



**AURORA**  
LITHIUM

QUADRANTE



# **AURORA LITHIUM, S.A.**

UNIDADE INDUSTRIAL DE CONVERSÃO DE LÍTIO

## **PROJETO DE EXECUÇÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **MEMÓRIA DESCRITIVA – SUBESTAÇÃO 60/6,6 KV**

Revisão 01

Porto, 19 de abril de 2024



<b>REVISÃO</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
00	22/01/2024	Emissão inicial
01	19/04/2024	Primeira revisão

# AURORA LITHIUM, S.A.

## UNIDADE INDUSTRIAL DE CONVERSÃO DE LÍTIO

### PROJETO DE EXECUÇÃO

#### INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE CONSTRUÇÃO CIVIL

#### MEMÓRIA DESCRITIVA – SUBESTAÇÃO 60/6,6 KV

#### ÍNDICE GERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CONCEÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO</b>	<b>5</b>
2.1	PRINCÍPIOS BÁSICOS .....	5
2.2	NORMATIVA APLICÁVEL .....	6
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO</b>	<b>6</b>
3.1	DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	6
3.2	DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS .....	9
3.2.1	PAINÉIS AT.....	9
3.2.2	PAINÉIS MT .....	9
3.3	PLANTA GERAL DA SUBESTAÇÃO .....	13
<b>4</b>	<b>CRITÉRIOS DE PROJETO</b>	<b>14</b>
4.1	CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....	14
4.2	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS.....	14
4.3	DADOS DE CORRENTES NOMINAIS.....	15
4.4	DADOS DE CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO.....	16
4.5	NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADO .....	17
4.6	SEGURANÇA CONTRA CONTACTOS DIRETOS COM PEÇAS EM TENSÃO .....	17
4.7	PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA AT/MT ..	19
4.8	CABOS ISOLADOS .....	19
4.8.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CABOS ISOLADOS.....	19
4.8.2	ACESSÓRIOS PARA CABOS ISOLADOS DE MT.....	21
4.9	PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES.....	22
4.10	PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS.....	23
4.11	ILUMINAÇÃO EXTERIOR DO PEA .....	23
4.12	CARACTERIZAÇÃO DOS PAINÉIS .....	23
4.12.1	CONSTITUIÇÃO DO PARQUE EXTERIOR DE APARELHAGEM AT/MT .....	23
4.12.2	CONSTITUIÇÃO DOS PAINÉIS DO ESCALÃO MT .....	24
4.13	REDE GERAL DE TERRAS.....	25
4.14	SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E CONTROLO (SPCC).....	25

<b>5</b>	<b>CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>TERRAPLANAGENS</b>	<b>26</b>
5.1.1	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	26
5.1.2	ESCAVAÇÃO	27
5.1.3	ATERROS	27
5.1.4	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	30
<b>5.2</b>	<b>DRENAGENS</b>	<b>31</b>
5.2.1	INTRODUÇÃO	31
5.2.2	DIMENSIONAMENTO	32
5.2.3	TUBAGEM E ÓRGÃOS DA REDE	33
<b>5.3</b>	<b>VIAS INTERIORES</b>	<b>34</b>
5.3.1	PERFIL TRANSVERSAL TIPO	34
5.3.2	PAVIMENTAÇÃO	35
<b>5.4</b>	<b>VEDAÇÃO DA SUBESTAÇÃO</b>	<b>35</b>
<b>5.5</b>	<b>EDIFÍCIO DE COMANDO</b>	<b>35</b>
5.5.1	CONCEITO ARQUITETÓNICO	35
5.5.2	SOLUÇÃO ESTRUTURAL	36
5.5.3	REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	36
5.5.4	REDE DE ESGOTOS	36
<b>5.6</b>	<b>ESTRUTURAS DA PLATAFORMA</b>	<b>37</b>
5.6.1	SOLUÇÃO ESTRUTURAL	37
5.6.2	MATERIAIS	37
5.6.3	CRITÉRIOS ADOTADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	37
5.6.4	AÇÕES DE CÁLCULO	37
5.6.5	COMBINAÇÕES	38
5.6.6	ANÁLISE ESTRUTURAL	40
5.6.7	SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	40
5.6.8	SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES	41
5.6.9	REGULAMENTOS	42

# **AURORA LITHIUM, S.A.**

## **UNIDADE INDUSTRIAL DE CONVERSÃO DE LÍTIO**

### **PROJETO DE EXECUÇÃO**

#### **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

#### **MEMÓRIA DESCRITIVA – SUBESTAÇÃO 60/6,6 KV**

## **1 INTRODUÇÃO**

Este documento é referente ao Projeto da Subestação de 60/6,6 kV da Unidade Industrial de Conversão de Lítio a ser construída para a Aurora Lithium S.A. e descreve, resumidamente, as características técnicas que a subestação deverá respeitar, bem como os seus diversos equipamentos e materiais constituintes e as regras que deverão ser cumpridas na construção das instalações elétricas e de construção civil.

A Subestação a ser construída destina-se alimentar a Unidade Industrial de Conversão de Lítio, interligada a um Posto de Seccionamento de 60 kV através de dois painéis de linha. A ligação da Unidade Industrial de Conversão de Lítio à rede elétrica de serviço público (RESP) é feita através de duas linhas de 60 kV, uma linha simples que interliga a Subestação 60/6,6 kV à Subestação do Sado, e outra em linha dupla que interliga a Subestação 60/6,6 kV à Subestação de Setúbal.

De acordo com a localização da instalação e o nível de potência previsto para alimentar as instalações foi apresentado o Pedido de Ligação à Rede, o qual veio a merecer aprovação conforme o documento “Pedido 890000108448, 27/03/2023”.

O presente projeto destina-se a ser executado na baía industrial da SAPEC, distrito de Setúbal, Portugal.

## **2 CONCEÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO**

### **2.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS**

A conceção geral do presente projeto foi regida pela satisfação simultânea dos seguintes princípios básicos:

- Segurança geral das pessoas e bens;
- Simplificação e padronização da construção;
- Facilidade de manutenção;
- Implementação de soluções que minimizem o impacte ambiental, no meio envolvente;

- Otimização das condições de instalação com vista à racionalização de custos de exploração.

## **2.2 NORMATIVA APLICÁVEL**

O desenvolvimento do presente projeto foi executado de acordo com as normas e regulamentos nacionais e internacionais em vigor à data da elaboração do mesmo, nomeadamente:

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento – RSSPTS – (Decreto-Lei n.º 42895, de 31/03/06, alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de fevereiro);
- Norma IEC 61936-1 2010 – Power Installations Exceeding 1 kV A.C. – Common Rules;
- RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Total conformidade com as restantes normas IEEE, IEC, EN, NP e regulamentação e legislação portuguesa aplicáveis a este tipo de instalações, mesmo que não mencionadas explicitamente no presente documento. A aplicação destas normas tem como objetivo garantir que as instalações possuem elevada fiabilidade e continuidade de operacionalidade, garantindo sempre a proteção de operadores e dos trabalhadores que irão garantir o seu funcionamento, assim como de todos os equipamentos.

Nos casos em que exista algum conflito ou discrepâncias entre os requerimentos das normas e regulamentos indicados, prevalecerá aqueles que sejam mais conservadores.

Para além das normativas mencionadas, foram ainda considerados os requisitos mínimos de segurança e qualidade solicitados pelo cliente.

## **3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO**

### **3.1 DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES**

A subestação projetada será do tipo mista, composta por três escalões de tensão, um de 60 kV (Nível AT<sup>1</sup>), um de 6,6 kV (Nível MT<sup>2</sup>) e outro de 0,4 kV (Nível BT). A subestação isolada a ar (AIS) e será essencialmente constituída por um parque exterior de aparelhagem (PEA), um edifício de comando.

O escalão de 60 kV será constituído por dois painéis de linha, um painel de seccionamento de barras e dois painéis de transformador. Os painéis são isolados a ar, exceto o disjuntor que tem isolamento em vácuo, compostos principalmente pelos equipamentos de proteção (disjuntores), de isolamento (seccionadores), medida

---

<sup>1</sup> Alta Tensão

<sup>2</sup> Média Tensão

(transformadores de tensão e de corrente) e de proteção contra sobretensões (descarregadores de sobretensões). Todos os equipamentos apresentam características adequadas para instalação exterior e nível de isolamento de 72,5 kV.

O escalão de 6,6 kV será composto por dois Quadros Metálicos Blindados de MT de 6,6 kV, adiante designados por QMMT #A e QMMT #B, AIS (Air Insulated Switchgear), cada um constituído por 13 celas modulares, com barramento simples, isolados para uma tensão estipulada de 12 kV, estando os equipamentos/sistemas constituintes de MT e BT dispostos no interior de compartimentos distintos e completamente fechados em todas as suas faces por divisórias metálicas. Cada QMMT dispõe de 4 reservas equipadas cada, das quais duas destinadas à correção do fator de potência e filtro harmónico e as restantes estão planeadas para cargas futuras.

Cada cela possuirá um compartimento de BT onde estarão todos os equipamentos necessários à operação e proteção dos circuitos associados.

Resumidamente, no parque exterior da subestação será instalado:

- Toda a aparelhagem MT;
- Quadros Metálicos de MT (QMMT #A e QMMT #B);
- Dois Transformadores de Potência de 60/6,6 kV com 40 MVA de potência nominal;
- Duas Resistências de Neutro;
- Dois Grupos Gerador a diesel com 2500 kVA de potência nominal cada um.

O edifício de controlo da subestação será constituído por:

- Dois Transformadores de Serviços Auxiliares 6,6/0,42 kV com 250 kVA de potência nominal, que assegurarão as alimentações à Unidade de Alimentação Ininterrupta (UPS);
- UPS AC/DC (carregador de baterias) e toda a rede de distribuição e alimentação de energia para os automatismos e proteções quer dos equipamentos dos painéis de 60 KV, quer das celas do QMMT. Agregada à UPS serão instaladas baterias que assegurarão a energia necessárias àqueles automatismos e proteções em caso de falha de energia.
- Circuitos de Iluminação (normais e de emergência, interior e exterior) e Tomadas de Corrente, Unidades de AVAC.
- Armários de controlo e proteção da subestação e do posto de seccionamento;
- Restantes quadros e armários para satisfazer a diversas instalações auxiliares da subestação.

