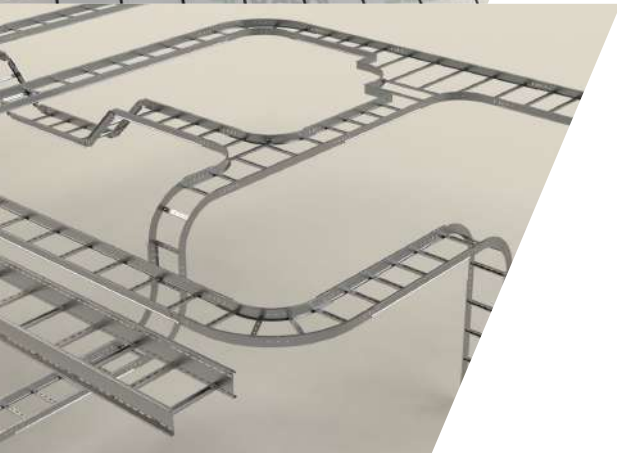




GUIA TÉCNICO GT02



No Projeto de uma instalação elétrica com todas as suas linhas de condução de cabos devem ser considerados diferentes aspetos como a corrosão, a resistência mecânica do conjunto, a segurança face ao fogo, as perturbações eletromagnéticas ou o preço.

A BASOR ELECTRIC elaborou o presente Guia Técnico com o objetivo de facilitar o processo de seleção e projeto, e oferecer a máxima informação possível sobre todos estes aspetos, mantendo assim o objetivo de trabalho que converteu a BASOR numa empresa líder no sector.

GUIA TÉCNICO GT02

ÍNDICE

SECÇÃO 0	Principais Critérios de Seleção	pág. 3
SECÇÃO 1	Os Sistemas para Condução de Cabos	pág. 5
SECÇÃO 2	Segurança contra Fogo	pág. 6
SECÇÃO 3	Resistência Mecânica	pág. 12
SECÇÃO 4	Continuidade Elétrica	pág. 18
<i>ANEXO: Aplicação do Regulamento Eletrotécnico de baixa tensão REBT</i>		pág. 20
SECÇÃO 5	Compatibilidade Eletromagnética	pág. 23
SECÇÃO 6	Temperatura de serviço: Contrações e Dilatações Térmicas	pág. 27
SECÇÃO 7	Ventilação e Grau de Estanquicidade	pág. 28
SECÇÃO 8	Corrosão, Materiais e Revestimentos	pág. 29
Apêndices	Dimensionamento: Cálculo de cargas e Seleção de Caminhos de Cabos Resistência contra aos Produtos Químicos	

SECÇÃO 0

PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

PRINCIPAIS CRITERIOS DE SELEÇÃO DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Para o projeto e seleção de condução de cabos, segundo as especificações do projeto ou as condições que devam ser consideradas na instalação, inicialmente, confrontamo-nos com diferentes aspetos que podem condicionar nossa seleção.

- 1 Tipos de Sistemas de Condução de Cabos: Caminhos de cabos, Caminhos de Cabos Escada, Conduatas, Tubos.
- 2 Resistência ao fogo e Propagação de Incêndios: Combustibilidade, Integridade no incêndio.
- 3 Resistência mecânica: Carga de Trabalho, Distância entre suportes, Proteção face aos impactos.
- 4 Continuidade elétrica: Isolante, Condutor, Rede de equipotencialidade.
- 5 Compatibilidade eletromagnética (CEM): Cablagem de dados, Perturbações.
- 6 Condições de Temperatura: Condições de trabalho a altas ou baixas temperaturas.
- 7 Ventilação de cabos: Tipos de cablagem, Ventilação natural.
- 8 Proteção face à Corrosão: Materiais e vida útil, Tipo de Ambiente, Produtos Químicos...

As seguintes secções deste guia técnico descreverão estes critérios de seleção.

SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS							
		CAMINHOS DE CABOS de chapa de Aço	CAMINHOS DE CABOS em Varão de Aço	CAMINHOS DE CABOS ESCADA de Aço ou Alumínio	CONDUTAS de Aço ou Alumínio	CAMINHOS DE CABOS de PVC	CAMINHOS DE CABOS ESCADA de PRFV
							
CARACTERÍSTICAS	RESISTÊNCIA AO FOGO	NÃO COMBUSTÍVEL	NÃO COMBUSTÍVEL	NÃO COMBUSTÍVEL	NÃO COMBUSTÍVEL	NÃO INFLAMÁVEL Não propaga o incêndio	NÃO INFLAMÁVEL Não propaga o incêndio
	FORÇA MECÂNICA	CARGAS BAIXA-MÉDIA ALTA	CARGAS BAIXA A MÉDIA	CARGAS MUITO ALTAS	CARGAS BAIXA-MÉDIA ALTA	CARGA BAIXA-MÉDIA	CARGA ALTA
	CONTINUIDADE ELÉTRICA	CONDUTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUTOR EQUIPOTENCIAL	ISOLANTE DIELÉTRICO	ISOLANTE DIELÉTRICO
	PERTURBAÇÕES ELECTROMAGNÉTICAS (CEM)	PROTEÇÃO ALTA	PROTEÇÃO SEGUNDO MONTAGEM	PROTEÇÃO MODERADA	PROTEÇÃO TOTAL	SEM PROTEÇÃO	SEM PROTEÇÃO
	CONDIÇÕES DE TEMPERATURA	-50°C a 150°C	-50°C a 150°C	-50°C a 150°C	-45°C a 120°C	-20°C a 60°C	-50°C a 150°C
	VENTILAÇÃO DE CABOS	DISSIPACÃO DE CALOR MÉDIA	DISSIPACÃO DE CALOR EXCELENTE	DISSIPACÃO DE CALOR EXCELENTE	SEM VENTILAÇÃO	DISSIPACÃO DE CALOR MÉDIA	DISSIPACÃO DE CALOR EXCELENTE
PROTEÇÃO FACE À CORROSÃO		SELECIONAR CONFORME OS MATERIAIS E O SEU ACABAMENTO (TABELA 2)				COMPORTAMENTO EXCELENTE	COMPORTAMENTO EXCELENTE

SELEÇÃO SEGUNDO AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os Sistemas de Condução de Cabos adaptam-se aos requisitos ambientais mediante distintas soluções, com materiais e acabamentos adequados a cada tipo de ambiente.



A partir da experiência e do conhecimento adquirido internacionalmente acerca da corrosão, a norma ISO 9223 "Corrosividade de atmosferas" define em função da humidade e da presença de contaminantes, diferentes classes de ambientes C1 a C5 segundo o grau de corrosividade nos metais. A mesma classificação é utilizada na ISO 9224 e na ISO 14713-1 "Revestimentos de zinco. Proteção contra a corrosão" (ver Secção 8).

Em função destas normas e da experiência do utilizador, a tabela seguinte, apresenta as recomendações para a seleção de Sistemas de Condução de Cabos.

AMBIENTE Classificação segundo ISO 9223		TIPOS DE ACABAMENTO													
		EZ	GS	EZ1000	GSP	GAC	GAC70	ZAM3K	GAC85	ZnNi	AL	i304	i316	PVC	PRFV
Interiores de edifícios com atmosferas limpas, sem variação de humidade.	C1	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA
Interiores com baixa humidade e contaminação. Exteriores com um nível baixo de contaminação: áreas rurais.	C2	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	RECOMENDADO	RECOMENDADO
Interiores com humidade ou contaminação moderada. Exteriores urbanos e industriais, contaminação moderada, áreas costeiras com baixa salinidade.	C3	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA	RECOMENDADO	RECOMENDADO
Interiores com alta contaminação. Áreas exteriores industriais contaminadas e áreas costeiras com salinidade moderada.	C4	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO
Espaços interiores com alta frequência de condensação. Áreas industriais de contaminação muito elevada.	C5 - I	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO
Zonas costeiras com elevada salinidade. Espaços com condensação quase permanente e presença de cloretos.	C5 - M	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	QUALIDADE EXCESSIVA	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO

■ RECOMENDADO
 ■ POSSÍVEL
 ■ QUALIDADE EXCESSIVA

Os principais materiais e acabamentos disponíveis são:

- GS** Aço Galvanizado antes de maquinação em contínuo e pelo processo Sendzimir
- GQ** Aço Galvanizado a Quente após maquinação
- PVCM1** Polímero Termoplástico de PVC
- GSP** Aço com revestimento de resina poliéster, com resistência à neblina salina >1000h

- EZ1000** Aço Eletrozincado melhorado com elevada passivação e selagem de camada, com resistência à neblina salina >1000h
- AL** Alumínio (Ligas 1050, 5754, 6063, etc.)
- PRFV** Poliéster reforçado com Fibra de Vidro
- ZAM3K** Aço Pré-Galvanizado em contínuo com liga Zn-Al-Mg de Alta Resistência, com resistência à Neblina Salina > 3000 h

- i304** Aço Inoxidável AISI 304
- i316** Aço Inoxidável AISI 316
- EZ** Aço Eletrozincado
- ZnNi** Aço eletrozincado Zinco-Níquel de alta resistência

SEÇÃO 1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

A função de suportar a cablagem elétrica de forma segura ao longo de um percurso, é realizada pelos sistemas de condução de cabos, que são elementos estruturais da instalação elétrica, em conformidade com a norma UNE-EN IEC 61537.

CAMINHOS DE CABOS



METÁLICOS OU PLÁSTICOS

- Utilização em instalações industriais, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: baixa, média e alta
- Tipos de cabos: comunicação e distribuição de potência
- Ventilação de cabos média

VANTAGENS DOS CAMINHOS DE CABOS METÁLICOS

- Bom comportamento face às perturbações eletromagnéticas externas
- Facilidade de fixação das cablagens
- Excelente comportamento ao fogo, com manutenção de funções em caso de incêndio

VANTAGENS DOS CAMINHOS DE CABOS ISOLANTES

- Segurança elétrica sem necessidade de ligação à terra
- Facilidade de fixação das cablagens
- Excelente resistência à corrosão, especialmente face aos produtos químicos e ambientes salinos

CAMINHOS DE CABOS



DE VARÃO DE AÇO

- Utilização em instalações industriais ou terciárias, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: de baixa a média
- Tipos de cabos: comunicação e distribuição de potência

VANTAGENS DOS CAMINHOS DE CABOS DE VARÃO

- Excelente ventilação e visibilidade dos cabos
- Rápida e fácil de instalar (sem necessidade de acessórios em obra)
- Recomendado para ambientes pulverulentos / biológicos devido à facilidade de limpeza

CAMINHOS DE CABOS ESCADA



AÇO, ALUMÍNIO, PRFV.

