

Notas de información
técnica (NIT)
INTEMAC



**Influencia de la oxidación y de las manchas de mortero
sobre la adherencia de armaduras de hormigón**

Prof. José Calavera
Dr. Ingeniero de Caminos

† Prof. Adolfo Delibes
Dr. Ingeniero de Caminos

J. M^º. Izquierdo
Ingeniero de Caminos

G. González Isabel
Ingeniero Técnico de O. P.



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

NIT 5 - 06

Junio 2006



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

(D.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

**INFLUENCIA DE LA OXIDACIÓN Y DE LAS MANCHAS
DE MORTERO SOBRE LA ADHERENCIA
DE ARMADURAS DE HORMIGÓN**

Prof. J. Calavera

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Intemac

† Prof. Adolfo Delibes

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Intemac

J. M.^a Izquierdo

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Intemac

G. González Isabel

Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Intemac

Nota: Esta NIT es una reproducción, prácticamente literal, del trabajo publicado en la Revista "Hormigón y Acero, n^o s 130-131-132 en el año 1979.

Dicho trabajo tuvo una acusada repercusión internacional y una influencia clara en la normativa a partir de esa fecha. Muchos lectores han solicitado su reproducción, pues el tema y sobre todo las conclusiones alcanzadas no han trascendido suficientemente en la práctica de la Construcción. Es por ello que lo hemos reproducido como NIT.

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-18744-2006

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

INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN
3. BARRAS PARA HORMIGÓN ARMADO
4. CORDONES PARA HORMIGÓN PRETENSADO
5. PROBETA DE ENSAYO
6. GRADOS DE OXIDACIÓN
7. MANCHAS DE MORTERO
8. MÉTODO DE ENSAYO
9. RESUMEN DE RESULTADOS
10. CONCLUSIONES
 - 10.1. ACERO CORRUGADO
 - 10.2. ACERO LISO
 - 10.3. CORDÓN DE PRETENSADO
 - 10.4. RESUMEN DE CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Investigación que se describe fue realizado durante los años 1977 y 1978 en el Laboratorio Central del INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES (INTEMAC). La Investigación se desarrolló para la ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (ASIC) siendo financiada conjuntamente por ASIC, ALTOS HORNOS DE CATALUÑA, S.A. e INTEMAC.

2. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo básico era estudiar la influencia de las manchas de mortero seco adherido a las armaduras sobre su adherencia, ya que los autores tenían dudas de que estas manchas perjudicasen realmente la adherencia y de que la práctica habitual de limpiar, antes de ser hormigonadas, las barras manchadas en hormigonados previos, fuera realmente necesaria.

Un examen preliminar del problema indicaba que en principio la influencia de las manchas de mortero podría ser diferente según se tratase de barras sin oxidar u oxidadas, y en este último caso según la intensidad del grado de oxidación y según también si el óxido había sido cepillado o no. Todo ello ha conducido a establecer para el estudio los estados superficiales siguientes:

3. BARRAS PARA HORMIGÓN ARMADO. Se estudiaron los diez estados superficiales siguientes:

- Estado 1.- Barras recién laminadas, sin manchar de mortero.
- Estado 2.- Barras ligeramente oxidadas, sin cepillar y sin manchar.
- Estado 3.- Barras ligeramente oxidadas, cepilladas y sin manchar.
- Estado 4.- Barras fuertemente oxidadas, sin cepillar y sin manchar.
- Estado 5.- Barras fuertemente oxidadas, cepilladas y sin manchar.
- Estado 6.- Barras recién laminadas, manchadas de mortero.
- Estado 7.- Barras ligeramente oxidadas, sin cepillar y manchadas.
- Estado 8.- Barras ligeramente oxidadas, cepilladas y manchadas.
- Estado 9.- Barras fuertemente oxidadas, cepilladas y manchadas.
- Estado 10.- Barras fuertemente oxidadas, cepilladas y manchadas.

4. CORDONES PARA HORMIGÓN PRETENSADO

Siendo perjudicial siempre la oxidación por razones independientes de la adherencia, se han investigado solamente el estado sin oxidar y sin manchar y el estado sin oxidar pero manchado de mortero.

