

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

1. ÂMBITO / OBJETIVO / APLICAÇÃO

A presente especificação técnica estabelece as condições técnicas, normas e requisitos a que deve obedecer a tubagem e os acessórios em ferro fundido dúctil, utilizados na construção, substituição e melhoria de redes de transporte e distribuição de água, destinada ao consumo humano.

2. DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

2.1 MATÉRIA PRIMA

2.1.1 Ferro Fundido Dúctil

Ferro fundido utilizado no fabrico de tubos, acessórios e componentes em que a grafite está presente essencialmente sob a forma esferoidal.

2.2 TUBOS E ACESSÓRIOS

2.2.1 Características Gerais

2.2.1.1 Aspeto da Superfície

Os tubos e acessórios devem apresentar-se isentos de defeitos e imperfeições de superfície que possam conduzir à sua não conformidade com os requisitos da NP EN 545 (contemplados nas seções 4 e 5 desta norma) ou da ISO 16631 (secção 4, Anexos A e B)

2.2.1.2 Reparações

Se necessário, os tubos e acessórios poderão ser reparados, inclusive por soldadura sob supervisão controlada pelo fabricante, a fim de corrigir as imperfeições de superfície e os defeitos locais que não afetem a totalidade da espessura da parede - inclusive por soldadura sob supervisão do fabricante, desde que sejam verificadas as seguintes condições:

- i. As reparações sejam executadas de acordo com um processo escrito incluído na documentação técnica do fabricante;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	Materials de Construção Civil	MCC
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL	Versão: 00

- ii. Os tubos e acessórios reparados estejam em conformidade com os requisitos das secções 4 e 5 da NP EN 545.
- iii. Os tubos e acessórios reparados, compatíveis com os diâmetros normalizados das tubagens em PVC ou em PEAD, estejam em conformidade com os requisitos da secção 4 da ISO 16631.

2.2.2 Requisitos Dimensionais

2.2.2.1 Espessura da Parede metálica

A espessura mínima da parede metálica dos tubos de DN 40 a DN 2000 é estabelecida em função do DN e da classe de pressão (PFA), em conformidade com os quadros 16 e 17 da secção 8 da norma NP EN 545.

Para os acessórios, os valores dados para a espessura nominal e , indicada nos quadros e figuras da parágrafo 8.3 e 8.4 da norma NP EN 545, correspondem à parte principal do corpo. A espessura real em alguns pontos particulares pode ser aumentada de forma a poder responder a aspectos particulares ou de forma dos acessórios.

A tolerância na espessura de parede nominal dos acessórios será conforme preconizado pelo quadro 1 da NP EN 545.

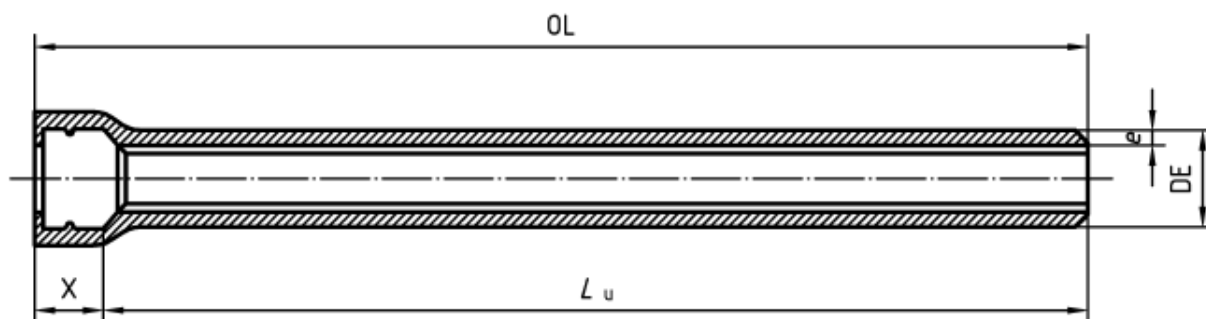


Figura I – Tubo de boca-ponta lisa

Legenda:

OL = comprimento total [m]

X = profundidade máxima da boca ou do embocamento [m]

e = espessura da parede metálica [mm]

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		ET. MCC.II2.
	Material de Construção Civil		MCC
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL		Versão: 00

Lu = comprimento útil (= OL-X) [m]

DE = diâmetro exterior na zona da ponta-lisa [mm]

