

14 a 16 de Agosto
Centro de Exposições São Paulo Expo

CONSTRU
METAL
2019

Construção em Aço: Soluções para o
Desenvolvimento Sustentável

ISO 12944 Revisão 2018 – Um Guia Prático

Evandro Rivera



Agenda

- Custo da corrosão
- Mecanismos da corrosão
- Introdução ao conteúdo da ISO 12944
- Classificação dos ambientes
- Considerações sobre design (desenho estrutural)
- Tipos de preparação de superfície
- Sistemas de pintura protetiva
- Testes de laboratório
- Execução e supervisão de projetos
- Desenvolvendo especificações
- ISO 12944 – 9 Offshore

Custos da Corrosão

5 toneladas de aço se deterioram a cada segundo no mundo!!!!



Fonte: Revista Norueguesa - Rust og rate.

Custos da Corrosão

40% de todo aço produzido no mundo é usado para repor o aço corroído!!!



Fonte: Revista Norueguesa - Rust og rate.

Mecanismos da Corrosão



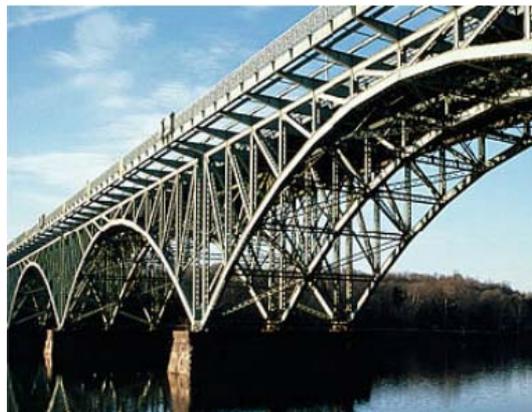
Mecanismos da Corrosão

Parâmetros que aceleram a velocidade da corrosão:

- Temperatura;
- Umidade;
- Concentração de sais;
- Percentual de poluição no ar, incluindo chuva ácida, partículas de fuligem e poeira.

Mecanismos da Corrosão

A corrosão afeta de equipamentos de precisão



... A infraestrutura



Partes da ISO 12944

- » Part 1 : Introdução Geral
- » Part 2 : Classificação dos Ambientes
- » Part 3 : Desenhos de Construções
- » Part 4 : Tipos de Superfície e Preparo de Superfície
- » Part 5 : Sistemas de Pintura e Expectativa de Durabilidade
- » Part 6 : Testes de Desempenho dos Sistemas
- » Part 7 : Execução e Supervisão dos Sistemas de Pintura
- » Part 8 : Especificando Sistemas de Pintura
- » Part 9 : Sistemas de Pintura e Testes de Desempenho para Offshore

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes

Atmosférico

- C1** – Muito Baixo (Edif. Climatizado)
- C2** – Baixo (Ambiente Rural)
- C3** – Médio (Ambiente Urbano)
- C4** – Alto (Ambiente Industrial)
- C5** – Muito Alto (ind. Agressivo - Cubatão)

CX – Corrosividade Extrema (Offshore)

Imersão

- Im 1** – Água
- Im 2** – Água do Mar ou Água Salobra
- Im 3** – Solo (aterramento)

Im 4 - Água do Mar ou Água Salobra com proteção catódica

Revisão nova

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes

Table 1 — Atmospheric-corrosivity categories and examples of typical environments

Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
	Mass loss g/m ²	Thickness loss µm	Mass loss g/m ²	Thickness loss µm		
C1 very low	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels
C2 low	> 10 to 200	> 1,3 to 25	> 0,7 to 5	> 0,1 to 0,7	Atmospheres with low level of pollution: mostly rural areas	Unheated buildings where condensation can occur, e.g. depots, sports halls
C3 medium	> 200 to 400	> 25 to 50	> 5 to 15	> 0,7 to 2,1	Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution; coastal areas with low salinity	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes

Table 1 — Atmospheric-corrosivity categories and examples of typical environments

Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
Mass	Thickness	Mass	Thickness			
C4 high	> 400 to 650	> 50 to 80	> 15 to 30	> 2,1 to 4,2	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity	Chemical plants, swimming pools, coastal ship and boatyards
C5 very high	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere and coastal areas with high salinity	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution
CX extreme	> 1 500 to 5 500	> 200 to 700	> 60 to 180	> 8,4 to 25	Offshore areas with high salinity and industrial areas with extreme humidity and aggressive atmosphere and subtropical and tropical atmospheres	Industrial areas with extreme humidity and aggressive atmosphere

NOTE The loss values used for the corrosivity categories are identical to those given in ISO 9223.