En el caso de barras para hormigón armado y con el fin de evaluar la influencia del diámetro se han ensayado barras ϕ 8 y ϕ 20. Los ensayos se han realizado sobre barras lisas y barras de acero REA 46 (Límite elástico 4000 kg/cm²). Para el caso de armaduras de hormigón pretensado se ha investigado un sólo tipo de cordón de 0,5" de diámetro y composición 6 + 1.

5. PROBETA DE ENSAYO

Tratándose de ensayos comparativos cualquiera de los métodos habituales de PULL-OUT o BEAM-TEST normalizados por la RILEM resultaban en principio válidos, pero los autores han preferido emplear un método "PULL-OUT" modificado con cubos de 20 ϕ de lado y longitud adherente de 5 ϕ centrada respecto al cubo. Ambas modificaciones respecto al método RILEM fueron introducidas con vistas a evitar fallos de adherencia debidos a fisuración del cubo de hormigón (Splitting).

6. GRADOS DE OXIDACIÓN

En ensayos realizados previamente se seleccionó como método de oxidación el de exposición de las barras a la intemperie con riegos cada dos horas entre 7 de la mañana y 5 de la tarde (horas solares), hasta alcanzar los niveles de oxidación previstos. Como patrón se adoptó para el estado "ligeramente oxidado" aquel cuyo óxido al ser cepillado suponía una pérdida en peso del 2,5‰ en barras ϕ 8 y del 1‰ en barras ϕ 20 mm (figuras 3 y 6). Estos valores eran del 10‰ y 4‰ respectivamente para el estado "fuertemente oxidado" (figuras 4 y 7). El estado de oxidación ligera era equivalente a una pérdida de diámetro de 0,01 mm y el de oxidación fuerte de 0,04 mm (figuras 1 a 7).



Figura 1

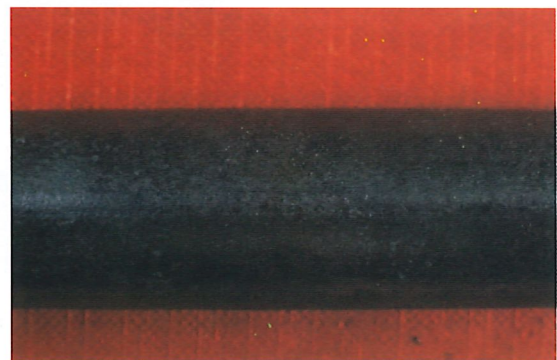


Figura 2



Figura 3

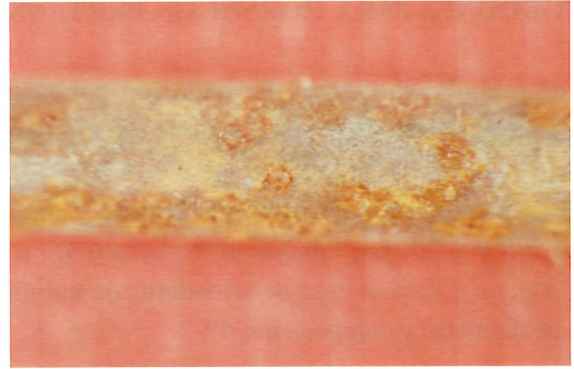


Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7

7. MANCHAS DE MORTERO

Este estado se conseguía por inmersión de las barras (Figura 8) durante una hora en un recipiente con mortero. Posteriormente se extraían las barras, que quedaban recubiertas así de manera uniforme (Figura 9).

