



**POLITÉCNICA**



Grupo de Ingeniería Estructural  
Group of Structural Engineering  
**Boletín de Información. Newsletter**

**IngStruct Newsletter**  
**Issue 3, April 2013**

<http://ingstruct.mecanica.upm.es>

El Grupo de Ingeniería Estructural es un grupo de investigación oficialmente reconocido de la Universidad Politécnica de Madrid. Sus miembros pertenecen mayoritariamente al departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

*The Group of Structural Engineering is an official research group of the Technical University of Madrid, Spain. Most of its members belong to the department of continuum mechanics and structures of the school of civil engineering.*

#### Contenidos. Contents

Message from the Chair.....	1
Research highlights.....	2
Events.....	5
Recent phd defenses.....	5
Handbooks.....	5
The Group.....	5

#### Carta del director del grupo

Han transcurrido dos años desde la primera publicación de este boletín del Grupo de Investigación. En este corto periodo de tiempo son importantes los cambios que se están produciendo en la Universidad, algunos de los cuales ya se habían empezado a producir. Son momentos complicados para nuestra comunidad universitaria. En parte, como consecuencia de los problemas económicos por los que atraviesa el país, pero también por los problemas asociados a la implantación de los nuevos planes de estudio y las correspondientes titulaciones, duplicadas en muchos casos, creación de centros de investigación en poco tiempo, así como el nacimiento de escuelas de doctorado y la modificación de los programas de doctorado. Son muchas las transformaciones que se están produciendo en una universidad relativamente joven, pero con centros de reconocido prestigio, particularmente en la formación de profesionales en el mundo de la ingeniería, cuya antigüedad supera en algunos casos los doscientos años.

El Grupo ha continuado trabajando en estudios de la fatiga de elementos estructurales de hormigón y en problemas de interacción dinámica vehículo-vía en zonas de transición en líneas de ferrocarril de alta velocidad. Otra línea de investigación está relacionada con la generación de un algoritmo numérico para el diseño de perfiles óptimos en elasticidad. Próximamente algunos integrantes del Grupo comenzarán a trabajar en el análisis del comportamiento de estructuras de hormigón frente a impactos, proyecto financiado por el Plan Nacional

I+D+i.

El Grupo mantiene relaciones con otras Universidades europeas. Desde principios de 2012 el Profesor Carlos Zanuy realizó una estancia de ocho meses en el Instituto de estructuras de hormigón de la Universidad Técnica de Dresde. El pasado mes de septiembre, el doctorando Alejandro de Miguel se desplazó a la Facultad de Ingeniería de Oporto donde está desarrollando su tesis doctoral. A partir del próximo mes de mayo, el doctorando Juan Manuel Gallego efectuará una estancia en la Escuela Politécnica Federal de Lausana.

Finalmente, es grato para mí dar la bienvenida al Profesor Titular de Universidad, Iván Muñoz, como nuevo miembro de nuestro Grupo de Investigación.

Pablo de la Fuente Martín  
Profesor Titular de Universidad  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

#### Message from the Chair

*Two years have already passed since the publication of the first bulletin of our research group. Important changes have been taking place at the University for this period, some of which had already begun. Present time is being rather complicated for our community. This is in part due to the economic problems that we are living in our country, but also because of those related to the implantation of new curricula and studies according to the Bologna process, often leading to duplicated degrees, attempts to create new research centres in a short time, birth of doctorate schools and modification of doctorate programs. Maybe too many changes for a university with a long tradition (over two centuries in some centres) in educating highly qualified engineering professionals in a determined way.*

*The Group is currently working on topics such as fatigue of structural concrete, dynamic vehicle-track interaction at transition zones of high-speed railways, or optimal generation of numerical algorithms for design in elasticity. In short, we will*

*begin a new project funded by the national research program on the behaviour of concrete structures under impact loading.*

*The Group is supporting relationships with other European Universities. In 2012 Dr. Carlos Zanuy carried out an eight-month stay at the Institute of Concrete Structures of the Technical University of Dresden, Germany. Since September 2012, Mr. Alejandro de Miguel is working on his doctoral thesis at Faculty of Engineering of the University of Porto, Portugal, and in June 2013 Mr. Juan Manuel Gallego will start a stay at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland.*

*Finally, it is a pleasure for me to welcome Mr. Iván Muñoz Díaz as new associate professor in our Group.*

Pablo de la Fuente Martín  
Profesor Titular de Universidad  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## INVESTIGACIONES. RESEARCH HIGHLIGHTS

### Estudio de la interacción dinámica vehículo-vía en zonas de transición de líneas de alta velocidad

La implantación de líneas de alta velocidad en diversos países europeos y de otras partes del mundo, hace que este tipo de estudio adquiera una importancia especial, debido a la elevada degradación que las vías férreas sufren en las zonas de transición.

