



PROTEÇÃO GALVÂNICA CONTRA CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

Vector Corrosion Technologies

David Whitmore, P.Eng.



Tópicos Abordados:

- Introdução
- Corrosão do aço no concreto
- Tipos de sistemas de proteção
- Níveis de proteção contra corrosão
- Sistemas de proteção galvânicos
- Sustentabilidade e Meio Ambiente

Vector Corrosion Technologies

- Vector desenvolve e comercializa produtos e sistemas para proteção contra corrosão do aço no concreto armado.
- Unidades no Canada, Estados Unidos e Reino Unido.
- Distribuidores em 27 países
- Atividades incluem:
 - Pesquisa e desenvolvimento
 - Fabricação
 - Suporte Técnico



VECTOR CONSTRUCTION GROUP





Dave Whitmore, P.Eng.

- Graduação em Engenharia 1984
- ACI 222, 546, 364, E506
- ICRI Comitê de Corrosão
- NACE Corrosão do Aço em Concreto
- Pesquisa e Desenvolvimento - Reparos em Concreto e Corrosão
 - 8 patentes em proteção catódica e tratamentos eletroquímicos



Dave Whitmore (Realmente)

- Não é do Brasil
- Ainda assim é um bom rapaz
- Casado
- 3 Filhas
- 1 Cão
- Adora comédia, roquéi e canoagem