DN	Diâmetro exterior DE [mm]		Espessura mínima da parede metálica e [mm]						
	Nominal	Tolerâncias	Classe 20	Classe 25	Classe 30	Classe 40	Classe 50	Classe 64	Classe 100
40	56	+ 1/- 1,2				3,0	3,5	4,0	4,7
50	66	+ 1/- 1,2				3,0	3,5	4,0	4,7
60	77	+ 1/- 1,2				3,0	3,5	4,0	4,7
65	82	+ 1/- 1,2				3,0	3,5	4,0	4,7
80	98	+ 1/- 2,7				3,0	3,5	4,0	4,7
100	118	+ 1/- 2,8				3,0	3,5	4,0	4,7
125	144	+ 1/- 2,8				3,0	3,5	4,0	5,0
150	170	+ 1/- 2,9				3,0	3,5	4,0	5,9
200	222	+ 1/- 3,0				3,1	3,9	5,0	7,7
250	274	+ 1/- 3,1				3,9	4,8	6,1	9,5
300	326	+ 1/- 3,3				4,6	5,7	7,3	11,2
350	378	+ 1/- 3,4			4,7	5,3	6,6	8,5	13,0
400	429	+ 1/- 3,5			4,8	6,0	7,5	9,6	14,8
450	480	+ 1/- 3,6			5,1	6,8	8,4	10,7	16,6
500	532	+ 1/- 3,8			5,6	7,5	9,3	11,9	18,3
600	635	+ 1/- 4,0			6,7	8,9	11,1	14,2	21,9
700	738	+ 1/- 4,3		6,8	7,8	10,4	13,0	16,5	
800	842	+ 1/- 4,5		7,5	8,9	11,9	14,8	18,8	
900	945	+ 1/- 4,8		8,4	10,0	13,3	16,6		
1000	1048	+ 1/- 5,0		9,3	11,1	14,8	18,4		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA						ET. MCC.II2.	
	Material de Construção Civil						MCC	
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL						Versão: 00	

I 100	I 152	+ 1/- 6,0	8,2	10,2	12,2	16,2	20,2		
I 200	I 255	+ 1/- 5,8	8,9	11,1	13,3	17,7	22,0		
I 400	I 462	+ 1/- 6,6	10,4	12,9	15,5				
I 500	I 565	+ 1/- 7,0	11,1	13,9	16,6				
I 600	I 668	+ 1/- 7,4	11,9	14,8	17,7				
I 800	I 875	+ 1/- 8,2	13,3	16,6	19,9				
2000	2082	+ 1/- 9,0	14,8	18,4	22,1				

O diâmetro nominal dos tubos e acessórios de ferro fundido dúctil, conformes à norma ISO 16631, é referido ao diâmetro exterior, tal como se verifica com os tubos e acessórios em material plástico normalizado (PVC e PEAD).

Os tubos e acessórios de ferro fundido dúctil, dimensionalmente compatíveis com os tubos e acessórios em materiais plásticos normalizados (PVC e PEAD), serão da classe C25 (pressão de funcionamento admissível de 25 bar) e as suas espessuras nominais serão conformes com o seguinte quadro (quadros 11 e 14 da norma ISO 16631:2016, respetivamente):

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	Materials de Construção Civil	MCC
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL	Versão: 00

DN/OD	Espessura nominal [mm]	
	Tubos	Acessórios
50	3,0	5,0
63	3,0	5,0
75	3,0	5,0
90	3,0	5,0
110	3,0	5,0
125	3,0	5,0
140	3,1	5,0
160	3,2	5,0
180	3,3	5,0
200	3,4	5,0
225	3,5	6,0

2.2.2.2 Diâmetro

2.2.2.2.1 DIÂMETRO EXTERIOR

Os tubos e acessórios deverão respeitar as dimensões e tolerâncias da NP EN 545 quando medidos com circómetro nas condições previstas nesta. Estas tolerâncias aplicam-se às extremidades dos tubos e acessórios de todas as classes.

Para $D_n \leq 300$, o diâmetro exterior do corpo do tubo será o adequado para permitir a montagem de juntas num comprimento mínimo de 2/3 do tubo a contar da ponta lisa, quando seja necessário realizar cortes em obra.

Para o $D_n > 300$ e sob pedido colocado pelo cliente, o fabricante deve ser capaz de fornecer tubos que permitam realizar a sua montagem com um comprimento mínimo de 2/3 do tubo, a contar da ponta lisa. Estes tubos devem possuir uma marcação específica.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

A ovalização das extremidades de tubos e acessórios deverá:

- i. Estar dentro da tolerância para DE (diâmetro exterior) segundo a NP EN 545 para DN 40 a DN 200;
- ii. Não exceder 1% para DN 250 a DN 600;
- iii. Não exceder 2% para DN > 600.

Correcções a efectuar para resolver problemas de ovalização deverão seguir as instruções do fabricante, desde que aceites pelo Dono de Obra.

Para os tubos abrangidos pela norma ISO 16631 (compatíveis com o PVC e PEAD, normalizados), os diâmetros exteriores e as correspondentes tolerâncias serão (parág. 8.1.2 da ISO 16631):

DN/OD	Diâmetro exterior [mm]	
	nominal	tolerâncias
50	50	-1,8/+0,4
63	63	-1,8/+0,4
75	75	-1,8/+0,5
90	90	-2,8/+0,6
110	110	-2,8/+0,7
125	125	-2,8/+0,8
140	140	-2,8/+0,9
160	160	-2,8/+1,0
180	180	-2,8/+1,1
200	200	-2,8/+1,2

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	Materials de Construção Civil	MCC
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL	Versão: 00

225	225	-2,8/+1,4
-----	-----	-----------

De igual modo, para os tubos centrifugados conformes à ISO 16631, o diâmetro exterior do corpo do tubo deverá ser tal que permita a montagem de juntas num comprimento até 2/3 do tubo, a contar da ponta lisa.

