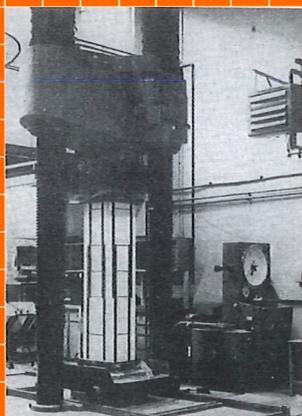


Notas de información
técnica (NIT)
INTEMAC



Crterios para el proyecto de solapes de armadura

Jesús María Rodríguez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Dpto. de Rehabilitación y
Patología, INTEMAC



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

NIT 4 - 06

Mayo 2006



INTEMAC

INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

(O.C.T.) CONTROL PARA EL SEGURO DE DAÑOS

INFORMES DE PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PÚBLICAS
EDIFICACIÓN
INSTALACIONES



INTEMAC
A U D I T

AUDITORIA TÉCNICO-ECONÓMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORÍA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORÍAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACIÓN DE LA OBRA



INTEMAC
E C O

AUDITORÍA TÉCNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas
Edificación
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

Aire
Agua
Ruido

AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

**CRITERIOS PARA EL PROYECTO
DE SOLAPES DE ARMADURA**

Jesús María Rodríguez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Departamento de Rehabilitación y Patología de la Construcción de INTEMAC
Jefe de la Sección de Estudios

Copyright © 2006, INTEMAC

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o distribuida de ninguna manera ni por ningún medio, ni almacenada en base de datos o sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

ISSN 1885-4575

Depósito legal: M-19828-2006

Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

INDICE

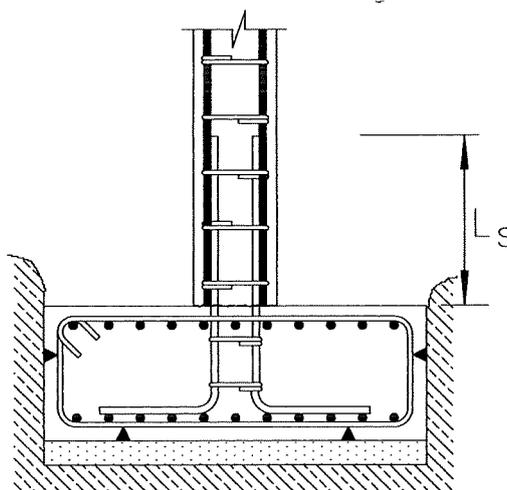
1. INTRODUCCIÓN
2. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE TENSIÓN ENTRE LAS BARRAS CORRUGADAS DEL SOLAPE
 - 2.1. EMPALMES SOMETIDOS A TRACCIÓN
 - 2.1. EMPALMES SOMETIDOS A COMPRESIÓN
3. ANÁLISIS DE DISPOSICIONES NORMATIVAS
 - 3.1. LONGITUDES DE SOLAPE
 - 3.2. DISTANCIA ENTRE BARRAS SOLAPADAS
 - 3.3. DECALAJE ENTRE SOLAPES ADYACENTES
 - 3.4. ARMADURA TRANSVERSAL EN LA ZONA DE SOLAPE
4. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

En el estado actual de desarrollo de la tecnología del hormigón armado, la necesidad de proceder al empalme de las armaduras resulta prácticamente inevitable en la mayor parte de los casos prácticos como consecuencia de las limitaciones impuestas fundamentalmente por las interrupciones de la ejecución en obra y las necesidades de las operaciones de transporte y manejo de la ferralla.

En la actualidad, dicho empalme puede ejecutarse bien mediante la unión por soldadura de ambos extremos de barras, a tope o por solape, mediante el acoplamiento de manguitos mecánicos o bien mediante el solape, es decir, la colocación de ambas barras en disposición paralela a lo largo de una cierta longitud y respetando una distancia máxima entre ellas. Obsérvese que, al contrario que en las dos primeras, esta última solución de empalme requiere la intervención del hormigón para posibilitar la transferencia de tensión entre barras.

En la Figura nº 1 se muestra un croquis, tomado de la referencia (5), que representa la solución habitual de enlace entre un pilar y la cimentación que, en este caso, es una zapata de hormigón armado. La armadura del pilar se coloca posteriormente al hormigonado de la zapata, por lo que es necesario prever en ésta, con anterioridad a su hormigonado, una disposición de armado, las armaduras de espera, tal que permita dar continuidad a la armadura longitudinal del pilar.



Solución habitual para el enlace del pilar al cimiento

Figura nº 1

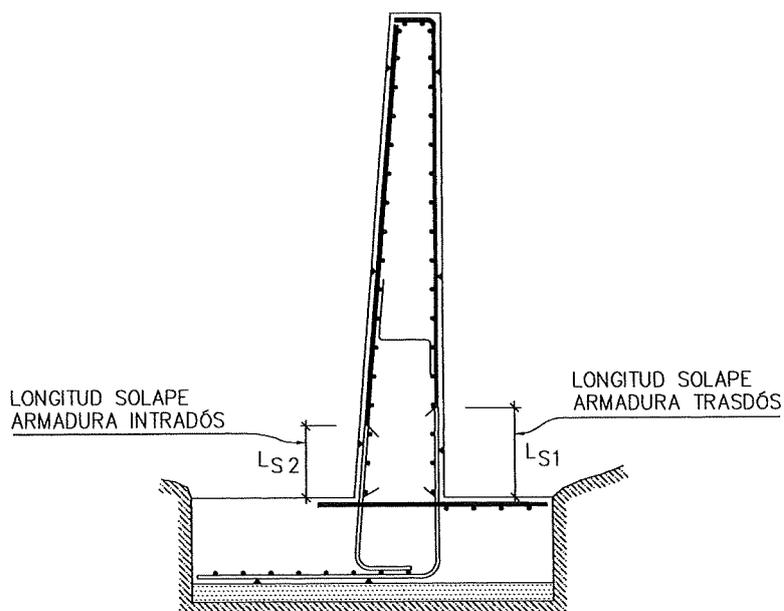
Para pilares de Edificación, el caso comentado puede citarse como ejemplo de solape sometido permanentemente a compresión, toda vez que, sobre todo en el caso de pilares interiores, los momentos flectores

suelen ser de reducido valor, dominando en general la compresión inducida por el esfuerzo axial. En la sección de arranque se solapa el 100% de la armadura longitudinal del pilar con las barras de la armadura de espera. Obsérvese que en este caso, a lo largo de la longitud de solape, existen cercos dispuestos como armadura transversal, ya sean los que se colocan en el resto del pilar por otras consideraciones o bien pertenecen a una armadura específica, de mayor cuantía que la anterior, dispuesta sólo en la zona de solape al objeto de, como veremos, absorber las tracciones asociadas al mecanismo de transmisión del esfuerzo entre barras del solape.

