

## INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.TEL.001

# REQUISITOS DE INFRAESTRUTURAS PARA SUPORTE DE ESTAÇÕES BASE DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS

---

Aplicação:  
Grupo IP

### CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

ELABORAÇÃO	SUPERVISÃO	APROVAÇÃO
AT-RC	EA-EF	DEA 2024-01-16

**ÍNDICE****Pág.**

1.	INTRODUÇÃO .....	6
2.	OBJETIVO .....	6
3.	ÂMBITO .....	6
4.	SIGLAS .....	6
5.	RESPONSABILIDADE .....	7
6.	DISPOSIÇÕES GERAIS .....	7
7.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	7
7.1	Projetos de Execução.....	8
7.2	Especificações Gerais .....	8
7.3	Condições Ambientais.....	9
7.4	Torres de Antenas.....	9
7.5	Pavimento .....	9
7.5.1	Introdução .....	9
7.5.2	Características .....	9
7.5.3	Dimensionamento Estrutural .....	9
7.5.4	Fundação .....	9
7.5.5	Caixas e Canalizações .....	9
7.6	Caminho de Cabos.....	10
7.7	Sistema de Vedação .....	10
7.8	Rede Terras .....	10
7.9	SET .....	12
7.10	Túneis e casos especiais/particulares .....	13
ANEXO A – TORRE DE ANTENAS .....		14
A1	INTRODUÇÃO .....	15
A2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	15
A3	CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS .....	16
A4	COMPONENTES DAS TORRES .....	16
A5	MATERIAL UTILIZADO E PROCESSO DE FABRICO.....	16
A6	PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E ACABAMENTOS .....	16
A7	CONTROLO DE QUALIDADE NO FABRICO .....	17
A8	TRABALHOS NA FASE DE MONTAGEM .....	17



A9	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS TORRES.....	17
A10	DEMAIS CONSIDERAÇÕES PARA PROJETO.....	18
A11	FUNDAÇÕES.....	19
A12	EFEITOS VIBRATÓRIOS E AERODINÂMICOS.....	19
A13	PINTURA DA TORRE.....	19
A14	BALIZAGEM DIURNA.....	19
A15	BALIZAGEM NOTURNA.....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Pág.

Figura 1 – Exemplo de Rede de Terras.....	12
Figura 2 – Exemplo de Rede de Terras de Torre GSM-R.....	12

**Registo e controlo das alterações**

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	PÁGINAS
V.00	2024-01-16	Versão Inicial.	Todas.

**UO consultadas na elaboração da versão aprovada**

Não aplicável.

**Documentos revogados**

Não aplicável.

**Documentos de referência**

- [1] Diretiva (UE) 2016/797 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de Maio de 2016 relativa à interoperabilidade do sistema ferroviário na União Europeia (Reformulação). ;
- [2] REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) 2023/1695 DA COMISSÃO de 10 de agosto de 2023 relativo à especificação técnica de interoperabilidade para os subsistemas de controlo-comando e sinalização do sistema ferroviário da União Europeia e que revoga o Regulamento (EU 2016/919. ;
- [3] IT.SIN.053 - Especificações Relativas a Cabos e Instalação de Cabos.;
- [4] NP 4426 - Proteção contra descargas atmosféricas: sistemas com dispositivo de ionização não radioativo.;
- [5] IEC 62305 – Protection against lightning.;
- [6] EN 10204 – Metallic products - Types of inspection documents.;
- [7] EUROCÓDIGO 3 - Projeto de Estruturas de Aço.;
- [8] Diretório da Rede.;
- [9] IET 50 - Rede Ferroviária Nacional.;

**Documentos Associados**

Não aplicável.

**Referência Gestor Documental**

224 10002011863

**Distribuição**

Restrito ao Grupo IP, Entidades Externas (Projetistas, Fiscalização e Empreiteiros).



## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito da construção de novas linhas ferroviárias e da modernização da rede existente é necessário dotar toda a rede ferroviária nacional de condições para implementação da rede móvel de comunicações de exploração digital (atualmente, GSM-R).

As infraestruturas em causa visam suportar a implementação e funcionamento das redes móveis de comunicação necessárias à exploração ferroviária, bem como as de apoio aos serviços móveis complementares de serviços aos operadores ferroviários e seus passageiros.

O projeto, engenharia e construção deste tipo de infraestrutura são necessários, quer para dotar as linhas novas, quer para a substituição das infraestruturas de suporte às redes móveis de comunicações existentes em linhas em serviço e equipadas com sistemas de comunicações analógicos (ex: sistema RSC CP-N). Deverá, igualmente, ter em conta o regime de exploração previsto para a linha em causa, bem como a ligação e complemento técnico aos restantes sistemas necessárias e de apoio à exploração ferroviária, como são exemplo os sistemas de telemática e de sinalização.

A presente instrução técnica visa endereçar os princípios e as condições gerais para a criação de infraestruturas para estações base de comunicações móveis a implementar na RFN, aplicáveis em sites a instalar em qualquer ponto da linha. Serão também apresentadas condições específicas para o caso particular dos túneis.

## 2. OBJETIVO

Estabelecer os princípios fundamentais e requisitos técnicos básicos e mínimos, que devem orientar a criação das infraestruturas para suporte a estações base em sistemas de comunicações móveis ferroviárias.

## 3. ÂMBITO

Aplica-se na criação e remodelação de infraestruturas móveis de comunicações de exploração ferroviária, juntamente com o cumprimento dos requisitos ou regras específicas relativas às infraestruturas para suporte das estações base de comunicações móveis, ao serviço na RFN e de acordo e respeito com as normas e regras nacionais e internacionais existente para este tipo de infraestruturas (ex.: ANAC, ANACOM, ICNF, ERA, EIRENE, etc.).

## 4. SIGLAS

Da Organização:

DAT	Direção de Acessibilidade, Telemática e ITS
DEA	Direção de Engenharia e Ambiente
AT-RC	Departamento de Redes de Comunicação da DAT
EA-EF	Departamento de Estudos e Projetos Ferroviários da DEA
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.

Outras siglas:

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
------	-----------------------------------



ANACOM	Autoridade Nacional de Comunicações
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CCS	Controlo, Comando e Sinalização
EIRENE	European Integrated Radio Enhanced NETwork
ERA	European Union Agency for Railways - Agência Ferroviária da União Europeia
ERTMS	European Railways Traffic Management System
ET	Especificação Técnica
ETCS	European Train Control System
GSM-R	Global System for Mobile Communications for Railways
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
IT	Instrução Técnica
NP	Norma Portuguesa
RCT	Retorno de Controlo de Tração
RFN	Rede Ferroviária Nacional
SET	Sala de Equipamentos de Telecomunicações
TP	Terras e Proteções
UE	União Europeia
UIC	União Internacional dos Caminhos-de-Ferro
VDM	Vídeo Monitorização

## 5. RESPONSABILIDADE

Não aplicável.

## 6. DISPOSIÇÕES GERAIS

Os requisitos de projeto e construção das infraestruturas para suporte de estações base de comunicações móveis deverão também ter em consideração as legislações europeias (conforme [1] e [2]), normativos internacionais e princípios técnicos para as redes de suporte às comunicações móveis para suporte de voz e dados ferroviárias e de suporte do sistema de CCS. Deverão, ainda, ser seguidas as normas *EIRENE*, que constituem a componente de telecomunicações do sistema *ERTMS*.

## 7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Apresentam-se, de seguida, requisitos e princípios mínimos a aplicar no projeto e construção das infraestruturas de suporte às comunicações móveis ferroviárias.



## 7.1 Projetos de Execução

Os projetos das infraestruturas de suporte de estações base serão realizados pelo projetista com base nas especificações e restantes elementos fornecidos pela IP e com base nas especificações constantes do presente documento.

