



Asociación Argentina
de Ingenieros
Estructurales
AIE

XVIII Jornadas
Argentinas de
Ingeniería Estructural
XVIII JAIE



Rehabilitación de Estructuras de Hormigón

Ing. Paulo Helene

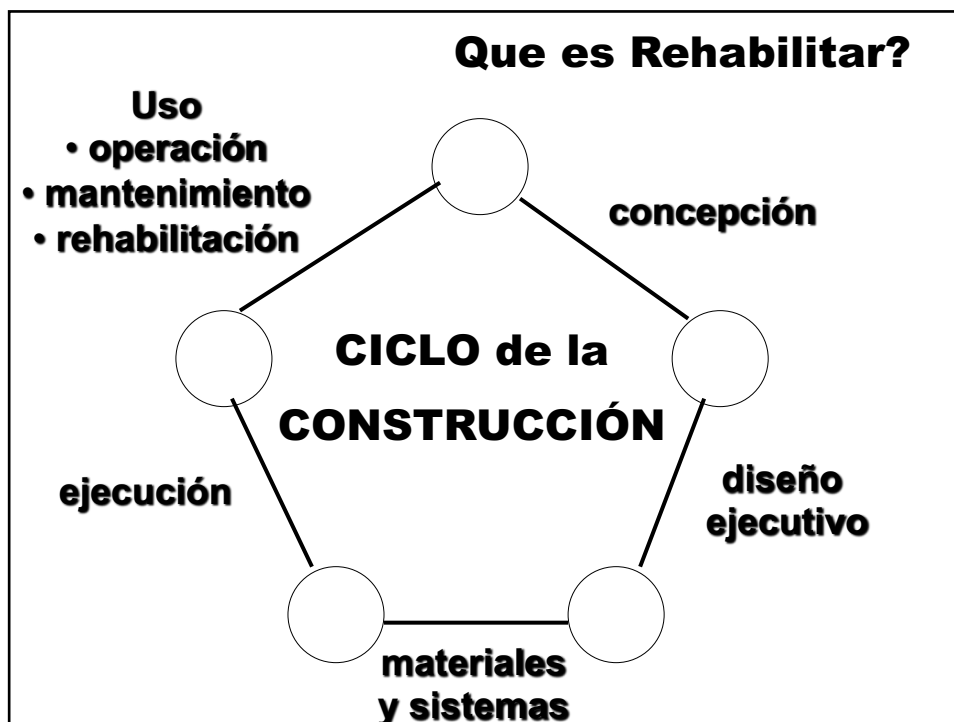
*MSc, PhD; Prof. Titular da Universidade de São Paulo-PCC-USP
Coordinador Internacional de la Red REHABILITAR CYTED XV.F
Presidente del IBRACON*

AIE

Buenos Aires, 15-17 Septiembre 2004

Argentina

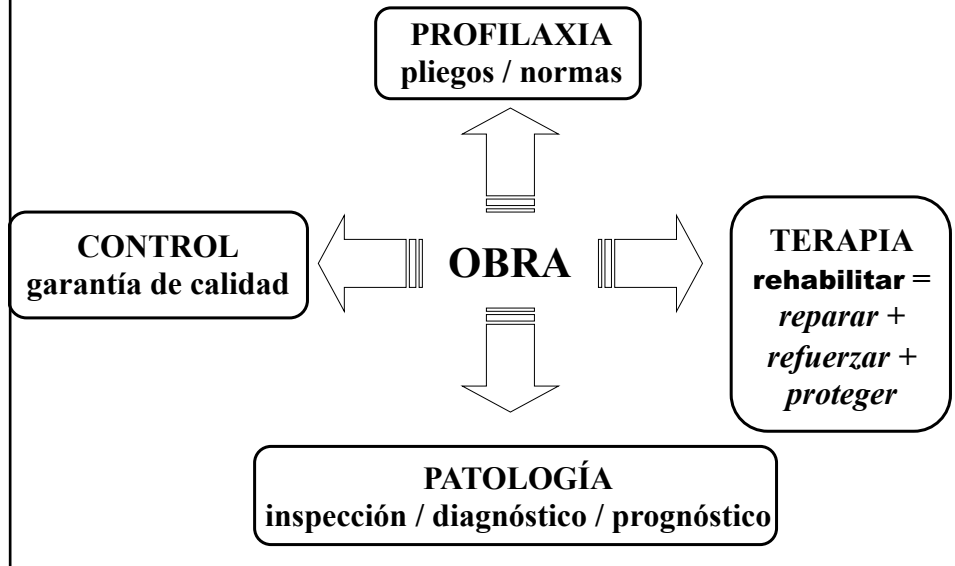
1



2

Que es Rehabilitar?

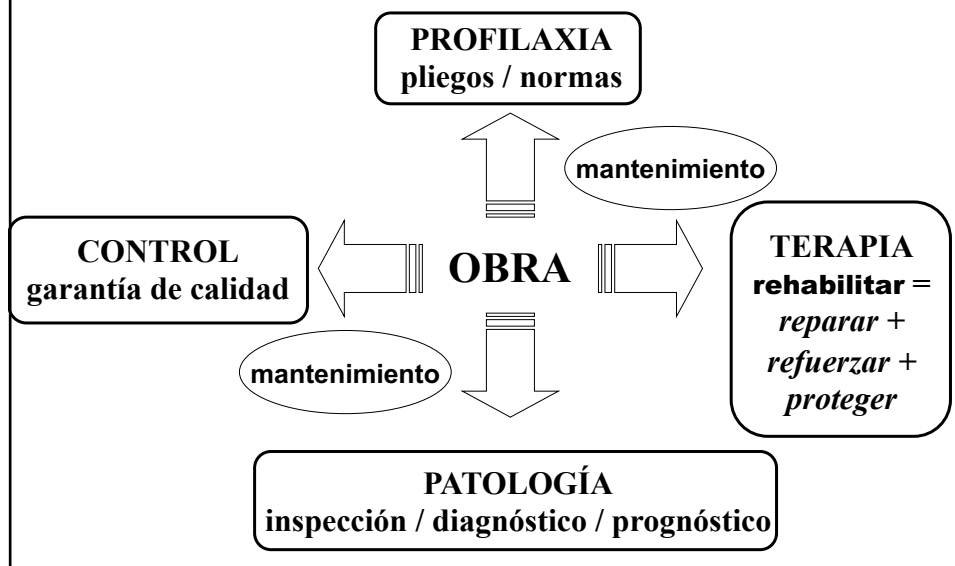
disciplinas de ingeniería civil



3

Que es Rehabilitar?

nuevas disciplinas en ingeniería civil



4

Que es Rehabilitar?

- **Intervención correctiva**
- **Presupone una inspección y diagnóstico**
- **Es la Disciplina más retrasada de la ingeniería**
- **No hay consenso en las soluciones**
- **No existen criterios claros de performance**

5

Que es Rehabilitar?

**De todas las disciplinas es
la que mas cresce y que
mas se ha desarrollado en
la ultima década**

6

Considerando él perfil de AIE

**No voy hablar del obvio, o sea, de
la importância de conocer los
procedimientos correctos de
rehabilitación**

7

Introducción

**En países desarrollados se estima
que 20 a 40% de todos los
recursos invertidos anualmente
en la industria de la construcción
civil son utilizados en rehabilitación
y mantenimiento de estructuras
existentes**

“Patrimônio Construído”

8

Secretaria de Comunicaciones y Transportes de México
Departamento de SINALOA / Culiacán

- **302 puentes**
- **Edades de 1 a 50 años**
- **Puente promedio 85m largo x 12m ancho**
- **Costo promedio de US\$ 1,500 / m²**
- **Patrimônio construído de US\$ 450,000,000**
- **Presupuesto anual de US\$ 3,800,000 (0,8%)**
- **Equivalente a 2,5 pontes nuevas / año**
- **Quieren llegar a 5, o sea, $\approx$ 1,5%**

9

Introducción

HARIK $\Rightarrow$ ASCE USA Bridge Failures

DUNKER & RABAT $\Rightarrow$ Iowa State University

SKALNY $\Rightarrow$ Concrete Durability: a Multibillion-Dollar Opportunity

- **720.000 puentes**
- **200.000 deficientes**
- **130.000 restricciones de carga**
- **6.000 fuera de servicio**
- **150 a 200 tramos graves / ano**

10

Introducción

MAGALHÃES, POLLONI & FURMAN ⇒ Situação crítica das obras de arte SP e BR

KLEIN & CAMPAGNOLO ⇒ UFRGS Pontes e viadutos no país

- **60.000 puentes y viaductos**
- **São Paulo 30 puentes 181 viadutos**
- **SP → 6.128 obras DER / SP**
- **SP → 58% corrosión**
- **12% alto riesgo**
- **22% médio riesgo**

11

Volviendo considerar él perfil de AIE

- **No voy hablar de reparación ni de protección;**
- **No voy hablar de refuerzo;**
- **Voy presentar la Red Rehabilitar;**
- **Voy presentar él Manual Rehabilitar;**
- **Voy presentar la *web site* de la Red Rehabilitar y sus contactos**

12

Reparación

Fallas en las juntas de dilatación



falta de sellado de la junta de dilatación

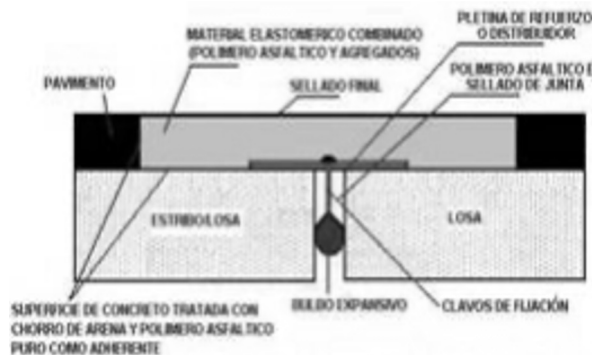
Consecuencias:

- Lixiviación resultante de la percolación de aguas pluviales ácidas
- corrosión de las armaduras
- bloqueo de la junta resultante de entrada de desechos
- comprometimiento de los aparatos de apoyo

13

Reducción del riesgo de fallas en las juntas de dilatación

(Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón, cap. 9, p. 516 a 533)



Juntas Rellenas Moldeadas- Vaciadas en sitio

de Polímero Sellante

- mov. horizontales hasta 6 cm,
- grandes viaductos y obras nuevas
- rápida instalación y puesta en servicio, son impermeables

e < 8 cm , la diferencia debe ser complementada con grout expansivo de nivelación

Platinas de refuerzo → carga viva + polímero → evitar entrada agua

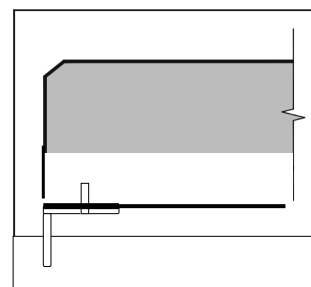
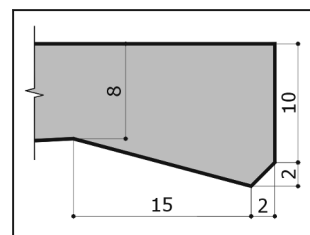
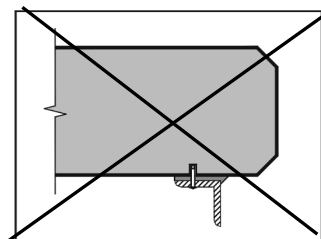
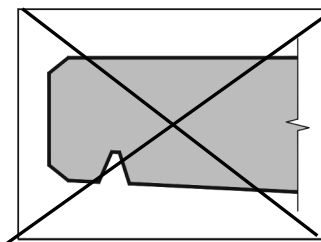
14

