

natural 

blutop

Evolução dos tubos de Ferro Fundido Dúctil

FENASAN 2012

Paulo da S. e S. Penna de Moraes

São Paulo, 07/08/2012

Conheça a trajetória da SGC no Brasil

1915



1915 – Foi fundada no bairro Moema em São Paulo-SP, a **Cia Brasileira de Metalúrgia**, pelos inventores do processo de centrifugação “Processo Sensaud-Arens”, Dimitri Sensaud de Lavaux e Fernando Arens Junior.

1930



1932 – Fusão da **Cia. Mineira de Metalúrgia**, em Caeté-MG e **Cia Brasileira de Metalúrgia**, em São Paulo, dando origem a **Barbará S.A.**

BARBARÁ

1937 – Inauguração da Usina de Barra Mansa – RJ.

1950

Barbará

1951 – A **Pont-à-Mousson**, líder mundial na produção e comercialização de tubos de ferro fundido passa a controlar a Cia. Metalúrgica Barbará.

1970

SAINT-GOBAIN

Fusão do grupo Saint-Gobain, líder francesa da indústria do vidro com a **Pont-à-Mousson**, líder mundial das canalizações de tubos de ferro fundido, dando origem a **Compagnie de Saint-Gobain**.

1990



1994 – A **Cia. Metalúrgica Barbará** tem o sistema de garantia de qualidade em conformidade com a ISO 9002 e é creditada pela *Bureau Veritas Quality Internacional*.

1998 – Aquisição da Fundação Aldebarã, Itaúna-MG, pela **Cia. Metalúrgica Barbará**.

2000

SAINT-GOBAIN
CANALIZAÇÃO

A **Cia. Metalúrgica Barbará**, passa a se denominar **SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÃO** e os produtos recebem a marca mundial **PAM**.

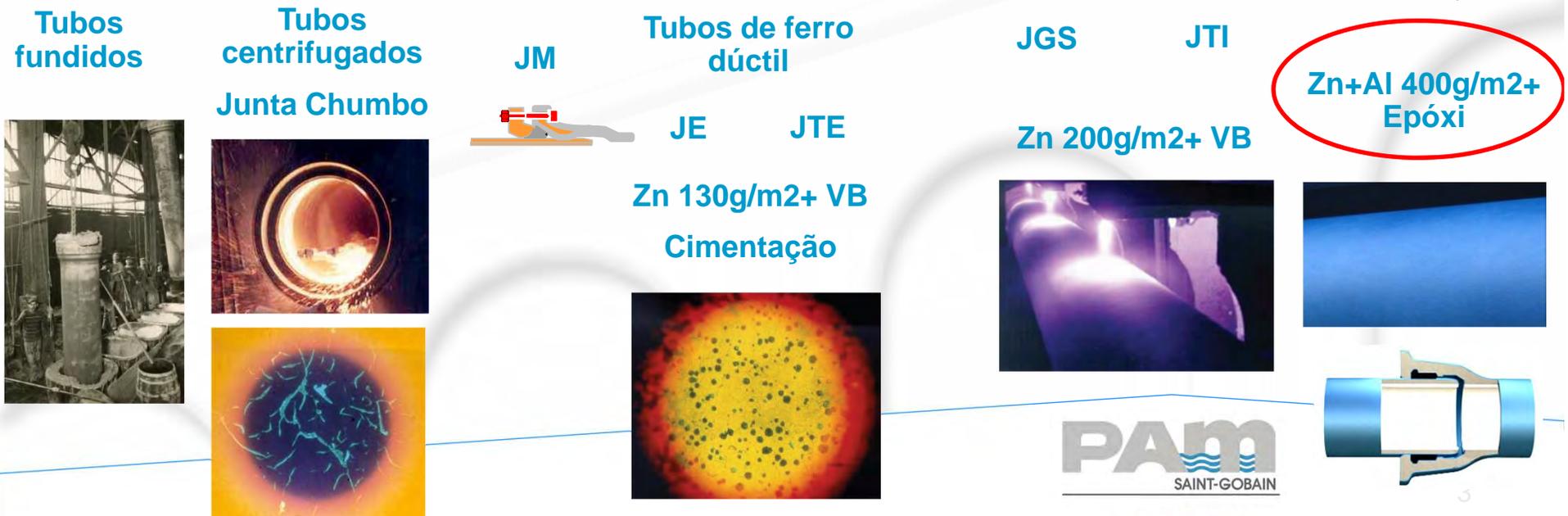
PAM

PAM
SAINT-GOBAIN

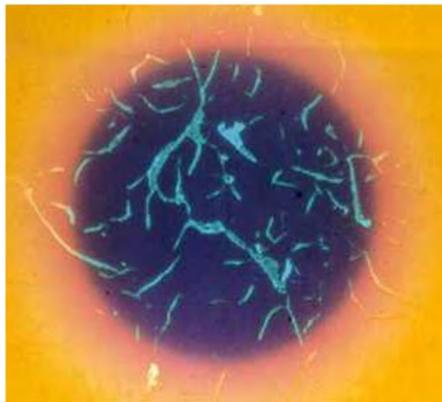
A Evolução dos tubos de FFD

- Evolução do metal FFD (resistência mecânica)
- Evolução do processo de fabricação (Centrifugação)
- Evolução das juntas (sistemas estanques e travados)
- Evolução dos revestimentos (proteção)

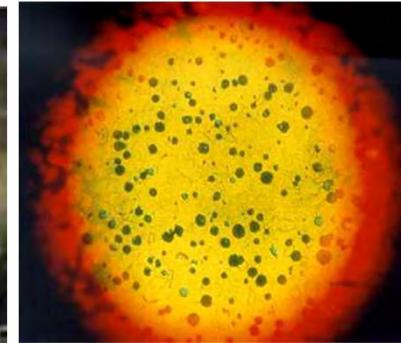
XIX 1920 1940 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2011



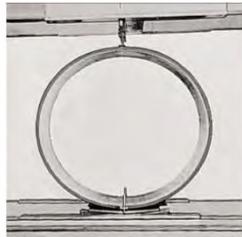
Evolução do Metal Ferro Dúctil



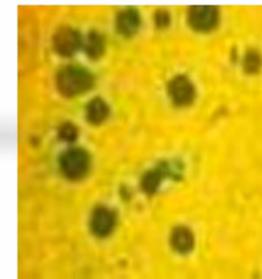
No ferro fundido cinzento, com grafita lamelar, o carbono se apresenta sob a forma de lamelas na matriz ferrítica, indicando um material FRÁGIL.



A cristalização do Grafite sob a forma de esferas é obtida pela introdução controlada de magnésio no ferro líquido de base, formando o ferro dúctil.



O ferro apresenta elevada resistência a tração e elasticidade.



O ferro dúctil apresenta grafita esferoidal ou nodular.

Evolução do Metal Ferro Dúctil



Características do Ferro Fundido Dúctil

- Elasticidade ($Re \geq 270$ MPa);
- Resistência a ruptura ($Rm \geq 420$ MPa);
- Dureza Brinell (≤ 230 HB);
- Grande capacidade de alongamento ($> 10\%$).

Ensaio de flexão em tubo DN 80
Distancia entre apoios de 5m,
Flecha de 11cm sob carga de 560kg.

