

# de la construcción

SEMINARIOS TORROJA sobre TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE SUS MATERIALES

FORJADOS DE LOSAS  
ALVEOLARES

**Ángel Ortíz Bonet**

Ing. Caminos, Canales y Puertos  
TIERRA ARMADA, S. A.

Manuel Burón Maestro  
Dr. Ing. Caminos, Canales y Puertos  
JAMIR, S. L.

24 octubre 2002

Las losas alveolares son los elementos estructurales cuyo uso está experimentando en estos años el mayor incremento de entre todos los productos prefabricados. La normativa española ha venido reconociendo este hecho, primero con su aparición en la EF-96 y posteriormente con la EFHE, de reciente publicación, y que se limita exclusivamente a los forjados realizados con estos elementos y a los de vigueta y bovedilla.

Sin embargo, estas piezas presentan unas peculiaridades de fabricación, uso y cálculo, cuyo conocimiento profundo no está suficientemente difundido en la comunidad técnica española, hasta el punto de que es frecuente ver proyectos en los que se aplican criterios de diseño y detalles constructivos más adecuados para otras soluciones, como los forjados de viguetas.

En la conferencia de los citados ingenieros, ambos con amplia experiencia en el sector de los prefabricados estructurales de hormigón, se trataron en profundidad muchos de estos temas, incluyendo algunos no recogidos, al menos con suficiente detalle, por la EFHE, como los cálculos precisos para poner en continuidad las losas, o las comprobaciones a realizar con apoyos indirectos, que no debería ser la forma habitual de apoyo de estas piezas.

Se hizo primero mención a las peculiaridades de fabricación de estos elementos, como son la ausencia de cercos, la presencia de juntas colaterales con gran resistencia a corte y la posibilidad de disponer o no capa de compresión, describiendo las ventajas e inconvenientes de esta solución.

Se dio especial énfasis a que es la necesidad de evitar fisuras de «spalling» en su fabricación, en piezas sin cercos, la que supone la máxima limitación práctica de uso de estas piezas: También se citaron como causa de particularidades de cálculo, y de dificultad para ponerlas en continuidad, el que estas piezas no se apeen, y que el peso propio del elemento pretensado sea proporcionalmente mucho más importante en estos forjados que en otros como los de vigueta y bovedilla.

Se revisaron luego las normativas existentes citando la Norma de Producto Europea: prEN-1168, muchos de cuyos preceptos se han recogido literalmente en la EFHE. cuyas prescripciones se analizaron, indicando los criterios correctos para aplicación de la norma y para realización de las fichas técnicas de utilización, con especial detalle en los estados límite de servicio, momentos de fisuración, de modo que se consideren las fases de construcción no apeada; cálculo de deformaciones, mencionando la necesidad de que la pieza no se fisure si se descan mantener un correcto control de flechas; y cálculos a cortante, detallando las 4 limitaciones existentes: cortante en sección no traccionada, por fórmula de Mohr, en sección traccionada según EHE, rasante losa - capa y anclaje de cortante por apoyo corto; e indicando la necesidad de fijar la entrega de la losa en su apoyo, para poder definir

estos valores, y las procesos de cálculo según se considere o no capa de compresión resistente.

Se hizo ver que era perfectamente posible, y adecuado para las propiedades de estos elementos, mantener su utilización, y, por ello, las fichas, dentro de un diseño isostático; hasta el punto de que la continuidad podría obligar a comprobar el cortante con la fórmula, mucho menos favorable, de la EHE para secciones traccionadas.

A continuación se revisaron otros apartados de la norma que, aunque no se incluyan en las fichas técnicas de utilización, han de ser comprobados en casos reales, como son las comprobaciones ante coacciones no deseadas, que pueden llevar a tener que calcular a corte la placa con la fórmula menos favorable; y los cálculos para cargas puntuales con los 2 métodos posibles: considerar la carga como resistida por media placa y la de tomar los coeficientes de reparto entre placas, según las figuras del Anejo; método que, aunque parezca más favorable, puede verse limitado por las muy exigentes comprobaciones a torsor.

También se mencionó la necesidad de comprobar los flectores transversales, lo que supone una limitación ante cargas puntuales y en cuchillo, o ante placas apoyadas en 3 bordes; y las comprobaciones de tensión rasante en juntas y por punzonamiento. Se comentó expresamente que esos problemas, así como las limitaciones a torsor y rasante, hacían inadecuadas estas placas, si no existía forma de poner cercos correctamente anclados, para puentes o situaciones con cargas puntuales dinámicas importantes.

