

**DIREÇÃO DE ACESSIBILIDADE, TELEMÁTICA E
ITS**

AT-RC – Redes Móveis

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

DESIGNAÇÃO: Requisitos das Infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis (GSM-R) para PAT, ZN, SST e espaços vedados



Historial de Alterações

| Revisão | Data | Descrição das Alterações | |
|----------------|------------|------------------------------|-----------------|
| versão inicial | 27-04-2018 | - | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 02 | 13-05-2019 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 03 | 11-03-2020 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 04 | 06-05-2020 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 05 | 30-06-2020 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 06 | 04-11-2020 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 07 | 17-12-2020 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 08 | 22-11-2021 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 09 | 15-02-2023 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |
| Versão 10 | 23-05-2025 | | |
| | | Elaborado por: Mário Pereira | Verificado por: |



INDICE

| | | |
|---|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 2. | PROJETOS DE EXECUÇÃO..... | 5 |
| 3. | ESPECIFICAÇÕES GERAIS | 6 |
| 4. | CONDIÇÕES AMBIENTAIS..... | 7 |
| 5. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS | 8 |
| 6. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO | 9 |
| 6.1 | Introdução | 9 |
| 6.2 | Características | 9 |
| 6.3 | Dimensionamento estrutural | 9 |
| 6.4 | Fundação | 9 |
| 6.5 | Caixas e canalizações | 9 |
| 6.6 | Betonagem | 10 |
| 7. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS..... | 11 |
| 8. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE TERRAS | 12 |
| 9. | ESTUDOS E PROJETOS | 15 |
| 10. | ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE..... | 16 |
| APÊNDICE A – TORRE DE ANTENAS..... | | 18 |



1. INTRODUÇÃO

As presentes especificações técnicas respeitam às condições gerais respeitantes às infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis a implementar na rede ferroviária Portuguesa, especificamente para PAT, ZN e SST.

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados nesta Especificação deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



2. PROJETOS DE EXECUÇÃO

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

A disposição relativa em planta dos diversos componentes da infraestrutura de uma Estação de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.

Ao projetista caberá o desenvolvimento de todos os projetos de execução necessários, os quais, mesmo depois de aprovados pela IP, são da sua inteira responsabilidade.

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

O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.



3. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As infraestruturas das Estações Base devem ser constituídas pelas seguintes partes principais:

- a) Torre, incluindo fundação;
- b) Interfaces mecânicos para fixação das antenas¹;
- c) Para-raios e sistema de iluminação noturna;
- d) Sistema de terras do site;

¹ Em função do tipo de torres a instalar, os concorrentes deverão conceber e fornecer as estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas (GSM 900 de painel e “corner reflector” ou Yagi). Os “kits” mecânicos específicos das antenas não fazem parte do âmbito do presente fornecimento.



4. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Deverão estar presentes na conceção, projeto, definição dos materiais e na construção, os requisitos ambientais² 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)

² Como referência devem ser respeitados os requisitos mínimos em matéria de temperatura, humidade, choque, vibração, etc., requeridos pelos sistemas de telecomunicações e sinalização, definidos na norma EN 50125-3 (*Railway applications - Environment conditions for equipment – Equipment for Signaling and Telecommunications*).



5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS ÀS TORRES DE ANTENAS

As torres de antenas deverão obedecer integralmente às especificações técnicas indicadas no Apêndice A (Torre de Antenas) e aos Requisitos de implantação equipamento e caminhos de cabos torres GSM-R.



6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO PAVIMENTO

6.1 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 de Base, que terá desejavelmente e, sempre que possível, a forma de um quadrado, onde terá de se construir um pavimento em betão armado.

A totalidade dos aspetos técnicos caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto.

6.2 Características

A face superior desse pavimento terá acabamento afagado e apresentará 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.

6.3 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.

6.4 Fundação

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

Nos casos, porém, em que as condições locais o exijam, deverá ser fundada sobre enrocamento, ou adotada outra solução adequada.

6.5 Caixas e canalizações



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

6.6 Betonagem

Nenhuma betonagem poderá ser efetuada sem a comunicação prévia à Infraestruturas de Portugal com um mínimo de 3 dias de antecedência, a fim de permitir a realização das ações consideradas pertinentes.