En el caso de un depósito circular de hormigón armado, por ejemplo, la discontinuidad del proceso de hormigonado entre el cimiento y el alzado del depósito obliga a la disposición del correspondiente solape de la armadura vertical con las esperas del cimiento, al igual que en el caso del pilar. Igualmente, las limitaciones en la longitud de las barras, así como su manejo, hacen necesario establecer un nuevo solape entre las barras correspondientes a la armadura circunferencial del armado de la pared.

En el caso comentado, el solape de la armadura circunferencial podría citarse como un ejemplo de empalme sometido a tracción. Esta disposición permite no tener que solapar el 100% de la armadura circunferencial en una misma sección vertical de la pared del depósito, pudiendo decalarse los solapes consecutivos distanciándolos entre sí. La armadura vertical funciona como armadura de cosido del solape, con mayor eficacia si está por fuera de la circunferencial.

En la Figura nº 2, tomada de la referencia (5), se muestra un croquis correspondiente a un muro ménsula de hormigón armado. La sección de arranque del alzado del muro representa una discontinuidad obligada en el proceso de ejecución del muro, materializándose en dicha sección una junta de hormigonado y disponiéndose el empalme de la armadura vertical del muro. En este caso, al estar la sección sometida a flexión simple, el empalme de la armadura vertical del trasdós puede considerarse como un empalme traccionado mientras que el del intradós comprimido. Al igual que en el caso del soporte, en la sección se empalma el 100% de la armadura longitudinal, sin embargo, a diferencia de dicho caso, no se dispone armadura transversal en forma de cercos, si bien existe la armadura horizontal del alzado del muro, generalmente por dentro de la vertical.



Solape de la armadura vertical de un muro ménsula en la sección de arranque

Figura nº 2

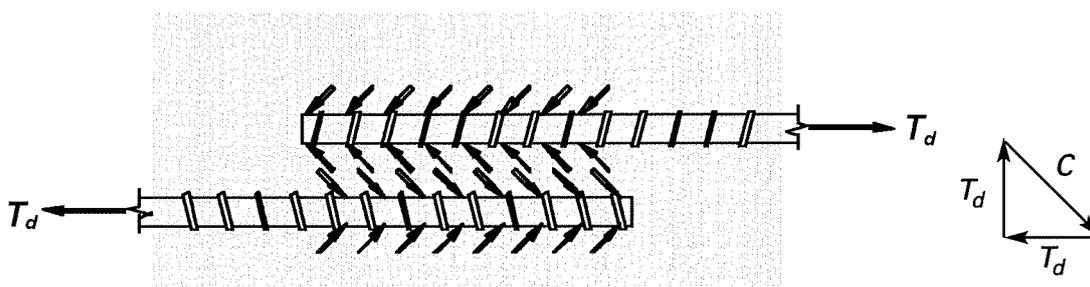
Se podrían citar múltiples ejemplos más en los que resulta imprescindible la ejecución de solapes en la armadura. Las diferentes normativas contienen disposiciones relativas a la definición de proyecto de tales solapes, en particular recogen prescripciones sobre los diferentes parámetros que caracterizan al empalme (longitudes de solape entre barras, distancias máximas entre las barras del solape, decalaje entre solapes consecutivos, necesidad de armadura transversal,...etc).

El objeto de la presente Nota de Información Técnica es el análisis de tales disposiciones, pasando revista a los diferentes planteamientos que el proyectista puede encontrar entre la documentación normativa existente sobre el tema.

2. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE TENSIÓN ENTRE LAS BARRAS CORRUGADAS DEL SOLAPE

2.1. Empalmes sometidos a tracción

En el croquis que se incluye en la Figura número 3 se muestra un esquema válido de funcionamiento de un solape de barras a tracción, representándose las fuerzas que actúan sobre las barras en el plano del solape.



Esquema de funcionamiento de un solape a tracción

Figura nº 3

La transmisión del esfuerzo entre las barras se realiza fundamentalmente en el plano del solape, mediante un mecanismo de diagonales comprimidas o bielas, que forman un ángulo variable con el eje de las barras, ángulo que depende principalmente de la configuración del corrugado. En el mecanismo de transmisión se moviliza sólo parte del perímetro de la sección transversal de las barras, por lo que en general la longitud de solape necesaria para poder garantizar la transmisión de la capacidad de la barra resulta ser mayor que la correspondiente longitud de anclaje.

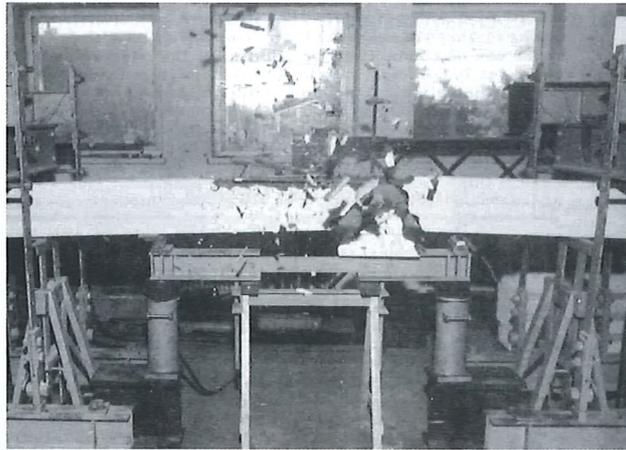
El estado tensional en el hormigón circundante al solape producido por el citado mecanismo se caracteriza por la existencia de trayectorias de tracciones sensiblemente normales al eje de las barras, tracciones superiores a las que aparecerían en el caso del anclaje de una sola barra y que podrían conducir al fallo del solape con la aparición de una fisuración longitudinal en la zona de empalme, por fisuras inclinadas según la dirección de las bielas comprimidas, o bien por expulsión del recubrimiento de hormigón.

El valor de la fuerza ortogonal al solape es igual a la fuerza transmitida por el mismo, es decir T_d , y la distribución longitudinal de estas fuerzas a lo largo del solape alcanza sus máximos en los puntos inicial y final de la zona de empalme.

