



POLITÉCNICA



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

IngStruct Newsletter
Issue 5, June 2015

<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
Cooperation	6
PhD Thesis	7
Events.....	7
Handbooks.....	8
The Group.....	8

Carta del director del grupo

Ha transcurrido otro año más de nuestra andadura como grupo de investigación en el que los distintos miembros continúan estudiando, enseñando e investigando en distintos campos como se refleja en las siguientes páginas.

Se ha completado la reestructuración de los departamentos de la Universidad Politécnica de Madrid. El departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, al que pertenecemos, continúa con la misma estructura al cumplir todos los baremos exigidos a los nuevos departamentos. Sin embargo se mantiene la incertidumbre relativa a la reestructuración de centros. Quiero señalar que no ha desaparecido la problemática situación económica de nuestra universidad. Están presentes las causas que la originaron.

Me parece oportuno referirme en este boletín a nuestra presencia en la actividad docente, fundamental en una escuela de ingeniería. Algunos profesores del grupo hemos impartido por última vez la asignatura de Análisis Experimental de Estructuras, de la titulación a extinguir de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, si bien profesores del grupo impartirán el próximo curso esta misma materia, con algunas modificaciones, en segundo curso del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, junto con Análisis dinámico y Sísmico de Estructuras. Hace dos años ocurrió lo mismo con la asignatura de Resistencia de Materiales, Elasticidad y Plasticidad de la titulación

a extinguir. Nuestra presencia en la docencia se extiende también a la disciplina de Resistencia de Materiales en el Grado de Ingeniería Civil y Territorial, y Elasticidad Aplicada en primer curso del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

En los últimos meses ha sido posible finalizar la instalación de la torre de caída para ensayos de impacto, en la que ya se han realizado algunas pruebas. La estancia de tres meses del profesor Carlos Zanuy, como investigador visitante en el Instituto Fraunhofer de Efringen-Kirchen (Alemania), además de muy beneficiosa para el grupo, ha permitido ampliar las relaciones con otros centros de investigación europeos.

El pasado mes de julio de 2014 Juan Manuel Gallego defendió con éxito, obteniendo la calificación de Sobresaliente "cum laude", la tesis, "Comportamiento a fatiga por cortante de elementos lineales de hormigón armado sin cercos", dirigida por los profesores Carlos Zanuy y Luis Albajar.

El doctorando Alejandro de Miguel Tejada defenderá el próximo mes de julio su tesis doctoral, "Análisis de los problemas asociados a la interacción dinámica vehículo-vía ferroviaria-estructura en zonas de transición", dirigida por los profesores Pablo de la Fuente y Rui Calzada, de la Facultad de Ingeniería de Oporto.

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

Message from the Chair

A further year has passed on our activity as a research group by studying, teaching and researching in different fields, as reflected in the following pages.

The programme for restructuring of the departments of UPM has been completed. The Department of Continuum Mechanics and Theory of Structures, to which most of us belong, keeps its original structure

upon complying with all new requirements. However, there are still some uncertainties regarding the programme for restructuring of schools. Unfortunately, the economic difficulties have not been fully solved yet, including some of the causes that originated it.

I would like to refer in this newsletter to our presence in the educational field, fundamental in an engineering school. This last year has been our last time teaching courses of the former 6-year study programme. In the new programmes, our presence includes the courses of Strength of Materials in the Bachelor, and the following courses of the Master: Applied Elasticity, Experimental Analysis of Structures, and Dynamic and Seismic Analysis of Structures.

I am very happy to say that the installation of our new drop-weight testing machine in the Laboratory of Structures has been completed, in order to increase our experimental capabilities in the field of impact behaviour of structures.

In the last months, Dr. Zanuy has been visiting researcher at the Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics (Germany), which increases our relationships with other European research centres.

In 2014 Dr. Juan Manuel Gallego successfully presented his PhD thesis on the shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements. In July, 2015 Mr. Alejandro de Miguel Tejada will present his PhD thesis on the analysis of the problems associated with dynamic interaction between train, track and structure at transition zones, supervised by Prof. de la Fuente and Prof. Rui Calzada (Faculty of Engineering of Porto).