Poderá ser admitida a utilização de betão com aceleradores de presa, desde que aplicados de acordo com as recomendações do fabricante, e desde que a sua influência no desenvolvimento da capacidade resistente do betão esteja refletida quer no dimensionamento estrutural quer no plano de trabalhos.



7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS AO CAMINHO DE CABOS

Os caminhos de cabos entre a torre e os espaços técnicos devem ser construídos de acordo com o seguinte pressuposto, salvo indicação contrária nos Cadernos de Encargos:

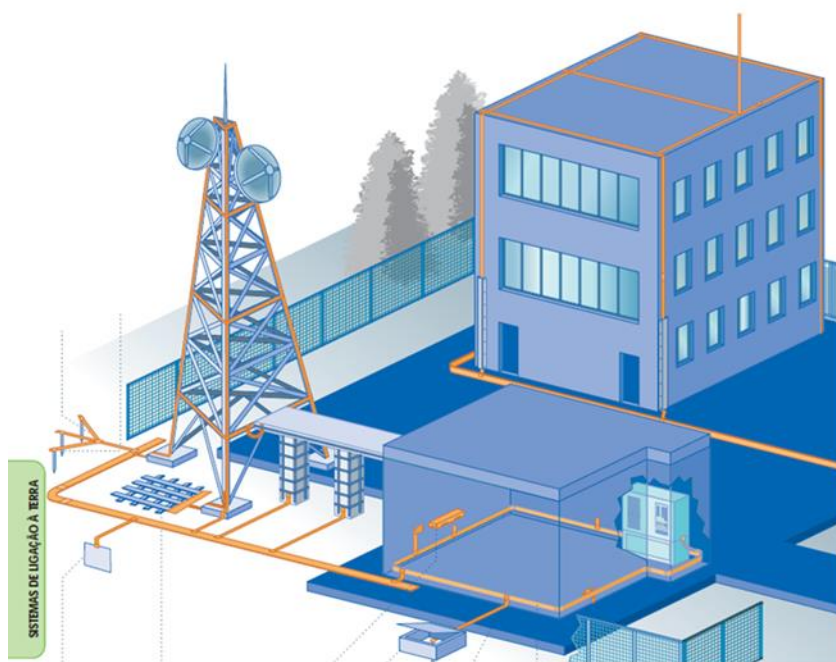
- a) Tubagem entre caixas de visita existentes e/ou a construir
 - i. 4 PEAD 110mm (com 3 monotubos de 40mm dentro de um dos tubos de 110 mm) que será para a utilização exclusiva do GSM-R
 - ii. 4 tubos PEAD Ø40 para acessórios a instalar na torre (por exemplo balizagem noturna, célula fotoelétrica, 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 noturna, célula fotoelétrica, VDM)
 - iii. 8 monotubos 63mm que será para a utilização exclusiva de futuros operadores móveis.
 - iv. 1 monotubo Ø40 para as terras de proteção/serviço
 - v. 1 monotubo Ø40 para a rede de terras da torre
- c) Tubagem para SET/Abrigos
 - 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, célula fotoelétrica, 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, entre os espaços técnicos e as torres, deverá ser identificada em Caderno de Encargos no âmbito dos requisitos desses sistemas.
- e) Sempre que necessário deverão ser construídas as caixas de visita de acordo com as especificações em vigor.



8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RELATIVAS À REDE 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 IT.SIN.053.
- c) Devem ser previstos, 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 NP-4426) 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 que circunda o maciço da torre em aço inox Ø10mm.
- e) As baixadas, tanto dos para-raios como da terra de proteção/serviço, serão em aço inox Ø10mm.
- f) Deverá também ser considerada a instalação de dois barramentos das terras de serviço nas torres.
- g) Os dois barramentos das terras de serviço devem ficar, um instalado em cota inferior aos interfaces das antenas, e outro na parte inferior da plataforma anti-escalamento, e ligados diretamente à barra coletora da caixa de visita.
- h) 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 IEC 62305.
- i) Devem ser utilizados fixações tipo baixadas do para-raios ao montante com fita aço inox, afastados entre si de metro a metro, e permitam um afastamento mínimo de 10 cm à torre dos cabos para que a baixada seja a mais retilínea possível.
- j) Os cabos de terra devem ser instalados em caminhos distintos dos cabos coaxiais.
- k) Fornecimento e instalação de para-raios do tipo ionizante (IONIFLASH da INFOCONTROL/QENERGIA ou equivalente), não radioativo, com antecipação do traçador ascendente, instalado no topo da torre e ligado à Terra de Proteção.
- l) Deverá ser previsto colocar os cabos de terra da torre dentro de tubos Hidronil com cerca de 3 m altura e instalar os seccionadores para medir as terras.