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes

Table 2 — Categories for water and soil

Category	Environment	Examples of environments and structures
Im1	Fresh water	River installations, hydro-electric power plants
Im2	Sea or brackish water	Immersed structures without cathodic protection (e.g. harbour areas with structures like sluice gates, locks or jetties)
Im3	Soil	Buried tanks, steel piles, steel pipes
Im4	Sea or brackish water	Immersed structures with cathodic protection (e.g. offshore structures)

NOTE For corrosivity category Im1 and Im3, cathodic protection can be used with a paint system tested accordingly

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes



C1



C2

Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)	
—	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels.
Atmospheres with low level of pollution. Mostly rural areas.	Unheated buildings where condensation may occur, e.g. depots, sports halls.

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes



C3

Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)

Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution. Coastal areas with low salinity.

Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies.



C4

Industrial areas and coastal areas with moderate salinity.

Chemical plants, swimming pools, coastal ship- and boatyards.

ISO 12944 Parte 2 – Classificação dos Ambientes



C5



CX

Exterior	Interior
Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)	
Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
Coastal and offshore areas with high salinity.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.



Coberto pela ISO 12944 - 9

ISO 12944 Parte 3 – Detalhes Construtivos

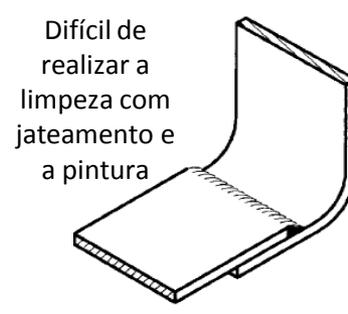
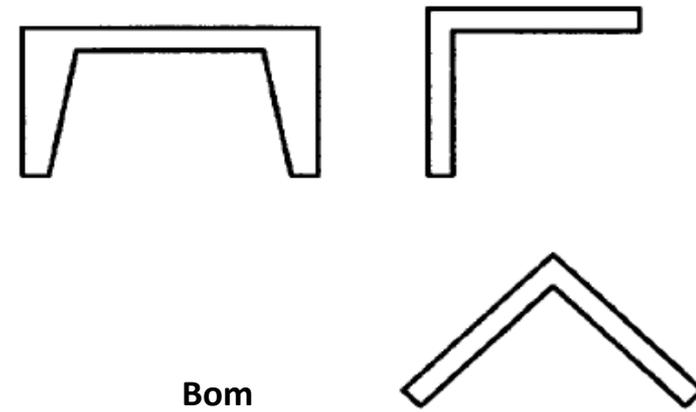
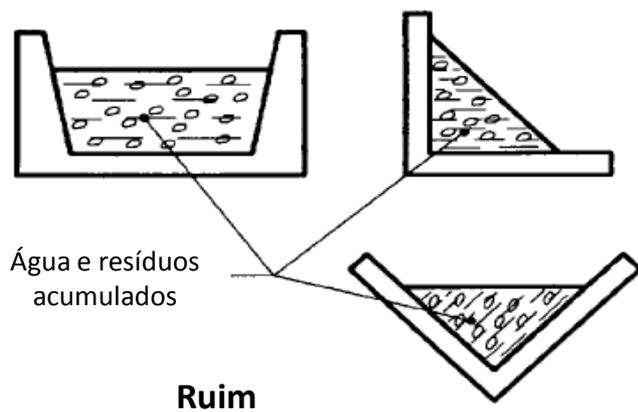
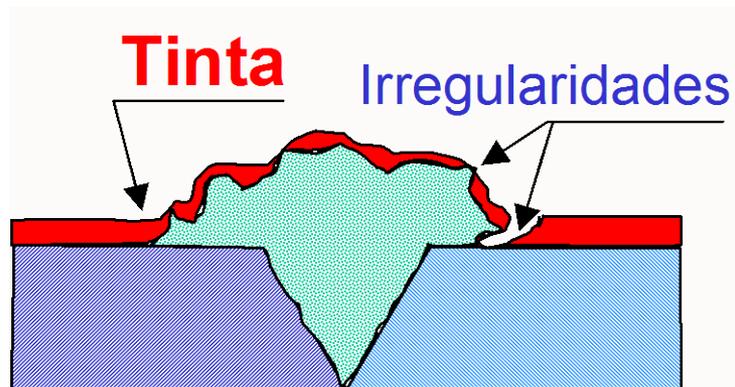