Las características del anillo de hormigón circundante al solape, (resistencia a tracción del hormigón, espesor del recubrimiento, eventual existencia de compresiones transversales al solape, disposición de armadura transversal,...etc) son, entre otros, los elementos fundamentales que se oponen a las citadas fuerzas de tracción ortogonales al solape y que determinan su capacidad última y modo de fallo.

Una importante investigación teórica – experimental sobre el comportamiento de los solapes sometidos a tracción fue publicada por Ralejs Tefers (Chalmers University of Technology. Division of Concrete Structures, Goteborg, Suecia) en el año 1.973. “*A theory of bond applied to overlapped tensile reinforcement splices for deformed bars*” (12)

En la figura siguiente (Figura n° 4), tomada de la citada publicación, se observa el modo de fallo “explosivo”, por expulsión del recubrimiento, del solape traccionado. El solape está ubicado en la cara superior de la viga, la cual se ensaya solicitándola mediante dos cargas puntuales ascendentes aplicadas en su cara inferior.

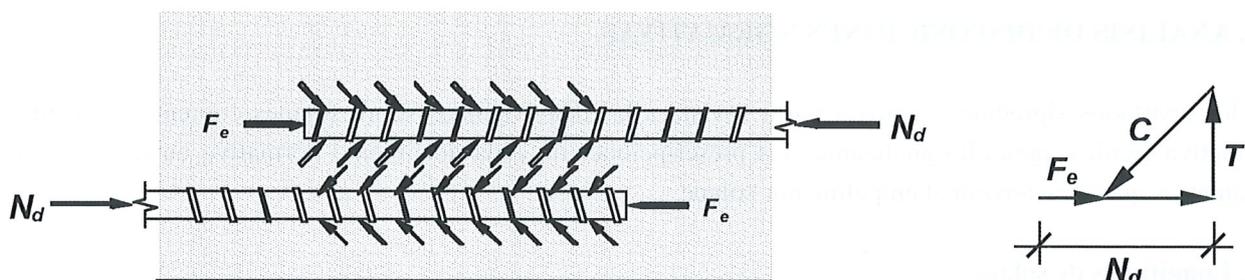


Agotamiento de un solape traccionado por expulsión del recubrimiento

Figura n° 4

2.2. Empalmes sometidos a compresión

En cuanto al funcionamiento del solape a compresión, en la Figura n° 5 se observa el esquema de transmisión de esfuerzos, considerablemente distinto al correspondiente al funcionamiento a tracción, debido al efecto de apoyo de las puntas de las barras sobre el hormigón.



Esquema de funcionamiento de un solape a compresión

Figura n° 5

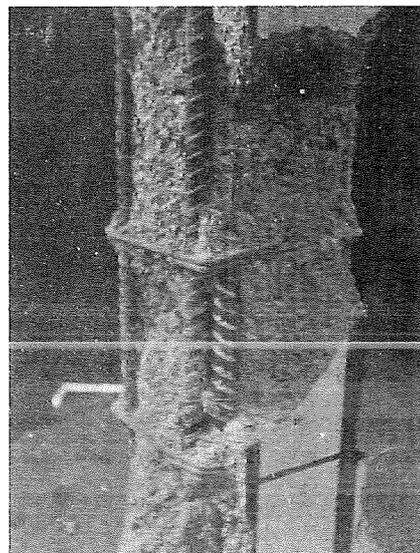
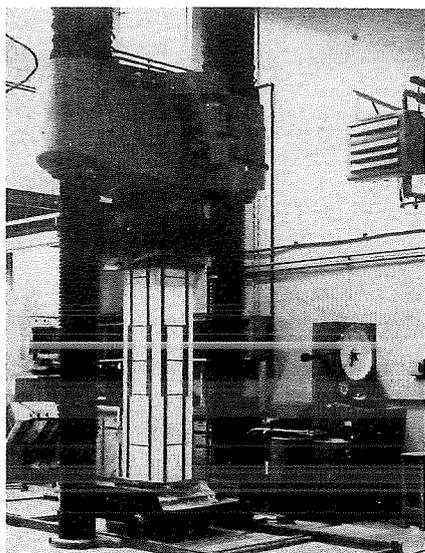
El valor de la fuerza máxima ortogonal al solape resulta ser inferior al caso anterior de solape traccionado, debido a las mencionadas fuerzas desarrolladas en las puntas de las barras:

$$T_d = A_s \cdot f_{yd} - F_e$$

La presión de punta, que puede alcanzar un valor equivalente a varias veces la resistencia a compresión del hormigón en la probeta estándar, podría conducir a una rotura cónica del mismo cuando las barras terminan cerca de las superficies libres del hormigón.

Una investigación experimental sobre el comportamiento de los solapes sometidos a compresión fue publicada en marzo de 1.978 por P.D. Arthur (Universidad de Glasgow) y J.W. Cairns (Universidad Heriot-Watt, Edimburgo) "*Compression laps or reinforcement in concrete columns.*" (11)

En la figura siguiente (Figura nº 6) se muestran unas vistas, extraídas de la citada publicación, sobre el dispositivo experimental utilizado para el ensayo así como de la forma de rotura en uno de los casos.



Dispositivo utilizado para ensayo de solapes a compresión y forma de rotura en uno de los ensayos

Figura nº 6

3.3. ANÁLISIS DE DISPOSICIONES NORMATIVAS

En los apartados siguientes vamos a pasar revista a las disposiciones sobre solapes contenidas en diferente normativa técnica; para ello analizamos las prescripciones de cada documento normativo en relación con los parámetros que caracterizan el empalme por solape.

3.1. Longitudes de solape

Los valores de las longitudes de solape prescritas por las diferentes normas se basan en los resultados disponibles sobre análisis teórico – experimentales específicos llevados a cabo al efecto.