Evolução do processo de fabricação

Processo por Fundição
Século 19

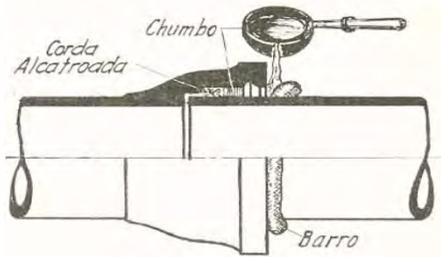


Evolução do processo para centrifugação
(década de 40 até os dias hoje)

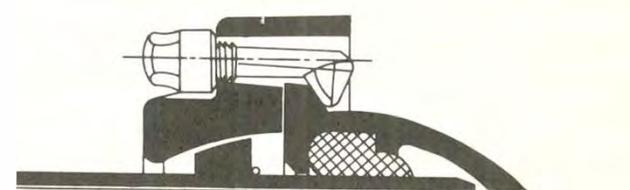


Evolução das juntas

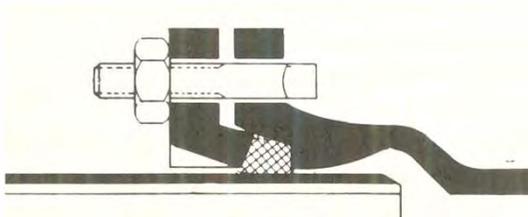
Junta de Chumbo - 1920 à 1940



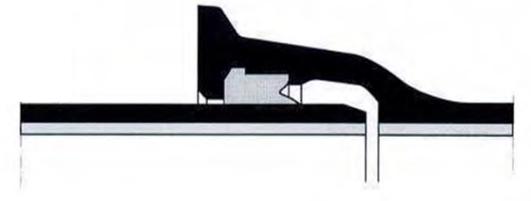
Junta Elástica com Travamento Externo JTE - Década 1980



Junta Elástica Mecânica - Década 1960



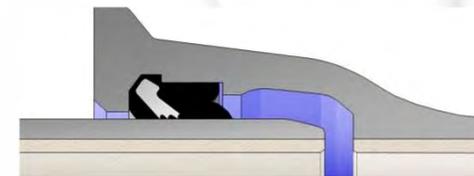
Junta Elástica JE2GS – Década 1990



Junta Elástica JE – Década 1970



Junta Elástica com Travamento Interno JTI - 2000

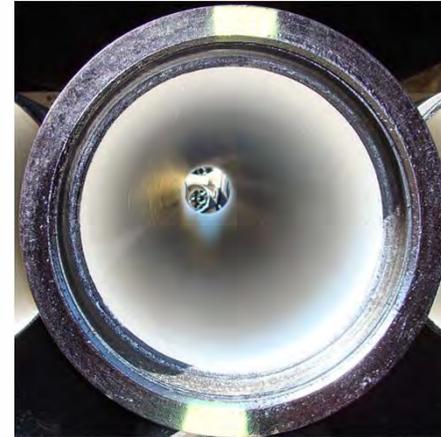


Evolução do Revestimento Interno

Pintura betuminosa - 1900 à 1970



Argamassa com Cimento AF – Década 1970



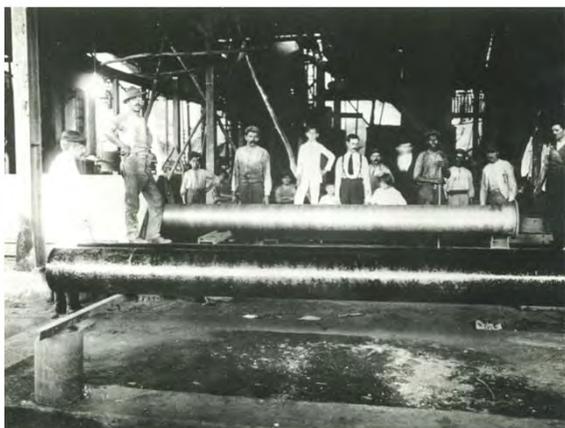
Argamassa com Cimento Aluminoso – Início 1996



Evolução do Revestimento Externo

1900 à 1970

Pintura Betuminosa



1970 à 1980

Zn 130 g/m² + VB



1990 à 2011

Zn 200 g/m² + VB ou Epóxi



Lançamentos

blutop

natural



Lançamentos

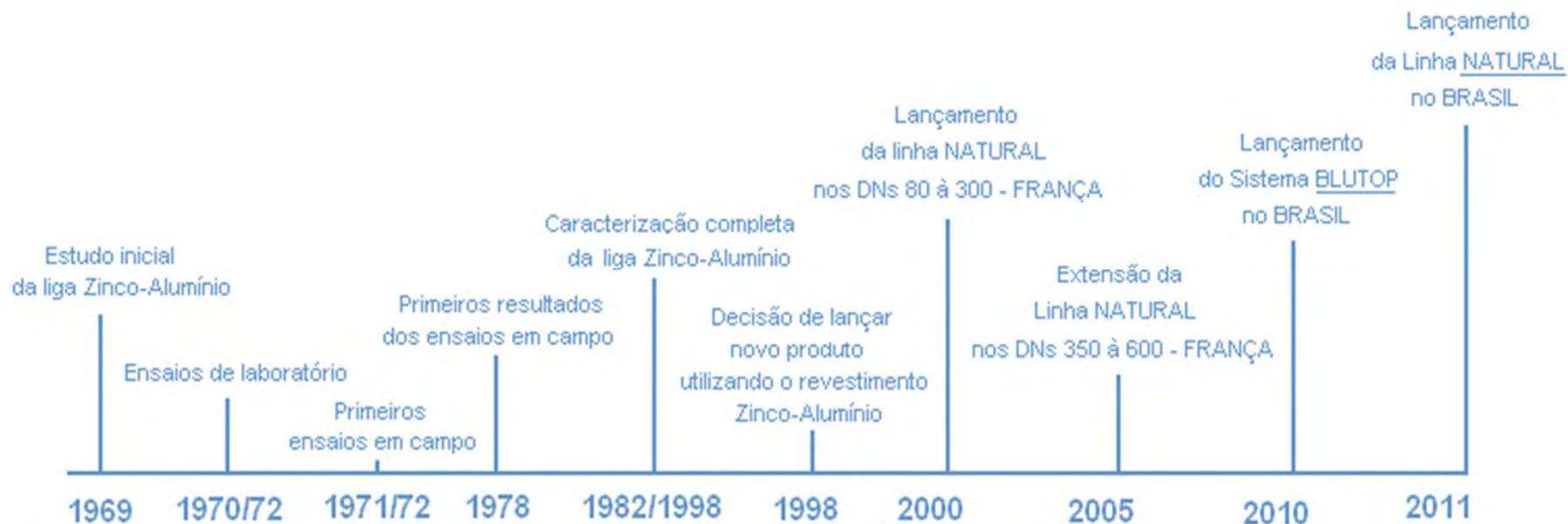
blutop

natural 

Material	Ferro Dúctil
Diâmetros	90, 110 e 125
Classe	PN25
Revestimento Interno	Polietileno "Ductan"

Material	Ferro Dúctil
Diâmetros	80, 100, 150, 200 e 300
Classe	K7 e K9
Revestimento Interno	Argamassa de Cimento de Alto Forno

Desenvolvimento ZINALIUM



Desenvolvimento ZINALIUM

Ensaio em nevoa salina

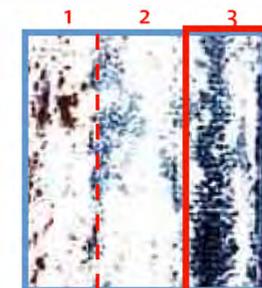
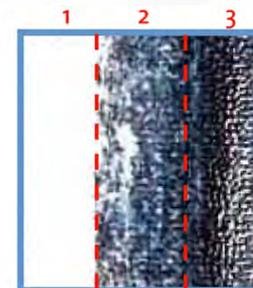
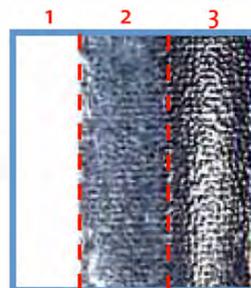
Principais resultados:

- A liga Zn+Al tem comportamento superior ao Zn;
- A perda de Zn é menor na liga Zn+Al ao longo do tempo;
- A proteção externa retarda a perda da liga ZN+Al e do Zn;
- A proteção por epóxi é superior a proteção betuminosa;

Zn 200 g/m²



Zn+Al 200 g/m²



Após 11 dias

Após 26 dias

Após 6 meses

ZINALIUM

- (1) Sem pintura de acabamento
- (2) Com pintura betuminosa
- (3) Com pintura epóxi

