



Hyperion

Data:
Outubro 2016

***CENTRAL SOLAR
FOTOVOLTAICA MOURA,
(42 MVA)***

Memória Técnica

Requerente: **Hyperion Energy Investments SGPS**

Morada: Avenida da Liberdade 249 4º

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, abaixo-assinado, Miguel Joaquim Antunes da Conceição, Engenheiro Eletrotécnico, com o número fiscal de contribuinte 219261750, inscrito na Ordem dos Engenheiros com o n.º 58084, portador do Cartão de Cidadão n.º 11720299, domiciliado em Rua Dom Afonso de Albuquerque, 2690-340 Santa Iria da Azóia, autor do projeto junto, relativo à instalação da Central Fotovoltaica Moura, a instalar pela empresa Hyperion Energy Investments SGPS, em Moura, declaro que nele se observaram as disposições regulamentares em vigor, bem como outra legislação aplicável.

Declaro também que esta minha responsabilidade terminará com a aprovação do projeto, ou dois anos após a entrega ao proprietário da instalação, caso o projeto não seja submetido a aprovação.

Santa Iria de Azóia, 25 de Outubro de 2016

O Técnico



MINISTÉRIO DA ECONOMIA



Direção Geral
de Energia e Geologia

29.MAR2016 003402

Exmº. Senhor
Miguel Joaquim Antunes da Conceição
Rua Dom Afonso de Albuquerque, N.º 26 – 2.º. Dtº
2690-340 Santa Iria de Azóia

Sua referência:

Sua comunicação:

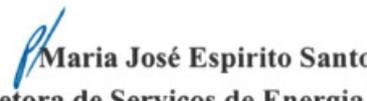
Nossa referência:

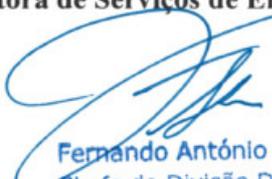
ASSUNTO: **Reconhecimento de Técnico de Responsável de Instalações Elétricas de Serviços Particular (TRIESP) – Lei n.º 14/2015, de 16 fevereiro**

Em cumprimento com o disposto na Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro, por terem sido verificados os requisitos para acesso à profissão regulamentada de técnico responsável de instalações elétricas de serviço particular, tenho a informar que, por despacho datado de **17-03-2016**, foi aceite a inscrição de V.Ex.ª como técnico responsável nos domínios do **projeto, execução e exploração**.

A esta inscrição foi atribuído o número de registo **55015**.

Com os melhores cumprimentos,


Maria José Espírito Santo
(Diretora de Serviços de Energia Elétrica)


Fernando António
Chefe de Divisão DLF

MG

Av. 5 de Outubro, 208 (Edif. Sta. Maria)
1069-203 Lisboa
Tel.: 217 922 700/800
Fax: 217 939 540
Linha Azul: 217 922 861
www.dgeg.pt

Área Norte:
Rua Direita do Viso, 120
4269 - 002 Porto
Telef.: 226 192 000
Fax: 226 192 199

Área Centro:
Rua Câmara Pestana, 74
3030 - 163 Coimbra
Telef.: 239 700 200
Fax: 239 405 611

Área Sul – Alentejo:
Zona Industrial de Almeirim
lote 18
7005-639 Évora
Telef.: 266 750 450
Fax: 266 743 530

Área Sul – Algarve:
Rua Prof. António Pinheiro e
Rosa
8000 - 546 Faro
Telef.: 289 896 600
Fax: 289 896 691

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO DA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA

Câmara Municipal de: Moura

Distribuidor: EDP DISTRIBUIÇÃO

Serviços externos da DGE:

Direcção Geral dos Espectáculos:

Referência Data da Entrada

1. REQUERENTE

1.1. Nome: Hyperion Energy Investments

1.2. Morada: Avenida da Liberdade 249, 1º andar

1250-143 Lisboa

2. INSTALAÇÃO

2.1 Local: Herdade da Vaquinha - Moura (38° 12' 08.42" N, 7° 24' 19.46" W)

2.2. Freguesia: São João Baptista

2.3. Concelho: Moura

2.4. Categoria da Instalação: Tipo A

2.5. Descrição sumária: CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA MOURA, (42MVA)

3. TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJECTO

3.1. Nome: Miguel Joaquim Antunes da Conceição

3.2. Morada: Rua Afonso de Albuquerque nº26 2ºDrt 2690-340 Santa Iria da Azóia

3.3. Nº de inscrição na DGEG: 55015

3.4. Nº de Telefone: 965786557

4. TRAMITAÇÃO DO PROCESSO

4.1. Distribuidor de Energia Eléctrica: EDP DISTRIBUIÇÃO

4.2. Serviços externos da Direcção - Geral de Energia:

4.3. Direcção Geral dos Espectáculos:

4.4. Câmara Municipal de: Moura

FICHA ELECTROTÉCNICA

ÍNDICE

1.	OBJECTIVO DAS INSTALAÇÕES	10
2.	PROMOTOR.....	10
3.	LOCALIZAÇÃO	11
4.	CONDICIONANTES.....	11
5.	PRINCÍPIOS E DEFINIÇÕES BÁSICAS	12
6.	Legislação aplicável	13
7.	CARACTERIZAÇÃO	14
8.	DESCRIÇÃO	15
8.1	Gerador fotovoltaico	15
8.2	Módulo fotovoltaico:	16
8.3	Estrutura de suporte	17
8.4	Cablagem elétrica	17
8.5	Quadros elétricos DC.....	19
8.6	Quadros elétricos AC.....	21
8.7	Inversor	21
8.8	Segurança e Proteção	23
8.9	Sistema de Ligação à terra	24
8.9.1	Rede Geral de terras Parque Fotovoltaico	24
8.10	Proteção contra descargas atmosféricas.....	26
8.10.1	Fontes de danos	26
8.10.2	Tipo de danos	26
8.10.3	Riscos	27
8.10.4	Descargas diretas	27
8.10.5	Descargas indiretas.....	27
9.	CONSTRUÇÃO CIVIL	28
9.1	Terraplenagens	28
9.2	Estradas de Acesso	28
9.3	Canalizações.....	29
9.4	Caixas	29
9.5	Fundações	30
9.6	Vedação do Perímetro.....	30
10	Serviços Auxiliares da central.....	30
10.1	Introdução.....	30
10.2	Serviços auxiliares	30
10.3	Iluminação.....	31
10.4	Monitoração	31
10.5	Torre meteorológica	32
10.6	Segurança e anti-intrusão	32
11	Postos Transformação	33

11.1	Edifício dos Inversores	33
11.1.1	Inversores	33
11.1.2	Envolvente	33
11.1.3	Acessos	34
11.1.4	Ventilação	34
11.1.5	Ligação à terra	34
11.1.6	Sinalizações e material de segurança	34
11.2	Postos Transformação BT/MT	35
11.2.1	Transformadores	35
11.2.2	Características principais	36
11.2.3	Envolvente	36
11.2.4	Características do quadro de distribuição de média tensão	37
11.2.5	Transformador de Serviços Auxiliares	39
11.2.6	Ligação à terra	40
11.2.7	Linha Subterrânea de Média Tensão	40
11.2.7.1	Cálculo Condutores Média Tensão	40
11.2.7.2	Dimensionamento dos cabos eléctricos	44
	Dimensionamento do cabo de MT entre os PT's e o PS	44
11.2.7.2	Acessórios	46
11.2.7.3	Canalizações	46
12	Subestação 60/30kV	47
12.1	Dimensionamento Rede 30 kV	47
12.2	Características do quadro de distribuição de média tensão	47
12.3	Transformador Serviços Auxiliares	53
12.4	Painel de Proteções	54
12.5	Painel de Comando e Controlo	56
12.6	Quadro de Baterias e Retificador-Carregador de Baterias	56
12.7	Medição Energia	57
12.7.1	Contador Energia	57
12.7.2	Armário Telecontagem	57
12.8	Aparelhagem do Parque Exterior	58
12.8.1	Dimensionamento 60 kV	58
12.8.2	Seccionador 60 kV	59
12.8.3	Transformadores de Tensão de 60 kV	60
12.8.4	Transformadores de Intensidade de 60 kV	60
12.8.5	Disjuntor de 60 kV	61
12.8.6	Descarregador de Sobretensão 60 kV	62
12.8.7	Descarregador de Sobretensão do Neutro do Transformador	62
12.8.8	Descarregador de Sobretensão 30 kV	62
12.8.9	Encravamentos e Sinalizações	62
12.8.10	Iluminação do Parque Exterior da Subestação	63
12.8.11	Transformador de Potência	63

12.8.12	Proteção contra contactos diretos e indiretos.....	64
12.8.13	Cabos de Baixa Tensão, Comando e Sinalização	64
12.7.14	Rede de Terras	65
12.7.15	Proteção contra descargas atmosféricas diretas no Parque Exterior	66

Memória Descritiva e Justificativa

1. OBJECTIVO DAS INSTALAÇÕES

A presente Memória Descritiva e os seus anexos, constituem o Projeto de Licenciamento das Instalações Elétricas da Central fotovoltaica de Moura de 42 MVA, a implementar pela empresa **Hyperion Energy Investments**.

O propósito da presente memória descritiva é de estabelecer os dados de dimensionamento e apresentar as principais características dos materiais e equipamentos da citada central fotovoltaica de 42 MVA de potência nominal, denominada “Central Fotovoltaica Moura”, que se pretende construir numa parcela com uma área de 90 hectares na Herdade da Vaquinha na freguesia de São João Baptista, concelho de Moura.

Toda a energia elétrica gerada será entregue à Rede de Distribuição Elétrica em Alta Tensão (60 kV), estando destinada integralmente à sua venda.