- Utilização em instalações industriais, em interiores ou no exterior
- Capacidade de carga: alta a extremamente alta
- Tipos de cabos: de alta potência

VANTAGENS DOS CAMINHOS DE CABOS DE ESCADA

- Alta capacidade de suportar cablagens
- Possibilidade de fixação firme de cabos mediante abraçadeiras
- Para todo tipo de instalação e atividades que requeiram grandes vãos e grandes cargas
- Excelente ventilação e visibilidade do cabo
- Aptas para cabos que requeiram grandes raios de curvatura

CONDUTAS



METÁLICAS OU NÃO METÁLICAS

- Utilização em instalações industriais, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: média a alta
- Aplicações variadas de condutas metálicas ou plásticas
- Tipos de cabos: alimentação de maquinaria ou de comunicação, incluindo a fibra ótica
- Sistema completo com tampa. Máxima proteção da cablagem contra riscos mecânicos, pó, líquidos ou outros elementos

VANTAGENS DE CONDUTAS METÁLICAS

- Proteção mecânica reforçada
- Proteção ótima face a qualquer perturbação eletromagnética externa
- Possibilidade de instalação no solo com tampa antideslizante

VANTAGENS DE CONDUTAS ISOLANTES

- Segurança elétrica sem necessidade de ligação à terra
- Excelente resistência à corrosão, especialmente face aos produtos químicos
- Não amplifica possíveis perturbações eletromagnéticas internas

SECÇÃO 2 SEGURANÇA CONTRA FOGO

2.1 FATORES DE RISCO

A Basor Electric, sensível à necessidade de minimizar as consequências de um incêndio, submeteu os seus Sistemas de Condução de Cabos a ensaios de reação e resistência ao fogo rigorosos para assegurar o comportamento dos seus produtos.

A segurança face ao fogo está caracterizada pelo comportamento dos materiais tendo em conta os diferentes aspetos relacionados com:

O início de um incêndio: A contribuição para o início de um incêndio após um arco elétrico ou sobrecarga nos cabos.

A contribuição para o incêndio: Devido às características dos materiais e sua possível combustão.

A sua Propagação: O comportamento desde o início da chama e a sua evolução até à sua extinção.

As condições de segurança das pessoas: devido à emissão de fumos e substâncias tóxicas.

A resistência durante o incêndio: para garantir o funcionamento dos equipamentos de emergência.



A tabela seguinte destaca os principais fatores de risco num incêndio:

		CARACTERÍSTICAS	NORMATIVAS	CLASSIFICAÇÕES
SEGURANÇA FACE AO FOGO	IGNIÇÃO DO FOGO	Ignição por arco elétrico	(não contemplado)	Isolantes: Sem risco
		Ignição por sobre aquecimento	UNE-EN 60695-2-11	Não produz ignição
	PROPAGAÇÃO DO FOGO	Comportamento face à chama	Normas de produto IEC; Ensaio normalizados UNE-EN 60695-11-2	Não propagador da chama
	CONTRIBUIÇÃO PERANTE O FOGO	Comportamento do material	Normas de produto IEC: UNE 23727; UNE 201010 UL 94; NF_P92_507	Incombustível: M0 Difícilmente inflamável: M1 Combustível: M2; M3
	EMISSÃO DE FUMOS	A quantidade, opacidade e toxicidade dos fumos	UNE-EN 13501-1 UL 568	Sem emissão de fumos Baixa/média emissão
	RESISTÊNCIA AO FOGO	Manutenção de funções durante um incêndio	DIN 4102; STN 92 0205; CSN 73 0895 (não contemplado nas Normas IEC)	Resistência (minutos) E30; E60; E90

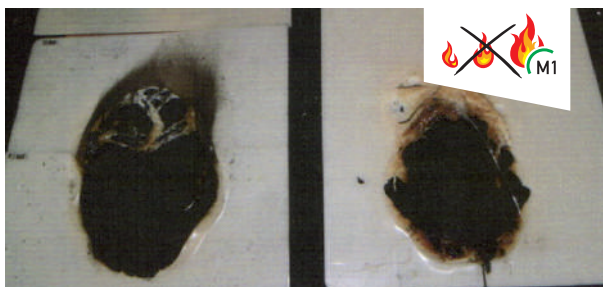
2.2 REACÇÃO FACE AO FOGO

Em termos da sua contribuição para o fogo, a primeira diferença significativa é a diferença existente entre os materiais combustíveis e os materiais incombustíveis . Por outras palavras, a diferença fundamental no comportamento face ao fogo dos materiais, é de que existem materiais que podem sofrer combustão, com maior ou menor velocidade e de diferentes formas. Dentro destes dois tipos de materiais, os únicos capazes de oferecer uma manutenção das funções ao longo do tempo, em presença de fogo, são os materiais incombustíveis.

Dentro da gama dos materiais combustíveis aparece outra diferença marcada pela propagação ou não propagação da chama. Um material combustível não propagador da chama é aquele que quando se inflama evita a propagação do fogo, significando que não continua a arder quando a fonte de ignição é retirada.



ENSAIO SEGUNDO DIN 4102-12
MATERIAL INCOMBUSTÍVEL, INSTALAÇÃO E90 COM MANUTENSÃO DE FUNÇÕES DURANTE 90 MINUTOS.



ENSAIO M1 SEGUNDO UNE 201010
MATERIAL COMBUSTÍVEL, NÃO PROPAGADOR DA CHAMA E M1 SEGUNDO UNE 201010.

O mercado teve tendência a incrementar cada vez mais as restrições dos materiais não propagadores da chama, pelo que foi necessário empregar normas específicas, das quais as mais conhecidas são a UNE 201010 de reação ao fogo de acessórios elétricos (anteriormente utilizava-se a UNE 23727 de materiais de construção) ou a UL94 sobre inflamabilidade de materiais plásticos.

As principais classificações destas normas são as seguintes:

UNE 201010	M0	Material incombustível.	UL94	VO	Inflamação ≤10 segundos, sem formação de gotas ou com gotas não inflamadas.
	M1	Inflamação ≤2 segundos, ou gotas não inflamadas.		V1	Inflamação ≤30 segundos, sem formação de gotas ou com gotas não inflamadas.
	M2	(2 opções)		V2	Inflamação ≤30 segundos, com formação de gotas inflamadas.
		-Inflamação ≤2 segundos com gotas inflamadas			
		-Inflamação ≤5 segundos sem gotas inflamadas.			
	M3			HB	
	M4			5VB	
				5VA	



Todos os materiais das esteiras BASOR são M0 incombustíveis ou M1 não propagador da chama segundo a Norma UNE 201010

Resumo da classificação de Sistemas de Condução de Cabos face ao fogo:

		CARACTERÍSTICAS	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
TIPO DE MATERIAL	INCMBUSTIVEL	Sistema com manutenção de funções	E90	Mantém funções 90'	
		Resistência ao fogo segundo DIN 4102-12	E60	Mantém funções 60'	
			E30	Mantém funções 30'	
		NÃO GARANTE manutenção de funções	M0	Material incombustível	
		Classificação de materiais segundo UNE 201010			
	COMBUSTIVEL	Norma de produto	NÃO PROPAGADOR DA CHAMA	Não alimenta chama quando a fonte de ignição é retirada	
		Calhas UNE-EN 61537, Canais UNE-EN 50085, Tubos UNE-EN 61386			
		Reação ao fogo	M1	Classificações segundo tempo de inflamação, presença de gotas e suas características	
		Reação ao fogo dos acessórios elétricos segundo UNE 201010	M2		
			M3		
			M4		
		Inflamabilidade de materiais plásticos	V0	Classificações segundo tempo de inflamação, presença de gotas e suas características	
		Inflamabilidade de materiais plásticos segundo UL94	V1		
			V2		

A seleção do sistema de condução de cabos adequado, depende do tempo necessário a manter a funcionalidade da instalação. A funcionalidade destas instalações será mais importante em locais públicos. Neste tipo de locais será necessário mais tempo para a evacuação devido à maior acumulação de pessoas.

2.3 RESISTÊNCIA AO FOGO

Perante um incêndio é necessário manter a funcionalidade de certas instalações elétricas, como os sistemas de desenfumagem, a iluminação de segurança e de emergência, os sistemas de alarmes de incêndio e as instalações de pressão para os sistemas de extinção do incêndio.



Todos os caminhos de cabos da Basor Electric são fabricados segundo a Norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de cabos. Sistemas de caminhos de cabos e Sistemas de caminhos cabos de escada", mas nesta norma e até à data não foi abordada a questão da resistência ao fogo dos caminhos de cabos.

Face a esta falta de uma norma Europeia ou Internacional aplicável, são usadas diferentes normas de países como a Alemanha, a Rep. Checa e a Eslovaca, que estudam o comportamento face ao fogo dos sistemas de cabos elétricos, necessários para manter a integridade dos circuitos.

DIN 4102-12

"Fire behaviour of building materials and elements. Fire resistance of electric cables systems required to maintain circuit integrity"

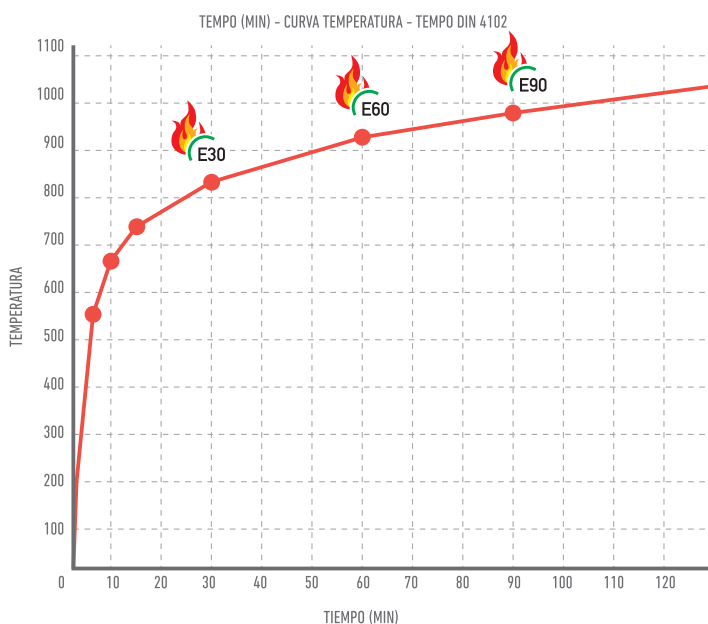
CSN 730895

"Firesafety engineering - Maintaining the functionality of cable lines under fire conditions - requirements, testing, classification Px-R, R-PHX and application of test results"

STN 920205

"Firebehaviour of construction products and building constructions. Circuit integrity maintenance of cable system. Requirements, testing, classification and application of test results"

Estas normas definem as condições do ensaio para verificar que o sistema formado por calhas, suportes, acessórios e cabos resistentes ao fogo, mantêm a alimentação elétrica durante um tempo determinado, no interior de um forno no qual se simula o incêndio seguindo uma curva de temperatura / tempo definida.



A Basor Electric efetuou ensaios de diferentes soluções de acordo com estas Normas para determinar o comportamento e funcionalidade dos seus produtos. Estas normas estudam a resposta do sistema formado pelo conjunto de cabos resistentes ao fogo em serviço, com os suportes e calhas no interior de um forno em que se simula o incêndio seguindo uma curva de temperatura / tempo definida.

Com o decorrer do ensaio as calhas vão-se deformando sem deixar de suportar os cabos ainda que o revestimento dos cabos se vá deteriorando. O conjunto mantém a continuidade elétrica sem atingir o curto-circuito ou a interrupção do sinal. Em função do tempo em minutos que é capaz de manter a instalação em serviço, o sistema classifica-se como E30, E60 ou E90 segundo a norma DIN. Definindo a instalação (E30, E60 ou E90), dependendo do tempo necessário para organizar a evacuação e os serviços de emergência em cada caso.

*As instalações classificadas como Resistentes ao Fogo têm sido ensaiadas em laboratórios externos acreditados, o que permite assegurar o cumprimento de todos os requisitos exigidos na Norma em questão.

**Além do mais, montagens seleccionadas têm sido posteriormente avaliadas e certificadas pelas entidades nacionais correspondentes, ficando assim certificados para seu uso em diferentes países.