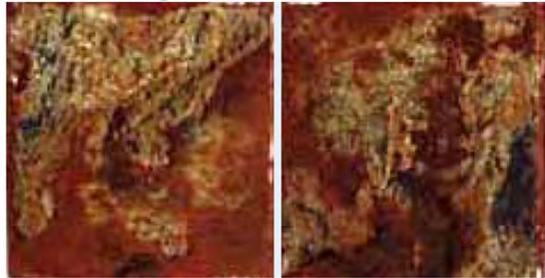
Desenvolvimento ZINALIUM

■ Ensaio de imersão em areia e água do mar

Zn 200 g/m² + Betuminosa



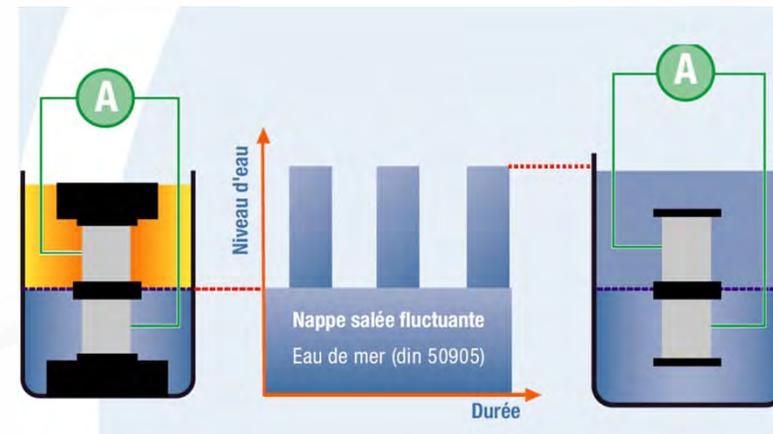
Zn 600 g/m² + Betuminosa



Zn+Al 600 g/m² + Betuminosa



Ensaio realizado em areia saturada com água do mar, simulando a variação de nível de água, aumentando a agressividade do meio.



Resultados:

- Após dois anos a proteção contra a corrosão ainda é eficaz na liga Zn+Al;
- Para o Zn puro, as proteções diminuíram em torno de um ano;

Desenvolvimento ZINALIUM

■ Ensaio em argila e areia saturada com cloreto de sódio

Resultado após 400 dias de ensaio:

- Com somente Zn ocorreram corrosão tanto na areia como na argila;
- Sem ocorrência de corrosão na liga Zn+Al;
- Para uma espessura de 400 g/m² de Zn+Al, para uma mesma situação de corrosão, liga é 4 vezes mais resistente que o Zn puro;



Zinco



Zn + Al



Argila



Desenvolvimento ZINALIUM

■ Ensaio em terreno no Mont-Saint-Michel



Zn 200 g/m²
+ Pintura Betuminosa 80 µm

Tubo instalado verticalmente



Tubo instalado verticalmente



Tubo instalado horizontalmente



Zn+Al 400 g/m²
+ Pintura Epóxi 100 µm

Tubo instalado verticalmente



Tubo instalado verticalmente



Tubo instalado horizontalmente



(Resultados após 14 anos de ensaio)

Desenvolvimento ZINALIUM

■ Ação galvânica do Zinco + Ação passiva do Alumínio

Zinco (Zn)



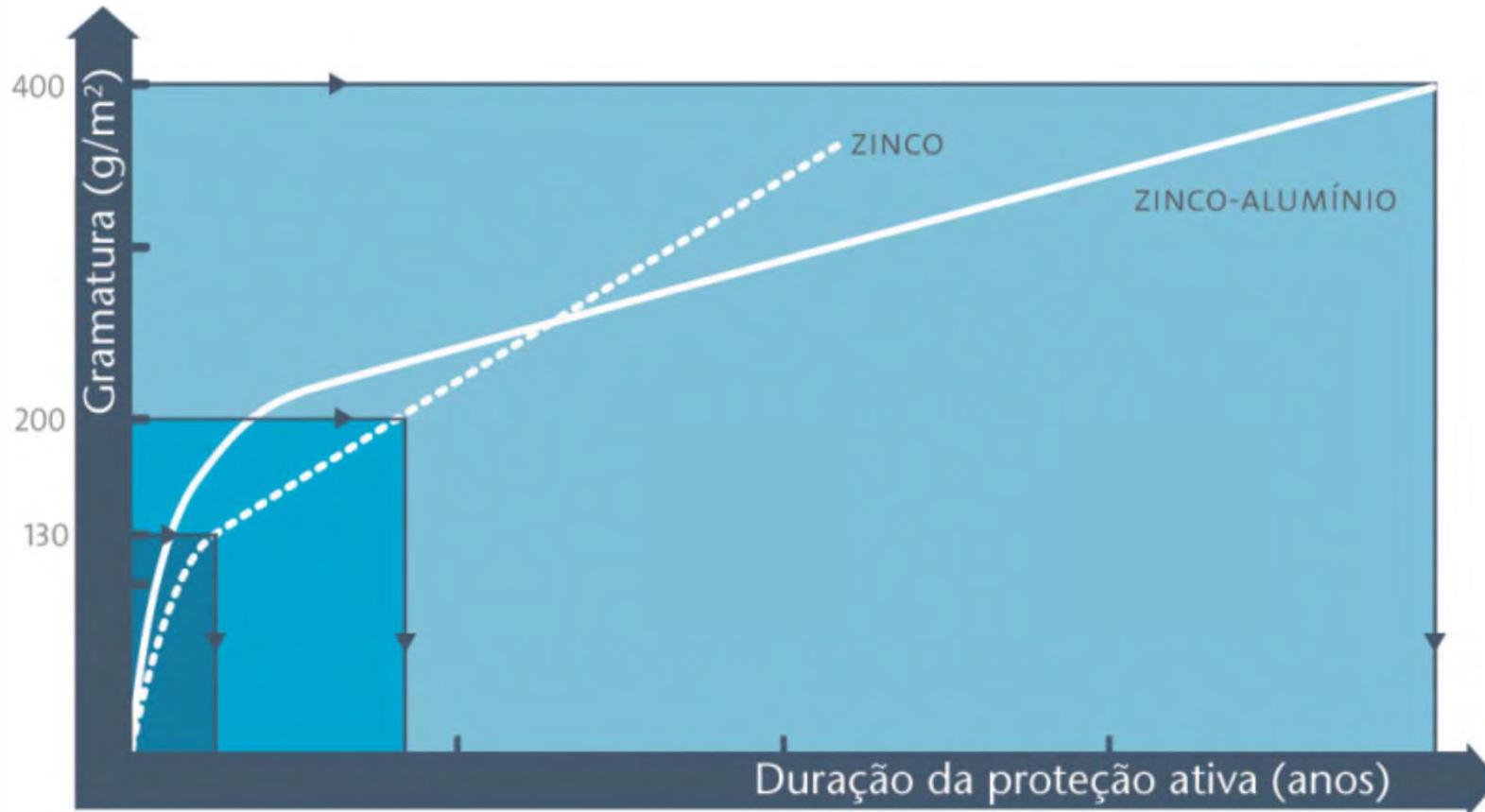
Liga ZnAl



Pontos importantes quanto a liga Zn+Al

- Menor velocidade na perda do zinco;
- Proteção do alumínio;