Serão previstos sistemas de encravamentos elétricos entre os dois níveis de tensão, necessários ao funcionamento da instalação em condições de segurança e que impeçam a realização de falsas manobras da aparelhagem de AT de MT. Deste modo, existirão conjuntos de encravamentos, para os níveis de tensão de AT e MT, destinados a garantir que a manobra de um aparelho esteja condicionada ao cumprimento de determinadas condições.

O regime de neutro considerado no escalão AT será de neutro isolado.

O regime de neutro considerado nos escalões MT será de ligação através de criação de um neutro artificial, que será assegurado por transformadores com os enrolamentos primários em Zig-Zag, limitando a corrente de defeito fase-terra dos barramentos MT.

A alimentação dos serviços auxiliares da subestação será assegurada a partir de transformadores do tipo 400/230 V, cada um com potência nominal de 250 kVA, ligados às celas L11 e L12 dos QMMT. O grupo gerador, de instalação exterior, permitirá assegurar a alimentação dos serviços auxiliares da subestação, com uma potência nominal de emergência de 50 kVA, em caso de falha da alimentação da rede.

Será a partir do QMMT que será feita a distribuição de energia para cada um dos Postos de Transformação locais (PT 's), sendo esta distribuição realizada com a instalação e ligação de cabos isolados monoplares constituindo circuitos trifásicos, instalados de forma enterrada ou em caminho de cabos instalados em "pipe-racks". Prevê-se que estes cabos venham a ser constituídos por condutores em alumínio, possuam isolamento em polietileno reticulado (XLPE) e apresentem uma tensão de isolamento de 10 (12) KV, sendo dimensionados adequadamente tendo em conta as cargas a alimentar, quedas de tensão, modos de instalação e correntes de curto-circuito máximas que poderão vir a ocorrer em caso de defeito.

Considerou-se que o local de implantação da subestação, para a definição de isoladores, caixas terminais e descarregadores de sobretensões exteriores, como local com nível de poluição Muito Forte, de acordo com os níveis definidos na norma IEC 60815. Esta classificação obrigará à utilização de aparelhagem elétrica com uma linha de fuga nominal específica mínima entre fase e terra de 31 mm/kV.

Todos os equipamentos elétricos a instalar na subestação terão características dielétricas compatíveis com a altitude a que serão instalados.

O Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) será baseado em equipamentos de tecnologia digital, aplicados de uma forma integrada. Estes equipamentos serão interligados através da rede Ethernet em fibra ótica com as unidades de Comando e Proteção do painel de 60 kV e do QMMT de 6,6 kV.

Na construção dos edifícios serão adotadas medidas construtivas que permitam um nível de isolamento térmico de modo a garantir uma temperatura média interior entre os 20°C e os 25°C. De modo a melhorar o comportamento interior do edifício, será instalado um sistema de climatização com capacidade para manter no interior do mesmo um valor de temperatura e de humidade controlados.



O perímetro desta instalação será devidamente vedado impedindo o acesso a trabalhadores não habilitados para o efeito.

Este documento não dispensa a consulta das especificações técnicas onde estão enunciadas as características detalhadas de todos os equipamentos.

### 3.2 DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS

Os diversos painéis constituintes dos escalões AT do projeto da Subestação 60/6,6 kV da Unidade Industrial de Conversão de Lítio serão definidos da seguinte forma:

#### 3.2.1 PAINÉIS AT

**Tabela 1 - Descrição dos painéis do escalão AT**

<b>PAINEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
1F01: Painel Linha 60 kV	Assegurará a ligação entre o painel +504 do Posto de Seccionamento e o Barramento AT
1F02: Painel Linha 60 kV	Assegurará a ligação entre o painel +507 do Posto de Seccionamento e o Barramento AT
1F04: Painel de Transformador	Assegurará a ligação entre o barramento AT e o escalão AT do Transformador de Potência 60/6,6 kV A
1F05: Painel de Transformador	Assegurará a ligação entre o barramento AT e o escalão AT do transformador de potência 60/6,6 kV B
1F03: Painel de Seccionamento de Barras	Assegurará o seccionamento entre os painéis de linha (1F01 e 1F02) e os painéis de transformador (1F04 e 1F05)

#### 3.2.2 PAINÉIS MT

**Tabela 2 - Descrição dos painéis do QMMT #A do escalão MT**

<b>PAINEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
L01 – Reserva (Alimentação)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e um circuito de alimentação.
L02 – Reserva (Alimentação)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e um circuito de alimentação.

<b>PAINEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
L03 – Reserva (Correção de Fator de Potência)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o equipamento de Correção de Fator de Potência.
L04 – Reserva (Saída Filtro de Harmônicas (RLC))	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o Filtro de Harmônicas (RLC) 1.
L05 – PT-06	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 06 que liga ao Armazém, a Oficina Administrativa, os Edifícios de Laboratórios, e a Sala de Comando e Controlo.
L06 – PT-05	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 05 que liga ao Neutralização, Remoção de Impurezas, Secador de Gesso e Caldeiras.
L07 – PT-04	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 04 que liga ao Área Hidrometalúrgica.
L08 – PT-03	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 03 que liga ao Manuseamento de Alimentação, Arrefecimento, Moinho de Bolas e Forno de Aquecimento de Ácido.
L09 – PT-02	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 02 que liga ao Armazenamento de Espodumena, Filtragem de Lixiviação e Secador.
L10 – PT-01	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o PT 01 que liga ao Compressor, Reagentes e Tratamento de Águas Residuais.
L11 – TR-SE01-3-1-A	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o TSA 6,6/0,42 TR-SE01-3-1-A.
L12 – TR-SE01-2-1-A	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o lado MT do Transformador 60/6,6 kV do painel P201.
L13 – Interbarras	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #A e o Interbarras.

**Tabela 3 - Descrição dos painéis do QMMT #B do escalão MT**

<b>PAINEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
L14 – Interbarras	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o Interbarras.
L15 – TR-SE01-2-1-B	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o lado MT do Transformador 60/6,6 kV do painel P501.
L16 – TR-SE01-3-1-B	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o TSA 6,6/0,42 TR-SE01-3-1-B.
L17 – PT-01	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 01 que liga ao Compressor, Reagentes e Tratamento de Águas Residuais.
L18 – PT-02	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 02 que liga ao Armazenamento de Espodumena, Filtragem de Lixiviação e Secador.
L19 – PT-03	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 03 que liga ao Manuseamento de Alimentação, Arrefecimento, Moinho de Bolas e Forno de Aquecimento de Ácido.
L20 – PT-04	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 04 que liga ao Área Hidrometalúrgica.
L21 – PT-05	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 05 que liga ao Neutralização, Remoção de Impurezas, Secador de Gesso e Caldeiras.
L22 – PT-06	Assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o PT 06 que liga ao Armazém, a Oficina Administrativa, os Edifícios de Laboratórios, e a Sala de Comando e Controlo.
L23 – Reserva (Saída Filtro de Harmónicas (RLC))	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o Filtro de Harmónicas (RLC) 1.
L24 – Reserva (Correção de Fator de Potência)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e o equipamento de Correção de Fator de Potência.
L25 – Reserva (Alimentação)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e um circuito de alimentação.

<b>PAINEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
L26 – Reserva (Alimentação)	Reserva não equipada que assegurará a ligação entre o barramento do QMMT #B e um circuito de alimentação.

### 3.3 PLANTA GERAL DA SUBESTAÇÃO

A subestação 60/6,6 kV da Unidade Industrial de Conversão de Lítio consistirá na instalação apresentada na Figura 1<sup>3</sup>.