Atribuição da licença de produção desta central contribui para o cumprimento dos objetivos e prioridades da política energética, nomeadamente o impacto do centro electroprodutor nos custos económicos e financeiros do SEN, contribuindo para uma maior eficiência energética e capacidade de produção para o cumprimento das metas nacionais e comunitárias no domínio das energias provenientes de fontes endógenas no consumo bruto de energia.

O projeto desta central fotovoltaica contribuirá ao nível mundial para a redução das emissões de gases com efeitos de estufa e para a redução do aquecimento global. Ao nível nacional este projeto colaborará no cumprimento das metas de produção de energia a partir de fontes renováveis.

Serão cumpridas todos os regulamentos aplicáveis no que respeita à ocupação, localização, proteção do ambiente, proteção da saúde pública e segurança das pessoas.

2. PROMOTOR

Titular: Hyperion Energy Investments

Identificação Fiscal: NIPC 507877497

Sede social: Avenida da Liberdade 249, 1º andar 1250-143 Lisboa

Pessoa de contacto: Diogo Ramalho

E-mail: dmr@hyperion-st.com

Telefone: 213163742 (fixo)

Fax: 213163731 (fax)

3. LOCALIZAÇÃO

Pretende-se construir a central fotovoltaica de Moura numa parcelas de terreno da Herdade da Vaquinha, situada no Distrito de Beja, na freguesia de São João Baptista do Concelho de Moura, tal como se pode verificar no mapa de localização e planta do local em anexo.

O acesso à central implantada na Herdade da Vaquinha realizar-se-á desde a estrada nacional N386 partindo de Moura em direção a Póvoa, a Herdade fica a 9 km de Moura e a 6 km de Póvoa.

A central estará situada a uma distância de aproximadamente 7 km em linha reta, da subestação elétrica do Alqueva, propriedade da REN.

Concelho: Moura

Freguesia: São João Baptista

Coordenadas: 38° 12' 08.42" N, 7° 24' 19.46" W

4. CONDICIONANTES

O Projeto não se enquadra em área sensível, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro.

De mencionar que serão cumpridos os preceitos constantes no Regulamento do PDM, quando estes se apliquem ao projeto em causa.

Encontram-se no anexo I os Elementos para apreciação prévia e decisão de sujeição a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).

5. PRINCÍPIOS E DEFINIÇÕES BÁSICAS

As células fotovoltaicas, geralmente uma área quadrada de aproximadamente 100 a 250cm², transformam a radiação solar incidente diretamente em eletricidade aproveitando o chamado "efeito fotovoltaico": Uma célula fotovoltaica exposta à radiação solar atua como um gerador de corrente contínua com uma característica tensão-corrente que depende principalmente da própria radiação solar, da temperatura e da superfície.

A partir do agrupamento e interligação de um determinado número de células fotovoltaicas, obtém-se os módulos fotovoltaicos conseguindo-se áreas de captação com maior potência de geração e maior facilidade de instalação.

Por seu turno, a partir dos módulos fotovoltaicos e sua interligação série-paralelo, formam-se os atuais geradores fotovoltaicos, com um intervalo de potências totalmente flexível e adaptado a cada circunstância.

Os módulos fotovoltaicos convertem a energia luminosa em eletricidade, na forma de corrente contínua (DC) em "tempo real", ou seja, a captação de energia solar e consequente produção de eletricidade acontecem em simultâneo.

Esta potência elétrica gerada em corrente contínua precisa de ser convertida em corrente alternada por meio de um ou vários inversores e elevar a tensão mediante transformadores de potência para que possa ser transportada sem perdas excessivas.

- **Célula fotovoltaica:** Dispositivo que transforma a radiação solar em energia elétrica.
- **Módulo fotovoltaico:** Conjunto de células solares diretamente interligadas e encapsuladas, como um bloco único, entre materiais que as protegem dos efeitos da intempérie.
- **String:** Grupo de módulos ligados eletricamente em série.
- **Inversor:** Conversor estático de eletricidade, que converte a corrente contínua em corrente alternada.
- **Potência da instalação fotovoltaica ou potência nominal:** Soma da potência nominal dos inversores (a especificada pelo fabricante) que intervêm nas três fases da instalação em condições nominais de funcionamento.

– **Potência de pico do módulo:** Potência máxima do painel fotovoltaico em condições de ensaio normalizadas (STC).

– **Potência de pico do gerador:** Soma das potências de pico dos módulos fotovoltaicos.

– **Condições de Ensaio Normalizadas (STC - Standard Test Condition):** Condições de irradiância e temperatura na célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos e geradores solares e definidas do seguinte modo:

– Irradiância solar: 1000 W/m²

– Distribuição espectral: AM 1,5 G

– Temperatura da célula: 25 °C

6. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

A execução das centrais estarão sujeitas ao cumprimento estrito de toda a legislação e regulamentação vigente que lhe seja aplicável, tanto nacional como a nível europeu. Incluindo o cumprimento de:

- *Decreto-Lei n.º 172/2006, de 23 de agosto com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 215-B/2012, de 8 de outubro.*
- *Portaria n.º 133/2015 que procede à primeira alteração à Portaria n.º 243/2013, de 2 de agosto.*
- *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro, e Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro) - RTIEBT;*
- *Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento (Decreto-Lei n.º 42895, de 31 de Março de 1960, alterado pela Portaria n.º 37/70, de 17 de Janeiro e pelos Decretos Regulamentares n.º 14/77, de 14 de Fevereiro e n.º 56/85, de 6 de Setembro);*
- *Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão e Decreto Regulamentar nº 1/92 de 18 de Fevereiro;*
- *Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica de Baixa Tensão e*

Decreto Regulamentar nº 90/84 de 26 de Dezembro.

- *As Normas Portuguesas e Europeias aplicáveis;*
- *Determinações da Empresa Recetora de Energia Elétrica;*
- *As normas para a elaboração e organização de projetos.*

Nos casos omissos ou duvidosos, deverão ser cumpridas as determinações da empresa recetora da energia elétrica e respetivas DRIE, as regras da arte e as determinações prescritas pela fiscalização oficial.

7. CARACTERIZAÇÃO

- **Denominação:** **CENTRAL FOTOVOLTAICA MOURA**
- **Potência nominal:** 42.000 kW
- **Potência de Pico:** 48.003 kWp
- **Produção anual média de energia:** 87.499 MWh/ano
- **Localização:**
 - Distrito:* Beja
 - Concelho:* Moura
 - Freguesia:* São João Baptista
- **Coordenadas geográficas:**
 - Latitude:* 38° 12' 08.42" N
 - Longitude:* 7° 24' 19.46" W
 - Altitude:* 215 m aprox.
- **Módulo FV:**
 - Marca:* SolarWorld
 - Modelo:* Sunmodule SW 285 mono
 - Potência de Pico:* 285 Wp
 - Nº módulos por série:* 22
 - Nº séries em paralelo:* 7656
 - Nº total de módulos:* 168.432
- **Estrutura:**
 - Tipo de estrutura:* fixa
 - Material:* aço galvanizado

- **Inversor:**

Marca:	EFACEC
Modelo:	EFASOLAR 1000
Nº de inversores:	42

8. DESCRIÇÃO

Pretende-se construir uma central fotovoltaica de energia solar fotovoltaica sobre uma estrutura fixa. A central fotovoltaica é constituída basicamente por um gerador solar de corrente contínua, inversores que convertem esta corrente em alternada, transformadores elevadores de tensão, assim como toda a cablagem, equipamentos de comando, corte, proteção e medição.

Além disso, a central terá outros sistemas auxiliares que garantirão o funcionamento da mesma: o seu próprio fornecimento de energia, sistemas de vigilância, segurança e sistemas de monitorização.

Deste modo, podemos distinguir na central três partes funcionais diferentes:

- O sistema de produção fotovoltaica ou gerador solar.
- Os sistemas de acondicionamento de energia elétrica, compostos por inversores DC/CA e transformadores BT/MT.
- Os Sistemas Auxiliares.
- Sistema de conversão para AT.

A seguir descrevem-se cada um deles:

8.1 Gerador fotovoltaico

O gerador fotovoltaico é constituído por um conjunto de módulos fotovoltaicos ligados em série e paralelo. O número de módulos ligados em série é determinado pelo intervalo de tensões de trabalho do inversor. O número de módulos em paralelo é definido de acordo com a potência da central.

- Potência de Pico:	48.003 kWp
- Número de módulos:	168.432
- Nº de módulos em série:	22
- Nº de strings em paralelo:	7656

8.2 Módulo fotovoltaico:

O módulo FV é o elemento-chave da instalação fotovoltaica. A escolha do módulo da central fotovoltaica realizou-se tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Módulo de última geração e tecnologia
- Melhores características e rendimento em função das condições ambientais
- *Performance Ratio* obtido
- Cumprimento das características nominais ao longo da vida útil da instalação
- Facilidade de manutenção
- Disponibilidade no mercado
- Garantia do fabricante e serviço pós-venda

Com base nestas considerações selecionou-se o seguinte módulo fotovoltaico:

Modelo:	Sunmodule SW 285 mono
Potência nominal:	285 Wp
Tecnologia	Monocristalino
Eficiência:	17 %
Intensidade de curto-circuito (Isc):	8,94 A
Intensidade no ponto de máx. potência (Impp):	9,2 A
Tensão no ponto de máx. potência (Vmpp):	31,3 V
Tensão de circuito aberto (Voc):	39,7 V
Tensão máxima do sistema (Vmax):	1000 V
Dimensões: comprimento x largura x espessura (mm)	(1675 mm × 1001 mm × 33 mm)
Orientação	Sul

As características elétricas são medidas em condições normalizadas STC (condições de ensaio normalizadas): de 1000 W/m² de irradiância, temperatura da célula a 25 °C e uma massa de ar espectral AM de 1,5.

Os módulos incorporam díodos “bypass” que permitem um caminho alternativo para a corrente, numa associação em série de células, quando alguma delas está debaixo de sombra ou não conduz.