Lixiviación



15

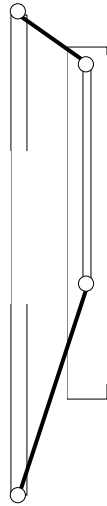
Diseño de goterones



(Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón, cap. 6, p. 310 a 315)

16

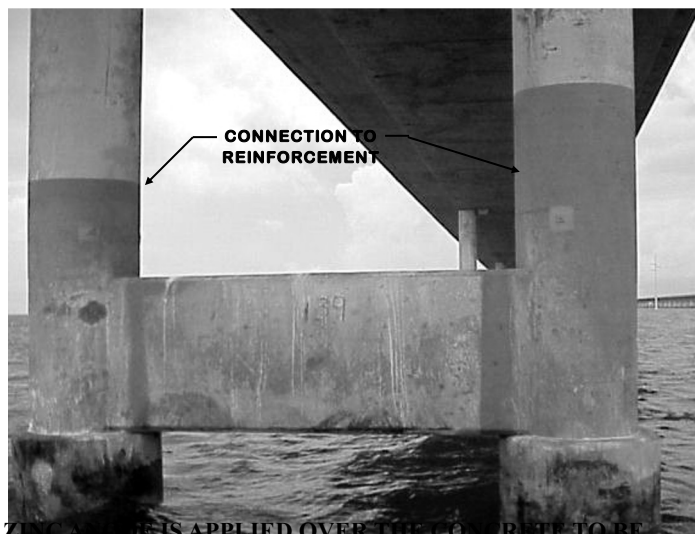
REPARACIÓN



**Protección catódica
tipo galvânica con
anodo externo**

17

ARC-SPRAYED ZINC SYSTEM



- THE ZINC COATING IS APPLIED OVER THE CONCRETE TO BE PROTECTED AND A CONNECTION TO THE STEEL IS ESTABLISHED.
- THE BOND STRENGTH BETWEEN THE ZINC AND THE CONCRETE IS MAINTAINED AT A MINIMUM OF 90 PSI.

18

APLICACIÓN DE ZINC a CALIENTE

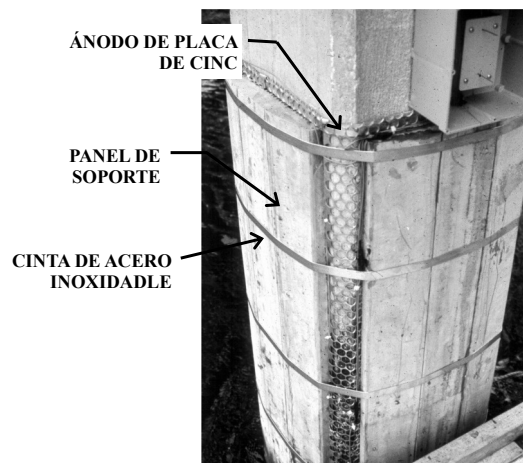


(Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón, cap. 7, p. 370 a 372)

- PREPARACIÓN REQUIERE LIMPIEZA ABRASIVA DE LA SUPERFICIE Y REMOVIDO DEL HORMIGÓN DEFICIENTE.
- APLICACIÓN REQUIERE EQUIPO ESPECIAL.

19

SISTEMA DE PLACA DE CINC PERFORADA



-EL ÁNODO SE COLOCA SOBRE EL HORMIGÓN Y SE CONECTA DIRECTAMENTE A LA ARMADURA

- LOS PANELES SON FABRICADOS DE MATERIAL DE MADERA Y PLÁSTICO RECICLADO

- ES NECESARIO REPARAR EL HORMIGÓN DELAMINADO ANTES DE INSTALAR EL ÁNODO

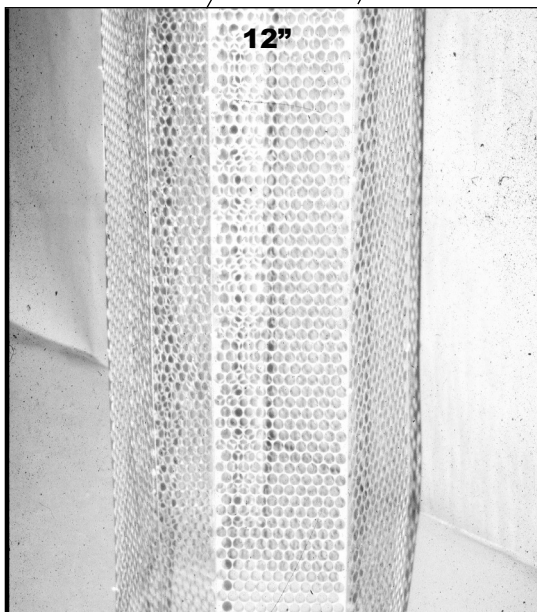
20

ÁNODO DE PLACA DE CINC PERFORADA

- FLEXIBILIDAD: EL ÁNODO SE FABRICA PARA SATISFACER LAS DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

- CONTENIDO DE CINC ES DE 0.9 LIBRAS POR PIE CUADRADO DE ÁNODO

(Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón, cap. 7, p. 357 a 362)



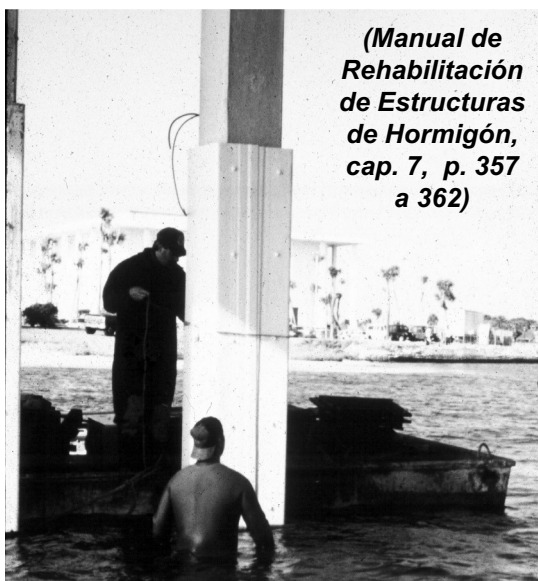
21

ENCAPSULACIÓN DE PILOTES CON ÁNODO DE MALLA DE CINC

- EL MOLDE SE COLOCA ALREDEDOR DEL PILOTE Y EL ESPACIO ANULAR SE FUNDE CON MORTERO

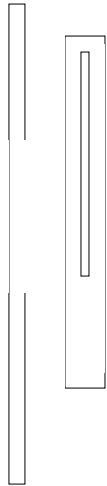
- CONEXIÓN A LA ARMADURA SE ESTABLECE FUERA DEL ENCAPSULAMIENTO

(Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón, cap. 7, p. 357 a 362)



22

REPARACIÓN



**Protección catódica tipo
galvânica con corriente impresa**

Realcalinización eletroquímica

**Extracción eletroquímica de
cloruros**

23

Refuerzo de Estructuras de Hormigón (*investigación*)

24

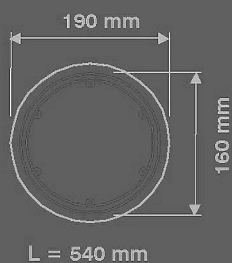
Confinamento o cintamento de pilares

25



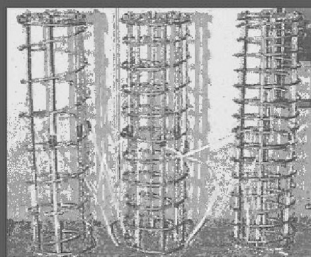
26

ENSAIO DE PILARES DE SEÇÃO CIRCULAR (concretos de classe C15, C30, C45 e C60)



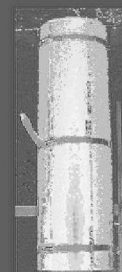
Armadura longitudinal

- 6 Ø 8,0 mm c = 540 mm
- 6 Ø 10,0 mm c = 540 mm
- 6 Ø 12,5 mm c = 540 mm



Armadura transversal

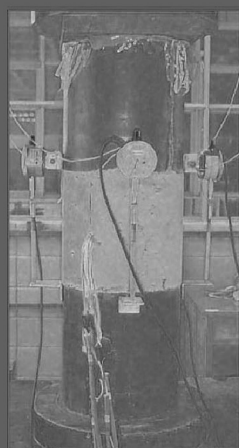
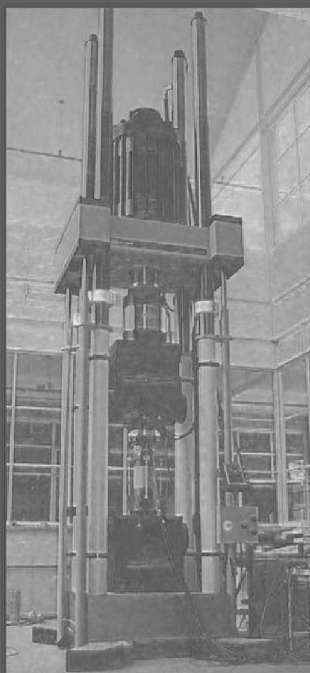
- Ø 5,0 mm c/ 30 mm
- Ø 5,0 mm c/ 50 mm
- Ø 5,0 mm c/ 70 mm



Fôrma de PVC

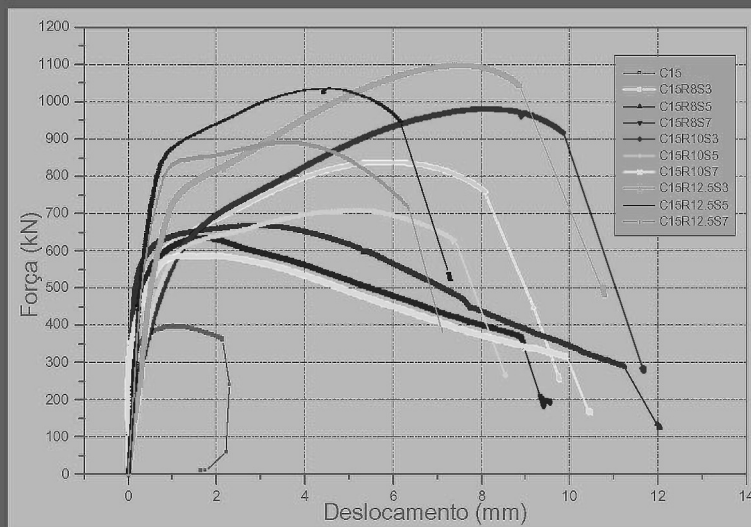
27

ENSAIO MONOTÔNICO À COMPRESSÃO AXIAL



28

EXEMPLO DE DIAGRAMA FORÇA-DESLOCAMENTO: concreto de classe C15



29

$$f_c \rightarrow 1.6 \text{ a } 2.75$$

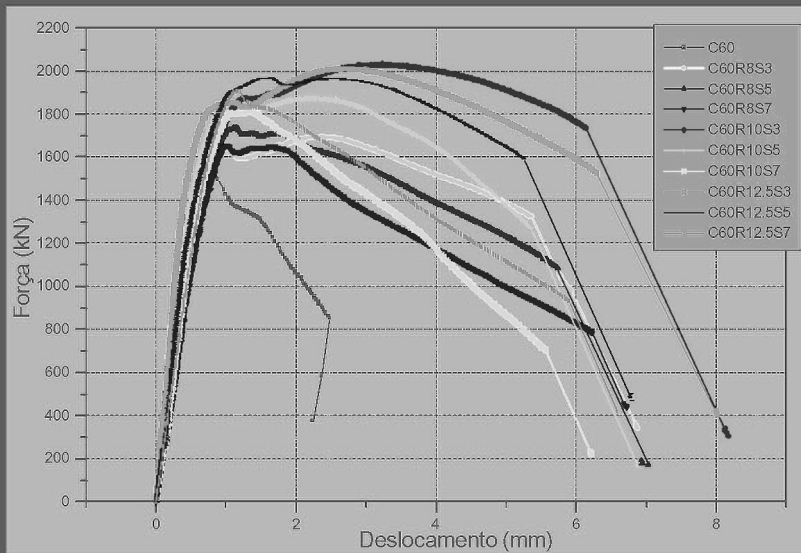
$$\frac{F_{\text{cint}}}{F_{\text{arm}}} = 1.25 \text{ a } 1.75$$