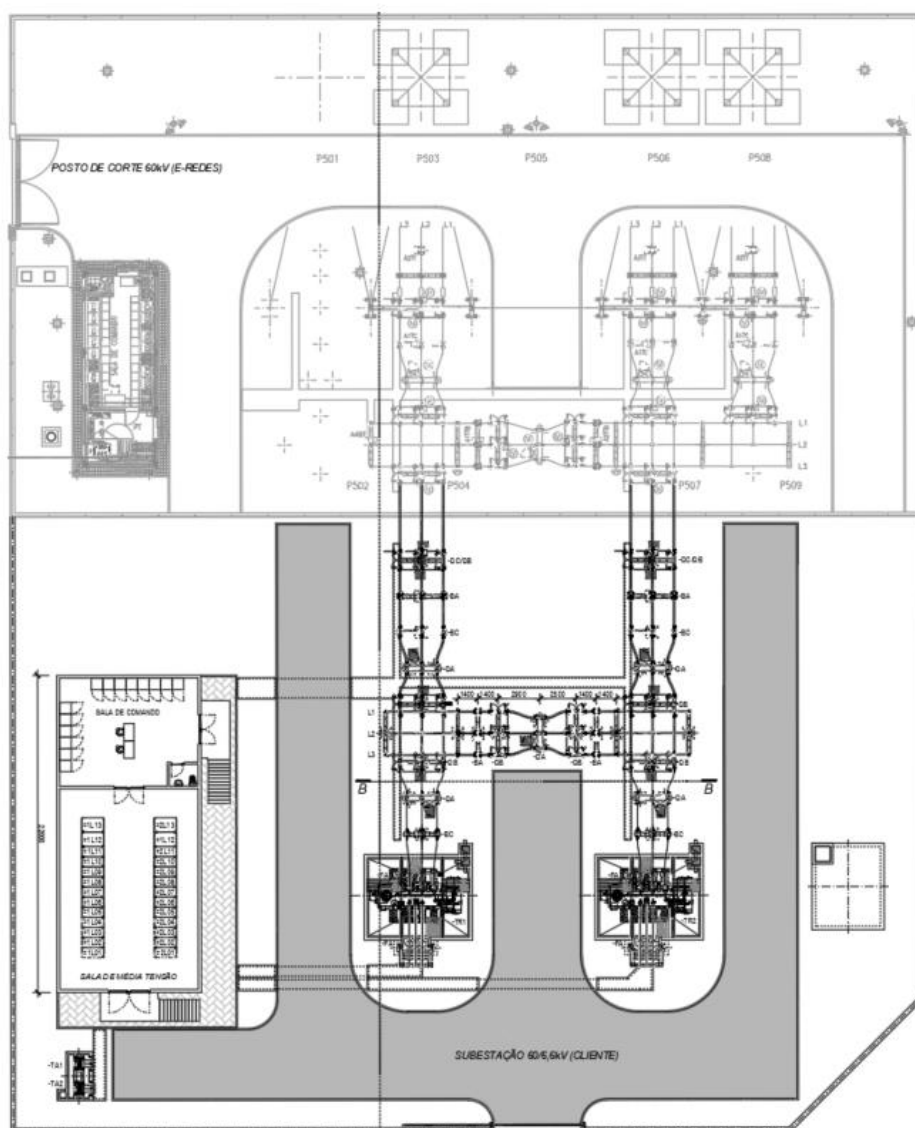


Figura 1 - Planta geral da subestação

<sup>3</sup> Esta planta da instalação deverá ser sempre consultada juntamente com os respectivos planos (peças desenhadas) do presente projeto.

## 4 CRITÉRIOS DE PROJETO

Os critérios de projeto, nomeadamente no que se refere às condições de serviço e características da subestação a projetar, tiveram em conta as informações disponibilizadas pelo Cliente.

Nos eventuais casos em que não foi possível obter informação de algum parâmetro necessário para a realização do presente projeto, consideraram-se as recomendações estabelecidas nas normativas nacionais e internacionais aplicáveis a este tipo de instalações. Na ausência de enquadramento normativo ou regulamentação adequadas, consideraram-se as características técnicas normalmente assumidas para este tipo de instalações em Portugal.

### 4.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

As condições ambientais de serviço previstas para a subestação serão as seguintes:

**Tabela 4 - Condições ambientais de serviço previstas para a Subestação**

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Altitude	313 m
Temperatura máxima do ar ambiente (°C)	36,0 °C
Temperatura média do ar ambiente (°C)	16,5 °C
Temperatura mínima do ar ambiente (°C)	6 °C
Pressão de vento máxima (daN/m <sup>2</sup> )	80 daN/m <sup>2</sup>
Nível de poluição	Muito Forte

### 4.2 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS

A subestação terá as seguintes características elétricas gerais apresentadas na Tabela 5, compatíveis com as das redes elétricas de AT e MT que irão integrar. Os equipamentos a instalar na subestação deverão ser compatíveis com as características da subestação, não comprometendo assim o seu perfeito funcionamento.

**Tabela 5 - Características elétricas gerais da subestação**

CARACTERÍSTICAS	ESCALÃO AT	ESCALÃO MT
Número de Fases	3	3
Tensão Nominal (U <sub>n</sub> )	60 kV	6 kV
Tensão máxima para os equipamentos (U <sub>m</sub> )	72,5 kV	12 kV

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ESCALÃO AT</b>	<b>ESCALÃO MT</b>
Frequência nominal	50 Hz	50 Hz
Regime de Neutro	Neutro isolado	Neutro impedante
Linha de fuga específica mínima	31 mm/kV	31 mm/kV

### 4.3 DADOS DE CORRENTES NOMINAIS

As correntes nominais para especificação dos equipamentos a instalar e as correntes de serviço a utilizar para o dimensionamento da instalação serão as seguintes:

**Tabela 6 - Correntes para os painéis do escalão AT**

<b>PAINEL</b>	<b>CORRENTE NOMINAL</b>	<b>CORRENTE DE SERVIÇO</b>
1F01: Painel Linha 60 kV	A definir	386 A
1F02: Painel Linha 60 kV	A definir	386 A
1F04: Painel de Transformador A	A definir	386 A
1F05: Painel de Transformador B	A definir	386 A
1F03: Painel de Seccionamento	A definir	386 A

**Tabela 7 - Correntes para os painéis dos QMMT #A e QMMT #B**

<b>PAINEL</b>	<b>CORRENTE NOMINAL</b>	<b>CORRENTE DE SERVIÇO</b>
1L01 – Reserva (Alimentação)	-	-
1L02 – Reserva (Alimentação)	-	-
1L03 – Reserva (Correção de Fator de Potência)	-	-
1L04 – Reserva (Saída Filtro de Harmônicas (RLC))	-	-
1L05 – PT-06	510 A	20 A
1L06 – PT-05	1095 A	919 A
1L07 – PT-04	1050 A	1028 A
1L08 – PT-03	350 A	270 A
1L09 – PT-02	350 A	104 A
1L10 – PT-01	365 A	278 A

<b>PAINEL</b>	<b>CORRENTE NOMINAL</b>	<b>CORRENTE DE SERVIÇO</b>
1L11 – TA1	A definir	362 A
1L12 – F04	A definir	3504 A
1L13 – Interbarras	4000 A	-
2L13 – Interbarras	4000 A	-
2L12 – F05	A definir	3504 A
2L11 – TA2	A definir	362 A
2L10 – PT-01	365 A	278 A
2L09 – PT-02	350 A	104 A
2L08 – PT-03	350 A	270 A
2L07 – PT-04	1050 A	1028 A
2L06 – PT-05	1095 A	919 A
2L05 – PT-06	510 A	20 A
2L04 – Reserva (Saída Filtro de Harmônicas (RLC))	-	-
2L03 – Reserva (Correção de Fator de Potência)	-	-
2L02 – Reserva (Alimentação)	-	-
2L01 – Reserva (Alimentação)	-	-

As correntes nominais indicadas, para além de darem o devido cumprimento aos requisitos do projeto, visam dar resposta ao *standard* de mercado no que respeita à disponibilidade normalizada do equipamento associadas a este tipo de instalações.

As correntes de serviço indicadas servirão de base para o dimensionamento das instalações de interligações dos vários equipamentos, nomeadamente no que se refere aos diversos condutores.

#### **4.4 DADOS DE CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO**

Para o presente projeto foram consideradas as seguintes condições em regime de curto-circuito:

**Tabela 8 - Correntes de Curto-Circuito**

<b>PAINEL</b>	<b>ESCALÃO AT</b>	<b>ESCALÃO MT</b>
Corrente de curto-circuito prevista (valor eficaz)	N.C.	N.C.



<b>PAINEL</b>	<b>ESCALÃO AT</b>	<b>ESCALÃO MT</b>
Corrente de curto-circuito de projeto (valor eficaz)	25 kA	40 kA
Corrente de curto-circuito de projeto (valor de pico)	62,5 kA	100 kA
Duração de curto-circuito de projeto	3 s (a confirmar)	3 s (a confirmar)

#### 4.5 NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADO

Os níveis de isolamento estipulados da aparelhagem e restantes partes sob tensão de 60 kV, 6,6 kV e 0,4 kV a adotar para o presente projeto serão os seguintes:

**Tabela 9 - Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem AT, MT e BT**

<b>TENSÃO NOMINAL (VALOR EFICAZ)</b>	<b>TENSÃO MÁXIMA (VALOR EFICAZ)</b>	<b>VALOR ESTIPULADO DA TENSÃO SUPORTÁVEL À FREQUÊNCIA INDUSTRIAL (DURANTE 1 MIN.) (VALOR EFICAZ)</b>	<b>VALOR ESTIPULADO DA TENSÃO SUPORTÁVEL AO CHOQUE ATMOSFÉRICO (VALOR DE PICO)</b>
60 kV	72,5 kV	140 kV	325 kV
6,6 kV	12 kV	28 kV	75 kV
0,4 kV	0,4 kV	1 kV	4 kV

#### 4.6 SEGURANÇA CONTRA CONTACTOS DIRETOS COM PEÇAS EM TENSÃO

O critério adotado com vista à garantia dum elevado grau de segurança das pessoas, que desempenham atividades/trabalhos no parque exterior da subestação sob as mais diversas condições de exploração, será o de “segurança por afastamento”, que consiste no cumprimento das distâncias de isolamento e de segurança recomendadas, através da colocação dos condutores não isolados em tensão a distâncias que impossibilitem contactos acidentais diretos.

As distâncias de isolamento e segurança no ar foram definidas de acordo com níveis de isolamento estipulados anteriormente e com as normativas aplicáveis, tendo em consideração, nomeadamente, os seguintes aspetos:

- Garantia de que as tensões suportáveis entre fases e entre as fases e a terra não são inferiores aos níveis de isolamento definidos na Tabela 9;

- Aplicação das recomendações IEC relativamente à circulação de pessoas ou veículos, distância a edifícios e, possibilidade de execução de trabalhos de manutenção com a subestação em funcionamento.

Outro fator que condicionará as distâncias de afastamento será o facto de os isoladores serem elementos sujeitos a tensão degressiva, estando apenas a sua base ao potencial da terra, pelo que deverá ser impedida a possibilidade de “curto-circuitar” com as mãos parte de uma coluna isolante. Neste sentido, será definida como altura mínima de distância de 2,25 m, de acordo com o estabelecido na norma IEC 61936, do solo à base isolante do equipamento de AT e MT a instalar no parque exterior de aparelhagem.