Os módulos deverão estar assegurados para uma degradação inferior a 10% em 12 anos e de 20% em 20 anos e suportarão uma carga de 5400 MPa.

8.3 Estrutura de suporte

Os módulos fotovoltaicos serão instalados numa estrutura capaz de suportar o seu próprio peso e os esforços do vento e neve definidos na legislação em vigor.

A separação entre as estruturas no sentido Norte-Sul deve ser tal que se minimizem os efeitos de sombreamento entre elas. Assegurar-se-á, em particular para o dia do solstício de inverno, pelo menos quatro horas de sol para todos os painéis.

A estrutura é de aço de qualidade S275 JR galvanizado a quente para garantir uma proteção adequada contra a corrosão. A espessura do galvanizado é de 80 microns.

A parte principal é composta por uma estrutura em forma de viga contínua, apoiada por uma série de pilares. Dispõem-se os módulos fotovoltaicos sobre os perfis que atuam como vigas principais, formados por perfil estrutural quadrado de dimensões 100x100x3.

Os pilares de suporte são perfis HEB-100, os quais são implantados no solo dependendo do tipo e características mecânicas do mesmo.

Do mesmo modo, todas os parafusos, porcas e outros componentes utilizados na montagem da estrutura são de aço zincado com um nível de resistência de qualidade 8.8 de acordo com a norma DIN/ISO 898.

A fundação da estrutura será feita por perfuração do solo a uma profundidade suficiente para alcançar a estabilidade e resistência adequadas. O estudo geotécnico do terreno e os ensaios de tração e impulso laterais determinarão a profundidade necessária.

Estes testes serão realizados em toda a extensão de terreno ocupado pelo campo fotovoltaico para ter em conta a variabilidade das características do terreno.

A perfuração realizar-se-á a uma profundidade mínima de 1,5 m de profundidade e 30 cm de diâmetro. Depois de colocar o pilar verter-se-á betão em massa de agregado fino para fixar o pilar ao terreno.

8.4 Cablagem elétrica

A associação dos módulos em série realiza-se aproveitando as próprias caixas, condutores e ligadores dos módulos FV. Os condutores positivo e negativo prolongam-se até às caixas de bornes e caixas de String (caixas de ligação de séries) e nestas realizam-se as ligações em paralelo de cada subcampo. Cada série estará equipada com seccionador e proteção contra sobreintensidade, assim como de descarregadores de proteção contra sobretensões ligados à terra, seccionadores, díodos de bloqueio, fusíveis e descarregadores dimensionados para a corrente e tensão de cada série.

A cablagem faz-se desde os módulos até às caixas de ligação (dois condutores ativos), sob a própria

estrutura, preso com grampos à mesma ou em calha porta-cabos. Os cabos positivos e negativos são transportados desde as caixas de String, mediante canalização subterrânea por tubo, até ao quadro elétrico do campo situado junto ao Inversor, diretamente ou através de caixas de concentração de séries intermédias. Todas as séries que dependam de um inversor serão unidas no quadro elétrico de campo de DC.

O dimensionamento dos cabos é feito de acordo com os critérios de intensidade de curto-circuito admissível, intensidade máxima admissível por aquecimento do cabo e a queda de tensão máxima estipulada pelo dimensionamento (1%).

As quedas de tensão foram calculadas utilizando a expressão:

$$u = b \times \left(\rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos\varphi + \lambda \times L \times \sin\varphi \right) \times IB \quad \Delta u = 100 \frac{u}{U_0}$$

em que:

***u** é a queda de tensão, expressa em volts;*

***Δu** é a queda de tensão relativa, expressa em percentagem;*

***U₀** é a tensão entre fase e neutro, expressa em volts;*

***b** é um coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos e a 2 para os monofásicos (os circuitos trifásicos com o neutro completamente desequilibrado, isto é, com uma só fase carregada, são considerados como sendo monofásicos);*

***ρ₁** é a resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225 Ω.mm²/m para o cobre e 0,036 Ω.mm²/m para o alumínio);*

***L** é o comprimento simples da canalização, expresso em metros;*

***S** é a secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;*

***cosφ** é o factor de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado o valor cosφ = 0,8 e, conseqüentemente, senφ = 0,6);*

***λ** é a reactância linear dos condutores (na falta de outras indicações pode ser usado o valor 0,08 m.Ω/m);*

***IB** é a corrente de serviço, expressa em amperes.*

As secções das linhas entre módulos e strings, e inversores são:

Séries	4 -6 mm ²
Bornes às Caixas de String	entre 6-25 mm ²
Caixa de String ao Inversor	entre 70-240 mm ²

Os cabos utilizados na instalação devem cumprir com as normas em vigor quanto ao isolamento e grau de proteção. Em particular, devem possuir um isolamento maior ou igual a 1000 V e serão de duplo isolamento (classe II). Os cabos utilizados para a interligação dos módulos FV estarão protegidos contra a degradação devido à intempérie: radiação solar, UV e condições ambientais de elevada temperatura ambiente. Utilizar-se-á para a cablagem entre módulos e ramais, e inversores os cabos:

Tipo	ZZ-F (AS) 1,8 kV ou similar
Nível de Tensão	0,6/1 kV
Condutor	cobre

Serão utilizados cabos flexíveis para evitar tensões e perigos de corte, para além disso, serão devidamente etiquetados e identificados de acordo com os esquemas elétricos e adotar-se-á um código de cores para condutores positivo e negativo, facilitando as tarefas de manutenção.

Para além disso, os cabos serão devidamente etiquetados e identificados de acordo com os esquemas elétricos e adotar-se-á um código de cores, facilitando as tarefas de manutenção.

Os dispositivos de corte em carga para a parte DC da instalação estarão devidamente homologados para esta função, dependendo da tensão de funcionamento e poder de corte de intensidade necessário.

8.5 Quadros elétricos DC

Deverão cumprir com as disposições dos Pontos 41 e 801.4 das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão e outra legislação aplicável.

Os quadros, serão grau de proteção não inferior a IP 65 segundo a norma EN 60529 e IEC 60529 e IK 08 segundo a norma EN 62262. A estrutura interior e dimensões será tal que satisfaça as normas portuguesas em vigor e que permita alojar a aparelhagem indicada no respetivo esquema e proteja-la contra contactos diretos ou outras ações, por todas as faces.

Existirão dois tipos de quadros elétricos de corrente contínua:

- Caixas de bornes que ligarão duas ou três séries, que devem ser dotados de fusíveis de

intensidade adequada e tensão superior a 1000 Vcc em cada um dos pólos:

- Caixas de String, dotadas de fusível para cada entrada, interruptor geral, seccionador e descarregador de sobretensões.

Os dispositivos de corte em carga para a parte DC da instalação estarão devidamente homologados para esta função, dependendo da tensão de funcionamento e poder de corte de intensidade necessário.

Os fusíveis, bases de porta-fusíveis e os elementos de ligação estarão devidamente homologados para a sua utilização em DC e para uma tensão mínima de 1000 V.

Os quadros terão uma proteção IP 65 e serão instalados de forma a evitar a exposição solar direta. Terão uma resistência ao fogo e ao calor anormal de todos os componentes isolantes conforme a regulamentação em vigor.

Os dispositivos de corte e proteção deverão possuir corte multipolar (do neutro em redes alternadas e do negativo em redes de corrente contínua), sendo os últimos de funcionamento automático por atuação de disparadores térmicos, eletromagnéticos e diferenciais e estarão de acordo com EN 60898. De acordo com a norma europeia IEC 60364-7-712, deve ser instalado um aparelho de corte geral entre o gerador fotovoltaico e os inversores. Este interruptor DC de corte bipolar deve ser dimensionado para a tensão máxima do circuito aberto do gerador solar a temperatura de -10 °C (UOC (PV -10 °C)) e para 125 % da corrente máxima do gerador (ICC PV).

$$IDC IC = 1.25 \times ICC PV$$

A cablagem dos quadros será efetuada na fabrica, sendo as ligações internas efetuadas sobre régua de bornes, devidamente referenciada.

Também no interior, todos os condutores de cablagem serão devidamente referenciados, identificados e arrumados, de modo a facilitar a posterior substituição da aparelhagem.

A marcação dos condutores e dos bornes de ligação será executada por meio de marcadores plásticos CAB 3 ou equivalente e os cabos elétricos de elevadas dimensões serão marcados com o sistema de identificação de cabos Duplix ou equivalente.

Em todos os quadros elétricos, existirá uma barra de terra.

Serão previstas etiquetas individuais, indicando a utilização dos vários circuitos. As etiquetas deverão ser de material laminado, tipo trafolite, gravadas com a designação dos locais servidos por cada circuito, sendo aparafusadas.

Na eletrificação interior, os condutores deverão ser rígidos e nunca poderão ter secção inferior a da saída a que se destinam com o mínimo de 4 mm² e deverão estar arrumados de tal modo que se evitem os cruzamentos e o espaço, compreendido entre a aparelhagem e a régua de bornes, não

impeça o conveniente trabalho de manutenção.

Admite-se, contudo, que os condutores de comando, tipo flexível, possam ter secções mínimas de 1,5 mm².

Todos os bornes de sinalização e comando deverão estar suficientemente agrupados e sem qualquer possibilidade de serem confundidos com os bornes de energia.

8.6 Quadros elétricos AC

Os quadros de baixa tensão serão do tipo armário metálico, em caixa normalizada, classe II de isolamento. As caixas terão porta de segurança e tampa de afloramento de aparelhagem. Os disjuntores serão montados em calha DIN.

Os quadros elétricos serão equipados com a aparelhagem de manobra e proteção indicada e obedecerão às prescrições regulamentares aplicáveis, nomeadamente as secções 31 a 34 da parte 1, secções 52 a 54 da parte 2, secções 30 a 39 e 58 da parte 5 das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Portaria nº 949-A/2006 (RTIEBT) e às condições e características técnicas constantes do presente projeto.

