

de la construcción

CENTENARIO EDUARDO TORROJA

Acto de entrega de la MEDALLA DE ORO del CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (C. S. I. C.), a título póstumo, al Ingeniero EDUARDO TORROJA MIRET



El día 19 de mayo de 2000 se celebró, en la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el acto de entrega de la Medalla de Oro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), presidido por su Alteza la Infanta Doña Elena de Borbón y su esposo D. Jaime de Marichalar, duques de Lugo. Compartían la mesa presidencial el Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, D. Ramón Marimón Suñol; el Presidente del CSIC D. César Nombela Cano; el Presidente de la Comisión Organizadora del Centenario Eduardo Torroja, D. José M^a Aguirre González y la Directora del Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" D^a María del Carmen Andrade Perdriz.

Tras la apertura del acto por parte de Su Alteza la Infanta Doña Elena, intervino como Conferenciante el Ingenie-

ro italiano Franco Levi, destacado profesional que ha desarrollado su carrera en muy distintos campos: docencia, investigación, consultoría y que, actualmente, es profesor emérito de la Universidad Politécnica de Turín. Su amistad personal con Eduardo Torroja, con quien colaboró estrechamente en distintos Organismos internacionales, enmarcó las palabras que pronunció y que a continuación se exponen:

"Alteza Real Infanta Doña Elena
Su Excelencia Don Jaime de Marichalar, Duques de Lugo.
Autoridades.
Señoras y Señores.

Pido excusas por hablar en italiano.

He aceptado con gran emoción y con devoción casi filial el honor de participar en la celebración del centenario del

nacimiento de Eduardo Torroja. Los breves años en que pude tener contacto frecuente con él representan una fase decisiva en mi formación humana y profesional, una especie de antídoto a las persecuciones sufridas en la época de guerra. Con su delicadeza emblemática, con su natural indulgencia, que ocultaba una férrea fuerza moral, incidió de forma determinante en mi modo de pensar y en mi aproximación a los problemas culturales y profesionales. Y ahora, después de cuarenta años, puedo afirmar que los resultados más significativos de mi trabajo como investigador, consultor y catalizador de la unificación de la normativa internacional llevan el sello de sus enseñanzas.

Conocí bien a Torroja con ocasión del Congreso de la Federación Internacional del Pretensado celebrado en Amsterdam en 1955 y voté sin dudarle su elección como Presidente. Los sucesivos encuentros, muy frecuentes, tuvieron lugar en las reuniones del Comité Europeo del Hormigón, una asociación singular, fruto de la feliz intuición del constructor francés Balency-Béarn. Las diferencias conceptuales y normativas que marcaban, en distintos países europeos, el desarrollo de la principal técnica constructiva disponible, constituyeron un grave obstáculo en la reconstrucción postbélica. Balency propuso la creación de un organismo de coordinación y de unificación. Nació así el Comité Europeo del Hormigón (C. E. B., con las iniciales francesas) que asumió el reto de "desarrollar la investigación aplicada". Torroja fue uno de los cinco notables socios fundadores que compartieron desde el principio las preocupaciones de Balency. Su fama le valió la designación como Vicepresidente.

Desgraciadamente, los primeros encuentros entre investigadores y constructores fueron estériles. Unos defendían con orgullo su supremacía inte-

lectual; los otros, se preocupaban solamente de sus negocios. En la cuarta sesión plenaria, celebrada en Roma en 1957, estuvo a punto de producirse una verdadera ruptura, justo cuando iban a tener lugar las elecciones a los cargos directivos. Para evitar el colapso de un organismo que reflejaba algunas de sus poliédricas facetas (aludo a su vocación de proyectista y hombre de ciencia), Torroja tuvo una idea original. En vez de unir la Presidencia a una personalidad relevante de uno u otro campo, promovió la elección de un joven, aún en los comienzos de su curriculum universitario, pero lleno de entusiasmo y de buena voluntad. El que les habla, simple ayudante universitario, se encontró, para su gran sorpresa, al frente de una asociación de renombrados expertos.