A disposição dos equipamentos no parque exterior da subestação efetuou-se de acordo com as recomendações e distâncias propostas na norma IEC 61936, adotando-se em cada caso o mais restritivo. Na Tabela 10 apresentam-se as principais distâncias de isolamento e segurança consideradas para o presente projeto:

**Tabela 10 - Distâncias de isolamento e segurança no ar**

TENSÃO NOMINAL (VALOR EFICAZ)	DISTÂNCIAS DE ISOLAMENTO		DISTÂNCIAS PARTES ATIVAS AO SOLO	ALTURA DA PARTE INFERIOR DO EQUIPAMENTO AO SOLO (ZONA DE SEGURANÇA))	NORMA DE REFERÊNCIA
	FASE- TERRA	FASE- FASE			
60 kV	630 mm	630 mm	2800 mm	2250 mm	IEC 61936
10 kV	180 mm	180 mm	2430 mm	2250 mm	IEC 61936

As distâncias de isolamento indicadas são valores mínimos que deverão ser garantidos em funcionamento da subestação em regime de operação normal. Em condições de funcionamento especiais, em que se verifique, por exemplo, o balanceamento dos condutores, dilatações e esforços devidos a curto-circuitos, foram consideradas as margens sobre os valores indicados de acordo com as recomendações da norma IEC 61936.

No que respeita ao equipamento de MT instalado no edifício de comando e controlo, o tipo de proteção adotado será o de “proteção por obstáculo”, que consiste essencialmente na colocação de todas as partes em tensão no interior dos diversos compartimentos completamente fechados e selados dos QMMT.

Este tipo de equipamento será dotado de um sistema de encravamentos que impedirá a realização de qualquer falsa manobra ou contacto acidental com peças em tensão. Complementarmente, os seus compartimentos serão dimensionados para resistirem a um arco no seu interior, sem permitirem a propagação dos seus efeitos aos compartimentos vizinhos, nem provocar lesões em pessoas que se encontrem nas suas imediações.

#### **4.7 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA AT/MT**

A concepção da disposição da subestação teve em consideração que um eventual incêndio no transformador de potência AT/MT não poderá, em qualquer momento, afetar/danificar outros equipamentos ou objetos presentes na subestação, excetuando-se aqueles que se encontram diretamente associados ao transformador.

Para este propósito, deverão ser garantidas as distâncias de segurança estabelecidas na norma IEEE 979, a qual estabelece que, considerando o tipo de transformador de potência a instalar e com um volume de óleo de isolamento superior a 18.925 litros, a distância mínima a outros transformadores ou objetos não combustíveis deverá ser de 5 m sem que para tal seja necessária a construção de muros corta-fogo.

De acordo com as recomendações desta norma, e uma vez que estão garantidas as distâncias mencionadas na concepção da subestação, não está prevista a instalação de muros corta-fogo entre os transformadores.

#### **4.8 CABOS ISOLADOS**

##### **4.8.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CABOS ISOLADOS**

Os cabos isolados de MT (6,6 kV) a utilizar serão do tipo unipolar, com alma condutora em alumínio, redondo, multifilar, compactado, isolamento de polietileno reticulado (XLPE), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita de igual material e bainha exterior constituída por um composto termoplástico à base de poliolefina, dito PO, do tipo DMZ 2, retardante à chama. Os cabos de MT, a utilizar nas ligações a estabelecer na subestação, serão do tipo LXHIOV (cbe)<sup>4</sup>, construídos e ensaiados de acordo com a Norma IEC 60502-2.

De acordo com a norma NP 665, os condutores de alumínio devem ser denominados RH5Z1 (cbe), bem como fabricados e testados de acordo com as normas IEC 60502-2 e HD 620 S2.

Todos os cabos isolados de MT terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

As ligações de MT a serem realizadas no presente projeto encontram-se caracterizadas na tabela seguinte:

---

<sup>4</sup> Designação dos cabos de acordo com o estabelecido na norma NP 665.

**Tabela 11 - Caracterização das ligações de MT entre a Subestação e os Postos de Transformação**

<b>ORIGEM</b>	<b>DESTINO</b>	<b>DESIGNAÇÃO DO CABO</b>	<b>MODO DE INSTALAÇÃO</b>	<b>COMPRIMENTO</b>	<b>CORRENTE MÁXIMA ADMISSÍVEL</b>	<b>CORRENTE DE SERVIÇO</b>
Barramento 6,6kV (1L05)	PT-06	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Enterrado em tubo	180 m	510 A	20 A
Barramento 6,6kV (1L06)	PT-05	LXHIOV 3x(3x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	420 m	1095 A	919 A
Barramento 6,6kV (1L07)	PT-04	LXHIOV 3x(3x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	210 m	1050 A	1028 A
Barramento 6,6kV (1L08)	PT-03	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	560 m	350 A	270 A
Barramento 6,6kV (1L09)	PT-02	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	590 m	350 A	104 A
Barramento 6,6kV (1L10)	PT-01	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	320 m	365 A	278 A
Barramento 6,6kV (2L10)	PT-01	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	320 m	365 A	278 A
Barramento 6,6kV (2L09)	PT-02	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	590 m	350 A	104 A
Barramento 6,6kV (2L08)	PT-03	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	560 m	350 A	270 A
Barramento 6,6kV (2L07)	PT-04	LXHIOV 3x(3x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	210 m	1050 A	1028 A
Barramento 6,6kV (2L06)	PT-05	LXHIOV 3x(3x400/16m m <sup>2</sup> )	Em caleira	420 m	1095 A	919 A
Barramento 6,6kV (2L05)	PT-06	LXHIOV 3x(1x400/16m m <sup>2</sup> )	Enterrado em tubo	180 m	510 A	278 A

No interior da subestação, os cabos isolados de MT referentes aos circuitos de ligação dos secundários do transformador de potência AT/MT e do TSA/RA serão instalados em caleiras ou tubos reservados para o efeito, como especificado nas peças desenhadas do projeto. No interior do edifício os cabos serão instalados por baixo do chão falso.

A fixação dos cabos de MT às estruturas metálicas, nas subidas de ligação aos transformadores, será realizada através de braçadeiras plásticas com fixação através de parafuso em aço inox, do tipo "DUTCHCLAMP", ou equivalente, com capacidade e resistência mecânica adequadas.

Os cabos deverão ser instalados segundo as seguintes condições:

- Serão instalados em caleira ou entubados, em trevo juntivo para cada circuito trifásico;
- Devem ser tomados cuidados relativamente à manutenção da integridade dos cabos durante a sua instalação, não ultrapassando as cargas de tração máximas admissíveis;
- O raio de curvatura dos cabos não deve ser inferior a 20 vezes o seu diâmetro exterior;
- A blindagem dos cabos deve ser ligada à terra em ambas as extremidades;
- Nos tubos e nas entradas e saídas dos cabos do edifício da subestação e celas dos transformadores de potência serão instaladas barreiras antifogo constituídas por materiais intumescentes com a propriedade de restringir a propagação de eventuais focos de incêndio, não permitindo a propagação de um fogo do exterior para interior, ou vice-versa, selando áreas funcionais da subestação. Estas barreiras terão também a função de impedir a entrada de água e animais para o interior do edifício da subestação, devendo garantir o grau de proteção IP 67. Os tubos que não sejam utilizados deverão ser completamente vedados nas extremidades com uma massa resistente ao calor e ao fogo por forma a isolar o exterior do interior e, assim, assegurar o grau de proteção definido.
- Dever-se-á ainda cumprir com todos os requisitos de qualidade e segurança solicitados pelo cliente.

#### 4.8.2 ACESSÓRIOS PARA CABOS ISOLADOS DE MT

Os acessórios dos cabos isolados de MT, designadamente, caixas terminais interiores e exteriores, capacetes terminais, junções simples e acessórios de fixação serão adequados para os tipos de cabos mencionados na secção 4.8.1 e para as condições de serviço da subestação mencionadas no capítulo 4 do presente documento.

A execução e montagem dos acessórios dos cabos de MT, em especial as caixas terminais de interior e de exterior, serão realizadas apenas por técnicos com qualificação para o efeito, obtida junto do fabricante do respetivo acessório.

Após a execução e instalação dos acessórios dos cabos de MT, os mesmos devem ser identificados pelos executantes através de etiqueta durável, mencionando o seu nome, empresa e data de execução.

Na montagem dos diversos acessórios serão cumpridas todas as instruções de montagem, indicadas pelos fabricantes dos mesmos.

Todos os acessórios dos cabos de MT deverão ser adequados para os esforços mecânicos e eletrodinâmicos a que possam estar sujeitos.

#### 4.8.2.1 CAIXAS TERMINAIS INTERIORES

As caixas terminais interiores de MT serão termorretráteis, do tipo "plug-in", de fácil montagem com características que satisfaçam as condições de serviços mencionadas nas secções 4.1 e 4.2 do presente documento.

#### 4.8.2.2 CAIXAS TERMINAIS EXTERIORES

As caixas terminais exteriores de MT, para ligação ao barramento MT, serão do tipo termorretráteis, que satisfaçam as condições de serviços mencionadas secções 4.1 e 4.2 do presente documento, dimensionadas para um nível de poluição forte (linha de fuga especificada na Tabela 5). Os terminais serão em alumínio com a secção adequada ao ligador a ligar, de acordo com o mapa de ligadores e normativa aplicável.

Para as ligações de MT do Transformador de Serviços Auxiliares/Reatância de Neutro, de acordo com os cabos MT a instalar, presentes na tabela 35, serão utilizadas caixas fim de cabo MT pré-moldadas, para montagem exterior, de fácil montagem e com características que satisfaçam as condições de serviços mencionadas nas secções 4.1 e 4.2 do presente documento.

### 4.9 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Os transformadores de potência 60/6,6 kV serão objeto de proteção especial através da montagem de descarregadores de sobretensões cuja função será a de limitar as sobretensões incidentes a valores compatíveis com os níveis de isolamento da aparelhagem a proteger. Estes descarregadores de sobretensões serão montados no escalão de AT e no escalão de MT, do tipo óxido de zinco (ZnO) sem explosores, para ligação Fase-Terra, instalados em posição vertical, sobre uma base isolante.

Os descarregadores de sobretensões de AT e MT serão adequados às características da subestação onde vão ser inseridos, devendo cumprir os critérios mínimos estabelecidos e obedecer às normas aplicáveis, designadamente IEC 60099-4 e IEC 60099.