DIN 4102-12		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇADA (°C)
E30	30	822
E60	60	925
E90	90	986

CSN 730895		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇADA (°C)
P15-R	15	738
P30-R	30	822
P45-R	45	902
P60-R	60	925
P90-R	90	986
P120-R	120	1049

STN 920205		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇADA (°C)
PS15	15	738
PS30	30	822
PS45	45	902
PS60	60	925
PS90	90	986
PS120	120	1049



Para mais informação sobre os SISTEMAS RESISTENTES AO FOGO da BASOR ELECTRIC consulte a publicação específica.

2.4 CAMINHOS DE CABOS DE PVC

As diferentes séries de Sistemas de Condução de Cabos em materiais não metálicos da BASOR ELETRIC, cumprem com os requisitos normativos das diferentes famílias de caminhos de cabos, de condutas ou de tubos, com as seguintes especificações:

basorplast



- Não propagador de chama segundo UNE-EN IEC 61537; UNE-EN 50085 ou UNE-EN IEC 61386.
- Classificação da reação ao fogo M1, material auto-extinguível (inflamação <2seg.), segundo UNE 201010, (classificação VO segundo UL94).



UNE-EN 61537
UNE-EN 50085
UNE 23727
UL94

- Não contribuem para a ignição do fogo ao evitar a aparição de focos de ignição devido a curto-circuitos, arcos elétricos entre os cabos submetidos a tensão e a calha, devido a defeitos nas ligações, ou por um possível sobreaquecimento produzido por sobrecargas ou fugas por falha de isolamento dos condutores.
- Cumpre com o ensaio de Fio Incandescente a 650°C sem inflamação segundo UNE EN 60695-11-2.

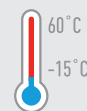


UNE-EN 60695

- Os materiais utilizados nas séries BASORPLAST, suportam temperaturas mínimas de instalação até -20°C, e as características resistentes estão ensaiadas em condições ambientais até 60°C.



UNE-EN 61537



UNE-EN 50085

No entanto, os materiais combustíveis a apresentam uma limitação: Quando existe necessidade que os caminhos de cabos devam permanecer em serviço perante uma situação de incêndio, os caminhos de cabos plásticos, não são capazes de manter as funções para os quais a instalação foi projetada durante o tempo necessário para manter ativos os equipamentos de segurança e de modo a que a evacuação das pessoas possa ser efetuada na instalação afetada.

SECCÃO 3 RESISTÊNCIA MECÂNICA

A função principal dos Sistemas de Condução de Cabos é ser um suporte eficaz e resistente que facilite a instalação. As características mecânicas de todos os produtos e acessórios são submetidos a ensaios de acordo com os requisitos das normas internacionais UNE-EN IEC 61537 e NEMA VE.

3.1 CARGA DE TRABALHO ADMISSÍVEL (CTA)

A carga de trabalho admissível (CTA) é a carga máxima que se pode aplicar numa utilização normal sem que ocorra perigo. Assim a carga de trabalho deverá ser sempre inferior à CTA.

A nível internacional não existe nenhuma classificação do sistema segundo a sua carga de trabalho admissível (CTA), ainda que alguns países como EEUU, Canadá ou México possuam classificações para definir os sistemas de condução de cabos por categorias segundo a CTA.

		DISTÂNCIA ENTRE SUPORTES m. (ft)						
		1,5 (5)	1,8 (6)	2,4 (8)	3 (10)	3,7 (12)	4,9 (16)	6,1 (20)
CTA kg/m (lb/ft)	18 (12)	5AA	6AA					
	37 (25)	5BB / 5AA	6BB	8AA	10AA / A	12AA		20AA
	67 (45)							D
	74 (50)	5A	6A	8A	10A	12A	16A	20A
	97 (65)				C			
	112 (75)		6B	8B		12B	16B	20B
	149 (100)		6C	8C		12C	16C	20C
	179 (120)				D			
	299 (200)				E			

 DESIGNAÇÕES NMX
 DESIGNAÇÕES NEMA
 DESIGNAÇÕES NEMA E MX
 DESIGNAÇÕES CSA

Nos sistemas de caminhos de cabos, a CTA é a carga máxima distribuída que o sistema de caminho de cabos suportará para uma deflexão e uma distância entre apoios determinados, respeitando as margens de segurança estabelecidas de modo a não atingir o colapso. A BASOR determina a CTA dos seus produtos mediante ensaios no seu laboratório próprio, segundo as Normas UNE-EN IEC61537 e NEMA VE1.

Nos suportes e elementos de fixação, a CTA dependerá do tipo de instalação, e portanto, para cada produto são definidos diferentes tipos de soluções, com as suas cargas de trabalho admissíveis. Para todas aquelas situações que não estejam definidas como standards, o departamento técnico da BASOR estudará cada um dos casos.

Para determinar o sistema de condução de cabos adequado, deve-se considerar sempre o custo LINEAR total da instalação (condutas, suportes, sistemas de fixação, etc.) dado que o custo LINEAR dos suportes e elementos de fixação, depende fundamentalmente da distância entre os apoios.

3.2 ENSAIOS DE CARGA DE TRABALHO ADMISSÍVEL (CTA)

a) ENSAIOS DE CARGA SEGUNDO IEC 61537

Para a obtenção da carga de trabalho admissível (CTA) das calhas instaladas na horizontal, utilizam-se os métodos de ensaio descritos na norma IEC 61537.

A CTA declarada pelo caminho de cabos obtém-se com uma margem mínima de segurança de 1.7 até ao seu colapso.

A flecha máxima no centro de cada vão para a CTA não deve ser superior a 1/100 do vão.

A flecha transversal de cada vão não deve ser superior a 1/20 da largura da amostra.

Distinguem-se três tipos principais de ensaio segundo esta norma, realizados geralmente com vários vãos.

Os principais são:

Ensaio do TIPO I Quando não se dá nenhuma indicação sobre as limitações dos vãos dos extremos, nem sobre a posição das uniões em toda a instalação. Neste caso as uniões podem ser colocadas em qualquer lugar da instalação.

Ensaio do TIPO II Quando o fabricante indica que em nenhuma instalação devem existir uniões nos vãos dos extremos, mas não limita a sua posição quanto à restante instalação.

Ensaio do TIPO III Quando o comprimento normalizado do caminho de cabos é igual ao comprimento do vão ou a um múltiplo deste e o fabricante indica qual deve ser a posição da união relativamente ao suporte em todas as instalações.



BASOR adota o ensaio TIPO II, que considera adequado ao sistema de instalação, porque:

- O ensaio Tipo II permite ao instalador que existam uniões em qualquer ponto entre os suportes, exceto no primeiro e último vãos.
- É prática habitual de montagem que não existam uniões no primeiro vão. Facilmente é possível evitar também uniões no último vão, acrescentando um suporte adicional ou reduzindo o comprimento do penúltimo troço de caminho de cabos.

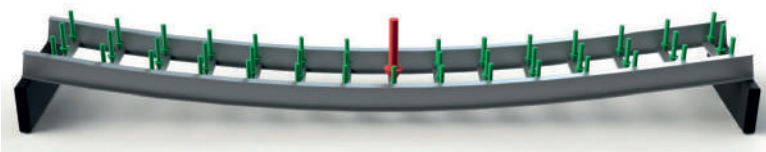


Determinação da CTA em múltiplos vãos (IEC 61537)



b) ENSAIOS DE CARGA SEGUNDO NEMA VE1 / ANCE NMX-J-517 (normativa aplicável nos USA e Canadá)

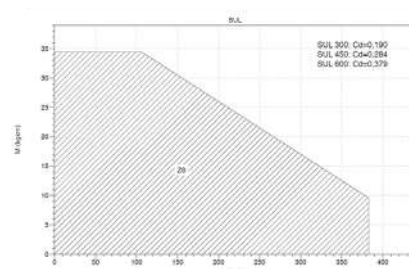
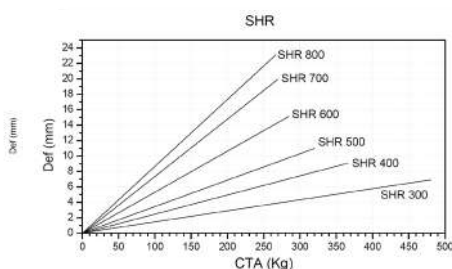
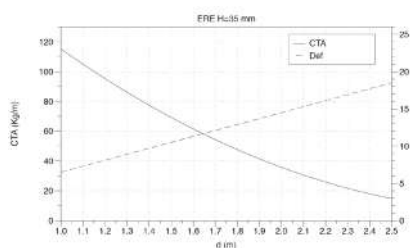
A configuração deste ensaio é de só um troço de caminho de cabos apoiado nos extremos. O teste consiste em incrementos de carga distribuída até atingir o colapso, definindo assim a CTA admissível com uma margem de segurança de 1,5. Adicionalmente, considera-se o ensaio da carga admissível por travessa nos caminhos de cabos de escada, pela aplicação de carga pontual aplicada no centro da mesma travessa.



Determinação da CTA numa viga simples (NEMA VE1)



Após realizados os ensaios com modelos e distâncias diferentes entre suportes, a BASOR elabora a respetiva documentação.



3.3 DIMENSIONAMENTO DOS CAMINHOS DE CABOS

DETERMINAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO (CT)

Os sistemas de caminhos de cabos devem ter uma resistência mecânica adequada.

Para seleccionar o sistema de caminhos de cabos adequado é necessário conhecer a carga de trabalho (CT), que dependerá da carga dos condutores que sustenta e das cargas adicionais do projeto que se considerem.

$$CT = Q_{\text{cabo}} + Q_{\text{concentrada}} + Q_{\text{neve}} + Q_{\text{vento}} + \dots$$

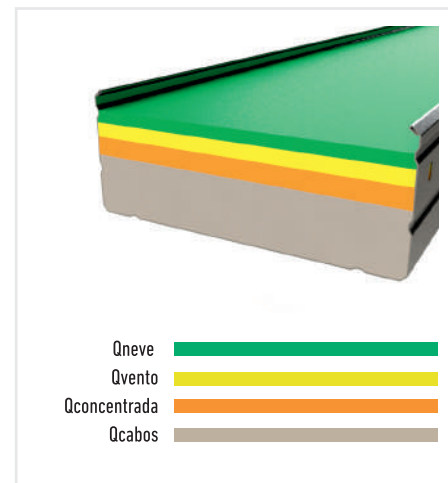
Exemplo:

Carga de condutores: 32 kg/m

Cargas adicionais: 16 kg/m

Carga de trabalho (CT): 48kg/m

Numa instalação podem-se considerar diferentes tipos de cargas. Será o projetista que em função das condições (localização, ambiente, etc.) determinará quais são as que se aplicarão em cada caso concreto.



PARA O CÁLCULO DE CARGAS E DIMENSIONAMENTO DOS CAMINHOS DE CABOS, CONSULTAR O ANEXO.

COMPRIMENTO DO VÃO

A carga de trabalho admissível (CTA) de um caminho de cabos é uma característica que depende do comprimento do vão. À medida que o comprimento do vão aumenta, a carga de trabalho admissível diminui.

A definição do comprimento adequado do vão é uma decisão que dependerá das condições da instalação e do custo do sistema de condução dos cabos (esteira+ suportes).