En los años sucesivos, nuestra colaboración en el seno del Comité fue intensa y fecunda. La sesión del Comité celebrada en Viena en el 59 fue todavía difícil. Tuvo lugar una especie de revuelta de los proyectistas que plantearon una perentoria propuesta de aceleración de los trabajos para llegar en breve a un acuerdo, al menos parcial y provisional, sobre los problemas más urgentes. Al año siguiente conseguimos crear un Comité de coordinación entre todas las grandes Asociaciones europeas de ingeniería civil. Un organismo que desarrolló y desarrolla todavía una importante función de coordinación científica.

Se consiguieron resultados prometedores del convenio suscrito en Mónaco en 1961, última sesión en la que él participó. Después, la simiente sembrada por nuestro gran amigo germinó rápidamente. Habíamos creado con él Comisiones de trabajo sobre temas específicos y fundado un Boletín de Información que registraba la síntesis de los resultados conseguidos. Durante mi presidencia, que se prolongó hasta 1968, y después, bajo el mandato de mis sucesores, se alcanzaron metas inesperadas. Permítanme indicárselas brevemente.

De 1957 a 1998 aparecieron unos 250 Boletines, que constituyen una cantera de conocimientos experimentales y teóricos.

En 1964 y 1970 se publicaron dos ediciones de Recomendaciones internacionales. La primera, limitada al hormigón armado, fue traducida a más de doce idiomas y asumida por la Unesco como documento de apoyo para países en vías de desarrollo; la segunda, redactada con la Federación Internacional del Pretensado, recogía esta innovadora técnica constructiva.

Siguió el Código Modelo de 1978 que la Comunidad Europea tomó como referencia para la preparación de los Eurocódigos sobre la construcción en hormigón y como modelo para otros documentos dedicados a los otros materiales de construcción. Por último, el Código Modelo de 1990 abre el camino a nuevos materiales y nuevas técnicas constructivas que se desarrollarán en el siglo XXI.

Aludiré ahora a otra iniciativa de Torroja, afín a sus más célebres proyectos. La creación, a finales de los años 50, de la International Association for Shell Structures - I. A. S. S. (Asociación Internacional de Estructuras Laminadas), de la cual fue el primer Presidente. Yo formaba parte del grupo fundador y del primer Consejo. También en este ámbito los resultados fueron notables. El organismo es todavía ahora muy activo y representa un importante papel científico. Hace algunos años se ha atribuido a la primera S de las siglas un doble significado: Shell and Spatial, para incluir todas las cubiertas ligeras de grandes luces.

Sólo quiero comentar un episodio significativo sobre este tema. El día de la fundación habíamos discutido largamente con algunos compañeros arquitectos, componentes del Consejo, y yo había expresado imprudentemente un comentario jocoso sobre la dificultad de colaboración entre ingenieros y arquitectos, tomando partido naturalmente por los primeros. En mala hora lo hice. A la salida, el nuevo Presidente se dirigió a

mi en unos términos en los que jamás le había oído expresarse y concluyó con tono áspero: ¡se nota que nunca ha intentado diseñar una fachada o definir un color!. Era la pura verdad. Cuando, muchos años después, he enseñado ciencia de la construcción en una Facultad de Arquitectura esta frase, que conservo en mi memoria, me ha ayudado a comprender mejor las exigencias formativas de mis alumnos.

Federación del Pretensado, Comité del Hormigón, Asociación de las cubiertas sutiles, todos ellos organismos indispensables, que sirven de marco a las motivaciones fundamentales de un hombre excepcional cuyo pensamiento puede expresarse con sus propias palabras:

“El nacimiento de un complejo estructural, resultado de un proceso creativo, fusión del arte y la técnica; de la imaginación y de la sensibilidad, va más allá de la pura lógica para rozar las fronteras de la inspiración”.

Esta es la motivación de su obra más original y más estimulante: **Razón y ser de los tipos estructurales**, cuya primera edición se publicó en 1957, el año de la sesión de Roma.