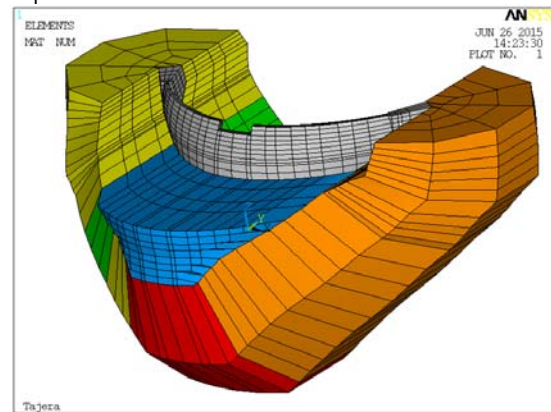
Pablo de la Fuente Martín
Profesor Titular de Universidad
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

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 (OMA, Operational Modal Analysis) para el conocimiento real del comportamiento estructural. El grupo GIE realizó un OMA de la Presa de la Tajera (Guadalajara) y ha modelado dicha estructura llevando a cabo una

actualización del modelo a partir de los resultados experimentales.



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. A research team of the GIE group carried out an OMA of a double-arch dam (La Tajera, Guadalajara, Spain) and modeled the structure using the Finite Element Method. The model has been updated from the experimental results.

Technical data

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

Participants: J. García Palacios, Iván M. Díaz, David Santillán, A. Samartín, José M. Soria, José Fermín

Funding: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. CDTI

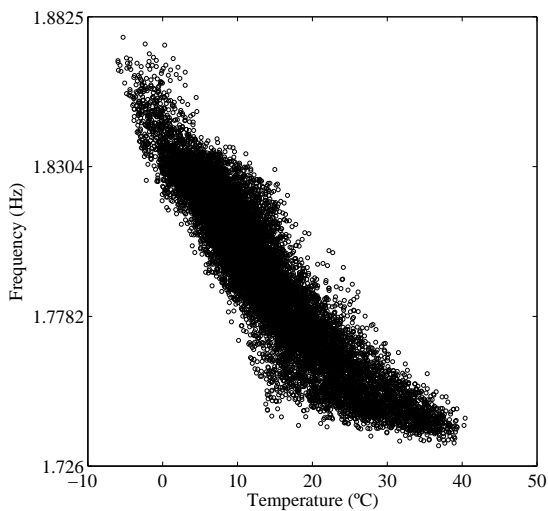
Period: 2013-2015.

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.

El equipo de investigación ha estudiado la evolución de los parámetros modales de esta estructura durante un año. Así, se han estudiado las incertidumbres asociadas y se ha desarrollado un método de seguimiento de los parámetros modales

en función de la temperatura ambiental y de valores relacionados con el estado de servicio de vibraciones. Se ha podido eliminar el efecto de éstos en las frecuencias estimadas.



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 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.

The research team has analyzed the time evolution of the modal properties over a whole-year data monitoring. First, uncertainties associated to the estimation have been carefully analyzed. Second, a tracking method has

developed and the natural frequency estimates have been correlated with ambient temperature and serviceability parameters. Thus, the effects of these spurious factors are removed from the modal estimations.

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

El comportamiento de las estructuras de hormigón frente a impactos está influenciado por el comportamiento de los materiales a alta velocidad de deformación (*strain rate*) y la presencia de fuerzas de

inercia. La caracterización adecuada de la respuesta frente a impacto requiere la realización de ensayos. Con ese objetivo, el Grupo de Investigación ha instalado una máquina de caída libre para la realización de ensayos de impacto en vigas de hasta 2,0 m de luz. Dada la alta sensibilidad al fallo frágil por cortante (o punzonamiento) de las estructuras de hormigón en régimen dinámico, se está estudiando la mejora en la respuesta estructural mediante el uso de hormigones de altas prestaciones con fibras. Estos materiales permiten aumentar de forma significativa la capacidad de absorción de energía de la estructura. Se pretende analizar experimentalmente cómo se ve mejorada la respuesta estructural mediante el uso de diferentes tipos de hormigones.



Safety of concrete structures subjected to rockfall impact

The response of concrete structures under impact loading is influenced by strain-rate effect of materials and development of inertia forces. An appropriate characterization of the structural behaviour requires the validation by means of experimental research. With that aim, our research group has installed a drop weight testing machine to complete impact tests on beams of up to 2.0 m span length. Due to the high sensitivity of concrete structures to develop a brittle shear (or punching) failure in the dynamic regime, the group is also studying the possibilities for using high performance fiber-reinforced concretes. Such concretes have a higher capacity for energy absorption, which could help in improving the structural capacity under impact. An experimental campaign will be carried out in order to understand

how structural response is modified with the addition of high-performance concrete.

