



POLITÉCNICA



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

**IngStruct Newsletter
Issue 4, April 2014**

<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.....	6
Handbooks.....	7
The Group.....	7

Carta del director del grupo

Al presentar esta cuarta publicación del Boletín del Grupo de Investigación, después de muchos meses de andadura, pienso que seguimos con ilusiones, posiblemente distintas de las que teníamos hace tres años, pero ilusiones en trabajar, enseñar, asesorar a nuestros alumnos en despachos y pasillos, estudiar e investigar, así como realizar diversas labores administrativas y de gestión en la Escuela de Caminos, labores que ocupan a varios miembros del Grupo de Investigación.

A los problemas relacionados con la adaptación a los nuevos planes de estudio, durante el último año el rectorado está diseñando una importante reestructuración de los departamentos de la universidad, cuyo número se reduce a la mitad. Casi en paralelo se pretende reorganizar al personal de administración que atiende a los departamentos. A continuación, posiblemente se reorganizarán otros servicios. Ídem, las pretendidas fusiones de centros proporciona otro elemento de incertidumbre, tanto en profesores como en personal de administración y servicios. Desafortunadamente, no ha desaparecido la problemática situación económica, como apuntaba en mi carta de 2013, por la que atraviesa nuestra universidad, y el país, en general. Las consecuencias, despidos de personal de administración y servicios, importante reducción en cuanto a prestaciones de profesores asociados, y contratados, en general, no convocatoria de vacantes, falta de promoción de jóvenes profesores. ¿Qué podemos ofrecer a un joven ingeniero con un buen expediente académico, que pretenda seguir una carrera universitaria?

En realidad, me agradecería mucho más comentar mis

problemas con la transformada rápida o más lenta de Fourier en algunos de los problemas que nos ocupan. Ojalá, que en un futuro próximo pueda referirme a cuestiones técnicas, más que a otras circunstancias. Aunque lentamente, continuamos instalando la torre de caída, lo que nos permitirá mejorar, a partir de ensayos y su interpretación, el conocimiento del impacto de rocas sobre vigas.

En las próximas semanas leerá su tesis doctoral Juan Manuel Gallego, dirigida por los profesores Carlos Zanuy y Luis Albajar.

El doctorando Alejandro de Miguel continúa su estancia en la Facultad e Ingeniería de Oporto. Posiblemente pueda leer su tesis doctoral durante el próximo año, lo que así deseamos.

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

Message from the Chair

Upon submitting the fourth issue of our newsletter, I can say that we keep on working with enthusiasm in teaching, advising students, studying, doing research, as well as in being actively involved in the management of our school.

Nevertheless, we must currently deal with some unpleasant circumstances. Besides challenges associated with the adaptation of study programs to Bologna system, our university is now involved in a comprehensive plan of reorganization which covers restructuring of departments, expected to be reduced to one half of current number, administrative staff and other services. A further reorganization of schools is also waiting thereafter.

Unfortunately, economic uncertainties which I referred to in my last year's message have not ceased, neither at the university nor in the country. Among the consequences, staff being fired, lack of recruitment of academic vacancies, or lack of promotion of young researchers.

I wish I can come back to the Fast or Discrete Fourier Transform and other technical problems in

the near future, rather than being involved in current circumstances. Nevertheless, we keep on working on the installation of a drop weight testing device in our lab, which will allow us to improve knowledge on the impact behaviour of structures. In the coming weeks our scientific assistant Mr. Juan Manuel Gallego will present his PhD thesis. As well, our scientific assistant Mr. Alejandro de Miguel continues his stay at the University of Porto and we hope that he will be able to present his PhD thesis in the next year.