El análisis de diversos factores como: el contacto rueda-carril, variación de la rigidez vertical de la vía, influencia del tipo de convoy, deformaciones debidas a efectos de consolidación, leyes constitutivas del balasto, etc. facilita la comprensión del fenómeno de degradación, experimentado por las vías en estos puntos críticos.

El doctorando Alejandro de Miguel, en colaboración con "Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto", está desarrollando su Tesis Doctoral en este campo, estudiando modelos simplificados de elementos finitos en 2-D, correspondientemente validados con modelos más complejos en 3-D, que permiten predecir de una manera eficiente y lo más aproximada posible el efecto de degradación.

Estos modelos predictivos tendrán dos funciones principales: por un lado, tener un conocimiento más certero de las zonas de transición en las líneas de alta velocidad ya existentes, y por el otro proporcionar una herramienta que ayude a mejorar el diseño de las vías de futura construcción.

*Study of vehicle-track dynamic interaction in transition zones of high speed lines*

*The development and construction of high speed lines in the European countries as well as other countries around the World, has given special importance to the study of vehicle-track interaction in transition zones due to the great degradation that is observed in these places.*

*The study of different factors such as wheel-rail contact, vertical stiffness variation of the track, influence of kind of train, deformations due to consolidation effects, constitutive laws for ballast layer, etc., make it possible to understand the degradation phenomena experimented by tracks in these critical zones.*

*Alejandro de Miguel, in collaboration with "Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto", is doing his PhD thesis in this field, applying for that matter simplified 2-D finite element models (already validated by means of more complex 3-D models), which allow to predict, in an efficient and approximate way, the degradation effect.*

*These predictive models have two main purposes: on the one hand, to facilitate a more comprehensive understanding of transition zones in high speed lines; on the other hand, to provide an analysis tool that helps to improve the design of the future construction tracks.*

#### **Technical data**

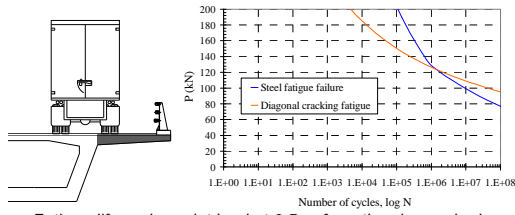
*Title: Study of the dynamic soil-structure interaction in the frequency domain*

*Participants: P. de la Fuente, A. de Miguel.*

*Period: Since 2009.*

### Fatiga por cortante de elementos de hormigón armado sin armadura transversal

La modelización del fallo por cortante en elementos de hormigón armado sin cercos es un reto importante que hasta ahora no ha sido resuelto. La formación de una fisura diagonal por inclinación de fisuras de flexión pre-existentes y su posterior propagación hacia la cabeza de compresión por un lado, y al apoyo por otro, es un proceso mecánico que no se puede estudiar con modelos simplificados con formato de curvas S-N. En el marco de la tesis doctoral de Juan Manuel Gallego, se está desarrollando un modelo físico, en el cual se tienen en cuenta aspectos de ingeniería estructural en combinación con conceptos de propagación de fisuras de Mecánica de Fractura. Asimismo, se está desarrollando una campaña experimental en elementos que reproducen el voladizo lateral de la sección transversal de puentes de carretera. Esos elementos estructurales se ejecutan normalmente sin disponer cercos y además están sometidos a un alto número de ciclos de carga del tráfico.