O sistema de alimentação de baixa tensão será protegido por um sistema de proteção contra sobretensões. Na alimentação de corrente alternada deverá ser prevista a instalação de três níveis de proteção (nível de proteção de alta capacidade, nível de proteção primária, ou média, e nível de proteção secundária, ou fina) e na alimentação de corrente contínua deverão ser instalados dois níveis de proteção (nível de proteção de alta capacidade e nível de proteção primária, ou média).

A antena de GPS também será protegida por um sistema de proteção contra sobretensões.

#### 4.10 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS

A proteção contra descargas atmosféricas diretas será garantida por meio de para-raios do tipo ionizante não radioativo (captura por "avanço à ignição"), a instalar na zona do edifício de comando. O para-raios do tipo ionizante será instalado num poste de 10 metros de altura e estará ligado à rede geral de terras da subestação.

#### 4.11 ILUMINAÇÃO EXTERIOR DO PEA

O sistema de iluminação exterior terá por finalidade permitir a circulação e operação em boas condições de segurança por parte dos operadores da instalação, nomeadamente em períodos noturnos.

O sistema de iluminação exterior será constituído de forma geral colunas de iluminação com um sistema de travessas para afixação dos projetores. Estas travessas possibilitarão uma maior flexibilidade no que diz respeito à orientação dos projetores, permitindo cobrir áreas maiores a partir de menos pontos de emissão (colunas). Adicionalmente, serão instalados projetores na fachada do edifício de comando, permitindo por sua vez uma redução de número total de colunas de iluminação que seriam necessárias. A solução preconizada permitirá assim obter um sistema eficiente, reduzindo os custos de instalação e de funcionamento de forma significativa.

Particularmente, a distribuição dos projetores no PEA terá em consideração que o sistema deverá cumprir com os níveis de iluminação requeridos sem, no entanto, representar um obstáculo para a circulação, trabalhos de operação e manutenção dentro da subestação.

#### 4.12 CARACTERIZAÇÃO DOS PAINÉIS

##### 4.12.1 CONSTITUIÇÃO DO PARQUE EXTERIOR DE APARELHAGEM AT/MT

Relativamente à aparelhagem a instalar nos painéis AT e MT da subestação, instalados no parque exterior, conforme estabelecido nos planos de disposição de equipamentos do projeto, será a que se indica de seguida:

**Tabela 12 - Constituição dos painéis AT/MT**

<b>APARELHAGEM</b>	<b>QUANTIDADES</b>
Isoladores de Suporte 60 kV	12
Descarregador de Sobretensões (Fase-Terra) 60 kV	6
Transformador de Tensão 60 kV	12
Seccionador de Linha com Facas de Terra 60 kV	2
Seccionador de Linha sem Facas de Terra 60 kV	2

<b>APARELHAGEM</b>	<b>QUANTIDADES</b>
Seccionador de Barramento sem Facas de Terra 60 kV	2
Seccionador de Transformador sem Facas de Terra 60 kV	2
Transformador de Corrente 60 kV	12
Disjuntor 60 kV	5
Transformador de Potência 60/6,6 kV	2
Descarregador de Sobretensões do Neutro do Transformador de Potência (Fase-Terra) 60 kV	2

#### 4.12.2 CONSTITUIÇÃO DOS PAINÉIS DO ESCALÃO MT

Relativamente à aparelhagem a instalar nos painéis MT da subestação, instalados no edifício de comando, conforme estabelecido nos planos de disposição de equipamentos do projeto, será a que se indica de seguida:

**Tabela 13 - Constituição do painel do QMMT #A do escalão MT**

<b>APARELHAGEM / L#</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
Transformador de Corrente (BC)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Transformador de Tensão (BA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Disjuntor (QA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Seccionador de Terra (QC)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1
Transformador de Serviços Auxiliares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

**Tabela 14 - Constituição do painel do QMMT #B do escalão MT**

<b>APARELHAGEM / L#</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
Transformador de Corrente (BC)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Transformador de Tensão (BA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Disjuntor (QA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



APARELHAGEM / L#	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Seccionador de Terra (QC)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Transformador de Serviços Auxiliares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

#### 4.13 REDE GERAL DE TERRAS

A rede geral de terras será concebida de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensões de passo<sup>5</sup> e de contacto<sup>6</sup> e limitando-as a valores não perigosos, em caso de defeito à terra.

A rede geral de terras será um conjunto interligado formado por:

- Terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de colocação acidental sob tensão em caso de defeito de isolamento;
- Terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede em caso de defeito à terra.

A subestação será dotada de uma rede de terras única, reunindo as funções de terra de serviço e de proteção com uma resistência global inferior a 1  $\Omega$ . A rede geral de terras será essencialmente constituída por uma malha de terras subterrânea e por um circuito de terra à superfície, ligados entre si de acordo com o evidenciado nas peças desenhadas do projeto.

#### 4.14 SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E CONTROLO (SPCC)

A solução a implementar para o Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) deverá basear-se em equipamentos de tecnologia digital, aplicados de uma forma integrada, constituindo um sistema único que visa, fundamentalmente, a obtenção de:

- Uma estrutura do sistema de proteção, comando e controlo modular e flexível, facilmente adaptável às evoluções da instalação;
- Simplificação das interligações entre os diversos equipamentos de proteção, comando e controlo da Subestação;
- Maior eficiência na supervisão da instalação, conseguida pela disponibilização à distância da informação adequada a um leque variado de agentes que nela

<sup>5</sup> A tensão de passo é a diferença de potencial entre dois pontos à superfície do solo, separados por uma distância de um passo, que se assume ser de 1 metro, na direção do gradiente de potencial máximo.

<sup>6</sup> A tensão de contato é a diferença de potencial entre uma estrutura metálica ligada à terra e um ponto na superfície do solo a uma distância igual à distância horizontal máxima normal a que esta se pode tocar, aproximadamente 1 metro.

intervêm (funções de autodiagnóstico), facilitando assim a realização de planificação, de controlo, de conservação e manutenção;

- Uma otimização do controlo de diversas funcionalidades do Sistema, como consequência da integração permitida pela tecnologia utilizada. Pretendeu-se, na conceção desta instalação, implementar soluções tecnicamente viáveis e eficientes e com o menor custo para o cliente quer do ponto de vista de construção como de operação e manutenção.

O Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) será implementado de acordo com uma filosofia de aquisição e comando por intermédio de equipamentos distribuídos que serão controlados por um sistema centralizado.

## **5 CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dos trabalhos de Construção Civil a realizar podem destacar-se, como mais significativos a terraplanagem e drenagem, a execução das estruturas enterradas para fundação de equipamentos elétricos e a pavimentação.

### **5.1 TERRAPLANAGENS**

#### **5.1.1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS**

##### **5.1.1.1 DECAPAGEM**

A espessura da camada de terra vegetal a decapar e que corresponde ao horizonte superficial de solos orgânicos, varia essencialmente com a natureza das formações aflorantes ou subaflorantes, da morfologia do terreno e do tipo e densidade de vegetação que as reveste. Os solos orgânicos envolvem essencialmente areia, areia argilosa e argila arenosa. A remoção deste horizonte superficial terá o propósito de obter solos para revestimento de taludes, se possível, e promover adequadas condições de assentamento dos aterros.

As áreas dos terrenos a escavar deve ser decapada da terra arável e da terra vegetal ou com elevado teor em matéria orgânica, numa espessura média que se preconiza como de 0,20m. A espessura foi estimada a partir da análise às formações aflorantes e as suas espessuras obtidas nos trabalhos de prospeção.

##### **5.1.1.2 DESMATAÇÃO**

As superfícies de terrenos a escavar ou a aterrar devem ser previamente limpas de construções, pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores) conservando, todavia, a vegetação subarborescente e herbácea, a remover com a decapagem. A limpeza ou desmatação deve ser feita em toda a área abrangida pelo projeto, e inclui a remoção das raízes e do remanescente do corte de árvores.

### 5.1.1.3 SANEAMENTO

Entende-se por saneamento a remoção de solos de má qualidade. Face aos resultados obtidos nos trabalhos de prospeção realizados, não se prevê a remoção dos solos. Refira-se, no entanto, que em todas as zonas de fundação de aterro, deverá ser feita a limpeza, regularização e recompactação dos solos que constituem a fundação.

## 5.1.2 ESCAVAÇÃO

### 5.1.2.1 ESCAVABILIDADE

Em termos gerais, prevê-se que a generalidade das formações intrusivas seja escavada com recurso a meios mecânicos.

### 5.1.2.2 TALUDES DE ESCAVAÇÃO

Relativamente às geometrias a adotar para os taludes de escavação, tomando em consideração as características geotécnicas dos materiais a disponibilidade dos mesmos, os condicionamentos de ocupação do solo, e a dimensão (altura) dos taludes, preconizou-se como regra geral para a geometria dos taludes de aterro, a inclinação 1/1.5 (v/h).

Caso as escavações a realizar intersectem nível freático, deverá ser contactado o projetista por forma a se desenvolverem estudos específicos e se adaptar a solução de escavação.

### 5.1.2.3 REUTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais que ocorrem na área do projeto e que virão genericamente a representar as escavações, constituem ambiente relativamente monótono.

Destas formações intersectaram-se materiais com razoáveis características de reutilização, embora variáveis de acordo com o grau de alteração dos maciços a mobilizar pelos desmontes, apesar de se referenciarem de modo dominante, materiais muito alterados. Reúnem em regra aptidão para constituírem parte inferior do aterro e corpo do mesmo, desde que se confirmem valores de CBR adequados.

## 5.1.3 ATERROS

### 5.1.3.1 MATERIAIS DE ATERRO

As características dos materiais a colocar em aterro e as técnicas construtivas devem ser tais que assegurem a estabilidade dos aterros, a capacidade de carga e durabilidade das camadas de suporte do pavimento.

