



Evolução Materiais Compósitos

CORROSÃO

Evaldo Mota

11/09/2013

Agenda

- Ashland
- Material Compósito
- Desenvolvimento de Projetos
- Aplicações Estruturais
- Cloro-Soda
- Mineração

Ashland Inc.

- **4 Unidades Comerciais, 15.000 Colaboradores**
- **Faturamento Total: US\$ 8,1 Bilhões**
- **Operações em mais de 100 países**

ASHLAND.



**Unidade
Negócio**

**Ashland
Specialty
Ingredients**

**Ashland
Water
Technologies**

**Ashland
Performance
Materials**

**Ashland
Consumer
Markets**

**Liderando
Produtos &
Serviços**

#1
éter de celulose,
líder global em vinil
pirrolidonas

#1
especialidades
químicas
fabricantes papel

#1
resinas poliéster
insaturado e
resinas vinil éster

#2
Franquia americana
lubrificantes #3
óleos carros e
motos

Vendas¹

\$2,9 bilhões

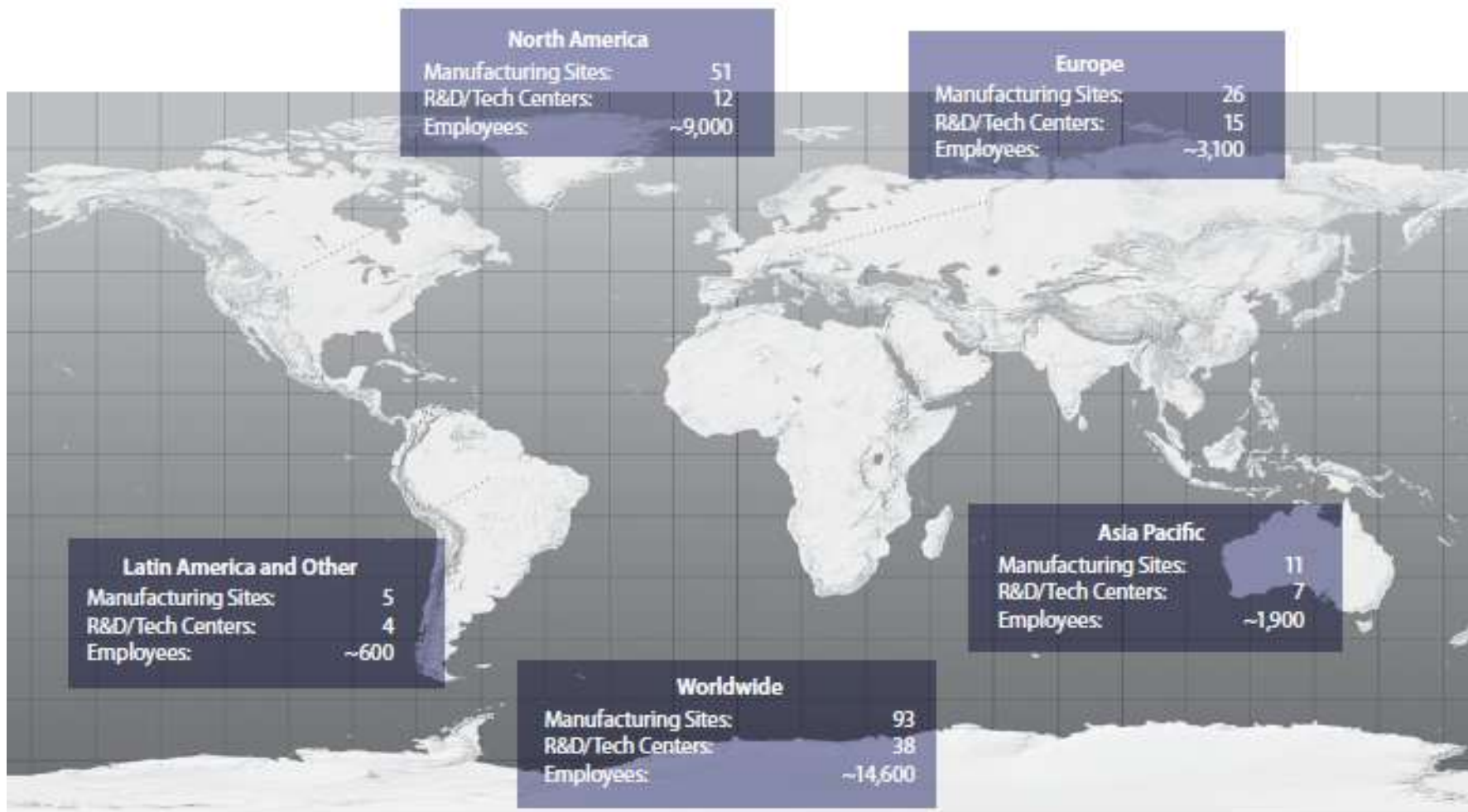
\$1,7 bilhões

\$1,5 bilhões

\$2,0 bilhões

¹ For 12 Months ended Dec. 31, 2012

Nossa presença Global



Experiência adquirida em Corrosão

- Maior fornecedor global de resinas especiais para corrosão
- 60 anos de experiência e aplicações industriais bem sucedidas
- HETRON® foi a primeira resina utilizada em 1953
 - Inicialmente introduzida para atender necessidades indústria Cloro/Soda
- Introdução de resinas Vinil Éster no mercado:
 - DERAKANE®
 - HETRON
- Experiência documentada com o maior acervo de Casos Históricos do mercado
- Conhecimento servindo à solução de problemas
 - *Expertise* em compósitos com alta resistência química e à propagação de chama
 - Desenvolvimento contínuo de novos produtos para atender diferentes mercados
- Vasta literatura técnica:
 - Guias de Resistência Química (gerado a partir de testes da norma ASTM C581 e Casos Históricos)
 - Boletins Técnicos e FISPQs
 - Guias de Fabricação