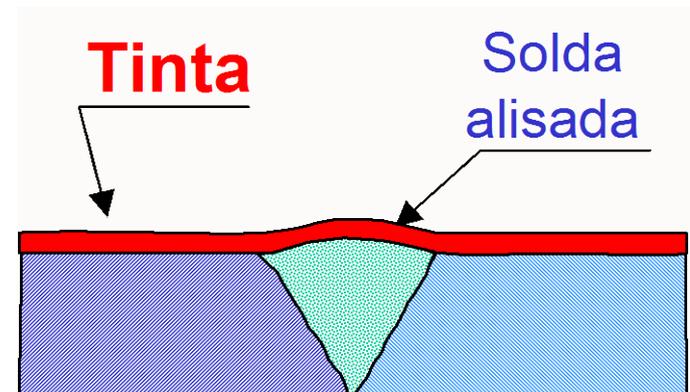
Figura D.2 – Design das soldas

ISO 12944 Parte 3 – Detalhes Construtivos



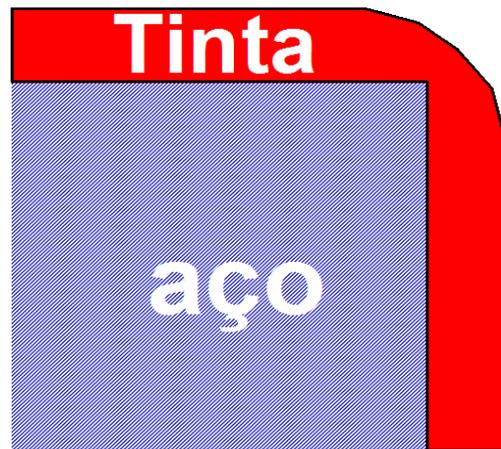
Solda irregular

(ruim)

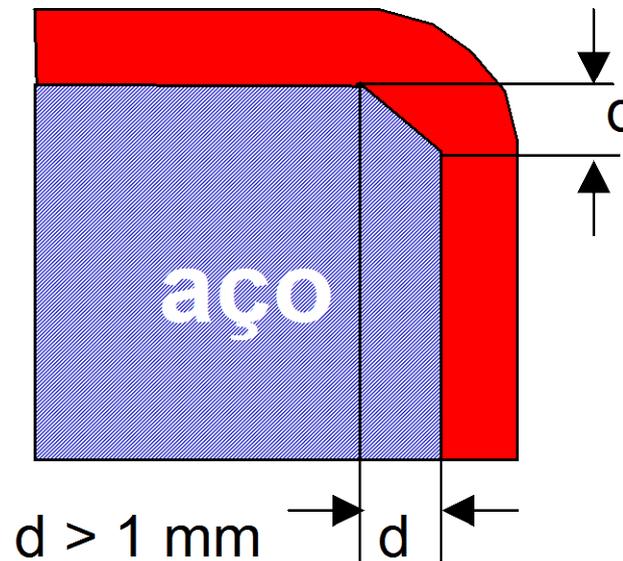


*Superfície da solda
alisada
(bom)*

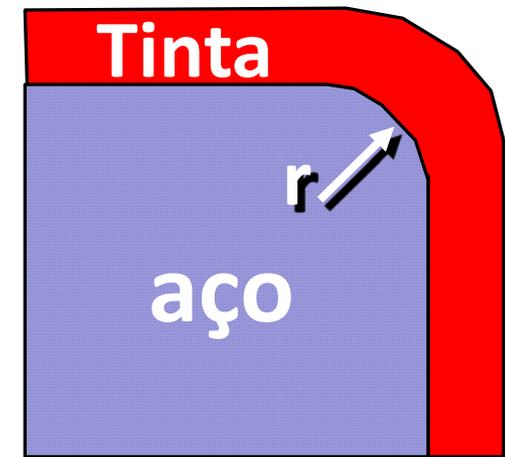
ISO 12944 Parte 3 – Detalhes Construtivos