As pontas lisas dos tubos ou dos acessórios com pontas lisas, em conformidade com a ISO 16631, não poderão ser encaixadas em abocardamentos de tubos e/ou acessórios de PVC ou PEAD, conformes às normas ISO 1452-2 e ISO 4427-2.

2.2.2.2.2 DIÂMETRO INTERIOR

Os valores nominais do diâmetro interior dos tubos, obtidos por centrifugação, expressos em milímetros, será igual ao diâmetro nominal DN e as tolerâncias deverão estar em conformidade com o quadro 2, parágrafo 4.3.2.2 da norma NP EN 545.

Estas tolerâncias não se aplicam quando existirem sobre-espessuras na parede metálica dos tubos e/ou na camada de revestimento em argamassa de cimento de alto forno acordada com o fabricante.

NOTA: Devido ao processo de fabrico dos tubos e dos seus revestimentos interiores, poderão verificar-se medidas de diâmetros interiores menores em pontos localizados ao longo do tubo.

A conformidade deve ser verificada de acordo com a NP EN 545, através de medições ou pelo cálculo realizado a partir das medidas do diâmetro exterior, espessura da parede metálica e espessura do revestimento interior.

Os valores nominais do diâmetro interior dos tubos conformes à ISO 16631 deverão ser verificados através de medições ou através do cálculo realizado a partir do valor do DN/OD (diâmetro exterior), espessura nominal da parede metálica, tolerâncias para a espessura da parede metálica e espessura do revestimento interior.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

2.2.2.3 Comprimento

2.2.2.3.1 COMPRIMENTOS NORMALIZADOS PARA TUBOS NÃO FLANGEADOS

Os tubos serão fornecidos nos comprimentos normalizados de acordo com o seguinte quadro (parág. 4.3.3.1. - NP EN 545/Quadro 4):

DN	Comprimentos normalizados, Lu [m]
40 e 50	3
60 a 600	5; 5,5 ou 6
700 e 800	5,5; 6 ou 7
900 a 1400	6; 7 ou 8,15
1500 a 2000	8,15

Os desvios admissíveis no comprimento normalizado Lu, para os tubos produzidos segundo a NP EN 545, serão:

- Para tubos com o comprimento de 8.15 m: ± 150 milímetros;
- Para tubos com os restantes comprimentos: ± 100 milímetros.

O comprimento será medido de acordo com a NP EN 545 ou a ISO 16631, contemplando o comprimento normalizado mais ou menos o valor correspondente ao desvio admissível e estará dentro do limite dos desvios previstos nestas normas.

Do número total dos tubos fornecidos em cada diâmetro, a percentagem de tubos curtos (abaixo da tolerância) não deverá exceder 10 %, e, nesses casos, a redução de comprimento será inferior ou igual a 150 mm para os tubos em que foram retiradas amostras para ensaios de acordo com NP EN 545.

O fornecimento de tubos com outros comprimentos deverá ser acordado entre o fornecedor e o Dono de Obra.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

Para os tubos conformes à ISO 16631, os comprimentos normalizados serão os indicados no quadro seguinte (párag. 8.1.4):

DN/OD	Comprimentos normalizados, Lu [m]
50 a 225	3,0; 5,0; 5,5 ou 6,0

O desvio admissível no comprimento normalizado Lu, para os tubos produzidos segundo a ISO 16631, será de: ± 250 .

O fabricante indicará os comprimentos dos seus tubos em catálogo.

2.2.2.3.2 COMPRIMENTOS NORMALIZADOS PARA TUBOS FLANGEADOS

Os tubos serão fornecidos em comprimentos normalizados de acordo com a NP EN 545 – quadro 5 (parág. 4.3.3.2).

2.2.2.3.3 COMPRIMENTOS NORMALIZADOS DOS ACESSÓRIOS

Os acessórios deverão ser fornecidos com os comprimentos normalizados das cláusulas 8.3 e 8.4, da NP EN 545 ou da cláusula 8.2 da ISO 16631, consoante a norma aplicável.

São admissíveis duas séries de dimensões de acordo com a NP EN 545. A série A, correspondendo à ISO 2531 e a série B, geralmente limitada até ao DN 450.

Os desvios admissíveis no comprimento normalizado dos acessórios da série A serão os indicados no quadro 6 da NP EN 545 (parág. 4.3.3.3). Não são permitidos desvios para os acessórios da série B.

Os desvios de comprimentos serão conformes com o estabelecido na NP EN 545.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

2.2.2.3.4 RETILINEARIDADE DOS TUBOS

Os tubos serão rectos sendo admissível um desvio máximo de 0,125 % do seu comprimento. Para medição ou confirmação da retilinearidade dos tubos será necessário o seguimento do estabelecido no parág. 6.2 da NP EN 545 ou da ISO 16631.

