

# ABC de la patología estructural

Ingeniero Jairo René Niño Hernández.  
Gerente General, PARAMETRO S.A.S



↑ Daño estructural.  
ARCHIVO PROCEMCO

**El concreto reforzado es el material** más utilizado en el mundo para la construcción de estructuras por su versatilidad, resistencia y durabilidad. No obstante, también presenta daños (patologías) que deben ser analizados y diagnosticados para establecer la causa más probable, que lleve a plantear una alternativa de rehabilitación que lo devuelva a sus condiciones de desempeño iniciales o nuevas condiciones, según el caso.

Las anteriores actividades hacen parte de lo que se conoce como la patología estructural, que no es más que una investigación científica en que se tiene un problema, se determinan unos objetivos que conduzcan a solucionarlo y una hipótesis que deberá demostrarse mediante la ejecución de una serie de pasos –que profundizaremos adelante– para realizar finalmente un análisis estructural que permita llevar a la estructura a la condición deseada de uso.

La secuencia general de pasos a seguir es la siguiente:

1. Recopilación y análisis de la información existente de la estructura.
2. Inspección visual de la estructura afectada.
3. Auscultación, mediciones y exploración de la estructura.
4. Toma de muestra y ensayos.
5. Análisis de los resultados de los ensayos.
6. Evaluación estructural.
7. Propuesta de rehabilitación.

## 1. Recopilación y análisis de la información existente de la estructura

Es muy importante disponer de la mayor cantidad posible de información de la estructura que se evaluará, ya que esto va a permitir un mejor criterio ingenieril en adelante para diferentes determinaciones durante el proceso. Información valiosa sería la siguiente:

- Planos estructurales (diseño y *as built*).
- Memoria de cálculo estructural.
- Libros de obra.
- Estudios de suelos.
- Registros de control de calidad del concreto y el acero.

Ahora bien, es común que, por múltiples razones, no se disponga de la totalidad de esta información, lo cual exigirá mayor cantidad de trabajo de campo: por ejemplo, levantamiento de las dimensiones de los elementos y determinación de la cantidad y calidad de los materiales que los componen, lo que representa mayores costos y más tiempo en el trabajo de la patología estructural.

## 2. Inspección visual de la estructura afectada

Es muy importante realizar una visita a la estructura y efectuar en ella una inspección de las patologías presentes.

Este levantamiento debe realizarse en forma estructurada, para no omitir información que puede ser valiosa en el diagnóstico, por lo que se recomienda que el experto utilice algún formato de recopilación de información primaria.

### 3. Auscultación, mediciones y exploración de la estructura

Esta actividad es de suma importancia, ya que permite al patólogo tomar información de primera mano sobre los daños que presente la estructura. Con ella deben localizarse las diferentes patologías presentes tanto en ubicación como en medidas (longitud, profundidad) acompañadas de una descripción del daño encontrado y su gravedad.

Junto a otras actividades posteriores, el especialista podrá ir viendo la tipología de daños y las causas más probables.

### 4. Toma de muestra y ensayos

Es importante valorar la calidad del concreto y el acero de refuerzo existente en la estructura, bien sea para compararla con lo determinado en el diseño o para establecer sus reales propiedades en el sitio.

Esto se cumple mediante técnicas modernas de diagnóstico, entre ellas los ensayos destructivos (DT) y los no destructivos (NTD), que deben aplicarse de acuerdo con las normas vigentes y mediante prácticas correctas, evitando sesgos y malas interpretaciones de los resultados. Los ensayos arrojan valiosa información que permite medir la verdadera calidad del concreto reforzado presente en la estructura ya construida, con el fin de determinar si es necesario rehabilitarla para llevarla a las condiciones de trabajo a las cuales está expuesta.

Cabe resaltar que el ACI 318 contempla la evaluación y aceptación del concreto, pero también se encarga de la investigación de los resultados de ensayos con baja resistencia, para lo cual permite realizar ensayos de núcleos extraídos de la zona correspondiente, de acuerdo con ASTM C 42M *Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete*. En esos casos deben tomarse tres núcleos por cada resultado del ensayo de resistencia que sea menor al valor especificado  $f'_c$ .

Sin embargo, la extracción de núcleos no es la única técnica que se utiliza para determinar la calidad del concreto reforzado *in situ*, pues hoy en día se complementa con ensayos como los siguientes:



↑ Extracción de núcleo de concreto. SHUTTERSTOCK - THEERA DISAYARAT

- Esclerómetro.
- Ultrasonido.
- Resistividad.
- Permeabilidad *in situ*.
- Radares.
- Carbonatación.
- *Pull Off*.
- Petrografía.
- Maduración.
- Pruebas de carga.