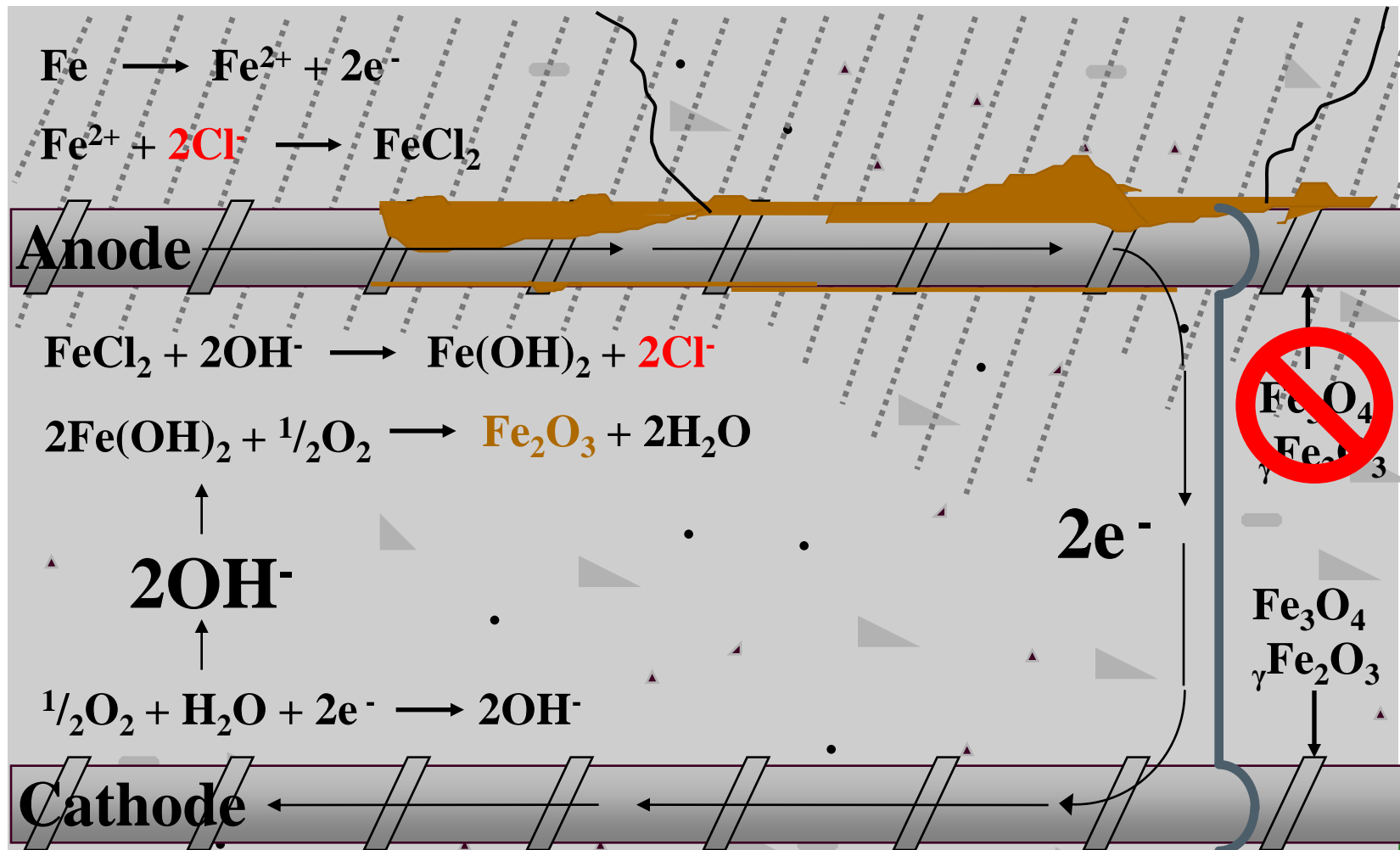
Noções básicas de Corrosão



Causas da Corrosão

- Cloretos
- Carbonatação
- Metais Diferentes

Célula de corrosão no concreto





Colunas danificadas pela corrosão -

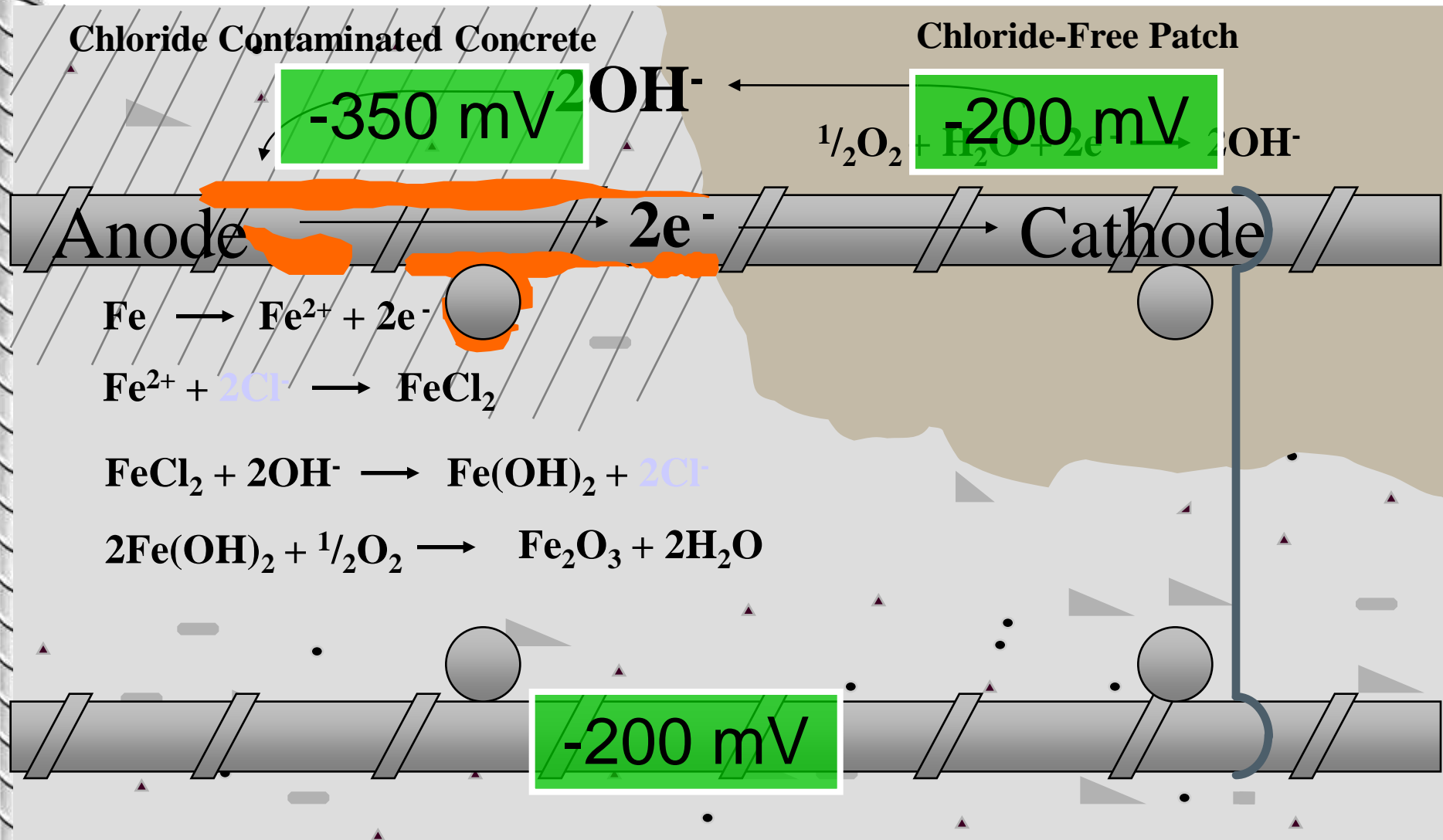
Corrosão induzida por cloretos





Reparo Convencional

Corrosão Acelerada Pelo Reparo



Efeito “Halo”



Novo revestimento de concreto

Fissuras por causa da corrosão interna

Manchas de oxidação do aço





Tipos de Sistemas de Proteção

Tipos de Sistemas de Proteção

Sistemas Galvânicos	Utiliza Ânodos Galvânicos para fornecer proteção contra corrosão no aço
Sistema de Corrente Catódica Impressa	Utiliza uma fonte de alimentação externa. Ânodos inertes são geralmente utilizados para distribuir a corrente.
Tratamentos Eletroquímicos	Altera a química do concreto ao redor do aço.



Níveis de Proteção Contra Corrosão

Níveis de Proteção Contra Corrosão

Prevenção da Corrosão (Prevenção catódica)	Previne / Retarda início de novas atividades de corrosão
Controle de Corrosão	Reduz significativamente atividade de corrosão em curso
Proteção Catódica	Maior nível de proteção – Interrompe atividade de corrosão em curso.



Sistemas Galvânicos

- Proteção Localizada
 - Ânodos Discretos
- Proteção Global
 - Ânodos Distribuídos