Al presentar la edición italiana aparecida, después de numerosas versiones en otros idiomas, en 1966 y acompañada de un cuidadoso trabajo lexicográfico desarrollado por mi esposa, escribíamos en el prólogo:

“al entregar a imprenta la traducción de Razón y ser, no pudimos reprimir una especie de tristeza. Era como si terminase un largo y amigable coloquio con un amigo reencontrado, coloquio que revelaba a cada paso aspectos diferentes de una personalidad inestimable, que él escondía siempre bajo un velo de reserva, de afabilidad y de inteligencia”

Habíamos realizado un trabajo fatigante, pero que nos compensaba con creces del esfuerzo al comprobar su utilidad para los alumnos arquitectos.

tos de los que he hablado. En los años sucesivos nacieron, en todas las Escuelas de Arquitectura italianas, cursos de Tipología estructural inspirados en el libro. En algunos casos tuvieron un gran éxito, en otros, algo menos. El ejemplo más brillante fue el de las enseñanzas en Génova de Edoardo Benvenuto, autor del prólogo de la segunda edición y de las sucesivas reimpresiones anuales, por desgracia recientemente desaparecido.

Escribe Benvenuto en su introducción al libro:

“La técnica es como Saturno: devora la obra en cuanto aparece por muy maravillosa que sea, no admite réplica si no es al precio de continuas y asombrosas variaciones que caen en el peligro de ceder al prurito de los artifices inútiles, como ya denunció el viejo Ribera.

¿Qué decir, pues?. ¿Ha desaparecido la vitalidad del mensaje de Torroja?. No, todo lo contrario. Solamente se ha transformado: el apostolado profético que animaba al ilustre ingeniero español ha tomado con el tiempo un significado sugestivo y estimulante. Razón y ser nace para enseñar una doctrina nueva; hoy vive como una confesión ejemplar. Anunciaba verdades universales: hoy designa una postura sobre la cual es necesario discutir todavía con afecto y reverencia porque no ha desaparecido su recuerdo: recuerdo de juventud, de entusiasmo, de serenidad intelectual, de poesía. Tenemos necesidad de ella”

Una admirable síntesis, digna del autor de Razón y ser. Todo el prólogo de Benvenuto merece ser leído y meditado. Si no existe la traducción española, sugeriría hacérsela conocer a sus seguidores. Sería una forma de reavivar su recuerdo.

A las consideraciones filosóficas de Benvenuto yo querría añadir otras muy concretas. Torroja era un gran innovador, sabía fundir arte y técnica y conseguía superar las fronteras de la inspiración. Extrañamente, era también realista y conocía muy bien la inevitable discordancia entre los modelos abstractos de la mente humana y la realidad física. Y Razón y ser ilustra esta cara del prisma del proyecto. Prueba de ello es la jocosa afirmación: “recordemos que las estructuras no han estudiado la técnica de la construcción”. En otras palabras: nuestros edificios pueden comportarse de forma muy distinta a la que el proyectista más experto puede prever.

Sus relaciones humanas eran parecidas. Estábamos en Berlín en 1958 en el Congreso de la F. I. P. Un día Torroja, Presidente del Congreso, me informa que un alto representante ministerial ruso le había propuesto organizar en Moscú, en el siguiente diciembre, un seminario entre los representantes de los grandes organismos de ingeniería civil occidental y los estudiosos rusos del sector, entre ellos el famosísimo Gvozdev. Me pidió que participase en una reunión al día siguiente, de lo cual yo no tenía muchos deseos. Había estado ya en Moscú en 1956 con ocasión de las primeras aperturas al occidente y la idea de volver en el peor período del año no me seducía. Le dije que me era imposible. Tenía que comprar, para mi hijo, un juego que sólo había en Alemania. No insistió. Pocas horas después nos encontramos en el ascensor del hotel. Me dio un paquete: contenía mi juego. Debía ir a Moscú. Una reunión que supuso una etapa importante en nuestro trabajo: la definición de las bases conceptuales de la teoría semi-probabilística de los estados límite que constituye ahora el

fundamento de las modernas normas de ingeniería civil.