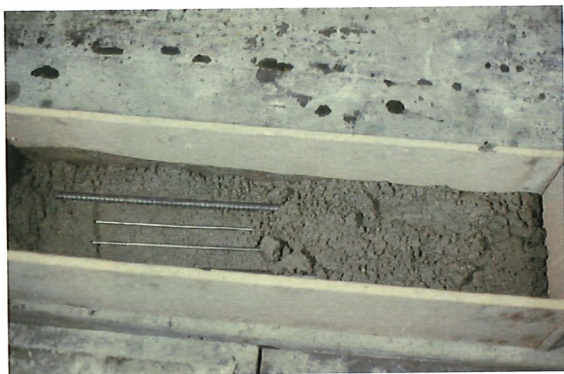


Figura 8



Figura 9

8. MÉTODO DE ENSAYO

Las probetas de ϕ 20 mm se colocaban en una prensa universal AMSLER de 100 t, empleándose escala de 20 t para barras corrugadas y de 10 t, para las barras lisas. Para las probetas de ϕ 8 mm se empleó otra prensa AMSLER, de análogas características pero de 20 t de capacidad máxima utilizándose escala de 4 t para las barras corrugadas y de 2 t para las barras lisas (figuras 10 a 15).

Las velocidades de aplicación de carga fueron:

ϕ 20 mm: 1.200 kgf/minuto.

ϕ 8 mm: 192 kgf/minuto.



Figura 10



Figura 11



Figura 12



Figura 13

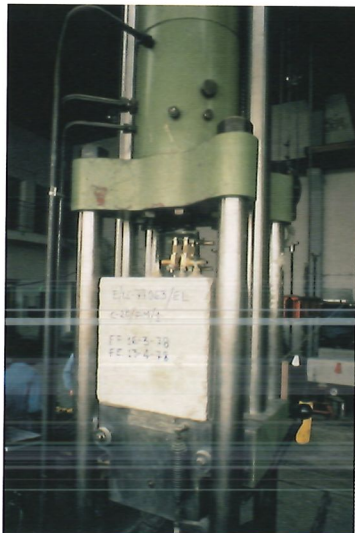


Figura 14

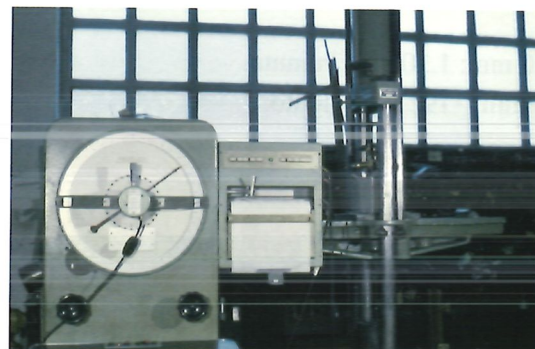


Figura 15

Se empleó un registrador gráfico con captador electrónico, tal como se indica en la Figura 15 con escalas de registro gráfico:

Deslizamientos

$x \leq 0,1 \text{ mm}$
 $0,1 < x \leq 1 \text{ mm}$
 $1 < x \leq 3 \text{ mm}$

Escala de amplificación

1.000 : 1
 200 : 1
 50 : 1

Sobre los gráficos se medían las fuerzas, y de ellas se deducía la fuerza de adherencia, τ , para cada corrimiento y en particular las correspondientes a corrimientos de 0,01; 0,1 y 1 mm con vistas a calcular la tensión media de adherencia.

$$\tau_m = \frac{\tau_{0,01} + \tau_{0,1} + \tau_1}{3}$$

Análogamente se calculaba la τ_u correspondiente a la rotura de adherencia, valor máximo registrado en el ensayo.