O material a utilizar na construção dos aterros deverão cumprir as seguintes especificações:

- Os solos ou materiais a utilizar deverão estar isentos de ramos, folhas, troncos, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos;
- Os materiais a utilizar na construção da PIA (Parte Inferior dos Aterros) devem ser preferencialmente insensíveis à água, especialmente quando houver possibilidade de inundação e/ou de encharcamento dos terrenos adjacentes;
- Os solos a utilizar no corpo dos aterros serão as resultantes das escavações em empréstimos não se aceitando a colocação de solos de piores características geotécnicas em qualquer local do aterro;
- Nas situações de aterro e de modo a assegurar melhores condições de fundação do pavimento, deverá ser executada uma camada de coroamento que constitua a última camada de aterro ou PSA (Parte Superior do Aterro), com uma espessura de 0,80m. A PSA deverá ser executada em solos do tipo A-1, A-2 ou SM, SM, SC-SM, SW-SM, com CBR>10%, LL<40%, IP<6 e MO<1%;
- Relativamente ao leito de pavimento, este deverá ser constituído por solos do tipo S3 ou superior com CBR>10%, LL e IP não-plástico.

O valor de CBR, para todos os casos, deverá ser comparado com o valor de 95% do valor de referência do Proctor Modificado.

De modo a satisfazer as exigências de estabilidade quase imediatas dos aterros, os materiais utilizáveis devem ter características geotécnicas que permitam atingir, logo após a sua colocação em obra, as resistências, em particular mecânicas, que garantam esta exigência. Assegurando os corretos espalhamento e compactação é importante garantir que a dimensão máxima ( $d_{máx}$ ) do material permita o nivelamento das camadas e que a sua espessura seja compatível com a potência dos cilindros utilizados, e o teor em água ( $w_{nat}$ ) do material seja adequado às condições de colocação em obra.

#### 5.1.3.2 TALUDES DE ATERRO

Tomando em consideração as características geotécnicas dos materiais a movimentar, a disponibilidade dos mesmos, os condicionamentos de ocupação do solo, a dimensão (altura) dos aterros, preconizou-se como regra geral para a geometria dos taludes de aterro, a inclinação 1/2 (v/h).

#### 5.1.3.3 ASPETOS CONSTRUTIVOS

Os aterros devem ser cuidadosamente construídos. As camadas devem ser executadas simetricamente em relação à estrutura, e a sua espessura deve ser ajustada às características do aterro, da estrutura a envolver, das condições de execução e do material do aterro utilizado.

A espessura das camadas não deve ser superior a 0,20m, e cada camada deve ser compactada de tal forma que a compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja de 100% e o teor em água não deve variar mais que 10% em relação

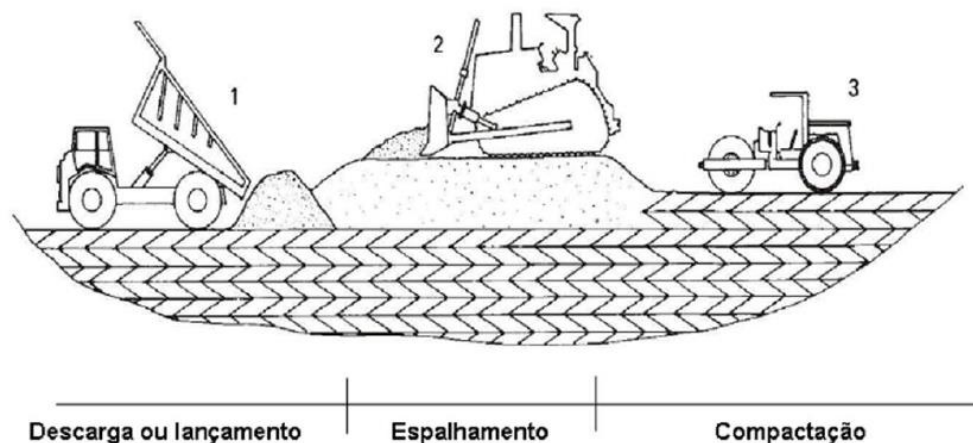
ao valor ótimo. Durante a construção deverão ser verificadas as condições de compactação das camadas através do grau de compactação e do teor em água “in situ”, utilizando como critérios de aceitação os definidos no Caderno de Encargos, ou seja, um grau de compactação de 100%.

Para além da constante nesta memória descritiva, o controlo de qualidade deverá ser realizado de acordo com o tipo e frequência dos ensaios definidos no VOLUME II: Controlo de Qualidade, do Caderno de Encargos Tipo Obra das E.P. de 2009.

Na execução do aterro prevêem-se as seguintes etapas de execução:

- Lançamento do material pelo equipamento de transporte;
- Espalhamento em camadas, com espessura da camada inferior a 15cm;
- Compactação propriamente dita, por meios hidráulicos, de cada camada;
- Regularização final do talude de aterro.

1 - lançamento do material  
2 - espalhamento e regularização  
3 - compactação das camadas



**Figura 2 - Exemplo do faseamento construtivo de construção de aterro.**

Nos locais de difícil acesso ou mesmo inacessíveis a qualquer dos meios de compactação, deverão ser colocados e espalhados materiais arenosos. Antes de se iniciar o seu espalhamento dever-se-á proceder à humedificação da superfície da camada subjacente. O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura depois da compactação seja a mencionada anteriormente. O espalhamento será de forma regular, não devendo ser de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso, de modo que, após compactação, se obtenha a geometria fixada.

Assim, o aterro preconizado, deverá ser construído em várias camadas, cada qual com uma espessura final igual ou inferior a 0,20m, que serão compactadas com um meio mecânico adequado à acessibilidade do local e à importância do volume de material a compactar, devendo atingir sempre o grau de compactação relativa especificado.

Não se devem empregar meios muito pesados de compactação vibrantes na proximidade de estruturas existentes.

Nos restantes casos a compactação dos materiais previstos será efetuada após o seu espalhamento, utilizando cilindros vibradores de peso estático adequado, ou outros equipamentos que, sob proposta devidamente justificada do Empreiteiro, sejam aprovados pela Fiscalização. A compactação das camadas de aterro laterais confinantes do aterro técnico será efetuada, de modo a serem atingidos valores de compactação iguais ou superiores aos 95%, referidos ao Proctor Modificado.

No fim de cada dia de trabalho, não devem ficar solos por compactar. Mesmo no caso em que uma camada tenha sido escarificada para perda de humidade, por arejamento, e não se tenha alcançado o objetivo pretendido, deverá ser compactada e re-escarificada no dia seguinte, caso seja previsível precipitação.

As orlas excedentárias só serão permitidas, em aterros, na condição rígida de não introduzirem qualquer alteração à geometria projetada, se houver terreno para tal disponível e desde que a Fiscalização o autorize expressamente.

Não deverá ser permitido o espalhamento de uma camada sem que na anterior se tenha atingido o grau de compactação fixado e que tenha sido aprovada pela Fiscalização.

Imediatamente antes do lançamento de cada camada, a superfície da camada anterior será aprovada pela Fiscalização. Qualquer camada que tenha ficado exposta após compactação será reexaminada pela Fiscalização, a qual exigirá o tratamento que for necessário, inclusive a eventual remoção parcial ou total, no caso de esta não apresentar condições que garantam uma adequada ligação com a nova camada.

De modo a evitar fenómenos erosão e ravinamento recomenda-se o revestimento dos taludes de aterro com 0,20m de espessura de terra vegetal com espécies vegetais autóctones adequadas para as inclinações preconizadas.

#### 5.1.4 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

A terraplenagem das vias encontra-se calculada de acordo com o layout projetado e recorrendo ao modelo digital do terreno obtido a partir do levantamento topográfico.

O quadro resumo com os volumes de terraplenagem apresenta-se de seguida:

**Tabela 5.1 – Movimentação de terras**

<b>Volume de escavação (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume de Aterro (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Balanço (m<sup>3</sup>)</b>
5370	4188	1182

Do quadro anterior constata-se que existe um excesso de materiais de 1182 m<sup>3</sup> pelo que será necessário recorrer-se a colocação em vazadouro dos materiais provenientes da escavação. Os materiais de empréstimo devem ter as características previstas no capítulo – materiais para aterro.

## **5.2 DRENAGENS**

### **5.2.1 INTRODUÇÃO**

Pretende-se com o projeto de drenagem de águas pluviais, assegurar o correto escoamento das águas caídas na plataforma e prevenir a erosão superficial dos taludes. Para este efeito, é definido e caracterizado um conjunto de dispositivos e estruturas hidráulicas a implantar na respetiva plataforma.

Deste modo serão implantados diversos órgãos de drenagem superficial que recolherão todas as águas pluviais das novas plataformas e taludes correspondentes, nomeadamente valetas semi-circulares, canais de drenagem e descidas de talude, valetas de plataforma e coletores em betão, que recolherão as águas das chuvas e encaminharão no final enviadas para fora da plataforma.

Está prevista a separação das águas pluviais contaminadas com hidrocarbonetos, provenientes dos equipamentos / transformadores, sendo estas águas encaminhadas para um depósito de retenção de óleos. Neste depósito, dá-se o processo de decantação, que consiste no depósito do óleo no fundo desta caixa. A partir de um determinado volume, o depósito descarrega as águas pluviais decantadas, que são encaminhadas para fora da plataforma da subestação. Em caso de derrame, o óleo fica contido no depósito de retenção, devendo ser extraído posteriormente por uma empresa especializada para o efeito. O dimensionamento desta rede bem como do respetivo depósito de óleos foi alvo de estudo específico.