Desenvolvimento ZINALIUM



NORMA

ZINCO 200

NATURAL



blutop



Inovação e Tradição

Tubos

Revestimento interior DUCTAN

Novo travamento

Alguns Diâmetros compatíveis com tubos em PEAD e PVC PBA

Resistência do ferro dúctil

Sistema completo e coerente



Competividade e Longevidade

Diminuição dos prazos de execução da obra

Seção de passagem hidráulica elevada

Reutilização do solo natural

Longevidade estimada até 100 anos

Reciclável



Flexibilidade e Resistência

Manuseio e montagem fácil

Polivalente e de fácil instalação

Limite do desvio angular da junta de 6°

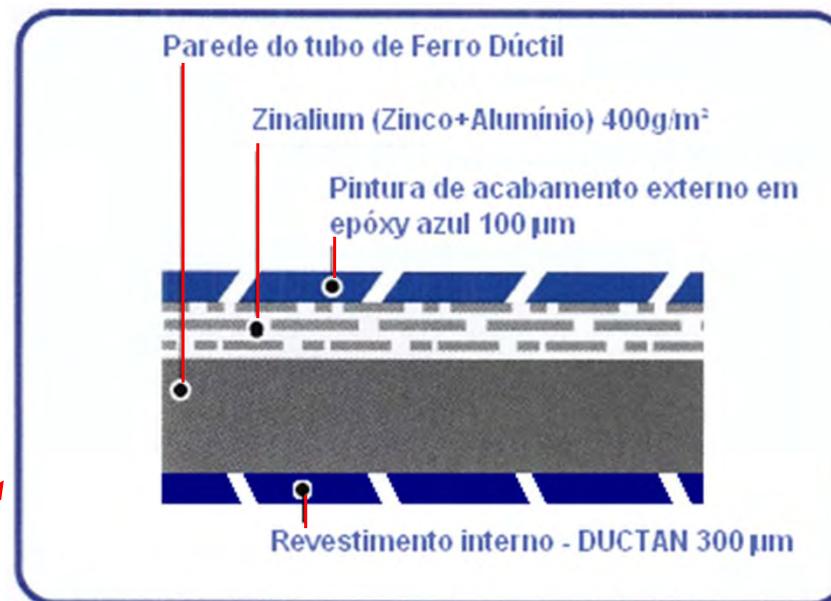
Pressão de funcionamento elevada de 2,5 MPa

Alturas de recobrimento elevadas

Revestimentos

Inovação e tradição

blutop

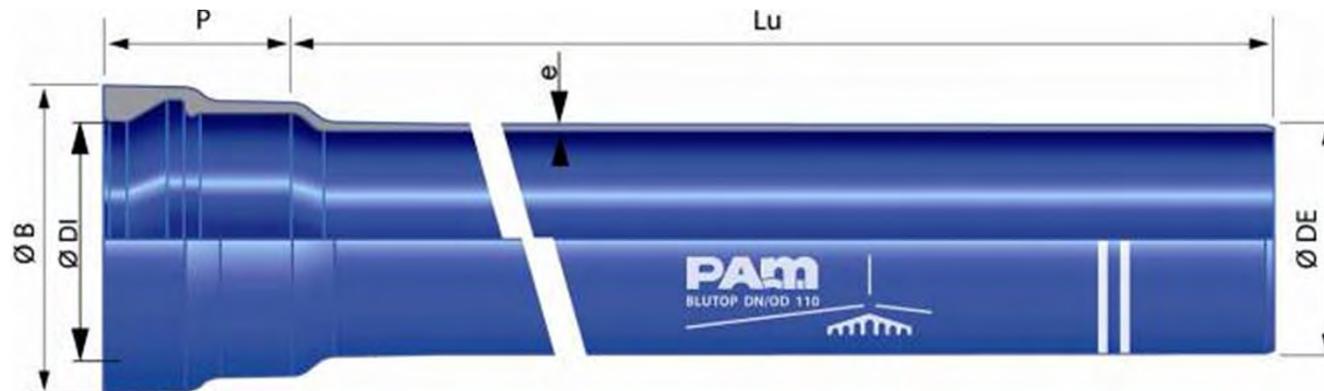


Sistema Blutop para redes

Inovação e tradição



Dimensões e massas



DN	Lu	PN	e nominal	DE	DI	P	B	Massa	Massa Total
mm	m		mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg
90	6	25	3	90	92,7	84	130,2	6,2	37,2
110	6	25	3	110	112,8	87	149,5	7,6	45,6
125	6	25	3	125	128	92	164	8,6	51,6
160	6	25	3,4	160	163,3	97,5	202	12,5	75

DN	Lu	Classe	e nominal	DE	DI	P	B	Massa	Massa Total
mm	m		mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg
100	6	K7	5,0	118,0	121,0	94,5		15,31	91,84



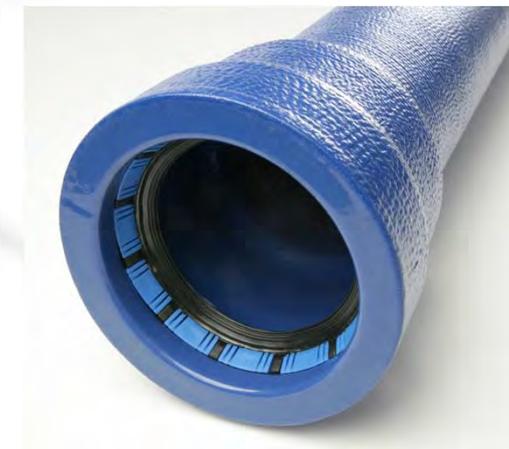
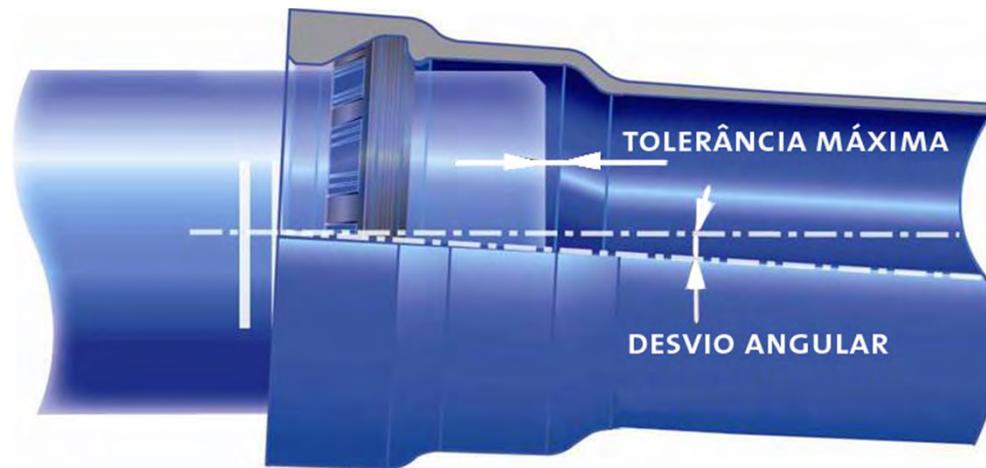
Anel standard

Inovação e tradição



Excelente performance em altas pressões

Segmentos de apoio



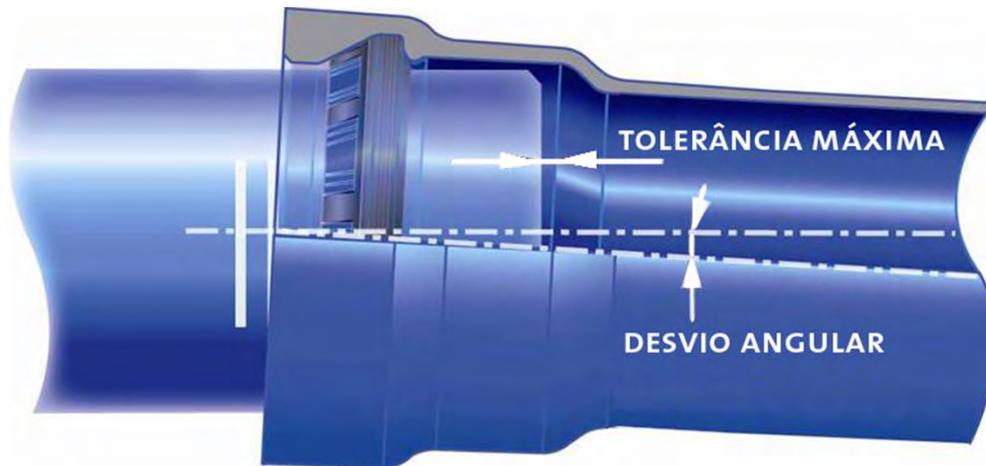
DN mm	Desvio angular °	Tolerância máxima Alinhado mm	Deslocamento máximo no desvio angular na ponta do tubo cm	PSA MPa
90	6	57	63	2,5
110	6	60	63	2,5
125	6	61	63	2,5