Finalmente se describió el cómo realizar algunas comprobaciones que no se

detallan en la EFHE como los cálculos a corte y rasante con noyos macizados o todas las secciones a comprobar en el caso de apoyos indirectos, con o sin continuidad.

En particular, la descripción de los cálculos a realizar, en el caso de placas conectadas por capa de compresión y macizados de noyos, para obtener los momentos de continuidad, iniciales y diferidos, llevó a deducir que no sólo es imposible poder considerar, en instante inicial, como continuo, el peso propio de la placa (y el de la capa si la placa no se apea); sino que tampoco los momentos diferidos a tiempo infinito suponen que parte de ese peso funcione en continuidad, pues el pretensado de la losa alveolar se opone a este efecto y con mayor efectividad que el proceso del peso propio de pasar a negativos.

Este efecto, sobradamente conocido en otros entornos como los puentes de vigas pretensadas a los que se pretende dar continuidad, hace que las losas se comporten de modo muy distinto a otros forjados armados, o incluso pretensados, pero apeados y de menor peso, como las prelosas.

En el coloquio posterior se aclararon algunos de estos temas y se puso de relieve las ventajas de estos elementos frente a otras con las que compete y a las que está desplazando, en un proceso que ya se ha producido en Europa y parece previsible se acentúe en España.

\*\*\*

#### EL DISEÑO DE LA SEGURIDAD ANTE INCENDIO MEDIANTE LA INGENIERÍA DE FUEGO

Jesús de la Quintana  
Ingeniero Industrial  
LABEIN, Bilbao

7 noviembre 2002

La Fundación LABEIN es un centro tecnológico con presencia en diversas áreas del conocimiento, entre las cuales destaca, desde 1993, el de la Inge-

nería de Fuego, con aplicaciones en proyectos internacionales de investigación, proyectos de aplicación y reglamentación de seguridad ante incendio.

La reglamentación de seguridad ante incendio puede abordarse desde dos enfoques completamente distintos: un enfoque prescriptivo o un enfoque basado en prestaciones.

El enfoque prescriptivo exige, a partir de los objetivos de seguridad ante incendio, una serie de medidas de protección, desconociendo el proyectista qué influencia tendría en la seguridad una variación de las mismas.

El enfoque basado en prestaciones, sin embargo, establece criterios sobre las prestaciones que debe aportar el sistema de protección contra incendio para satisfacer los objetivos de seguridad. En este caso, el propio reglamento proporciona incluso soluciones aceptadas y métodos de verificación para comprobar si las medidas de protección cumplen esos criterios.

La Ingeniería de Fuego aporta las herramientas necesarias para verificar el cumplimiento de las prestaciones dadas por el sistema de protección contra incendio, abarcando 4 campos de estudio: la definición de escenarios de incendio de cálculo, el análisis de evacuación, el análisis térmico y el análisis estructural.

La definición de los escenarios de incendio de cálculo consiste en seleccionar un grupo de incendios de cálculo representativos, frente a los que se verifica la correcta prestación del sistema de protección contra incendios. Estos incendios son escogidos en función del riesgo que representan y se caracterizan por las propiedades del fuego de cálculo.

A continuación se realiza el análisis térmico en los escenarios de incendio definidos previamente, obteniendo los flujos de calor sobre los elementos estructurales así como la evolución de los humos, bien por métodos simplificados (curvas paramétricas, modelo

Hasemi...) o por métodos avanzados validados (modelos de zona, CFD-fluidodinámica).

A partir del análisis térmico se realiza el análisis estructural, en el cual se obtiene la respuesta de la estructura ante el incendio de cálculo. Para las estructuras metálicas existe un método simplificado que consiste en verificar que la temperatura real alcanza en el material (función del fuego de cálculo, protección del acero y sus propiedades térmicas) sea inferior a la temperatura crítica (función del nivel de carga).

El análisis de la evacuación, finalmente, calcula el tiempo de evacuación en los escenarios de incendio previamente definidos. Esta parte es la que mayor incertidumbre plantea, debido al comportamiento humano impredecible, la falta de datos y el desarrollo de modelos aún no validados.

Como conclusión, afirmamos que la Ingeniería de Fuego aporta herramientas que permiten verificar la seguridad ante incendio, lo cual representa un avance tecnológico hacia un mejor conocimiento del riesgo de incendio, así permite optimizar los costes en materia de protección contra incendios, garantizando, al mismo tiempo, la seguridad exigida por la sociedad.