2.2.3 Características do Material

2.2.3.1 Características mecânicas

2.2.3.1.1 Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas e todos os ensaios relacionados, aplicáveis aos tubos e acessórios serão de acordo com o especificado nas normas NP EN 545 ou ISO 16631, conforme aplicável.

2.2.3.1.2 Durezas

A dureza dos vários materiais será tal que possam ser cortados, perfurados e/ou maquinados com ferramentas normais. Em caso de disputa, a dureza será medida pelo teste durezas de Brinell de acordo com a NP EN 545.

A dureza Brinell dos tubos e acessórios será de acordo com o especificado na NP EN 545.

Para os componentes soldados, é permitida uma dureza Brinell mais elevada na zona termicamente afectada (ZTA).

2.2.4 Revestimentos Exterior e Interior dos Tubos

2.2.4.1 Disposições Gerais

Os revestimentos exterior e interior dos tubos deverão ser conformes às correspondentes cláusulas das normas NP EN 545 e ISO 16631.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

2.2.4.2 Revestimento exterior

Para todos os tubos abrangidos pela NP EN 545, o revestimento exterior de base terá de ser constituído por liga de zinco-alumínio, recoberto por uma camada de acabamento em tinta betuminosa ou em tinta à base de resina sintética, compatível com a liga.

Em consonância com o anexo D da norma NP EN 545 e para o caso dos solos em que a sua resistividade seja superior a 1500 Ohm.cm (sem nível freático) ou a 2500 Ohm.cm (com nível freático), o revestimento de base poderá ser constituído por 200 g/m² de zinco metálico recoberto por uma camada de acabamento em tinta betuminosa ou em tinta à base de resina sintética, compatível com o zinco.

Para o caso dos tubos produzidos segundo a ISO 16631, a especificação de base deverá ser constituída por um revestimento de zinco metálico, com desempenho equivalente ou superior ao da massa total mínima de 200 g/m², recoberto por uma camada de acabamento em tinta betuminosa ou em tinta à base de resina sintética.

O revestimento metálico cobrirá o exterior da superfície dos tubos e formará uma camada densa, contínua e uniforme. Será livre de defeitos tais como falhas de revestimento ou falta de adesão. A uniformidade do revestimento será verificada por inspeção visual.

A camada de acabamento utilizada deverá recobrir de forma uniforme toda a superfície do revestimento metálico e será livre de defeitos tais como falhas de revestimento ou falta da adesão. A uniformidade da camada de acabamento será verificada por inspeção visual. A espessura da camada de acabamento estará de acordo com as normas NP EN 545 ou ISO 16631 e terá, em média, um mínimo de 70 µm, não podendo em nenhuma zona ser inferior a 50 µm.

No caso de instalação em meios adversos ou com factores relevantes, a determinar por estudos (resistividade dos solos, pH dos solos, níveis freáticos, correntes vagabundas, focos de corrosão devidos a estruturas metálicas exteriores, atmosferas específicas de espaços confinados, ou outros), deverão ser utilizados revestimentos alternativos em conformidade

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

com o estabelecido no anexo D.2.3 da NP EN 545 ou no anexo A da ISO 16631, consoante a norma aplicável.

2.2.4.2.1 REPARAÇÕES NO REVESTIMENTO EXTERIOR

Danos no revestimento exterior, onde a área de remoção completa do revestimento metálico e da camada de acabamento tenha uma largura que exceda 5 mm serão sempre reparados. Serão igualmente reparados todos os danos no revestimento que vão até ao material de base.

As reparações serão realizadas pelo seguinte método:

- i. Preparação da superfície de acordo com as especificações do fabricante;
- ii. Pulverização metálica de zinco em conformidade com a NP EN 545 ou aplicação da pintura com alto teor em zinco (mínimo 90 % de zinco em massa de filme seco) e com uma massa média de pintura aplicada não inferior a 220 g/m²;
- iii. Aplicação de uma camada de acabamento em conformidade com a NP EN 545 (pintura betuminosa ou tinta à base de resina sintética).

2.2.4.3 Revestimento interior

Para todos os tubos abrangidos pela NP EN 545, o revestimento interior de base deverá ser constituído por uma camada em argamassa de cimento.

Para o caso dos tubos produzidos segundo a ISO 16631, o revestimento interior poderá ser em argamassa de cimento ou noutro tipo de material, desde que este assegure um desempenho equivalente ou superior ao da argamassa de cimento (secção 4.5.3 da ISO 16631).