MATERIAL COMPÓSITO

Compósitos Engenharia

Propriedades Gerais

- Leveza do material – Baixo Peso Específico



Compósitos Engenharia

Propriedades Gerais

- Alta Resistência Mecânica



Compósitos Engenharia Propriedades Gerais

- Alta Inércia Química



Longevidade e baixo custo manutenção

Compósitos Engenharia

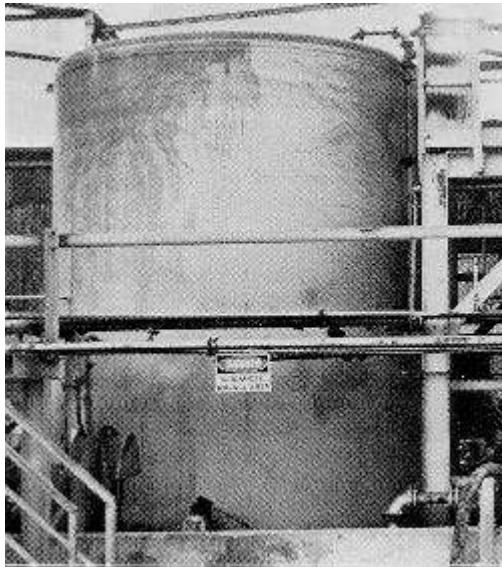
Propriedades Gerais

- Baixa Propagação Fogo



DESENVOLVIMENTO COMPÓSITOS PELA ENGENHARIA

Tamanho e Responsabilidade Cresceram

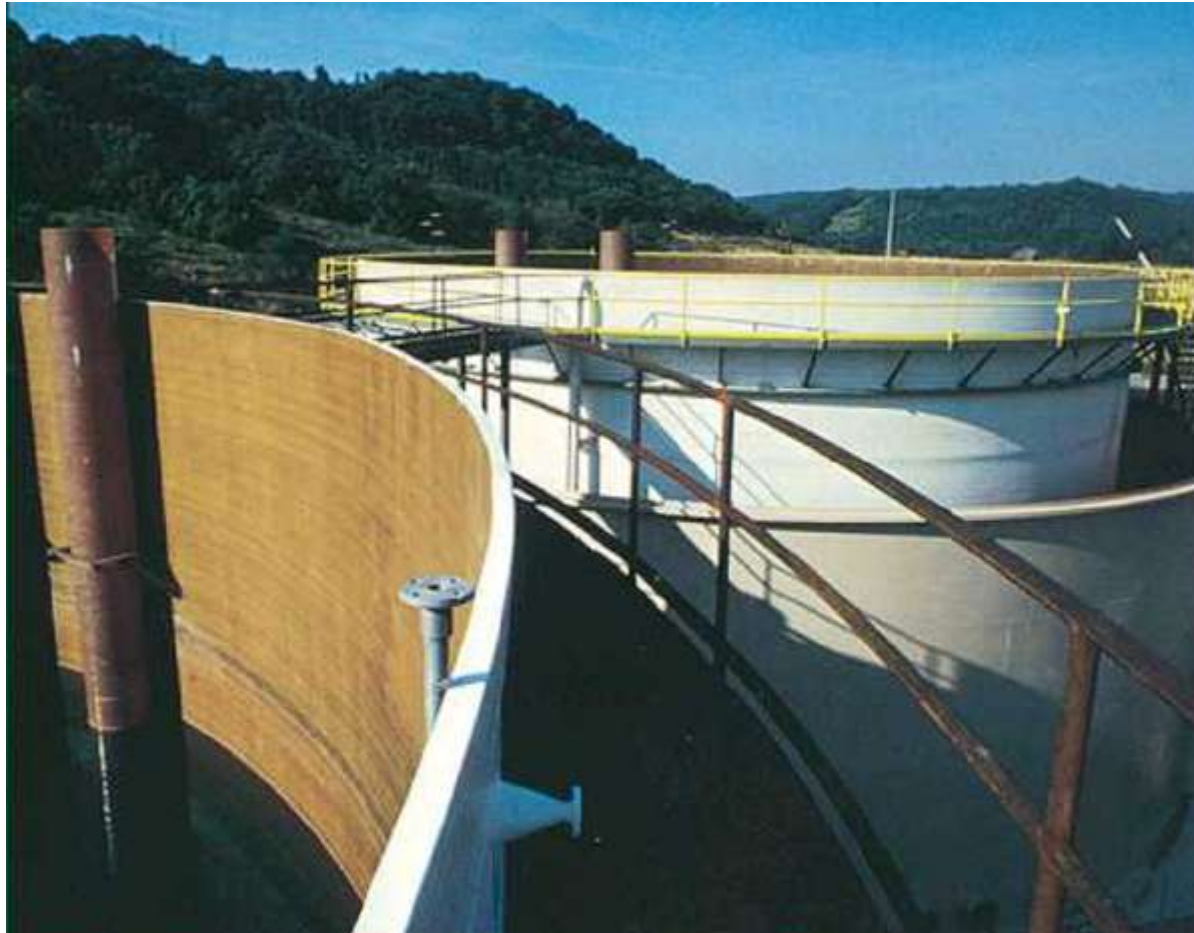


**Tanque de Cloreto
Férrico a 40%**



**Tanques de Neutralização de Água Residual
Diâmetro de 15 m e altura de 10 metros
Volume: 1,75 milhões de litros
Operação: Desde 1988.
Temperatura: até 90°C**

Tamanho e Responsabilidade Cresceram



Ershigs-EUA

Tanques de Água Residual

Diâmetro: 20 m

Altura: 12 m

**Volume: 3,7 milhões de
litros**

Operação: Desde 1989.

Tamanho e Responsabilidade Cresceram



**Tanques de Ácido
Clorídrico**

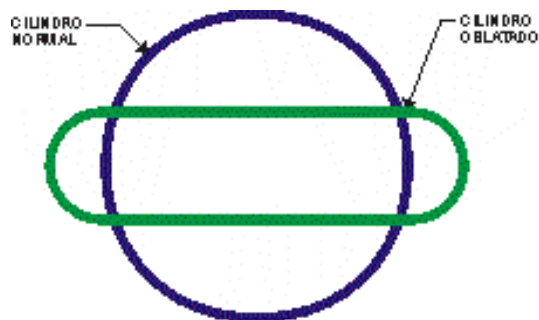
Diâmetro: 14 m

Altura: 18 m

**Volume: 2,8 milhões
litros**



TANQUES OBLATADOS



O círculo azul mostra o diâmetro de fabricação e o verde, a circunferência já oblatada.

TANQUES OBLATADOS



Diferenciais:

- Transporte mais rápido e com custo muito menor.
- Permite competitividade com tanques metálicos com diâmetros de até 15 metros e capacidade de 2,5 milhões de litros.
- Redução de custos na fundação e menor área ocupada

Fabricação em Campo



Fabricação de tanques de grande diâmetro no campo (on site)

Barracão (em branco) abriga máquina de filamento contínuo.

