

Original

# Detección de daño en vigas de hormigón pretensado mediante el método de curvatura de la elástica

*Damage detection of prestressed concrete beams by the method of curvature of the elastic*

Germán D. Ercolani<sup>a,b</sup>, Néstor F. Ortega<sup>a,c,\*</sup> y Daniel H. Felix<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina

<sup>b</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

<sup>c</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 5 de octubre de 2016; aceptado el 23 de septiembre de 2017

## Resumen

En el momento de inspeccionar y garantizar la seguridad de una estructura existente es importante contar con técnicas adecuadas que permitan detectar la presencia de daño en la misma. En el presente trabajo se estudia el método de curvatura de la elástica, aplicado específicamente a la detección de fisuras por flexión en vigas de hormigón pretensado, tipología ampliamente utilizada en puentes carreteros. Los estudios se realizaron sobre un conjunto de modelos tridimensionales, mediante el método de los elementos finitos. Se realizaron distintos análisis de sensibilidad que permitieron determinar con éxito los distintos parámetros requeridos por el método de curvatura de la elástica en el momento de ser llevado a la práctica.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**Palabras clave:** Hormigón pretensado; Detección de daño; Fisuras; Elementos finitos; Elástica

## Abstract

At the time of inspecting and ensuring the safety of an existing structure, it is important to have proper techniques to detect the presence of damage in that structure. In this work, a study is made of the method of curvature of the elasticity, applied specifically to the detection of bending cracks in pre-stressed concrete beams, a typology widely used in highway bridges. The studies were performed on a set of three-dimensional models, using the finite element method. Different sensitivity analyses were carried out to determine, successfully, the required parameters for the implementation of the method of curvature of the elasticity in practice.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Keywords:** Pre-stressed concrete; Damage detection; Cracks; Finite elements; Elasticity

## 1. Introducción

Las patologías que pueden presentar las estructuras de hormigón pretensado son variadas, no obstante, al igual que en toda estructura de hormigón, la manifestación más corriente de las mismas es a través de la aparición de fisuras. Esto ha dado lugar

a numerosos estudios acerca de la fisuración del hormigón pretensado en distintas edades del mismo y por diversas causas [1,2,3].

Si bien, en muchos casos, una estructura de hormigón que presenta fisuras, puede igualmente cumplir su función estructural, dependiendo del grado de avance del daño y la velocidad de extensión del mismo; la sola presencia de las mismas merece la atención, ya que pueden significar un riesgo potencial para la seguridad de la estructura. Además, en una estructura de

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [nfortega@criba.edu.ar](mailto:nfortega@criba.edu.ar) (N.F. Ortega).

<https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.09.002>

0439-5689/© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

hormigón armado o pretensado inicialmente fisurada, las mismas facilitan el ingreso de agentes corrosivos que pueden alcanzar al acero, con el agravante, en el caso del acero de pretensar, que el mismo es mucho más sensible a la corrosión que el acero de armar, al trabajar a tensiones mucho más elevadas, ya que para el mismo valor de pérdida de sección, la disminución en su resistencia resulta mucho más traumática, pudiendo llegarse a una falla progresiva de los cables de pretensado [4,5].

Dentro de las distintas patologías que pueden presentar las estructuras de hormigón pretensado, en este trabajo, se estudian aquellas que se manifiestan a través de típicas fisuras de flexión.

Las fisuras por flexión que aparecen en condiciones de servicio, en la cara inferior del elemento estructural, son fisuras verticales, normalmente de altura creciente hacia el centro de la luz. El ancho de las mismas es variable, cerrándose hacia la parte superior. Son varias las causas que pueden dar origen a la aparición de estas fisuras, encontrándose entre las más frecuentes la pérdida en la fuerza de pretensado que se da con el paso del tiempo, posibles excesos en las solicitaciones de servicio, defectos constructivos y asentamientos diferenciales en estructuras hiperestáticas, entre otras [6]. Dichas causas pueden darse en forma individual o bien combinadas entre sí, agravando la situación.

Una particularidad en las estructuras de hormigón pretensado, respecto al hormigón armado, es que en el caso de las primeras, la acción del pretensado tiende a mantener a las fisuras cerradas, una vez que la causa que las originó ha desaparecido. Esto dificulta incluso las inspecciones visuales de la estructura como primer diagnóstico general. De esta manera, surge la necesidad de desarrollar y/o validar métodos que permitan inspeccionar el estado de la estructura en cuestión con la finalidad de, primero detectar la presencia de daño, luego localizarlo y en lo posible cuantificarlo, con el objetivo de tomar posteriores medidas de intervención.