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

INVESTIGACIONES. RESEARCH HIGHLIGHTS

Desarrollo de un sistema automático de monitorización inalámbrico para grandes presas (DAMAS)

Este proyecto con financiación pública del CDTI, y dirigido por la empresa Valoriza, pretende aplicar técnicas avanzadas de monitorización automatizada a la auscultación de presas, además de añadir las técnicas de monitorización dinámica de la salud estructural (Structural Health Monitoring) mediante cargas medioambientales (Operational Modal Analysis) para el conocimiento real del comportamiento estructural. En monitorización permanente esta técnica puede ser utilizada para estudiar el comportamiento evolutivo que puede relacionarse con el resto de parámetros medidos en la presa. El presente proyecto trata de evaluar el alcance de esta tecnología.



Automated wireless system for large dam monitoring (DAMAS)

This research project with CDTI public funding is developing a wireless automated monitoring system applied to large dams. The system will include all the possible parameters to monitor in the dam. The Project will also evaluate the capacity of Structural Health Monitoring (SHM) techniques using Operational Modal Analysis (OMA) to be applied in these structures. This technique would allow having a close approach to the real structural behavior of the

dam as well as its evolution during its live time span. It can be used as a quality parameter of the structural safety after extraordinary loads as a seismic event.

Technical data

Title: Automated wireless system development for large dam monitoring (DAMAS)

Participants: J. García Palacios, Iván Muñoz, David Santillán, A. Samartín,

Funding: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. CDTI

Period: 2013-2015.

Análisis dinámico de pasarelas peatonales

El Centro Tecnológico CARTIF en colaboración con la Escuela de Ingenierías Industriales (Universidad de Valladolid) y con el Grupo de Ingeniería Estructural ha instalado un nuevo sistema de monitorización de vibraciones en la pasarela peatonal Pedro Gómez Bosque de Valladolid. Se trata de una pasarela de banda tesa de 85 m de luz. El sistema registra la aceleración mediante 18 acelerómetros MEMs triaxiales distribuidos por la estructura, la temperatura ambiente y la velocidad y dirección del viento.

Una vez instalado el sistema, se ha implementado de la identificación continua de los parámetros modales mediante análisis modal operacional empleando el método SSI (Stochastic Subspace Identification) para la identificación en el dominio del tiempo, método que se ha impuesto en los últimos años por su eficacia en el análisis modal operacional/ambiental. Además, se está analizando el estado límite de servicio de vibraciones y de la influencia de los agentes externos (fundamentalmente la temperatura) en la estimación de las frecuencias naturales.



Dynamic analysis and vibration control of footbridges

The Research Centre CARTIF together with Escuela de Ingenieros Industriales (University of Valladolid) and the Structural Engineering Group have installed a new vibration monitoring system on the Pedro Gómez Bosque footbridge, sited in Valladolid. The structure is a stress-ribbon footbridge with a span of 85 m. This system measures continuously: the acceleration (using 18 triaxial MEMS accelerometers

distributed along the structure), the ambient temperature and the wind velocity and direction.

Once the system was installed, automated output-only modal parameter estimation has been implemented using the Stochastic Subspace Identification. This technique is generally considered to be the most powerful class of the known identification techniques for natural input modal analysis in the time domain. Additionally, the vibration serviceability of the structure is being assessed and the influence of environmental factors on the estimation of the natural frequencies is being analysed.

Technical data

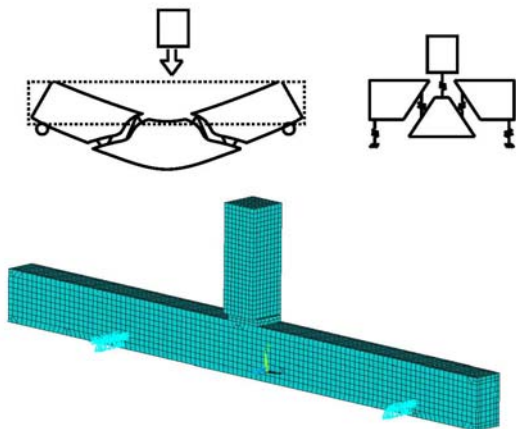
Title: Dynamic analysis and vibration control of footbridges