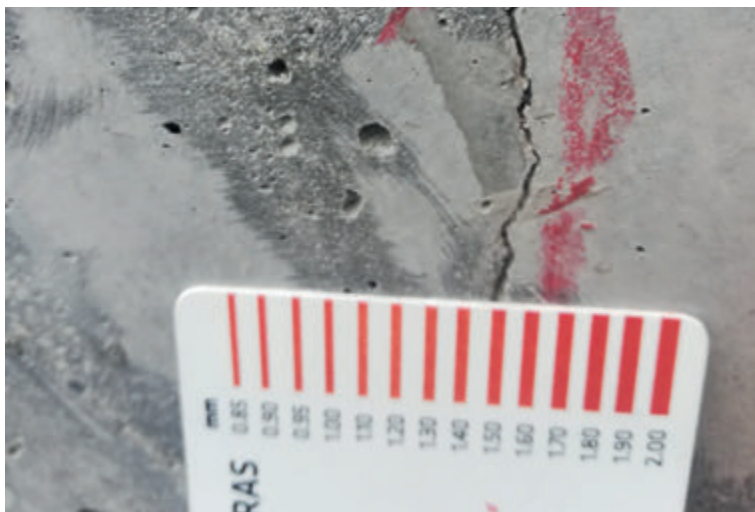
Algunos errores que se cometen en esta fase del estudio son el criterio incorrecto de selección de los ensayos, como también la aplicación inadecuada de los mismos, cuando se utilizan para propósitos diferentes.

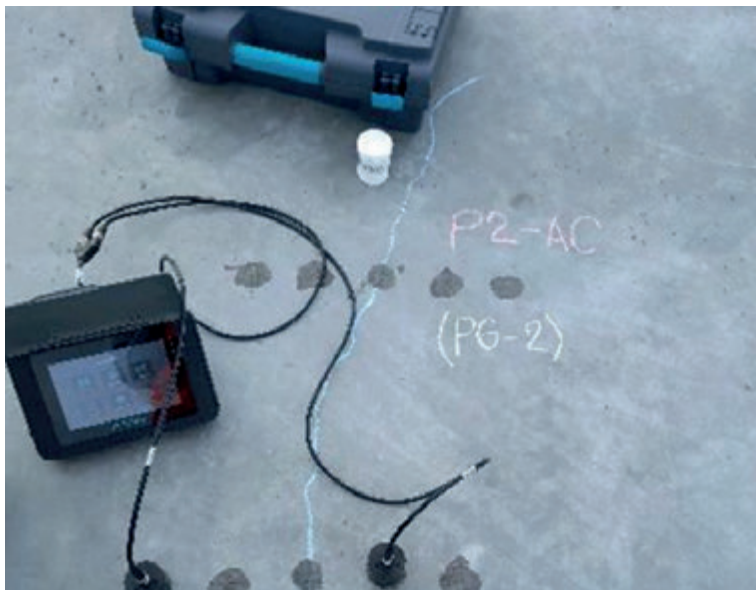
También, con frecuencia se desconoce que es posible utilizar algunos ensayos para propósitos que van más allá del inicial: por ejemplo, el ensayo del ultrasonido aplicado para determinar la profundidad de las fisuras.

### 5. Análisis de los resultados, daños encontrados e información existente

Allegada toda la información del paciente –la estructura enferma con presencia de patologías, es decir mapeo de los daños, configuración estructural, análisis de la información existente y resultados de los ensayos ND y NDT– el patólogo, acompañado de su equipo de especialistas (geotécnico, estructural, especialista en materiales, arquitecto, topógrafo, etc.), determina la causa más probable que originó el problema en la estructura, lo cual les permitirá enfocarse en una solución de rehabilitación para llevar la estructura a condiciones de uso adecuado en resistencia, en durabilidad y muchas veces en aspecto.

↓ Daño estructural. ARCHIVO PROCEMCO





↑ Ensayo de ultrasonido para medir profundidad de fisuras.  
CORTESÍA JAIRO NIÑO

## 6. Evaluación estructural

Si el análisis realizado a través de todo el proceso de una investigación patológica concluye que los daños presentes comprometen la estabilidad estructural, el último paso antes de plantear las alternativas de rehabilitación es elaborar un modelo estructural que permita comparar la estructura en sus condiciones actuales (dimensiones, cantidad y calidad del concreto y el acero de refuerzo) con los requisitos de la normativa vigente, y de esta manera identificar, por ejemplo, elementos sobreesforzados que van a exigir ser reforzados para que cumplan adecuadamente las cargas de diseño.

Esta evaluación estructural también es válida para otro tipo de estudios, que no necesariamente responden a que la estructura presente patologías. También se debe realizar cuando sea necesario un estudio de vulnerabilidad de la estructura, por ejemplo, ante sismos, por cambio de normativa o porque lo exige un nuevo uso para la edificación.