*Arestas vivas
(Ruim)*



$d > 1 \text{ mm}$
*Arestas chanfradas
(Melhor)*



$r > 2 \text{ mm}$
*Arestas arredondadas
(Ótimo)*

ISO 12944 Parte 4 – Preparação de Superfície

Jateamento abrasivo: Abrasivo Grit x Shot



STEEL SUBSTRATE BLASTED WITH GL-25 STEEL GRIT

STEEL SUBSTRATE BLASTED WITH S-230 STEEL SHOT

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Durabilidade:

A durabilidade de um sistema de pintura de proteção depende de vários parâmetros, como:

- O tipo de sistema de pintura;
- O desenho da estrutura;
- A condição do substrato antes da preparação;
- O grau de preparação de superfície;
- A qualidade do trabalho de preparação da superfície;
- A condição de juntas, bordas e soldas antes de preparação;
- A qualidade da aplicação;
- As condições durante a aplicação;
- As condições de exposição após a aplicação.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Expectativa de Durabilidade:

Expectativa de Durabilidade: Expectativa de vida do sistema de revestimento até a primeira grande manutenção.

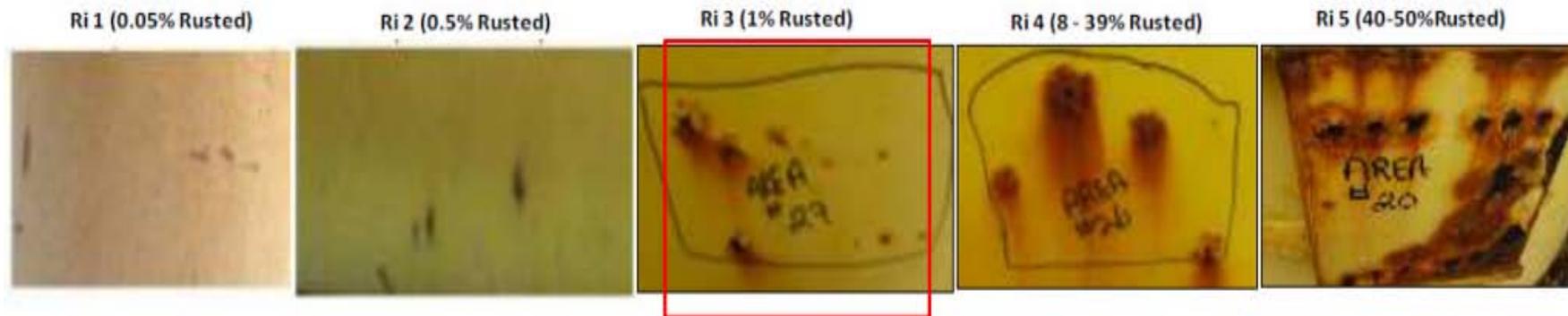
- Baixo (L) até 7 anos
- Médio (M) 7 anos a 15 anos
- Alto (H) 15 anos a 25 anos
- Muito Alto (VH) mais de 25 anos

A Expectativa de Durabilidade não é um "tempo de garantia". A durabilidade é uma consideração técnica que pode ajudar o proprietário a configurar um programa de manutenção. Um tempo de garantia é objeto de cláusulas no contrato e não está dentro do escopo esta parte da ISO 12944. Não há regras que liguem os dois períodos de tempo.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Avaliação da Corrosão

De acordo com a ISO 12944-5, a primeira grande manutenção normalmente precisa ser realizada por razões de proteção anticorrosiva, uma vez que o revestimento atingiu o grau Ri3.



ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

8.4 Guia para selecionar o sistema de pintura mais apropriado

1. Defina o macro ambiente - Através da ISO 12944-2;
2. Verifique se existe algum microclima específico dentro do macroclima;
3. Defina a expectativa de Durabilidade – Atravé da ISO 12944-5. Pesquise nos Anexos B a E aplicáveis. O Anexo B estabelece um conjunto de requisitos mínimos para sistemas de proteção nas várias categorias de corrosividade, imersão e durabilidade. As Tabelas C.1 a C.6, D.1 e tabela E.1 apresentam propostas para diferentes tipos genéricos de sistemas de pintura para cada faixa de corrosividade;
4. Defina o tipo de superfície e preparo de superfície - ISO 12944-4;

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

8.4 Guia para selecionar o sistema de pintura mais apropriado

5. Através da ISO 12944-5 & Jotun Protective Coatings selecione o sistema mais adequado para atender os requisitos do projeto/cliente, incluindo questões mais específicas, como:
 - ✓ Velocidade de aplicação (secagem), necessidades de outras demãos e proteção antichama;
 - ✓ Legislações aplicáveis e certificações (atendimento ao LEED)
 - ✓ Cores de acabamento e resistência a UV, Brilho, etc.
6. Consulte sempre a Jotun para confirmar a escolha e determinar o que é comercialmente mais interessante e que atende os pré-requisitos do projeto.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela A - Abreviações

Table A.1 — Abbreviated terms and descriptions

	Abbreviated term	Description			
Type of primer	Zn (R)	Zinc-rich primer, see 7.1.2 for further details. The usual nominal dry film thickness varies from 40 µm up to 80 µm.			
	Misc.	All other categories of primers			
Binder base for primers and subsequent coats		Main binder	Type	Water-borne possible	Additional remarks
	AK	Alkyd	single pack	X	
	AY	Acrylic	single pack	X	Usually water-borne
	EP	Epoxy	two pack	X	Poor UV-resistance
	PUR	Polyurethane	single or two pack	X	Only aliphatic types for topcoats
	ESI	Ethyl silicate	single or two pack		It is recommended to use a tie coat compatible with the next subsequent coat
	C2 to C5	Corrosivity categories, see ISO 12944-2.			
	Im1 to Im3	Immersion categories, see ISO 12944-2.			
	NDFT	Nominal dry film thickness. See 7.3 for further details.			
	MNOC	Minimum number of coats. Depending on the coating material, the application method and the design of the parts, it may be necessary to apply a higher number of coats.			

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela B.2 – Valores Mínimos – Aço Carbono

Table B.2 — Summary of the minimum number of coats (MNO) and minimum NDFT of the paint system depending on durability and corrosivity category on abrasive blasted steel substrates

Durability	Low (l)			Medium (m)			High (h)			Very high (vh)			
	Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		
Type of primer	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	
Binder base of primer	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	
Binder base of subsequent coats	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	
C2	MNO	a			—	—	1	1	1	1	2	2	2
	NDFT	a			—	—	100	60	120	160	160	180	200
C3	MNO	—	—	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	NDFT	—	—	100	60	120	160	160	180	200	200	240	260
C4	MNO	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	—
	NDFT	60	120	160	160	180	200	200	240	260	260	300	—
C5	MNO	2	2	—	2	2	—	3	2	—	3	3	—
	NDFT	160	180	—	200	240	—	260	300	—	320	360	—

NOTE 1 The abbreviations are described in [Table A.1](#). For single coats, the binder base of the primer is recommended.

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

^a If a coating is desired, use a system from a higher corrosivity category or durability, e.g. C2 high or C3 medium.

Note que as espessuras aumentam conforme aumenta a corrosividade e a durabilidade.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela B.3 – Valores Mínimos – Aço Galvanizado a Quente

Table B.3 — Summary of the minimum number of coats (MNOC) and minimum NDFT of the paint system depending on durability and corrosivity category on hot dip galvanized steel according to ISO 1461

Durability		Low (l)		Medium (m)		High (h)		Very high (vh)	
Binder base of primer		EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY
Binder base of subsequent coats		EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY
C2	MNOC	a		a		1	1	1	2
	NDFT	a		a		80	80	120	160
C3	MNOC	a		1	1	1	2	2	2
	NDFT	a		80	80	120	160	160	200
C4	MNOC	1	1	1	2	2	2	2	
	NDFT	80	80	120	160	160	200	200	
C5	MNOC	1	2	2	2	2		2	
	NDFT	120	160	160	200	200		240	

NOTE 1 The abbreviations are described in [Table A.1](#). For single coats, the binder base of the primer is recommended.