Os quadros serão grau de proteção não inferior à IP65 segundo a norma EN 60529 e IEC 60529 e IK8 segundo a norma EN 62262. A estrutura interior e dimensões será tal que satisfaça as normas portuguesas em vigor e que permita alojar a aparelhagem indicada no respetivo esquema e proteja-la contra contactos diretos ou outras ações, por todas as faces.

Todos os quadros elétricos serão obrigatoriamente de classe II de isolamento ou de isolamento equivalente, satisfazendo às condições indicadas na Secção 413.2.

Os circuitos de saída deverão ser identificados por etiquetas, cravadas no painel, ou de colocação na própria aparelhagem de proteção.

Os quadros elétricos serão equipados com corte geral do tipo omnipolar e com a aparelhagem de manobra e proteção contra sobrecargas e curto-circuitos e dispositivos diferenciais contra correntes de fuga à terra que obedecerão às prescrições regulamentares aplicáveis, e esquemas unifilares constantes do presente projeto.

Os aparelhos de corte e proteção previstos na instalação serão essencialmente disjuntores, com poder de corte não inferior à Icc presumida.

8.7 Inversor

O inversor é o responsável por converter a corrente contínua gerada pelos módulos solares em corrente alternada sincronizada com a da rede.

Serão empregues quarenta e dois inversores, modelo EFACEC EFASOLAR 1000, com as seguintes características técnicas:

Potência nominal do inversor	1.000 kW
Mínimo Tensão c.c.	600V
Máxima Corrente	1050V
Tensão nominal c.a.	405 V
Corrente nominal c.a.	1426 A
Corrente máxima c.a.	1570 A
Intervalo de tensão MPP	625-900 Vdc
Tensão de entrada máxima	1050 Vdc
Fator de potência	1,0 / 0,9 indutivo até 0,9 capacitivo
Frequência de trabalho	50 Hz
Distorção harmónica máxima	< 2,5 % (THD)
Sistema isolado rede/painel	Isolamento galvânico através de transformador
Rendimento máximo	98,7 %
Rendimento máximo CEC	98,6 %
Dimensões	(2200 x 2000 x 610 mm) mm
Grau de proteção	IP 20 / NEMA 2
Peso aproximado	1800 kg

Cada inversor estará situado num edifício de betão prefabricado cujas dimensões e localização se indicam nos planos correspondentes.

O funcionamento do inversor será totalmente automático. A partir do momento em que os módulos solares gerem potência suficiente, a eletrónica implementada no inversor regulará a tensão, a frequência e a produção de energia. Ao alcançar um certo nível mínimo de potência, o dispositivo começará a injetar na rede.

O inversor funciona de maneira a converter a máxima potência possível (seguimento do ponto de potência máxima) dos módulos solares. Quando a radiação solar incidente sobre painéis não é suficiente para fornecer energia à rede, o inversor deixa de funcionar. Uma vez que a energia consumida pela eletrónica provém dos painéis solares, à noite, o inversor não consome nenhuma energia proveniente da rede de distribuição da empresa.

O fabricante garante o fabrico dos inversores de acordo com todas as normas de segurança aplicáveis.

O inversor desligar-se-á em caso de:

- *Falha da rede elétrica:* em caso de interrupção no fornecimento da rede elétrica, o inversor encontra-se em curto-circuito e, portanto, desligar-se-á, não funcionando em nenhum caso em modo ilha, voltando-se a ligar assim que se tenha restabelecido a tensão na rede.
- *Tensão fora do limite:* se a tensão está acima ou abaixo da tensão de funcionamento do inversor, esta desligar-se-á automaticamente, esperando por condições mais favoráveis de funcionamento.
- *Frequência fora do limite:* no caso em que a frequência da rede se encontrar fora do limite aceitável, o inversor irá parar imediatamente, pois isso significa que a rede está a funcionar em modo ilha, o que é instável.
- *Temperatura elevada:* o inversor dispõe de um sistema de refrigeração por convecção e ventilação forçada. Na situação em que a temperatura interior do equipamento aumente, este está concebido para entregar menos potência por forma a não exceder o limite de temperatura, porém, se necessário, o mesmo desligar-se-á automaticamente.

8.8 Segurança e Proteção

A integração da instalação fotovoltaica ligada à rede não deve constituir nenhum risco adicional para as pessoas, os equipamentos, a rede elétrica e outros utilizadores. A instalação elétrica cumprirá as seguintes indicações:

- A parte DC da instalação será flutuante (esquema IT), isto é, nenhum dos pólos positivo ou negativo do gerador estarão ligados à terra. Instalar-se-á um sistema de monitorização permanente de isolamento de ambos os pólos (positivo e negativo) em relação à terra. Este monitor de isolamento pode estar incorporado no inversor de ligação à rede.
- A central terá isolamento galvânico entre as partes AC e DC da instalação através de um transformador de isolamento, evitando em qualquer caso a injeção de componente contínua na corrente transferida para a rede elétrica.
- Serão utilizados dispositivos limitadores de sobretensões induzidas por descargas atmosféricas ligados em T entre ambos os pólos do gerador fotovoltaico e terra nos barramentos das caixas de concentração.
- Os dispositivos de corte em carga para a parte DC da instalação estarão devidamente homologados para esta função, dependendo da tensão de funcionamento e poder de corte de intensidade necessário.
- Os fusíveis, bases de porta-fusíveis e os elementos de ligação estarão devidamente homologados para a sua utilização em CC e para uma tensão mínima de 1000 V.

- Para minimizar a possibilidade de curto-circuitos, separar-se-á a condução dos terminais positivos e negativos provenientes do gerador FV nas caixas de ligações.
- A instalação fotovoltaica nunca funcionará em modo ilha. Existirá um dispositivo de corte de interface que na ausência de tensão da rede desligará a central da rede externa.
- A instalação fotovoltaica contará com uma instalação de medida de produção, e outra bidireccional para a medida de energia entregue e/ou solicitada à rede de acordo com as regulamentações da Empresa Distribuidora.
- Para além disso, o gerador fotovoltaico deverá estar protegido contra a formação de pontos quentes por sombreamento com díodos de bypass, incorporados no próprio módulo.
- Estará disponível no ponto de ligação à rede, em AT, um interruptor geral acessível em qualquer momento pela empresa de electricidade, equipado com todas as proteções determinadas pela Empresa Distribuidora.

8.9 Sistema de Ligação à terra

A rede de terra da instalação FV será única e composta por um cabo de cobre, sem isolamento, enterrado e reforçado com varetas metálicas, que se estenderá por toda a central, formando uma malha à qual serão ligadas todas as estruturas e partes metálicas da instalação, assim como os anéis de ligação à terra dos edifícios prefabricados, das caixas de string e dos quadros elétricos.

As partes metálicas da estrutura serão ligadas entre si por meio de ligações com cabo de cobre isolado, formando uma massa única que por sua vez se ligará à malha de terra enterrada.

8.9.1 Rede Geral de terras Parque Fotovoltaico

A rede de terra da instalação FV será composta por um cabo de cobre, sem isolamento, enterrado e reforçado com varetas metálicas, que se estenderá por toda a central, formando uma malha à qual serão ligadas todas as estruturas e partes metálicas da instalação, assim como os anéis de ligação à terra dos edifícios prefabricados.

As partes metálicas da estrutura serão ligadas entre si por meio de ligações com cabo de cobre isolado, formando uma massa única que por sua vez se ligará à malha de terra enterrada.

De acordo com as RTIEBT 542.2.1 podem ser usados como eléctrodos de terra armaduras do betão imerso no solo. Será adicionada uma fita de aço galvanizado nas fundações de cada pilar que suporta os painéis.

Cálculo da resistência de terra de um eléctrodo de terra:

$$R_e = \frac{\rho}{2\pi L'} \cdot \ln\left(\frac{3L'}{d}\right)$$

$$R_e = \frac{100}{2\pi \cdot 3} \cdot \ln\left(\frac{3 \cdot 3}{0,025}\right) = 31,22\Omega$$

Comprimento do eléctrodo de terra	L'=3m
Resistividade do terreno	$\rho=100\Omega.m$
Diâmetro do eléctrodo de terra	d=0,025m

Cálculo do valor da resistência (Re) com a associação dos eléctrodos de cada string:

$$R_e' = \frac{R_e}{N}$$

$$R_e' = \frac{31,22}{6} = 5,2\Omega$$

Será adicionada uma fita de aço galvanizado nas fundações de cada pilar que suporta cada String de painéis. Considera-se que cada String de módulos terá seis pilares de suporte.

A proteção contra contactos directos e indirectos obtém-se com as seguintes medidas:

- Ligação à terra das massas metálicas.
- Isolamento reforçado classe II em módulos, cablagem e caixas de ligação.
- Sistema IT no lado DC, com monitorização de isolamento à terra pelo inversor. Este desligar-se-á dando um sinal de alarme quando se detete uma resistência de isolamento à terra inferior ao limiar predefinido, para evitar um segundo contacto accidental (Com este sistema, uma eventual passagem à massa da parte em tensão DC só fixa o nível "0" de tensão, pelo que a massa metálica não apresenta queda de tensão em relação à terra e não representa risco algum. Apenas uma segunda falta ou contacto com partes ativas representaria perigo para as pessoas).
- O inversor, por concepção, não pode injetar corrente de descarga para a terra no lado DC.
- A rede de corrente alternada em baixa tensão, será montada como sistema TN, e está limitada às pontes entre inversor e transformador. Instalar-se-á um interruptor diferencial regulável à saída de CA do Inversor.