O projeto de todas as infraestruturas de suporte à rede de comunicações móveis a construir deverá ter em consideração e estar conforme e em acordo com o projeto e planeamento rádio realizados para cumprir com o objetivo de fiabilidade e qualidade de serviço da rede móvel de comunicações. Deverá ainda ter em consideração o impacto das restantes especialidades técnicas (via, catenária, sinalização, etc.), bem como as características do espaço envolvente.

A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma estação base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar.

Ao projetista caberá o desenvolvimento de todos os projetos de execução necessários, os quais são da sua inteira responsabilidade.

Os diversos estudos e projetos deverão obrigatoriamente observar todos os regulamentos e normas legalmente aplicáveis.

Por cada estação base, os respetivos projetos deverão conter, no mínimo, as seguintes peças escritas e desenhadas:

- a) Plantas de acesso e localização;
- b) Plantas da estação base;
- c) Planta da rede de terras;
- d) Torre e respetiva fundação, com a indicação das coordenadas dos extremos da base da torre;
- e) Estudo geotécnico onde será implantada a estação base;
- f) Memória descritiva do cálculo da fundação da torre;
- g) Termo de responsabilidade devidamente assinado pelo autor do projeto.

## 7.2 Especificações Gerais

As infraestruturas das estações base devem ser constituídas pelas seguintes partes principais:

- a) Torre, incluindo fundação;
- b) Interfaces mecânicos para fixação das antenas;
- c) Para-raios e sistema de iluminação noturna;
- d) Sistema de terras do site;
- e) Vedação periférica com portão e pavimento;
- f) SET;
- g) Sistema de controlo de acessos;
- h) Conduatas de cabos para interligação ao caminho de cabos longitudinal existente.



### 7.3 Condições Ambientais

Deverão estar presentes na concepção, projeto, definição dos materiais e na construção, os requisitos ambientais relativos ao sistema ferroviário, nomeadamente:

- a) Rede de tração elétrica de 25 kV AC 50 Hz;
- b) Vibrações produzidas pela passagem dos comboios de passageiros e de mercadorias;
- c) Poeira com substâncias resultantes dos sistemas de frenagem e do desgaste produzido no interface roda-carril;
- d) Efeitos aerodinâmicos produzidos pela passagem de comboios, sobre as estruturas instaladas próximo da via-férrea.
- e) Em adicional, é conveniente ter em consideração a exposição dos diversos materiais a fornecer, ao ambiente marítimo, em que se situam. (quando aplicável)

### 7.4 Torres de Antenas

As torres de antenas deverão seguir os princípios e especificações técnicas indicadas no Anexo A (Torre de Antenas).

### 7.5 Pavimento

#### 7.5.1 Introdução

A área e a forma do terreno ocupado pela estação base serão condicionadas pelas restrições e condicionantes envolventes do local para sua implementação, a definir em fase de projeto.

O projetista deverá dimensionar a superfície abrangida pela estação base, que terá desejavelmente e, sempre que possível, a forma de um quadrado e o pavimento em betão armado.

#### 7.5.2 Características

A face superior desse pavimento deverá ter acabamento afagado e pendentes de 0.5% nas 4 direções principais, para escoamento das águas pluviais. Esta face estará sobrelevada no mínimo 0,10m, relativamente ao terreno circundante.

#### 7.5.3 Dimensionamento Estrutural

O dimensionamento da laje será função das condições locais do terreno. Em nenhum caso, porém, se admitem espessuras inferiores a 0.15m. O betão será da classe mínima B20 e as armaduras da classe mínima A235.

#### 7.5.4 Fundação

Em termos de fundação, de um modo geral a laje de pavimento deverá ser instalada sobre terreno natural bem regularizado e compactado.

#### 7.5.5 Caixas e Canalizações

Serão embebidas no pavimento de fundação, antes da betonagem, todas as caixas e canalizações especificadas no presente documento.