**Reparo em viga:
Prevenção de Corrosão**

Ânodos Galvânicos Instalados

Chloride Contaminated Concrete

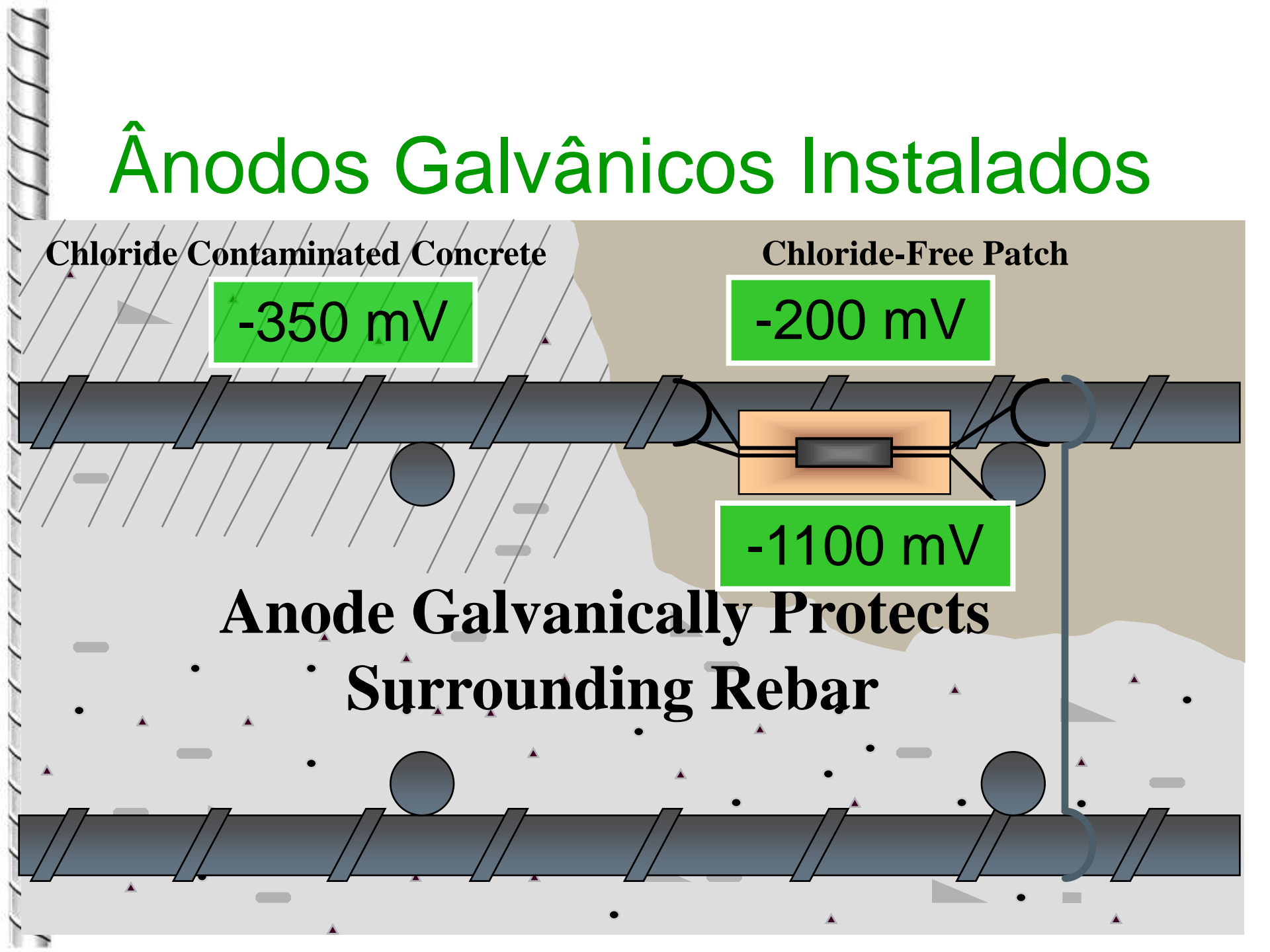
-350 mV

Chloride-Free Patch

-200 mV

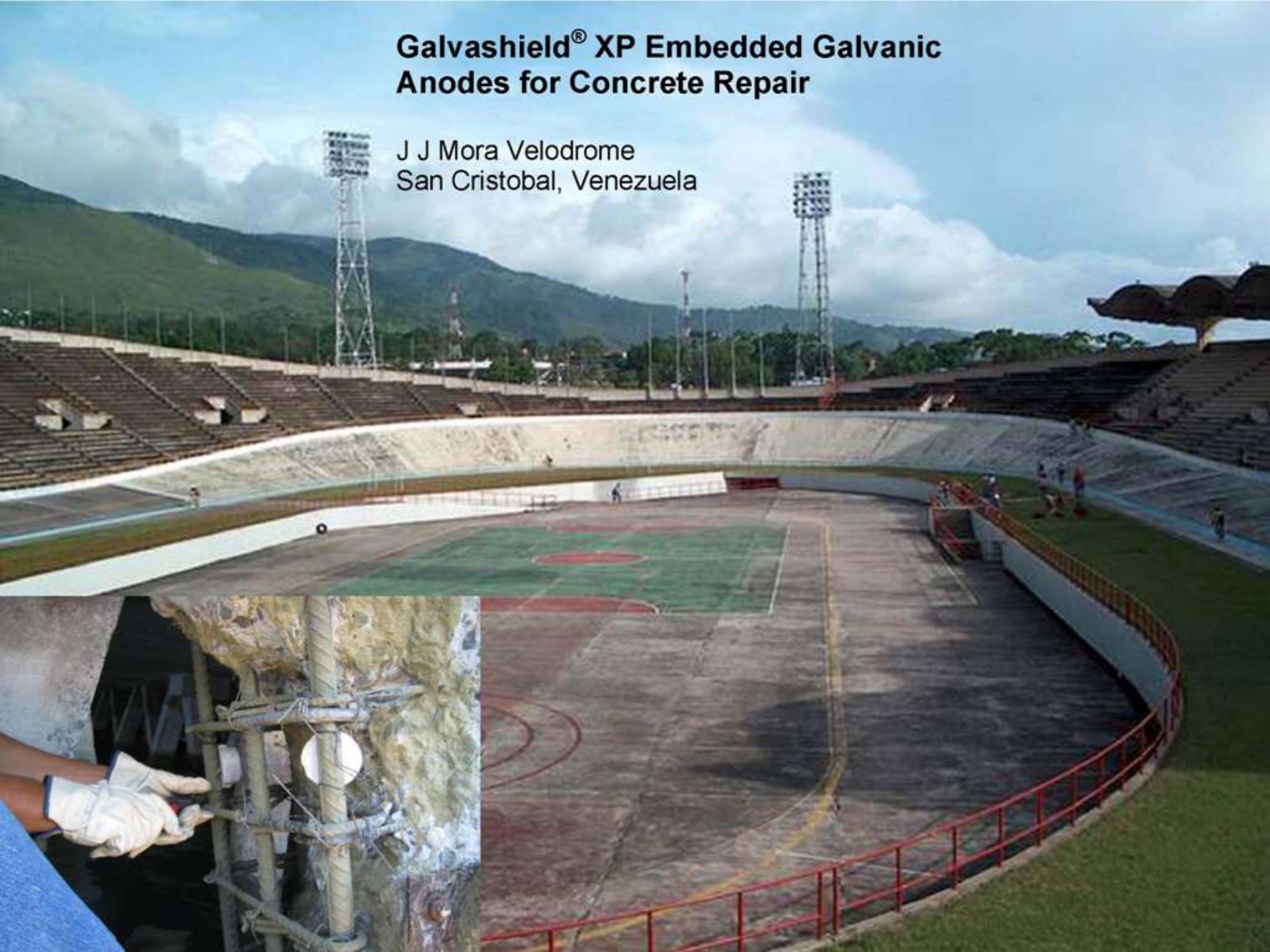
-1100 mV

**Anode Galvanically Protects
Surrounding Rebar**



Galvashield® XP Embedded Galvanic Anodes for Concrete Repair

J J Mora Velodrome
San Cristobal, Venezuela

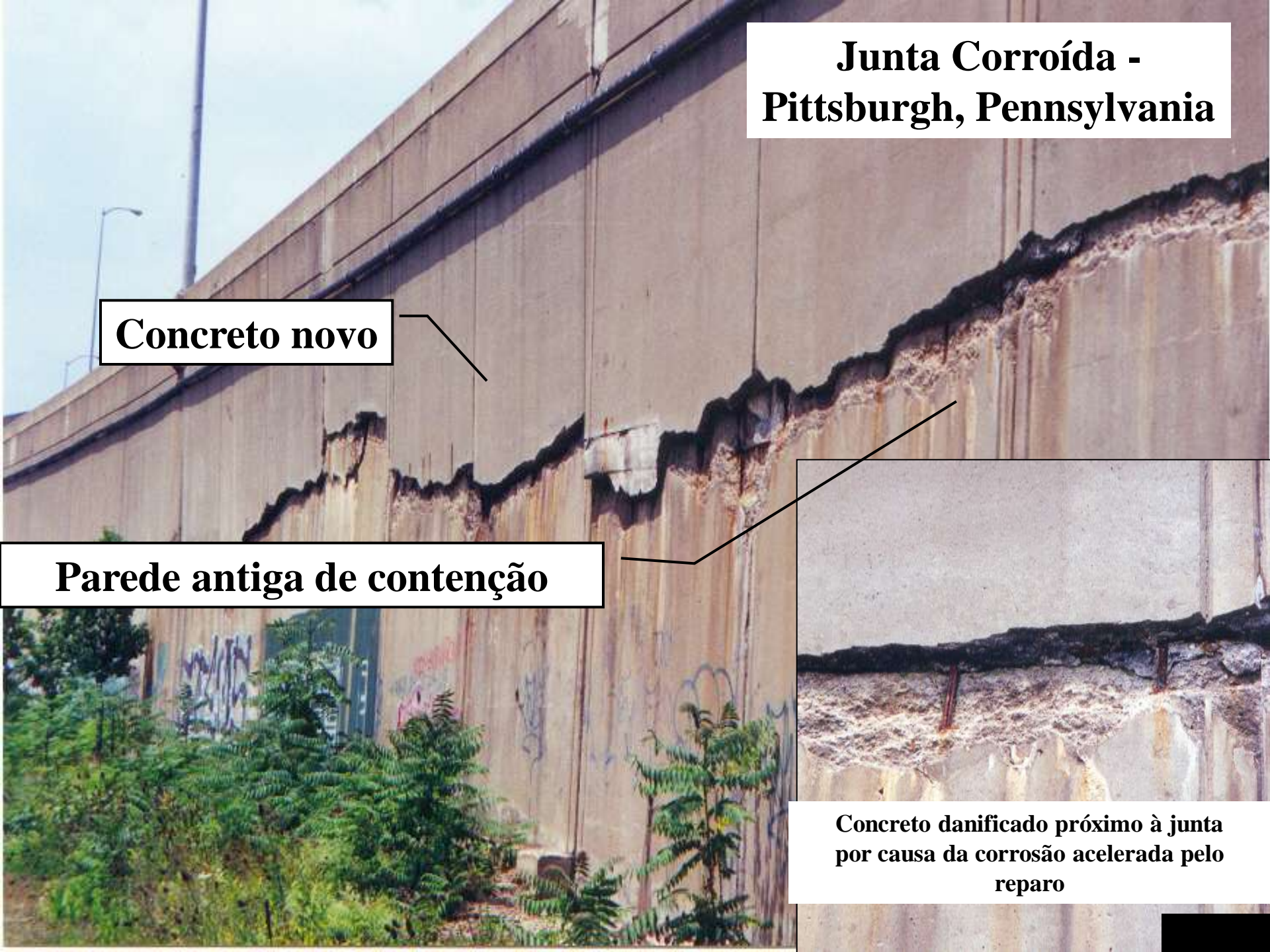


**Junta Corroída -
Pittsburgh, Pennsylvania**

Concreto novo


Parede antiga de contenção