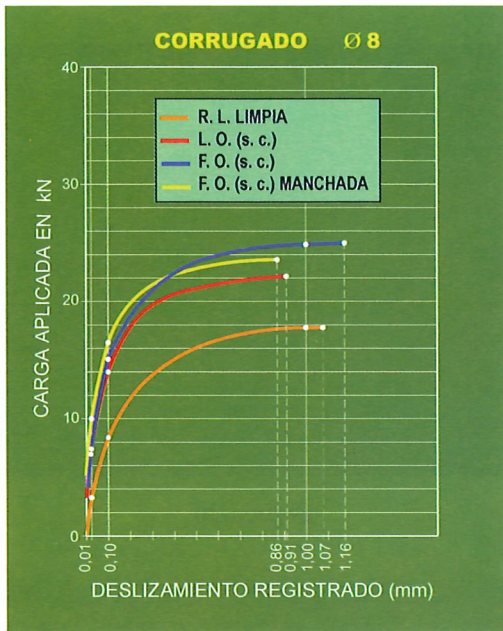


Figura 16

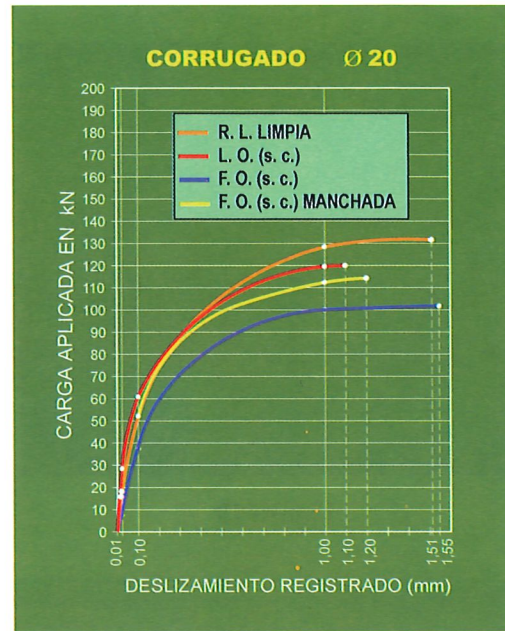


Figura 17

Las figuras 16 y 17 resumen las curvas obtenidas para barras corrugadas de diámetros ϕ 8 y ϕ 20 mm. La Figura 18 presenta las curvas medias obtenidas para el cordón de pretensado.

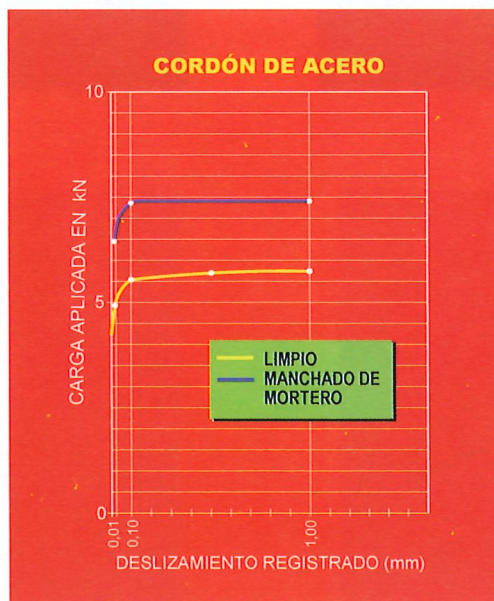


Figura 18

9. RESUMEN DE RESULTADOS

Los gráficos de las figuras 19 a 26 muestran, para barras corrugadas y lisas, respectivamente, los valores relativos alcanzados en los diferentes ensayos. El gráfico de la Figura 27 contiene los resultados obtenidos con el cordón pretensado.