O revestimento interior em argamassa de cimento ou em materiais alternativos (com referenciais normativos internacionais ou, na ausência destes, com especificação técnica, aceites pela Entidade Adjudicante), de desempenho equivalente ou superior àquele, deverá estar em

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	Materials de Construção Civil	MCC
	TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL	Versão: 00

conformidade com o previsto neste documento para materiais em contacto com água para consumo humano e cumprirá as seguintes exigências:

- i. A camada em argamassa de cimento ou em materiais alternativos (com referenciais normativos internacionais ou, na ausência destes, com especificação técnica, aceites pela Entidade Adjudicante) deve constituir uma camada densa e homogénea em toda a superfície interna dos tubos;
- ii. O revestimento em argamassa de cimento será aplicado por um processo de centrifugação ou de pulverização ou, ainda, uma aplicação mista destes processos. É permitido alisar a superfície usando ferramentas adequadas;
- iii. Antes da aplicação do revestimento, a superfície do metal deverá ser devidamente preparada de acordo com os procedimentos do fabricante, encontrando-se livre de material solto, impurezas, óleos, gorduras, etc;
- iv. A mistura do revestimento em cimento será de acordo com a NP EN 545. Durante o processo de mistura, a relação entre a massa de água total e o cimento depende do processo e será determinado de tal forma que o revestimento final cumpra os requisitos da NP EN 545. Se forem usados aditivos, estes deverão estar em conformidade com o previsto neste documento para materiais em contacto com água para consumo humano e deverão ser declarados;
- v. O cimento será de acordo com o especificado na NP EN 197-1.

Para casos particulares relacionados com a composição da água, poderão ser utilizados revestimentos interiores alternativos em conformidade com o estabelecido no anexo D, da NP EN 545.

2.2.4.3.1 RESISTÊNCIA DO REVESTIMENTO INTERIOR

A resistência à compressão do revestimento interior é uma propriedade que está directamente relacionada com a densidade, porosidade e ligação da argamassa de cimento e deverá ser medida de acordo com a NP EN 545, após 28 dias de cura, nunca devendo o seu valor ser inferior a 50 MPa. Os resultados destes ensaios devem ser evidenciados.

2.2.4.3.2 ESPESSURA E ACABAMENTO SUPERFICIAL DO REVESTIMENTO INTERIOR

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

A espessura do revestimento interior deverá respeitar a NP EN 545 e as respectivas tolerâncias, de acordo com o parágrafo 4.5.3.3 – quadro 9.

A superfície do revestimento interior em argamassa de cimento será uniforme e lisa. Não são admissíveis fissuras, marcas de ferramentas de alisamento, grãos de areia e textura de superfície inerentes ao processo de fabrico que se encontrem fora dos limites estabelecidos pelo Quadro 9 da NP EN 545.

Para os tubos abrangidos pela ISO 16631, a espessura do revestimento interior deverá respeitar os requisitos das normas nacionais ou, na ausência destas, as especificações técnicas do fabricante (anexo B).

2.2.4.3.3 REPARAÇÕES NO REVESTIMENTO INTERIOR

As reparações podem ser realizadas manualmente com argamassa de cimento ou com argamassa de resina compatível. Antes da reparação, o revestimento deve ser limpo até serem removidas todas as zonas afectadas e, se necessário, até ao metal.

A zona reparada respeitará integralmente o previsto na NP EN 545.

As reparações no revestimento dos tubos conformes à ISO 16631 deverão respeitar as exigências das normas nacionais ou, na ausência destas, as especificações técnicas do fabricante (anexo B).

2.2.5 Revestimentos para acessórios

Todos os acessórios e tubos não centrifugados (fabricados por vazamento) serão fornecidos com revestimentos exteriores e interiores à base de betume ou de resina sintética (conformes com a cláusula 4.6.2 da norma NP EN 545)

Dependendo das condições de utilização, serão aceitáveis os revestimentos, exterior e interior, do anexo D da norma NP EN 545.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

Todos estes revestimentos exteriores e interiores estarão em conformidade com as normas europeias ou, caso não existam, com normas nacionais ou normas ISO aplicáveis e aceites pela Entidade Adjudicante.

2.2.6 Juntas de Estanqueidade

As juntas de estanqueidade utilizadas nas ligações dos tubos deverão ser em elastómero e estar de acordo com as exigências da EN 681-I, tipo WA.

Para as ligações flangeadas serão utilizadas juntas de borracha com alma de aço. Os elastómeros utilizados deverão respeitar os requisitos da EN 681-I, tipo WA.

2.2.7 Massas Lubrificantes

As massas lubrificantes utilizadas na montagem dos tubos deverão ser utilizadas na quantidade estritamente necessária, devendo o excesso ser removido após a montagem.

Deverão respeitar as normas de aptidão do material em contacto com água para consumo humano, nos termos do ponto 1.2.11.

2.2.8 Tubos flangeados

As flanges serão conformes com a EN 1092-2.

Os parafusos e as porcas serão conformes com a NP EN ISO 4016 e EN ISO 4034, classe 8.8.

Quando aplicáveis, as anilhas serão conformes com a NP EN ISO 7091.

Parafusos, porcas e respetivas anilhas deverão ter uma proteção anti-corrosiva do tipo Dacromet grau A, superior ou equivalente.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

A parte roscada dos parafusos e porcas será protegida com massa grafitada anti-corrosiva ou cobreada.