Participants: Iván Muñoz, J. García Palacios, Carlos Zanuy, Wang Caifeng

Period: Since 2011

Seguridad de estructuras de hormigón sometidas a impacto por caída de rocas

La caída de rocas es una situación accidental de considerable importancia en regiones montañosas y costeras. Para proteger las infraestructuras e instalaciones urbanas y rurales, se pueden disponer de estructuras de protección, como galerías o muros de hormigón. El dimensionamiento de estos elementos se hace siguiendo modelos empíricos, pero es necesario un conocimiento más profundo del comportamiento resistente del hormigón estructural sometido a impactos. El presente proyecto trata de mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de las estructuras de hormigón sometidas a impacto. La primera etapa del proyecto ha consistido en la elaboración de dos tipos de modelos: modelos numéricos de elementos finitos en el marco del programa Ansys LS Dyna, y modelos simplificados de tres grados de libertad. La siguiente fase del proyecto incluirá la realización de ensayos de impacto con un equipo de torre de caída.



Safety of concrete structures subjected to rockfall impact

Rockfall events have a considerable importance in mountainous and coastal regions. In order to protect infrastructures and urban zones, protection structures like galleries or walls can be installed. Design of protection structures is mainly based on empirical formulations but more refined models are convenient to understand the resisting mechanisms of structural concrete under impact loading. The present project aims at improving the knowledge and available tools on the behaviour of concrete structures subjected to impact. The first stage of the project has included the formulation of numerical models at two levels: on the one hand, a simplified three-degree-of-freedom model for reinforced concrete beams; on the other hand, the correlation of the parameters of the Concrete Damage Model (Ansys LS Dyna) with the uniaxial and triaxial properties of concrete. An experimental campaign will be carried out in the second stage using a drop weight test facility.

Technical data

Title: Structural safety of concrete protection structures impacted by rocks

Participants: C. Zanuy, L. Albajar, P. de la Fuente,

Funding: Spanish ministry of economy and competitiveness, National research foundation (Plan Nacional I+D+I).

Period: 2013-2015.

Ensayos de fatiga por cortante de elementos de hormigón armado sin armadura transversal con canto variable

En el marco del trabajo de investigación de la tesis doctoral de Juan Manuel Gallego, se ha desarrollado una campaña experimental sobre vigas de hormigón armado sin armadura transversal y con canto variable. La geometría y esquema de cargas tratan de representar a un voladizo típico de la sección transversal de un puente de carretera. La campaña ha incluido un total de diez ensayos, de los cuales cuatro se sometieron a rotura estática y seis se sometieron a carga cíclica (fatiga). Los ensayos de fatiga han demostrado que se pueden dar dos tipos de rotura: 1) fatiga por cortante, la cual consiste en el desarrollo de una fisura diagonal que atraviesa el vano de cortante, 2) fatiga de la armadura, la cual consiste en la rotura frágil de la armadura longitudinal en la zona de mayor momento flector. Asimismo, se está trabajando en la interpretación del importante crecimiento de las flechas que han experimentado las vigas sometidas a fatiga, y que podría implicar problemas de servicio en estructuras reales sometidas a fatiga.



Fatigue tests of reinforced concrete haunched beams without shear reinforcement

In the framework of the research program focused on the shear fatigue behaviour of reinforced concrete structures, an experimental campaign has been carried out on reinforced concrete haunched beams without stirrups. The specimens have been designed to reproduce the geometry, reinforcement lay-out and load configuration of a typical cantilever slab of road bridges. The campaign has consisted of ten tests (four specimens were subjected to static failure and six specimens were loaded cyclically). Fatigue tests have shown that two failure modes can be obtained: 1) shear fatigue, which consists of the development of a diagonal crack at one of the shear spans; 2) fatigue of the reinforcement, which is shown by the brittle fracture of the longitudinal reinforcement in the region subjected to highest bending moment. Moreover, the tests indicated a significant increase of deflections of members subjected to repeated loading, which could lead to serviceability problems.