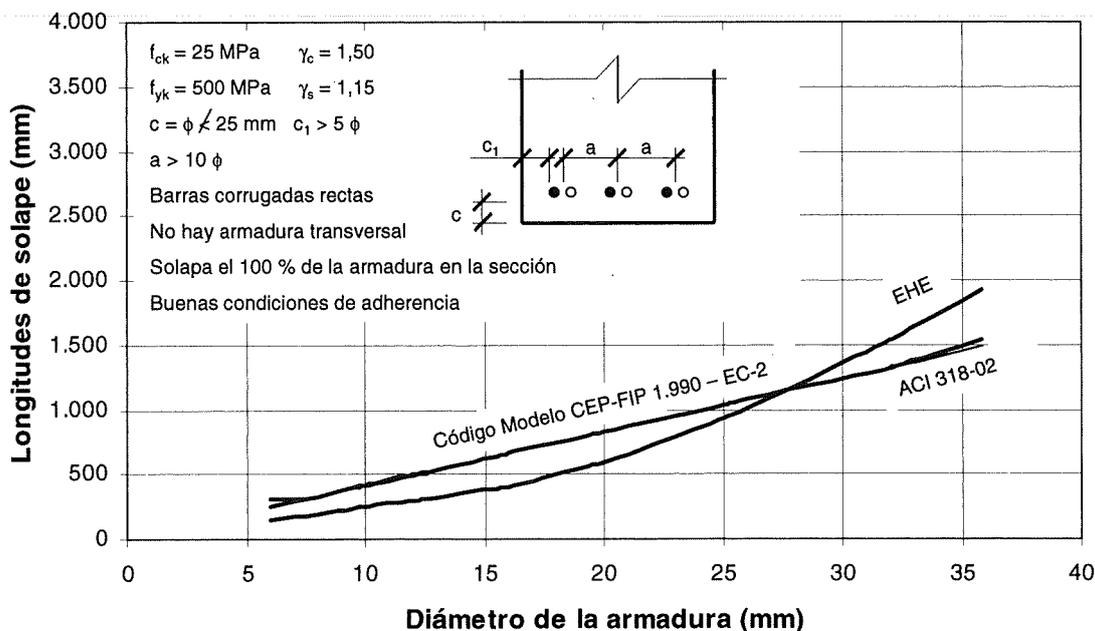
En la figura que se incluye a continuación se muestran, a efectos comparativos, los resultados del cálculo de las longitudes de solape a tracción y compresión en función del diámetro de la barra, obtenidos de acuerdo con los criterios recogidos en el Código Modelo CEB-FIP 1.990, coincidentes con los del Eurocódigo 2 (EN 1992-1-1:2004:E) en el Código Norteamericano ACI 318-02 y en la Instrucción española EHE.

El cálculo de las longitudes se ha realizado para las calidades de los materiales correspondientes a la resistencia característica a compresión del hormigón de $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ y límite elástico del acero de $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$. Los coeficientes de minoración de resistencias de hormigón y acero considerados en el cálculo han sido $\gamma_c = 1,50$ y $\gamma_s = 1,15$, respectivamente. En todos los casos se han tenido en cuenta barras corrugadas rectas, un valor del recubrimiento geométrico de la armadura igual al diámetro de la barra en cada caso y no inferior a 25 mm y una separación entre solapes adyacentes superior a diez veces el diámetro de las barras. Se ha considerado la armadura dispuesta en una posición favorable a efectos de adherencia y el solape del 100% de las barras de la sección. No se ha tenido en cuenta la presencia de armadura transversal ni de compresiones de confinamiento.

Conviene señalar que el código ACI 318-02 prohíbe la solución del solape para empalmes de barras más gruesas que la número 11 (35 mm de diámetro), es decir, barras números 14 y 18 de unos 44 y 57 mm de diámetro respectivamente, debido a la falta de experimentación adecuada sobre el comportamiento de solapes con barras gruesas, si bien permite su utilización en el caso de solapes comprimidos con barras más delgadas.

El resto de las normas analizadas, desaconsejan con carácter general el uso de empalmes por solape para barras de diámetro superior a 32 mm

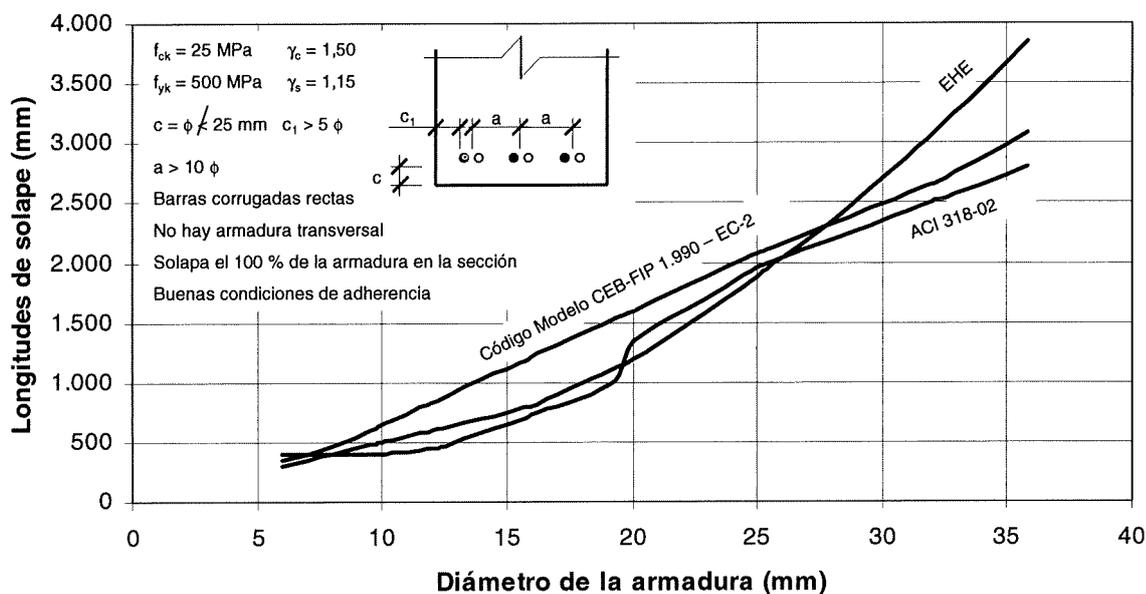
Longitudes de solape a compresión



Longitudes de solape a compresión

Figura nº 7

Longitudes de solape a tracción



Longitudes de solape a tracción

Figura nº 8

Naturalmente, la degradación de las condiciones de adherencia en la zona traccionada debido a la fisuración, conduce a la necesidad de disponer longitudes de solape superiores que en el caso comprimido. En este caso además, hay que tener en cuenta el ya comentado efecto de punta justifica reducciones apreciables en las longitudes de solape. Téngase en cuenta que las tensiones bajo las puntas de las barras que pueden considerarse asociadas a dicho efecto han sido cuantificadas por algunos autores como de varias veces la resistencia del hormigón en probeta cilíndrica ($3,42 \cdot f_c$ según referencia (11)), muy superiores por consiguiente a los valores que alcanzan tensiones de adherencia que se desarrollan entre el hormigón y las barras corrugadas.