Technical data

Title: Structural safety of concrete protection structures impacted by rocks

Participants: C. Zanuy, G. Sanz-Díez de Ulzurún, L. Albajar, P. de la Fuente.

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

Period: 2013-2015.

Fatiga por cortante de elementos de hormigón armado sin armadura transversal

En el año 2014 ha culminado la Tesis Doctoral de Juan Manuel Gallego sobre la fatiga por cortante en elementos de hormigón armado sin cercos. El trabajo ha incluido una componente experimental sobre vigas de canto variable, así como la presentación de un modelo que permite obtener la resistencia a fatiga por cortante. La parte experimental ha constituido la primera vez que se han ensayado elementos de canto variable frente a cargas repetidas. Los resultados han demostrado que el fallo por fatiga es posible, tanto por fatiga de las armaduras como por fatiga por coratnte. El modelo desarrollado está basado en conceptos de Mecánica de Fractura adaptados al hormigón estructural, y es capaz de definir el tipo de rotura por fatiga, ya sea por *diagonal cracking* o *shear-compression*, mediante el seguimiento (formación y crecimiento con el número de ciclos de carga) de la fisura diagonal responsable del fallo final.



Shear fatigue of reinforced concrete elements without shear reinforcement

The PhD thesis of Juan Manuel Gallego has been successfully finished in 2014. The research has focused on the shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without shear reinforcement. The work has included an experimental campaign on haunched reinforced concrete beams, and the presentation of a model to obtain the shear fatigue strength. The experimental work has covered the testing of haunched specimens under repeated loading for the first time. The results have shown that fatigue failure is possible, either due to shear fatigue or to fatigue fracture of the steel reinforcement. The

model has been based on Fracture Mechanics concepts adapted to structural concrete. The model studies the shear fatigue process by the follow-up of the evolution of the diagonal crack that leads to fatigue failure, and it is able to obtain the two failure modes of shear fatigue: diagonal cracking and shear-compression.

Technical data

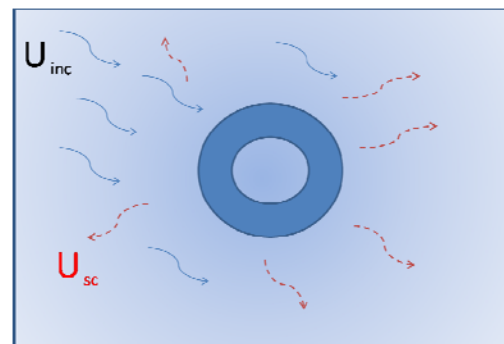
Title: Shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without stirrups

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

Period: 2010-2014.

Aproximación numérica de problemas inversos II

Esta línea de investigación es continuación de la ya iniciada hace un año por nuestro Grupo de Investigación para resolver problemas de Scattering inverso y que detallábamos en el pasado número. Concretamente se trata de resolver numéricamente el conocido problema de Calderón, que consiste en deducir la estructura interna de un medio a partir de las mediciones que se hacen desde la frontera, como respuesta a unos impulsos dados. Ejemplos de estas aplicaciones son la tomografía de impedancia eléctrica (impulsos eléctricos) o la ecografía (impulsos mecánicos). Desde el punto de vista matemático se trata de encontrar los coeficientes de una ecuación en derivadas parciales a partir de la aplicación Dirichlet to Neumann medida en la frontera de un dominio. En este proyecto analizamos la aproximación numérica de este problema con especial atención a las posibles aplicaciones en ingeniería, y en particular a la localización de daños en estructuras mediante técnicas no intrusivas. Las técnicas están basadas en el análisis de Fourier y la aproximación numérica de las fórmulas integrales de representación conocidas. Pretendemos también analizar el efecto de los errores de medición en el proceso de reconstrucción introduciendo un componente aleatorio en las ecuaciones.