- A rede de baixa tensão dos serviços auxiliares será TT e estará protegida no quadro geral por um interruptor diferencial geral regulável de 300 mA e por interruptores diferenciais em cada uma das derivações individuais ou tomadas de serviço para os quadros auxiliares. Estes diferenciais serão de 30 mA de sensibilidade.
- As partes metálicas das cabines de MT estão ligadas ao anel equipotencial de terra do CT, que garante a proteção contra contacto indireto.
- Para garantir a segurança das pessoas, a tensão de contacto em qualquer ponto da instalação será sempre muito inferior à que o corpo pode suportar.
- Para além disso, os edifícios prefabricados serão dotados de malhas de terra equipotenciais que limitem as tensões de passo e contacto no exterior e interior dos mesmos. Não se ligarão à terra as portas e partes metálicas exteriores a fim de eliminar a tensão de contacto no acesso.

8.10 Proteção contra descargas atmosféricas

8.10.1 Fontes de danos

As centrais fotovoltaicas estão expostas a sobretensões resultantes das descargas atmosféricas.

Deve-se considerar como uma fonte de danos os raios que caem diretamente nas instalações e os raios que caem nas imediações das mesmas (indução eletromagnética).

Não se consideram efeitos diretos ou indiretos sobre as linhas elétricas de entrada para a central, uma vez que estas são subterrâneas e com a blindagem metálica ligada à terra.

8.10.2 Tipo de danos

As centrais não dispõem de pessoal permanente e está vedada para impedir a entrada de terceiros, pelo que não é de esperar a presença de pessoas.

Os danos materiais limitam-se a possíveis danos em algum painel em caso de descarga direta na estrutura metálica da mesa.

O risco de incêndio está limitado à possível presença de pasto seco. Para evitar a propagação de tal incêndio à vedação do perímetro interno, será compactado e tratado adequadamente para evitar a presença de plantas.

O risco em aparelhos elétricos pode apresentar-se em cabos, caixas e inversores.

8.10.3 Riscos

Não se considera risco para a vida humana.

Não existem riscos para o serviço público ou bens culturais.

O risco económico resume-se à possível quebra de painéis.

O risco de incidente grave é considerado baixo.

8.10.4 Descargas diretas

A proteção contra descargas diretas consegue-se com a própria estrutura metálica como elemento coletor, a rede de terra geral e as varetas de terra adicionais instaladas entre as mesas.

Por construção, a parte da estrutura metálica da mesa e a estrutura base dos painéis atuam como elemento coletor das descargas que são encaminhadas para a rede de terra através da estrutura das mesas e da rede de terra.

Os cabos elétricos são encaminhados por calhas sob a estrutura metálica das mesas, ou enterrados, por isso não estão expostos a descargas diretas.

As caixas de ligação serão metálicas e estarão ligadas diretamente à malha de terra através de fio de cobre de 35 mm, para além disso instalar-se-á uma vareta de terra em cada uma.

Para proteger os elementos condutores contra descargas diretas instalam-se dispositivos de descarga de sobretensão SPD nas caixas de String, com uma capacidade de 100 kA coordenados com os da entrada do Inversor. Os dispositivos SPD estarão dotados de fusíveis coordenados, e ligados à terra através de uma vareta de terra ligada à rede geral de terras.

Os edifícios auxiliares (Postos de transformação e de inversores) serão de betão e disporão de um anel de terra colocado no seu perímetro.

Todos os postes de iluminação ou câmaras de vídeo serão postos à terra através de uma vareta de terra. A vedação metálica do perímetro será ligada à terra da mesma forma.

8.10.5 Descargas indiretas

A queda de raios na proximidade das estruturas cria sobretensões nos circuitos elétricos por acoplamento indutivo.

A disposição dos painéis e a sua ligação projetou-se de forma a minimizar as disposições em anel que favorecem a amplitude da indução.

Não obstante, os descarregadores de sobretensões descritos anteriormente eliminarão as possíveis sobretensões.

9. CONSTRUÇÃO CIVIL

A obra para a construção das centrais fotovoltaicas consistirá na:

- Execução dos acessos à instalação.
- Construção da vedação do perímetro.
- Execução de estradas interiores com capacidade para o trânsito de veículos.
- Realização das fundações para a estrutura.
- Canalizações para os cabos de potência e controlo.
- Nivelamento e preparação do terreno quando for necessário e seja permitido.
- Drenagem superficial da obra.
- Derivações das tubagens de água existentes.
- Execução dos pisos de betão sobre os quais assentarão os edifícios prefabricados para alojar inversores e Postos de transformação.

9.1 TERRAPLENAGENS

Nas zonas em que seja permitido será removida a vegetação existente e preparar-se-á o terreno para as estruturas de suporte onde seja necessário.

9.2 ESTRADAS DE ACESSO

As vias preexistentes serão preparadas e abrir-se-ão novos caminhos de acesso à instalação fotovoltaica.

No interior do recinto executam-se estradas para permitir o acesso de veículos aos edifícios prefabricados. Existirá também uma estrada no perímetro em torno da vedação metálica com o objetivo de facilitar os trabalhos de vigilância.

As características principais destas estradas são:

Largura útil de estrada	5 m
Inclinação transversal	3 %
Raio de curvatura mínimo (ao eixo do caminho)	10 m
Pavimento	Macadame artificial ou outro material adequado
Espessura do pavimento	10 cm

Os caminhos existentes serão preparados para que cumpram estes requisitos mínimos

9.3 CANALIZAÇÕES

As valas para acomodar a cablagem de corrente contínua serão de dimensões mínimas 0,50 x 0,70 m, canalizadas com tubos de polietileno de parede dupla, ondulada e de cor vermelha no exterior e lisa e incolor no interior, com guia de plástico resistente e de diâmetro adequado à secção e número de cabos.

No fundo da vala e em toda a extensão será colocada uma camada de areia de aproximadamente 0,10 m de espessura onde se depositarão os tubos. De seguida, colocar-se-á outra camada de areia sobre os tubos, envolvendo-os completamente. E, finalmente, faz-se o enchimento da vala; para este enchimento utilizar-se-á terra proveniente da escavação.

Na área de preenchimento entre os tubos e a superfície do solo será colocada uma proteção mecânica e uma fita de sinalização de cabos.

A parte inferior dos tubos encontrar-se-á a uma distância mínima de 40 cm abaixo do nível do solo.

A união dos tubos que formam a canalização será realizada através de mangas apropriadas.

Serão aproveitadas as valas dos cabos para fazer a passagem de cabos de sistemas complementares.

Nas zonas de cruzamento de estradas a camada de areia será substituída por betão HM-15.

As dimensões e características de cada um dos tipos de valas encontram-se especificadas no plano de canalizações.

9.4 CAIXAS

Para facilitar a colocação dos cabos de corrente contínua, nas secções retas, serão instaladas caixas acessíveis a cada 40 m. Esta distância pode variar de uma forma razoável, em função das derivações e mudanças de direção.

Existirá também uma caixa acessível em cada derivação e mudança de direção. As dimensões destas caixas dependerão do número de tubos da canalização. Estarão dimensionadas para garantir um acoplamento correto entre o caixilho e a tampa. A profundidade da caixa será de pelo menos 45 cm e as dimensões internas mínimas serão de 40x40.

Serão instaladas diretamente sobre as valas da canalização. O fundo da caixa será formado pelo próprio terreno, livre de sujidade, para facilitar a drenagem. Todas as caixas estarão dotadas de caixilho e tampa de ferro dúctil. Além disso, estarão elevadas sobre o terreno para impedir a entrada de água.

Os cabos serão assinalados em todas as caixas de derivação, de forma a identificar o circuito e a polaridade dos mesmos. Uma vez instalados os condutores e depois de verificar que os mesmos se movem livremente, os tubos da canalização ocupados na totalidade das caixas poderão ser selados,

com espuma de poliuretano expandido, e colocar obturadores nos de reserva, tudo isto com o objetivo de impedir a entrada de sujidade ou de roedores.

Serão utilizadas caixas de registo suficientes e convenientemente dispostas de forma que a substituição, reposição ou ampliação dos condutores se possa efetuar de forma fácil, os quais se poderão mover livremente no interior dos tubos.

9.5 FUNDAÇÕES

A fundação da estrutura será feita por perfuração do solo a uma profundidade suficiente para alcançar a estabilidade e resistência adequadas. O estudo geotécnico do terreno e os ensaios de tração e impulso laterais determinarão a profundidade necessária.

Estes testes serão realizados em toda a extensão de terreno ocupado pelo campo fotovoltaico para ter em conta a variabilidade das características do terreno.

Os edifícios dos Centros de Inversores e dos Postos de Transformação estarão assentes sobre uma laje de betão.

9.6 VEDAÇÃO DO PERÍMETRO

Todo o recinto das instalações estarão protegidos por uma vedação realizada com rede de torção simples, galvanizada a quente, de 2,6 metros de altura e postes de tubo de aço galvanizado de 3 metros cada, deixando uma abertura inferior para evitar o efeito barreira para os pequenos vertebrados.

Será instalada uma porta principal de acesso à instalação. A porta será de duas folhas de 3 metros.

O recinto terá nas suas portas sinais normalizados de advertência de risco elétrico.

10 Serviços Auxiliares da central.

10.1 Introdução

As instalações disporão de uma série de sistemas que complementam a operação das mesmas.

A energia necessária para alimentação dos sistemas complementares será fornecida pela energia produzida na central, obtida à saída dos inversores após um contador de autoconsumo em BT.

10.2 Serviços auxiliares

A função dos Serviços Auxiliares de corrente alternada numa instalação fotovoltaica é a de garantir o fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, necessária para a exploração, segurança e manutenção da instalação.