Casos históricos com diâmetros de até 38 metros.



Resistência à Fadiga



DERAKANE® 601-200

- Especialmente desenvolvida para construção de pás eólicas.
- Alta performance estrutural
- Baixa contração linear
- Altíssima resistência à fadiga mecânica
- Projetada para trabalhar com infusão à vácuo, podendo ser aplicada em outros processos como filamento e laminação manual.

Resistência à Fadiga



Derakane[®] 411 e Derakane[®] 8084

Submarino Collins Tipo 471

- Maior do Mundo - Não Nuclear
- Cliente: Marinha Royal Austrália
- Largura: 75 metros
- Diâmetro: 8 metros
- Espessura Parede: 10 a 40 mm

Resistência à Altas Pressões



- Pressões de até 30 bar
- Não explodem
- Leveza
- Resistência

Automotivo - Temperaturas



Automotivo - Temperaturas



APLICAÇÕES ESTRUTURAIS

Aplicações Estruturais



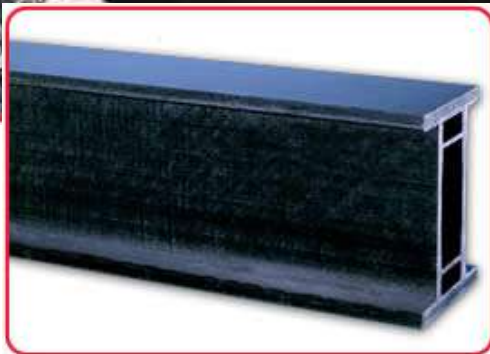
- Alta performance estrutural
- Alta estabilidade dimensional



Aplicações Estruturais



- Resistência Química – Ambiente Alcalino
- Excelente Resistência Mecânica



Aplicações Estruturais



Aplicações Estruturais



Desempenho ao Fogo

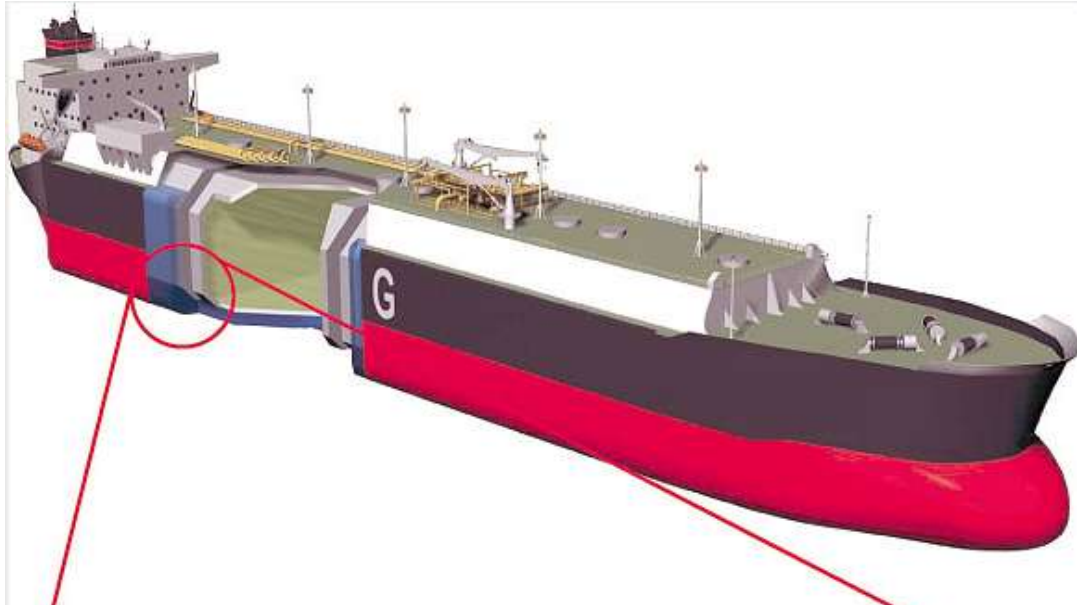
DERAKANE® - Aplicações onde FR e Resistência Química são Necessárias

Resistência química e baixa propagação de fogo

Tubulações de água de incêndio



Desempenho ao Fogo



DERAKANE® Série 500

DERAKANE 510 C-350

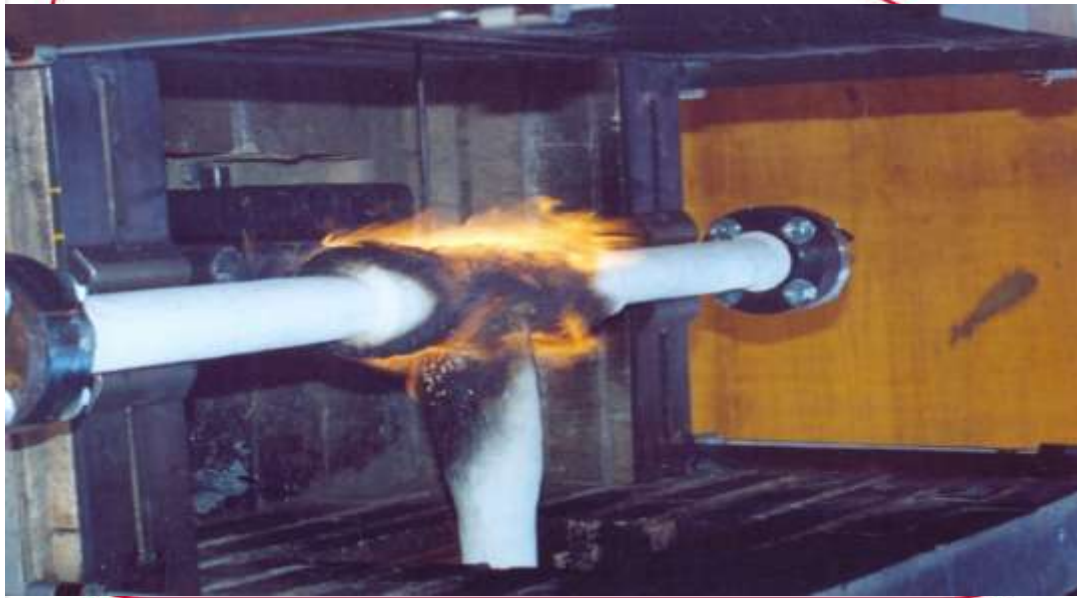
Tubulações de água de lastro

Tubulações Água Incêndio

Resistência a Corrosão

Leveza

**Resistência a Propagação de
Chama - IMO A753**



Desempenho ao Fogo



- Liner em Carbono para dissipação de eletricidade estática.
- Superfície interna lisa gera excelente fator de fluxo tanto para gases quanto para líquidos.