Numerical approximation of inverse problems II

This research continues the previous work of our group in the numerical approximation of inverse problems that we referred in the last issue. The main

motivation is the identification of hidden inhomogeneities or damages in a structure that may possibly affect the performance, with nonintrusive methods. This time we focus on the Calderon problem which consists in reconstructing the interior structure of a medium from boundary measurements, either electrical (as in electrical impedance tomography) or mechanical (ecography). From the mathematical point of view, the problem is to recover a density function from the so called Dirichlet to Neumann map. In this project we analyze the numerical approximation of this problem with special attention to engineering applications. The techniques involve Fourier analysis and known integral representation formulas that must be suitable discretized. We also analyze the presence of random errors in the measurements that are included in the equations as random variables.

Technical data

Title: Numerical approximation of inverse problems

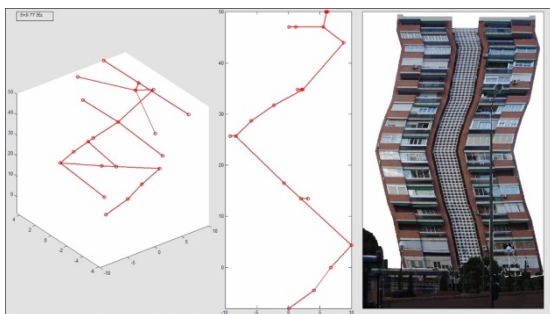
Participants: J.A. Barceló, C. Castro y S. Lantarón
Departament of Applied Mathematics to Civil Engineering

Period: 2015-2017.

Funding: MINECO, Ref. MTM2014-57769-C3-2-P

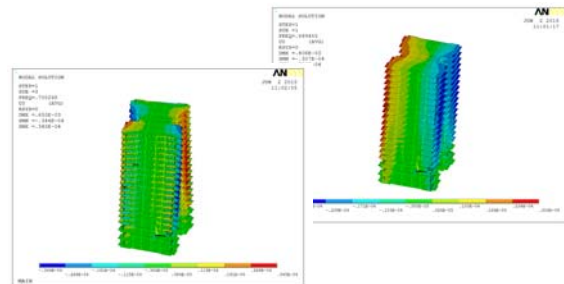
Sistema integral de monitorización estructural de Edificios basado en Tecnologías Holísticas (SETH)

Este proyecto, concedido dentro del subprograma INNPACTO 2012 aplica las técnicas de monitorización estructural a la edificación para el seguimiento evolutivo de la misma. Este proyecto se lleva a cabo con la participación de importantes empresas (Isolux-Corsam-Corviam, FCC y Geocisa), además de equipos de investigación de la UPM y el CSIC. Durante el último año, el grupo GIE se ha centrado en la identificación modal y el análisis de incertidumbres asociadas a dicha identificación en dos edificios en Madrid: uno de 19 plantas, situado en la calle Arturo Soria, muy cerca de la parada de metro, y el otro es la torre de la ETSICCP de la UPM. Además, se ha modelado mediante Elementos Finitos el primero de los edificios, actualizándose el modelo a partir de los datos experimentales.



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

This project is being public financed within the framework of the Spanish INNPACTO 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 project is carried out with the participation of important Spanish construction companies (Isolux-Corsam-Corviam, FCC y Geocisa), as well as research teams from UPM and CSIC. During the last year, GIE group has focused on the modal identification and uncertainty quantification of two in-service buildings: the first one is 19-floor private dwelling building in Arturo Soria Street, close to a subway station, the second one is the Tower of our School, which is a wall-bearing structure. The first building has been modeled using the Finite Element methods, and this model was updated from experimental results.



Technical data

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

Participants: J. García Palacios, Iván M. Díaz, A. Samartín, David Santillán, José M. Soria, Jong Min Yoo

Funding: Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. INNPACTO program

Period: 2012-2015.

Desarrollo de nuevos sistemas de reducción de vibraciones en estructuras peatonales (REVES-P)

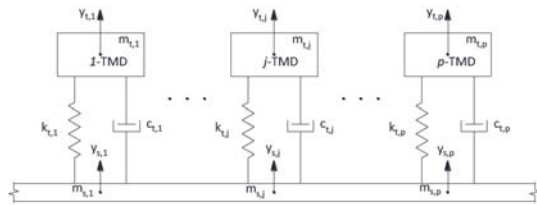
En este proyecto, concedido dentro del subprograma de Generación del Conocimiento ("EXCELENCIA") en el 2014, se pretenden desarrollar sistemas de cancelación de vibraciones en estructuras peatonales con el objetivo final de poder ser considerados en el diseño de nuevas estructuras ligeras y/o en la reparación de las ya existentes que sufran vibraciones excesivas, mejorando el estado de servicio de vibraciones y aumentando su vida útil. En concreto, se pretende desarrollar: (i) un sistema activo con varios actuadores de masa inercial y sensores repartidos por la estructura, y (ii) un sistema semi-activo de amortiguamiento y rigidez variable. El desarrollo de estas tecnologías junto con la aceptación y su conocimiento por parte de la

comunidad científico-tecnológica permitirá la incorporación de éstas en las futuras estructuras como parte del diseño.