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

NOTE 3 The durability is in this case related to the paint system adhesion to the hot dip galvanized surface. In case of damaged paint system, the remaining hot dip galvanized layer delivers further protection to the steel.

^a If coating is desired, use a system from higher corrosivity categories or durability, e.g. C2 high or C3 medium.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela B.5 – Valores Mínimos – Imersão

Table B.5 — Summary of the minimum number of coats (MNOG) and minimum NDFT of the paint systems for carbon steel for three immersion categories of two different durabilities on abrasive blasted steel substrates

Durability	High (h)			Very high (vh)		
Type of primer	Zn (R)	Misc.	—	Zn (R)	Misc.	—
Binder base of primer	ESI, EP, PUR	EP, PUR	—	ESI, EP, PUR	EP, PUR	—
Binder base of subsequent coats	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR
MNOG	2	2	1	2	2	1
NDFT	360	380	400	500	540	600

Minimum requirements for lower durabilities shall be agreed upon between the interested parties.

NOTE For abbreviations see [Table A.1](#).

A Jotun e os grandes fabricantes de tinta não recomendam Zn em situação de imersão!!!

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela C.2 – Sistemas de Pintura para Ambiente C1 e C2

Table C.2 — Paint systems for carbon steel for corrosivity category C2

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm	Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h	vh
C2.01	AK, AY	Misc.	1	40 to 80	AK, AY	1-2	80				
C2.02	AK, AY	Misc.	1	40 to 100	AK, AY	1-2	100				
C2.03	AK, AY	Misc.	1	60 to 160	AK, AY	1-2	160				
C2.04	AK, AY	Misc.	1	60 to 80	AK, AY	2-3	200				
C2.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	60 to 120	EP, PUR, AY	1-2	120				
C2.06	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 100	EP, PUR, AY	2	180				
C2.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	—	1	60				
C2.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2	160				

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

- Durabilidade aumenta com espessura;
- EP, PUR, ESI mantem durabilidade com espessura reduzida em comparação ao AK, AY;
- Rico em Zn aumenta durabilidade com espessura reduzida;
- Zn com 80% de Zn (DFT).

Para ambiente C1 utilizar a tabela C2 acima.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela C.3 – Sistemas de Pintura para Ambiente C3

Table C.3 — Paint systems for carbon steel for corrosivity category C3

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm	Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h	vh
C3.01	AK, AY	Misc.	1	80 to 100	AK, AY	1-2	100				
C3.02	AK, AY	Misc.	1	60 to 160	AK, AY	1-2	160				
C3.03	AK, AY	Misc.	1	60 to 80	AK, AY	2-3	200				
C3.04	AK, AY	Misc.	1	60 to 80	AK, AY	2-4	260				
C3.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1-2	120				
C3.06	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2	180				
C3.07	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2-3	240				
C3.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	—	1	60				
C3.09	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2	160				
C3.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2-3	200				

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

- Durabilidade aumenta com espessura;
- EP, PUR, ESI mantem durabilidade com espessura reduzida em comparação ao AK, AY;
- Rico em Zn aumenta durabilidade com espessura reduzida.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela C.4 – Sistemas de Pintura para Ambiente C4

Table C.4 — Paint systems for carbon steel for corrosivity category C4

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm	Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h	vh
C4.01	AK, AY	Misc.	1	60 to 160	AK, AY	1-2	160				
C4.02	AK, AY	Misc.	1	60 to 80	AK, AY	2-3	200				
C4.03	AK, AY	Misc.	1	60 to 80	AK, AY	2-4	260				
C4.04	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1-2	120				
C4.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2	180				
C4.06	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2-3	240				
C4.07	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2-4	300				
C4.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	—	1	60				
C4.09	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2	160				
C4.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2-3	200				
C4.11	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	260				