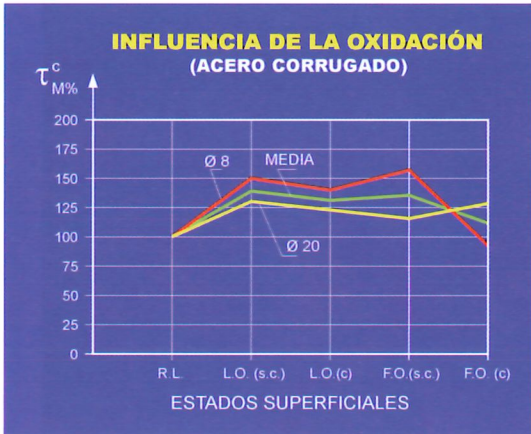


Figura 19

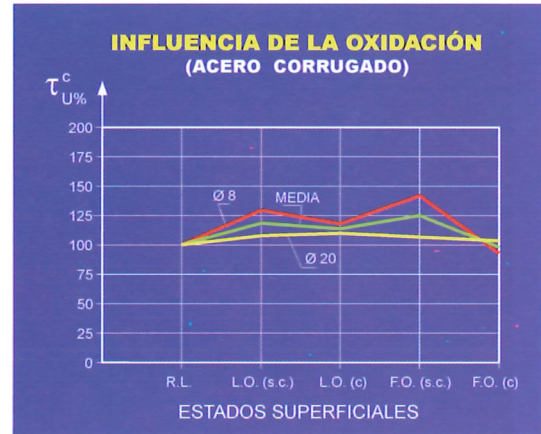


Figura 20

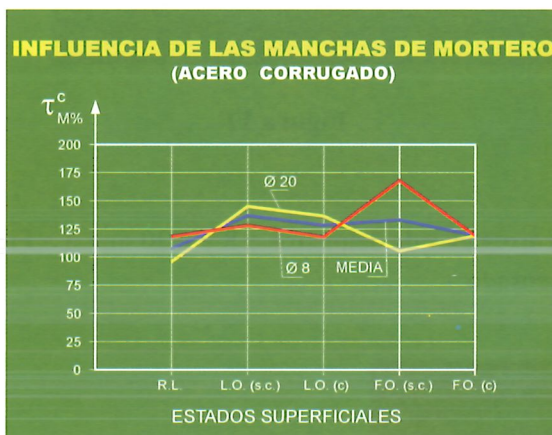


Figura 21

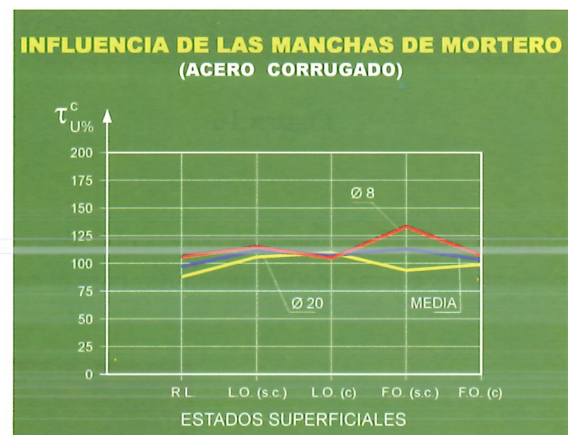


Figura 22

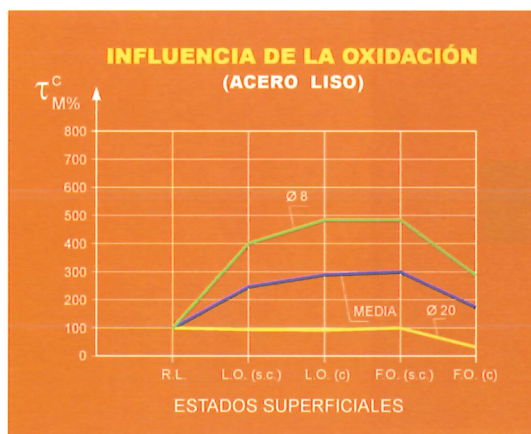


Figura 23

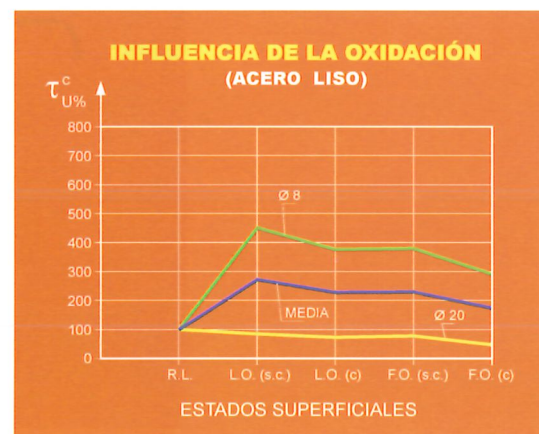


Figura 24

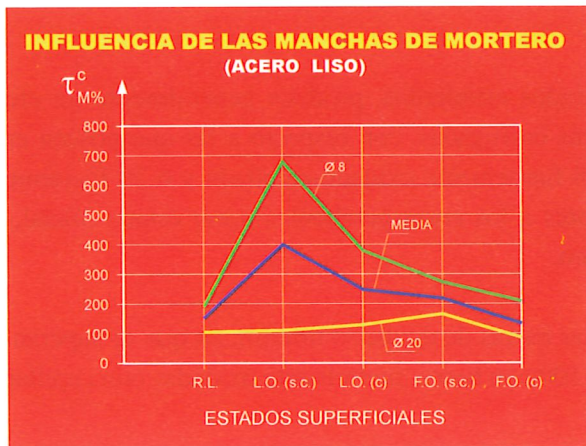


Figura 25

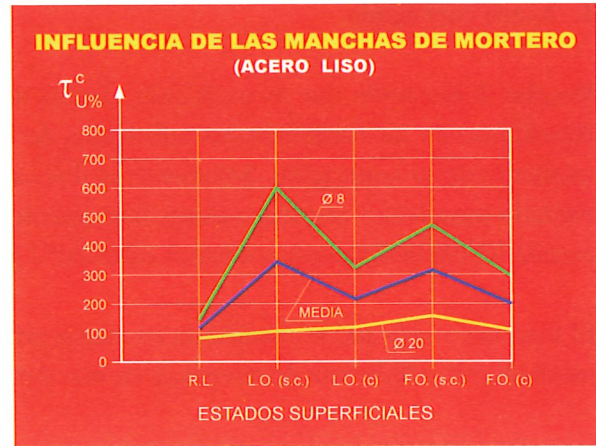


Figura 26

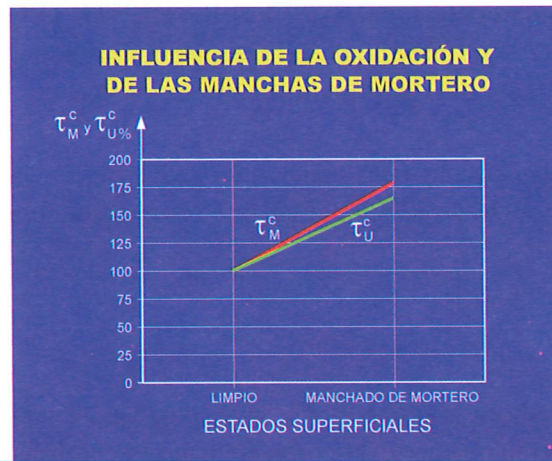


Figura 27

10. CONCLUSIONES

Pueden deducirse, de los resultados expuestos, conclusiones bastante claras, limitadas a los casos estudiados, es decir:

- Oxidación por exposición a la intemperie por un plazo aproximado no superior a 7 meses, favorecida por riegos de agua, produciéndose un grado de oxidación definido por una disminución del diámetro equivalente de la barra de los valores anteriormente indicados en 6.
- Cepillado del óxido no adherido por medios mecánicos hasta eliminar cualquier partícula no adherida firmemente.
- Recubrimiento de mortero de cemento, por inmersión durante 1 hora, procediendo al hormigonado definitivo de las probetas a ensayar, 24 horas después.

Sobre esta base las conclusiones que pueden deducirse de estos resultados son las siguientes:

10.1. Acero corrugado