En este trabajo, se evalúa la aplicabilidad de un método de detección de daño que llamaremos método de curvatura de la elástica (MCE), sobre vigas de hormigón pretensado y las consideraciones a tener en cuenta, a fin de detectar posibles fisuras discretas presentes en las mismas. Este método presentado en el año 1991 por Pandey et al. [7] se ha aplicado con éxito en diversos tipos de estructuras. En el trabajo presente, el método es aplicado a partir de desplazamientos obtenidos en forma estática [8,9,10,11] [12], aunque también puede ser aplicado a partir de desplazamientos obtenidos para excitaciones dinámicas de la estructura [7,13,14].

El objetivo planteado en este trabajo, fundamentalmente es profundizar en cuestiones que tienen que ver con la aplicación del método en la práctica, para lo cual se realizaron diversos análisis de sensibilidad, tales como densidad de mediciones necesarias y precisión de las mismas, entre otras que se

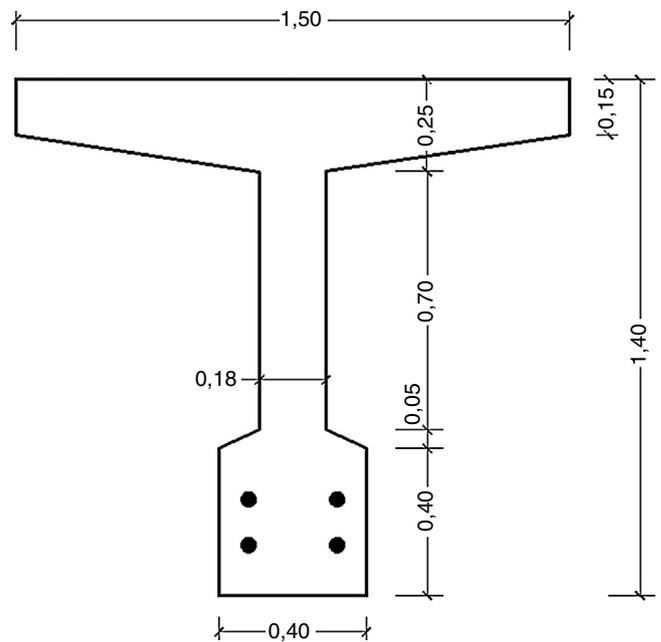


Figura 2. Sección transversal de la viga en la zona central de la luz.

comentan en las siguientes secciones. Para ello, se modeló mediante el método de los elementos finitos, una viga típica de un puente de hormigón pretensado, simplemente apoyada, de sección tipo T. En primer lugar, se modeló y analizó la viga no fisurada y luego se introdujo una fisura discreta, en la zona inferior de la misma, en distintas posiciones de su longitud y con profundidades variables. Un detalle de la misma puede observarse en las figuras 1 y 2. Posteriormente, se aplicó el MCE con el fin de validarlo, y de determinar su eficacia para detectar, localizar y cuantificar la presencia de daño.

Cabe mencionar que el modelo analizado se proyectó de acuerdo a la norma CIRSOC 201 [15] la cual está fuertemente inspirada en la norma norteamericana ACI 318 [16].

## 2. Características del modelo

La modelización numérica de la estructura en estudio queda definida mediante la geometría, las propiedades mecánicas, los estados de carga y la configuración del estado de fisuración.

### 2.1. Geometría

Se trata de una viga simplemente apoyada, de sección tipo T, con cuatro cables rectos adherentes. Las características geométricas de la viga con sus dimensiones se ilustran en las figuras 1 y 2.

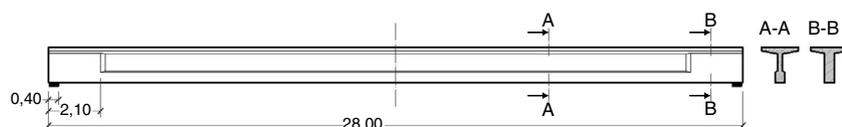


Figura 1. Vista lateral y secciones de la viga.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/6747299>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/6747299>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)