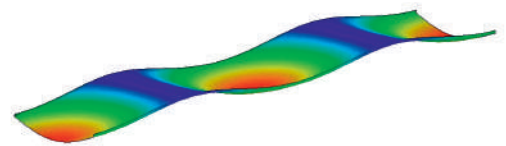


EM MUITAS SITUAÇÕES CONSIDERA-SE QUE OS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DOS CABOS DE MENOR CTA SÃO MAIS ECONÓMICOS E ISTO EM MUITOS CASOS NÃO É CORRECTO, DEVIDO AO FACTO DE SER NECESSÁRIO INSTALAR MAIS SUPORTES E TAMBÉM PORQUE O TEMPO DE EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO AUMENTA CONSIDERAVELMENTE.

FLEXA

A flecha é a deformação que é gerada no caminho de cabos imposta pela carga de trabalho que suporta.

Segundo a UNE-EN IEC 61537, para a CTA, a deflexão longitudinal no ponto médio do vão e a deflexão transversal não deve ser superior a $B/20$ da largura do caminho de cabos. A norma NEMA VE1 não contempla atualmente a flecha.



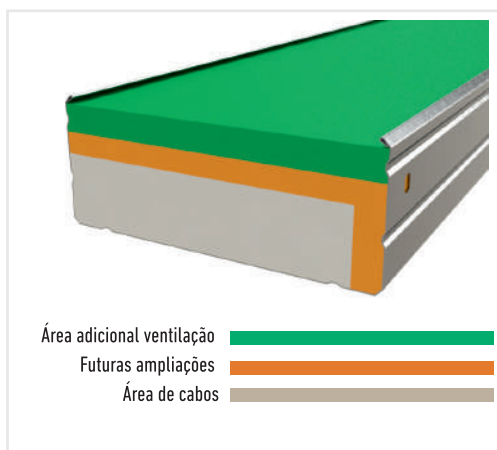
ÁREA MÍNIMA DO CAMINHO DE CABOS (A_{min})

Outro fator que nos dimensionará a instalação, além dos que indicamos até agora, é a área mínima que necessita a instalação.

ÁREA DE OCUPAÇÃO DOS CABOS

Para determinar a área total de ocupação dos cabos, deve-se considerar a secção útil de cada um dos cabos que estão instalados no caminho de cabos e simplesmente fazer o somatório.

Para considerar os espaços que necessariamente ficam entre os cabos consideramos a secção útil de um cabo como o quadrado do seu diâmetro.



COEFICIENTE DE RESERVA PARA FUTURAS AMPLIAÇÕES (R.F.A)

Uma das muitas características dos caminhos de cabos é a sua capacidade e facilidade de ampliação. Por isso é importante considerar uma percentagem de capacidade para futuras ampliações. Deste modo a área mínima necessária para uma instalação comum calcula-se mediante o somatório das secções úteis dos cabos e depois a aplicação da R.F.A.

**A BASOR
RECOMENDA RESERVAR
40%
DE REVERVA DE ESPAÇO
PARA FUTURAS
AMPLIAÇÕES**

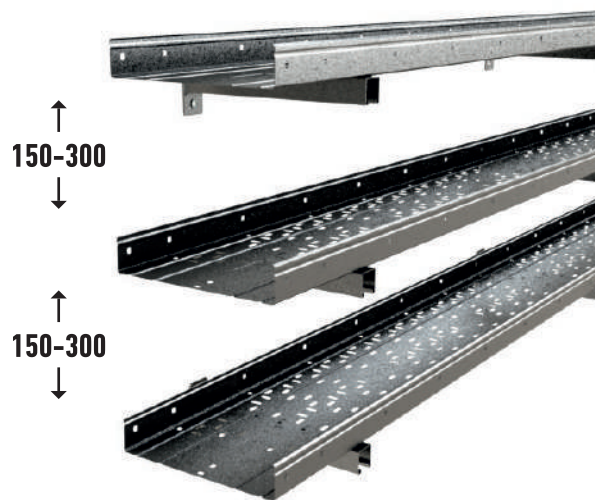
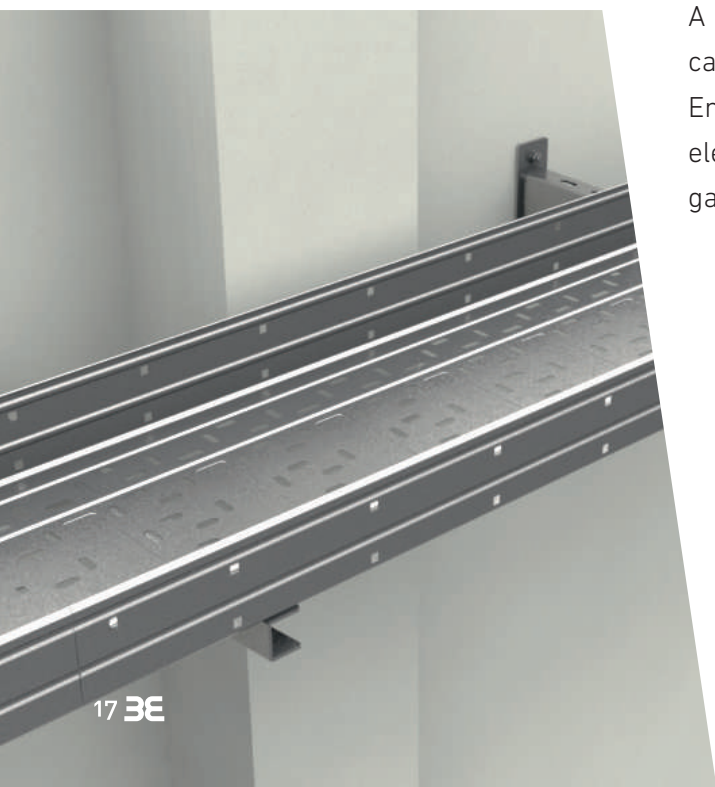
ÁREA ADICIONAL PARA VENTILAÇÃO

De acordo com o tipo de instalação o projetista pode decidir incrementar a área calculada de um acréscimo de segurança para assegurar uma boa ventilação da cablagem.

LIMITAÇÕES DE ESPAÇO

Um dos fatores que podem limitar a capacidade de seleção são as limitações de espaço, tanto da largura livre disponível para instalar os caminhos de cabos, como a altura livre que dispomos. A BASOR recomenda deixar livre 150 e 300 mm entre níveis de modo a poder aceder corretamente aos caminhos de cabos.

A distância dependerá da facilidade de acesso aos caminhos de cabos e a necessidade de manuseamento. Em nenhuma circunstância deve ser colocada a instalação elétrica sob uma instalação com líquidos, vapores ou gases.



SECÇÃO 4 CONTINUIDADE ELÉCTRICA

Os sistemas de caminhos de cabos diferenciam-se em dois grupos, os Sistemas com Continuidade Elétrica e Sistemas sem Continuidade elétrica, dependendo do seu modo de transportar a corrente elétrica.

Nos sistemas de caminhos de cabos com continuidade elétrica, teremos de assegurar que a ligação equipotencial é mantida em todo o seu percurso.



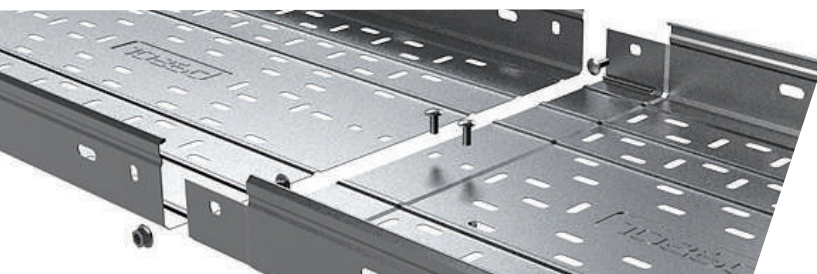
Nos sistemas de caminhos de cabos sem continuidade elétrica, teremos que assegurar que a resistência superficial do material seja suficientemente alta de modo a evitarmos o perigo em caso de fuga.



4.1 SISTEMAS DE CAMINHOS DE CABOS COM CONTINUIDADE ELÉCTRICA

A Norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de Cabos. Caminhos de cabos e Caminhos de cabos tipo Escada", especifica os requisitos que se devem cumprir para declarar um sistema de caminho de cabos como sistema com continuidade elétrica".

Estes requisitos são:



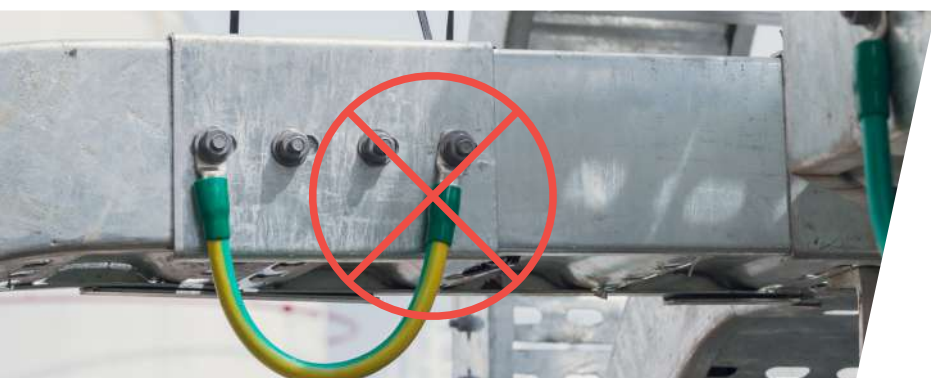
Impedância na união entre troços menor de 50 mΩ



Impedância no traço recto menor que 5 mΩ/m

A norma NEMA VE1 também estabelece a verificação da continuidade elétrica e os valores a superar, estabelecendo o requisito de: Impedância da união menor de 0,33 mΩ

Os caminhos de cabos metálicos da BASOR ELECTRIC cumprem com a norma de produto e alcançaram nos ensaios específicos valores inferiores aos definidos pela referida norma.



O cumprimento da norma assegura que o sistema possui continuidade elétrica, e por isso não é necessário o uso de ligações adicionais entre as peças para assegurar uma ligação equipotencial entre elas quando se instalam segundo indicações do fabricante e com os acessórios adequados.

4.2 SISTEMAS DE CAMINHOS DE CABOS ISOLANTES

A Norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de Cabos. Sistemas de caminhos de cabos e Sistemas de caminhos cabos de escada" especifica os requisitos que devem ser cumpridos para declarar um sistema de caminhos de cabos como sistema "isolante".

Estes requisitos são:

- Resistividade superficial $\geq 100 \text{ M}\Omega$. Comprovada mediante o ensaio de resistividade superficial, com a aplicação de uma tensão de 500V CC durante 1 minuto e feita a medida da resistência.

As principais vantagens dos caminhos de cabos e condutas isolantes são:

Proteção contra contactos indirectos: os sistemas de caminhos de cabos isolantes são seguros face aos contactos indirectos, sem necessidade de realizar ligações à rede de terra.

Evitam correntes de fuga: ao evitar as correntes de fuga evitam-se possíveis pontos quentes e arcos elétricos.



Segundo a norma americana UL 568 "Nonmetallic Cable Tray Systems", os Caminhos de Cabos isolantes deverão resistir ao ensaio ASTM D 149 com a aplicação de uma tensão de 5000V CC durante um minuto sem sofrer perfuração, exceto os caminhos de cabos desenhados expressamente para dissipar a eletricidade estática.

ANEXO

APLICAÇÃO DO REGULAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAIXA TENSÃO REBT

CAMINHOS DE CABOS NO REGULAMENTO ELETROTÉCNICO DE BAIXA TENSÃO REBT

A segurança de uma instalação elétrica deve ser um ponto importante e permitir a supervisão da mesma conforme estipulado pelo Regulamento Eletrotécnico de Baixa Tensão (REBT).