**Concreto danificado próximo à junta
por causa da corrosão acelerada pelo
reparo**



Apliação de ponte Prevenção de Corrosão





Proteção distribuída contra corrosão



FRP Repair por encamisamento



FRP Repair por encamisamento



Galvanode® Galvanic Protection System for Concrete Piles in Marine Environment

Robert Moses Causeway
Long Island, NY











- Recuperação de Colunas da Ponte
- San Leandro, California
- CalTrans



- Recuperação de Colunas da Ponte
- San Leandro, California
- CalTrans

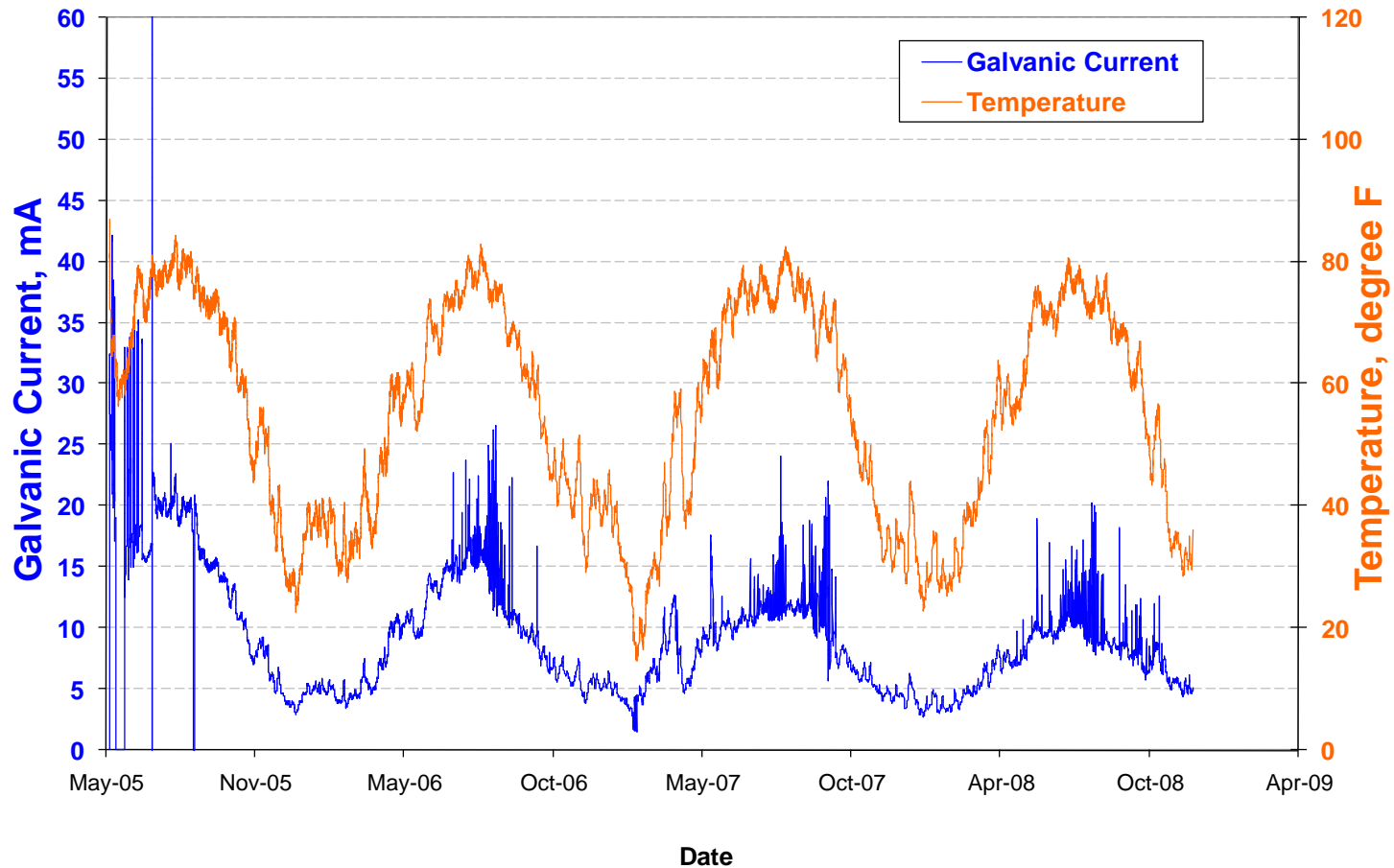


- Recuperação de infra-estrutura
- I-75 Ohio DOT