$\downarrow$
 $\phi = 12.5$

$\downarrow$
 $\phi = 8.0$

30

EXEMPLO DE DIAGRAMA FORÇA-DESLOCAMENTO: concreto de classe C60



31

$$f_c \rightarrow 1.05 \text{ a } 1.35$$

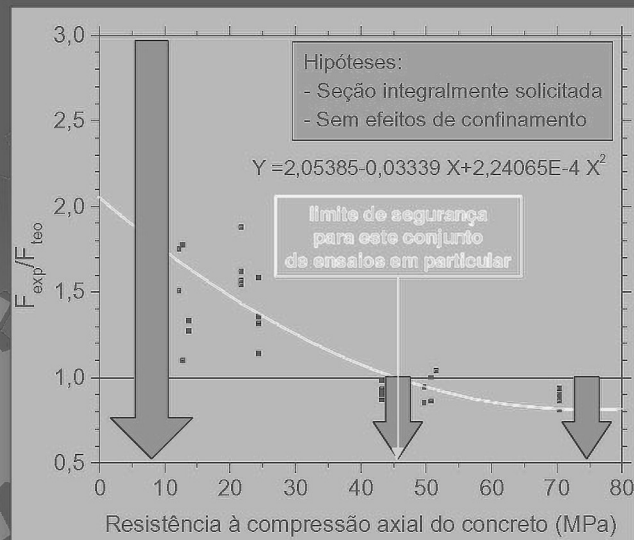
$$\frac{F_{cint}}{F_{arm}} = 1.05 \text{ a } 1.15$$

$\downarrow$ $\downarrow$
 $\phi = qq$ $\phi = qq$

32

CÁLCULO TEÓRICO CONSIDERANDO SEÇÃO PLENA

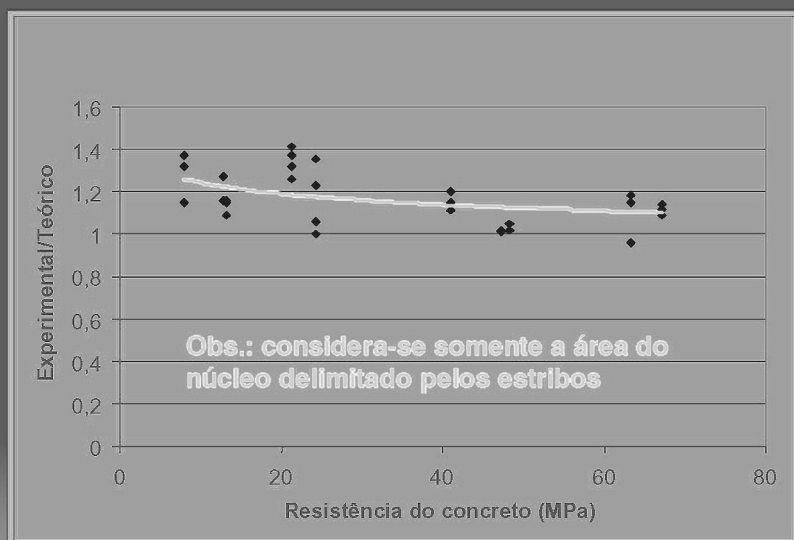
$$F_{u,teo} = A_{c,liq} f_{cm} + A_s f_{ym}$$



33

CÁLCULO TEÓRICO CONSIDERANDO O CONFINAMENTO

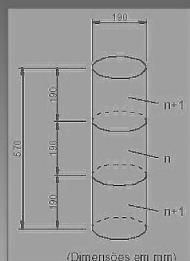
Modelo de CUSSON & PAULTRE (1995)



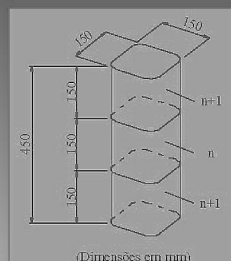
34

CONFINAMENTO DE PILARES COM COMPÓSITO DE FIBRA DE CARBONO

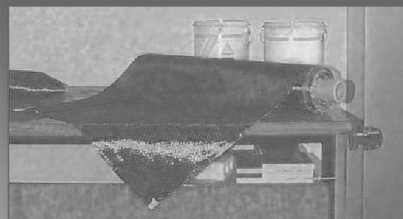
Ensaio de modelos com seção circular e quadrada



seção circular



seção quadrada



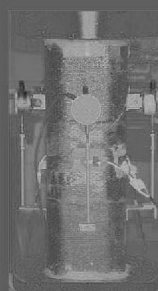
TECIDO SIKAWRAP[®] HEX-230 C

COLAGEM COM SIKADUR-330

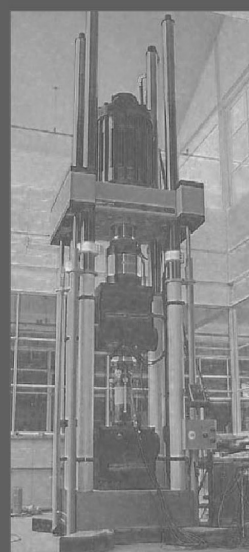


35

CONFINAMENTO DE PILARES COM COMPÓSITO DE FIBRA DE CARBONO

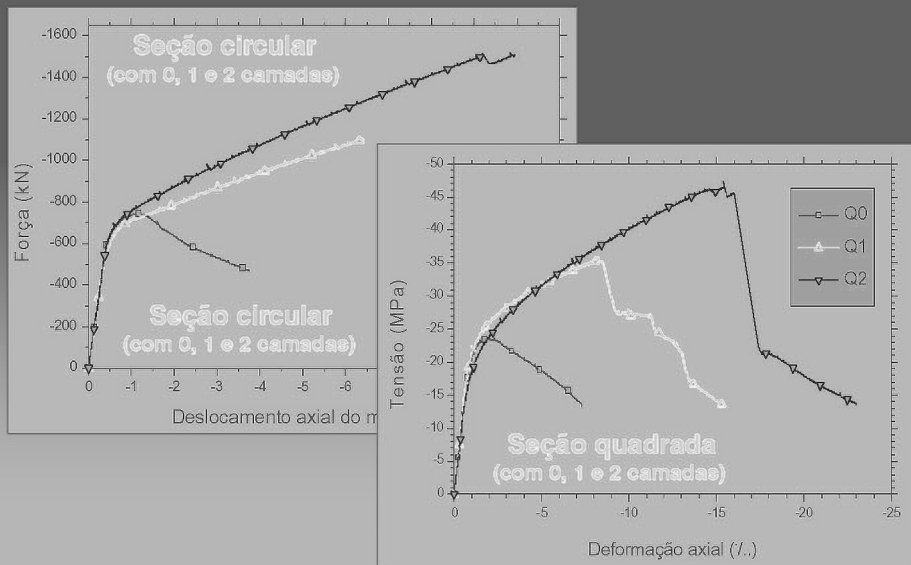


Concreto C20



36

ALGUNS RESULTADOS DE ENSAIOS



37

CONFINAMENTO DE PILARES COM COMPÓSITO DE FIBRA DE CARBONO

CONCLUSÕES PARCIAIS:

- processo eficiente de confinamento;
- propicia aumento linear de resistência e ductilidade, mas a ruptura final é frágil;
- toda a seção transversal de concreto trabalha, inclusive a camada de cobrimento;
- mais eficiente em concretos menos resistentes e mais deformáveis;
- no caso de seção quadrada, a eficiência é menor, com alguma perda de linearidade.

38

Postes de Concreto Armado Centrifugado 30m a 60m

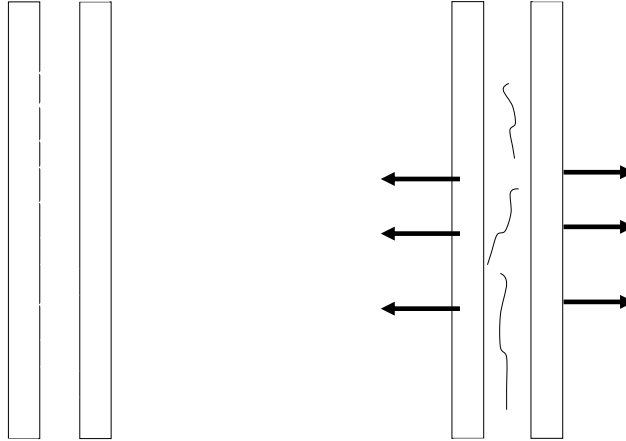


39



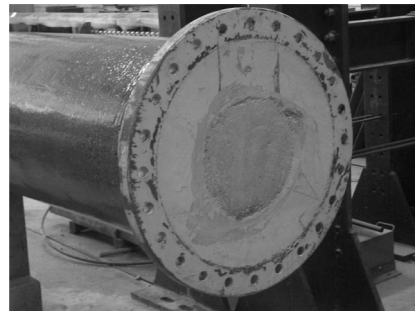
40

Diagnóstico – consequências



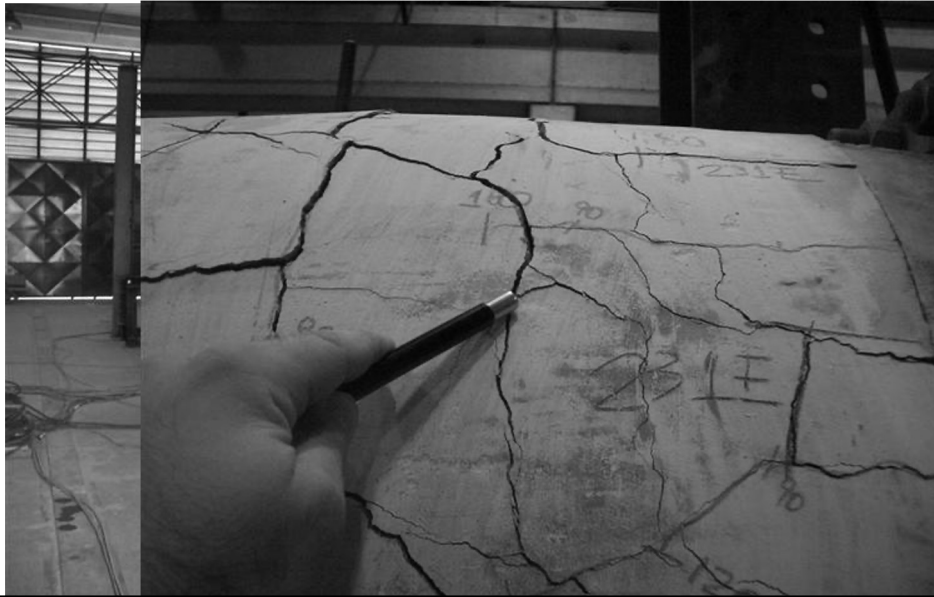
41

Ensaio cíclico



42

Ensaio cíclico



43

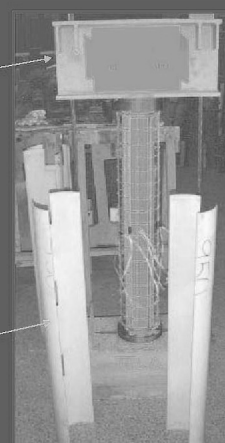
Pré-carregamento dos pilares e concretagem da camisa sob carga



Reforço do pilar de seção quadrada

âncoras
trave de reação
célula de carga
cordoalhas de protensão
fôrma para concretagem da camisa

NÍVEL DE PRÉ-CARREGAMENTO:
44% a 67% da resistência



Reforço do pilar de seção circular

44

**(Manual de
Rehabilitación
de Estructuras
de Hormigón,
cap. 8,
Procedimiento
s de refuerzo
de columnas,
vigas, losas,
cimentación,
p. 377 a 443)**

CONCLUSÕES

REFORÇO DE PILARES:

- a resistência do núcleo pode ser sempre considerada, desde que haja adequado confinamento;
- o pré-carregamento não altera a capacidade resistente final, mas pode alterar a deformabilidade;
- camisa de concreto de alta resistência: deve-se prover uma armadura transversal de maior capacidade para aumentar a ductilidade e o cobrimento desta armadura deve ser desprezado;
- camisa de concreto de baixa resistência: a armadura transversal pode estar próxima da mínima recomendada e a resistência do cobrimento pode ser eventualmente considerada;
- a armadura transversal dos pilares de seção quadrada deve ser mais densa.