Anel com travamento

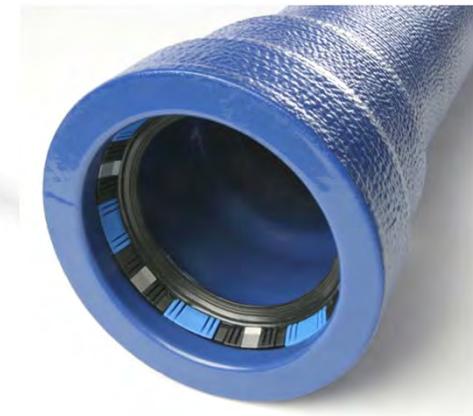
Inovação e tradição



Para eliminar blocos de ancoragem e aplicação em terrenos instáveis



Insertos metálicos



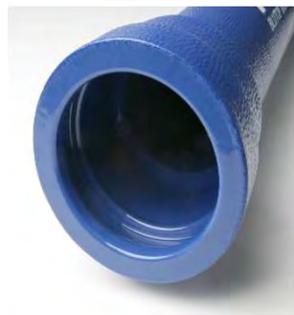
DN mm	Desvio angular °	Tolerância máxima Alinhado mm	Deslocamento máximo no desvio angular na ponta do tubo cm	PSA MPa
90	6	57	63	1,6
110	6	60	63	1,6
125	6	61	63	1,6

Revestimento interno Ductan

Inovação e tradição



A união perfeita entre a resistência do FFD e a eficiência da proteção dos termoplásticos.



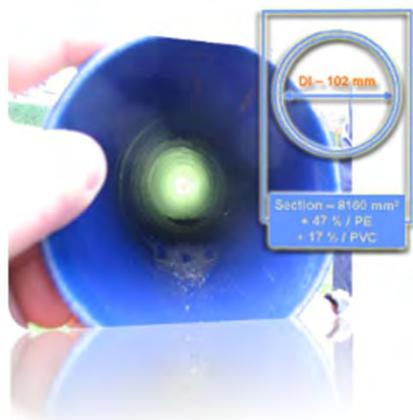
- ✓ **Material Ductan**
- ✓ **Termoplástico dúctil**
- ✓ **Cor azul marinho**

- ✓ **300 µm de espessura**
- ✓ **Aderência superior a 8 MPa**
- ✓ **Controle da aplicação com vassoura elétrica**

- ✓ **Superfície interna perfeitamente lisa**
- ✓ **Excepcional resistência ao choque**
- ✓ **Vida útil estimada em até 100 anos**
- ✓ **Atestado de Potabilidade**

Capacidade hidráulica superior

Competitividade e Longevidade



Diâmetro Interno Útil			
DN/DE	DI BLUTOP	DI PEAD PE 100 PN 16 (NBR 15561)	DI PVC PBA PN 10 (NBR 5647- 2)
90	83,4	73,6	-
110	103,4	90,0	95,0
125	118,4	102,2	-

Otimização da exploração das redes (mais econômico)

- ✓ Seção de passagem elevada (menor consumo de energia).
- ✓ Limites de pressão mais amplos.

Capacidade hidráulica superior

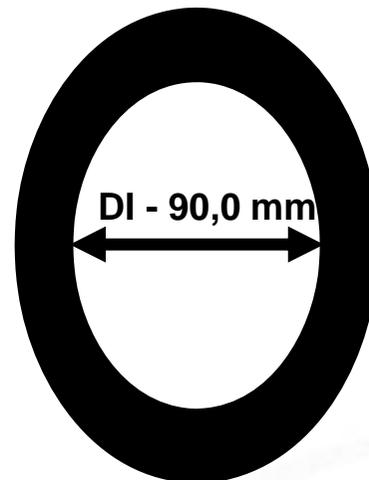
Competitividade e longevidade



DN/DE 110



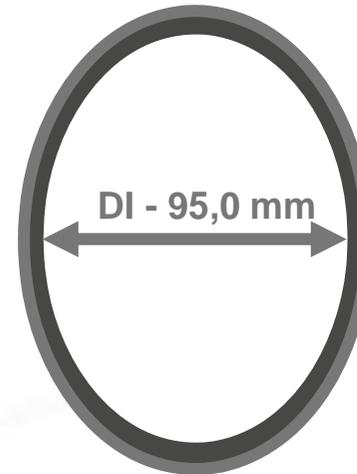
PEAD
PE 100 PN 16



Seção – 6358 mm²

Fonte: NBR 15561

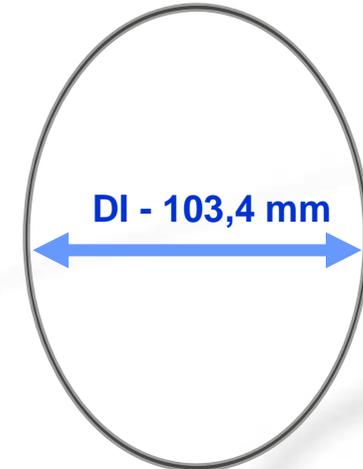
PVC/PBA
PN 10



Seção – 7088 mm²

Fonte: NBR 5647-2

Blutop



Seção – 8393 mm²
+ 32 % / PEAD
+ 18 % / PVC

Fonte: EN 805

Capacidade de escoamento superior à dos tubos de plástico graças a uma seção de passagem maior, fruto de uma espessura otimizada.

Capacidade hidráulica superior

Competitividade e Longevidade



Exemplo do Custo de bombeamento para 1 ano

Premissas adotadas:

$Q = 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$

$C = 150$

$L = 10000 \text{ m}$

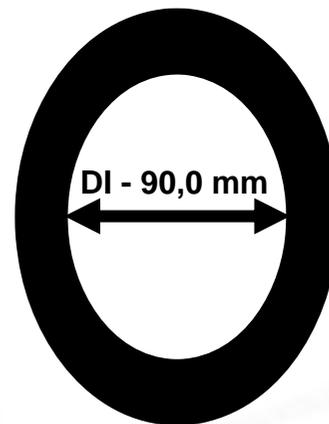
$H_g = 0 \text{ m}$

$t = 1 \text{ ano}$

Valor do MW.h = R\$ 207,68*

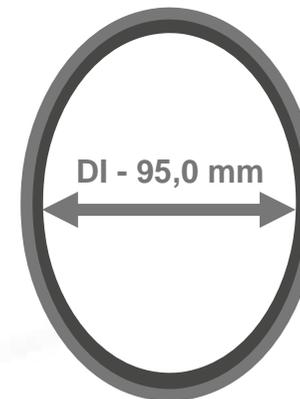
Tempo (bombeamento) = 18 h/dia

PEAD
PE 100 PN 16



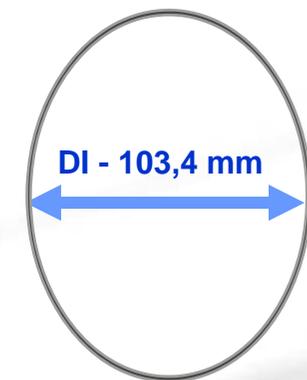
R\$68.437,41
+ 96,6% / BLUTOP

PVC/PBA
PN 10



R\$52.594,53
+ 51,1% / BLUTOP

Blutop



R\$34.812,85

Diferença de Custo para 10 anos

PEAD => R\$ 336.245,60 a mais que o Blutop

PVC => R\$ 117.816,86 a mais que o Blutop

*Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Média nacional para Serviços Públicos – Fev. 2011