I-75 Ohio DOT



Estrada Kirkwood: Corrente de Proteção



Desempenho – Estrada Kirkwood

Date	Temp	mA/m2	Polarization
5/6/05		37.7	
8/16/05	31	12.9	333
10/26/05	12	5.4	394
5/1/06	14	7.5	335
12/20/06	4	4.3	500
5/30/07	26	7.5	446
12/09/08	4	3.3	470
7/9/09	23	3.3	475



SEA PRINCESS
VALLETTA

R
I
N
K
E
R





Escopo do Trabalho

- Reparo em pilares protendidos
- Reparo de estacas e Vigas

Reparo dos pilares

- 668 Pilares protendidos
 - 45 cm²
- Remoção do concreto danificado
- Instalação das Jaquetas Galvânicas
 - 56 cm e 71 cm²
 - 2 -10 metros de comprimento
 - Permanente FRP forma
 - 7.8 kg/m² anodos de zinco
 - 22 kg (massa) ânodos de zinco
- Concreto bombeado para a estrutura de baixo para cima





Reparo das Vigas

- 2.000 m de vigas reparadas
- Removido 20 cm
- Instalado faixa de anodos distribuidos
 - 4 cm x 4 cm x 2.5 m
- Form and Pour Repair





20E

- Faixa de Anodos distribuidos Galvanode DAS
- Port of Canaveral, Florida



Reparo finalizado das estacas (Viga)



Porto de Canaveral Reparos em Píers



Agradecemos a:

Autoridades do Porto
de Canaveral

CH2M Hill e à Divisão
Marítima de Portos.