2.2.9 Marcações dos tubos e acessórios

Todos os tubos e acessórios serão marcados de forma legível, no mínimo, com a seguinte informação:

- i. O nome ou marca do fabricante;
- ii. Identificação do ano de fabrico;
- iii. Identificação de ferro fundido dúctil;
- iv. O valor de DN para o caso dos tubos e acessórios fabricados de acordo com a NP EN 545 e para os acessórios flangeados fabricados de acordo com a ISO 16631;
- v. O valor do DN/OD para o caso dos tubos fabricados de acordo com a ISO 16631;
- vi. PN das flanges quando aplicável;
- vii. Referência à norma NP EN 545 ou à ISO 16631, consoante aplicável;
- viii. A classe de pressão dos tubos de FFD centrifugados;
- ix. O valor da resistência à flexão (direção longitudinal), sendo somente aplicável aos tubos conformes à ISO 16631.

O nome ou marca do fabricante, o ano de fabrico, a identificação como ferro fundido dúctil, DN e PN das flanges serão apostas na fundição ou estampados. Para as restantes marcações, podem ser aplicados outros tipos de marcações tais como pintura ou etiquetas autocolantes.

Os tubos de DN > 300 apropriados para o corte em obra serão identificados com uma marcação específica do fabricante, a menos que todos os tubos do mesmo DN sejam apropriados para cortar.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

2.2.10 - Garantia de estanqueidade

Os tubos e acessórios serão totalmente estanques, ensaiados de acordo com a NP EN 545 ou a ISO 16631, à PEA – “Pressão de ensaio admissível”, especificada nas mesmas, não devendo apresentar, durante a realização dos ensaios, qualquer exsudação ou outra falha de estanqueidade e/ou resistência mecânica.

2.2.11 - Aptidão do material em contacto com água para consumo humano

Os tubos, acessórios, componentes e demais materiais aplicados durante a montagem devem evidenciar certificação que comprove a sua aptidão para contacto com água para consumo humano. Esta habilitação deve estar enquadrada nos requisitos exigidos pela Entidade Adjudicante, constantes do procedimento em vigor na Empresa, para a aprovação de materiais.

3. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO PARA JUNTAS

3.1 GERAL

Todos as juntas estarão em conformidade com as exigências da NP EN 545.

Todas as juntas serão sujeitas a ensaios que demonstrem a sua conformidade para a utilização em redes de água sob pressão, de acordo com a NP EN 545.

Na eventualidade de lhe ser solicitado, o fabricante facultará toda a documentação relativa à execução destes ensaios.

3.2 JUNTAS FLEXÍVEIS NÃO TRAVADAS

As juntas flexíveis, não travadas, para tubos e acessórios conformes à NP EN 545, deverão garantir os seguintes desvios angulares mínimos para a sua montagem:

- 3° 30' para DN 40 a DN 300;
- 2°30' para DN 350 a DN 600;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

- 1°30' para DN 700 a DN 2 000.

Para o caso dos tubos e acessórios conformes à ISO 16631, o desvio angular mínimo é de 4 °.

Todas as juntas devem ser concebidas de modo a permitir o movimento axial (a folga axial admissível deve ser declarada pelo fabricante), assegurando deste modo uma adequada adaptação a movimentos do solo e a efeitos térmicos.

As tolerâncias para os comprimentos de encaixe devem ser evidenciadas documentalmente pelo fabricante.

3.3 - Juntas flexíveis travadas

Todas as juntas flexíveis travadas devem garantir, no mínimo, metade do desvio angular especificado para as juntas flexíveis não travadas.

As juntas flexíveis travadas deverão cumprir com todos os requisitos de desempenho da NP EN 545. Na eventualidade de lhe ser solicitado, o fabricante facultará toda a documentação relativa à execução destes ensaios.

3.4 - Juntas flangeadas

Todas as juntas flangeadas deverão cumprir com todos os requisitos de desempenho da NP EN 545. Na eventualidade de lhe ser solicitado, o fabricante facultará toda a documentação relativa à execução destes ensaios.

3.5 - Condições de ensaio

Todas as juntas serão ensaiadas de acordo com as condições especificadas na NP EN 545 ou na ISO 16631, consoante norma aplicável. Na eventualidade de lhe ser solicitado, o fabricante facultará toda a documentação relativa à execução destes ensaios.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

4. CERTIFICADOS

Todos os ensaios a realizar em fábrica respeitarão o especificado na NP EN 545 ou na ISO 16631, conforme norma aplicável.

O fabricante é responsável por demonstrar a conformidade de todos os materiais com a NP EN 545 ou a ISO 16631, conforme aplicável, devendo ser disponibilizados registos de todos os ensaios realizados, designadamente relatórios de ensaio tipo 2.2 de acordo com a NP EN 10204.

O sistema de garantia da qualidade do fabricante deve estar conforme com a NP EN ISO 9001.

Caso exista um organismo de certificação envolvido como terceira parte, este deve estar acreditado de acordo com a EN 45011 ou EN 45012, conforme aplicável.

O sistema de gestão ambiental do fabricante deve ser conforme com a NP EN ISO 14001.

Todos os produtos abrangidos por normas harmonizadas com o Regulamento UE 305/2011 (listadas no Jornal Oficial da UE) terão de possuir “declarações de desempenho” (DOP). Sendo de entrega obrigatória, as declarações de desempenho terão de ser facultadas à Entidade Adjudicante.