Fatigue life under point load at 0.5 m from the clamped edge

### Shear fatigue of reinforced concrete elements without shear reinforcement

Modelling the shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without stirrups is a challenging task, which still remains unsolved. The formation of a diagonal crack from inclination of existing flexural cracks and the progressive propagation to the compression zone of concrete and, simultaneously, to the support, is a mechanical process that cannot be studied by means of simplified S-N-based models. The phd thesis of Juan Manuel Gallego includes the development of a mechanical model. Such a model combines concepts from structural engineering and aspects of crack propagation from the field of fracture mechanics. In addition, an experimental campaign is being carried out on elements reproducing the lateral cantilever of the cross-section of roadway bridges. Such elements are usually designed without transverse reinforcement and are subjected to a high number of load cycles from traffic.

#### Technical data

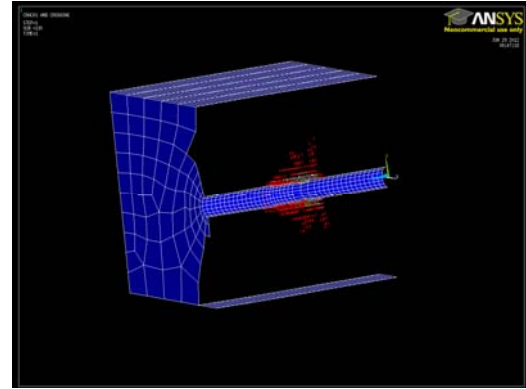
**Title:** Shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without stirrups

**Participants:** L. Albajar, C. Zanuy, J.M. Gallego

**Period:** Since 2010.

### Adherencia entre el hormigón y la armadura con tracción transversal

El confinamiento del hormigón en el contacto con la armadura es responsable del comportamiento de la adherencia entre ambos materiales. Una situación crítica, pero no infrecuente en aplicaciones estructurales, sucede cuando el contacto está sometido a tracción transversal o incluso fisuración longitudinal. En ese caso, El confinamiento varía tanto longitudinal como circunferencialmente. Ello obliga a usar modelos tridimensionales si se quiere tener en cuenta la diferente contribución de las distintas zonas del contacto al comportamiento global. Se ha desarrollado un modelo de elementos finitos en Ansys con el que se puede entender la influencia de la tracción transversal en el comportamiento de la adherencia. Este trabajo ha sido desarrollado durante la estancia de investigación de Carlos Zanuy en la Universidad Técnica de Dresde. Los resultados aparecerán publicados en breve en la revista Structural Concrete.



### Bond between concrete and reinforcement under transverse pressure

The confinement at the steel-concrete interface is responsible for the bond-slip behaviour. A critical situation, which is rather usual in structural applications, arises when the interface is subjected to transverse tension or even longitudinal cracking. In this case, the confinement varies both longitudinally and circumferentially. Therefore, 3-D models are necessary to properly account for the uneven contribution of steel-concrete regions to the whole bond strength. A finite element model has been implemented into the Ansys software in order to understand the influence of transverse tension on the bond-slip behaviour. The work was carried out during the stay of Dr. Zanuy at the Technical University of Dresden. The results have been published in the journal Structural Concrete.

#### Technical data

**Title:** Modelling of bond between concrete and reinforcement under transverse tension

**Participants:** C. Zanuy; Institute of Concrete Structures TU Dresden

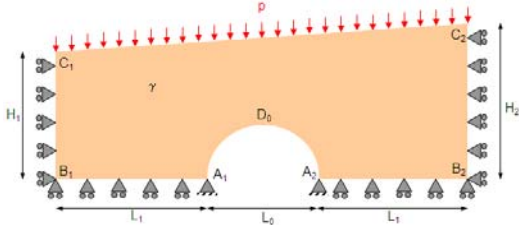
**Funding:** Spanish Ministry of Education

**Period:** 2011-2012.

### Diseño óptimo en elasticidad

El objetivo de esta investigación es generar un algoritmo numérico para el diseño automático de perfiles óptimos en elasticidad. Uno de los métodos más eficaces en optimización consiste en aplicar un algoritmo de descenso en el que, de forma iterativa, se van modificando los diseños siguiendo el gradiente de una cierta función coste. La principal dificultad a la hora de aplicar el método es el cálculo del gradiente de esta función coste, puesto que requiere la solución de las ecuaciones de la elasticidad para evaluar el rendimiento de cada perfil. Los gradientes pueden ser calculados de varias formas pero en general el método más eficaz es el conocido como método adjunto que reduce el problema a la solución de un nuevo sistema obtenido por linealización del sistema de la elasticidad. En esta investigación se proporciona una metodología

sistemática para la solución de este tipo de problemas con diferentes funciones objetivo. El método se aplica al cálculo de perfiles para túneles que repartan de manera uniforme las tensiones tangenciales en la superficie evitando la presencia de zonas de mayor fatiga.