As redes serão executadas nos seguintes materiais:

- Manilhas de betão, para o diâmetro de  $\varnothing 200$

No âmbito do estudo dos sistemas hidráulicos, utilizaram-se as disposições e princípios enunciados no documento oficial:

- Decreto Regulamentar n.º23/95 de 23 de Agosto e Decreto de Retificação n.º153/95, de 30 de Novembro - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

No âmbito do estudo dos sistemas hidráulicos, utilizaram-se as disposições e princípios enunciados no documento oficial:

- Decreto Regulamentar n.º23/95 de 23 de Agosto e Decreto de Retificação n.º153/95, de 30 de Novembro - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

### 5.2.2 DIMENSIONAMENTO

Para determinar os caudais a recolher, delimitaram-se as respetivas bacias e fez-se a sua divisão por áreas. A avaliação dos caudais de cálculo foi feita tomando por base a aplicação do Método Racional com intensidades de precipitação resultantes da aplicação das curvas “intensidade - duração - frequência (I-D-F)” definidas no Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95).

No cálculo foram consideradas as seguintes expressões:

- para a determinação do caudal de cálculo:

$$Q = C \times I \times A$$

- para a determinação da intensidade média máxima de chuvadas admitiu-se uma função do tipo  $I_m = f(t)$ :

$$I = a \times t^b; \text{ região pluviométrica B}$$

Em que:

Q – caudal ( $m^3/s$  ou  $l/s$ )

C – coeficiente de escoamento

I – intensidade de precipitação útil ( $mm/h$  ou  $l/min \times m^2$ )

A – área da bacia em projeção horizontal ( $m^2$  ou  $Km^2$  ou ha)

t – duração da chuvada igual ao tempo de concentração característico das bacias na secção onde se pretende calcular o caudal de cheia (min)

a e b – constantes válidas para cada período de retorno.

Considerou-se a região pluviométrica “A” definida nos termos do Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º23/95). Para os órgãos de drenagem superficial e coletores, considerou-se para a duração da chuvada de cálculo o tempo de 5 minutos, admitindo ainda, ser esse o tempo de concentração da área a drenar.

Nestas condições, aplicando o processo de cálculo indicado pelo Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais,



foi determinada a intensidade média máxima de precipitação, para um período de retorno de 10 anos:

$$I = 232,21 \times 10^{-0,549} = 2,00 \text{ l/min./m}^2$$

Considerou-se um coeficiente de escoamento médio de 0,65 para a drenagem das plataformas, correspondente a um pavimento em gravilha e um coeficiente de 0,95 para o arruamento principal em betão betuminoso.

A verificação da capacidade de vazão dos diversos elementos constituintes dos sistemas de drenagem foi realizada com base na fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K S R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

Q – caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

K – coef. de Manning-Strickler;

S – secção útil de vazão ( $\text{m}^2$ );

R – raio hidráulico, dado pelo quociente entre a área e o perímetro da secção molhada (m);

I – inclinação (m/m).

Como o escoamento nas descidas de talude se escoam em regime super crítico e o caudal que uma descida pode comportar nesse regime é, pelo menos, aquele para o qual a sua secção transversal constitui a secção crítica, as capacidades das descidas circulares utilizadas, são as seguintes:

$$d_c = 0,483 (Q / D)^{2/3} + 0,083 D$$

em que:

$d_c$  – altura crítica (m);

Q – caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

D – diâmetro da secção (m).

Foi utilizado o programa de cálculo automático FlowtMaster na verificação dos caudais.

### 5.2.3 TUBAGEM E ÓRGÃOS DA REDE

Os coletores serão executados em manilhas de betão vibrado de fabrico mecânico, assentes em vala. A rede de águas residuais industriais de disporá de caixas de visita

com gola passa-muros na ligação à tubagem e serão instaladas nas mudanças de direção e inclinação, que permitam o varejamento dos diferentes troços em caso de anomalia no funcionamento gravítico. Serão de planta circular, regra geral com um diâmetro interno de 1,00m e providas de tampa de ferro fundido com vedação hidráulica com o diâmetro de 0,60m e da classe D400. O acesso ao interior das câmaras será feito através de degraus em aço revestido a polipropileno, cravados numa das paredes. As paredes, banquetas e caneluras, deverão ser rebocadas interiormente com argamassa de 600kg de cimento (Traço 1:2 em volume), numa espessura máxima de 2cm.

Os órgãos de drenagem longitudinal são constituídos por valetas, do tipo semi-circulares revestidas a betão. Apresentam um diâmetro de 0,30m e serão executadas paralelamente à via e na crista do talude do lado poente.

O canal de drenagem a executar junto ao portão de acesso, tem secção retangular, com 0,20m de largura e 0,15m de altura. A grelha será executada em ferro fundido dúctil classe D400.

A descarga das águas pluviais proveniente do depósito de óleos será executada através de uma boca de saída, a executar em betão armado e implantada na base do aterro. As restantes descargas serão executadas a partir de bueiros em PVC com diâmetro 160mm, executadas no lintel de fundação da vedação, cujo encaminhamento final será assegurada por descidas de talude, do tipo semi-circulares com um diâmetro de 0,30m revestidas a betão.

Todos os órgãos da rede são alvo de pormenorização nas respetivas peças desenhadas.

### **5.3 VIAS INTERIORES**

A definição geométrica das vias interiores está em conformidade com a terraplanagem da plataforma, garantindo-se o cumprimento de condicionantes quer do ponto de vista de traçado, quer do ponto de vista de escoamento de águas pluviais, com as limitações inerentes às suas funções de circulação, sendo ainda tomada em consideração não só a topografia do terreno, mas também as condicionantes impostas pela localização da plataforma.

O traçado viário está condicionado, tanto em planta como em perfil longitudinal à geometria da plataforma.

#### **5.3.1 PERFIL TRANSVERSAL TIPO**

O perfil transversal tipo utilizado na via de acesso é constituído por:

- Faixa de rodagem unidirecional com 2 vias, com 6,0 metros de largura;
- Inclinação transversal de acordo com a geometria da plataforma.

### 5.3.2 PAVIMENTAÇÃO

A estrutura de pavimento a considerar dentro da subestação será de acordo com o tipo de pavimento usualmente utilizado pela EDP nas suas instalações, sendo constituída por:

- Camada sub-base com 0,20m de espessura após recalque compactada a 95% do Proctor modificado;
- Camada de base granular com 0,20m de espessura após recalque compactada a 95% do Proctor modificado;
- Camada de desgaste em betão betuminoso AC14 surf 35/50, com 0.06 m de espessura.

Sobre a camada da base granular deverá ser efetuada uma rega de colagem com emulsão catiónica rápida ECR-1 à taxa 7 N/m<sup>2</sup>.

### 5.4 **VEDAÇÃO DA SUBESTAÇÃO**

Para a solução de vedação da subestação propõe-se uma solução de rede metálica tipo NYLOFOR 3D da BEKAERT, ou equivalente.

A vedação proposta apresenta uma altura de cerca de 2.5m suportada em prumos de secção quadrada afastados de 2.5m.

### 5.5 **EDIFÍCIO DE COMANDO**

#### 5.5.1 CONCEITO ARQUITETÓNICO

Propõe-se a criação de um edifício técnico, com linguagem e *design* arquitetónico contemporâneo, discreto, com contornos de forma contínua e um volume único, com um layout funcional distinto, onde uma das principais preocupações foi a integração das atividades necessárias dentro de um volume com as propriedades necessárias para o bom funcionamento do edifício.

As fachadas são construídas com materiais altamente resistentes, geralmente aplicados em arquitetura industrial, permitindo um conceito cuidadoso e controlado da forma do edifício, resultando em baixa manutenção e a combinação entre dureza e transparência.

A volumetria do edifício resulta dos requisitos e destina-se a envolver e proteger os equipamentos necessários. Está dividido em: 1 armazém interior, 1 vestiário masculino, 1 vestiário feminino, 1 WC masculino, 1 WC feminino, 1 refeitório, 1 sala de controlo, 1 sala de quadros centrais, 1 gabinete administração, 1 gabinete segurança, 1 sala de serviços auxiliares, 1 sala de quadros e 1 sala de média tensão. A monotonia da caixa oculta é quebrada pelo pé-direito exigível ao compartimento do armazém, que contrasta com a longitude do restante volume edificado.

Pretende-se, portanto, um edifício cuja linguagem arquitetónica prática e funcional responda ao programa de uma forma pragmática e eficiente, quer na conceção espacial,

quer na escolha dos materiais, e que está em conformidade com as necessidades técnicas específicas para as quais é concebido, resultando num projeto arquitetónico planeado e económico.

#### 5.5.2 SOLUÇÃO ESTRUTURAL

Pretendeu-se, na conceção estrutural deste edifício, obter uma estrutura resistente e o mais económica possível que, indo inteiramente de encontro aos requisitos propostos na Arquitetura, permita uma construção utilizando processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se a um reduzido prazo de construção, e cumprindo, obrigatoriamente, a sua função estrutural com total segurança.

O edifício consiste numa estrutura porticada em betão armado com um piso térreo, cobertura e um piso em cave enterrada.

#### 5.5.3 REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O fornecimento não será feito através da conexão com a rede pública de água, pois não haverá acesso a sistemas públicos no local.

Portanto, o abastecimento de água para a subestação será realizado através de um tanque, instalado no solo (em base de betão), com sistema bomba hidropressora.

Este reservatório cilíndrico, em poliéster reforçado com fibra de vidro, será montado na horizontal. O reservatório deve ser provido de tubulação para entrada, saída e arejamento de água. O tanque de água será do tipo "Ecodepur" ou equivalente.

O tanque de armazenamento de água será abastecido por um camião-tanque de água para garantir a autonomia da subestação.

A rede de água servirá o contentor de controlo e toda a rede será seccionada em cada zona de consumo, a fim de reduzir as perdas de uso em caso de falha da rede (em particular, rutura do tubo).

Foi também fornecida uma torneira de lavagem no exterior.

#### 5.5.4 REDE DE ESGOTOS

O objetivo desta rede de águas residuais é a recolha e encaminhamento das águas residuais domésticas produzidas nas instalações sanitárias do contentor de controlo.