Para terminar, una reflexión personal.

Me he preguntado a menudo cuáles fueron los instrumentos del poderoso desarrollo de España en los últimos decenios. Un progreso que salta a la vista en cada visita al país. He encontrado una respuesta en el campo en el que trabajo. Indudablemente, ha jugado un papel la influencia de Torroja y sus seguidores. Puedo intuirlo aunque en algunos campos de estudio y actividad no tengo elementos suficientes para pronunciarme. Pero puedo juzgar por analogía. Todo hace pensar que, también en otros ambientes, la cultura científico-técnica española ha tenido precursores de alto nivel. Y es no menos cierto que la gran nación ibérica está desarrollándose con gran ímpetu, tanto que constituye uno de los motores propulsores de la nueva Europa”.

A continuación se hizo entrega de la Medalla de Oro del CSIC, a título póstumo, a Eduardo Torroja Miret, medalla que fue recogida por su hijo, D. José Antonio Torroja Cavanilles, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, quien agradeció con unas emocionadas palabras la distinción otorgada a su padre. Intervinieron seguidamente el Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica y el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, quienes pusieron de relieve el gran prestigio y la labor desarrollada por Eduardo Torroja como investigador, innovador y creador en el marco del mundo de la Ciencia y la Tecnología.

Cerró el acto Su Alteza la Infanta Doña Elena.

* * *

SEMINARIOS TORROJA sobre TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SUS MATERIALES

LOS MATERIALES COMPUESTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Juan Manuel Mieres Royo
Ingeniero de Caminos, C. Y P.
NECSO. Madrid, 27 abril 2000

Con motivo del Seminario sobre Tecnología de la Construcción y sus Materiales, que tuvo lugar en el Instituto Eduardo Torroja, se expusieron algunas de las experiencias llevadas a cabo por el Departamento de I+D de NECSO

(Entrecanales y Cubiertas) en el campo de la aplicación de Materiales Compuestos dentro del sector de la Construcción.

Se comenzó haciendo una rápida ex-

posición de los materiales con los que el Departamento viene trabajando desde 1993 (fibra de carbono, vidrio y kevlar), destacando sus ventajas y, sobre todo, haciendo especial hincapié en sus inconvenientes: elevada deformabilidad, baja resistencia al fuego y elevado precio de materias primas y de elaboración.

Tres aspectos que deberán ser resueltos para asegurar una aplicación generalizada de estos materiales en la construcción.

Actualmente, cada material tiene una óptima aplicación. Así, vemos cómo la fibra de carbono trabaja mejor en refuerzo de vigas, tanto en obra civil como en edificación, mientras que a la fibra de vidrio o al kevlar se le saca un óptimo rendimiento en refuerzo de columnas de puentes o edificios.

Se mostraron algunas imágenes de refuerzos y se comentó la problemática que supone el refuerzo de pilares rectangulares que representan el mayor porcentaje de casos a reforzar en nuestro país (refiriéndonos a los proyectos de investigación).

El tipo de refuerzo por zunchado es óptimo en el caso de pilares circulares, sin embargo, en pilares de sección rectangular o cuadrados se produce una concentración de tensiones en las esquinas que provocan un fallo prematuro del refuerzo aplicado, bajando considerablemente el potencial de refuerzo de esta solución.

Se aprovechó esta oportunidad para comentar el proyecto COMREHAB que dentro del programa EUREKA está llevando a cabo NECSO junto a otros socios europeos. Dentro de los trabajos que se están realizando conjuntamente con el JRC, está el desarrollo de una técnica de pretensado que pretende solucionar esta problemática y cuyos resultados y conclusiones se presentarán en breve a la comunidad científica.

También sirvió esta oportunidad de debate para comentar algunas de las

aplicaciones de materiales compuestos en nuevas estructuras, bien sea a través de perfiles obtenidos por pultrusión o RTM.