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

- Durabilidade aumenta com espessura;
- EP, PUR, ESI mantem durabilidade com espessura reduzida em comparação ao AK, AY;
- AK e AY não podem promover durabilidade VH;
- Rico em Zn aumenta durabilidade com espessura reduzida.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela C.5 – Sistemas de Pintura para Ambiente C5

Table C.5 — Paint systems for carbon steel for corrosivity category C5

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm	Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h	vh
C5.01	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2	180				
C5.02	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2-3	240				
C5.03	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2-4	300				
C5.04	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 200	EP, PUR, AY	3-4	360				
C5.05	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2	160				
C5.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2-3	200				
C5.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	260				
C5.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	320				

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

- Durabilidade aumenta com espessura;
- AK e AY não são recomendados para ambiente C5;
- Rico em Zn aumenta durabilidade com espessura reduzida.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela C.6 – Sistemas de Pintura para Imersão

Table C.6 — Paint systems for carbon steel for immersion categories Im1, Im2 and Im3

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm		Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h
I.01	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR	2-4	360				
I.02	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR	2-5	500				
I.03	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80	EP, PUR	2-4	380				
I.04	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80	EP, PUR	2-4	540				
I.05			—	—	EP, PUR	1-3	400				
I.06			—	—	EP, PUR	1-3	600				

NOTE 1 Water-borne products are not yet suitable for immersion.

NOTE 2 Depending on mechanical and abrasive loads, it can be necessary to increase the NDFT of the systems to ensure the durability. For abrasive loads, NDFT of up to 1 000 μm are recommended, and for extreme abrasive loads even up to 2 000 μm .

NOTE 3 The immersion categories deal with external exposure only. Confined spaces and tank internals are outside the scope of this document (see ISO 12944-2).

NOTE 4 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 5 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

- Durabilidade aumenta com espessura;
- AK e AY não são recomendados para imersão;
- Somente são especificações sistemas para durabilidade H e VH devido a dificuldade de inspeção e reparo.

ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela D.1 – Sistemas de Pintura para Galvanizado a Fogo

Table D.1 — Paint systems on hot dip galvanized steel for corrosivity categories C2 to C5

System No.	Corrosivity category	Priming coat			Subsequent coat(s)	Paint system			Durability ^a			
		Binder type	No. of coats	NDFT in µm		Binder type	No. of coats	NDFT in µm	l	m	h	vh
G2.01	C2	EP, PUR, AY	1	80		1	80					
G2.02		AY	1	80	AY	2	160					
G2.03		EP, PUR	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1 to 2	120					
G3.01	C3	EP, PUR, AY	1	80		1	80					
G3.02		EP, PUR	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1 to 2	120					
G3.03		AY	1	80	AY	2	160					
G3.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160					
G3.05		AY	1	80	AY	2 to 3	200					
G4.01	C4	EP, PUR, AY	1	80		1	80					
G4.02		EP, PUR	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1 to 2	120					
G4.03		AY	1	80	AY	2	160					
G4.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160					
G4.05		AY	1	80	AY	2 to 3	200					
G4.06		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 to 3	200					
G5.01	C5	EP, PUR	1	80 to 120	EP, PUR, AY	1 to 2	120					
G5.02		AY	1	80	AY	2	160					
G5.02		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160					
G5.03		AY	1	80	AY	2 to 3	200					
G5.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 to 3	200					
G5.05		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2 to 3	240					

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

^a The durability is in this case related to the paint system adhesion to the hot dip galvanized surface. In case of a damaged paint system, the remaining hot dip galvanized layer delivers further protection to the steel.

- Durabilidade aumenta com espessura;
- EP, PUR, ESI mantem durabilidade com espessura reduzida em comparação ao AK, AY;
- Nenhum pigmento especial como Zn é utilizado no primer, pois o galvanizado já promove proteção catódica ao aço carbono.