- a) Resulta demostrado que la oxidación, dentro de los grados estudiados, produce generalmente un efecto beneficioso en las características adherentes de las barras corrugadas, con respecto a las que poseen en el momento de su laminación. Solamente en dos casos (ϕ 8 fuertemente oxidado-cepillado y ϕ 20 fuertemente oxidado-manchado) resultan valores ligeramente inferiores a los correspondientes a ese estado inicial, sin exceder el descenso en estos mismos casos del 7 por ciento.
- b) El fenómeno indicado se manifiesta en mayor grado en las barras de diámetro inferior, en que se superan los resultados de adherencia de referencia en más del 60 por 100 con barras fuertemente oxidadas (sin cepillar).
- c) Una vez oxidadas las barras, aunque se hayan cepillado, se produce incremento en sus características adherentes con respecto a las que correspondían a su estado inicial (“RECIÉN LAMINADA”). En lo que respecta a la comparación para los dos grados de oxidación estudiados, el cepillado del óxido existente conduce a valores aproximadamente iguales (“LIGERAMENTE OXIDADO”) e incluso inferiores (“FUERTEMENTE OXIDADO” ϕ 8 mm), todo ello respecto al estado oxidado sin cepillar. Es decir, el cepillado del óxido, en las condiciones expuestas, no mejora la adherencia.
- d) No se aprecia reducción en las características adherentes de las barras como consecuencia de manchar la superficie de las mismas con mortero de cemento. El cepillar el mortero no mejora, por tanto, la adherencia.