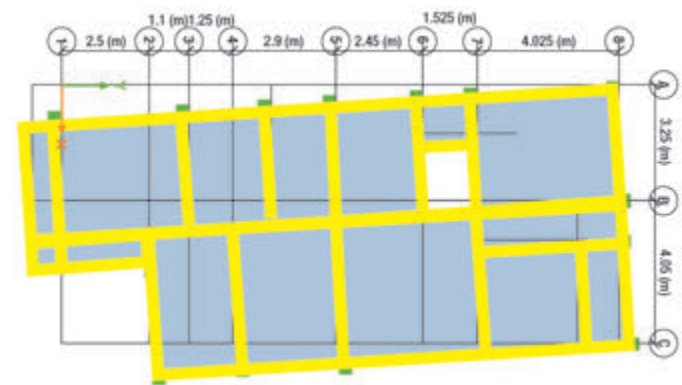
En estos casos, con frecuencia es necesario cumplir algunos pasos del proceso descrito, como pueden ser el levantamiento de dimensiones de la estructura y la determinación de la calidad y cantidad de los materiales presentes en ella. El resultado puede conducir, igualmente, a un reforzamiento estructural.

## 7. Propuesta de rehabilitación

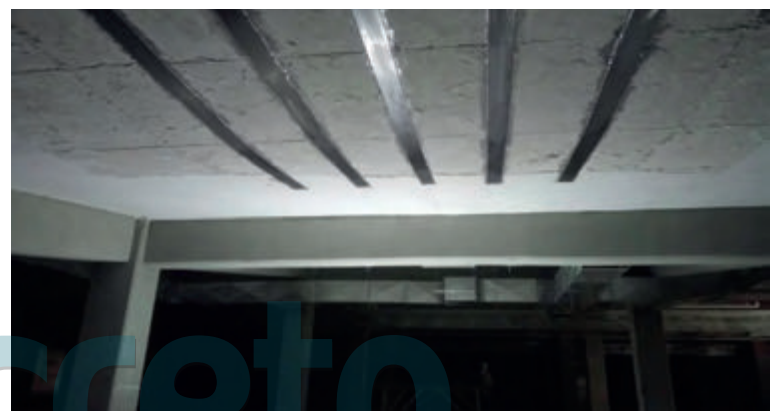
Con base en el diagnóstico realizado por el patólogo en conjunto con sus especialistas, se procede por último a determinar la o las propuestas técnicas y económicamente viables para rehabilitar la estructura.

Dependiendo del daño, gravedad, tipo de edificación y compromiso de los elementos estructurales, existen varias técnicas para conducir la estructura a su estado deseado. Entre las más usuales están:

- Remodelación o renovación.
- Preservación o mantenimiento.
- Restauración.
- Reparación.
- Rehabilitación.
- Reforzamiento.
- Reconstrucción.



↑ Modelo estructural.  
CORTESÍA JAIRO NIÑO



↑ Reforzamiento con fibras de carbono.  
CORTESÍA EK4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En algunos casos —y debido con frecuencia al grave estado de la estructura o al alto costo de su rehabilitación— es necesario amputar o demoler la estructura parcial o totalmente.

Esta debe ser, sin embargo, la última instancia, una vez realizado un adecuado estudio de patología estructural, pues el mayor reto siempre debe ser encontrar una manera técnica y económica de rehabilitar con acierto la estructura.

## Conclusión

La patología estructural es un riguroso proceso de investigación científica, el cual debe contemplar todos los pasos descritos en el presente documento, y debe ser dirigido por un profesional experto en la patología de concreto reforzado.

Es muy importante recalcar que existen técnicas actuales para el levantamiento de daños y ensayos a los materiales, que deben ser aplicadas de acuerdo con la normativa y analizadas con el máximo criterio ingenieril por el patólogo y su grupo de expertos, dependiendo del problema presentado por la estructura. Pero siempre deben estar orientados a encontrar la causa más probable del problema, para que se pueda establecer una solución de rehabilitación técnica y económicamente viable que lleve la estructura al nivel de uso adecuado, según los requisitos de operación y en cumplimiento de la normativa vigente.

Por último, es importante atender que un buen estudio de patología estructural suele llevar a plantear soluciones a los problemas presentes, y evita caer en simplismos como la decisión de demoler sin haber realizado una investigación adecuada, como la que hoy en día nos permite la Ingeniería.



EUCLID CHEMICAL  
**TOXEMENT**

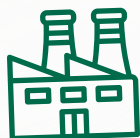
# ¡REPARE FÁCIL Y RÁPIDO! CON VERSASPEED SSL

- ◆ Fácil y rápida colocación en la reparación de estructuras y losas de concreto.
- ◆ Consistencia semifluida.
- ◆ Rápido endurecimiento y baja retracción.
- ◆ Desarrolla una resistencia de 21 Mpa en 3 horas.



**¡PERMITE EL TRÁFICO LIGERO  
EN UNA HORA!**

## REPARACIONES EN:



Industria



Instituciones



Parqueaderos



Puentes y muelles

Obras de infraestructura, entre otros.

Ver video



WWW.TOXEMENT.COM.CO



### OFICINA PRINCIPAL

• Tocancipá: (601) 869 8787  
• Whatsapp: 310 241 8545

### OFICINAS NACIONALES

• Medellín: (4) 448 0121. • Cali: (2) 524 2325. • Barranquilla: (5) 380 8033.  
• Bucaramanga: (7) 697 0201. • Cartagena: (5) 652 6231.