- m) 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)
- n) 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 de aço inox Ø10mm.
- o) Deverá também ser considerada a instalação de uma barra de terras nas torres.
- p) 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**

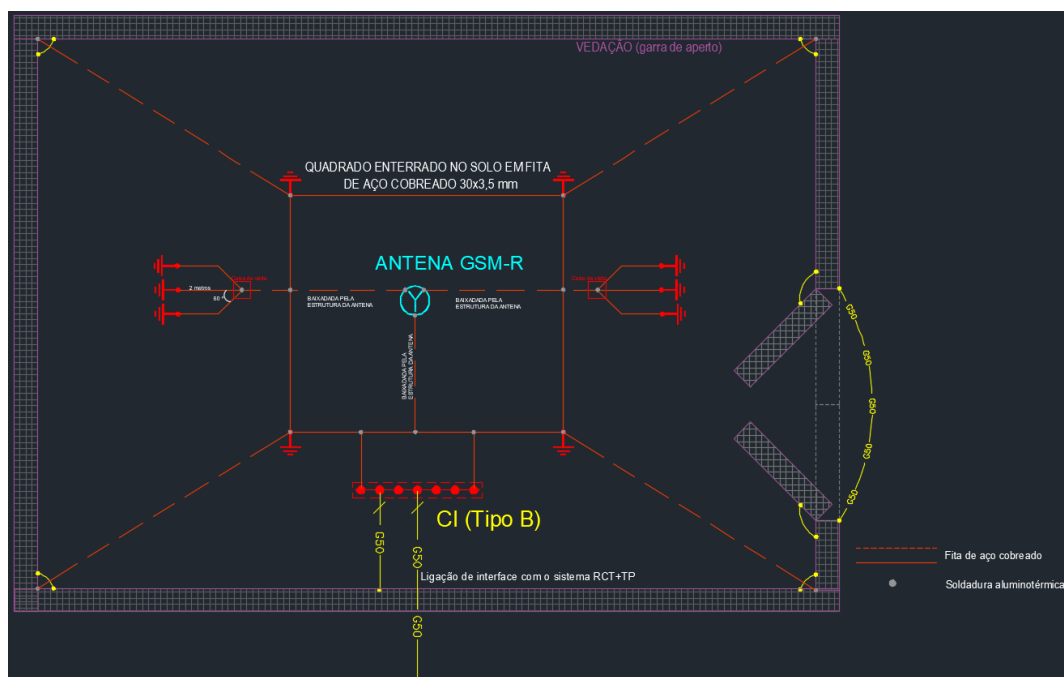


Figura 2- Exemplo de Rede de Terras Torre GSM-R



9. ESTUDOS E PROJETOS

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente 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



10. ENQUADRAMENTO DE RESPONSABILIDADE

O adjudicatário deverá submeter, por cada estação base, à aprovação da IP os respetivos projetos nos quais deverão constar nomeadamente as seguintes peças escritas e desenhadas:

Constituem obrigações do adjudicatário:

- a) Elaboração de Projetos de Execução, os quais devem ser submetidos a prévia apreciação da Infraestruturas de Portugal.
- b) Proceder à alteração de aspetos particulares dos Projetos de Execução de acordo com indicações consideradas pertinentes pela Infraestruturas de Portugal.
- c) Introdução de alterações sugeridas pela Infraestruturas de Portugal, ou a sua aceitação final por parte desta, em nada diminui ou transfere a inteira responsabilidade dos Projetos de Execução apresentados pelo fornecedor.
- d) Formação de eventuais processos a apresentar junto de entidades oficiais sempre que venham a ser requeridos e, na quantidade de cópias necessárias. Estes processos incluem a apresentação de todos os Termos de Responsabilidade inerentes a Autoria de Projetos e Execução de Obras.
- e) Elaboração e entrega de documentos, informações, peças desenhadas e elementos técnicos que permitam projetar e/ou definir outros trabalhos ou equipamentos integrados nesta instalação, embora excluídos do fornecimento.
- f) Entrega de “telas” finais (em suporte informático editável), correspondentes aos trabalhos realizados. As “telas” finais deverão estar de acordo com o levantamento fotográfico do “site” e do respetivo enquadramento geográfico.
- g) Realização em fábrica de ensaios e verificações para comprovação de adequação dos equipamentos às normas e características técnicas a que se submetem.
- h) Fornecimento de todos os meios auxiliares necessários à realização das verificações e ensaios.
- i) Suporte de encargos diretamente inerentes à realização de todos os eventuais ensaios.
- j) Suporte de encargos relativos à manutenção das torres e demais equipamentos em armazém, enquanto não forem montados no local definitivo.
- k) Disponibilização de todo o material e/ou equipamento necessário à montagem e instalação das torres e demais equipamentos de sua responsabilidade nos locais, em quaisquer condições. Serão da inteira responsabilidade do fornecedor os encargos e consequências legais resultantes de danos ocasionados a terceiros durante as fases de transporte e montagem do material e durante a fase de trabalhos de construção civil.



Especificação Técnica

Requisitos das Infraestruturas das Estações Base de comunicações móveis (GSM-R) para PAT, ZN, SST e espaços vedados

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste capítulo deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



Apêndice A – Torre de Antenas

Os aspetos técnicos relevantes caracterizados neste Apêndice deverão explicitamente ser referenciados na memória descritiva do respetivo projeto para constarem em contexto de obra.



A1.1. Torre de Antenas

A1.1.1 Introdução

- a) As torres auto sustentadas (reticuladas de secção triangular com perfis tubulares), 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 trabalho³;
 4. Sistema de interface mecânico de fixação de antenas⁴;
 5. Sistema de rede de terras;
 6. Para-raios do tipo ionizante com antecipação do traçador ascendente;
 7. Dispositivo anti-queda (não coincidente com o caminho de cabos na torre);
 8. Sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA;
 9. Sistema de iluminação noturna.
 10. Sistema Anti-Nidificação
- 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 adjudicatário deverá documentar a sua proposta 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.

³ A plataforma de trabalho deverá permitir a presença e a realização de trabalhos por 2 pessoas de estatura não superior a 2 m.

⁴ Estruturas mecânicas que permitam a montagem das antenas. São de considerar antenas de painel para o sistema GSM-R 900MHz do tipo Andrew LDX-3319DS-A1M ou equivalente.



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

A1.1.2 Especificações Gerais

A1.1.2.1 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.

A1.1.2.2 Características estruturais

As torres poderão ter o fuste com constituição metálica tubular ou, em alternativa, em estrutura reticulada 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 contra-porca.

A1.1.3 Componentes das torres

Considera-se como parte integrante torres os seguintes componentes:

- a) Escada metálica com dispositivo anti-queda uniformizado incluindo, fornecimento e colocação de sistema de segurança anti-escalamento com fechadura do tipo ASSA ou equivalente.
- b) Esteira⁵, para a passagem de cabos até à plataforma anti-escalamento.
- c) Para-raios ionizante, com antecipação do traçador ascendente, cabo e respetivos apoios.
- d) Sistema de iluminação noturna, com lâmpadas LED adequadas, alimentado a 48 VDC a partir das salas de equipamentos dos PAT, ZN e SST, comandado por célula foto-elétrica.
- e) Interface mecânica para fixação das antenas
- f) Cabo de terra isolado ao longo da torre para interligação dos “kits” de terra dos cabos

A1.1.4 Material utilizado e processo de fabrico

- a) Deverão ser indicados e fornecidos as características técnicas dos materiais aplicados no fabrico.

⁵ Considerar uma esteira com capacidade para estender até 8 cabos de 7/8"



- 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.
- d) O fornecedor responderá totalmente pela qualidade dos materiais e processos de fabrico utilizados na sua aplicação, assim como por todos os trabalhos efetuados.