Development of novel systems for reducing vibrations in pedestrian structures (REVES-P)

This project is being public financed within the framework of the Spanish EXCELENCIA research program in 2014. This project will focus on the development of novel damping devices for pedestrian structures that might be considered within new civil structures and/or to retrofit existing structures that exhibit excessive vibration, improving the vibration serviceability and increasing their useful lifetime. The goals of this project are the development of: (i) active control systems with several inertial actuators and sensors distributed along the structure and (ii) semi-active control systems with variable damping and stiffness. The development of these systems together with the acceptance and knowledge of existence by the civil engineers will enable to incorporate them into future structures as a part of the design.

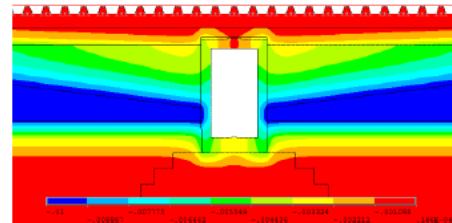


Technical data
Title: Development of novel systems for reducing vibrations in pedestrian structures (REVES-P)
Participants: Iván M. Díaz, J. García Palacios, Emiliano Pereira, Carlos Zanuy, José M Soria, Xidong Wang
Funding: Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. EXCELENCIA program.
Period: 2014-2016.

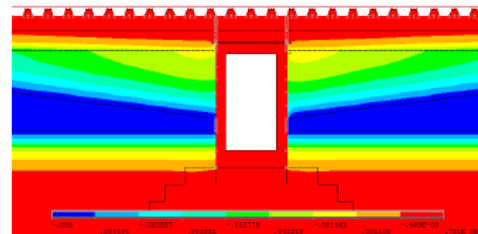
Estudio de la interacción dinámica vehículo-vía en zonas de transición de líneas de alta velocidad

En el año 2015, el trabajo de investigación de la tesis doctoral de Alejandro de Miguel ha concluido. La tesis ha sido realizada en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto. En este estudio se ha analizado la problemática general asociada a las zonas de transición en vía sobre balasto. Para ello se ha desarrollado un

modelo numérico de elementos finitos en el que se han tenido en cuenta variables que afectan de manera notable al comportamiento de interacción dinámica entre el vehículo, la vía y la estructura en una zona de transición real. Con el citado modelo, se realizaron diversos análisis de interacción dinámica que han permitido predecir de una manera eficaz cómo se degrada la vía y cuáles son las variables que más influyen en el proceso de degradación.



(a)



(b)

Comparison of vertical displacements in the vicinity of the culvert: (a) without contact elements at the interface; (b) with contact elements at the interface.

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

The research of the PhD candidate Mr. Alejandro de Miguel has been finished in 2014. The thesis has been developed in cooperation with Technical University of Porto. The general problem of a ballasted track at transition zones has been analyzed in this study. For this purpose, a FE numerical model has been created in order to analyze the influence of some variables in the dynamic interaction behavior between the train, the track and the structure at a particular transition zone. The above mentioned numerical model has been used to analyze and predict, efficiently, how the track degrades and to detect the variables that have a major influence in the degradation phenomenon of the track.

COOPERACIÓN. COOPERATION

Continuando sus trabajos de cooperación, el profesor Pablo de la Fuente ha dirigido un proyecto fin de carrera en el que se ha proyectado una terminal de pasajeros y una terminal de mercancías en Pemba (Mozambique). En las próximas semanas el profesor De la Fuente se trasladará a la región de Kolda en Senegal con objeto de seleccionar dos proyectos de

cooperación para el desarrollo en el que participarán dos alumnas de la escuela.