Conviene destacar la, en general, razonable similitud existente entre las longitudes de solape prescritas por las diferentes normativas obtenidas en el cálculo anterior, especialmente entre el Código Modelo CEB-FIP 1.990 y la norma ACI 318-02 en el caso de solapes comprimidos.

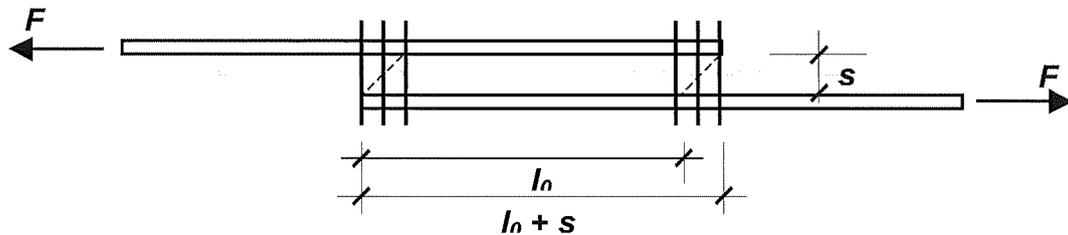
No obstante lo anterior, existen algunas diferencias motivadas, entre otras razones, por factores atribuibles a las condiciones experimentales particulares que han servido de base para la definición de tales longitudes.

Obsérvese que en general, para diámetros grandes EHE da longitudes de solape superiores a la norma ACI 318-02, Código Modelo CEB-FIP 1.990 y Eurocódigo EC-2. Ello es debido a que el tratamiento normativo español está basado en los ensayos de BEAM-TEST, en los cuales la barra se coloca a 50 mm del fondo de la viga, lo cual supone una relación c/ϕ muy alta para los finos y muy baja para los gruesos.

3.2. Distancia entre barras solapadas

La necesidad de garantizar la transmisión adecuada de tensión entre barras adyacentes del solape obliga a limitar la distancia libre máxima entre dichas barras.

Tanto la Instrucción EHE como el Código Modelo CEB-FIP 1.990 establecen dicha distancia máxima en cuatro diámetros ($4\cdot\phi$), si bien éste último admite la posibilidad de que la distancia sea mayor si se adoptan determinadas precauciones, consistentes en incrementar la longitud del solape en una distancia igual a la separación entre barras y en calcular y disponer una armadura transversal, determinada según un modelo de bielas y tirantes, no inferior que la mínima a la que más adelante se hará referencia (ver Figura nº 9)



Disposición de solape cuando $s > 4\cdot\phi$ según el Código Modelo CEB-FIP 1.990

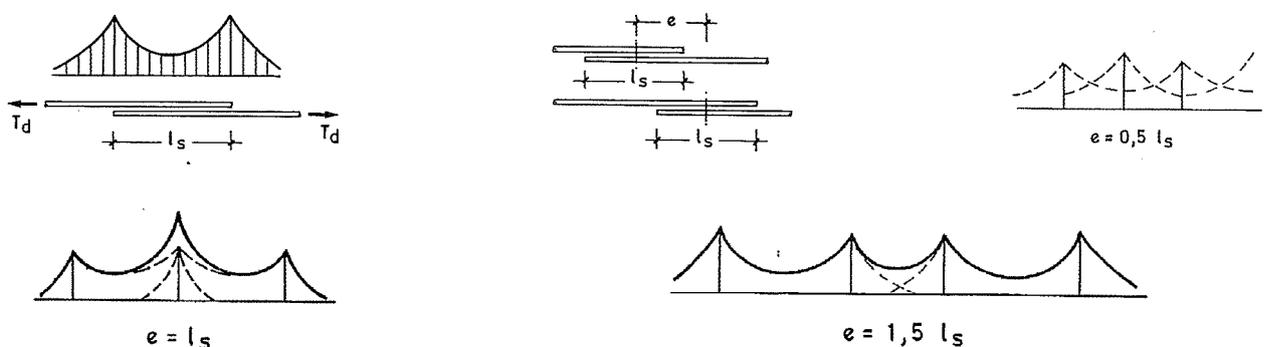
Figura nº 9

El código ACI 318-02 limita la separación máxima entre barras al valor mínimo entre un quinto de la longitud de solape requerida y 6 pulgadas, con independencia del valor del diámetro.

3.3. Decalaje entre solapes adyacentes

El distanciamiento de los solapes adyacentes en el sentido longitudinal (decalaje) es objeto de atención por parte de algunas normas con el fin de evitar que una desfavorable colocación de los solapes incremente las tensiones resultantes sobre el hormigón, como consecuencia de la distribución de las tensiones radiales a lo largo del solape, con máximos localizados en los extremos de las barras solapadas.

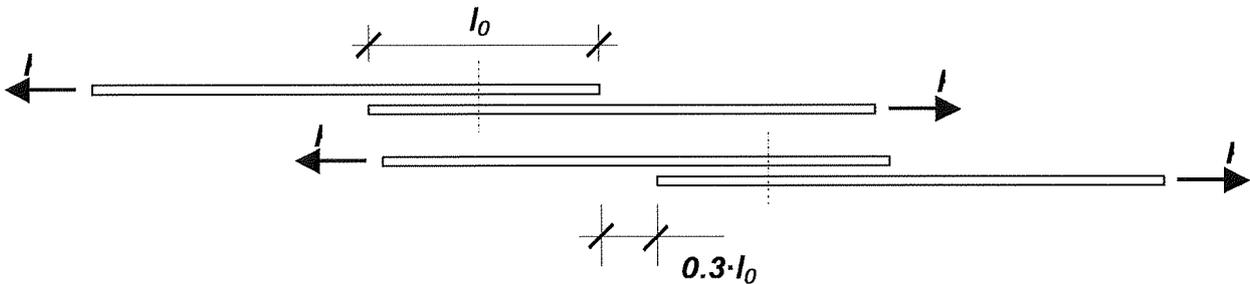
En los estudios realizados sobre el tema (véase por ejemplo J. Calavera (4)) se observa que la solución consistente en disponer un decalaje definido por una distancia entre centros de solapes igual a vez y media la longitud solapada es satisfactoria y que una distancia igual a la longitud solapada conduce a un fuerte incremento de la tracción -ver Figura nº 10, tomada de (4)-.