A1.1.5 Proteção anticorrosiva e acabamentos

Os esquemas de proteção anticorrosiva e acabamento a adotar para o fuste da torre e demais componentes metálicos não poderão ser inferiores aos seguintes:

- a) Decapagem por jacto 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).
- e) Poderão ser aceites esquemas de proteção alternativos desde que devidamente justificados e aprovados pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (I.S.Q.) de Portugal.
- f) Para aplicação nas regiões da orla marítima, as torres deverão possuir a adequada proteção para ambientes salinos.

A1.1.6 Controlo de qualidade

A1.1.6.1 Controlo 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 EN 10204 – 91/3.1 C
- e) Controlo de soldaduras através de métodos não destrutivos.



A1.1.7 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 pelo adjudicatário e devidamente aprovado pelo I.S.Q.

A1.1.8 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) conforme localização indicada em Requisitos de implantação equipamento e caminhos de cabos torres GSM-R.
 - Para-raios, cabos coaxiais, elementos mecânicos de fixação, etc.
 - Instalação até 4 antenas GSM/UMTS separadas de, pelo menos, 5 metros do último par de antenas GSM-R
- b) Para características das antenas de painel GSM-R a instalar, do tipo Andrew LDX-3319DS-A1M ou equivalente, 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 1,6m²/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 (até 8 cabos de 7/8") até à plataforma anti-escalamento;
 - Sistema de iluminação noturna;
 - Instalação de dispositivo anti-queda, simples (mono carril ou linha de vida).

A1.1.9 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 Eurocódigo 3 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 Eurocódigo 3.
- 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 conforme indicado em Requisitos de implantação equipamento e caminhos de cabos torres GSM-R.
- i) 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.

A1.1.10 Fundações

- a) No dimensionamento da fundação observar-se-ão, além dos estados limites do betão armado (último e de utilização-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 do fornecedor 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 de Base, bem como a sua implantação global no terreno, fará igualmente parte do projeto a elaborar que deverá ser submetido a aprovação da IP.
- c) Para o dimensionamento da fundação da torre, o projetista deverá estabilizar primeiro com a IP a localização exata de implantação do site, só depois apresentar os cálculos da fundação em função do tipo de solo
- d) Ressalva-se que é da exclusiva responsabilidade do projetista o dimensionamento, fundação.

A1.1.11 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.

A1.1.12 Balizagem

Nos casos que venham a ser considerados desejáveis, deverá ser aplicada balizagem de acordo com as normas emitidas pelo INAC (Instituto Nacional de Aviação Civil), nomeadamente a circular informativa sobre limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais para a navegação aérea.

A1.1.12.1 Balizagem Diurna

Pintura da estrutura em quadriculado alternado nas cores laranja (ou vermelho) e branco, com dimensões mínima de 1,5 m e máxima de 3 metros (acabando em laranja ou vermelho no topo) e em conformidade com o documento Requisitos de implantação equipamento e caminhos de cabos torres GSM-R.

A1.1.12.2 Instalação Elétrica de Sinalização Aérea (Balizagem Noturna)



Deverá ser equipada uma sinalização aérea com armadura exterior, dupla com difusores em vidro vermelho de aviação, dispendo de braço de suporte e braçadeiras metálicas de fixação próprias para duas lâmpadas LED sempre comandadas por célula fotoelétrica.

Uma vez que deverão ser reportadas eventuais anomalias, sempre que ocorra uma falha de sinalização luminosa deverá ser supervisionável pelo subsistema de gestão pelo que deverá ser considerado um circuito para o efeito.

O circuito exterior de iluminação e sinalização aérea deverá utilizar cabo elétrico apropriado a uma alimentação a 48 VDC, estabelecido em calha quando no interior das SET/Abrigos, fixo à calha ou suportes quando na subida da torre.

Este circuito, no que se refere à sua "derivação" para sinalização aérea deverá ser "automatizado" através da célula fotoelétrica e de ensaiador.