O Regulamento REBT, no seu ITC-BT 18 "INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA" indica que a ligação à terra é estabelecida principalmente com o objetivo de limitar a tensão que relativamente à terra pode vir a acontecer num determinado momento entre as massas metálicas e assegurar a atuação das proteções **eliminando ou diminuindo o risco de uma avaria nos materiais elétricos utilizados.**

Assim na ITC-BT-01 "TERMINOLOGIA" explica-se detalhadamente o conceito de massa, indicando explicitamente que "as massas são as partes metálicas acessíveis dos vários materiais elétricos, exceto os de Classe II ..."

E na mesma ITC-BT-01 desenvolve-se o conceito "MATERIAL DE CLASSE II" detalhando que se trata de um "material no

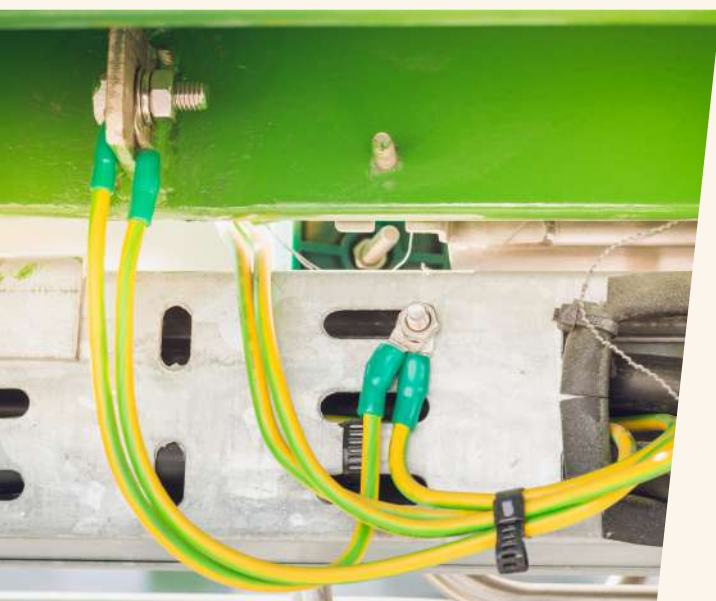
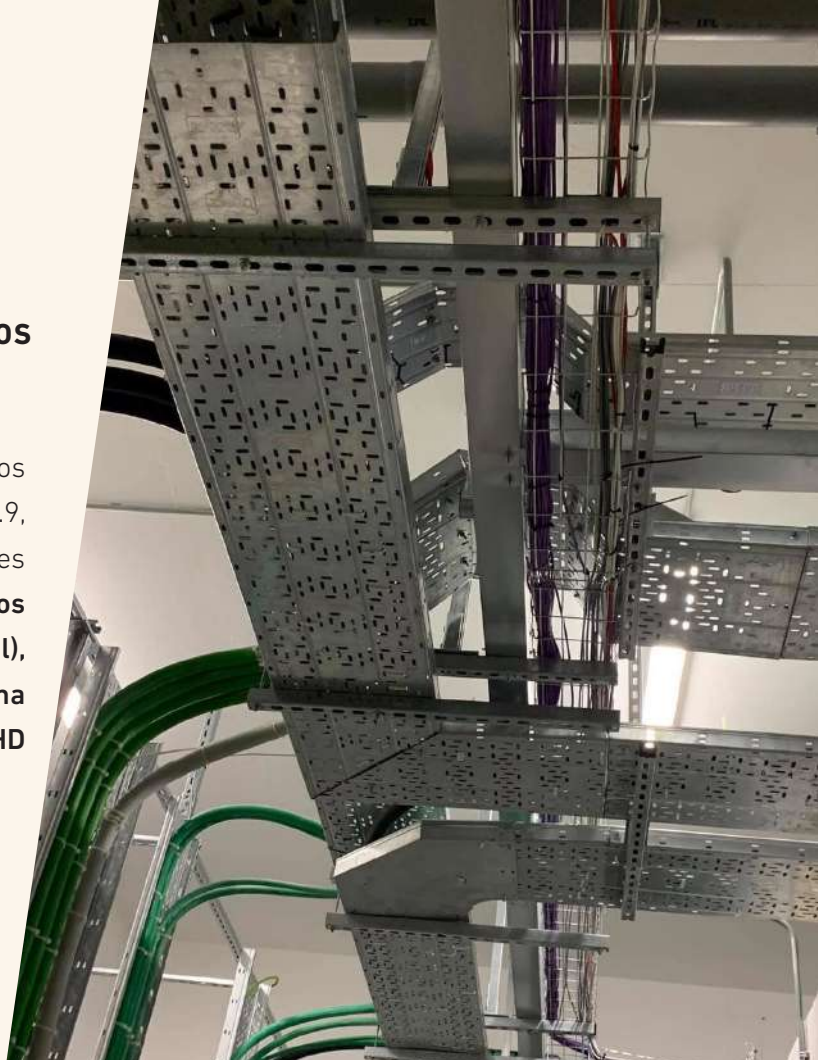
qual a proteção contra o choque elétrico não se baseia unicamente no isolamento principal, mas que contempla também medidas de segurança complementares, tais como o duplo isolamento ou isolamento reforçado... Este material deve estar alimentado por cabos com duplo isolamento ou com isolamento reforçado"



CANALIZAÇÕES COM CAMINHOS DE CABOS METÁLICOS

A instalação dos caminhos de cabos metálicos está contemplada no ITC-BT-20 do capítulo 2.2.9, onde é dito que: Só são utilizados condutores isolados com revestimento **(incluídos cabos armados ou com isolamento mineral), unipolares ou multipolares, segundo a norma UNE 20.460-5-52. (substituída pela UNE-HD 60364-5-52).**

Assim, dado que os caminhos de cabos se instalam exclusivamente com cabos de revestimento que possuem duplo isolamento e são considerados como Classe II, OS CAMINHOS DE CABOS METÁLICAS NÃO SÃO CONSIDERADOS MASSAS.



COMO DEVO LIGAR À TERRA OS CAMINHOS DE CABOS NA MINHA INSTALAÇÃO

Ainda que os caminhos de cabos nas instalações sejam considerados material de classe II, não são massas, como elemento metálico acessível, para assegurar a segurança, há que comprovar se é suficiente uma ligação ou são necessárias várias ligações através de ligadores de equipotencialidade, realizando o cálculo das resistências totais e calculando que não são atingidas tensões de contacto superiores às permitidas.

Na ITC-BT-24 "Instalações interiores ou recetoras. Proteção contra os contactos diretos e indiretos.", na parte correspondente à proteção contra os contactos indiretos, indica-se que o objetivo da proteção por corte automático da alimentação é impedir que uma tensão de contacto de valor suficiente se mantenha durante um tempo tal que possa ocorrer como resultado dela um risco. Em corrente alternada a tensão de contacto máxima é 50V, mas no caso de locais húmidos é de 24V.

CONCLUSÕES

Pelo que foi atrás referido **não é necessário um condutor de proteção ao longo do seu percurso.** Mas como são elementos metálicos acessíveis e para assegurar que a tensão de contacto é inferior aos valores indicados no REBT, pode ser necessário ligá-las a um condutor de proteção.

Para evitar o efeito de par galvânico na ligação do cabo ao caminho de cabos, a BASOR aconselha o uso de bornes de terra com anilhas bimetálicas.

Com essas anilhas conseguimos que o contacto entre os dois metais fica dentro da anilha sem a presença de um eletrólito, ou de um ambiente húmido, que acelere a aparição da oxidação e ao mesmo tempo aumentamos a superfície de contacto diminuindo o efeito da corrosão galvânica.



Em conclusão, os caminhos de cabos com revestimento metálico da BASOR ELECTRIC têm continuidade elétrica que assegura uma ligação equipotencial entre si e não necessitam de um condutor de proteção ao longo do percurso.

Porém como são elementos metálicos acessíveis e para cumprir com o REBT e não ultrapassar a tensão de contacto, a BASOR aconselha interligar a linha de caminhos de cabos à rede de terras com uma ligação de equipotencialidade como mínimo num ponto da instalação a cada 100 m, se o comprimento da linha for maior.

SECÇÃO 5 COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA

A compatibilidade eletromagnética está relacionada com a Diretiva CEM 2014/30/CE.

É a capacidade de uma instalação, um dispositivo ou um sistema de funcionar no seu ambiente eletromagnético de modo satisfatório e sem produzir por si mesmo perturbações eletromagnéticas que possam causar graves problemas ao funcionamento de outros dispositivos ou sistemas existentes nas proximidades.



TEM ESPECIAL IMPORTÂNCIA QUANDO EXISTEM **CABLAGENS DE COMUNICAÇÕES**, QUE PODEM FICAR AFECTADOS POR PERTURBAÇÕES EXISTENTES OU PRODUZIDAS POR OUTRAS **CABLAGENS DE POTÊNCIA NA PROXIMIDADE**.

RELAÇÃO ENTRE A REDE DE TERRA DE PROTECÇÃO E DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

- A rede de terra de proteção está ligada ao barramento do eléctrodo de terra, cuja função é garantir a proteção das pessoas.
- A ligação equipotencial das massas tem um papel importante na redução das perturbações eletromagnéticas e um papel funcional na transmissão de informação.

Para implementar um sistema ideal de ligações à terra de proteção e de ligações equipotenciais, recomenda-se a separação destas duas redes. Na prática, como estas duas redes estão estreitamente interligadas, é necessário uma ligação equipotencial quase total. Este procedimento compensa o problema de alta impedância dos condutores de terra, devido aos grandes comprimentos e à topologia de ligações em estrela utilizados.

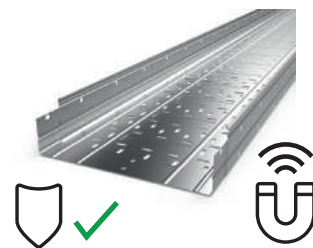
5.1 COMPORTAMENTO DOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Segundo a norma UNE-EN IEC 61537, os sistemas de condução de cabos (SCC) são elementos passivos na sua utilização normal no que diz respeito às influências eletromagnéticas, quanto à emissão e à imunidade.

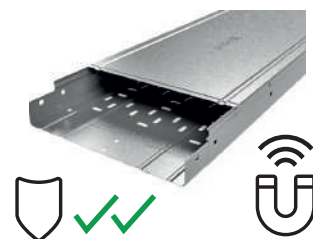
O SCC não metálicos, como os de PVC, são transparentes aos efeitos eletromagnéticos, porque os podem atenuar, mas também não amplificam possíveis perturbações eletromagnéticas internas.



Se um SCC metálico apresenta uma boa continuidade eléctrica e está ligado a um sistema de equipotencialização de massa, diminui a incidência da perturbação sobre os cabos ao eliminar a corrente induzida, melhorando a Compatibilidade Eletromagnética (CEM).



Se além disso o SCC com continuidade eléctrica for constituído por uma calha e sua tampa, a proteção contra as perturbações melhora de forma substancial.