APLICAÇÕES INDUSTRIAIS CLORO-SODA

INDÚSTRIA CLORO/SODA

- Cloro quente e úmido
- Salmoura, salmoura saturada
- Tratamentos Químicos
- Hipoclorito de Sódio
- Dióxido de Cloro
- Ácido Clorídrico
- Soda Cáustica
- Peróxido de hidrogênio
- Células Eletrolíticas
- Headers
- Tubos
- Tanques
- Lavadores
- Revestimentos

DERAKANE 470



- Células com salmoura e removedores de cloro

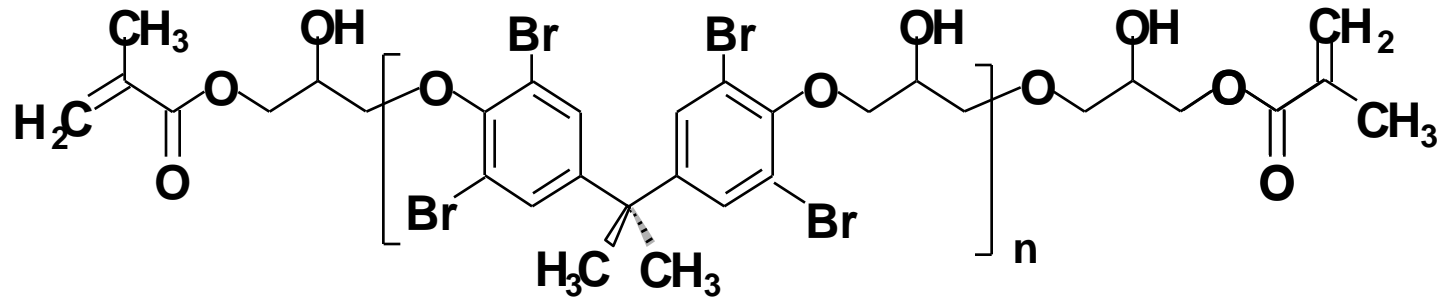
DERAKANE® 470 Resin

DERAKANE®
EPOXY VINYL ESTER



- Tampa de células de cloro no Canadá
- Operando a 100°C, pH 2–3
- Instalado em 1992
- Outras células operam com resinas DERAKANE série 500 (bromadas)

DERAKANE 500 series



n = 1 to 3

- Retardante a chama (ASTM E 84 classes 1 e 2)
- Efeito blindagem do Bromo contribuí para um melhor desempenho em inércia química.

Torres de lavagem



- ↘ Hidrogênio
- ↘ Temperatura: 100°C.
- ↘ Altura: 14 m.
- ↘ Diâmetro: 1.58 m.
- ↘ Espessura parede: 21 à 80 mm.
- ↘ Liner: DERA KANE 470.
- ↘ Estrutura: DERA KANE 510A-40 (resina anti-chama).
- ↘ Local: Dow Stade - Alemanha.
- ↘ Data: 1984.

Hipoclorito de Sódio



- 8,7 m Ø (28.5 Ft.)
- Estocagem de Hipoclorito de Sódio.

Recomendações para Hipoclorito de Sódio

- Resina^(*): DERA KANE MOMENTUM 411-350;
- Sistema de Cura: BPO/DMA – isenção de Cobalto para a cura
- Pós-cura obrigatória
- Liner: Duplo véu sintético (Nexus)
- Barreira Química: Espessura mínima de 2,0 mm
- Estrutura: DERA KANE MOMENTUM 411-350.

(*) Estudos apontam para maior longevidade dos equipamentos, utilizando-se resinas bromadas: DERA KANE 510 A-40

Tanques de HCl na Ásia



Uso de Véu Sintético vs Vidro C



- Estudos em laboratório e em campo, demonstram que o véu de vidro C, possui melhor desempenho em ambientes que contenham HCl, principalmente altas concentrações.
- Véu sintético apresenta maior tendência de formação de bolhas osmóticas

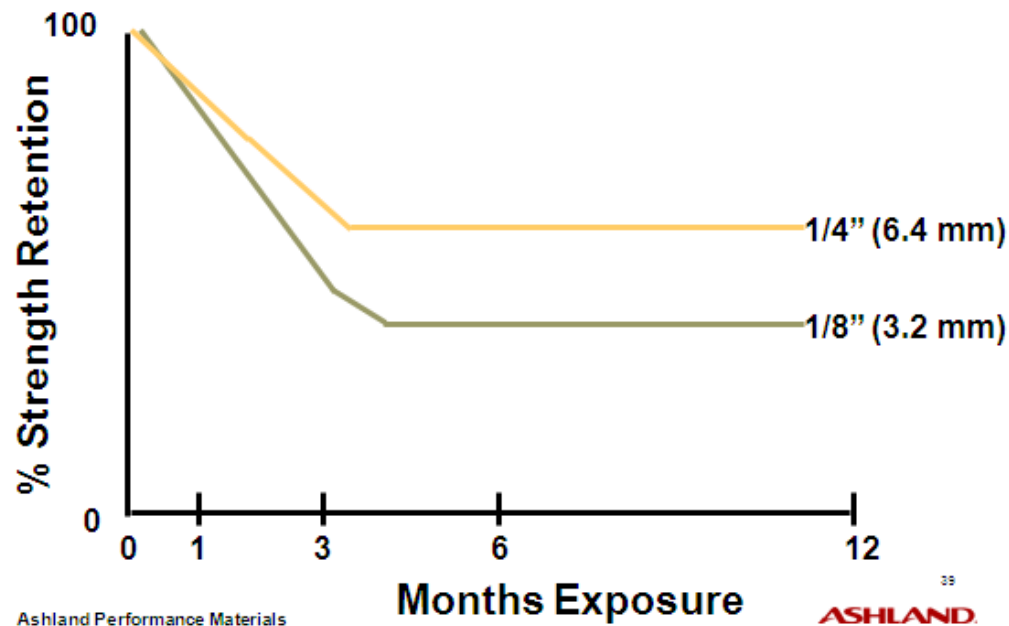
Uso de Véu Sintético vs Vidro C



Maior ocorrência em tanques rodoviários (maior incidência de lavagens).