Leveza e ergonomia

Flexibilidade e resistência

blutop



PAM
SAINT-GOBAIN

Facilidade de Montagem

Flexibilidade e resistência

blutop

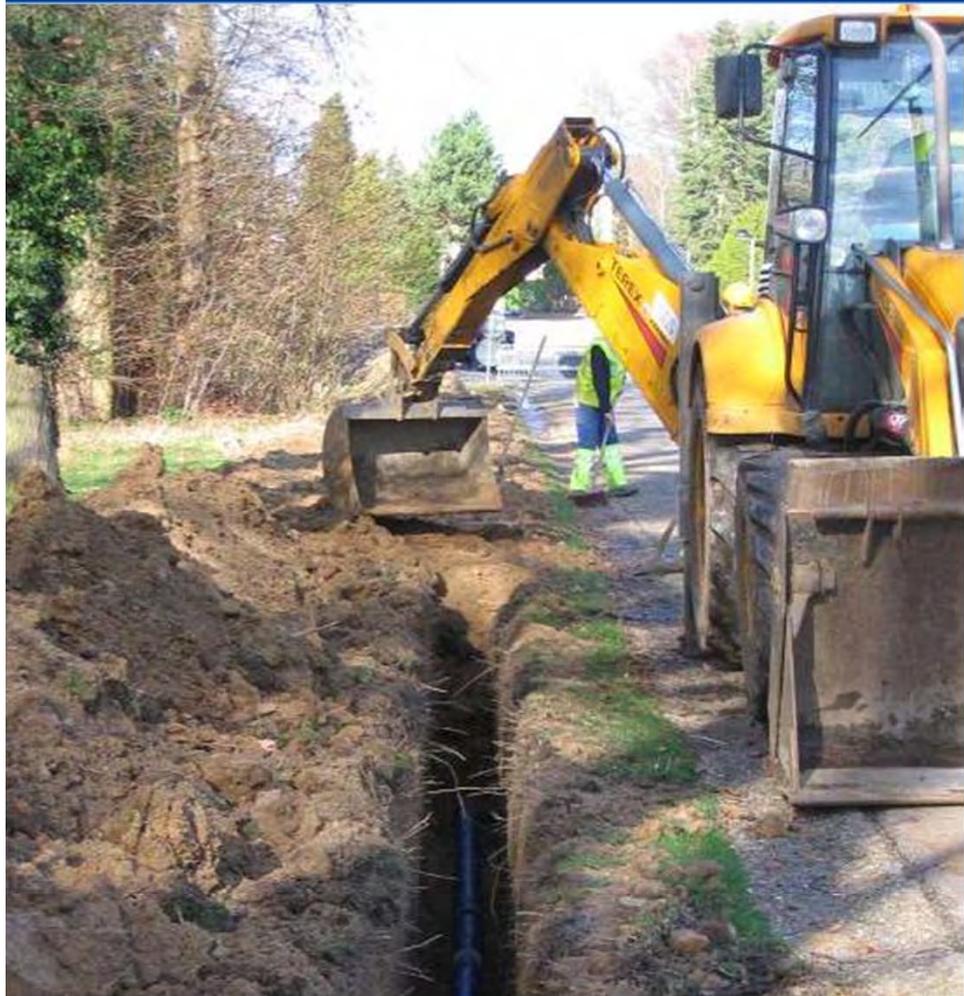


PAM
SAINT-GOBAIN

Reutilização do solo natural

Competitividade e longevidade

blutop



PAM
SAINT-GOBAIN

Obra de Referência



- Santa Gertrudes - São Paulo
 - Empresa Foz do Brasil - 09.12.2010
 - DN 110 → 900 metros



SAINT-GOBAIN

Obra de referência



- CAGECE – Fortaleza - CE
 - Rede de distribuição
 - DN 110 → 1.800 metros





Obra de referência



- **EMBASA – Guanambi - BA**
 - **Adutora de Água Tratada**
 - **DN 110 → 33.112 metros**



Obra de referência



- EMBASA – Guanambi - BA



Obra de referência



- EMBASA – Guanambi - BA



Produto Qualificado na SABESP



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Departamento de Qualificação e Inspeção de Materiais - CSQ

ATESTADO DE CONFORMIDADE TÉCNICA

C.N.P.J: 28.672.087/0001-62 Impresso em: 01/03/2012

Validade: 31/03/2013

Razão Social: SAINT GOBAIN CANALIZAÇÃO LTDA

Atestamos que a referida empresa atende às especificações técnicas definidas pela SABESP para fornecimento dos materiais/equipamentos abaixo relacionados:

O presente atestado não dispensa a necessidade de inspeção dos materiais/equipamentos pela SABESP na ocasião do recebimento dos mesmos. A SABESP se reserva o direito de alterar a validade deste documento e/ou revogá-lo a qualquer momento.

A aceitação deste atestado está condicionada a verificação de autenticidade no Sítio da SABESP: www.sabesp.com.br/licitacoes

Código

Material

04.052

TUBO FF DUCTIL-JE-REV INT PE AZUL-REV EXT LIGA AL/ZN-PINTURA EPOX AZUL

Marcas: PAM, PAM-BT

SAINT-GOBAIN

Teste conforme NBR7675



Teste acompanhado pela Equipe de Qualidade da Copasa



natural



LINHA NATURAL

Tubos e Conexões para adução

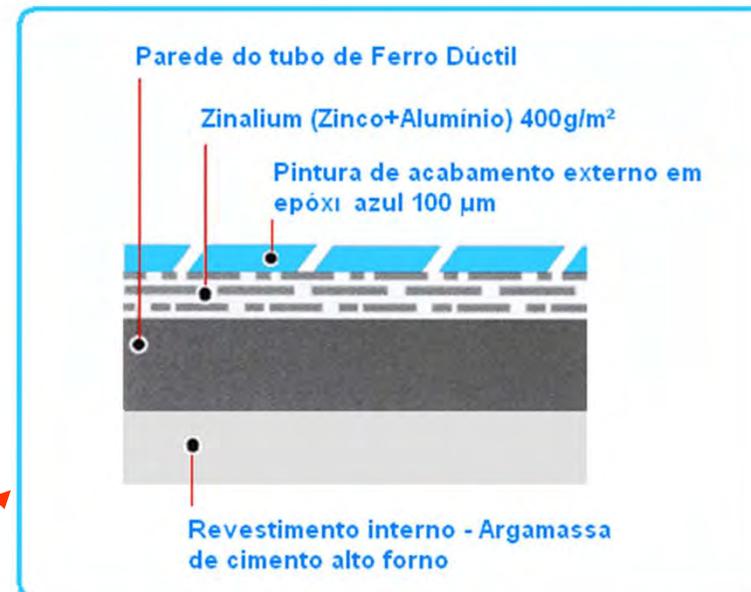


- Proteção externa inovadora ZINALIUM
- Nova pintura em epóxi AZUL
- Anel com elastômero em EPDM
- Juntas tipo JGS, JTI e JTE
- Classes K7 e K9
- DN de 80 a 300 mm