Distribución de tensiones transversales a lo largo del solape

Figura nº 10

El Código Modelo CEB-FIP 1.990 (ver Figura nº 11) aconseja disponer una distancia mínima entre extremos de barras de $0,3 \cdot l_0$ siendo l_0 la longitud solapada, lo que equivale a una distancia entre centros de solapes de $1,3 \cdot l_0$, lo cual parece razonable a la vista de lo indicado en el párrafo anterior.



Decalaje de solapes según el Código Modelo CEB-FIP 1.990

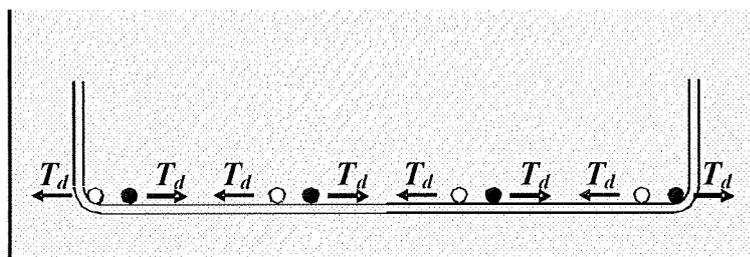
Figura nº 11

La Instrucción española EHE, en su artículo 66.6.1 indica que como norma general, los empalmes de las distintas barras a tracción de una pieza, se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, una longitud igual o mayor a l_b , siendo l_b la longitud básica de anclaje correspondiente al diámetro empleado en cada caso. Esto significa que, en términos de longitud solapada (l_s), el distanciamiento prescrito estaría comprendido entre $0,5 \cdot l_s$ y l_s , lo cual en general resulta más desfavorable que en el caso del Código Modelo.

La norma ACI 318-02 no incluye disposiciones al respecto para empalmes por solape, pero sí para empalmes mecánicos o soldados.

3.4. Armadura transversal en la zona de solape

De acuerdo con lo expuesto en los apartados anteriores, la disposición de una armadura transversal específica en las zonas de empalme por solape vendría justificada, principalmente, por la necesidad de absorber las tracciones netas que se generan en las zonas extremas del solape que de otro modo deberían ser resistidas por el hormigón del recubrimiento, pudiendo llegar a desprenderse si su capacidad resultara insuficiente. Téngase en cuenta que el hormigón entre empalmes consecutivos se encuentra comprimido por las fuerzas transversales derivadas del funcionamiento de los solapes (ver Figura nº 12)



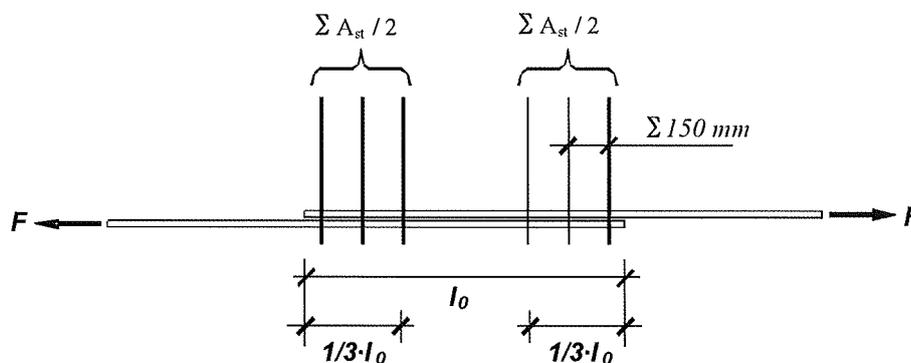
Esfuerzos sobre el hormigón transmitidos por los empalmes

Figura nº 12

En este sentido, el Código Modelo CEB-FIP 1.990 recomienda con carácter general disponer los solapes en una sección simétricamente y paralelos a la cara exterior del elemento.

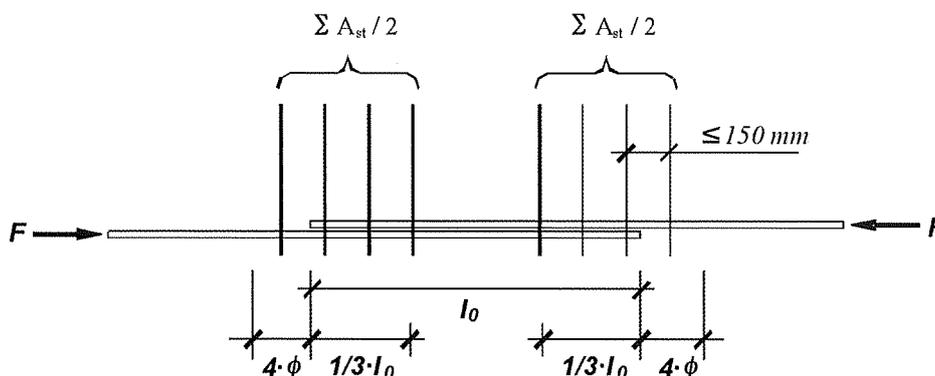
El área de la armadura transversal a disponer según dicha norma será no menor que el área de la mayor barra solapada, si bien permite no tener en cuenta esta disposición para diámetros de la armadura longitudinal inferiores a 16 mm o si el porcentaje de barras solapadas en una sección es menor del 25%. En estos casos, basta la armadura en la zona de solape que se disponga por otros motivos.

En cuanto a la distribución de la armadura transversal, el Código Modelo prescribe una concentración de la armadura en los extremos de los empalmes, coherentemente con la distribución de tensiones transversales, que es máxima en dichas zonas. En el caso de barras permanentemente en compresión, en la disposición del estribado se deben incluir barras situadas junto a los extremos, fuera de la zona de solape, al objeto de absorber esfuerzos transversales de tracción que aparecen en la zona asociados al “efecto de punta” (figuras nº 13 y 14)



Distribución de armadura transversal en solapes a tracción según el Código Modelo CEB – FIP 1.990

Figura nº 13



Distribución de armadura transversal en solapes a compresión según el Código Modelo CEB – FIP 1.990

Figura nº 14

El Eurocódigo EC-2 establece prescripciones similares a las recogidas en el Código Modelo. La única diferencia estriba en el límite impuesto en el diámetro de la armadura longitudinal, 20 mm frente a los 16 mm del Código Modelo, por debajo del cual se permite no disponer estribos o cercos de cosido en la zona de solape.