Existirá um Quadro Geral situado em cada um dos edifícios dos Centros de Inversores, localizado a serviços auxiliares serão instaladas as jusante da saída do inversor e antes do contador da empresa de eletricidade. No quadro geral das saídas e proteções do quadro secundário, se o mesmo existir, circuitos de iluminação interna, tomadas de pequena força e anti-intrusão. Estará dimensionado, além disso, com saídas de reserva para possíveis ampliações. Será instalado um quadro de serviços auxiliares na sala de controlo. A ele, serão ligadas as linhas de iluminação interior, tomadas de força da sala de controlo e saídas de reserva.

As linhas de alimentação dos quadros secundários serão instaladas com cabo:

Tipo	RV-K ou similar
Condutor	cobre
Nível de tensão	0,6/1 kV
Montagem	tubagem subterrânea
Distribuição	1 ou mais fases em função da potência e neutro

Todos os circuitos situados no interior dos Centros de Inversores / Postos Transformação (CI/PT) serão montados com cabo H07V-K ou semelhante em montagem de superfície através de tubo flexível, com distribuição F+N+P.

Os interruptores ligados aos Serviços Auxiliares deverão ter um poder de corte de 10 kA.

Para a eleição da secção do condutor teve-se em conta a intensidade máxima admissível por cabo e a queda de tensão.

10.3 Iluminação

A única iluminação exterior será a proporcionada pelos projetores de efeito-surpresa instalados junto às câmaras de vigilância, e que serão acionados unicamente na situação em que dispare o alarme.

Cada Centro de Inversores, Posto de Transformação e a Cabine de vigilância e Controlo disporá de iluminação interior.

10.4 Monitoração

Será utilizado um sistema de aquisição de dados que permita controlar todas as diferentes variáveis da instalação, que fornecerá ao utilizador informação completa sobre o comportamento geral do sistema.

O sistema também permitirá receber dados dos inversores, intensidades de entrada e saída das caixas de concentração de corrente contínua situadas na entrada de corrente contínua dos inversores e poderá também ligar-se a uma estação meteorológica para recolher dados sobre temperatura,

insolação, vento, etc.

Estes dados serão enviados e armazenados num computador localizado no Centro de Controlo, onde podem ser visualizados e transferidos. Instalar-se-á um sistema de comunicação para consulta remota de dados.

Para a monitorização remota será necessária a configuração da porta série do PC e do modem, através dos quais se realizará a comunicação com os inversores e será necessário seleccionar o meio físico sobre o qual se realizará a comunicação.

10.5 Torre meteorológica

Para realizar as medidas do desempenho real da instalação, serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Célula solar calibrada para calcular a radiação solar real em W/m² situada junto aos módulos no mesmo plano.
- Célula solar calibrada para calcular a radiação solar real em W/m² situada junto aos módulos no plano horizontal.
- Sensor para medir a temperatura ambiente numa zona de sombra próxima dos módulos.
- Sensor para medir a temperatura dos módulos.
- Utilizar-se-á um mastro de 2 metros de altura, composto por secções tubulares de aço galvanizado, onde se colocarão os mecanismos de medição.

10.6 Segurança e anti-intrusão

Para detetar a presença de intrusos no recinto será instalado no perímetro um sistema constituído por barreiras de microondas. Será composto por dois elementos: um transmissor e um recetor, que instalados um frente ao outro, criarão um campo de proteção de dimensões variáveis. As barreiras serão instaladas por zonas com uma longitude máxima de 200 m lineares.

O sistema de vigilância é constituído por várias câmaras Dome colocadas em lugares estratégicos sobre colunas de 5 m de altura, que filmam e transmitem imagens para os monitores do escritório central de monitoração. O sistema de CCTV deve fornecer imagens de alta qualidade tanto de dia, como no escuro.

Serão instalados vídeo gravadores digitais que se encarregarão da receção dos sinais de vídeo e armazenamento em formato digital.

A central de intrusão, localizado no Centro de Controlo, edifício auxiliar onde se instalará também o controlo da monitoração, será o elemento responsável por gerir os sinais de alarme provenientes dos

sistemas de detecção. No caso em que uma das barreiras microondas dispare, a câmara dome mais próxima, colocada sobre um poste não inferior a 5 m de altura, fará um varrimento à zona, evitando falsos alarmes.

Em caso de intrusão, o sistema envia um sinal de alerta para o centro integrado de segurança além de ativar os projetores de efeito-surpresa e um alarme sonoro no próprio recinto, como medida dissuasiva para o intruso. O centro procederá à verificação pelos meios existentes, avisando caso necessário as forças de segurança, bombeiros, etc, assim como o responsável pela instalação.

A alimentação geral do sistema será por rede de corrente alternada de 230 VAC e 50 Hz. Para garantir que o sistema funcione em caso de corte no fornecimento elétrico, será instalada uma fonte de alimentação ininterrupta (SAI-UPS).

11 Postos Transformação

11.1 Edifício dos Inversores

11.1.1 Inversores

A energia elétrica produzida pelos geradores fotovoltaicos, em forma de corrente contínua, será convertida para corrente alternada, perfeitamente sincronizado com a frequência da rede elétrica convencional em frequência e fase, por meio de inversores instalados no interior dos edifícios prefabricadas de betão.

Serão instalados vinte e dois edifícios prefabricados numa parcela da Herdade da Vaquinha onde se localizarão os inversores, os quadros de entrada e saída de cabos para os mesmos, os diferentes elementos de corte, proteções e dispositivos de controlo. Os vinte transformadores de 2MVA e os dois transformadores de 1MVA serão de montagem exterior.

11.1.2 Envolvente

Os painéis que formam a envolvente são feitos de betão armado vibrado com as inserções necessárias para a sua manipulação.

As peças construídas em betão oferecem uma resistência característica de 300 kg/cm^2 . Além disso, apresentam uma armadura metálica que permite a sua interligação ao coletor de terras. Esta união é feita através de chicotes de cobre, dando lugar a uma superfície equipotencial que envolve completamente o centro. A porta e as grelhas estão isoladas eletricamente, apresentando uma

resistência de 10 kOhm em relação à terra da envolvente.

A placa base é formada por uma laje retangular com uma série de bordas elevadas, que se une nas suas extremidades com as paredes. No seu perímetro situam-se os orifícios de passagem dos cabos de BT. Estes orifícios encontram-se semi-perfurados, realizando-se durante a obra a abertura dos que sejam necessários para cada aplicação. Da mesma forma, dispõe de alguns orifícios semi-perfurados viáveis para as saídas das terras exteriores.

11.1.3 Acessos

Na parede frontal situa-se a porta de acesso de peões (com abertura de 180º) e grelhas de ventilação. Todos estes materiais são fabricados em chapa de aço.

A porta de acesso de peões tem um sistema de bloqueio para garantir a segurança de funcionamento para evitar aberturas inadvertidas das mesmas.

11.1.4 Ventilação

Os inversores serão instalados com separação entre si e as paredes, suficiente para a circulação de ar de acordo com as recomendações do fabricante. As grelhas de ventilação são formadas por ripas de um forma de "V" invertido, dimensionadas para formar um labirinto que impeça a entrada de água da chuva no Centro de Inversores, e no interior é complementada por uma grelha com rede mosquiteira. Será instalada uma extração forçada de ar quente, com funcionamento automático, para evitar temperaturas elevadas de funcionamento dos inversores.

11.1.5 Ligação à terra

Todas as partes metálicas que não se encontrem em tensão e, portanto, não ligadas aos circuitos principais e, além disso, todos os equipamentos instalados nos contentores compactos dos Centros de Inversores se unirão à rede de terra de proteção. Em particular, as envolventes de inversores e transformadores, quadros de BT, grelhas de proteção, etc.

Pelo contrário, não se ligarão as grelhas e portas metálicas do centro se forem acessíveis a partir do exterior.

A terra do Centro de Inversores será formada por um anel de condutor de cobre descarnado de 35 mm, a uma profundidade mínima de 0,5 m, com o número de varetas necessário.

11.1.6 Sinalizações e material de segurança

O centro de inversores cumprirá com os seguintes requisitos:

- A porta de acesso ao edifício levará uma placa com o correspondente sinal triangular distintivo de risco elétrico.
- Num lugar bem visível do edifício será colocada uma placa com as instruções de primeiros socorros a prestar em caso de acidente.
- Deverá estar dotado de gaveta ou bolsa porta-documentos com a seguinte documentação:
 - Manual de instruções e manutenção do inversor.
 - Certificado de Conformidade do inversor.
 - Documentação técnica.

11.2 Postos Transformação BT/MT

11.2.1 Transformadores

A energia elétrica produzida pelas instalações e convertida em corrente alternada pelos inversores é elevada para média tensão (30 kV) por meio de Transformadores BT/MT instalados no exterior dos edifícios prefabricados localizados nos mesmos edifícios dos Centros de Inversores representando uma solução compacta e integrada.

Os transformadores elevadores BT/MT servem como separação galvânica entre os inversores e a rede de corrente alternada.

Os Postos de Transformação estarão situados o mais próximo possível do centro de gravidade do campo de módulos fotovoltaicos para reduzir as perdas de transmissão em BT.

Deverá considerar-se instalar sob o transformador uma fossa com tal volume que permita receber a totalidade do óleo do transformador ou considerar instalar-se sob o transformador uma bacia de dissipação ligada a uma fossa recetora situada no exterior do recinto do transformador, com um volume tal, que permita receber a totalidade do óleo do transformador.

Todas as unidades constituintes do transformador deverão ser concebidas para ficarem assentes e fixadas rigidamente a um maciço de fundação em betão armado.

Deverá ainda considerar-se a instalação do transformador conforme legislação vigente, nomeadamente o seguinte:

- Instalação de carris em U;
- Paredes corta fogo;
- Caleiras quer do lado primário como do lado secundário;

- Uma superfície equipotencial (em malha de ferro) embebida no betão no pavimento, e esta superfície ligada ao elétrodo de terra (em cabo de cobre nú);
- Deverá ser afixadas, em locais bem visíveis do exterior, uma ou várias placas de sinalização de segurança, de dimensões apropriadas.