Technical data

Title: Shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without stirrups

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

Period: Since 2010.

Problemas inversos en ingeniería

Muchas estructuras civiles aparentemente sólidas mantienen daños o grietas internas que pueden afectar su rendimiento. Existen diversas formas de

estimar si una estructura está dañada interiormente sin necesidad de abrirla. Una de ellas consiste en provocar una vibración (onda incidente) y medir la respuesta del medio (onda reflejada) desde la frontera exterior, lo que se conoce como problema de Scattering. En la figura 1 se muestra un gráfico de la situación. Se pretende descubrir la inhomogeneidad en forma de anillo a partir del reflejo (U_{sc}) de la onda incidente (U_{inc}). En este proyecto analizamos este problema desde el punto de vista matemático, pero motivados por las aplicaciones en problemas de ingeniería. Una de las aproximaciones más conocidas de la zona dañada buscada viene dada por la llamada aproximación de Born, que se obtiene directamente de U_{sc} mediante una adecuada inversión de la transformada de Fourier. En la figura 2 se muestra una simulación de reconstrucción con este método. Los datos U_{sc} no son reales sino simulados pero se les ha añadido un 5% de ruido blanco para simular los posibles errores de medición.

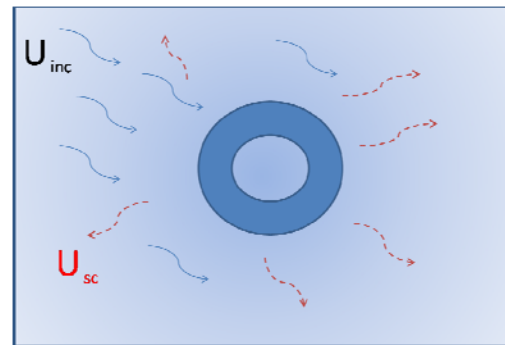


Figura 1: esquema del problema de scattering. Se pretende conocer la estructura interna (en este caso el anillo compuesto por un material distinto) a partir de los reflejos U_{sc} producidos por una onda incidente U_{inc} .

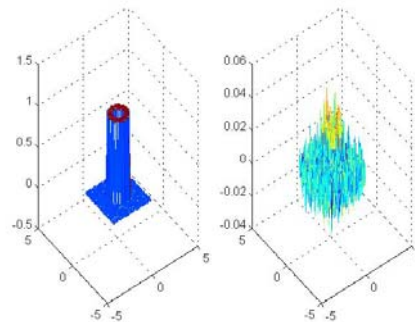


Figura 2: Parte real (izquierda) y parte imaginaria (derecha) obtenidas con datos U_{sc} simulados a los que se les ha añadido un 5% de ruido (simulación realizada con MATLAB).

Inverse Scattering in engineering

Many civil structures have hidden inhomogeneities or damages that may possibly affect their performance. There are different methods to estimate if a given structure has this interior damage. A well-known approach is as follows: an incident wave is produced in the structure and the scattered response measured

at the boundary. This is known as Scattering problem. In figure 1 a graphical representation is given. The idea is to recover the inhomogeneity, in annulus form, from the scattered (U_{sc}) of the incident wave (U_{inc}). In this Project we analyze this problem from the mathematical point of view but paying attention to engineering applications. One of the most successful approaches to the reconstruction is given by the Born approximation, which is obtained as a suitable inverse Fourier transform of the scattered data. In figure 2 a simulation with this method is shown when the homogeneity has annulus form. The scattered data are not real but simulated and a 5% of random white noise is added to U_{sc} to simulate measurement errors.

Technical data

Title: Inverse problems in engineering

Participants: J. A. Barceló, C. Castro and J. M. Reyes

Period: 2013-2014.