10.2. Acero liso

El alto grado de dispersión alcanzado en los diferentes ensayos habitual cuando se ensayan barras lisas, obliga a matizar las conclusiones que pudieran obtenerse. No obstante parecen confirmarse las conclusiones establecidas para el acero corrugado, observando que solamente se obtienen resultados apreciablemente inferiores a los correspondientes a barras “recién laminadas” cuando se cepillan barras ϕ 20 después de producida la oxidación.

10.3. Cordón de pretensado

La inmersión en mortero se muestra claramente favorable.

10.4. Resumen de las conclusiones

En resumen, las prácticas de cepillar el óxido y las manchas de mortero deben en nuestra opinión revisarse, dejándolas reducidas a casos donde el óxido o el mortero estén claramente desprendidos.

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^o. 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^o. Luzón Cánovas, I. Martínez Pérez, A. Muñoz Mesto, A. Fernández Sáez.

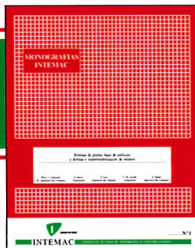
Precio de la Monografía 33 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 7

“Estructuras de madera”.

Autores: J. M^o. 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^o. Izquierdo y Bernaldo de Quirós, J. Ley Urzaiz.

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 15,5 €

DVD Y VÍDEOS TÉCNICOS

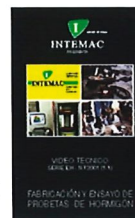
Muestreo de hormigón fresco. Fabricación y ensayo de probetas de hormigón.

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, reftentado y ensayo a compresión.

Esta nueva versión del video 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 €

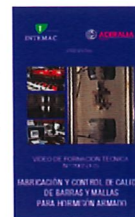


Fabricación y control de calidad de barras y mallas para hormigón armado.

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 la velocidad 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 €

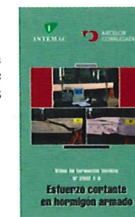


Esfuerzo cortante en hormigón armado.

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

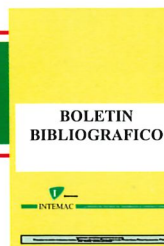
INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

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.

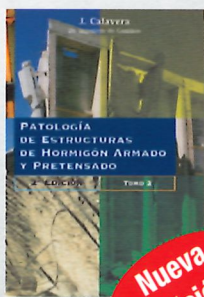
Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.

Tarifa de suscripción anual (6 números) 152 €



Consulte otras publicaciones

www.intemac.es



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. Alajejos 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. Izquierdo, J. Ley Urzaiz

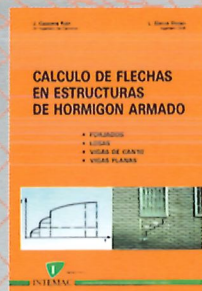
Precio: 58 €



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)

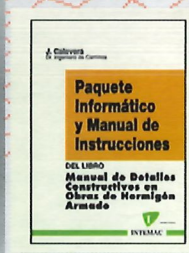
Precio: 50 €



Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 112 € - Paquete informático: 198 €



INTETURE UT SCIAS

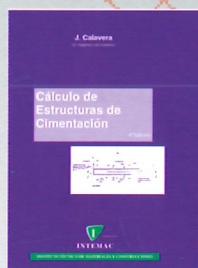
INTETURE UT SCIAS

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)

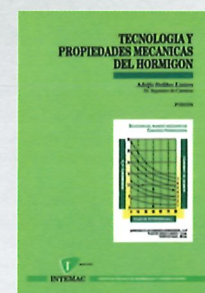
Precio: 71 €



Hormigón de alta resistencia

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

Precio: 44 €



Tecnología y propiedades mecánicas del hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 54 €