## 7.6 Caminho de Cabos

Os caminhos de cabos entre a torre e os espaços técnicos devem ser construídos de acordo com o seguinte pressuposto mínimo:

- a) Tubagem entre caixas de visita existentes e/ou a construir
  - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
  - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- b) Tubagem para a torre desde a caixa visita mais próxima
  - i. 8 monotubos 63mm que será para a utilização exclusiva do GSM-R
  - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
- c) Tubagem para SET
  - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
  - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem, terra de serviço, VDM)
  - iii. Toda a tubagem deve estar interligada e acessível dentro do espaço técnico
  - iv. Os tubos vagos devem ficar devidamente tamponados
- d) Qualquer tubagem adicional, que eventualmente venha a ser necessária para a utilização de outros sistemas.

## 7.7 Sistema de Vedação

A vedação desenvolver-se-á ao longo de toda a periferia da estação base, ou seja, ao longo de toda a bordadura da laje de pavimento, com uma altura mínima de 2 metros, de forma a permitir os trabalhos de manutenção, nesta zona, sem perturbação na circulação ferroviária.

Deve ser fornecida e instalada uma vedação tipo *Bekaert* ou equivalente com fechadura normalizada GSM-R (caso haja acesso exterior).

## 7.8 Rede de Terras

- a) Fazem ainda parte do fornecimento a instalação das redes de terras adequada a cada estação base tendo presente a influência da proximidade de uma rede de tração elétrica de 25 KV AC.
- b) A execução de rede de terras deverá ser realizada com elétrodos de ligação à terra resistentes à corrosão e de alta resistência, dispostos à volta do maciço e em caixa tipo C (1.0x1.0x1.5m) com medidas inferiores a 5 ohm, de acordo com [1].
- c) Devem ser previstos, no mínimo em cada torre, três baixadas, duas para ligação ao para-raios e uma para ligação às antenas e kits terra com componentes e realização de soldaduras em INOX, varetas e ligação aos prumos da vedação (quando aplicável).



- d) As baixadas do para-raios (conforme [2]) serão terminadas, cada uma, num elétrodo de terra em tipologia de pata de galo ou triângulo equilátero de 2m de lado, junto à torre de telecomunicações. Estes dois elétrodos serão interligados com o anel de terra (fita de aço cobreado 30x3.5/70mm) que circunda o maciço da torre.
- e) As baixadas serão em varão de aço inox ou aço cobreado ( $\varnothing$ 10mm/70mm) ou fita de aço cobreado 30x3.5/70mm.
- f) O barramento das terras de serviço deve ficar instalado em cota imediatamente abaixo dos interfaces das antenas e ligado diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita.
- g) Os cabos de terra devem ser instalados pelo exterior da torre, ligados em paralelo com a estrutura da torre e de acordo com as Normas aplicáveis, nomeadamente as da [3].
- h) Os cabos de terra devem ser instalados em caminhos distintos dos cabos coaxiais.
- i) Fornecimento e instalação de para-raios com ponta tipo *Franklin* instalado no topo da torre e ligado à Terra de Proteção.
- j) Deverá ser previsto colocar os cabos de terra da torre dentro de tubos *Hidronil* com cerca de 3m altura e instalar os seccionadores para medir as terras.
- k) Fornecimento e instalação de barra coletora em liga de alumínio 5754 com 490x60x5mm onde liga o anel de terra e o RCT+TP em caixa de visita tipo C (1.0x1.0x1.5m). (quando aplicável).
- l) A pata-de-galo das baixadas dos para-raios deverá ser interligada diretamente ao anel de terra ou à barra coletora da caixa de visita (ligação o mais curta possível) através de condutor de aço cobreado.
- m) Deverá também ser considerada a instalação de uma barra de terras nas torres.
- n) Os projetos das redes de terra das Torres de Antenas GSM-R terão de possuir um grau de detalhe que permita identificar os vários componentes.



Figura 1 – Exemplo de Rede de Terras.