45



Rehabilitación de columnas

flat residence Alphaville SP

46



47



48

Cesar Park Hotel

Alphaville SP → 2001

building in construction $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

actual f_{ck} (cores analysis) = 19 MPa

**big concern → 7 floors in construction
over this basement floor**

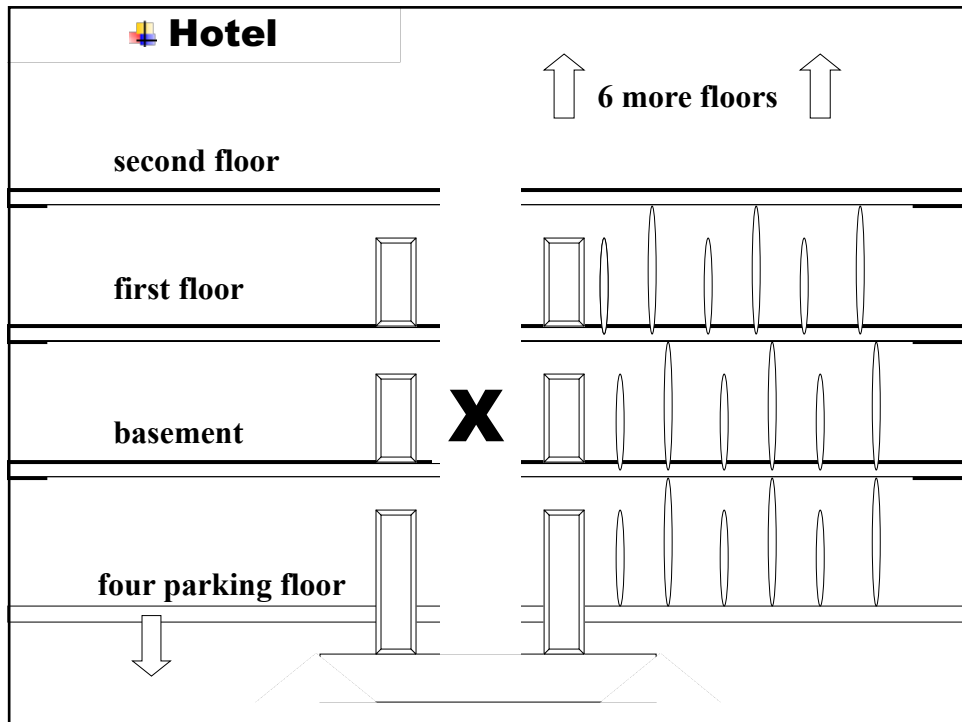
49

Rome Park Hotel

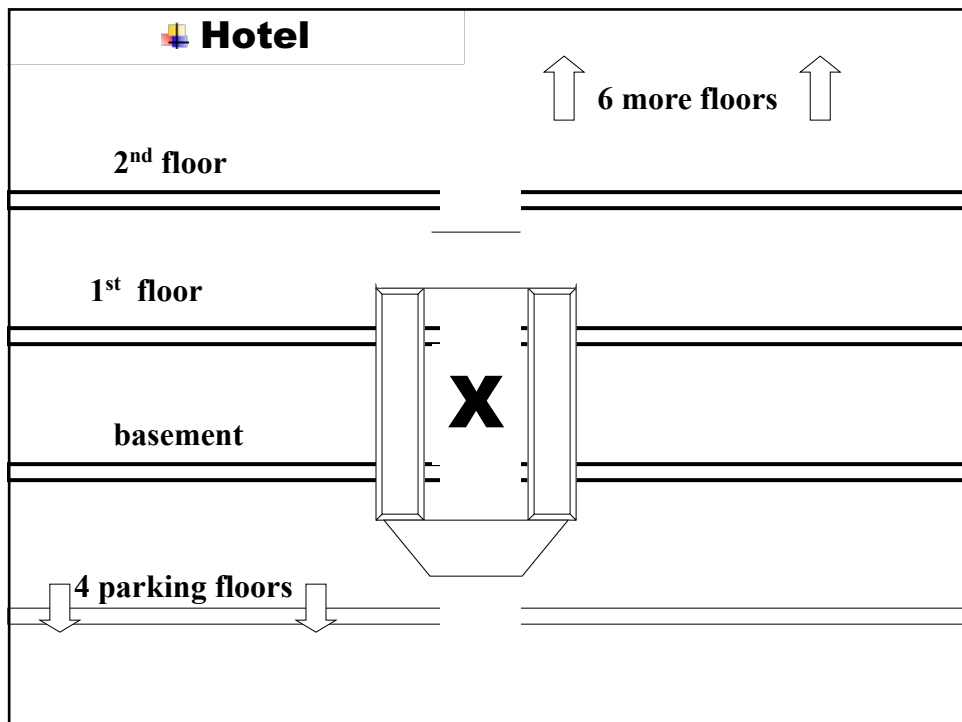
Solution:

- demolish 7 columns, about 7 m³**
- *false work slabs and beams (no)***
- *new foundations (no)***
- transfer these columns to metallic
temporary columns**
- reconstruct the concrete columns**