11.2.2 Características principais

Nº de transformadores	20
Potência nominal (por transformador)	2000 kVA
Frequência	50 Hz
Tensão no primário	405V
No. Enrolamentos BT	2 (1000 kVA + 1000 kVA)
Tensão no secundário	30.000V
Tensão nominal	36 kV
Ligações	Dyn11yn11
Tipo de quadro de distribuição MT	Celas de corte e isolamento em SF6

Nº de transformadores	2
Potência nominal (por transformador)	1000 kVA
Frequência	50 Hz
Tensão no primário	405V
No. Enrolamentos BT	1 (1000 kVA)
Tensão no secundário	30.000V
Tensão nominal	36 kV
Ligações	Dyn11
Tipo de quadro de distribuição MT	Celas de corte e isolamento em SF6

11.2.3 Envolvente

Os edifícios prefabricadas onde se localizarão as celas de média tensão serão nos mesmos edifícios dos inversores.

11.2.4 Características do quadro de distribuição de média tensão

As celas modulares formam um sistema de equipamentos de reduzidas dimensões para MT com corte e isolamento a gás, cujos barramentos se ligam utilizando alguns elementos de união, conseguindo uma ligação totalmente blindada e insensível às condições externas (poluição, salinidade, inundação, etc).

Os elementos que compõem estas celas são:

Base e frente

A base suporta todos os elementos que integram a cela. A rigidez mecânica da chapa e seu galvanizado garantem a indeformabilidade e resistência à corrosão desta base. A altura e dimensionamento desta base permitem a passagem dos cabos entre as celas sem necessidade de fosso (para a altura de 1740 mm) e facilita a ligação ao ramal de alimentação.

A parte frontal inclui na sua parte superior a placa de características elétricas, o esquema elétrico da cela, os acessos aos acionamentos de comando e o sistema de alarme sonoro de ligação à terra. Na parte inferior encontra-se o dispositivo de sinalização de presença de tensão e o painel de acesso aos cabos e fusíveis. Existe no seu interior uma placa de cobre sobre toda a cela, permitindo a ligação à mesma do sistema de terras e das blindagens dos cabos.

Também possui um sistema de alarme sonoro de ligação à terra, que se ativa quando havendo tensão na linha se introduz a alavanca no eixo do seccionador de ligação à terra. Ao introduzir a alavanca nesta posição, um sinal sonoro indica que se pode realizar um curto-circuito ou uma quebra de tensão (zero) na rede se a manobra for efetuada.

Cuba

A cuba, de aço inoxidável de 2 mm de espessura, contém o interruptor, o barramento e os porta-fusíveis, e o gás encontra-se no seu interior a uma pressão absoluta de 1,15 bar (à exceção das celas especiais). A estanqueidade da cuba permite a manutenção dos requisitos de funcionamento seguro durante mais de 30 anos, sem necessidade de reposição de gás.

Esta cuba conta com um dispositivo de evacuação de gases, em caso de arco interno, permite a sua saída pela parte traseira da cela, evitando assim, com ajuda da altura das celas, o seu impacto sobre as pessoas, cabos ou quadro de distribuição do Posto de Transformação.

No seu interior encontram-se as partes ativas da cela (barramentos, interruptor-seccionador, ligação à terra, tubos porta-fusíveis).

Interruptor/Seccionador/Seccionador de ligação à terra

O interruptor disponível no sistema de celas modulares tem três posições: ligado, seccionado e ligado à terra.

A atuação deste interruptor realiza-se mediante alavanca de acionamento sobre dois eixos distintos: um para o interruptor (comutação entre as posições de interruptor ligado e interruptor seccionado); e outro para o seccionador de ligação à terra dos cabos do ramal de alimentação (que comuta entre as posições de seccionado e ligado à terra).

Ligação de cabos

A ligação de cabos realiza-se a partir da parte frontal por meio de isoladores de passagem normalizados.

As celas de saída asseguram a proteção aos transformadores, sendo a interligação entre estes equipamentos assegurada por um cabo de média tensão por fase, do tipo LXHIOV 1x240mm², montagem no interior de caleira.

As ligações das caixas de fim de cabo de média tensão serão feitas por técnicos especializados, devidamente credenciados pela EDP.

Encravamentos

A função dos encravamentos incluídos em todas as celas modulares é que:

- Não é possível ligar o seccionador de ligação à terra com a unidade principal fechada e, reciprocamente, não é possível fechar a unidade principal se o seccionador de ligação à terra estiver ligado.
- Não é possível remover a tampa frontal se o seccionador de ligação à terra estiver aberto, e inversamente, não se pode abrir o seccionador de ligação à terra quando a tampa frontal tenha sido removida.
- De modo a impedir o acesso ao interior da cela dos transformadores sem que o seccionador de terra da cela de proteção de saída se encontre na posição de fechado, a fechadura que permite a abertura da porta que lhe dá acesso só será acionada por intermédio de uma chave prisioneira, instalada na cela de proteção de saída e só libertada nas condições de exploração adequadas.

A aparelhagem de média tensão proposta é uma unidade compacta constituída por:

- Cella 1 – Chegada/Saída

Equipamento da Cella:

Barramento tripolar 630 A;

Interruptor-Seccionador ISFG (comando CI1) - 630 A, 36 kV;

Corrente de curto-circuito 16 kA

- Cella 2 – Chegada/Saída

Equipamento da Cella:

Barramento tripolar 630 A;

Interruptor-Seccionador ISFG (comando CI1) - 630 A, 36 kV;

Corrente de curto-circuito 16 kA

- Cella 3 – Cella de Proteção Transformador

Equipamento da Cella:

Conjunto tripolar de barramento geral – 630A

Bobina de abertura e fecho

Seccionador de corte em SF6 – 630A

Comando de seccionador manual

Seccionador de ligação à terra em SF6

Conjunto tripolar de sinalizadores de presença de tensão

Disjuntor de corte em SF6 e seguintes características principais:

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Corrente Nominal:	1250 A
Poder de Corte:	20 kA

11.2.5 Transformador de Serviços Auxiliares

O transformador de serviços auxiliares servirá para alimentar todo o circuito de serviços

auxiliares no posto de transformação, o sistema de monitorização, e ainda disponibilizar a potência exigida na especificação:

Nº de transformadores	1
Potência nominal (por transformador)	10 kVA
Frequência	50 Hz
Tensão no primário	405V
Tensão no secundário	400V

11.2.6 Ligação é terra

Todas as partes metálicas que não se encontrem em tensão e, portanto, não unidas aos circuitos principais e, para além disso, todos os equipamentos instalados nos contentores compactos dos Centros de Inversores serão ligados à rede de terra de proteção. Em particular, as envolventes de inversores e transformadores, quadros de BT, grelhas de proteção, etc., assim como a armadura do edifício (se este for prefabricado).

Pelo contrário, não se ligarão as grelhas e portas metálicas do centro se forem acessíveis a partir do exterior.

A terra do Posto de Transformação será formada por um anel de cobre sem isolamento, enterrado a uma profundidade mínima de 0,5 m.

11.2.7 Linha Subterrânea de Média Tensão

A energia transformada em média tensão será conduzida desde cada Posto de Transformação mediante uma rede enterrada até à subestação para sua posterior ligação à Subestação AT.

11.2.7.1 Cálculo Condutores Média Tensão

As canalizações são dimensionadas tendo em atenção os seguintes requisitos:

- Correntes máximas admissíveis, em regime permanente, para a temperatura ambiente de 30°C;
- Quedas de tensão máximas admissíveis, em regime permanente de 5% para canalizações de potência e de 3% para canalizações de iluminação.

Os cálculos foram efectuados de acordo com o método que se descreve nos parágrafos seguintes, sendo os resultados apresentados em forma de tabelas.

Protecção contra sobrecargas

A protecção contra sobrecargas das canalizações eléctricas está garantida se verificarem, simultaneamente, as seguintes condições (que têm a ver com o comportamento das canalizações e o funcionamento dos dispositivos de protecção específicos):

$$I_B \leq I_n \leq I_z ; I_n \leq 1,15 I_z ; I_f \leq 1,45 I_z$$

Com:

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_C}$$

Em que I_B , I_z , e I_f , definidos de acordo com a secção 433 das RTIEBT e artigo 128º do

RSRDEEBT, são respectivamente:

- I_B - corrente de serviço da canalização;
- I_n - corrente estipulada do aparelho de protecção;
- I_f - corrente convencional de funcionamento do aparelho de protecção;
- I_z - corrente máxima admissível nos condutores da canalização;
- S - potência instalada no quadro, afectada dos coeficientes de simultaneidade e utilização;
- U_c - tensão composta

Estando o valor de " I_z " já afectado de todos os seguintes factores:

- F_{c1} - temperatura ambiente;
- F_{c2} - proximidade a outros cabos;

Ou seja:

$$I_z = I_{z\text{máx}} \times F_{c1} \times F_{c2}$$

Cálculo da queda de tensão

As canalizações foram dimensionadas de forma a que, as quedas de tensão se encontrem dentro dos limites admissíveis, respeitando o disposto na secção 525 das RTIEBT.

O valor da queda de tensão numa canalização eléctrica é dado por:

$$\varepsilon U = \frac{(R_c \cdot \cos \varphi + X_c \cdot \text{sen} \varphi) \cdot I_s \cdot L}{\frac{U_c}{\sqrt{3}}} \times 100$$

Sendo:

- εU -Queda de tensão no cabo [%]
- U_c -Tensão composta [V]
- R_c -Resistência do cabo [/Km]
- X_c -Reactância do cabo [H/Km]
- I_s -Corrente de serviço [A]
- L -Comprimento do cabo [Km]
- φ -Desfasamento

Cálculo da corrente de curto-circuito

Nos quadros eléctricos e canalizações eléctricas, foram calculados os valores das correntes de curto-circuito.