\*\*\*

#### DECLARACIÓN DE MONFRAGÜE 28 septiembre 2002

Colegio de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos

Comisión de Medio Ambiente

#### Preámbulo

Reunidos los miembros de la Comisión de Medio Ambiente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Villarreal de San Carlos (Cáceres), paraje enclavado en el Parque Natural de Monfragüe, espacio con

el que este colectivo se siente singularmente vinculado por haber contribuido a su protección con carácter previo a su existencia como Parque Natural, figura que fomentó junto con otras Instituciones y organizaciones.

Imbuidos por los criterios sociales y culturales que inspiran su gestión, muchos de los cuales encuentran su expresión natural en el entorno que nos envuelve y que alientan la inspiración de una sociedad basada en los valores humanos y en la solidaridad social en armonía con el medio natural, que incorpora e identifica con su ideal de sociedad del bienestar, la preservación y recuperación de un medio ambiente en el que el hombre encuentre el entorno adecuado para el logro de sus ideales humanos de convivencia.

Considerando, además, que la propia **Constitución Española** reconoce el derecho de todos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo (artículo 45.1) y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva (artículo 45.2), principios que deben orientar nuestras actividades.

La Comisión, conforme a dichos principios, entiende y comparte el modelo de desarrollo sostenible como la estrategia aceptada mayoritariamente por la sociedad internacional del siglo XXI, como la fórmula más adecuada en el presente para articular las acciones y programas orientados al logro de sus ideales de responsabilidad hacia las generaciones futuras y de solidaridad entre las generaciones actuales.

Esta concepción de desarrollo económico exige la adecuación de nuestra actividad profesional al nuevo marco surgido del informe Brundtland "Nuestro Futuro Común" y del concierto internacional producido por la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de

Janeiro en 1992 en la que se estableció la Agenda 21 para su puesta en marcha.

Aunque más recientemente la Cumbre de Johannesburgo sobre la pobreza y el medio ambiente no alcanzó los objetivos esperados por muchos de nosotros, ha servido para renovar los compromisos de la Agenda 21, estableciendo un Plan de Acción extendido a la áreas de agua, energías renovables, comercio y globalización, recursos pesqueros, ayuda al desarrollo, salud, biodiversidad y recursos naturales.

Todas estas áreas de actividad se encuentran vinculadas, en mayor o menor grado, con el quehacer profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, por lo que debemos asumir el reto del contenido del Plan de Acción, contribuyendo con ello al desarrollo sostenible y aprovechando las nuevas oportunidades profesionales que brinda la necesidad de una gestión adecuada del medio ambiente.

#### *La tierra, hogar de todos*

Conscientes de que:

- La Tierra ha albergado a la humanidad desde que ésta existe, brindándole abrigo, alimentos y los recursos necesarios para la subsistencia.

- El ser humano ha venido utilizando sus capacidades para el mejor aprovechamiento de estos recursos y protegerse de fenómenos adversos (riesgos naturales).

- La presión demográfica y el uso inadecuado de las tecnologías han conducido en ciertos lugares a la rotura del equilibrio entre las acciones antrópicas y el medio natural, conduciendo a la sobreexplotación de los recursos, la ocupación desordenada del territorio, la contaminación del suelo, agua y atmósfera y a la degradación de los ecosistemas.

- El ser humano debe ahora aplicar sus conocimientos para encontrar fórmu-

las durables que permitan la compatibilidad del bienestar social en convivencia estable con el medio.

- El diseño de soluciones sostenibles para afrontar las necesidades de infraestructuras que demanda la sociedad requiere una adecuada comprensión de los procesos naturales que permita evaluar las posibles afecciones al medio ambiente antes de su ejecución y posibilite la propuesta, en su caso, de las medidas protectoras necesarias.

- En el análisis económico de las actuaciones debe considerarse, además de los costes directos e indirectos, la correcta internalización de los costes medioambientales cuyos efectos son, en general, soportados por la colectividad sin ser repercutidos sobre los agentes actores.

- Por tanto, el ingeniero de caminos, canales y puertos debe incorporar a su acervo profesional los conocimientos necesarios de forma que, en el estudio y análisis de las soluciones seleccionadas, se incluyan criterios medioambientales junto con los restantes condicionantes, considerados de forma tradicional (económicos, geomorfológicos, geotécnicos, hidrológicos, estructurales...).

- El territorio en estado natural, además de presentar factores de riesgo naturales (inundaciones, incendios naturales, tormentas eléctricas, erupciones volcánicas, temporales en el mar y las costas, terremotos y maremotos, etc.) tiene una capacidad de acogida limitada, por lo que el desarrollo humano exige actuaciones sobre el territorio que en una buena parte corresponde estudiar y ejecutar a los ingenieros de caminos, canales y puertos.