Espessura da Barreira Química

- HCl é uma molécula que possui um alto poder de penetração em compósitos
- Maior espessura, resulta em maior proteção ao substrato e estrutura.



Presença de Contaminantes

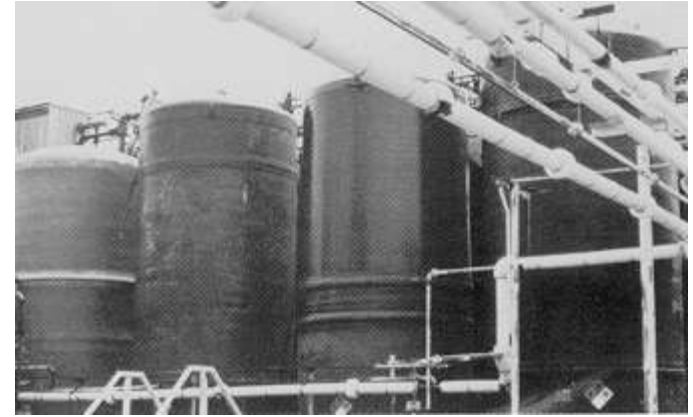
- Alguns processos de fabricação geram resíduos orgânicos (derivados de Benzeno)
- DERAKANE MOMENTUM 470-300 possui resistência química a solventes orgânicos

Presença de Contaminantes



**Bayer Espanha (Revestimento)
HCl 33% + Traços Clorobenzeno**

**Revestimento Ebonite: 1 ano
Revestimento Derakane 470: 11 anos**



**Dow Chemical – Midland EUA
HCl 32 até 36% + 500 ppm
de orgânicos (Benzeno e
Clorobenzeno)**

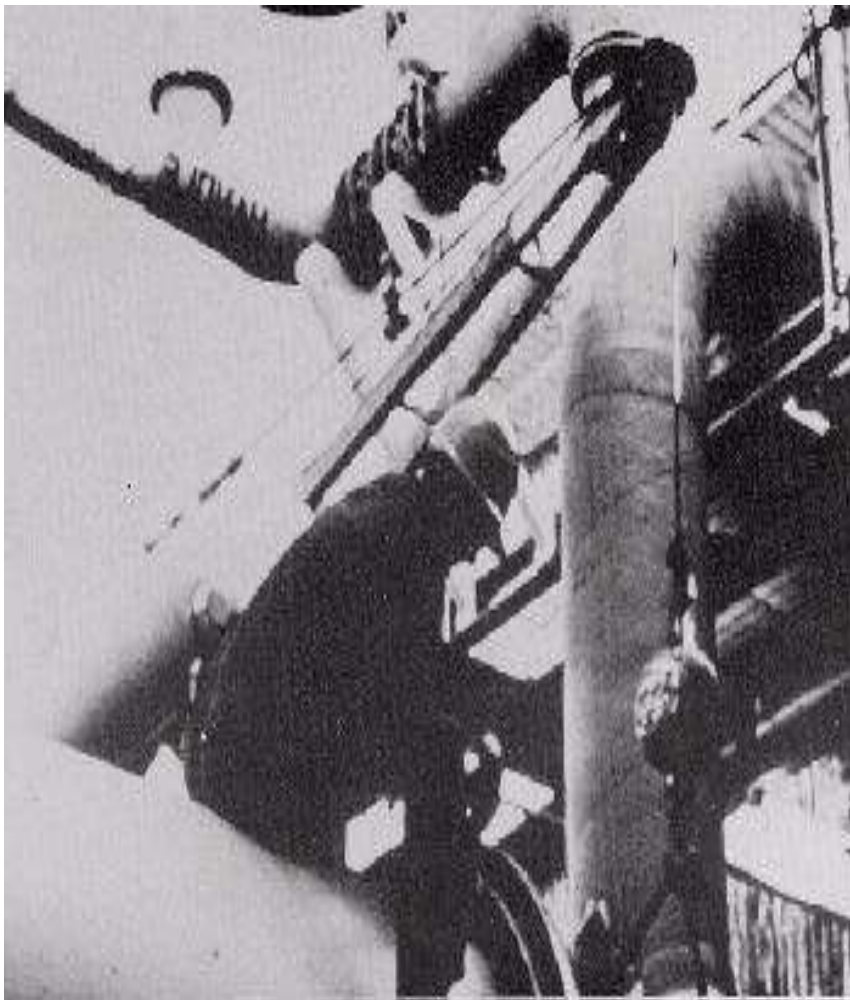
**Tempo operação: 15 anos
Derakane 470
02 Véus Vidro C
02 Mantas 450 g/m²**