La Instrucción de Hormigón Estructural EHE prescribe en su artículo 66.6.2, para las zonas de solape, una distribución de armadura transversal tal que su sección total sea igual a la sección de la mayor barra solapada. No impone límites de diámetros de la armadura longitudinal por debajo de los cuales permita no tener que colocar la armadura transversal ni tampoco establece criterios de reparto de dicha armadura. Cabe indicar que en las versiones anteriores de esta norma se señalaba que el área de la armadura transversal a disponer debía ser los 2/3 del área de la mayor barra solapada, para los casos en los que el porcentaje de armadura solapada fuera mayor que el 50%, y 1/3 para porcentajes iguales o inferiores a dicho 50%.

Finalmente, el código ACI 318-02 no incluye disposiciones específicas sobre la armadura transversal en la zona de solape, por lo que, en el caso de pilares, por ejemplo, rige lo indicado con carácter general en el artículo 7.10.5 “Ties” relativo a la armadura transversal de refuerzo de elementos comprimidos. Únicamente en los comentarios al citado artículo 7.10.5 se indica la recomendación de disponer estribos o cercos en los extremos de los empalmes por solape. Sí permite sin embargo una reducción de la longitud de solape necesaria en soportes teniendo en cuenta la presencia de estribos.

En la Tabla que se adjunta a continuación se resume la situación normativa expuesta en este Apartado en relación con la armadura transversal.

TABLA N° 1
ARMADURA TRANSVERSAL EN ZONAS DE SOLAPES

Normativa	Instrucciones EH	Instrucción EHE	Código Modelo CEB-FIP 1.990	Eurocódigo EC-2 EN 1992-1-1: 2004 E	Código ACI 318-02
<i>¿Prescribe un estribado específico en la zona de solape?</i>	<i>SÍ</i>	<i>SÍ</i>	<i>SÍ</i>	<i>SÍ</i>	<i>NO</i>
<i>Área mínima del estribado en función del área de la mayor barra longitudinal solapada</i>	<i>Máximo 2/3 del área de la mayor barra solapada</i>	<i>Igual al área de la mayor barra solapada</i>	<i>Igual al área de la mayor barra solapada</i>	<i>Igual al área de la mayor barra solapada</i>	————
<i>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal para que no se disponga armadura transversal</i>	<i>No prescribe un diámetro mínimo</i>	<i>No prescribe un diámetro mínimo</i>	<i>16 mm</i>	<i>20 mm</i>	————
<i>Especificaciones sobre la distribución del estribado</i>	<i>NO</i>	<i>NO</i>	<i>Concentración en los tercios extremos del solape</i>	<i>Concentración en los tercios extremos del solape</i>	————

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, podemos concluir que en este aspecto las diferencias entre las normativas analizadas son considerables, situándose las exigencias entre los extremos representados por EHE (máxima cuantía) y la norma ACI 318-02 (sin prescripciones específicas).

En nuestra opinión, el tema merece un estudio más profundo, si bien la adopción del criterio expuesto en el Eurocódigo EC-2 nos parece en la actualidad la solución más adecuada, teniendo en cuenta el status actual de la citada norma, que permite su aplicación como código nacional.

4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) ACI 318-02. "Building Code Requirements for Structural Concrete". ACI Committee 408. American Concrete Institute.
- (2) ACI 408.3-01. "Splice and Development Length of High Relative Rib Area Reinforcing Bars in Tension and Commentary" (408.3R-01). ACI Committee 408. American Concrete Institute.
- (3) ACI 408R-03. "Bond and Development of Straight Reinforcing Bars in Tension". ACI Committee 408. American Concrete Institute.
- (4) CALAVERA, J. "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón". 1ª Edición. INTEMAC. Madrid, 1999.
- (5) CALAVERA, J. "Manual de Detalles Constructivos". 1ª Edición. INTEMAC. Madrid, 1993.
- (6) Código Modelo CEB-FIP 1.990 para hormigón estructural.
- (7) Eurocode 2: "Design of concrete structures" – Part 1-1: General rules and rules for buildings. EN 1992-1-1:2004:E
- (8) Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón Estructural, EHE. Ministerio de Fomento. Madrid 1998.
- (9) Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado, EH-91. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid 1.994.
- (10) MAYER U. ELIGEHAUSEN R. "Influencia del área relativa de resalto de la armadura en el comportamiento estructural del hormigón armado". Cuadernos INTEMAC nº 54 Segundo trimestre 2004.7
- (11) P.D. ARTHUR J.W. CAIRNS "Compression laps of reinforcement in concrete columns" The Structural Engineer /March 1.978. No. 1
- (12) TEPFERS, R. "A Teory of Bond Applied to Overlapping Tensile Reinforcement Splices for Deformed Bars". Publication 73:2, Division of Concrete Structures, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden

CUADERNOS INTEMAC

CUADERNOS INTEMAC es una publicación trimestral, bilingüe en español e inglés, en forma de monografías que recogen trabajos realizados por los técnicos del Instituto o presentados en los Cursos y Conferencias organizados por el mismo.

Los temas tratados cubren tanto el campo de las Obras Públicas como el de la Edificación y sus Instalaciones.

Precio de la suscripción Año 2005: 27 €



ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 58

“Sistema de posicionamiento global. Fundamentos y aplicación en obras de ingeniería”.

Autores: E. LÓPEZ-CANTÍ CASAS; P. VALDÉS FDEZ. DE ALARCÓN.

Cuaderno Nº 59

“Las pruebas de carga de recepción de las estructuras de la circunvalación de Madrid M-50 y las radiales R-3 y R-5”.

Autores: ÁNGEL HUERTOS RODRÍGUEZ, Ing. Tec. O.P., J. LEY URZAIZ Dr. Ing. de Caminos, SERGIO DE LA ROCHA MUÑOZ, Ing. de Caminos, JOSÉ JUAN ROZAS HERNANDO, Ing. Tec. O.P.

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 60

“Recintos y huecos para instalaciones en edificios de viviendas”.

Autores: G. MARÍN ESTÉVEZ; F. VALENCIANO CARLES.

Cuaderno Nº 61

“Vida útil de las estructuras de hormigón”.

Autor: STEEN ROSTAM.