Esta obra recebeu o
Prêmio de Excelência
ICRI 2007 de Reparo
Industrial





Sustentabilidade e Meio Ambiente



Cumprimentos do Museu da História do Computador

Concreto na Sociedade

- Concreto é o produto feito pelo homem mais utilizado no mundo
- 6 Bilhões tons por ano (~4 Bilhões m³)
- Grande consumidor de matérias-primas e energia:
 - Cimento
 - Agregado
 - Produção e transporte do concreto
 - A produção de aço também é de elevada intensidade energética

Concreto na Sociedade

- Total de CO₂ produzido
 - Cimento: 1 Bilhão tons CO₂ por ano
 - Agregado: ~ 50 Milhões tons CO₂ por ano
 - Mistura pronta: 150+ Milhões tons CO₂ por ano
 - Vergalhões: 200 Milhões tons por ano
- Total CO₂ produzido: ~ 1.5 Bilhões tons / ano

Concreto na Sociedade

- Outras emissões
 - Monóxido de carbono: 10 Milhões tons / ano
 - Óxidos de nitrogênio: 30 Milhões tons / ano
 - Dióxido de enxofre: 29 Milhões tons / ano
 - Compostos Orgânicos Voláteis: (VOC's):
2 Milhões tons / ano
- Poluição térmica também é significativa.



Concreto na Sociedade

- Poluição térmica do concreto: produção de ~ 8 Bilhões GJ / ano.
- 1 GJ = Muito calor
- Esta energia térmica é suficiente para elevar a temperatura de 1 milhão de metros quadrados de água (1 metro de profundidade) a 1 °C / ano.








Sustentabilidade

- A maioria das estruturas não duram o quanto deveriam
- Nos EUA, tabuleiro de pontes é substituído em média em 35 anos



Desenvolvimento Sustentável

- Maior potencial para reduzir nosso impacto é construir estruturas mais duráveis e estender a vida útil das estruturas existentes.
- Isto é um desafio, mas é possível se fizermos disto uma prioridade.

The image shows a large concrete arch bridge spanning a river. The bridge has a decorative railing on top. Below the bridge, a concrete structure is being worked on, with two workers in orange safety vests and hard hats. The background is a dense forest of evergreen trees under a blue sky with light clouds.

ICRI Project of the Year
Norcure[®] Electrochemical
Chloride Extraction

Historic Rainbow Bridge
Cascade, ID

Extensão de 50 anos de vida útil para
uma estrutura antiga de 75 anos

Reabilitação da Ponte Rainbow

- Extensão de 50 anos na vida útil.
- 1,400 M³ de concreto foram mantidos em serviço.
- Redução da emissão de CO₂ para ~ 450 tons.
- Impediu a liberação de 4,800 GJ de calor. (Calor para ferver 3 Piscinas Olímpicas)
- Equivalente a emissão anual de 90 pessoas



**ICRI Award of Excellence
for Concrete Rehabilitation
Longevity.**

Seven Sister's Generating Station 1981
Manitoba, Canada





Reabilitação Seven Sisters

- Extensão de 40 - 50 anos de vida útil.
- 29,000 M³ de concreto foram mantidos em serviço
- Redução da emissão de CO₂ para 9,500 tons.
- Equivalente a emissão anual de 1,900 pessoas.



Ação:

- Isto é importante
- Pensar sobre a realidade,
- Aceitar a responsabilidade,
- e Agir



Resumo

- ✓ Corrosão de aço em concreto
- ✓ Níveis de Proteção contra corrosão
- ✓ Sistemas de Proteção Galvânicos
- ✓ Sustentabilidade e Meio Ambiente



Obrigado !!

Vector Corrosion Technologies



Dúvidas