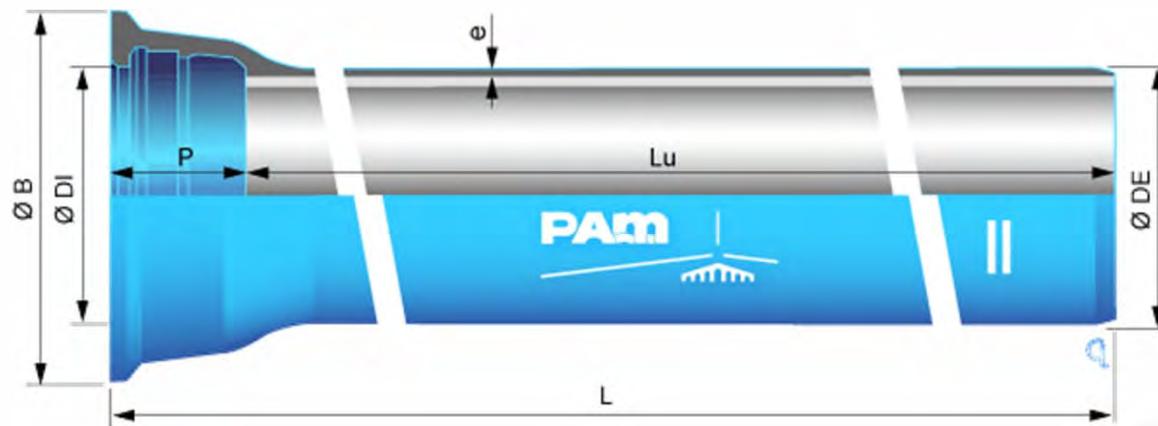
LINHA NATURAL

Revestimentos Tubos



LINHA NATURAL

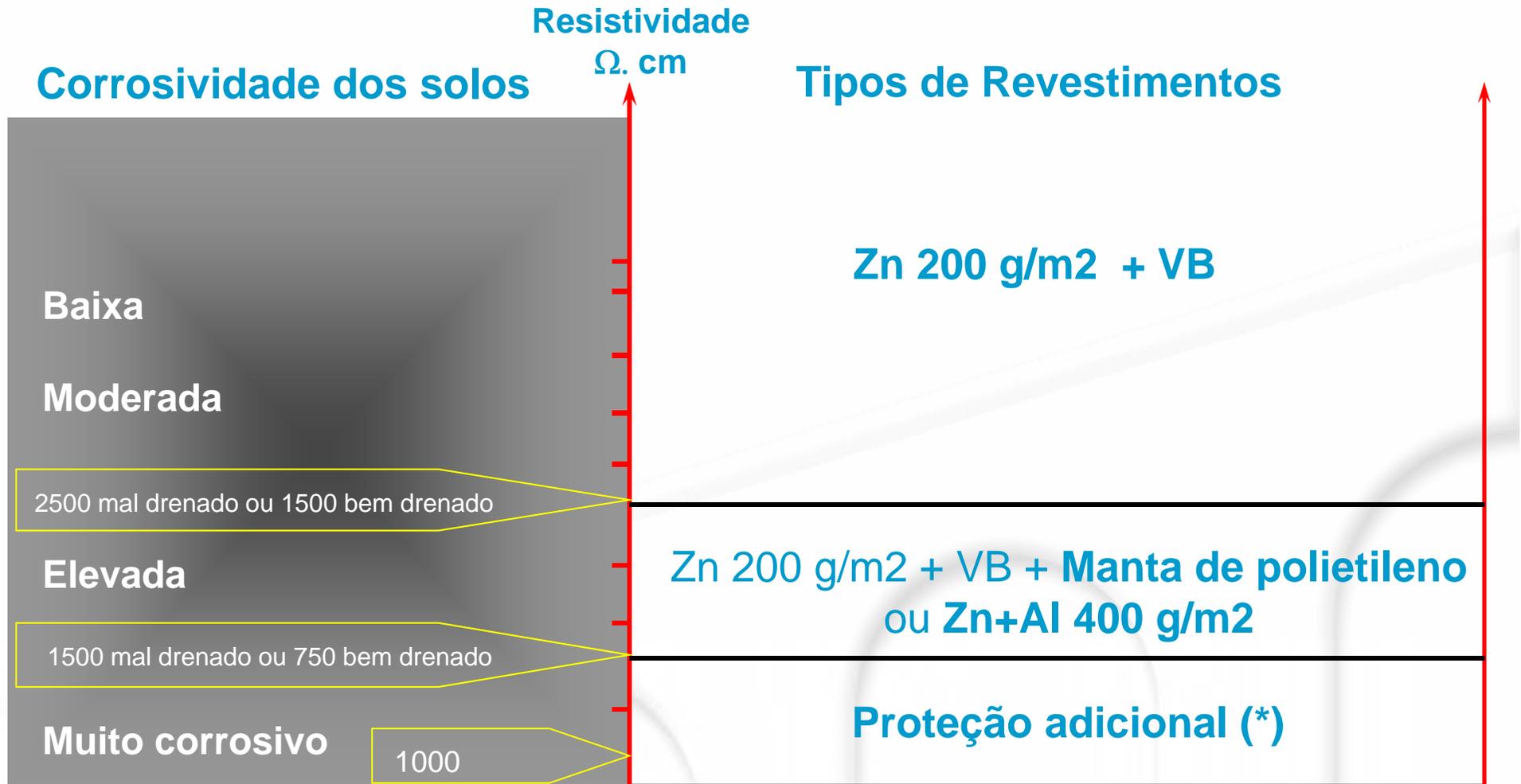
Dimensões e Massas



Dimensões e Massas								
DN			Classe K7			Classe K9		
	Comprimento útil (L)	DE	e (ferro)	Massa por metro	Massa total	e (ferro)	Massa por metro	Massa total
	m	mm	mm	kg	kg	mm	kg	kg
80	6	98	-	-	-	6,0	14,55	87,28
100	6	118	-	-	-	6,1	18,00	108,04
150	6	170	5,2	23,3	139,58	6,3	27,26	163,58
200	6	222	5,4	31,9	191,26	6,4	36,7	220,06
250	6	274	5,5	40,3	241,84	6,8	48	288,04
300	6	326	5,7	49,8	298,92	7,2	60,42	362,52

LINHA NATURAL

Proteção x corrosividade dos solos



VB = Verniz Betuminoso

(*) Solos com rejeitos, cinzas, escórias, efluentes industriais, lençol freático marinho e resistividade inferior a 500 ohm.cm, e com correntes vagabundas

LINHA NATURAL

Proteção x corrosividade dos solos

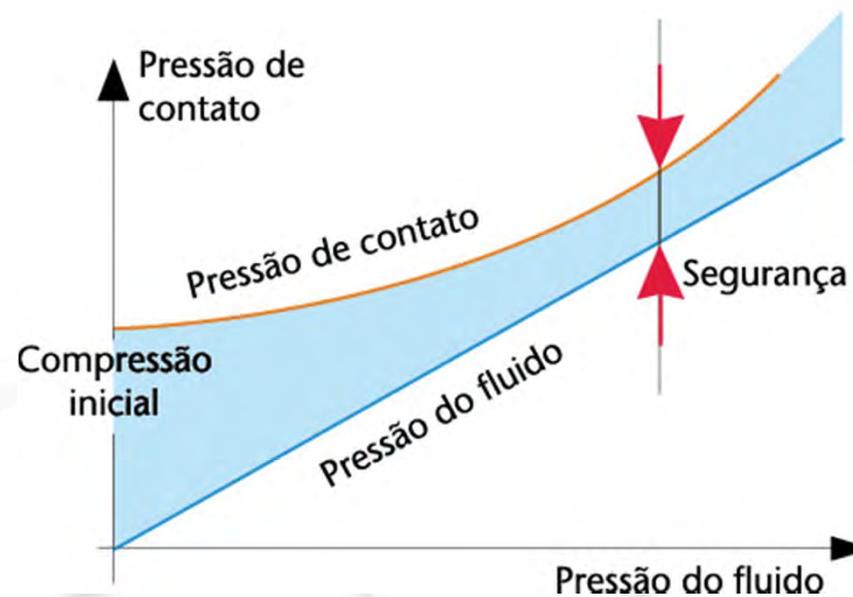
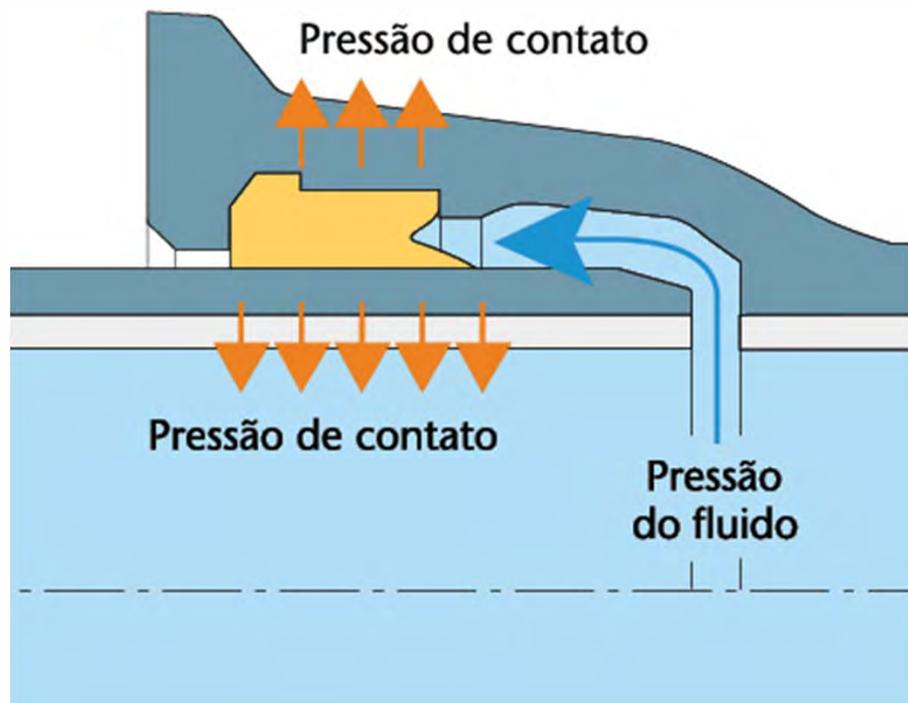