A água residual doméstica produzida flui através das linhas de descarga para a fossa séptica. O armazenamento será realizado em tanque enterrado em poliéster reforçado com fibra de vidro tipo "Ecodepur" ou equivalente.

Como não existem tubos de queda, a ventilação desta rede será assegurada pela ventilação da fossa séptica localizada na posição mais a montante da rede.

A rede de águas residuais é feita por gravidade.

## **5.6 ESTRUTURAS DA PLATAFORMA**

### **5.6.1 SOLUÇÃO ESTRUTURAL**

As estruturas metálicas de suporte dos equipamentos da Subestação serão compostas por perfis em aço estrutural, nomeadamente, perfis tubulares, em U, em H e cantoneiras.

Estas estruturas serão apoiadas em elementos de betão armado. Estes elementos são compostos por plintos que assentam em muros como se podem confirmar nos desenhos correspondentes.

### **5.6.2 MATERIAIS**

O betão a utilizar será da classe C25/30, classe de exposição XC2 com agregado máximo de 25mm.

O betão de limpeza deverá ser do tipo C12/15 da classe de exposição ambiental XC0.

O aço preconizado é da classe A500NR em varão. Relativamente aos parafusos e chumbadouros, o aço preconizado é o de classe 8.8.

Em elementos estruturais metálicos o aço considerado foi o da classe S275JR para perfis.

### **5.6.3 CRITÉRIOS ADOTADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA**

Os critérios adotados na verificação da segurança das estruturas, no que respeita à quantificação e combinação das ações, tiveram como base o "Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas".

A verificação dos elementos em betão armado teve como base o "Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de Betão Armado" e a verificação dos elementos metálicos teve como base o "Eurocódigo 3 – Projeto de Estruturas de Aço" nomeadamente no que se refere à verificação relativamente aos estados limites.

### **5.6.4 AÇÕES DE CÁLCULO**

Foram consideradas as ações preconizadas no Eurocódigo 1. Relativamente às forças eletromecânicas.

As cargas consideradas foram as seguintes:

#### 5.6.4.1 AÇÕES GRAVÍTICAS

- Peso próprio do betão armado 25,0 kN/m<sup>3</sup>
- Peso próprio do aço 78,0 kN/m<sup>3</sup>
- Montagem 1,0 kN

#### 5.6.4.2 VENTO

A ação do vento será considerada segundo as expressões e os fatores indicados no Eurocódigo 1: Parte 1-4. Considera-se que as estruturas se encontram na zona A e categoria de terreno II:

- Velocidade de referência do vento  $v_{b,0}=27$  m/s

**Tabela 15 - Pressão dinâmica de vento em função da altura**

ALTURA (M)	PRESSÃO DINÂMICA DE PICO (N/m <sup>2</sup> )
1	747
2	747
3	747
5	879
10	1072

#### 5.6.4.3 SISMO

O efeito do sismo foi considerado de acordo com o Eurocódigo 8, através de uma análise estática equivalente.

As forças sísmicas são calculadas de acordo com a seguinte expressão, sendo aplicadas ao nível do centro de massa:

$$F_s = S_d(T) \cdot m \cdot \lambda$$

- $S_d(T)$  será conservativamente tomado como o valor máximo do espectro de cálculo definido de acordo com o Eurocódigo 8.
- $m$  é a massa da estrutura e equipamento(s).
- $\lambda$  é o facto de correção ( $\lambda=1$ )

#### 5.6.5 COMBINAÇÕES

As combinações de ações foram realizadas de acordo com o “Eurocódigo – Bases para o projeto de estruturas”.

- Combinações para Estados Limite Últimos (ELU)

a) Combinações fundamentais (ELU)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) Combinações para situações de projeto sísmico (ELU-Sismo)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

c) Combinações acidentais (ELA)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinações para Estados Limite de Utilização (ELS)

- Combinação característica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Na verificação de segurança das fundações, o Eurocódigo 7 prevê os seguintes estados limites últimos:

- STR – Rotura ou deformação excessiva de elementos estruturais
- EQU – Perda de equilíbrio da estrutura ou do terreno;
- GEO – Rotura ou deformação excessiva do terreno.

Para os estados limites últimos STR e GEO, a Norma Portuguesa do Eurocódigo 7 define a abordagem de cálculo 1 (AC1). Esta abordagem é definida por:

Combinação 1: A1 + M1 + R1

Combinação 2: A2 + M2 + R1

Em que A1, A2, M1, etc. são conjuntos diferentes de coeficientes de segurança para as ações (A), para as propriedades dos Materiais (M) e para as resistências (R).

A AC1 – combinação 2 é normalmente condicionante quando o que está em causa é a verificação geotécnica (que implica a definição da geometria) e a AC1 – combinação 1 quando o que está em causa é o dimensionamento estrutural.

#### 5.6.6 ANÁLISE ESTRUTURAL

Para determinar os esforços de cálculo de modo a verificar a segurança das estruturas metálicas, consideram-se modelos de cálculo tridimensionais com recurso ao programa informático de cálculo automático SAP2000.

O programa utiliza o método dos elementos finitos para a discretização da estrutura, sendo o cálculo realizado pela resolução do seguinte sistema de equações lineares:

$$KU = R$$

Sendo:

- K - Matriz de rigidez;
- U - vetor dos deslocamentos;
- R - vetor das cargas;

A análise das estruturas metálicas será realizada recorrendo-se a modelos globais elástico lineares constituídos por elementos finitos de barra com 6 GL por nó, modelados tridimensionalmente. A partir da análise destes modelos, obtiveram-se os esforços com que se realizou este Projeto.

Relativamente à análise estrutural dos maciços de fundação, as ações atuantes, para cada uma das combinações consideradas, correspondem às reações de apoio obtidas no cálculo das estruturas metálicas de apoio dos equipamentos, aplicadas nas faces superiores dos plintos de cada maciço.

#### 5.6.7 SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

A verificação de segurança das estruturas metálicas será realizada através do programa de cálculo automático SAP2000 utilizando como base o Eurocódigo 3, utilizando as combinações referidas acima referentes às combinações de ELS, EQU e STR.

Com base na geometria, ações aplicadas e propriedades dos materiais, o programa, para cada secção de uma barra, calcula os esforços atuantes e compara-os com os esforços resistentes. Desta comparação resulta um rácio que traduz o nível de segurança a que a secção está submetida. Para um rácio inferior a 1.00, a secção encontra-se em segurança.

Na verificação de segurança em relação aos estados limites últimos, ter-se-á em conta o fenómeno de encurvadura por compressão bem como a encurvadura por flexão-torção. Salienta-se ainda o facto de se ter tomado em consideração a redução da tensão de cedência devida ao esforço transversal.

Na verificação de segurança em relação aos estados limites de serviço, serão considerados os seguintes limites relativos à flecha máxima admissível:



**Tabela 16 - Flechas máximas admissíveis**

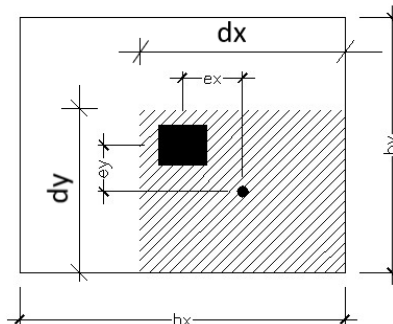
	ELS	ELA
<b>TRAVESSAS E TRAVAMENTOS</b>	L/250	L/250
<b>MONTANTES</b>	L/250	L/150

5.6.8 SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES

Os maciços serão verificados para todas as combinações indicadas anteriormente, exceto para as combinações de ELS. Os chumbadouros e as armaduras serão verificados para combinações de EQU e STR da tabela.

O método de cálculo para avaliação das tensões no terreno utilizado será o método da sapata homotética.

A forma simplificada de cálculo das tensões no terreno é descrita em seguida.



$$\sigma_{apl} = \frac{N}{(d_x \times d_y)}$$

Onde:

- $d_x = 2 \times \left( \frac{b_x}{2} - e_x \right)$
- $d_y = 2 \times \left( \frac{b_y}{2} - e_y \right)$
- $e_x = \frac{M_x}{N}$
- $e_y = \frac{M_y}{N}$

A área sombreada corresponde assim a uma sapata homotética centrada com a carga vertical, e onde se considera uma tensão de contacto constante no terreno. Esta hipótese simplificativa é válida por se tratar de sapatas rígidas. Esta condição é verdadeira se for verificada a seguinte desigualdade.

$$h > (1.0 a^{2/3}) \times \left( \frac{b_{\max}}{2} - \frac{b_{\text{pilar}}}{2} \right)$$

As armaduras são calculadas através dos esforços obtidos do modelo de consola.

Serão ainda feitas para cada maciço as verificações de segurança ao derrubamento e deslizamento, sendo a segurança verificada quando os respetivos fatores de segurança sejam iguais ou superiores a 1.0.

#### 5.6.9 REGULAMENTOS

Para a elaboração do presente projeto, serão utilizados os seguintes Regulamentos e Normas:

- ENV206 - Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade;
- Eurocódigo 0 – Bases para o projecto de estruturas;
- Eurocódigo 1 – Acções em estruturas;
- Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão;
- Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço;
- Eurocódigo 7 – Projecto geotécnico;
- Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos.
- Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas AT
- EN 50341-1 (referente a Linhas Elétricas superiores a 45kV)

**ANEXO I – DIMENSIONAMENTO CABOS ISOLADOS RESPONSÁVEIS PELA  
LIGAÇÃO ENTRE A SUBESTAÇÃO E O PT-01 E PT05**

**ANEXO II – DIMENSIONAMENTO DOS CABOS ISOLADOS RESPONSÁVEIS  
PELAS LIGAÇ ENTRE A SUBESTAÇÃO E O PT-02, PT-03 E PT04**

**ANEXO III – DIMENSIONAMENTO CABOS ISOLADOS RESPONSÁVEIS PELA  
LIGAÇÃO ENTRE A SUBESTAÇÃO E O PT-06**