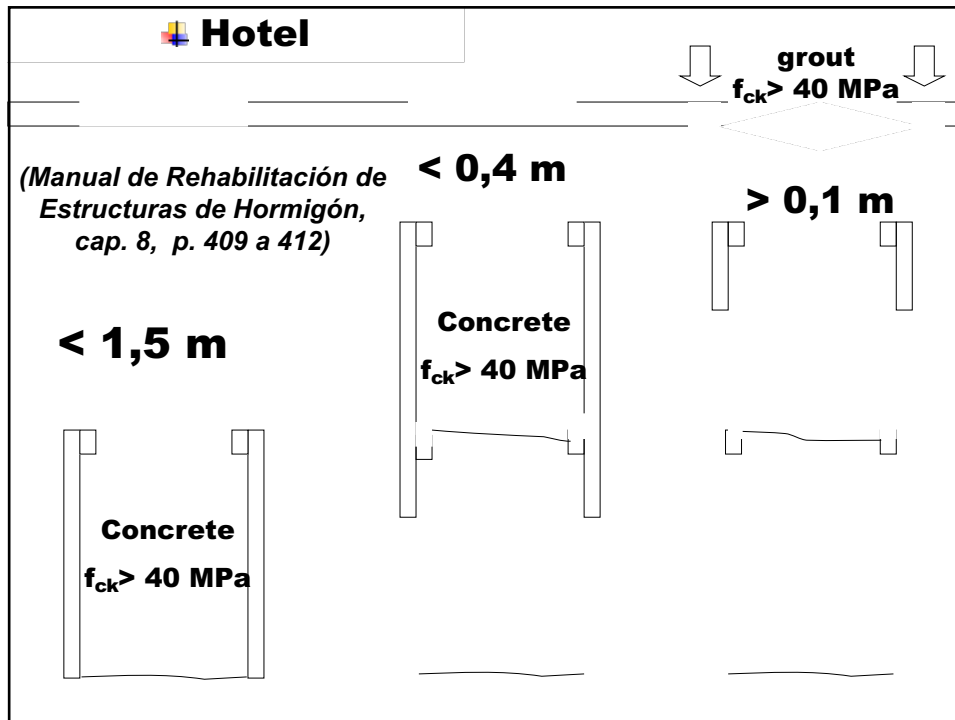
50



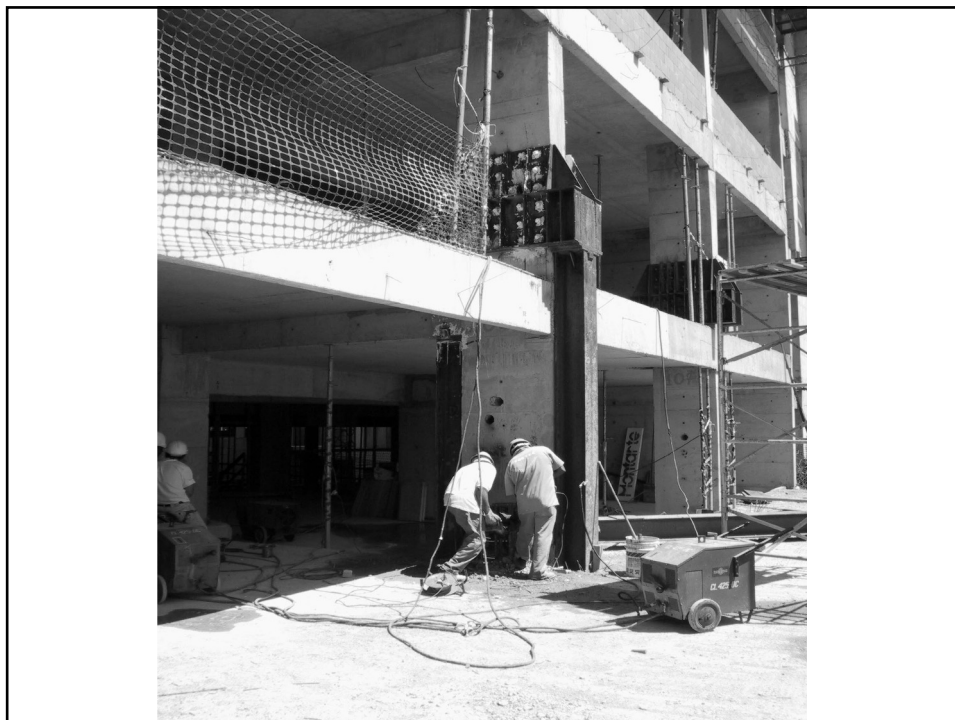
51



52



53



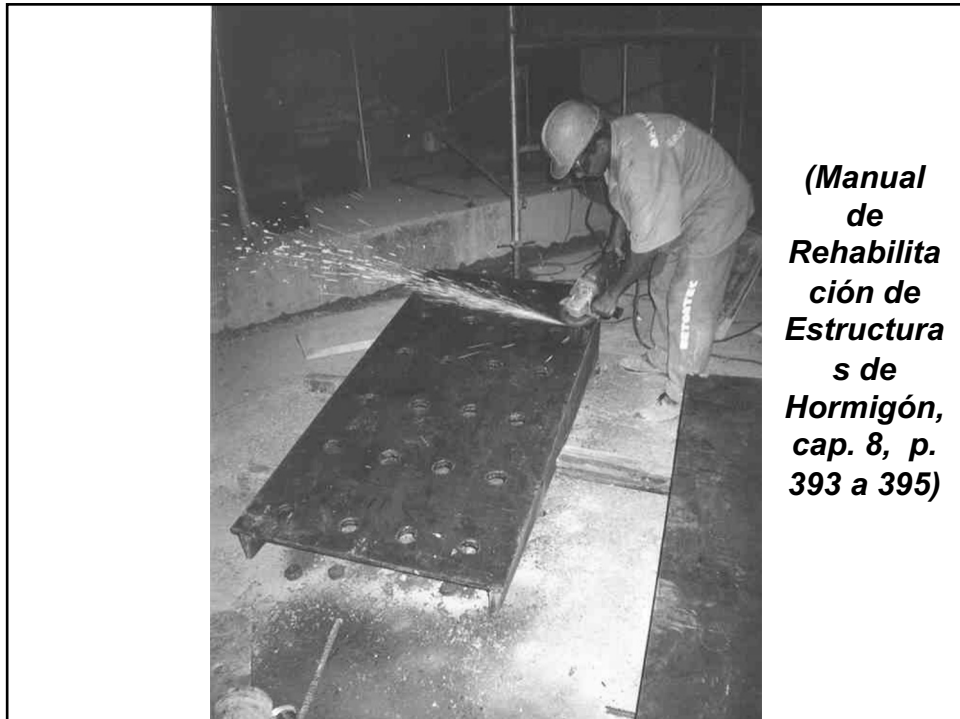
54



55



56



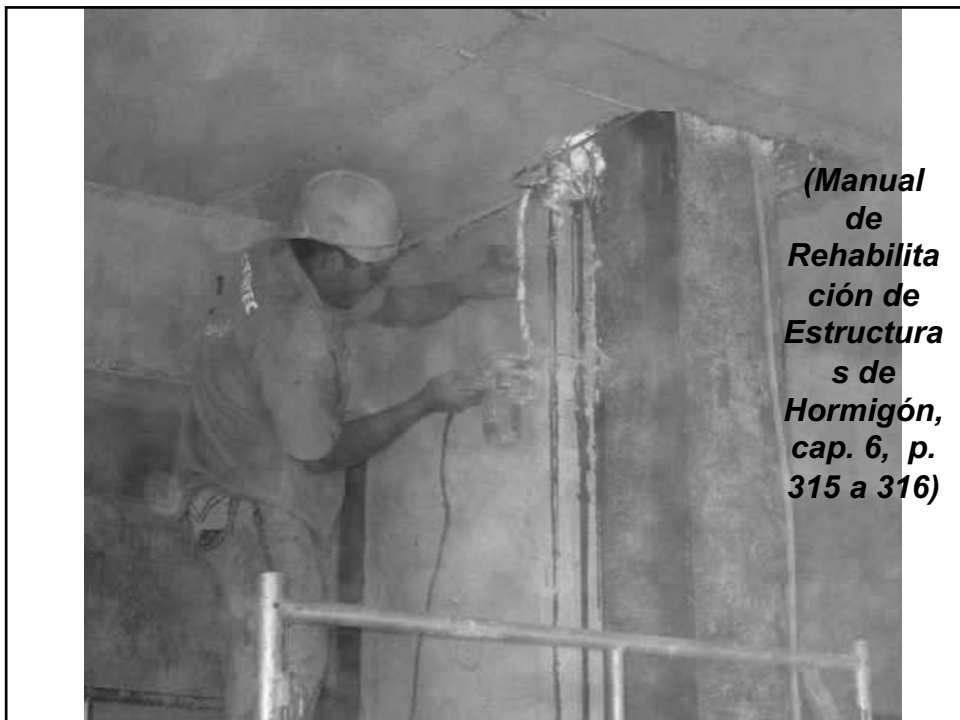
57



58

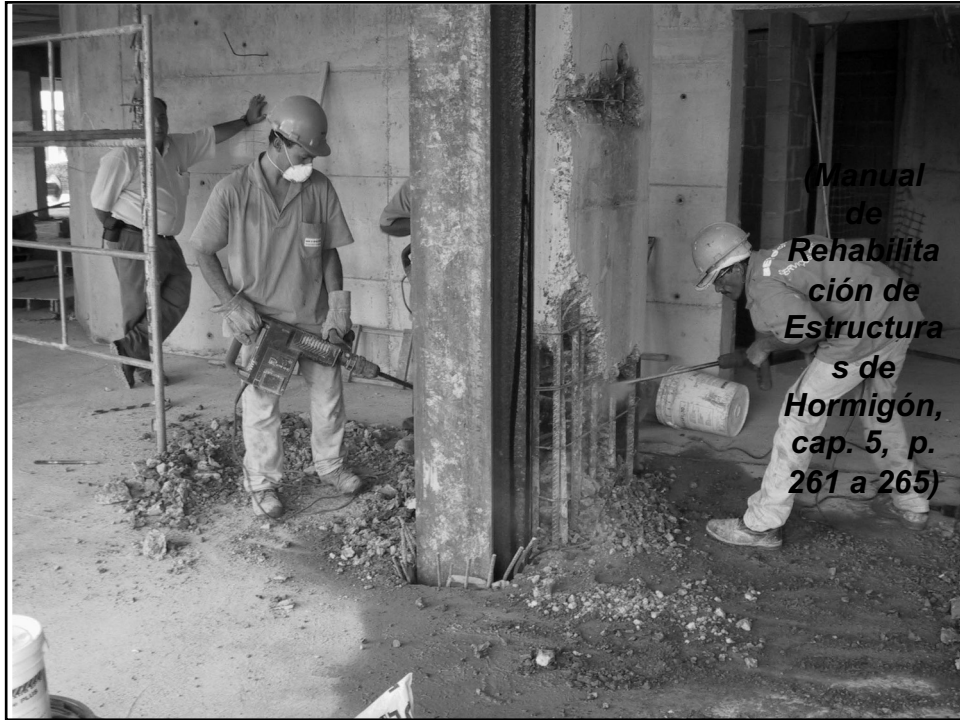


59



*(Manual
de
Rehabilita
ción de
Estructura
s de
Hormigón,
cap. 6, p.
315 a 316)*

60



61



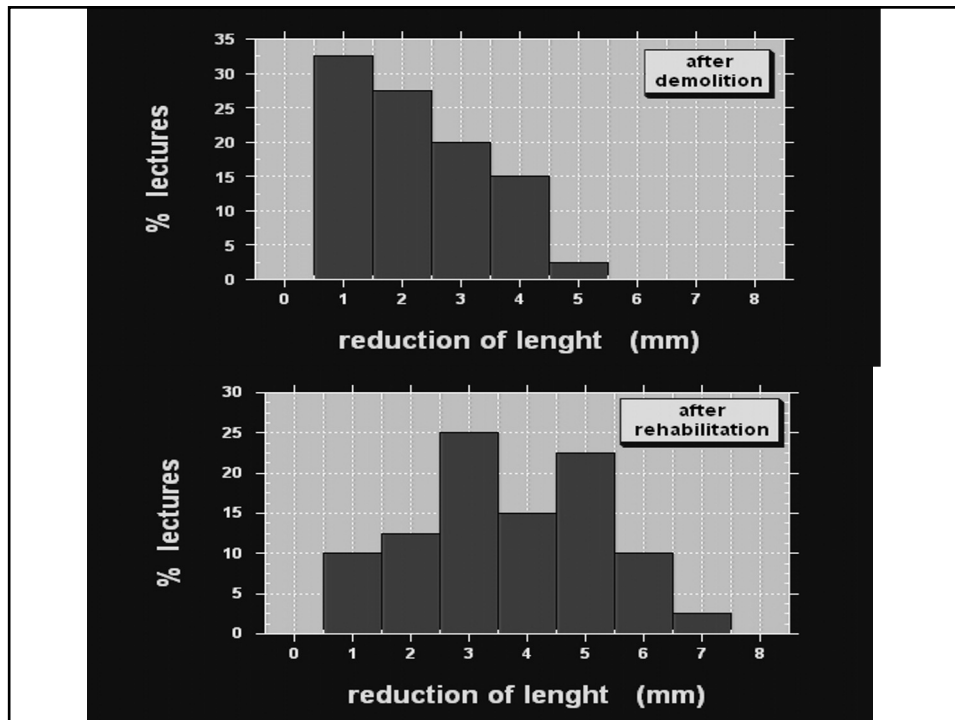
62



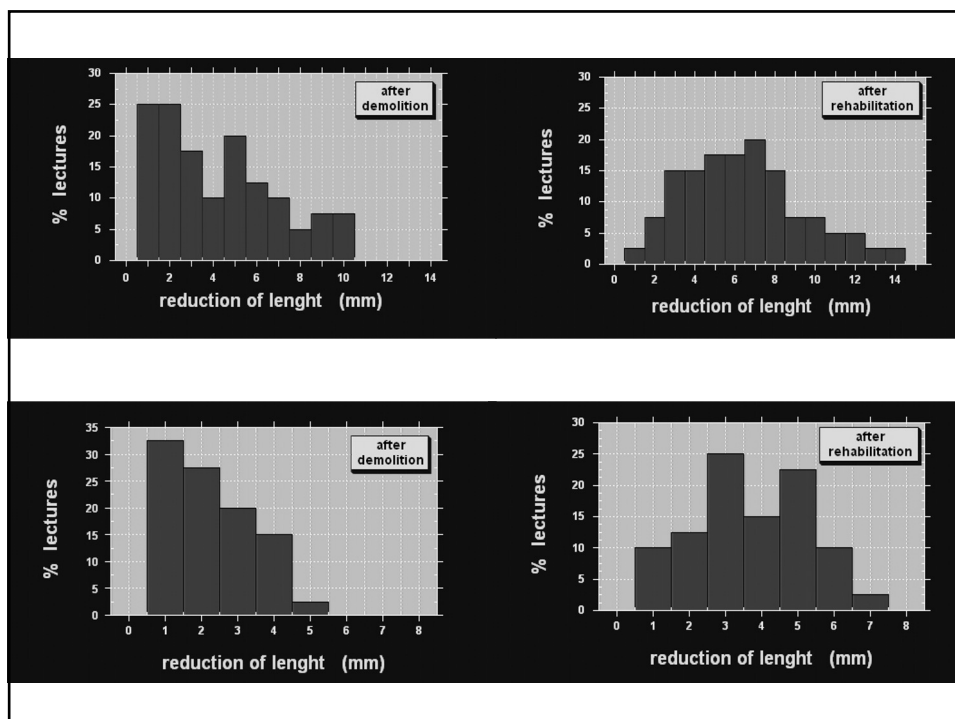
63



64



65



66



67



68



69

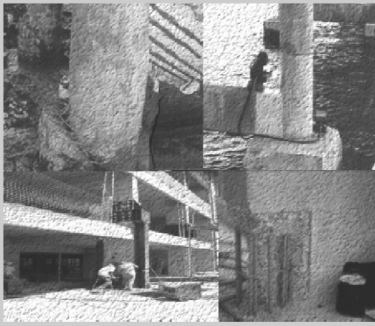


70



71

rehabilitar



Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón
Reparación, Refuerzo y Protección