Consulte lista completa de la Colección

MONOGRAFÍAS INTEMAC

A partir de junio de 1998 INTEMAC emprendió una nueva línea de publicaciones con un carácter eminentemente práctico, destinadas a tratar temas muy concretos que, o bien presentan un nivel de problemas acusados en la práctica, o bien están insuficientemente cubiertos por la Normativa y la documentación técnica existente.

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 5

“Mantenimiento y reparación de paramentos de hormigón”.

Autores: R. Barrios Corpa, C. Beteta Cejudo, E. Díaz Heredia, Prof. J. Fernández Gómez, J. M. Rodríguez Romero.

Precio de la Monografía 33 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 6

“Patología, técnicas de intervención y limpieza de fábricas de ladrillo”.

Autores: P. López Sánchez, J. M. Luzón Cánovas, I. Martínez Pérez, A. Muñoz Mesto, A. Fernández Sáez.

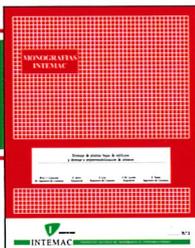
Precio de la Monografía 33 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 7

“Estructuras de madera”.

Autores: J. M. Izquierdo y Bernaldo de Quirós.

Precio de la Monografía 33 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT

En INTEMAC se producen, con frecuencia, notas de información sobre temas que pensamos que no solamente tienen una utilidad interna sino que pueden resultar interesantes para muchos Técnicos de la Construcción.

NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 1 (05)

“Estudio experimental sobre la influencia de distintos procedimientos de curado inicial en obra, en la resistencia a compresión de probetas de hormigón”.

Autores: J. Calavera Ruiz, J. Fernández Gómez, G. González Isabel, J. Ley Urzaiz

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 11 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 2 (05)

“El incendio del Edificio Windsor de Madrid. Investigación del comportamiento al fuego y de la capacidad resistente residual de la estructura tras el incendio”.

Autores: J. Calavera Ruiz, E. González Valle, J. Díaz Lozano, J. L. Cano Muñoz, J. Fernández Gómez, J. M. Izquierdo y Bernaldo de Quirós, J. Ley Urzaiz.

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 15,5 €

DVD Y VÍDEOS TÉCNICOS

Muestreo de hormigón fresco. Fabricación y ensayo de probetas de hormigón.

Nº 2001 (1-1)

Contempla de forma completa y detallada el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, la medida de la consistencia con el Cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.

Esta nueva versión del vídeo 8801 (1), introduce las modificaciones de EHE y un sistema de estudio de la distribución de presiones de la prensa sobre la probeta así como los aspectos particulares del ensayo de hormigones de alta resistencia.

30 minutos - 25 €



Fabricación y control de calidad de barras y mallas para hormigón armado.

Nº 2002 (1-2)

Muestra el proceso de laminación en fábrica de las barras y alambres, la fabricación de mallas y los ensayos de tracción, doblado, arrancamiento de nudos y determinación de las características geométricas del corrugado y el ensayo de Beam-test para la determinación de las características de adherencia.

30 minutos - 25 €



Compresión centrada en hormigón armado.

Nº 2002 (1-4)

Contempla la rotura de siete pilares a escala real, variando resistencias de hormigón desde 25 N/mm² a 100N/mm², las cuantías de armaduras, la separación de estribos y la velocidad de carga conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €



Flexión simple en hormigón armado.

Nº 2002 (1-3)

Incluye el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes cuantías y diferentes desarrollos de adherencia conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €



Esfuerzo cortante en hormigón armado.

Nº 2002 (1-5)

Muestra el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes formas de rotura por corte (Tracción diagonal, corte flexión, compresión diagonal, etc.) conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

25 minutos - 25 €



BOLETÍN BIBLIOGRÁFICO

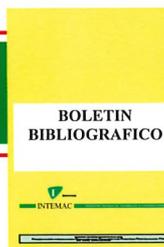
INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

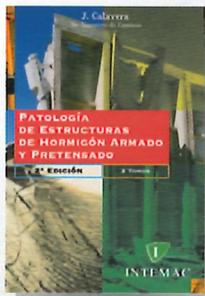
Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo. Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera. Secciones de Bibliografía y Cursos.

Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.

Tarifa de suscripción anual (6 números) 152 €



PUBLICACIONES



Nueva edición

Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado 2ª edición (2 tomos)

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 120 €

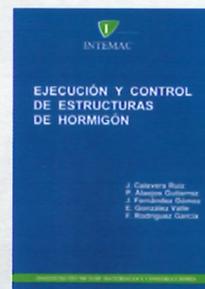


Nueva publicación

Fichas de ejecución de obras de hormigón 2ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 50 €



Nueva publicación

Ejecución y control de estructuras de hormigón

J. Calavera, P. Alaejos Gutiérrez,
J. Fernández Gómez, E. González Valle,
F. Rodríguez García

Precio: 100 €



Manual para la redacción de informes técnicos en construcción

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 72 €



Manual de Ferralla 3ª edición

J. Calavera, E. González Valle,
J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 38 €



Proyecto de estructuras de hormigón con armaduras industrializadas

J. Calavera, E. González Valle,
J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 47 €



Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación 5ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 100 €



Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón

J. Fernández Gómez, G. González Isabel,
F. Hostalet Alba, J. M^a Izquierdo, J. Ley Urzaiz

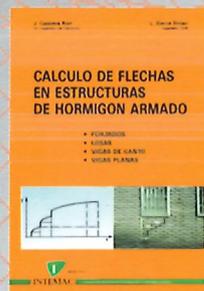
Precio: 58 €



Muros de contención y muros de sótano 3ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 71 €



Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)
L. García Dutari (Ingeniero Civil)

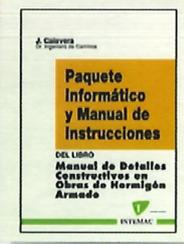
Precio: 50 €



Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 112 € - Paquete informático: 198 €



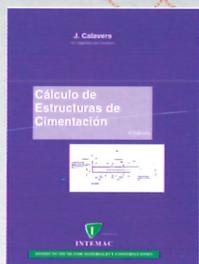
INTEMAC

Mario Roso de Luna, 29, Ed. 12 - 28022 MADRID

TEL.: 91 327 74 00 • FAX: 91 327 74 20

e-mail: intemac@intemac.es

www.intemac.es



Cálculo de estructuras de cimentación 4ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 71 €



Hormigón de alta resistencia

G. González-Isabel (Ingeniero Técnico de O. P.)

Precio: 44 €



Tecnología y propiedades mecánicas de hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 54 €