### Optimal design in elasticity

The main objective is to develop a numerical algorithm for the optimal design in elasticity problems. Typically, optimization is achieved by means of an iterative process which requires the computation of gradients of the objective function with respect to design variables. Gradients can be computed in a variety of ways, although adjoint methods are the more efficient ones. These methods reduce the gradient calculus to solve a new system obtained by linearization of the original elasticity system. In this research the adjoint method is introduced in a systematic way to solve this type of problems and an illustrative simple example, namely the finding of an optimal shape tunnel vault immersed in a linearly elastic terrain, is considered.

#### Technical data

**Title:** Optimal design in elasticity

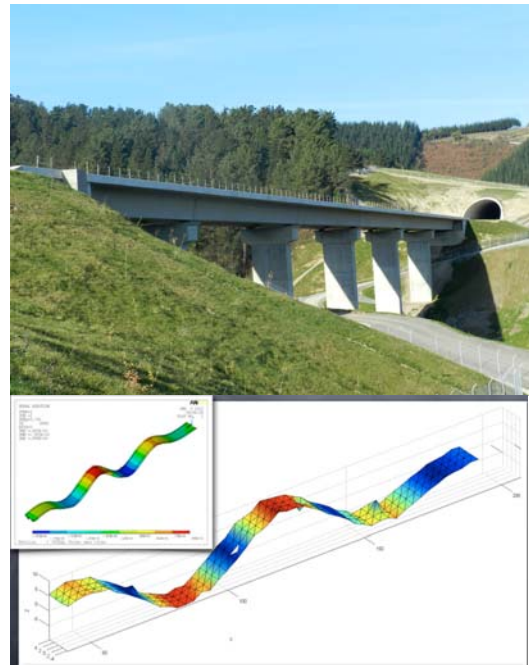
**Participants:** J. García-Palacios, A. Samartín and C. Castro

**Period:** 2011-2013.

Ensayos dinámicos de bajo coste para el mantenimiento de puentes sometidos a cargas ambientales no controladas, utilizando sensores inalámbricos

Durante el desarrollo del proyecto "Ensayos dinámicos de bajo coste para el mantenimiento de puentes sometidos a cargas ambientales no controladas, utilizando sensores inalámbricos" dentro del Programa Nacional de Cooperación público-privada. Orden FOM/3864/2008 con referencia P8/08 que finalizó el 20 de Diciembre de 2012 se han cumplido diferentes objetivos, de los cuales se resaltan los más importantes: (1) Consolidación de un sistema de adquisición de datos basado en tecnología inalámbrica para el análisis modal operacional en puentes de carretera, escalable y sincronizado; (2) Publicaciones en congresos y revistas de relevancia de los resultados prácticos alcanzados en el proyecto y de la investigación científica desarrollada por el equipo; (3) Validación

exitosa del sistema propuesto, con diversos ensayos dinámicos para la obtención de parámetros modales en puentes de carreteras y ferrocarril, (4) Cooperación bilateral con las empresa grandes y medianas que forman el consorcio de participación en este proyecto, (5) Organización de una Jornada Técnica para la difusión de los avances del proyecto con más de 200 participantes de diferentes entidades del ámbito privado y público.(6) Obtención de una patente de explotación para la localización automática de sensores. (7) Desarrollo de un sistema de sincronización inalámbrica con 120 nano segundos de precisión publicado en el IEEE. (8) Automatización de la interpretación del Análisis Modal Operacional reduciendo la intervención humana. (9) Verificación del sistema en 7 puentes de carretera y uno de ferrocarril de alta velocidad, todos ellos medidos únicamente con la actuación de cargas medioambientales no controladas.