autor Eliana Monteiro

profesor Raul Husni

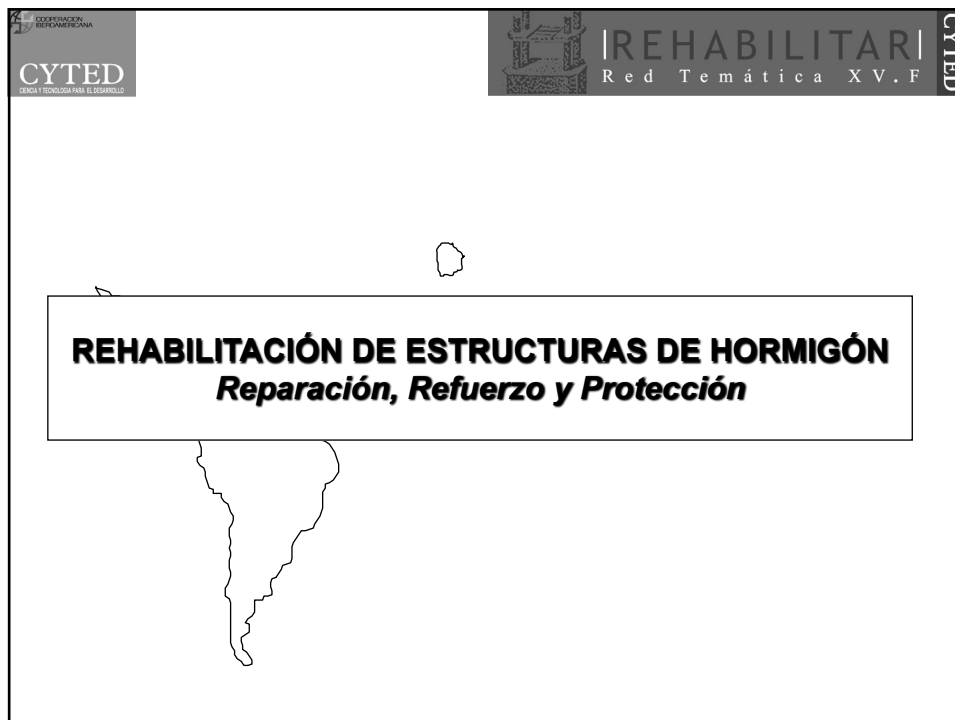



presentación

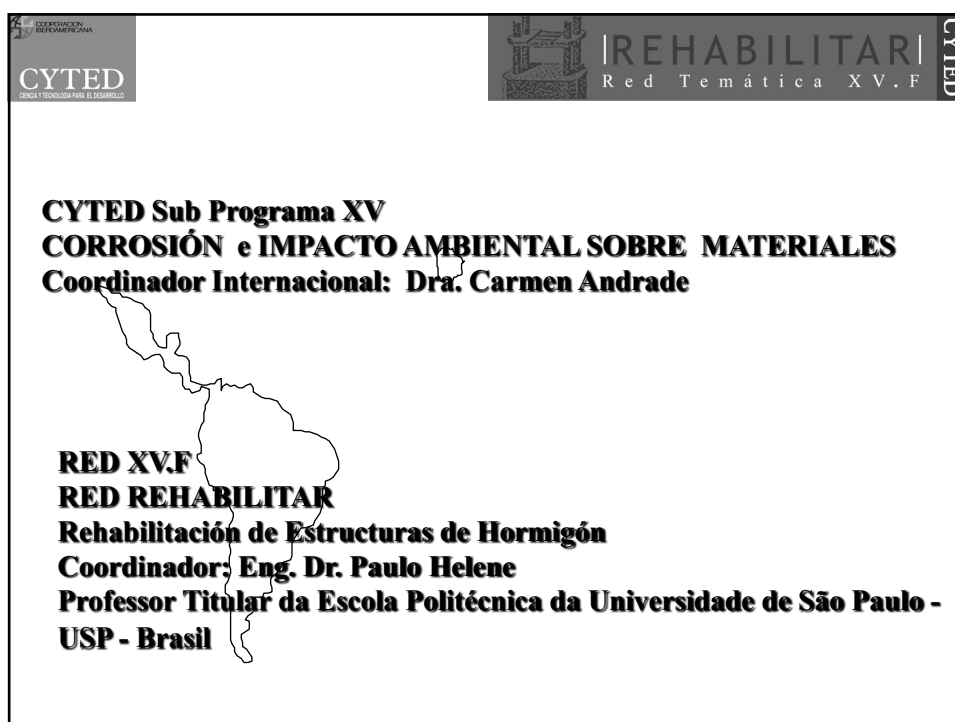
Rehabilitación de Estructuras de Concreto

AIE, IBRACON
Buenos Aires, Argentina 2004

72



73



74

CYTED
PROGRAMA IBEROAMERICANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO
SUBPROGRAMA XV - CORROSIÓN e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE
MATERIALES

CYTED

199 2.0

75

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

Coordinador Internacional : **Dra. Carmen Andrade**
Dr. Leonardo Uller
SecretarioAdjunto CYTED

◆ **OBJECTIVOS**

- ◆ ***Integración y nucleación de grupos de ciencia y tecnologia***
promocionando el desarrollo y la transferencia de
conocimientos con impacto en el sistema productivo;
- ◆ ***Creación de mecanismos de difusión de la información***
tecnológica sobre corrosión y protección anticorrosiva;

76

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

- ◆ ***Unificación de criterios y metodologías comunes de ámbito iberoamericano para el conocimiento y evaluación del impacto ambiental sobre los materiales***
- ◆ ***Contribuir para la mejora de la calidad de los productos industrializados y para la reducción de las pérdidas por corrosión***
- ◆ ***Reducción de los costos globales de protección anticorrosiva.***

77

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

◆ **ESTRATEGIA**

- ◆ **Conocer la corrosividad de las atmósferas de la Región Iberoamericana sobre los distintos materiales constructivos**
- ◆ **Contribuir para la selección optima de los materiales metalicos y alternativas, de modo a propocionar la mejor protección práctica a menor coste, a lo largo de la vida en servicio de estructuras y equipos, en función de la agresividad atmosférica del lugar de exposición**

78

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

- ◆ Contribuir para la Prevención y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano de los Efectos del Deterioro Ambiental y del Biodeterioro.
- ◆ Elaborar procedimientos y recomendaciones que permitan uniformizar criterios, Normas Internacionales y métodos de evaluación para el diagnóstico de obras deterioradas por corrosión, afin de utilizar el mejor sistema de intervención - reparación - rehabilitación de las mismas y prevenir el problema en obras nuevas.
- ◆ Difundir la información sobre corrosión y protección anticorrosiva para los países iberoamericanos, utilizando tecnologías modernas de transmisión de datos y comunicación

79

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

ACTIVIDADES FINALIZADAS

XV.1 - MICAT (1988 - 1995) Dr. Manuel Morcillo - CENIM (ESP)

Proyecto Mapa Iberoamericano de Corrosión Atmosférica

XV.A - RICORR (1991 - 1996) Lic. Gilda Coelho - INT (BRA)
Red Iberoamericana de Información Tecnológica sobre Corrosión

199 1.0

80

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

ACTIVIDADES FINALIZADAS

XV.B - DURAR (1993 - 1998) Profa. Oladis de Rincón - LuZ / CEC (VEN)

Red Iberoamericana de Corrosión de Elementos Metálicos en Concreto (Durabilidad de la Armadura)

XV.C - BIOCORR (1993 - 1997) Dr. Hector Videla - UNLP (ARG)

Red Iberoamericana de Corrosión Microbiológica y Biofouling en Sistemas Industriales

199 1.0

81

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

ACTIVIDADES FINALIZADAS

XV.D - PATINA Dr. Manuel Morcillo - CENIM (ESP) (sept 1996 / sept 2001)

Red Iberoamericana sobre Protección Anticorrosiva de Metales en la Atmósfera

82

SUBPROGRAMA XV
CORROSION e IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

ACTIVIDADES EN DESARROLLO

XV.E - PRESERVAR Dr.Hector Videla - UNLP (ARG) (sept 1999)

Red Iberoamericana sobre Prevención y Protección del Patrimonio Cultural Iberoamericano de los Efectos del Biodeterioro Ambiental

XV.F - REHABILITAR Dr.Paulo Helene - USP (BRA) (sept 1999)

Red Iberoamericana sobre Reparación y Protección de Estructuras de Hormigón

83

SUBPROGRAMA XV
CORROSION - IMPACTO AMBIENTAL SOBRE MATERIALES

ACTIVIDADES en DESARROLLO

XV.2 - Proyecto TROPICORR Ing.José Rocha - CPqD (BRA)
(out. 2000)

Efectos de los Ambientes Tropicales sobre los Productos Electro-Electronicos

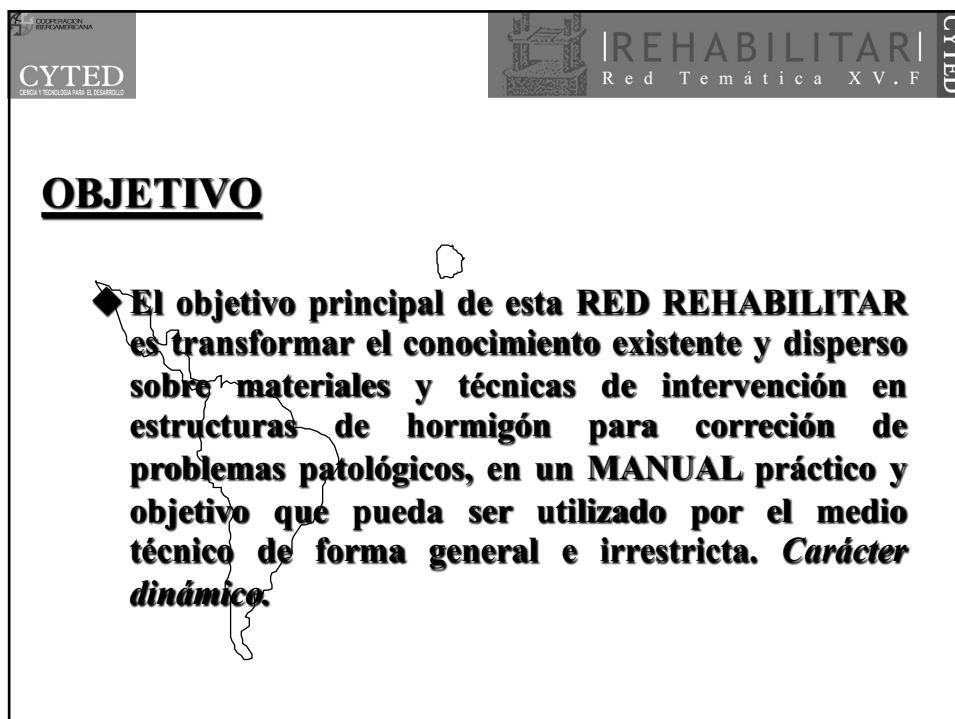
XV.3 - Proyecto DURACON Profa. Oladis de Rincón - UdZ /
CEC(VEN) (out. 2000)

Durabilidad del Concreto en Condiciones Ambientales de Iberoamerica

84



85



86

PRODUCTOS

- ◆ **Fomentar el intercambio de experiencia entre variados y renombrados profesionales ibero-americanos, con el fin de organizar adecuadamente el conocimiento existente sobre el tema.**
- ◆ **Publicar un Manual Práctico de REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.**
- ◆ **Indicar que materiales y sistemas son aún poco conocidos y deben ser objeto de nuevas investigaciones.**

87

PRODUCTOS

- ◆ **Transferir el conocimiento a través de cursos, encuentros, reuniones técnicas; publicaciones, visando actualizar el conocimiento del medio técnico de Ibero-America, sobre el tema de rehabilitación de estructuras.**
- ◆ **Apoyar y fomentar investigaciones e intercambios entre centros de enseñanza e investigación en Ibero America.**

88

CYTED
COMISIÓN INTERAMERICANA
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