5. RECEPÇÃO E ASSISTÊNCIA PÓS – VENDA

O fabricante deverá prestar as informações solicitadas, de forma detalhada, sobre a atividade de fabrico dos tubos e acessórios.

A entidade adjudicante somente dará por concluída a receção após a análise do certificado de fabrico e da conclusão das ações de controlo qualitativo que entender levar a efeito durante o processo de receção, nomeadamente, controlo visual e dimensional.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

A entidade adjudicante informará, na forma mais conveniente, de aceitação ou não da encomenda face ao seu estado de qualidade.

Em caso de rejeição de tubos ou acessórios, o fabricante deverá promover imediatamente, sem qualquer encargo para a entidade adjudicante, a sua substituição ou recuperação, se esta for aceite, e fará submetê-los a nova inspeção e novos ensaios.

As inspeções ou ensaios que a entidade adjudicante proceder não excluem nem diminuem, em caso algum, a responsabilidade do fabricante.

6. TRANSPORTE, MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM DE TUBOS E ACESSÓRIOS

6.1 Geral

Os tubos e acessórios devem ser transportados, manuseados e armazenados de forma a minimizar os danos, quer no metal base quer nos revestimentos, devendo ser cumpridas as instruções do fabricante em todas as situações.

6.2 TRANSPORTE

Os tubos devem ser transportados e acondicionados de forma a não existirem movimentos relativos entre eles durante o transporte.

Devem ser usadas cintas não agressivas para o revestimento, não sendo permitido o uso de correntes em contacto directo com o revestimento. Os tubos poderão ser transportados em pilhas rectangulares ou piramidais. Quando armazenados em pirâmide devem estar solidamente travados na primeira camada, e devem ser empilhados com as bocas desfasadas por camada. Só

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

poderão ser transportados em pilha rectangular quando o veículo tiver suportes laterais próprios ou sobre berços que suportem cada uma das camadas, ou paletizados.

O assentamento e acondicionamento de tubos e acessórios para o transporte deverá ser realizado de forma cuidadosa evitando danificar o revestimento, devendo-se dar especial atenção nas situações de transporte de tubos em que exista contacto directo entre os mesmos.

6.3 Manuseamento

Em nenhuma circunstância os tubos e acessórios devem assentar directamente sobre o solo, devendo ser sempre usadas madeiras para o seu assentamento.

As tubagens devem ser movimentadas com cintas ou correntes de capacidade adequada nas quais os ganchos devem estar protegidos de forma a não danificar o revestimento interior das extremidades dos tubos. Não devem ser usadas correntes em contacto directo com os tubos.

6.4 Armazenagem

Deve ser escolhido um local de armazenamento firme e plano com acesso adequado.

Os acessórios devem ser sempre colocados sobre barrotes de madeira, assentes de forma estável, evitando situações susceptíveis de os danificar.

Os acessórios flangeados não devem estar apoiados sobre as sedes de assentamento das juntas.

As juntas de estanqueidade não podem estar armazenadas no exterior, devendo estar armazenadas em recinto coberto, a salvo das condições atmosféricas, em boas condições de limpeza e acondicionamento.

Os tubos devem ser colocados em barrotes com dimensões suficientes para evitar o contacto com o solo em todo o seu comprimento, devendo ser colocados a aproximadamente 600mm da extremidade dos tubos. A camada inferior dos tubos deverá ser solidamente travada com cunhas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

O armazenamento em obra poderá ser feito por três tipos de pilhas:

- i. Pilhas quadradas, até DN400 com suportes laterais. Cada camada de tubos deve ser posicionada com os eixos dos mesmos formando um ângulo recto com os eixos dos tubos da camada que a precede de forma a estabilizar a pilha. As bocas devem estar todas viradas para o mesmo lado com excepção dos tubos das pontas que devem estar ao contrário para travamento. Em alternativa, podem ter as bocas viradas alternadamente. O assentamento dos tubos deverá ser levado a cabo de forma cuidadosa evitando danificar o revestimento, já que vai existir contacto entre tubos de cada camada.
- ii. Armazenamento em paralelo usando madeira: serão colocados barrotes entre cada camada a aproximadamente 600mm dos topos. As bocas devem estar desfasadas dentro de cada camada e os barrotes devem ter altura suficiente de forma a não existir contacto entre o metal. Cada camada será solidamente travada com cunhas. Os tubos poderão rolar nas madeiras com cuidado e evitando que embatam uns nos outros.
- iii. Armazenamento em pirâmide: a camada junto ao solo será solidamente travada, e assente sobre barrotes colocados a aproximadamente 600mm dos topos. As bocas devem estar desfasadas por camadas e o assentamento deverá ser levado a cabo de forma cuidadosa evitando danificar o revestimento, já que vai existir contacto entre tubos de cada camada.