#### Technical data

**Title:** Low-cost ambient vibration dynamic testing for bridge maintenance, using wireless sensors

**Participants:** A. Samartín, J. García Palacios

**Funding:** Spanish ministry for public works

**Period:** 2009-2012.

### Sistema integral de monitorización estructural de Edificios basado en Tecnologías Holísticas (SETH)

Este proyecto, concedido dentro del subprograma Innpacto 2012 va a implementar las técnicas de monitorización estructural a la edificación para el seguimiento evolutivo de la misma. Se hará especial hincapié en la obra en construcción y en la afectada por construcciones cercanas. Se evaluará el método propuesto como sistema de alarma frente a



variaciones estructurales durante la fase de construcción. Asimismo, se medirá en zona sísmica para comprobar la respuesta real modal de la edificación para compararla frente al proyecto constructivo y el espectro esperado de respuesta en caso de sismo. Este proyecto se lleva a cabo con la participación de importantes empresas (Isolux-Corsam-Corviam, FCC y Geocisa), además de los centros de investigación de la UPM y el CSIC.

***Comprehensive Structural Health Monitoring system of buildings based on Holistic Technologies (SETH)***

*This project is being public financed within the framework of the Spanish INNPACT 2012 research program. In this project it is intended to extend the SHM techniques, already applied by the research team, to other structures as buildings. The results of this research are expected to be used as an early alarm system for already existing buildings. For example: (1) Under hazards of nearby constructions, (2) buildings located in seismic zones in order to identify their actual eigenvalues and eigenmodes to be used, instead of the computed ones, for a more realistic seismic analysis of these buildings. The project is carried out with the participation of important Spanish construction companies (Isolux-Corsam-Corviam, FCC and Geocisa), as well as research institutions as UPM and CSIC.*

***Technical data***

***Title:*** Comprehensive Structural Health Monitoring system of buildings based on Holistic Technologies (SETH)

***Participants:*** J. García Palacios, A. Samartín

***Funding:*** Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. INNPACTO program

***Period:*** 2012-2015.

**EVENTOS. EVENTS**

**Congreso de Modelos Mecánicos para Ingeniería Estructural en Granada**

En el curso 2011-2012 se celebró la primera edición del Congreso de Modelos Mecánicos para Ingeniería Estructural organizado por la Universidad de Granada. En él se expusieron interesantes trabajos de investigación que se están desarrollando en universidades españolas y extranjeras, entre ellos algunos de nuestro grupo de investigación. El éxito de la primera edición ha animado a los organizadores a celebrar una segunda edición el año 2013 (<http://www.ugr.es/~tep190/2nd-CMMoST.html>).

***Congress Mechanical Models in Structural Engineering***

*In December, 2011 the first edition of the congress Mechanical Models in Structural Engineering was held at the University of Granada, Spain. It was a great opportunity to learn from different research works carried out by Spanish and international universities. Our research group took part with two oral presentations. The success of the first edition encouraged the organizers to go on with a second edition in 2013 (<http://www.ugr.es/~tep190/2nd-CMMoST.html>).*

**TESIS DOCTORALES.  
RECENT PHD DEFENSES**

- La tesis doctoral de Miguel Martín Stickle, dirigida por los profesores Pablo de la Fuente y Carlos Oteo, ha sido galardonada con el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid en 2012.

**LIBROS.  
HANDBOOKS**



Albajar L., Ascheim M, Carbonell J.F., Gil Martín L.M., Hernández Montes E., López D., Rodríguez Montero J., Vilchez F., Zanut C. (2011): *Problemas resueltos de elementos estructurales de hormigón armado y pretensado según EHE-08 y EC2*. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos,

Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones-Colección Escuelas. Madrid, España. ISBN 978-84-380-0447-0.

**EL GRUPO.  
THE GROUP**

***Members***

***Chair:***

- Pablo de la Fuente

***Faculty:***

- Luis Albajar

- Carlos Manuel Castro

- Jaime García Palacios

- Rafael Fernández Díaz-Munío

- Rubén Martínez Marín

- Juan Carlos Mosquera

- Iván Muñoz Díaz

- Avelino Samartín

- José Manuel Simón-Talero

- Luis Plaza

- Carlos Zanuy

*Research assistants:*

- Juan Manuel Gallego
- Alejandro de Miguel Tejada

***How to find us***

*Laboratory of Structures  
E.T.S. Ingenieros de Caminos, UPM  
c/ Profesor Aranguren 3, 28040 Madrid, Spain.*

***Contact by e-mail***

Carlos Zanuy: [czs@caminos.upm.es](mailto:czs@caminos.upm.es)