo adecuado. Previamente al diseño del proyecto de intervención se debería efectuar un estudio técnico de diversos aspectos del problema: características del entorno (climático, geológico, hidrogeológico, antropológico, etcétera) e incidencia del mismo sobre el monumento, naturaleza y estado de los materiales, problemas constructivos y estructurales; distribución de posibles frentes de sales solubles; estudio histórico de la edificación y sus restauraciones anteriores; posibles fuentes del material de construcción y disponibilidad actual del mismo. Todos estos factores llevarán a establecer los mecanismos de degradación, actualmente en curso y a una comprensión suficiente de las circunstancias que rodean al objeto de la intervención, es decir, a establecer en términos médicos, un diagnóstico de problemas en la edificación".

Las técnicas de evaluación no destructivas llegaron a constituir, de años atrás a la fecha, una herramienta de apoyo muy importante para la realización de dichas acciones. El uso de radares, sonares, rayos-X, fibra óptica, termografía, etcétera, agilizan y determinan con mayor rapidez y eficacia la constitución y consistencia de los elementos de una estructura, y lo más importante es que no se efectúa daño alguno en los mismos.

El proceso normal de diagnóstico de un edificio lleva implícita la inspección física de determinadas áreas, ubicadas por simple visualización o por fotogrametría. La realización de "calas" permite identificar el grado de deterioro de los elementos estructurales, de tal manera que una grieta en un muro puede deberse sólo a falla en el aplanado, misma que afecta el muro, y en ocasiones, estas grietas llegan hasta elementos estructurales de refuerzo. El grado de deterioro de dichos elementos determinará las acciones a tomar, que pueden variar desde medidas simples de conservación hasta la restitución total de elementos. Esto algunas veces no resulta fácil de visualizar, ya que el origen de las fallas tiene no uno, sino varios agentes causantes. Lo importante en un momento dado es determinar si estructuralmente la construcción es fuerte y capaz de garantizar su estabilidad y seguridad hacia el interior del edificio. Es aquí donde la sola inspección visual puede no hablarnos de la real consis-

tencia de un elemento estructural, ya que grietas grandes en la superficie de un determinado material pueden no ser graves estructuralmente hablando, y grietas pequeñas en otro tipo de material pueden significar un peligro latente. Tal es el caso de una réplica de un edificio griego con fecha de construcción, de 1838, de la Universidad de Princeton, donde una docena de columnas de mármol fuertemente agrietadas exteriormente iban a ser restituidas, implicando esto un alto costo. Pero la universidad buscó otras alternativas. El nuevo equipo de trabajo empleó pruebas de ultrasonido y radar para la realización del diagnóstico. El resultado final fue que era innecesario el remplazo, y que las columnas seguirían un proceso de lanzado de concreto solamente.³

Existen en nuestro país diversos sistemas constructivos que requieren la incorporación de elementos de acero de refuerzo en sus secciones transversal y longitudinal, principalmente los muros a base de *block* hueco reforzados interiormente con acero horizontal. Actualmente se está haciendo uso de equipos de evaluación no destructiva para verificar que dicho acero esté colocado en su lugar.

Existe una gran cantidad de información en internet acerca de los equipos de evaluación no destructiva, sus costos, sus ventajas, empresas que se dedican a dar servicio de evaluación, libros, etcétera

Bibliografía:

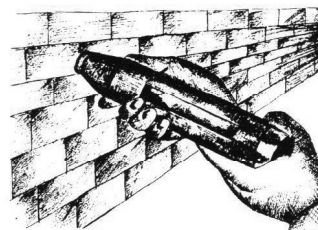
- Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. *Tratamiento y conservación de la piedra en los monumentos*. Gráficas Arias Montano, España: 1994, p. 9.
- Architecture, USA: noviembre 1997, p. 142-149.
- Ramón M. Bonfil. *Apuntes sobre restauración de monumentos*. Cultura Mexicana. México: 1971, Cap. VI p. 71-83.
- Torrage, G. *The application of science and technology to conservation practice, in European Symp. On Science, Technology and European Cultural Heritage, Bologna, Italy*. 1989.

Notas:

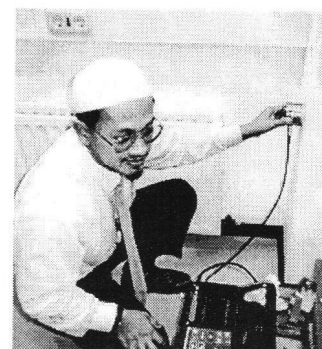
¹ Apund. M. Bonfil, Ramón. "Tan importante como conocer las tendencias de la restauración de monumentos y sus finalidades, es el saber las causas a las que se debe la necesidad de restaurar éstos, es decir, cuáles son los elementos que hacen que un edificio, un monumento en este caso, se deteriore o envejezca, al grado de que sea necesario realizar las intervenciones... El conocimiento de estas causas, nos permitirá en su momento buscar las soluciones más adecuadas en cada paso particular". *Apuntes sobre restauración de monumentos, cultura mexicana*. México: 1971. Cap. VI p. 71-83.

² Apund. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. *Tratamiento y conservación de la piedra en los monumentos*. Gráficas Arias Montano, España: 1994, p.9.

³ Cfr. Architecture. USA: noviembre 1997, p. 142-149.



El uso de radares, sonares, rayos-x fibra óptica, termografía, etcétera, han venido a agilizar y a determinar con mayor rapidez y eficacia la construcción y consistencia de los elementos de una estructura, y lo más importante es que no efectúa daño alguno en los mismos.



Un especialista en evaluación no destructiva examina las condiciones de una columna.



En esta imagen se muestra el resultado de las pruebas que el radar reportó del edificio ubicado en la Universidad de Princeton.