Tubulação de água salgada para Complexo Petroquímico



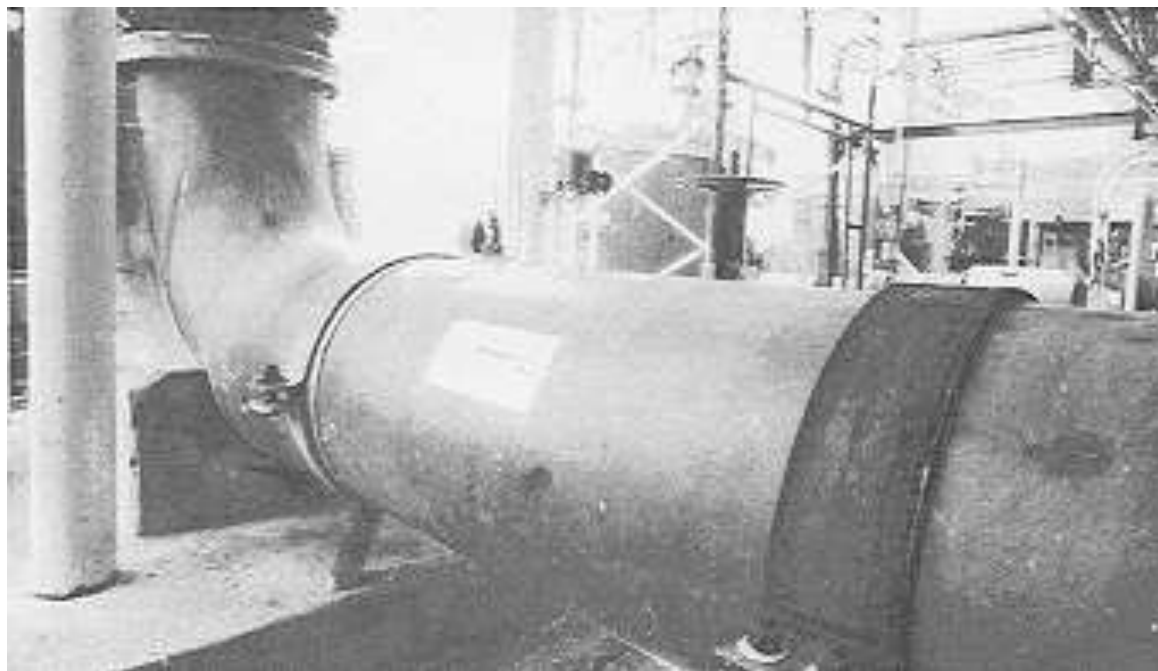
- 6 km de tubulação de alta pressão
- DERAKANE 411

Dutos de Cloro Úmido



- ↘ Temperatura: 99°C.
- ↘ Diâmetro: 24”.
- ↘ Liner: DERA KANE 470.
- ↘ Estrutura: DERA KANE 470.
- ↘ Local: DOW Chemical USA - Texas
- ↘ Instalação: 1971-1978 (ótimas condições - fora de serviço por mudança de processo).

Peróxido de Hidrogênio



**Tubulação Papel e
Celulose**

Louisiana Pacific Samoa, California, EUA

Processo alterna branqueamento polpa entre Dióxido de Cloro (pH = 3-4 e temperatura 65°C) e Peróxido de Hidrogênio (pH 10-12 e temperatura de 98°C).

DERAKANE 441-400

Instalação em 1992, inspeções em 96 e 2000.

DIÓXIDO DE CLORO

Revestimento Interno de Torres de Branqueamento de Celulose

Suzano Bahia-Sul, Mucuri, Bahia

Torres de Branqueamento por Dióxido de Cloro e Péróxido de Hidrogênio

Temperatura: entre 75 e 85°C

Resinas: DERA KANE 441-400 e 411-350

Início de operação em 2008.

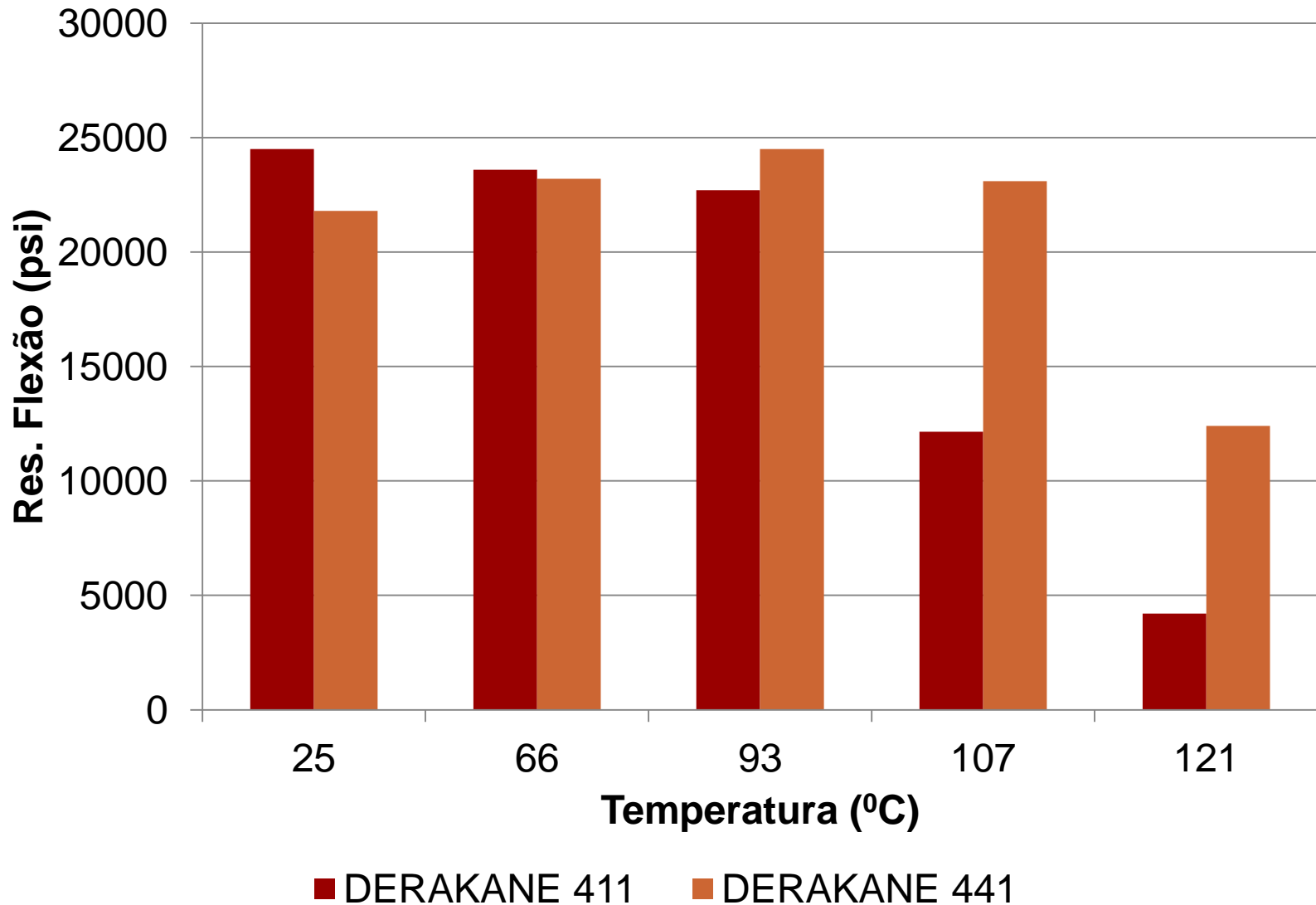


DERAKANE 441-400



- Resina intermediária entre a DERAKANE 411 e DERAKANE 470
- HDT 15⁰C acima da resina DERAKANE 411.
- Alongamento 2 vezes maior que o da resina DERAKANE 470
- Maior resistência a soluções aquosas e solventes que a resina DERAKANE 411.