Os tubos poderão ser também armazenados em paletes. Deve ser escolhido um local plano, firme e com bom acesso, dispensando-se a colocação de madeiras debaixo das paletes desde que a altura das madeiras que as compõem seja suficiente para que não exista qualquer contacto dos tubos com o solo. O número máximo de paletes sobrepostas será de três. A sobreposição das paletes deverá ser sempre de forma que os eixos dos tubos que as compõem estejam paralelos. Antes de desfazer as paletes, estas devem ser colocadas ao nível do solo, devendo existir um cuidado especial para evitar que os tubos sejam projectados de forma descontrolada quando se cortam as cintas.

A altura das pilhas de armazenamento está dependente de três factores:

- i. Força exercida sobre a camada inferior;
- ii. Capacidade dos meios de movimentação;
- iii. Espaço disponível para um armazenamento estável e seguro.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

A altura das pilhas de armazenamento deve respeitar as indicações do Fabricante não devendo, no entanto, a armazenagem em obra ultrapassar o previsto na tabela seguinte:

DN	Nº de camadas por pilha
100	16
150	14
200	10
300	8
400	8
500	6
600	4
800 e superior	2

Os tubos com protecção/revestimento especial devem, sempre que possível, ser colocados numa só camada e apoiados sobre a boca e extremidade não revestida ou, caso seja impossível, acautelando ao máximo o revestimento e seguindo instruções do fabricante.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

7. NORMAS APLICÁVEIS

NP EN 545 (2012): Tubos, acessórios e elementos acessórios de ferro fundido dúctil e respetivas juntas, para sistemas de abastecimento de água. Requisitos e métodos de ensaio;

ISO 16631(2016): Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints compatible with plastic (PVC or PE) piping systems, for water applications and for plastic pipeline connections, repair and replacement;

EN 196-1: Methods of testing Cement - Part 1: Determination of strength;

EN 197-1: Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements;

EN 681-1: Elastomeric seals - Materials requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications - Part 1: Vulcanized rubber

EN 805(2000): Water supply - Requirements for systems and components outside buildings;

EN 1092-2: Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 2: Cast iron flanges;

EN 14901: Ductile iron pipes, fittings and accessories – Epoxy coating (heavy duty) of ductile iron fittings and accessories – Requirements and test methods;

EN 1333 (2006): Flanges and their joints – Pipework components – Definition and selection of PN;

EN 10204 (2009): Metallic products - Types of inspection documents;

EN ISO 4016: Hexagon head bolts - Product grade C (ISO 4016:1999);

EN ISO 4034: Hexagon nuts - Product grade C (ISO 4034:1999);

EN ISO 7091: Plain washers - Normal series - Product grade C (ISO 7091:2000);

EN ISO 9001: Quality management systems – Requirements;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

EN ISO 6506-1: Metallic materials – Brinell hardness test – Part 1: Test method (ISO 6506-1:2005);

EN ISO 6892-1: Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature.

8. DEFINIÇÕES

FFD - Ferro Fundido Dúctil

DN - É a designação numérica em milímetros relativa ao diâmetro interior dos tubos e dos acessórios.

PN - É a designação alfa-numérica para referenciar peças com uma ou várias flanges, significando uma combinação de características mecânicas e dimensionais específicas, que se encontram nas normas associadas. O valor numérico é, normalmente, associado à pressão de funcionamento admissível do tubo ou acessório flangeado, expressa em [bar]. A pressão máxima admissível e a pressão de ensaio hidráulica das peças flangeadas são sempre superiores ao valor associado ao PN.

PFA (pressão de funcionamento admissível) - Segundo a definição da norma EN 805, trata-se da pressão hidrostática máxima à qual uma peça pode ser submetido em serviço contínuo.

PMA (pressão máxima admissível) - De acordo com a norma EN 805, é definida como sendo a pressão máxima, incluindo a sobrepressão de choque hidráulico a que uma peça pode resistir quando aplicada intermitente em serviço.

PEA (pressão de ensaio admissível) - Segundo a norma EN 805, pressão hidrostática máxima à qual uma peça pode ser submetida, antes da sua entrada em exploração, durante um lapso de tempo relativamente curto a fim de confirmar a estanqueidade e a integridade da conduta.

Tubo - Peça obtida por centrifugação ou moldada, com secção uniforme e eixo rectilíneo, com pontas lisas, de boca e ponta lisa ou do tipo flangeado.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET. MCC.II2.
	<i>Materiais de Construção Civil</i>	MCC
	<i>TUBAGENS E ACESSÓRIOS EM FERRO FUNDIDO DUCTIL</i>	Versão: 00

Acessório - Peça moldada, que permite uma derivação, uma mudança de direcção ou uma alteração de secção da tubagem. Os ligadores boca - flange e flange - ponta lisa e as mangas são classificados como acessórios.

Componente (ou elemento acessório) - Peça moldada utilizada numa tubagem, com excepção dos tubos e dos acessórios, por exemplo:

- Contra-flange e parafusos, para junta flexível mecânica;
- Contra-flange, parafusos, e anel de travamento, para junta automática travada;
- colar de tomada em carga para válvula de ramal;
- flange orientável ou fixa.