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

Este proyecto, concedido dentro del subprograma INNFACTO 2012 aplica 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. En la actualidad se está evaluando el método como sistema de alarma frente a posibles variaciones estructurales durante la fase de estudio. También se han realizado mediciones 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 INNFACTO 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 y 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)

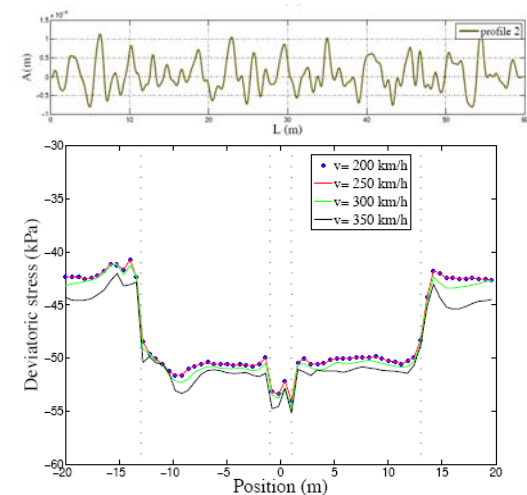
Participants: J. García Palacios, A. Samartín, Iván Muñoz, David Santillán

Funding: Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. INNFACTO program

Period: 2012-2015.

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

Durante el presente año el doctorando Alejandro de Miguel, continúa con sus tareas de investigación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (FEUP). Su estudio se focaliza en el análisis de la degradación experimentada por la vía en puntos críticos, como son las zonas de transición. Para ello, se tienen en cuenta variables que afectan de forma notable a los resultados a largo plazo como son: consideración de la interacción dinámica vehículo-vía; efecto de las irregularidades del carril en el proceso de degradación de la vía, influencia del comportamiento mecánico de interfaces cuña de transición-estribo, traviesas-balasto...evaluando la influencia del rozamiento en los contactos de las mismas.



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

During this year the PhD student Alejandro de Miguel continues with his research activity in the University of Oporto (FEUP). His study is focused on the degradation analysis experimented in the track at certain critical points such as transition zones. To achieve this, some variables that may affect final

results, have been taken into account such as: train-track dynamic interaction; effect of rail irregularities in the degradation process of the track; influence of the mechanical behavior of: transition soil-abutment interface, sleepers-ballast interface... analyzing the friction influence in the contact areas at these points.

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.

EVENTOS. EVENTS

2º Congreso Internacional de Modelos Mecánicos para Ingeniería Estructural en Granada

La 2ª edición del Congreso Internacional de Modelos Mecánicos en Ingeniería Estructural se celebró en la Universidad de Granada los días 20 y 21 de junio de 2013. Nuestro grupo participó en el comité científico, así como en la presentación de tres ponencias. La conferencia inaugural corrió a cargo de Miguel Fernández Ruiz (EPFL, Suiza), quien habló sobre los modelos de campos de tensiones para el hormigón estructural. Asimismo, el congreso contó con una excepcional cena de bienvenida en el Carmen de la Victoria, directamente enfrente de la Alhambra. La 3ª edición del congreso se celebrará en la Universidad de Sevilla.



2nd International Congress Mechanical Models in Structural Engineering

The University of Granada held the 2nd international congress on Mechanical Models in Structural Engineering (20-21 June, 2013). Our group participated in the scientific committee, as well as with three oral presentations. The programme included an invited lecture of Dr. Miguel Fernández Ruiz (EPFL, Switzerland) on the capabilities of stress fields to model reinforced concrete structures. Participants enjoyed a fantastic welcome reception at Carmen de la Victoria with beautiful direct view of La Alhambra. The 3rd edition of the congress will be held at the University of Sevilla.

WCSCM

La sexta edición del Congreso Internacional de Control Estructural y Monitorización (<http://www.6wcscm.es>) se celebra en este año en Barcelona. El profesor Iván Muñoz Díaz forma parte del comité organizador del mismo y ha organizado la Sesión Especial "Control of human-induced vibrations" junto al profesor Paul Reynolds, de la Universidad de Exeter.