Así se expusieron las alternativas presentadas al proyecto del Auditorio de Música de Tenerife, en donde la estructura de hormigón de 1.200 t podría ser ejecutada en un híbrido de fibra de vidrio y fibra de carbono con un peso de 120 t.

En general los perfiles de pultrusión están siendo aplicados en estructuras en las que la reducción de peso propio es crítica para el diseño propuesto por el arquitecto.

No obstante, las limitaciones de flecha actuales exigen un esfuerzo de optimización importante en el dimensionamiento con materiales compuestos, así como la combinación de los mismos de forma adecuada para los que es necesario incrementar la formación de los ingenieros de Caminos y arquitectos en el campo de los materiales compuestos.

Uno de los temas en los que se hizo más hincapié fue la problemática que supone el cumplimiento de la normativa de resistencia al fuego por parte de las estructuras con materiales compuestos.

Es cierto que la mayoría de los materiales actuales utilizados tienen una reducción de resistencia del 50% a temperaturas de 120 °C. El comienzo de la degradación de la resina se produce entre los 270 °C y los 330 °C. Ante estas limitaciones NECSO ha optado por llevar a cabo un trabajo de investigación del que se encarga el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza y que consiste en evaluar el efecto de diferentes productos del mercado y alguno de nuevo diseño de cara a mejorar el comportamiento al fuego de los materiales compuestos y conseguir cumplir la norma básica de edificación WBE-CPI/96 sobre la estabilidad al fuego de la estructura portante de un edificio.

Por último, la barrera que representa el elevado coste de estos materiales está viéndose rápidamente disminuida por el descenso en los precios que se viene produciendo, fruto de la elevada competencia entre los fabricantes de materia prima. No obstante, los costes de manufactura siguen siendo elevados, aunque un buen diseño debe tener en cuenta el método de fabricación óptimo para el problema constructivo que tratamos de resolver, de forma que se pueden conseguir reducciones importantes en los costes de elaboración.

Fruto de esta combinación de actitudes y de aptitudes es la adopción de soluciones en materiales compuestos que NECSO viene ofreciendo a problemas constructivos, tradicionalmente solventados con hormigón y acero.

Un ejemplo de esta nueva actitud ante los materiales compuestos, por parte de los calculistas y diseñadores que trabajan en la construcción, es el diseño de vigas híbridas llevado a cabo conjuntamente por NECSO, el JRC, ACG y DENSIT.

Esta viga, de 8 metros, combina la fibra de vidrio con la fibra de carbono y un hormigón de 180 MPa para conseguir soportar 30 t puntuales con deformaciones que se encuentran dentro de los rangos de las normas de edificación.

* * *

CARACTERIZACIÓN DE HORMIGONES FRENTE A LA PENETRACIÓN DE CLORUROS

Marta M. Castellote Armero
Dra. en Ciencias Químicas
Instituto Eduardo Torroja. Madrid

Cuando el hormigón armado comenzó a utilizarse a principios de siglo, se pensó que se había encontrado un material de construcción que, además de conjugar las ventajas del acero y de un material pétreo, no necesitaba mantenimiento. Sin embargo, la práctica demostró que el hormigón armado es susceptible de deterioro, fundamentalmente por procesos de corrosión de

armaduras. A este respecto, la situación más agresiva es la presencia de cloruros, que rompen puntualmente la capa pasiva de la armadura con la consiguiente generación de picaduras que progresan en profundidad, pudiendo llegar a producir la rotura de las barras.

Por ello, es de gran interés el estudio de la resistencia del hormigón a la penetración de los iones Cl⁻ en el hormigón. Una de las formas de caracterizar esta resistencia es mediante la determinación del coeficiente de difusión, que permite, mediante las ecuaciones apropiadas, realizar predicciones de vida útil. La forma clásica de determinación de este coeficiente se basa en ensayos de difusión natural, que presentan el inconveniente de ser muy lentos, de forma que se puede tardar meses en obtener datos precisos. Por ello, en los últimos años se propone la aplicación de campos eléctricos para acelerar el movimiento de los iones de forma que se puedan obtener los coeficientes en tiempos hasta de dos órdenes de magnitud menores. Al ser éste un campo de estudio reciente, existían muchas lagunas en la bibliografía, en cuya resolución se ha realizado un gran esfuerzo de investigación en el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", dentro del grupo de "Corrosión de armaduras".