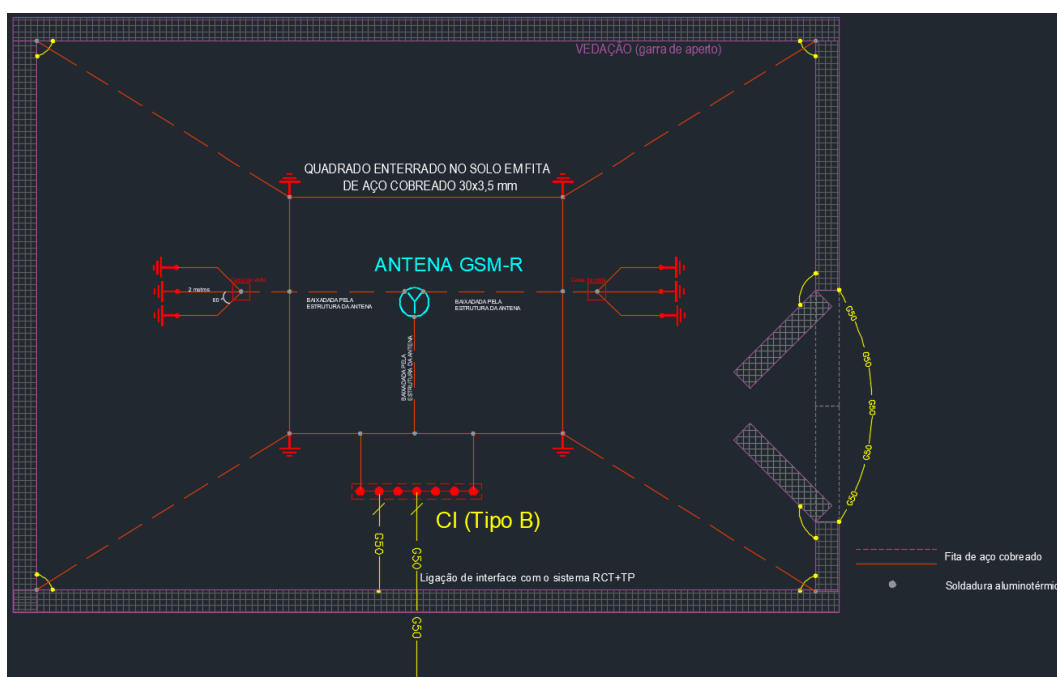


Figura 2 – Exemplo de Rede de Terras de Torre GSM-R.

## 7.9 SET

Em cada um dos locais indicados pelo estudo de propagação radioelétrica para cobertura da linha ferroviária, de acordo com as especificações técnico-funcionais dessa linha e os níveis definidos pelas normas aplicáveis ao sistema rádio de exploração ferroviária (ex: *EIRENE*), para além da infraestrutura de suporte aos elementos de propagação rádio (torres, posteletes, cabo radiante, entre outros) é necessária a existência de uma sala técnica para albergar os sistemas de telecomunicações e de telemática.



Estes espaços técnicos deverão ser projetados e construídos obedecendo às especificações técnicas e funcionais destes espaços, devendo ter no mínimo 24 metros quadrados e ser climatizados.

Nesses espaços serão instalados, para além dos sistemas intrínsecos ao sistema rádio, os sistemas de transmissão de suporte e restantes sistemas de telemática. Irão também nestes espaços ser abertos os cabos de fibra ótica que interligarão todos os espaços técnicos existentes.

Todos estes espaços deverão ser dotados de alimentação elétrica redundante, através de, pelo menos, duas fontes distintas, sendo uma da rede pública e outra da catenária.

### **7.10 Túneis e casos especiais/particulares**

Caso seja necessário ou se pretenda criar infraestrutura de suporte às estações base de comunicações móveis em locais com características excepcionais ou particulares (ex: túneis) que possam obrigar a soluções diferentes e extraordinárias, decorrentes das condições do terreno ou de propagação, poderão ser consideradas instalações não tipificadas neste documento.