Continuing its work in cooperation, Prof. Pablo de la Fuente has led a project for the design of a passenger terminal and a freight terminal in Pemba (Mozambique). In the coming weeks Prof. De la Fuente will move to the Kolda region (Senegal) in order to select two projects of cooperation for development, with the participation of two students of the school.

TESIS DOCTORALES. PHD THESES

Gallego Martín, Juan Manuel (2014). "Comportamiento a fatiga por cortante de elementos lineales de hormigón armado sin cercos (Shear fatigue behavior of reinforced concrete elements without shear reinforcement)". PhD Thesis, Universidad Politécnica de Madrid. Supervisors: Prof. Luis Albajar, Dr. Carlos Zanuy. Full text: <http://oa.upm.es/30567/>

De Sebastián Sanz, Jesús (2014). "Análisis del estado límite de servicio y control de vibraciones en pasarelas peatonales (Analysis of SLS and vibration control in pedestrian bridges)". PhD Thesis. Supervisors: Prof. A. Poncela (University of Valladolid), Prof. Iván M. Díaz (UPM). Full text: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/5729>

EVENTOS. EVENTS

Xu Quimen

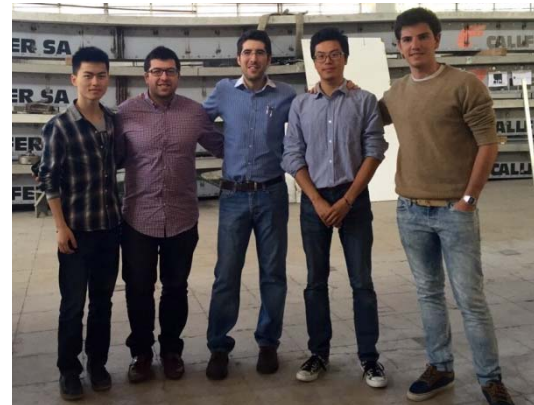
Xu Quimen (Jim), estudiante de grado de Beihang University se ha incorporado al Grupo durante 6 meses y ha realizado su Trabajo Fin de Grado, titulado *Vibration analysis of floor structures: serviceability assessment and vibration mitigation*, obteniendo la máxima calificación en la defensa del trabajo.

Xidong Wang

Xidong Wang (Simón), graduado por la universidad de Tongji y máster por la de Zhengzhou (China), ha conseguido una beca de 4 años para realizar su tesis doctoral que lleva por título *Optimal TMD and AMD-based strategies for human-induced vibrations*. Su tesis se va a centrar en el desarrollo de sistemas de control para estructuras con modos acoplados.

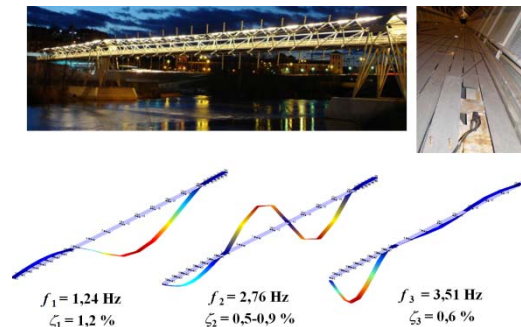
José M Soria

José Manuel Soria, Ingeniero de Caminos y Máster en Estructuras, ha conseguido una beca del ministerio para realizar su tesis doctoral en el seno del grupo. El título de la tesis es *Semi-active-based control strategies for human-induced vibrations*. Su tesis se va a centrar en el desarrollo de sistemas semi-activos útiles cuando las propiedades de la estructuras cambien de forma continua.



Nueva Asignatura de Análisis Experimental de Estructuras

Dentro del nuevo Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, el grupo impartirá, entre otras, la asignatura *Experimental Structural Analysis*. Se trata de una asignatura eminentemente práctica con tres partes diferenciadas: *static testing*, *load tests*, *dynamic testing*. Los alumnos realizarán varios ensayos en estructuras, manejando tanto equipamiento como programas de análisis.



LIBROS. HANDBOOKS



Mosquera Feijóo J.C.
(2014): *Estructuras reticuladas. Método de Cross*. 1st Edition. Ed. Ingebook. Madrid, España. ISBN 978-84-1579-359-5.

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

- José Manuel Simón-Talero

- Luis Plaza

- Carlos Zanuy

Research assistants:

- Gonzalo Sanz-Díez de Ulzurún

- José Manuel Soria

- Alejandro de Miguel Tejada

- Xidong Wang

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