Como fruto de esta investigación, se han esclarecido las alteraciones que causa la aplicación del campo eléctrico, tanto en las interacciones matriz/cloruros (doble capa eléctrica de las paredes de los poros y capacidad de combinación de cloruros por las fases sólidas) como también en la propia microestructura del hormigón. Asimismo, se han sentado las bases para el establecimiento de la metodología, tanto en cuanto a procedimiento experimental, como al tratamiento matemático de los datos experimentales para el cálculo de los coeficientes de difusión, lo que ha llevado a la propuesta de varios métodos, basados en la medida de diversos parámetros, para determinaciones en campo y en laboratorio.

PREMIOS CALIDAD 2000 Arquitectura y Vivienda Comunidad de Madrid

Se convoca el concurso público para la concesión de los cuartos "Premios de Calidad de la Arquitectura y la Vivienda Comunidad de Madrid" correspondiente al año 2000 (convocatoria 1999). Estos Premios se crean según Decreto 127/1996, de 29 de agosto para distinguir y destacar la calidad de las obras realizadas en la región y pretenden servir de estímulo, promoción y fomento de la calidad de la edificación, mediante el reconocimiento y distinción de actuaciones específicas de carácter excepcional en materia de arquitectura y vivienda en los aspectos de:

Estética
Innovación
Oficios
Soluciones de vivienda
Vivienda saludable

La concesión de estos premios se ajustará a lo que establecen las bases, pudiendo concurrir todos los trabajos concluidos durante 1997 y 1998, que hayan sido realizados en el ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid.

Información:

Comunidad de Madrid
Consejería de Obras Públicas,
Urbanismo y Transportes
Dirección General de Arquitectura
y Vivienda
Maudes, 17
28003 Madrid
Tel: 91 580 43 38/9
Fax: 91 580 44 33

* * *

Bau 2001

14 Salón Internacional de Materiales de Construcción, Sistemas de Construcción y Restauración de Edificios.

Munich, 16 al 21 enero 2001

Bau está considerado como el salón líder europeo del sector de la construc-

ción. Tiene lugar cada dos años y presenta una oferta internacional de los productos de los subsectores de aluminio, acero, vidrio, madera, ladrillos, piedras y tierras, cerámica de construcción, piedra natural, plásticos, química de la construcción, materiales aislantes y domótica.

Se espera una cifra de visitantes superior a los 200.000. El Congreso y la exposición especial GLASKON 2001 (vidrio, arquitectura y tecnología) se integran por segunda vez en BAU.

Información:

Messe Munchen GmbH
Messegelände
D-81823 München
Tel: (0 89) 9 49 201 11-13
e-mail: info@messe-munchen.de
http://www.bau-muenchen.de

* * *

CONSTRUMAT Salón Internacional de la Construcción

Barcelona, 23 al 28 abril 2001

CONSTRUMAT está trabajando en un nuevo modelo ferial que trascienda a su papel indiscutible como lonja de oferta de productos y se convierta en plataforma de análisis de las situaciones actuales y de las perspectivas a medio y largo plazo para la industria de la construcción.

Para finalizar, indicar que la próxima edición de CONSTRUMAT llegará a ocupar los dos recintos de la Fira de Barcelona, el de Montjuich y el nuevo Montjuich 2, situado en dirección al aeropuerto y excelentemente comunicado.

Información:
Fira de Barcelona
Av. M^a Cristina, s/n
08004 Barcelona
Tel: 34 93 233 20 00
Fax: 34 93 233 22 87
e-mail: construmat@firabcn.es

* * *