WCSCM

The 6th edition of the World Congress in Structural Control and Monitoring (<http://www.6wcscm.es>) will be held this year in Barcelona, Spain. Prof. Iván Muñoz Díaz has organized a special session on the topic "Control of human-induced vibrations", together with Prof. Paul Reynolds (University of Exeter, UK).

Cancelación de vibraciones en la Universidad de Exeter

Producto de la colaboración del Grupo con el Grupo VES (Vibration Engineering Section) de la Universidad de Exeter, el Dr. Iván Muñoz Díaz realizó una estancia de 15 días ensayando un sistema de control de vibraciones novedoso que utiliza varios actuador trabajando de forma sincronizada. Este sistema se utilizó para cancelar vibraciones en una pasarela interior situada en el Forum Building de la ciudad de Exeter, en Reino Unido.



Cancelation of vibrations at University of Exeter

Within our collaboration with the Vibration Engineering Section of University of Exeter, Dr. Iván Muñoz Díaz completed a 15-day stay in Exeter working in a new system for vibration cancellation, which employs various synchronized actuators. The system was used to cancel vibrations of a footbridge of the Forum Building, Exeter, UK.

Seminario "Perspectivas para el análisis del comportamiento no lineal de las estructuras de hormigón"

El grupo de investigación organizó este seminario entre los días 11 y 20 de marzo de 2013, con objeto de discutir aspectos importantes y novedades sobre la investigación en el campo del hormigón estructural. El seminario incluyó la conferencia "Dimensionamiento de estructuras de hormigón armado basado en el cálculo no lineal", por parte del Catedrático Antonio Marí (UPC).



Seminar "Perspectives for the analysis of nonlinear behaviour of concrete structures"

The research group organized this seminar on March 11-20, 2013 to discuss important aspects and recent research developments in the field of concrete structures. The seminar included an invited lecture of Prof. Antonio Marí (Technical University of Catalonia) on the "Dimensioning of concrete structures with nonlinear analysis".

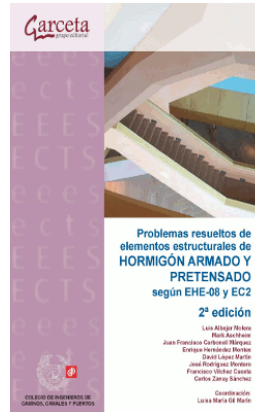
INVESTIGADORES VISITANTES. ACADEMIC HOSTS

Wang Caifeng, Beijing Institute of Technology, China. Vibrations in pedestrian bridges. Estudiante de doctorado del BIT, se ha incorporado al Grupo durante 6 meses para profundizar en el análisis dinámico de pasarelas peatonales e instruirse en la aplicación de normativas europeas para el análisis del estado límite de servicio de vibraciones en estas estructuras.

Réda Zide, Ecole des Ponts-Paris Tech, France. Vibration serviceability analysis based on long-

term monitoring data. Estudiante de máster de la ENCP, se ha incorporado al Grupo durante 3 meses para realizar las practicas "Vibration serviceability analysis based on long-term monitoring data: application to two inservice footbridges".

LIBROS. HANDBOOKS



Albajar L., Ascheim M, Carbonell J.F., Gil Martín L.M., Hernández Montes E., López D., Rodríguez Montero J., Vilchez F., Zanuy C. (2013): *Problemas resueltos de elementos estructurales de Hormigón Armado y Pretensado según EHE-08 y EC2*. 2nd Edition. Ed. Garceta. Madrid, España. ISBN 978-84-1545-267-6.

EL GRUPO. THE GROUP

Members

Chair:

- Pablo de la Fuente

Faculty:

- Luis Albajar
- Carlos Manuel Castro
- Jaime García Palacios
- Rafael Fernández Díaz-Munio
- 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