Deverão, contudo, estas soluções serem tratadas como excepcionais e serem observadas e garantidas as melhores condições e materiais de forma a garantir o nível de robustez e fiabilidade da solução de telecomunicações móveis.



## ANEXO A – TORRE DE ANTENAS



## A1 INTRODUÇÃO

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste Anexo deverão ser considerados como requisitos mínimos técnicos e funcionais, devendo ser explicitamente referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.

- a) As torres auto sustentadas (reticuladas com perfis tubulares ou outras adequadas ao local de instalação) deverão orientar-se pela especificação que se descreve. Além do fuste da torre (superestrutura) e da respetiva fundação a ser realizada, deverão ser considerados os seguintes itens:
1. Escada;
  2. Esteira vertical de cabos;
  3. Plataforma de trabalho<sup>1</sup>;
  4. Sistema de interface mecânico de fixação de antenas;
  5. Sistema de rede de terras;
  6. Para-raios com ponta tipo *Franklin*;
  7. Dispositivo antiqueda;
  8. Sistema de segurança antiescalamento com fechadura normalizada GSM-R;
  9. Balizagem.
  10. Sistema antinidificação.
- b) A conceção, construção e os materiais a utilizar deverão assegurar uma durabilidade mínima de 20 anos, com o mínimo de ações de manutenção corrente.
- c) O projetista deverá documentar o seu projeto com elementos que permitam uma análise do custo de ciclo de vida da torre, nomeadamente:
- i. O processo de fabrico da torre que garante a durabilidade requerida;
  - ii. Os componentes constituintes da torre para os quais não seja possível garantir essa durabilidade, e nesse caso o prazo previsto para a sua substituição ou conservação;
  - iii. Os trabalhos e plano de manutenção corrente e não corrente a realizar ao longo do período de vida da torre;
  - iv. Previsão dos custos de manutenção ao longo do referido tempo de vida.

É da responsabilidade dos projetistas efetuar o dimensionamento das torres, maciços e incluir todos os acessórios, de acordo com as especificações seguintes e para cada local de instalação.

## A2 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

As torres deverão apresentar a cota necessária para os sistemas de antenas projetados para cada local, os quais poderão variar, em alturas padronizadas e de acordo com a mínima altura indicada para a colocação do sistema radiante obtida pelo estudo de cobertura rádio.

---

<sup>1</sup> A plataforma de trabalho deverá permitir a presença e a realização de trabalhos por 2 pessoas de estatura não superior a 2m.



### A3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

As torres poderão ter o fuste com constituição metálica reticulada tubular ou, em alternativa, em estrutura tubular. As torres devem ser auto suportadas e com fundação em betão armado. A sua fixação à fundação deverá ser efetuada através do sistema mais adequado ainda que, usualmente, seja utilizável o sistema de chumbadores com montagem de porca e contraporca.

### A4 COMPONENTES DAS TORRES

Considera-se como parte integrante torres os seguintes componentes:

- a) Escada metálica com dispositivo antiqueda uniformizado incluindo, fornecimento e colocação de sistema de segurança antiescalamento com fechadura do tipo normalizado GSM-R;
- b) Esteira<sup>2</sup>, para a passagem de cabos a toda a altura da torre;
- c) Para-raios com ponta do tipo *Franklin*, cabo e respetivos apoios;
- d) Sistema de balizagem diurna e noturna (lâmpadas LED comandadas por célula fotoelétrica);
- e) Interface mecânica para fixação das antenas;
- f) Cabo de terra isolado ao longo da torre para interligação dos “kits” de terra dos cabos;
- g) Placas sinalizadoras aplicáveis a este tipo de infraestrutura (sinalização de segurança, radioelétrica, etc.).