ISO 12944 Parte 6 – Testes de Laboratório

**Câmara
de teste**



ISO 12944 Parte 5 – Sistemas de Pintura

Tabela 1 – Procedimentos para Corrosividade C2 a C5

Table 1 — Test procedures for paint systems applied to carbon steel, hot dip galvanized steel or steel with thermal-sprayed metallic coating

Corrosivity category as defined in ISO 12944-2	Durability ranges according to ISO 12944-1	Test regime 1			Test regime 2
		ISO 2812-2 (water immersion) h	ISO 6270-1 (water condensation) h	ISO 9227 (neutral salt spray) h	Annex B (cyclic ageing test) h
C2	low	—	48	—	—
	medium	—	48	—	—
	high	—	120	—	—
	very high	—	240	480	—
C3	low	—	40	120	—
	medium	—	120	240	—
	high	—	240	480	—
	very high	—	480	720	—
C4	low	—	120	240	—
	medium	—	240	480	—
	high	—	480	720	—
	very high	—	720	1 440	1 680
C5	low	—	240	480	—
	medium	—	480	720	—
	high	—	720	1 440	1 680
	very high	—	—	—	2 688

- Para C4VH e C5H o teste do Regime 2 é opcional.
- Para o C5VH usar só Teste Regime 2

ISO 12944 Parte 7 – Execução e Supervisão

Esta parte da ISO foca na execução do serviço de pintura e inclui:

- Recebimento/armazenamento das tintas;
- Condições do site e condições climáticas;
- Métodos de aplicação (rolo, trincha e spray);
- Inspeção e controle durante a pintura.



ISO 12944 Parte 7 – Execução e Supervisão

Áreas de referência e Corpo de Prova (padrões práticos):

- As áreas de referência são áreas adequadas na estrutura, enquanto os corpos de prova são espécimes representativos utilizados para estabelecer um mínimo aceitável padrão para o trabalho;
- Para verificar se os dados fornecidos por um fabricante ou contratado estão corretos;
- Para permitir que o desempenho do revestimento seja avaliado a qualquer momento após conclusão;
- As áreas de referência normalmente não são usadas para fins de garantia, mas podem ser usadas para este propósito, se acordado entre as partes contratantes.

ISO 12944 Parte 8 – Desenvolvendo Especificações de Pintura para Novos Projetos e Manutenções

Como desenvolver uma especificação para novos trabalhos???

Todos os parâmetros relevantes devem ser levados em consideração, por exemplo:

- Durabilidade exigida;
- Condições ambientais e outros stress;
- Preparação da superfície;
- Tipo de tinta e número de demãos;
- Métodos de aplicação e requisitos de aplicação;
- Local de aplicação (estruturário ou site da obra);
- Requisitos de andaimes;
- Requisitos relativos à manutenção (futura), se houver;
- Requisitos de saúde e segurança;
- Requisitos de proteção ambiental (LEED ou outros).

ISO 12944 Parte 9 – Execução e Supervisão



- CX
- Splash Zone
- Tidal Zone
- Im4

Alguns Sistemas Jotun

Ambiente C2-H

Jotamastic 70 com 120 micrometros

Ambiente C3-H

Jotamastic 70 com 120 ou 130 micrometros

Futura Classic com 60 ou 50 micrometros

Ambiente C4-H

Jotamastic 70 com 100 micrometros

Jotamastic 70 com 100 micrometros

Futura Classic com 60 micrometros

Ambiente C5-H

Jotamastic 70 com 120 micrometros

Jotamastic 70 com 120 micrometros

Futura Classic com 60 micrometros

Pode trabalhar

em 2 demãos

Alguns Sistemas Jotun

Ambiente CX (Norsok 1A)

Barrier com 60 micrometros

Penguard Universal com 160 micrometros

Hardtop XP com 60 micrometros

Ambiente CX (Norsok 1A Manutenção)

Barrier Smart Pack com 60 micrometros

Jotamastic Smart Pack HB com 160 micrometros

Hardtop One com 60 micrometros

Ambiente (Splash Zone & Tidal)

Marathon 500 com 300 micrometros

Marathon 500 com 300 micrometros

Ambiente Im4 (Norsok 7B)

Penguard Universal Alumínio com 175 micrometros

Penguard Universal com 175 micrometros

Sistema desenvolvido para aplicação sobre preparo de superfície alternativo e aplicação a rolo e trincha.

Dúvidas???

Muito Obrigado!

Evandro Rivera

Project Supervisor

E-mail: evandro.rivera@jotun.com.br

Telefone: 11 97684-7399





Jotun Protects Property