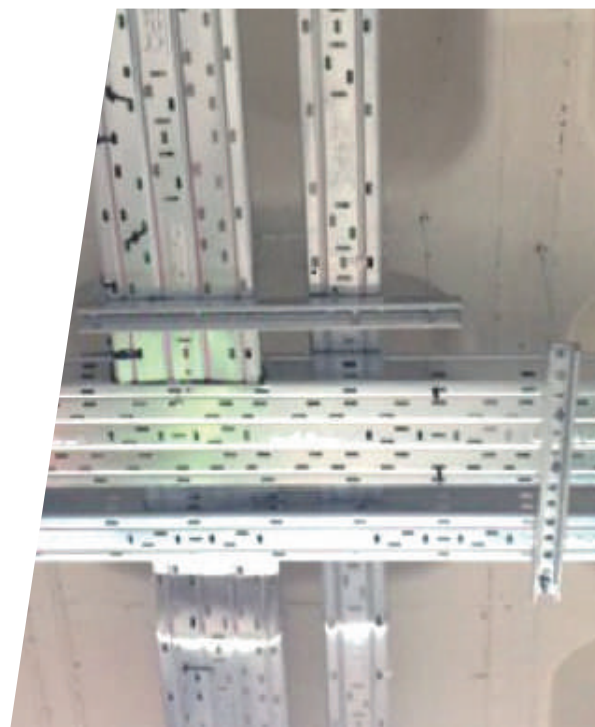
Os SCC, sem continuidade eléctrica não protegem face aos campos eletromagnéticos. Neste caso a única solução para melhorar a compatibilidade eletromagnética é aumentar a distância entre os SCC.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA UMA CORRETA COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA

Em praticamente todos os edifícios existem cablagens de comunicações. Para garantir a fiabilidade da sua utilização é importante a qualidade da cablagem e dos sistemas de canalização que os suportam. A normativa europeia sobre instalações eléctricas HD 60354-4-444 regulamenta a proteção contra as perturbações eletromagnéticas.

A atual normativa sobre cablagens de telecomunicações EN 50174-2 indica que o sistema de condução de cabos pode contribuir para reduzir as interferências eletromagnéticas:

- Através de uma blindagem nos circuitos contidos no sistema de gestão de cabos.
- Melhorando a convivência entre circuitos contidos no sistema de condução de cabos, mediante uma separação efetiva dos **cabos de dados** e os de **potência**.
- Reduzindo as perturbações entre os distintos circuitos contidos no sistema de condução de cabos produzidas pelas correntes que neles circulam.



EFEITOS DE BLINDAGEM ELECTROMAGNÉTICA DAS ESTEIRAS



LIMITADA



BOA

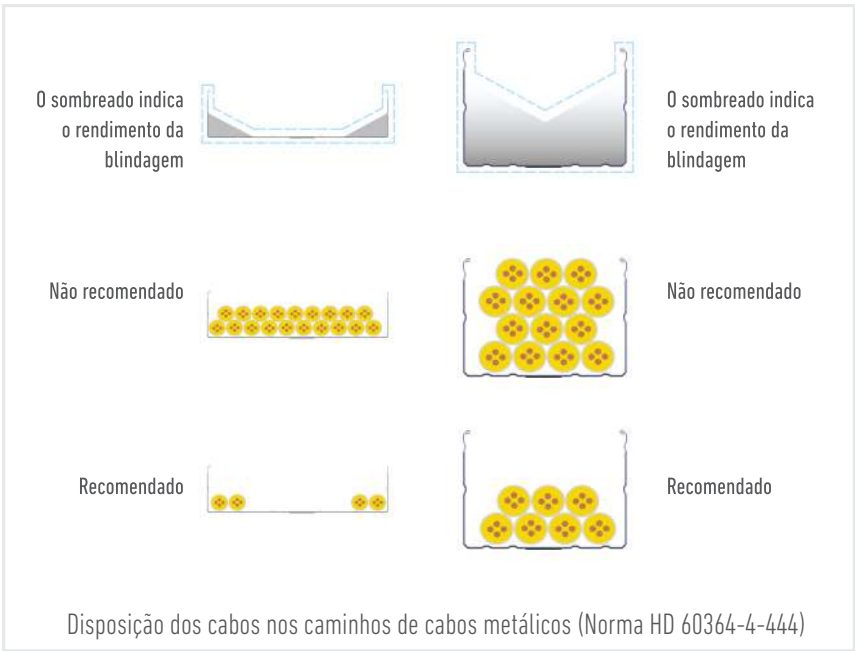


MELHOR



EXCELENTE

- Caminhos de cabos de diferentes tipos têm comportamentos diferentes, dependendo do grau de blindagem que proporcionam.
- As faces laterais proporcionam um maior isolamento.
- Para uma mesma área de secção transversal interna, as paredes laterais mais altas proporcionam uma maior capacidade útil.



CONSIDERAÇÕES DE INSTALAÇÃO

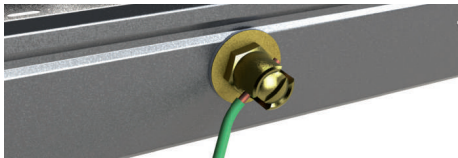
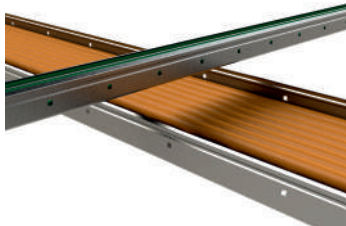
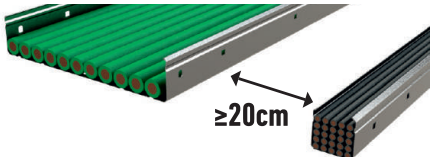
SEPARAR OS CIRCUITOS DE POTÊNCIA E DE DADOS COM UMA DISTÂNCIA SUPERIOR A 20 CM



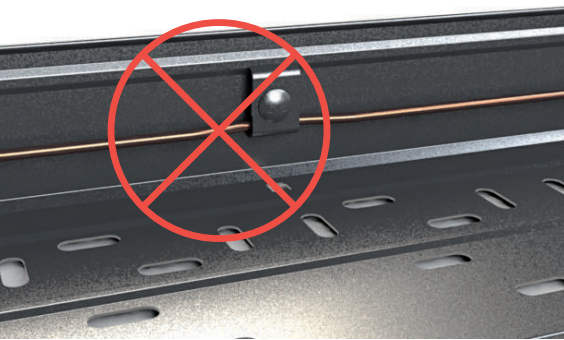
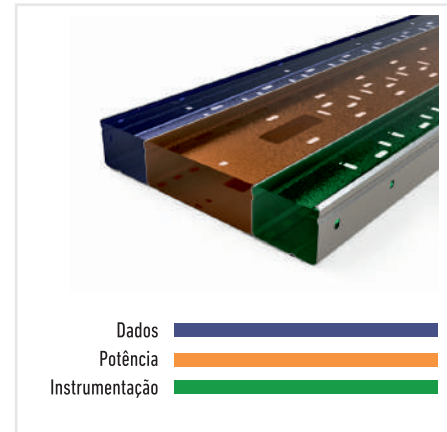
OS CRUZAMENTOS ENTRE CIRCUITOS DEVEM SER A 90°



LIGAR O SCC À REDE EQUIPOTENCIAL A CADA 100 METROS



Nas situações onde existam limitações de espaço podem-se instalar circuitos distintos num mesmo SCC divididos por um separador metálico. Com uma correta instalação que garanta a continuidade eléctrica, NÃO é necessário incluir um cabo de cobre ao longo de toda a esteira.



MONTAGEM DO CAMINHO DE CABOS E INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS

É importante, para garantir o correto isolamento, que se mantenha em todo o comprimento a ligação equipotencial junto com as canalizações, de modo a facilitar a eliminação de correntes de alta frequência.

Exemplos de manutenção da continuidade eléctrica dos componentes metálicos do sistema para proporcionar uma proteção da compatibilidade eletromagnética.



NÃO CONFORME



CONFORME



RECOMENDADO

(Figura 44.RZ4 Norma HD 60364-4-444)

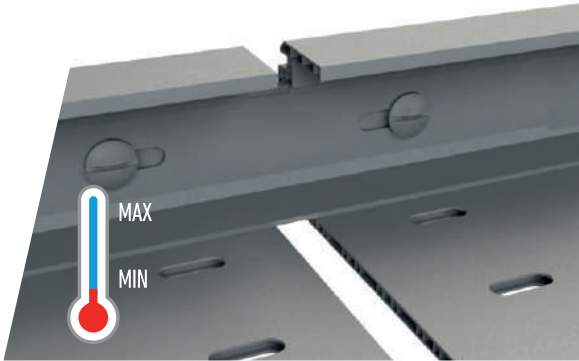
SECÇÃO 6

TEMPERATURA DE SERVIÇO:
CONTRAÇÕES E DILATAÇÕES TÉRMICAS

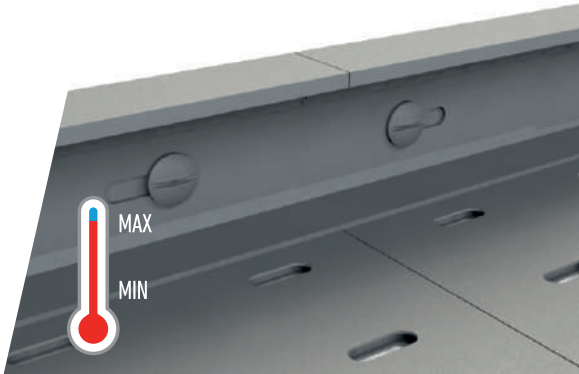
As temperaturas de serviço são a gama de temperaturas do sistema de condução de cabos na sua instalação e uso, sem que o sistema sofra um decréscimo nas suas características técnicas.

Em todos os sistemas de condução de cabos, devemos indicar a temperatura máxima e mínima de serviço. Se a gama de temperaturas for ampla, devemos considerar o efeito de contração e dilatação dos materiais.

Este efeito dilata ou contrai o material em função do coeficiente de dilatação do mesmo. Para poder medir o efeito de dilatação e contração, deve-se comparar o material a duas temperaturas distintas, e por isso é importante que no projeto dos sistemas de condução de cabos se contemple a amplitude de temperaturas de serviço onde vai ser instalado. Numa simples observação, o efeito de contração/ dilatação não é perceptível, ainda que em comprimentos grandes de sistemas de condução de cabos o efeito se acentue.



Os nossos sistemas de união utilizam rasgos longitudinais para absorver os movimentos devidos à dilatação térmica. A BASOR aconselha a separar as peças deixando espaço para que as uniões atuem como juntas de dilatação e permitir estes movimentos. O comprimento do conjunto dos caminhos de cabos, a diferença de temperatura de serviço e o material determinam o comprimento máximo do conjunto reto para instalar a união como junta de dilatação.



Em instalações com caminhos de cabos de PVC, com variações significativas de temperatura, a BASOR recomenda que se separem as peças de esteira entre 5 e 10mm entre si, dependendo do aumento de temperatura esperado, devido ao alto coeficiente de dilatação linear do material.

DISTÂNCIA (METROS) ENTRE JUNTAS DE DILATAÇÃO*				
DIFERENÇA DE TEMPERATURA (°C)	AÇO (m)	AÇO INOXIDÁVEL (m)	ALUMÍNIO (m)	PVC (m)
20	38	31	22	7,1
30	25	21	14	4,8
40	19	15	11	3,6

*Para uma dilatação máxima de 10mm.

SECÇÃO 7

VENTILAÇÃO E GRAU DE ESTANQUECIDADE

A escolha dos caminhos de cabos com maior ventilação melhorará substancialmente a temperatura de trabalho dos condutores para a mesma intensidade de corrente. Em compensação, os sistemas de conduções de cabos lisos (não perfurados) oferecem um maior nível de proteção face aos agentes externos.