DERAKANE 441-400



Ensaio Corrosão

Ambiente Químico	DERAKANE 411	DERAKANE 441	DERAKANE 470
HCl 20% @ 100°C	85	90	96
H ₂ SO ₄ 25% @ 100°C	95	100	100
Metanol @ 25°C	70	80	80
Metil Etil Cetona @ 25°C	35	65	65

Retenção propriedades mecânicas após 6 meses de ensaio

Lavador Cáustico de Cloro



- **Gás Cloro, Soda Cáustica e Hipoclorito de Sódio**
- **Temperatura: 100 – 120° C**
- **Liner: ECTFE**
- **Estrutura: DERA KANE 411**

APLICAÇÕES INDUSTRIAIS MINERAÇÃO

MINERAÇÃO

- Torres de lavagem
- Scrubbers
- Tubos/Dutos
- Tanques
- Decantadores
- Vasos de Pressão
- Células Eletrolíticas
- Resistência Abrasão
- Ácido Sulfúrico
- Solventes
- Ácido Nítrico
- Ácido Clorídrico
- Ácido Fluossilícico
- Cloreto Férrico/Ferroso

Projeto Nova Caledônia

DERAKANE®
EPOXY VINYL ESTER



Projeto VALE-INCO Goro – New Caledonia (3.000 Ton resina)

Torres de Processo
DERAKANE 411
DERAKANE 470

Sistemas de Tancagem e
Estocagem
DERAKANE 411
DERAKANE 470
DERAKANE 510C
HETRON 980

Extração com Solventes
DERAKANE 470
DERAKANE 510C

Sistemas de Tubulações
DERAKANE 411
DERAKANE 470

Mineração Cobre



- 2 torres instaladas na Polônia
- Condições operação de 60° C e 80° C
- Ácido Sulfúrico 50 – 60%
- Torre em DERAKANE® 411 a 60° C
- Torre em DERAKANE® 470 a 80° C
- Substituiu aço revestido em chumbo

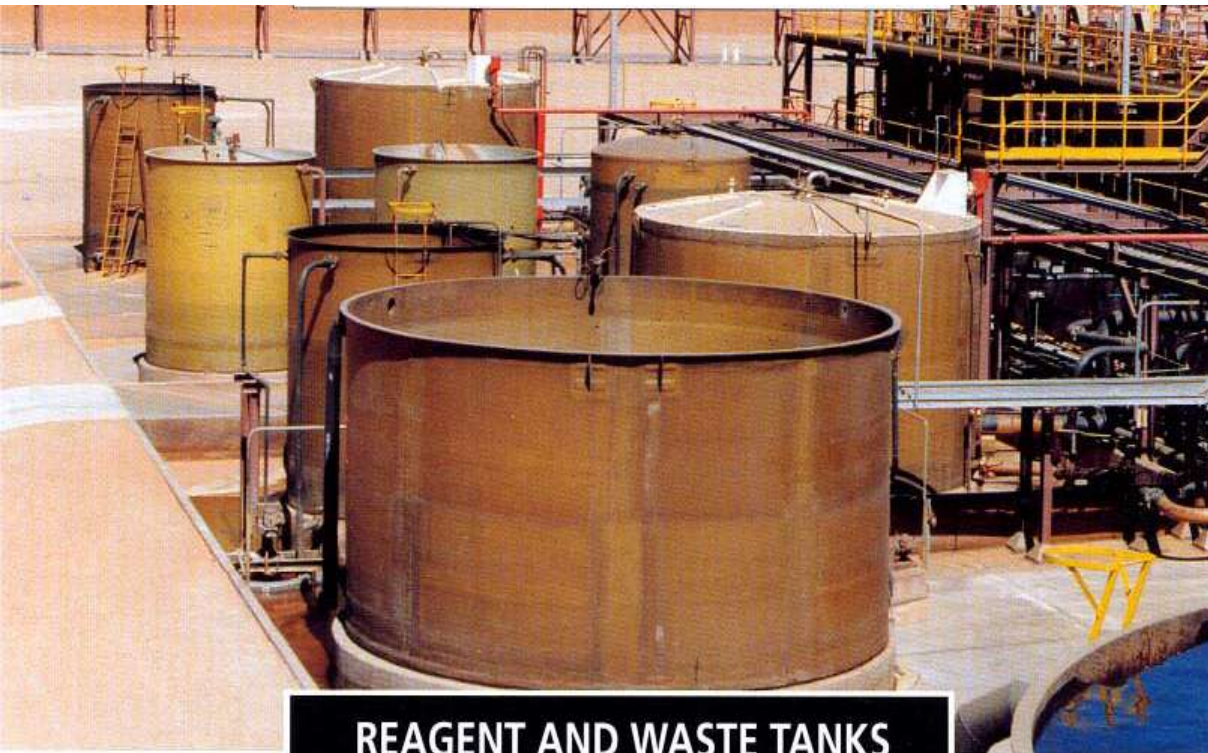
Mineração Cobre



- Coletor de Vapor
- Operando à 165-170°C
- Resina DERAKANE® 470
- Substituiu equipamento de aço revestido com chumbo



Tanques de reagentes e descarte em Planta de Urânio



- Estocagem de reagentes da extração bruta, lavagem, e decapagem
- Varios tamanhos até 7 m de diâmetro
- DERAKANE® 411

Planta recuperação Metais Preciosos (Ouro, Prata e outros)



- Vasos de processo
- Tubulações
- Grades e guarda-corpos (Pultrusão)
- DERAKANE® 411

Célula Eletrolítica – Concreto Polimérico



- Usado na recuperação de cobre, cobalto, crômio, manganês, níquel e zinco
- Metal é depositado no cátodo da solução projetada para o metal específico
- Tamanhos típicos 3 – 10 m de comprimento, 1,3 m de largura e 1,6 m de altura
- DERAKANE® 411 é extensivamente usada nesta aplicação