Sociedad, medio ambiente e ingeniería

En consecuencia, como ingenieros de caminos, canales y puertos, nos planteamos el papel que nuestro colectivo debe desempeñar en la superación de los retos a los que se enfrenta nuestra sociedad para alcanzar su pleno desa-

rollo social y humano en armonía con el medio ambiente y entendemos:

- Que el ingeniero, como persona inmersa en la sociedad en la que vive, ante todo debe fundar su actuación en los valores éticos, humanos y sociales de nuestro tiempo.

- Que, por tanto, la ingeniería debe desarrollar su actividad empleando sus conocimientos técnicos para resolver problemas sociales de ámbito territorial.

- Consecuentemente, la ingeniería, como actividad profesional, debe ser capaz de identificar objetivos alcanzables, acordes con los intereses y problemas, y de utilizar y ordenar los medios y recursos necesarios para ello.

- Dicha vinculación sociedad-ingeniería supone un compromiso recíproco, en función del cual los ingenieros asumen la responsabilidad de servir a la sociedad y ésta debe proporcionar los medios suficientes para ello.

- Por otro lado, la complejidad de los procesos naturales, la importancia de los aspectos económicos y su creciente globalización, impulsan, cada vez más, la formación de equipos interdisciplinarios en los que, junto a ingenieros de caminos, canales y puertos, se integren especialistas de otras disciplinas.

#### *Ideario:*

- Respalda el contenido del Compromiso Ético con el Desarrollo Sostenible hecho público por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos el 13 de febrero de 2002 con motivo de la celebración en su sede del Primer Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, cuyo desarrollo operativo se extiende a las áreas de normativa, de formación y de ejercicio profesional.

- Subrayar el compromiso ético del ingeniero de caminos, canales y puertos

frente a la sociedad por encima de cualquier otra vinculación que menoscabe la independencia y dignidad profesional.

- Fomentar los vínculos de la ingeniería con la sociedad, impulsando una mayor participación y compromiso frente a los problemas ambientales.

- Reforzar la formación tradicional del ingeniero de caminos, canales y puertos ampliando sus conocimientos en materias relativas a las ciencias de la naturaleza y sus evaluaciones económicas.

- Facilitar la formación continuada y la actualización de nuestros conocimientos en estos campos.

- Mostrar a la sociedad el papel destacado del ingeniero de caminos, canales y puertos en la prevención de riesgos naturales y en la gestión sostenible del territorio.

- Impulsar proyectos de I+D en los campos de interrelación entre las actuaciones sobre el territorio con el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas, así como los proyectos de seguimiento de las acciones correctoras y compensatorias que posibiliten la incorporación a futuras actuaciones de datos reales y experimentales.

- Desarrollar congresos, cursos, conferencias y encuentros en los que se fomente la aplicación en los diferentes ámbitos de actuación de los ingenieros de caminos de los principios contenidos en la presente Declaración.

Con la presente DECLARACIÓN, la Comisión de Medio Ambiente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos desea manifestar ante la sociedad en general, y el colectivo de ingenieros de caminos, canales y puertos en particular, la necesidad de impulsar decididamente las actuaciones

propias de la ingeniería civil en el camino hacia un mundo sostenible.

Parque de Monfragüe, 28 de septiembre de 2002

\* \* \*

### **IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil**

**Madrid, 26 al 28 noviembre 2003**

Organizado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos con la colaboración de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, se celebrará en Madrid el IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil.

El lema del Congreso “**UNA INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD**” pretende recoger la inquietud de los ingenieros ante la diversidad de situaciones laborales de éstos. Ha pasado la época de las obras aisladas en sí mismas o de la mera necesidad de calcular estructuras estables. Hoy, los conceptos se estructuran en torno a la ordenación del territorio, a su incidencia en el entorno, a la seguridad de uso, a la conservación, a la responsabilidad y a la sostenibilidad.

Para ello, el Congreso quiere hacer una revisión global de todos los sectores en los que intervienen los Ingenieros de Caminos, estudiando también los cambios previsibles en la formación y en las titulaciones de la Unión Europea.

#### **Información:**

Secretaría del IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Almagro, 42  
28010 Madrid  
Tfno: 917 006 427 Fax: 917 006 436  
[Congresocinca@ciccp.es](mailto:Congresocinca@ciccp.es)  
[www.ciccp.es](http://www.ciccp.es)

\* \* \*