Dependendo do tipo de instalação, deve-se procurar obter menores temperaturas de trabalho nos condutores para melhorar o rendimento da instalação, ou simplesmente obter uma maior proteção à penetração de qualquer agente externo dentro do sistema de condução de cabos.

O Código IP é utilizado para indicar o grau de estanquicidade da peça à penetração de água ou ao pó, assim como a proteção contra a entrada de objetos, e por isso contra o possível contacto das pessoas com as partes no interior.

Descrição do Código IPXX segundo a norma UNE-EN 60529

O primeiro dígito indica a proteção CONTRA A ENTRADA DE OBJETOS estranhos sólidos:

- 0) Não protegidos
- 1) ≥ 50 mm de diâmetro
- 2) $\geq 12,5$ mm de diâmetro
- 3) $\geq 2,5$ mm de diâmetro
- 4) ≥ 1 mm de diâmetro
- 5) Protegido contra o pó
- 6) Totalmente protegido contra o pó

O segundo dígito indica a Proteção CONTRA A ENTRADA DE ÁGUA com efeitos prejudiciais:

- 0) Não protegidos
- 1) Protegido contra as quedas verticais de gotas de água
- 2) Protegido contra as quedas de água com uma inclinação max. de 15°
- 3) Protegido contra a água em forma de chuva
- 4) Protegido contra as projeções de água
- 5) Protegido contra os jatos de água
- 6) Protegido contra os jatos fortes de água
- 7) Imersão temporária
- 8) Imersão continuada

SECÇÃO 8 MATERIAIS: CORROSÃO, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL

Como foi referido na Secção 1 "Seleção dos sistemas de Condução de Cabos", dependendo das propriedades mecânicas, elétricas, de resistência à corrosão, etc., deve ser utilizado um material ou outro, dotado de um acabamento apto para as condições ambientais a que está submetida a instalação.

A corrosão é definida como a deterioração de um material pelo seu ambiente de instalação devido a uma reação eletroquímica (oxidação). É um processo natural e espontâneo.

A velocidade a que tem lugar dependerá de diversos fatores: a temperatura, a humidade, a presença de substâncias corrosivas, a salinidade do fluído em contacto com o metal e as propriedades dos metais em questão.

Outros materiais não metálicos, como os termoplásticos, também sofrem degradação, ainda que por processos diferentes.



8.1 CORROSÃO E VIDA ÚTIL



Geralmente entende-se por VIDA ÚTIL a duração estimada que um objeto pode ter, cumprindo corretamente com a função para a qual foi fabricado.

No caso dos caminhos de cabos, será por isso o tempo durante o qual o caminho de cabos poderá suportar adequadamente os cabos. A corrosão é um fator determinante na vida útil dos caminhos de cabos, porque pode chegar a comprometer a sua resistência mecânica.

A escolha de um sistema de resistência à corrosão que não tenha em conta a vida útil do produto poder ter repercussões determinantes como, por exemplo, elevados custos de manutenção permanentes.

A VIDA ÚTIL de serviço das peças metálicas, será afetada pelos fenómenos de corrosão, em função das condições do ambiente ou outros fenómenos.

Os principais tipos de corrosão que podemos diferenciar são:



SISTEMAS DE PROTEÇÃO DO AÇO FACE À CORROSÃO

Basicamente existem dois modos de evitar a corrosão do aço:

PROTEGER O AÇO BASE

GALVANIZADO A QUENTE
(ANTES OU DEPOIS DA FABRICAÇÃO DA PEÇA)

REVESTIMENTOS ELECTROLÍTICOS

PINTURAS

ALTERAR A PRÓPRIA ESTRUTURA QUÍMICA DO AÇO

AÇOS INOXIDÁVEIS

8.2 CORROSÃO ATMOSFÉRICA

A corrosão atmosférica é causada quando o metal está exposto a líquidos, sólidos ou gases transportados pela atmosfera. A humidade, o sal, os gases corrosivos e a sujidade são os principais fatores. Este tipo de corrosão produz-se ao ar livre, em lugares com pouca ventilação e em ambientes marinhos.

O eletrólito é constituído normalmente por uma película de humidade extremamente fina e não visível à vista desarmada, ou também por uma película aquosa quando o metal é molhado devido à chuva ou ao orvalho. Está comprovado que a humidade relativa exerce um papel importante na corrosão atmosférica.



Em algumas situações estuda-se a corrosão salina de forma independente, dado que a superfície metálica está exposta a diferentes concentrações salinas, formando em certas ocasiões uma pilha galvânica onde a superfície exposta à menor concentração salina comporta-se como o ânodo.

Para elementos metálicos com proteção por revestimentos de zinco (Galvanizados, electrozincados, etc.), a Norma UNE-EN ISO 14713-1 permite estimar a VIDA ÚTIL do revestimento segundo a micragem do mesmo e a corrosividade do ambiente, para a qual se definem velocidades de corrosão em micras/ano para distintas categorias de ambientes:

DURABILIDADE DE REVESTIMENTOS DE ZINCO				EZ	GS	EZ1000	GQ(45µm)	GQ(70µm)	GQ(85µm)	GSP	GQP
CATEGORIA DE CORROSIVIDAD (SEGÚN ISO 14713-3)	C1 MUITO BAIXO	INTERIOR SECO, AMBIENTE NORMAL ZONA EXTERIOR SECA OU FRIA, SEM CONTAMINAÇÃO	TIPO DE AMBIENTE	ESCRITÓRIOS ESCOLAS, MUSEUS, DESERTOS OU ZONAS ÁRTICAS	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	C2 BAIXO	INTERIOR SEM VARIAÇÃO DE TEMPERATURA EXTERIOR SEM VARIAÇÃO DE TEMPERATURA COM BAIXA CONTAMINAÇÃO		ARMAZÉNS, POLIDESPORTIVOS ZONAS RURAIS SECAS, CIDADES PEQUENAS	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	C3 MÉDIO	CONDENSAÇÃO E POLUIÇÃO MODERADAS EXTERIOR TEMPERADO, CONTAMINAÇÃO MÉDIA		UNIDADES FABRIS, LEITARIAS, LAVANDARIAS, ZONA URBANA OU COSTEIRA, COM POUCA SALINIDADE	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	C4 ALTO	CONDENSAÇÃO E CONTAMINAÇÃO ALTAS EXTERIOR TEMPERADO, CONTAMINAÇÃO ALTA		PROCESSO INDUSTRIAL COM HUMIDADE, PISCINAS, ZONA INDUTRIAL CONTAMINADA, ZONA COSTEIRA	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	C5 MUY ALTO	CONTAMINAÇÃO ALTA, CONDENSAÇÃO E CONTAMINAÇÃO FREQUENTE PRESENCIA ALTA DE CLORETOUS OU CONTAMINAÇÃO		PISOS SUBTERRÂNEOS, MINAS, NAVES SEM VENTILAÇÃO INDUSTRIAL, ZONA COSTEIRA, ZONA COBERTA LITORAL	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	CX EXTREMO	CONDENSAÇÃO E CONTAMINAÇÃO PERMANENTE ZONA TROPICAL HUMIDA OU MUITO CONTAMINADA		NAVES SEM VENTILAÇÃO EM ZONAS TROPICAIS SALINAS ZONA INDUSTRIAL SEVERA, AMBIENTE MARINHO	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

* CONSIDERAVEL INCREMENTO DE DURABILIDADE PELA PROTEÇÃO DO REVESTIMENTO ORGÂNICO S/ISO 12944-5

◆ MUITO BAIXA ◆ BAIXA ◆ MÉDIA ◆ ALTA ◆ MUITO ALTA

MUITO BAIXO: 0 a < 2 anos ALTO: 10 a < 20 anos
BAIXO: 2 a < 5 anos MUITO ALTO: > 20 anos
MÉDIO: 5 a < 10 anos

Os principais revestimentos de zinco são:

- GS Aço Galvanizado antes de fabricação em continuo e pelo processo Sendzimir
- EZ Aço Eletrozincado
- GQ Aço Galvanizado a Quente depois da fabricação

- EZ1000 Aço Electrozincado melhorado, com passivação de alta espessura e selado, com resistência à Neblina Salina >1000h
- GSP Aço Sendzimir revestido com resina poliéster, com resistência à Neblina Salina > 1000h
- GQP Aço galvanizado a quente depois da fabricação, revestido com resina poliéster



Os aços inoxidáveis apresentam maior resistência à corrosão, já que ao reagir com o oxigénio forma-se uma película de óxido de cromo passivada e continua, muito resistente e estável na superfície dos mesmos. A correta formação desta capa passiva dependerá dos tratamentos do acabamento recebido antes da fabricação.

No entanto, pode ser atacado em ambientes agressivos por alguns tipos de corrosão localizados que podem dar lugar à formação de pontos ou fissuras.

Com a adição de diferentes elementos na liga, consegue-se melhorar a resistência à corrosão, além de outras características mecânicas, pelo que são definidos nas normas Europeias diferentes Classes de Resistência à Corrosão (CRC), segundo a composição química do aço inoxidável.

A tabela seguinte mostra os principais tipos de Aço Inoxidável segundo a sua maior resistência à corrosão, segundo UNE-EN 1993-1-4 "Eurocódigo 3. Estruturas de aço. Parte 1-4: Aços inoxidáveis".

PRINCIPAIS TIPOS DE AÇO INOXIDÁVEL UTILIZADOS			
CLASSE DE RESISTÊNCIA À CORROSÃO CRC	DESIGNAÇÃO SIMBÓLICA	DESIGNAÇÃO NUMÉRICA	OUTRA DESIGNAÇÃO (AISI)
I	X2CrNi12	1.4003	430
II	X2CrNi18-9	1.4307	304L
III	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316L
IV	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	2205
V	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	926

i304

i316

8.3 CORROSÃO QUÍMICA

A corrosão química ocorre quando o metal está exposto diretamente a soluções químicas. Dependendo do nível de concentração da solução, tempo de contacto, frequência de limpeza e da temperatura de serviço, assim o nível da corrosão será maior ou menor.

Os materiais plásticos, como o PVC, têm bom comportamento face à grande quantidade de produtos químicos, como indicam as normas DIN 6081 e TR 10358.



Da mesma forma, os aços inoxidáveis oferecem maior resistência à corrosão química do que os aços com revestimentos de Zinco. O aço inoxidável i316 é especialmente adequado para ambientes salinos.

NO ANEXO DESTA GUIA TÉCNICO PODE CONSULTAR AS TABELAS DE COMPATIBILIDADE QUÍMICA.

8.4 CORROSÃO NO ARMAZENAMENTO

Em alguns casos (aços com revestimento de zinco) quando o material é armazenado em locais com pouca ventilação e húmidos, aparecem manchas brancas sobre as superfícies. Geralmente, as manchas brancas são superficiais e não afetam as propriedades do revestimento. É recomendada a limpeza para que se possa formar corretamente a camada protetora.



O material deve ser armazenado em lugares ventilados e secos, evitando-se sempre armazenar no exterior, ainda que seja com humidade baixa.

8.5 CORROSÃO GALVÂNICA

É um fenómeno comum, e ocorre quando dois metais distintos estão em contacto entre si. Ao entrar em contacto dois metais distintos, cria-se um pequeno par galvânico, atuando um metal como ânodo elétrico e o outro como cátodo elétrico, criando uma corrente de eletrões entre si.



Ânodo —
Cátodo —

Aquele que tenha o potencial de redução mais negativo oxidar-se-á e aquele que tenha um potencial de redução mais positivo se reduzirá.