IREHABILITARI
Red Temática XV.F

CYTED

PARTICIPACIÓN

13 países
Argentina
Bolivia
Brasil
Chile
Colombia
Cuba

España
México
Paraguay
Peru
Portugal
Uruguay
Venezuela

89

CYTED
COMISIÓN INTERAMERICANA
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

IREHABILITARI
Red Temática XV.F

CYTED

Delegados Nacionales

Argentina - Raúl Husni y Anibal Manzelli
Bolivia - Mário Terán y Jorge Cabré
Brasil - Enio Pazini e Eliana Monteiro
Chile - Hugo Barrera y Juan Moya
Cuba - Vitervo O' Reilly y Eduardo Perez
Colombia - Harold Muñoz y Lila Ashook

90

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

Delegados Nacionales

España – Antonio Aguado y Marta Castellote

México - Pedro Castro y Eric Moreno

Peru - Gaby Quesada e Carlos Casabonne

Portugal – Fernando Branco y Manuela Salta

Uruguay – Jorge Franco y Fernanda Pereira

Venezuela - Oladis de Rincón y Miguel Sánchez

91

Ano 2000

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

Primera Reunión Anual

Santiago de Chile

10 al 13
de abril
de 2000

92

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

Reuniones de Instalación Redes Rehabilitar Nacionales

- **Argentina – Buenos Aires – 18 / 11 / 2000**
- **Bolivia – La Paz - 17 / 04 / 2000**
- **Brasil – São Paulo – 03 / 07 / 2000**
- **Chile – Santiago – 10 / 09 / 2001**
- **Colombia – Bogotá – 12 / 07 / 2001**
- **Cuba – Cienfuegos – 15 / 07 / 2001**
- **España – Barcelona – 05 / 06 / 2000**
- **México – Mérida – 05 / 12 / 2000**
- **Uruguay – Montevideo – 12 / 06 / 2000**

Peru y Portugal

93

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

Ano 2000

Cursos de Formacion → 53 participantes

- **I Curso sobre Rehabilitación de Estructuras de Hormigón**
 24 al 27 de octubre de 2000

Profesores:
Eliana Monteiro
Enio Pazini
Paulo Helene
Pedro Castro

Brasil - Recife

94

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

CYTED

Cursos de Formación → 27 participantes

•Evaluación, Diagnóstico y Reparación de Estructuras Dañadas por Corrosión de la Armadura
13 al 17 de noviembre de 2000

Profesores:
Oladis de Rincón
Miguel Sánchez
Paulo Helene
Pedro Castro
Rafael Fernández

Venezuela - Maracaibo

95

Ano 2000

IREHABILITARI
 Red Temática XV.F

CYTED

Reporto de Productividad

Publicaciones indexadas (8)

Publicaciones en congresos (34)

Elaboración de trabajos de titulación académica

Doctorado (2)

Maestría (9)

Licenciatura (2)

96

EXPERIENCIA
RECONSTRUCCION

CYTED

Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Año 2001

IREHABILITARI

Red Temática XV.F

Segunda Reunión Anual

Madrid

15 al 22

de abril

de 2001



97

EXPERIENCIA
RECONSTRUCCION

CYTED

Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Año 2001

IREHABILITARI

Red Temática XV.F

Reuniones Regionales

- **México – Mérida - Febrero de 2001**
- Cancún - Agosto de 2001**
- México D.F. – Septiembre de 2001**

Presentaciones del libro:

Infraestructura de Concreto Armado Deterioro y

Opciones de Preservación

Pedro Castro



98

Ano 2001

IREHABILITARI
Red Temática XV.F

Reunión del Comité Directivo

27 al 28 de septiembre de 2001

Participantes:

Paulo Helene
Vitervo O'Reilly
Pedro Castro

Cuba - Havana

99

Ano 2001

IREHABILITARI
Red Temática XV.F

Cursos de Formación

•Curso sobre Rehabilitación de Estructuras de Concreto
4 al 7 de febrero de 2001

Profesores:

Andrés Torres
Eric Moreno
Paulo Helene
Pedro Castro
Vitervo O'Reilly
Tezozómoc Pérez

México - Mérida

100



Ano 2001

IREHABILITARI
Red Temática XV.F



Cursos de Formación

• **Curso sobre Rehabilitación de Estructuras de Hormigón Armado_**
18 al 20 de julio de 2001

Profesor:
Paulo Helene

Santo Domingo
República Dominicana



101



Ano 2001

IREHABILITARI
Red Temática XV.F



Cursos de Formación

• **Curso sobre Rehabilitación de Estructuras de Hormigón_**
29 participantes

12 al 17 de agosto de 2001



Profesores:
Harold Muñoz
Paulo Helene
Raul Husni

Argentina - Mendoza

102

EXPERIENCIA
REPERCUTIENTE

CYTED

Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Año 2001

IREHABILITARI

Red Temática XV.F

CYTED

Cursos de Formación

• **Curso sobre Rehabilitación del Patrimonio Construido**
84 participantes
24 al 26 de septiembre de 2001

Profesores:
Eliana Monteiro
Fernanda Pereira
Paulo Helene
Pedro Castro
Vitervo O'Reilly

Cuba -Ciego de Avila



103

EXPERIENCIA
REPERCUTIENTE

CYTED

Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Año 2001

IREHABILITARI

Red Temática XV.F

CYTED

Reporto de Productividad

Publicaciones indexadas (9)
Publicaciones en congresos (30)
Elaboración de trabajos de titulación académica
Doctorado (3)
Maestría (6)
Licenciatura (1)

104



La Paz

Mérida

Antigua

2002 Tercera Reunión Anual
8 al 10 de maio de 2002

2003 Quarta Reunión Anual
16 a 26 setiembre de 2003

2004 Quinta Reunión Anual
12 a 16 de julio de 2004

La Paz

Mérida

Antigua

CYTED
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

IREHABILITARI
Red Temática XV.F

CYTED

105

**I Jornadas Iberoamericanas sobre
Rehabilitación de Estructuras de Hormigón:
Reparación, Refuerzo y Protección**

Antigua, Guatemala





2004

106

**I Jornadas Iberoamericanas sobre
Rehabilitación de Estructuras de Hormigón:
Reparación, Refuerzo y Protección**
Antigua, Guatemala



2004

107


CYTED
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

IREHABILITAR
Red Temática XV.F

CYTED

**Manual de Rehabilitación
de Estructuras de Concreto**
*Reparación, Refuerzos y
Protección*

Red Rehabilitar

108

Indice	
	Introducción Paulo Helene Brasil
1	Acciones sobre estructuras de hormigón Raul Husni Argentina
2	Orientación para el diagnóstico Vitervo O'Reilly Cuba Enio Pazini Brasil

109

Indice	
3	Orientación para selección de la intervención Antonio Aguado España
4	Materiales y sistemas Oladis de Rincón Venezuela
5	Preparación del substrato Harold Muñoz Colombia

110

Indice	
6	Procedimientos de reparación Gaby Quesada Peru
7	Procedimientos de protección contra corrosión Arlindo Silva Portugal Marta Castellote España

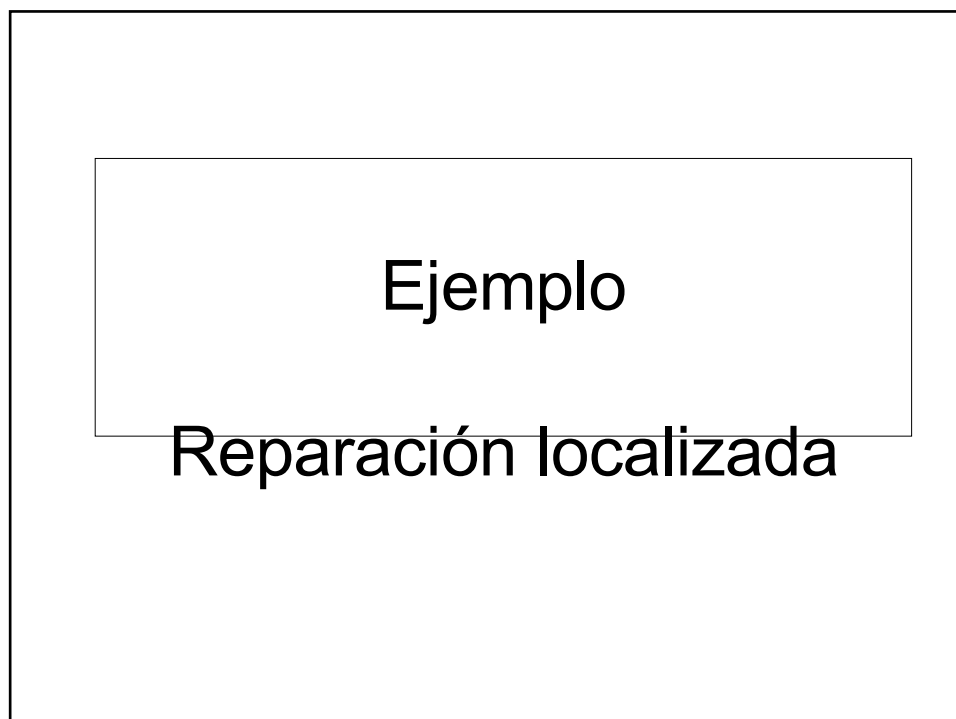
111

Indice	
8	Procedimientos de refuerzo Hugo Barrera Chile
9	Procedimientos de protección y mantenimiento de estructuras Jorge Franco Uruguay Fernanda Pereira Uruguay

112

Indice	10 Composición unitaria de precios Paulo Helene Brasil
11	Control y calidad de la recepción Pedro Castro Mexico
Glosario	Gaby Quesada Peru Pedro Castro México

113



114



**fisuras típicas de
corrosión de la armadura**

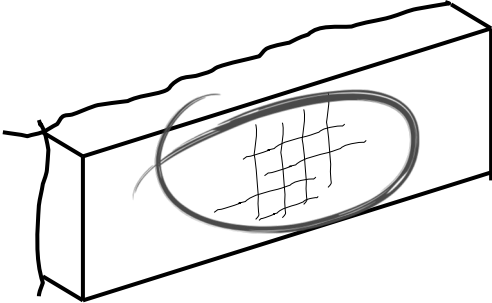
115



fisuras típicas de corrosión de
la armadura

116

Reparación superficial
localizada



diagnostico

corrección

materiales

preparación

procedimientos

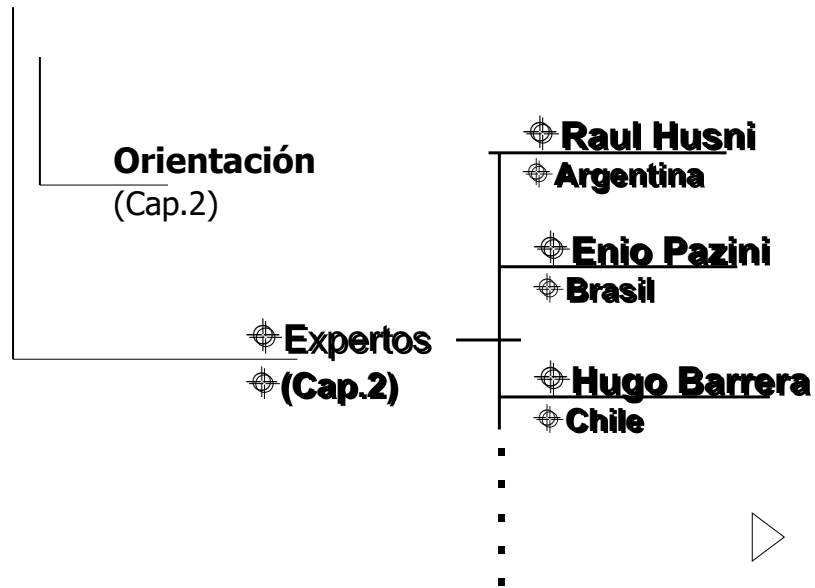
mantenimiento

117

2. Orientación para el diagnóstico

118

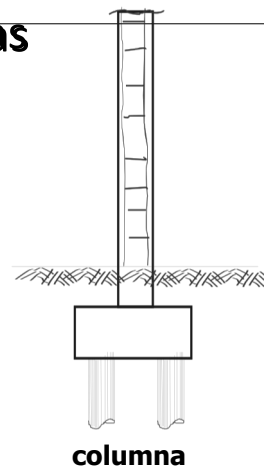
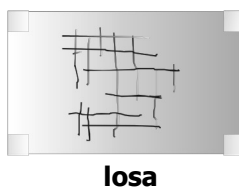
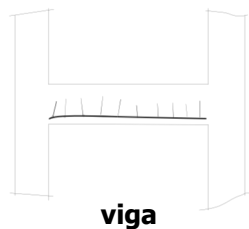
Problema?