A célula fotoelétrica a utilizar poderá ter dois corpos, a base de suporte e o corpo da célula. O corpo será de tipo estanque e, naturalmente resistente ao choque, próprio para condições de serviço ambientais de tempestade tropical. A célula fotoelétrica será instalada, tipicamente, nos primeiros metros da torre.

A1.1.12.3 Elementos constituintes do projeto

Deverá ser apresentado num relatório final com todos os aspetos anteriormente descritos e indicando obrigatoriamente:

1. Características de cada torre;
2. O modelo de cálculo adotado;
3. O programa de cálculo utilizado;
4. Normas e regulamentos utilizados;
5. Eventuais contingências que condicionaram a realização do estudo;
6. Recomendações sobre as intervenções necessárias;
7. Reportagem fotográfica;
8. Termo de Responsabilidade do autor do estudo.

A1.1.12.4 Condições Especiais de execução

- a) Todos os equipamentos e materiais a instalar deverão ser previamente aprovados pela Infraestruturas de Portugal, através de documento escrito, na presença de amostra,



catálogo técnico, ou peça desenhada, nomeadamente o fornecimento dos projetos de cálculo estrutural das torres tendo em atenção as características dimensionais referidas anteriormente. Eventuais soluções alternativas deverão ser previamente aprovadas pela Infraestruturas de Portugal, de acordo com o referido anteriormente.

- b) Quando da conclusão do estabelecimento de todas as infraestruturas anteriormente descritas na primeira torre a ser fornecida, poderá ser efetuada uma vistoria de inspeção-geral e ensaios por forma a comprovar que o que está construído se adequa efetivamente ao especificado.
- c) Quando da realização da primeira malha de terra, deverão todas as correspondentes atividades (abertura de vala, montagem dos cabos, piquets e dispersores), soldaduras a cabos, estacas e armadura das fundações, enchimento e tapamento da vala ser fiscalizados no local para aprovação da Infraestruturas de Portugal.
- d) O fornecedor deverá em todas as obras de instalação de torres notificar a Infraestruturas de Portugal, por escrito, com a devida antecedência da data em que pretende proceder à betonagem das fundações e fecho de todas as valas e fossas da rede de terras/eléctrodo, de forma a permitir à Infraestruturas de Portugal a eventual vistoria da sua execução em conformidade com as especificações.

A1.1.13 Desmontagem de torre existente (quando aplicável)

- a) Nos locais onde atualmente existem torres faz parte do fornecimento a desmontagem dessas mesmas torres e seus equipamentos.
- b) No caso de existir abrigo associado exclusivamente ao PFRSC, e após baldeamento dos equipamentos, deverá igualmente ser prevista a sua demolição
- c) Após a desmontagem da torre, deverá ser considerada a requalificação da pavimentação circundante, designadamente passeios, com remoção da “cabeça” do maciço da torre existente e reconstrução do pavimento adequado.
- d) Os trabalhos de montagem da nova torre e desmontagem da torre existente deverão ser cuidadosamente coordenados de forma reduzir ao máximo o tempo de interrupção da cobertura rádio, bem como reduzir ao mínimo eventuais períodos de interdição de circulação ferroviária necessários para a realização destes trabalhos em segurança.



A1.1.14 Baldeamento de equipamento existente (quando aplicável)

- a) Baldeamento dos equipamentos existentes na torre, mantendo as mesmas alturas, para a nova torre.
- b) O cabo coaxial que interliga a Estação Base RSC à antena RSC deverá ser substituído por cabo novo do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- c) Os cabos coaxiais que interligam as Estações Base GSM-R às antenas GSM-R deverão ser substituídos por novos cabos do tipo LDF 7/8 terminado com fichas do tipo N.
- d) O baldeamento dos equipamentos GSM-R existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Nokia) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)
- e) O baldeamento dos equipamentos RSC existentes entre as salas de Telecomunicações deverá ser executado por terceiros (Kontron) obrigando-se o adjudicatário à subcontratação dos mesmos. (quando aplicável)

A1.1.15 Armazenamento da torre existente (quando aplicável)

- a) Acondicionamento e transporte da torre desmontada (em troços) para o Complexo logístico do Entroncamento.
- b) Para o efeito deverão comunicar a intenção da descarga até às 12h00 da quinta-feira da semana N-1.