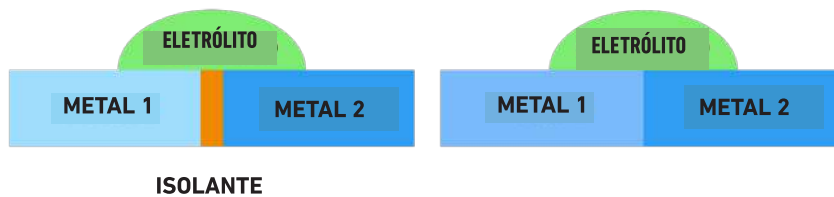
É importante ter em linha de conta que para que se produza a corrosão galvânica, tem que ocorrer simultaneamente três condições:

- União dos metais com Diferença de Potencial Galvânico
- Contacto físico entre os metais
- Película de humidade condutora na superfície (electrólito)

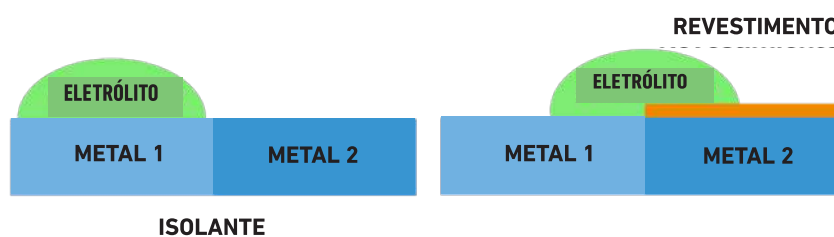
A CORROSÃO GALVÂNICA NÃO OCORRE...

...SEM UNIÕES CONDUTORAS
ELECTRICAMENTE

...EM METAIS SEM DIFERENÇA
DE POTENCIAL



...SEM CONTACTO ATRAVÉS DE UM ELETRÓLITO



Ânodo —
Cátodo —

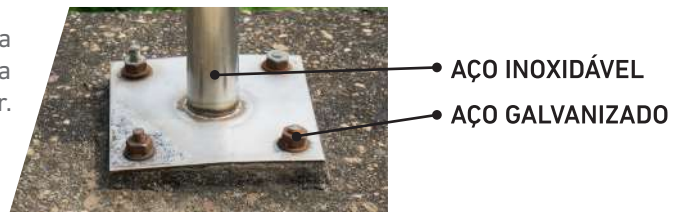
Os fatores principais que determinam o aparecimento da corrosão galvânica são:

A área de contacto entre as peças Será proporcional ao ataque sofrido pela corrosão.

Quando a peça atacada (exemplo: acessório em aço galvanizado) for de maior superfície que a peça em contacto (exemplo: porca em aço inoxidável), o efeito galvânico será muito lento.

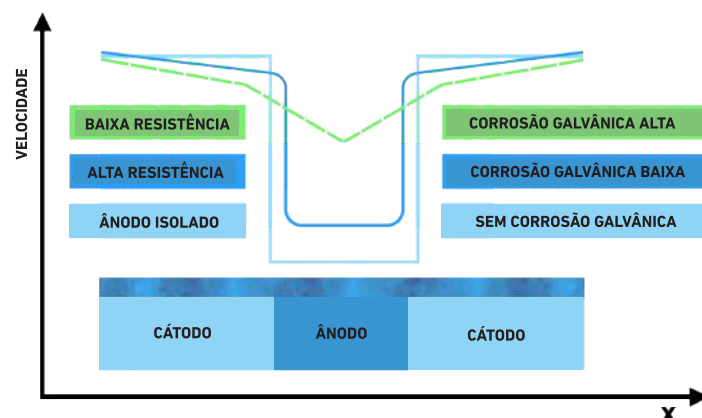


Do mesmo modo, uma área pequena da peça mais débil irá acelerar a corrosão face à peça maior.



O meio ambiente em que se encontra Uma temperatura elevada e a presença de humidade favorecem a ação de oxidação.

A velocidade de corrosão dependerá da presença continuada ou não da humidade que forma a capa de eletrólito, e da condutividade que será variável segundo a presença de salinidade e contaminantes.



Os materiais afetados Segundo o nível de potencial galvânico entre eles estabelecer-se-á uma maior intensidade de corrosão continuada, reduzindo a vida útil do revestimento anódico.

TABELA: DIFERENÇA DE POTENCIAL GALVÂNICO (mV) ENTRE DIFERENTES METAIS

Na tabela seguinte de potenciais galvânicos, indica-se a compatibilidade da união entre diferentes metais. Os valores abaixo da linha vermelha indicam que existe risco considerável de que se produza corrosão galvânica.

- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO ALTO
- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO MÉDIO
- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO BAIXO

	AÇO INOX	NIQUEL (Ni)	COBRE (Cu)	LATÃO (Cu-Zn)	BRONZE (Cu-Sn)	AÇO DE FUNDIÇÃO	AÇO CARBONO	ALUMÍNIO	AÇO MACIO	CRÓMIO	ZINCO (Zn)
AÇO INOX	0										
NIQUEL (Ni)	180	0									
COBRE (Cu)	320	140	0								
LATÃO (Cu-Zn)	400	220	80	0							
BRONZE (Cu-Sn)	520	340	200	120	0						
AÇO DE FUNDIÇÃO	700	520	380	300	180	0					
AÇO CARBONO	750	570	480	350	230	50	0				
ALUMÍNIO	840	660	520	440	320	115	90	0			
AÇO MACIO	855	675	535	455	335	155	105	15	0		
CRÓMIO	950	770	630	550	430	250	200	110	95	0	
ZINCO (Zn)	1150	970	830	750	630	450	400	310	295	200	0

SELEÇÃO DOS ACESSÓRIOS NOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Na instalação de caminhos de cabos e caminhos de cabos de escada, devido à menor superfície relativa os acessórios poderão sofrer corrosão galvânica, que será mais rápida em ambientes húmidos ou agressivos e dependendo dos materiais:

MATERIAL DO CAMINHO DE CABOS/ ESCADA				
ACESSÓRIOS -SUPPORTES -PARAFUSOS	REVESTIMENTO DE ZINCO		ALUMÍNIO	INOXIDÁVEL
	EZ	GQ	AL	i304 i316
	EZ GQ		CORROSÃO GALVÂNICA	CORROSÃO GALVÂNICA
	i304 i316		CORRETO	

- EZ Electrozincado
- GQ Galvanizado a Quente após fabricação
- i304 Aço Inoxidável AISI 304
- i316 Aço Inoxidável AISI 316
- AL Alumínio (Ligas 1050, 5754, 6063, etc.)

8.6 CLASSIFICAÇÃO FACE À CORROSÃO PELA NORMATIVA DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

A Norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de cabos. Sistemas de caminhos de cabos e Sistemas de caminhos cabos de escada" classifica, de um modo orientativo, os materiais e revestimentos mais comuns segundo o grau de resistência à corrosão em "classes" de menos resistentes para mais resistentes. Com este tipo de classificação pode-se definir a classe mínima necessária para cada tipo de instalação.

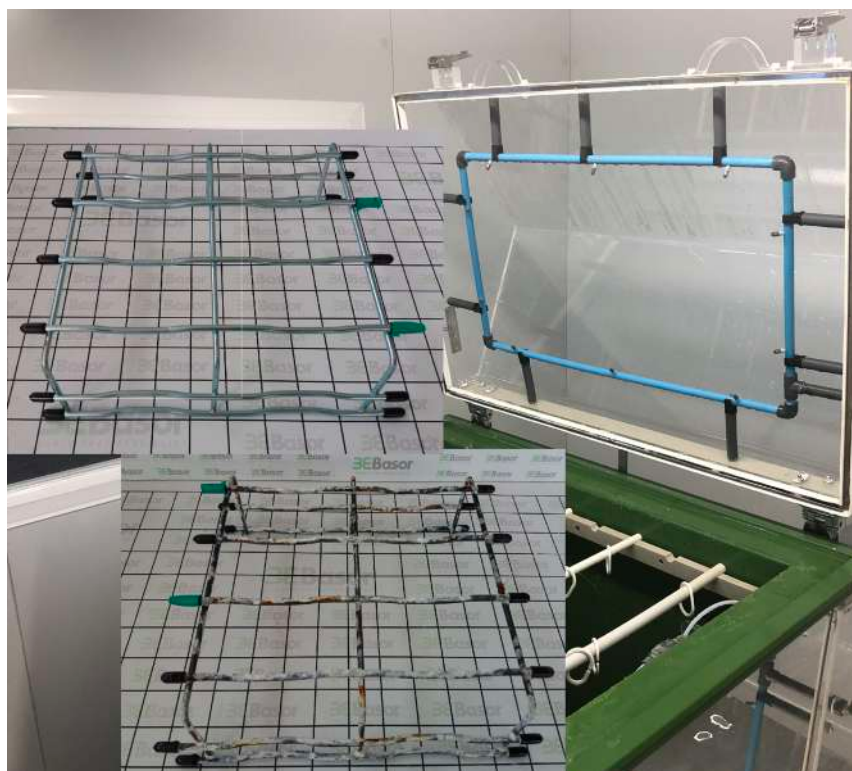
Além disso, a norma UNE-EN IEC 61537 permite estabelecer uma equivalência entre a classe de resistência à corrosão e a duração do ensaio de neblina salina neutra (Ensaio NSS) segundo a Norma ISO 9227, permitindo aos fabricantes e engenheiros estabelecer novos acabamentos ou materiais.

CLASSE	REFERÊNCIA - MATERIAL E REVESTIMENTO	DURAÇÃO (h) ENSAIO NSS
0*	Nenhuma	-
1	Depósito eletrolítico até uma espessura mínima de 5µm	24
2	Depósito eletrolítico até uma espessura mínima de 12 µm	96
3	Pré-galvanizado de grau 275 de acordo com a Norma EN 10327 e a Norma EN 10326	155
4	Pré-galvanizado de grau 350 de acordo com a Norma EN 10327 e a Norma EN 10326	195
5	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 45 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	450
6	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 55 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	550
7	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 70 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	700
8	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 85 µm (mínimo) Segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco (Normalmente aço com alto teor em silício)	850
9A	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S30400 ou a Norma EN 10088 grau 1-4301 sem tratamento posterior**	-
9B	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S31603 ou a Norma EN 10088 grau 1-4404 sem tratamento posterior**	-
9C	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S30400 ou a Norma EN 10088 grau 1-4301 com tratamento posterior**	-
9D	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S31603 ou a Norma EN 10088 grau 1-4404 com tratamento posterior**	-

*Para os materiais que não dispõem de uma classificação declarada de resistência à corrosão.

**O processo de tratamento posterior usa-se para melhorar a proteção contra a corrosão em fissuras e a contaminação produzida por outros aços.

Para os revestimentos de zinco, é possível estimar a vida útil do material a partir dos valores da taxa de corrosão, que resulta da Norma EN ISO 14731 e dos diferentes tipos de ambiente, para cada tipo de acabamento, conforme refletido na Tabela “Durabilidade dos revestimentos de Zinco” no início da secção.



Ensaio de corrosão acelerada numa câmara de neblina salina



3EBasor
CABLE TRAY SPECIALIST

CAMINHOS DE CABOS, BASOR ELECTRIC, LDA

Rua 42, Parque Empresarial Quimiparque,
Armazém 21, Apartado 5070.

283-904 Barreiro

Tel.: 212 071 165

E.: basor.pt@basor.pt