119

Fisuras de corrosión

Manifestaciones típicas



120

Fisuras de corrosión

⊕ recubrimiento
insuficiente

Diagnóstico

⊕ carbonatación

⊕ cloruros

⊕ mala ejecución
del hormigón
(coqueras)

⊕ hormigón con
elevada
permeabilidad y/o
porosidad

121



carbonatación

122

Fisuras de corrosión

⊕ recubrimiento
insuficiente

Diagnóstico



carbonatación

⊕ cloruros

⊕ mala ejecución
del hormigón
(coqueras)

⊕ hormigón con
elevada
permeabilidad y/o
porosidad

123

3. Orientación para la selección de la intervención

124

Fisuras de corrosión

Alternativas para corrección

✓ **Protección catódica
corriente impresa**

125



Fisuras de corrosión

Alternativas para corrección

- ✓ **mortero o *grauting* base cemento modificado
con polimeros**
- ✓ **mortero o *grauting* base epoxidica**
- ✓ **mortero o *grauting* base poliester**
- ✓ **mortero o hormigón gunitado**
- ✓ **Realcalinización electroquímica**

126

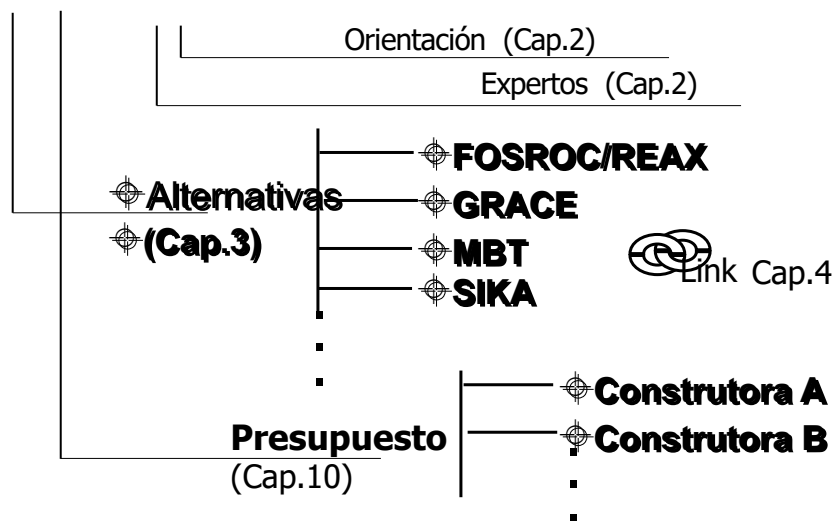
Fisuras de corrosión

Alternativas para corrección

- ✓ mortero o *grauting* base cemento modificado con polimeros
- ✓ mortero o grauting base epoxidica
- ✓ mortero o grauting base poliester
- ✓ mortero o hormigón gunitado
- ✓ Realcalinización electroquímica

127

Problema?



128

Fisuras de corrosión

Alternativas para corrección



mortero o *grauting* base cemento modificado con polimeros



mortero o *grauting* base epoxidica



mortero o *grauting* base poliester



mortero o hormigón gunitado



Realcalinización electroquímica

129

4. Materiales y sistemas



130

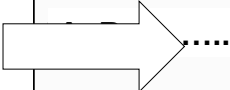
Reparación localizada

Material	Producto	Espesor (cm)	Substrato
mortero polimerico base cemento	A, B, C, ...	$0,5 < e < 2,5$	saturado con sup. seca
mortero base epoxídica	A, B, C, ...	$0,5 < e < 1,5$	sup. seca chorro de aire
mortero base poliéster	A, B, C, ...	$0,5 < e < 1,5$ *	sup. seca chorro de aire



131

Reparación localizada

Produto	Contorno	Acabamento	Cura
	$> 0,5$ cm $> 1,0$ cm pisos	desempenad. madeira, feltro, aço	úmida 7d sem radiação 36h
A, B, C,...	0,5 cm	desempenad. aço	sem radiação 5h
A, B, C,...	0,5 cm	desempenad. aço	sem radiação 5h

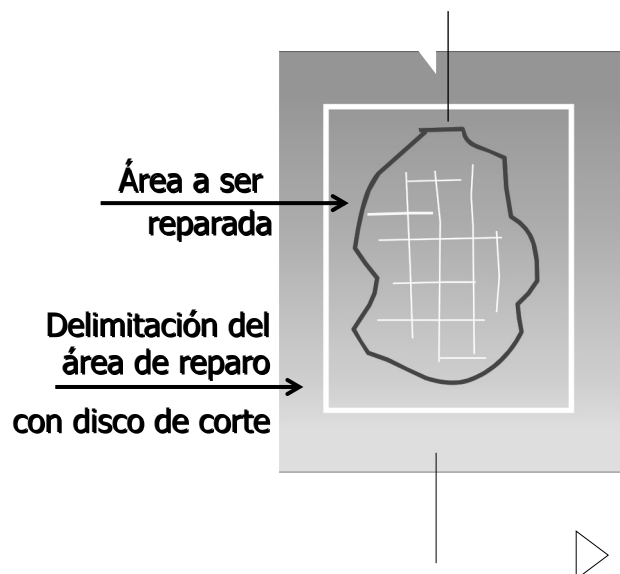
132

5.

Preparación del substrato

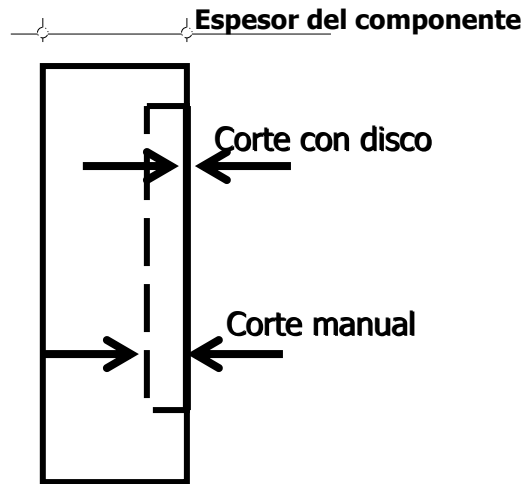
133

Reparación localizada



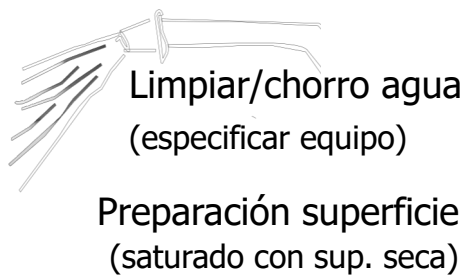
134

Reparación localizada



135

Reparación localizada



136

6.

Procedimientos de reparación

137

Reparación localizada



Cap. 4, 5, 9

Aplicar puente de adherencia

(cfe. espec. Cap. 4)

Aplicar mortero

(especificar procedimiento

Acabamento pintura) verniz

(especificar procedimiento

especificar material Cap. 4 y 9)

138

Reparación localizada

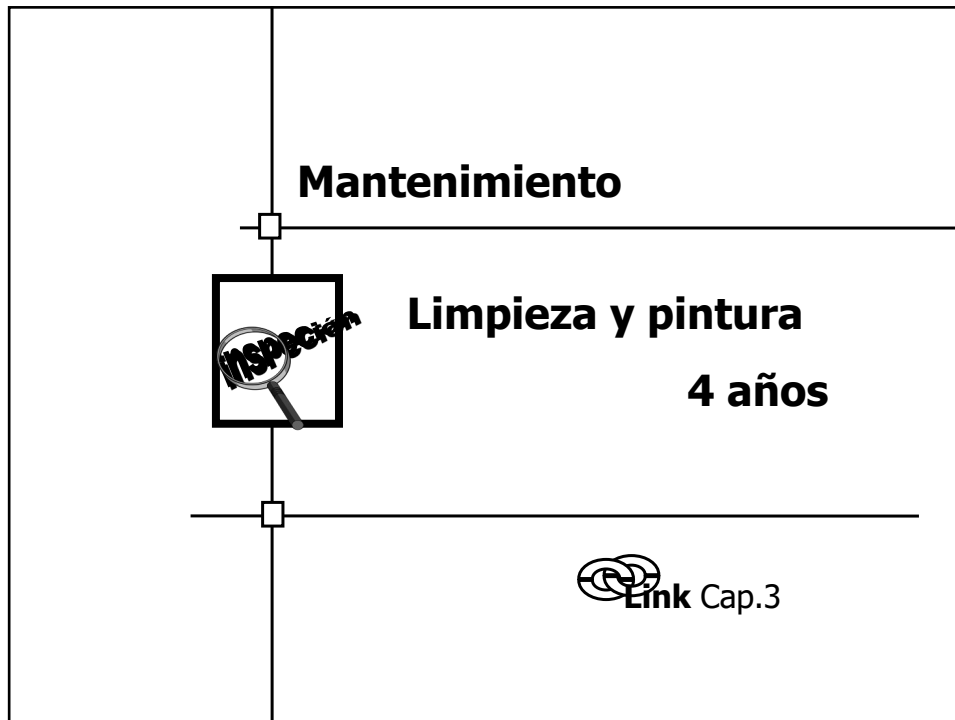


139

9.

Procedimientos de protección y mantenimiento de estructuras

140



141

11.

Control de calidad y de recepción

142

	críterios de recepción
	muestreo de materiales
	control de uso
	control de consumo
	control de MDO
	lista de chequeo

143

10.

Composición unitária de precios

144

Fisuras de Corrosión (carbonatación)

Reparación localizada

***mortero* base cemento modificado con polímero**

- ☐ demolição do concreto
- ☐ limpeza e preparo de la superficie
- ☐ aplicación mortero
- ☐ acabamento, curado

145

Mortero <i>base cemento</i>				
modif. polímero (m ²) (1<e<3cm)				
Insumo	Un.	Coef.	\$ Uni.	\$Tot.
MDO	Pedreiro	H.h	3,00	
	Servente	H.h	1,50	
	Leis sociais	%	134,0	
Subtotal MDO				
MAT	Fornecimento & preparo argam.	kg	52,00	
	Subtotal MAT			
Precio unitario				
Benefícios/despesas indiretas(%)			29,33	
Valor unitario por m²				\$\$\$\$\$

146

www.rehabilitar.pcc.usp.br
maria.fernanda@poli.usp.br
nana.monteiro@uol.com.br

“sean bienvenidos”

147

www.rehabilitar.pcc.usp.br
maria.fernanda@poli.usp.br
nana.monteiro@uol.com.br

Muchas Gracias

“sean bienvenidos”

148