Resistência Mecânica Concreto Polimérico em DERAKANE 411

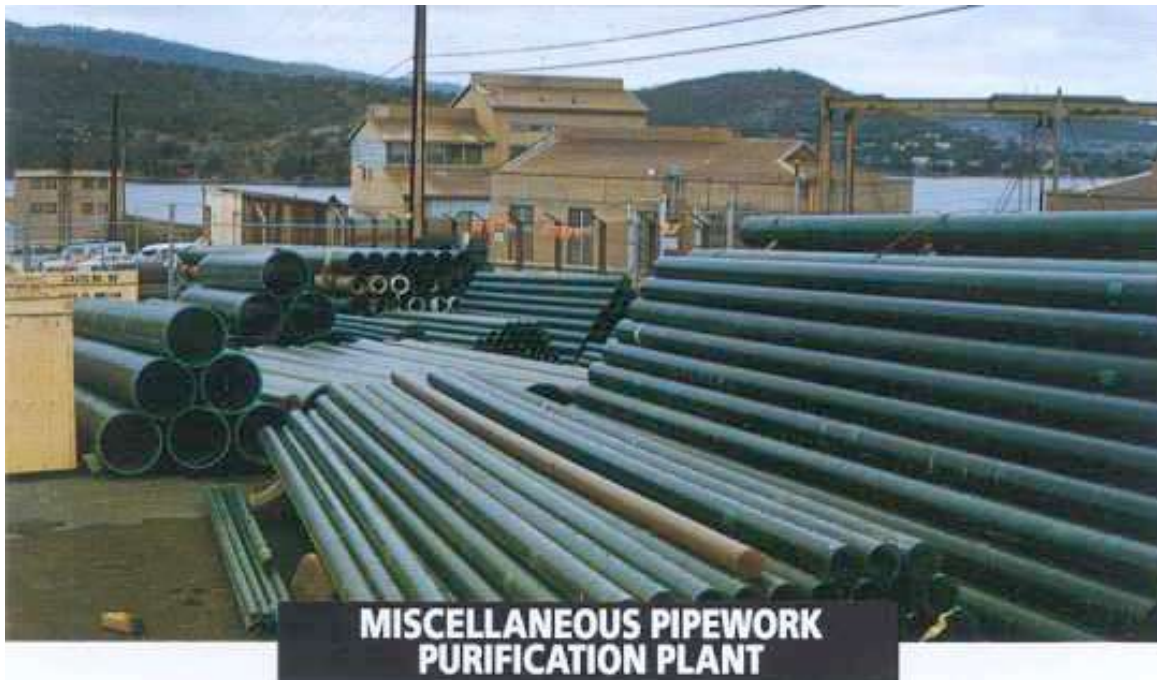
<u>Propriedades</u>	Concreto	Concreto
	Portland	Polimérico
Res. Compressão, psi	3.500	10.000
Res. Tração, ksi	300	1.700
Res. Flexão, Msi	500	4.000
Expansão Térmico-Linear Inch/inch F	1×10^{-5}	2×10^{-5}

Tanque de Compósito e Células Eletrolíticas em Planta Manganês na Austrália



- 6 tanques de 9,1 m diâmetro e 9,1 m de altura foram instalados
- 7 tanques (300 mil litros) e 3 tanques (100 mil litros)
- 74 células eletrolíticas também instaladas
- Ácido Sulfúrico 3% a 100° C.
- DERAKANE 441 foi escolhida para todos equipamentos devido as suas únicas propriedades
 - ♦ Alta resistência térmica
 - ♦ Superior resistência mecânica e choques térmicos
 - ♦ Superior resistência química a ambientes aquosos quentes

Tubulações para eletrólitos - Tratamento



- 7,7 km de tubos 25-450 mm diâmetro instalados na Tasmania
- Temperatura de projeto de 85° C
- DERAKANE® 411
- Pressão de projeto 500kPa-1000kPa

Tanques em Plantas de Aço – Decapagem ácida



- 200 mil litros de capacidade
- Temperaturas de 90 ° C
- Carga de vento 13 PSF
- Abalos sísmicos zona 2A
- Condições operação
 - ◆ Descarte lícor de decapagem
 - ▶ 1-6% HCl e 24-34% cloreto férrico e ferroso
 - ◆ Ácido Regenerado
 - ▶ 18% HCl
- DERAKANE 441-400

Decapagem – Tanques, grades e gaiolas



- 4 tanques 3,6 m diâmetro e 10,2 m altura
- Ambiente Químico
 - ◆ 17% Cloreto Férrico
 - ◆ 37% HCl
- E tanques menores também instalados
 - ◆ Descarte e mistura de ácidos a 105° C
- HETRON® 197 e DERAKANE 441

Tampas e dutos sobre vasos de decapagem



- Ambientes com Ácidos Nítrico e Fluorídrico
- Temperaturas de até 70⁰ C
- Seleção de resinas incluíram critérios de retardância a chama
- DERA KANE 500 series foram usadas

Tanque de efluente Decapagem



- Coleta e Neutralização
- Ácidos Fluorídrico, Nítrico e Sulfúrico
- Temperaturas de 90° C (calor da reação de neutralização)
- Leveza é uma vantagem na instalação
- DERAKANE® 411

Resinas DERA KANE®

Dessulfurização de gases de combustão



Scrubber com tubulação para FGD e resistente à abrasão

- Ambiente: Lodo de Calcário
- Necessidade de *liner* especial resistente à abrasão
- Resina DERA KANE® 411

68



Conclusões



- Compósitos podem ser fabricados por diferentes processos, de acordo com o melhor custo-benefício
- Existem muitas Normas para auxílio aos projetos.
- Vários tipos de resinas Derakane estão disponíveis para operar em diferentes ambientes químicos.
- Os Compósitos (PRFV) já são materiais muito bem estabelecidos para aplicações estruturais e corrosivas, possuindo grande acervo de Casos Históricos
- Recursos Técnicos disponíveis para:
 - Escolha da melhor resina baseado em testes ASTM
 - Gerar informações (testes) para os projetos de engenharia
 - Recomendações aos profissionais que fabricam ou projetam os equipamentos

DÚVIDAS?

EVALDO MOTA

[E-mail: emota@ashland.com](mailto:emota@ashland.com)

Tel: (11) 4136-6703

Cel: (11) 97140-8192

Internet:

www.ashland.com

www.ashland.com.br

teccenter@ashland.com



ASHLAND®

With good chemistry great things happen.™