### A5 MATERIAL UTILIZADO E PROCESSO DE FABRICO

- a) Deverão ser indicados e fornecidos as características técnicas dos materiais aplicados no fabrico.
- b) Deverão ser descritos os processos de fabrico utilizados e as características técnicas dos tratamentos de superfície.
- c) Deverão ser citadas as normas e especificações a seguir nos processos de fabrico utilizados.

### A6 PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E ACABAMENTOS

Os esquemas de proteção anticorrosiva e acabamento a adotar para o fuste da torre e demais componentes metálicos deverão respeitar, no mínimo, o seguinte:

- a) Decapagem por jato abrasivo.
- b) Metalização a quente. Os componentes de pequenas dimensões ou com reentrâncias de difícil acesso deverão ser tratados através de galvanização por imersão a quente.
- c) Aplicação de uma camada de primário.
- d) Aplicação de uma camada de poliuretano com cor a definir (cores vermelho + branco correspondentes a sinalização diurna, sempre que necessário).

<sup>2</sup> Considerar uma esteira com capacidade mínima para estender 8 cabos de 7/8”.



- e) Poderão ser aceites esquemas de proteção alternativos desde que devidamente justificados e aprovados pelo ISQ de Portugal.
- f) Para aplicação nas regiões da orla marítima, as torres deverão possuir a adequada proteção para ambientes salinos.

## **A7 CONTROLO DE QUALIDADE NO FABRICO**

- a) As fases de fabrico que comportam execução de soldaduras e proteção de superfície deverão ser controladas.
- b) Para o efeito, cada torre deverá ter identificação própria e deverá possuir um certificado individual de inspeção e teste, que fará parte do auto de aceitação provisória.
- c) Do relatório de inspeção e teste, deverão constar obrigatoriamente:
  - Medição da espessura de metalização;
  - Medição da espessura da pintura (total);
  - Informação sobre a qualidade das soldaduras.
- d) Independentemente do fornecedor, o controlo de fabrico exigido de acordo com os pontos anteriores deverá obedecer ao definido na [4] .
- a) Controlo de soldaduras através de métodos não destrutivos.

## **A8 TRABALHOS NA FASE DE MONTAGEM**

Qualquer operação de soldadura na fase de montagem da torre, furação ou corte a efetuar na operação de montagem deverá beneficiar de um esquema de tratamento local, a propor pela entidade executante e devidamente aprovado pelo ISQ.

## **A9 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS TORRES**

- a) O dimensionamento dos vários tipos de torres (e fundações) a instalar deverá permitir suportar as solicitações exercidas pelas antenas GSM-R fixadas no topo da torre, assim como de outros elementos, conforme se descreve:
  - Instalação de pelo menos 4 antenas de painel GSM-R, 1 par no topo da torre e o outro par separado de 3 metros, formando cada par entre si ângulos de 120 a 180 graus, com características indicadas no ponto b);
  - Nos casos onde as torres estejam localizadas na interseção de várias linhas ou ramais, poderá ter de permitir a instalação até 8 antenas de painel GSM-R, com características indicadas no ponto b);
  - Para-raios, cabos coaxiais, elementos mecânicos de fixação, etc.;
  - Instalação até 4 antenas separadas de, pelo menos, 5 metros do último par de antenas GSM-R.
- b) Para características das antenas de painel GSM-R a instalar, indica-se que o peso máximo de cada antena e respetivo “Kit” de acessórios de montagem será da ordem de 30kg,





apresentando uma área exposta de 1,6m<sup>2</sup>/antena e coeficiente de forma associado poderá ser tomado como unitário;

- c) As antenas ficarão distanciadas do eixo vertical da torre num máximo de 2m;
- d) Deverão ser consideradas as cargas associadas aos seguintes itens:
  - Cabos de terra e para-raios com os respetivos apoios;
  - Esteira de cabos (pelo menos 8 cabos de 7/8") a toda a altura da torre;
  - Sistema de balizagem;
  - Sistema de antinidificação;
  - Instalação de dispositivo antiqueda.