VB = Verniz Betuminoso

(*) Solos com rejeitos, cinzas, escórias, efluentes industriais, lençol freático marinho e resistividade inferior a 500 ohm.cm, e com correntes vagabundas

LINHA NATURAL

Junta Elástica em EPDM



Junta elástica em conformidade com a NBR7675 e NBR13747

LINHA NATURAL

Elastômeros – Anéis em EPDM

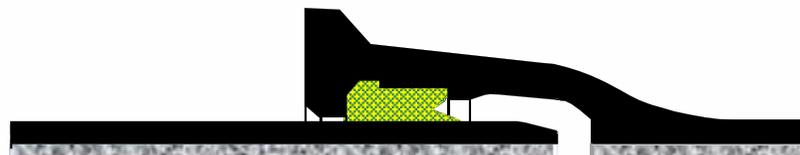
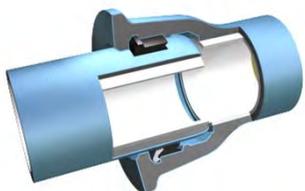
Propriedades dos elastômeros

Designação ASTM (D1418)			SBR	NBR	EPDM	
Polímero Base			Estireno-Butadieno	Nitrila	Etileno-Propileno	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PARA OS COMPOSTOS ELASTOMÉRICOS	FLEXÃO ELÁSTICA		BOA	BOA	BOA	
	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO, PSI		2000	1000-3500	2000-3000	
	ALONGAMENTO, % (Reforçado)		450	400-600	500	
PROPRIEDADES DE RESISTENCIA	MECANICA	RESISTENCIA A	ABRASÃO	EXCELENTE	EXCELENTE	BOA
			CORTE	BOA	BOA	BOA
	TEMPERATURA	RESISTENCIA A TRAÇÃO PSI	250.F	1200	700	2000
			400.F	170	130	400
		ALONGAMENTO %	250.F	250	120	300-500
			400.F	60	20	0-120
	ENVELHECIMENTO A 212.F.		BOA	BOA	EXCELENTE	
	MEIO AMBIENTE	CLIMA		RAZOAVEL	BOA	EXCELENTE
		OZÔNIO		BAIXA	BAIXA	EXCELENTE
		ÁCIDO		RAZOAVEL	BOA	BOA
		ÁLCALIS		RAZOAVEL	RAZOAVEL	BOA
		GASOLINA, QUEROSENE, ETC. (hidrocarbonetos alifáticos)		BAIXA	EXCELENTE	BAIXA

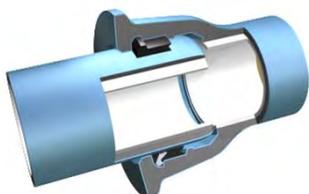


LINHA NATURAL

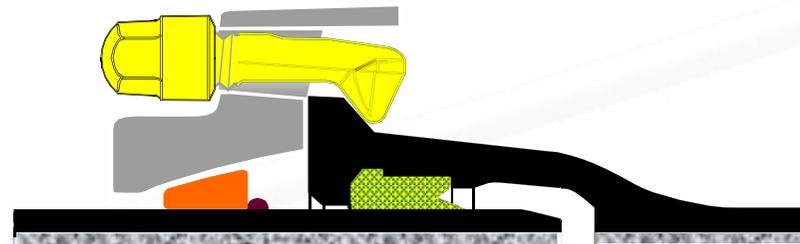
Tipos de Juntas e travamentos



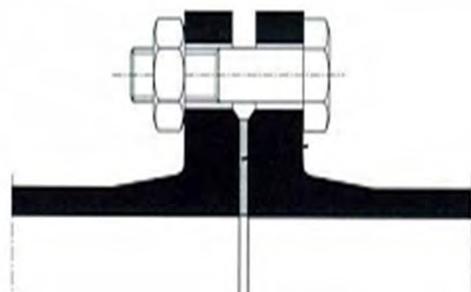
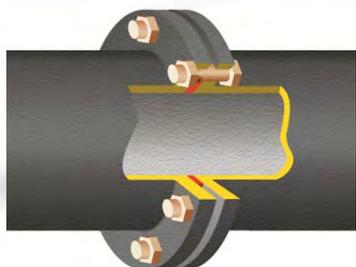
Junta Elástica JE2GS



Junta Travada Interna - JTI



Junta Travada Externa - JTE

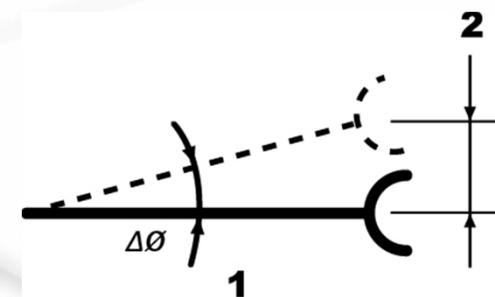
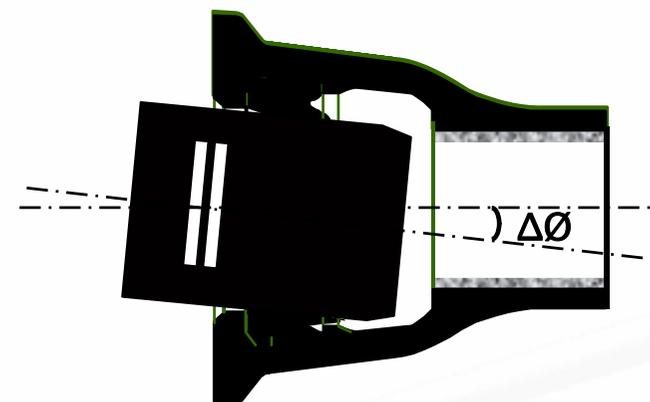


Junta Flangeada - JFF

LINHA NATURAL

Deflexão angular

DN	Deflexão máxima admissível $\Delta \theta$	Comprimento do tubo	Afastamento (desvio) ΔL
	graus	m	cm
80 a 150	5°	6,0	52
200 a 300	4°	6,0	42



1. Deflexão | 2. Desvio

LINHA NATURAL



LINHA NATURAL



LINHA NATURAL



Referências Normativas

LINHA NATURAL

- EN 545:2010 - Revestimento externo em ZnAl
- NBR13747 – Junta elástica JE2GS
- NBR7675 – Tubos e conexões fabricados em FFD
- NBR7676:1996 – Anel de borracha para junta elástica - especificações

LINHA BLUTOP

- NF EN 545:2010 - Revestimento externo ZnAl
- NF EN 805:2000 - Diâmetro externo
- ABNT NBR7675:2005 - Revestimentos externo e interno
- ABNT NBR7675:2005 - Características e classe de pressão do FFD
- ABNT NBR7675:2005 - Ensaio de fabricação do FFD
- ABNT NBR7676:1996 - Anel de borracha para junta elástica
- ABNT NBR14.968:2010 - Válvula-gaveta de FFD
- ABNT NBR15.880:2010 - Conexões de FFD para tubos de PVC e PEAD

Equipe para Suporte Técnico

Christophe Ducamp

Fernanda França

Fernando Puell Neto

Guilherme Drehmer

Luiza Aiex

Marcus Vinicius

Paulo Moraes – paulo-silva.moraes@saint-gobain.com

Victor Faria

Washington Cardoso

Rio de Janeiro (21) 2128-1661

São Paulo (11) 2196-1700

suporte_tecnico_canalizacao@saint-gobain.com

www.sgpam.com.br

Obrigado