#### **A10 DEMAIS CONSIDERAÇÕES PARA PROJETO**

- a) Em termos de ações verticais com carácter permanente ao peso dos elementos estruturais da torre, haverá que contabilizar o peso do sistema de antenas e respetivos interfaces, amplificadores RF e cabos.
- b) Relativamente a sobrecargas, haverá que considerar a concentração de um máximo de 2 homens e 1kN de equipamento em qualquer ponto do fuste da torre, sempre no local mais desfavorável.
- c) A Verificação da Segurança Estrutural relativamente aos Estados Limites Últimos e em Serviço deverá ser alvo de estudo detalhado da ação do vento sobre a torre e todos os outros componentes nela instalados, seguindo-se para tal o definido na regulamentação nacional aplicável.
- d) Se tal for relevante, deverão ainda ser analisados efeitos aerodinâmicos devidos à passagem de veículos ferroviários.
- e) Para efeitos de cálculo, deverá ser considerada uma distância mínima de 4m, medida entre a face da torre e a face exterior do carril mais próximo.
- f) Os Projetos de Verificação Estrutural deverão cumprir todos os regulamentos nacionais em vigor, sendo obrigatória a utilização do [7] na verificação da estrutura metálica que constitui a torre, com a indicação clara dos esforços resistentes e dos esforços atuantes por barra, para a combinação condicionante devidamente explicitada.
- g) Na Verificação da Segurança da estrutura metálica relativamente aos Estados Limites Últimos, será obrigatoriamente incluído a verificação de fenómenos de encurvadura e de fadiga dos elementos metálicos, bem como as demais verificações necessárias e constantes no [7] .
- h) Salvo indicação em contrário, as torres reticuladas deverão ser instaladas com uma das faces paralela à linha férrea e com o para-raios instalado no montante mais afastado da



linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados nos montantes mais próximos da linha férrea.

Salvo indicação em contrário, as torres tubulares deverão ser instaladas com as escadas paralelas à linha férrea, sendo que a torre deverá estar entre as escadas e a linha férrea. Os interfaces deverão ser instalados paralelamente à linha férrea.

## **A11 FUNDAÇÕES**

- a) No dimensionamento da fundação, observar-se-ão, além dos estados limites do betão armado (último e de utilização de fendilhação), os estados limites últimos de equilíbrio global (derrubamento e deslizamento) e a capacidade resistente do solo (tensões de contacto resistentes) face às tensões de ponta previstas, sendo da responsabilidade da entidade executante a realização de todos os estudos geológicos do terreno de fundação.
- b) A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma estação base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar.
- c) Para o dimensionamento da fundação da torre, o projetista deverá ter em consideração a localização exata de implantação do site.
- d) É da exclusiva responsabilidade do projetista o dimensionamento da fundação.

## **A12 EFEITOS VIBRATÓRIOS E AERODINÂMICOS**

Deverão ser analisados eventuais efeitos aerodinâmicos decorrentes das formas adotadas para o fuste da torre em particular, considerando o facto de se localizarem nas proximidades da passagem de veículos ferroviários. Tal proximidade acentua também os efeitos vibratórios que deverão ser considerados no estudo sobre as infraestruturas.

## **A13 PINTURA DA TORRE**

A pintura das torres deverá respeitar todas as obrigações legais decorrentes da sua localização e ter em consideração o menor impacto ambiental e visual.

## **A14 BALIZAGEM DIURNA**

Deverá ser considerada a legislação em vigor relativamente aos locais de implementação das torres e respetivas dimensões.

## **A15 BALIZAGEM NOTURNA**

Deverá ser considerada a legislação em vigor relativamente aos locais de implementação das torres e respetivas dimensões.



Quando aplicável, a sinalização aérea com armadura exterior deverá ser dupla com difusores em vidro vermelho de aviação, dispondo de braço de suporte e braçadeiras metálicas de fixação próprias para duas lâmpadas LED sempre comandadas por célula fotoelétrica.