A corrente de curto-circuito será calculada tendo em conta o valor da impedância de defeito:

$$I_{cc} = \frac{U_c / \sqrt{3}}{Z}$$

Sendo:

- I_{cc} -Corrente de curto-circuito

- U_c -Tensão
- Z -Impedância de defeito

A impedância da malha de defeito é dada por:

$$Z = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

Sendo:

- Z -Impedância de malha de defeito
- R -Resistência de malha de defeito
- X -Reactância de malha de defeito

Rede a montante:

$$X_d = \frac{U_c^2}{S_{cc}}$$

Sendo:

- S_{cc} - Potência de curto-circuito [MVA]
- U_c - Tensão composta [V]
- X_d - Reactância de curto-circuito da rede a montante

Protecção contra curto-circuitos

Uma canalização considera-se protegida contra curto-circuitos se obedecer ao seguinte:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

Sendo:

- S -Secção da canalização.
- k -Factor constante que depende do material.
- I_{cc} -Corrente de curto-circuito mínima.
- t - Tempo máximo suportado pela canalização para um dado valor de corrente de curto-circuito do aparelho de protecção.

Assim sendo, uma canalização considera-se protegida contra curtos-circuitos, se o tempo de disparo do aparelho de protecção for inferior ao calculado (t).

11.2.7.2 Dimensionamento dos cabos eléctricos

Dimensionamento do cabo de MT entre os PT's e o PS

O dimensionamento foi efectuado para a potência de cada transformador, ou seja, para o valor de corrente de:

$$I = \frac{21 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \times 10^3} = 404,14 [A]$$

Dimensionamento ao aquecimento em regime normal:

Foram considerados os seguintes pressupostos:

- Na rede de 30 kV, considerar-se um cabo de 18/30 kV, tripolar do tipo LXHIOZ1, instalado em trevo;
- Cabo enfiado em tubo PEAD corrugado;
- Isolamento: PEX;
- Temperatura máxima dos condutores: 90 °C;
- Resistividade térmica do solo: 1 Km/W;
- Temperatura do solo: 30 °C;
- Factor de carga:1

Os factores de correcção a utilizar são:

F1 (factor de temperatura)=1

F2 (factor de proximidade)=0,8

$$S = 2 \times 240 [\text{mm}^2] \rightarrow I_{tab} = 2 \times 365 [\text{A}] = 730 [\text{A}]$$

$$I_z = I_{tab} \cdot F_1 \cdot F_2 = 730 \cdot 1 \cdot 0,8 = 584 [\text{A}]$$

Verifica-se que $I_z > I_s$, o cabo será:

LXHIOZ 3(2x240)mm²

Dimensionamento ao aquecimento em curto-circuito:

Tempo de actuação da protecção a montante: $t_c=0,5$ [s]

Corrente de curto-circuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{2500 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \times 10^3} = 48,11 [\text{kA}]$$

Secção mínima do cabo:

- A protecção contra curto-circuitos, deve actuar num tempo tal, que a corrente de curto-circuito seja cortada antes da canalização atingir a sua temperatura limite admissível. O tempo durante o qual uma canalização suporta a corrente de curto-circuito, sem ser ultrapassado o valor da temperatura máxima admissível, é dado de acordo com a secção 434.3.2. das RTIEBT:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

- O tempo de corte da protecção t_c , deverá portanto ser inferior ao valor de t , isto é:

$$t_c \leq t$$

$$S = \sqrt{t_c \cdot \frac{I_{cc}}{k}} = \sqrt{0,5 \cdot \frac{48,11 \times 10^3}{143}} = 237,89 [\text{mm}^2]$$

Conclui-se portanto que a secção de $(2 \times 240) \text{mm}^2$ é superior ao valor obtido, logo o cabo escolhido é: LXHIOZ 3(2x240)mm².

O cabo a ser utilizado entre os Postos de Transformação e entre o Posto de Seccionamento será do tipo LXHIOV ou similar. As características essenciais para este tipo de cabo são as seguintes:

Designação	LXHIOV ou similar
Isolamento	XLPE
Isolamento	PVC
Condutor	Alumínio (unipolar)
Secção	3x(2x240) mm ²
Secção da blindagem	16 mm ²

11.2.7.2 Acessórios

Os terminais serão adequados à natureza, composição e secção dos cabos e não deverão aumentar a resistência elétrica destes. Os terminais devem ser, também, adequados às características ambientais (interior, exterior, contaminação, etc).

Os terminais serão realizados de acordo com instruções do fabricante.

11.2.7.3 Canalizações

Os cabos serão alojados em valas de 1,00 m de profundidade com uma largura mínima de 0,5 m.

O leito da vala deve ser liso e estar livre de pontas afiadas, saliências, pedras, etc. No mesmo, será colocada uma camada de areia de mina ou de rio lavada, limpa e solta, livre de substâncias orgânicas, argila ou partículas de terra, e o tamanho do grão estará compreendido entre 0,2 e 3 mm, com uma espessura de 0,10 m, sobre a qual se depositará o cabo ou cabos a instalar. Por cima será depositada outra camada de areia de características idênticas com uma espessura mínima de 0,10 m, e sobre esta instalar-se-á uma proteção mecânica a toda a largura do traçado do cabo. As duas camadas de areia cobrirão a largura total da vala tendo em conta que entre as laterais e os cabos se mantenha uma distância de uns 0,10 m. De seguida será espalhada uma camada de terra, proveniente da escavação,

de 0,50 m de espessura, compactada por meios manuais. Deve-se garantir que esta camada de terra se encontra livre de pedras ou entulho. Sobre esta camada de terra, e a uma distância mínima do solo de 0,10 m e 0,30 m da parte superior do cabo colocar-se-á uma fita de sinalização para advertir a presença de cabos elétricos.

12 Subestação 60/30kV

12.1 Dimensionamento Rede 30 kV

O dimensionamento foi efectuado para a potência de cada transformador, ou seja, para o valor de corrente de:

$$I = \frac{21 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \times 10^3} = 404,14 [A]$$

Corrente de curto-circuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{2500 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 30 \times 10^3} = 48,10 [kA]$$

12.2 Características do quadro de distribuição de média tensão

A aparelhagem de MT está disposta em celas do tipo monobloco para montagem interior e para a tensão de serviço, formando no seu conjunto um quadro com a seguinte composição:

- Cella 1 – Proteção Transformador Serviços Auxiliares

Destinada à proteção do transformador de serviços auxiliares de 50 kVA da nova subestação, com fusíveis de 6,3 A e seccionadores de terra a montante e jusante dos fusíveis, assim como bobina de disparo do interruptor.

Equipamento da Cella:

- Um interruptor-seccionador ISFG de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF6, 6,3 A, tripolar, com comando manual tipo CI2. O interruptor abre automaticamente por atuação de um percutor, em caso de

fusão de um ou mais fusíveis.

- Barramento tripolar 630 A;
- Seccionador de corte em SF6, 630 A, 36 kV;
- Interruptor – Seccionador – Fusível de corte em SF6
- Seccionador de ligação à terra
- Bobine de disparo
- Sinalização mecânica da fusão de fusíveis
- Três fusíveis de 6,3 A – 36 kV

– Cella 2 – Ligação Subestação 60kV

Cella dotada com transformadores de proteção de corrente toroidais, para ligação a relés de proteção, e equipadas com disjuntor tripolar de corte em SF6 com motorização, seccionador principal e seccionador com facas de terra.

Equipamento da Cella:

Conjunto tripolar de barramento geral – 630A

Comando motorizado para disjuntor

Bobina de abertura e fecho

Bobina de disparo por mínimo de tensão

Seccionador de corte em SF6 – 630A

Comando de seccionador manual

Seccionador de ligação à terra em SF6

Conjunto tripolar de sinalizadores de presença de tensão

Disjuntor de corte em SF6 e seguintes características principais:

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Corrente Nominal:	1250 A
Poder de Corte:	20 kA

3 Transformadores de Intensidade

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Relação de Transformação:	600/5-5 A (Herdade do Pombal) 500/5-5 A (Herdade da Vaquinha)
Potências e Classes de Precisão:	5 VA cl. 5P10 Protecção de corrente 10 VA cl. 0,5 Medida

– Cella 3 – Ligação PT's

Cella dotada com transformadores de proteção de corrente toroidais, para ligação a relés de proteção, e equipadas com disjuntor tripolar de corte em SF6 com motorização, seccionador principal e seccionador com facas de terra.

Equipamento da Cella:

Conjunto tripolar de barramento geral – 630A

Comando motorizado para disjuntor

Bobina de abertura e fecho

Bobina de disparo por mínimo de tensão

Seccionador de corte em SF6 – 630A

Comando de seccionador manual

Seccionador de ligação à terra em SF6

Conjunto tripolar de sinalizadores de presença de tensão

Disjuntor de corte em SF6 e seguintes características principais:

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Corrente Nominal:	1250 A
Poder de Corte:	20 kA

3 Transformadores de Intensidade

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Relação de Transformação:	600/5-5 A (Herdade do Pombal) 500/5-5 A (Herdade da Vaquinha)
Potências e Classes de Precisão:	5 VA cl. 5P10 Proteção de corrente 10 VA cl. 0,5 Medida

– Cella 4 – Ligação PT's

Cella dotada com transformadores de proteção de corrente toroidais, para ligação a relés de proteção, e equipadas com disjuntor tripolar de corte em SF6 com motorização, seccionador principal e seccionador com facas de terra.

Equipamento da Cella:

Conjunto tripolar de barramento geral – 630A
 Comando motorizado para disjuntor
 Bobina de abertura e fecho
 Bobina de disparo por mínimo de tensão
 Seccionador de corte em SF6 – 630A
 Comando de seccionador manual
 Seccionador de ligação à terra em SF6
 Conjunto tripolar de sinalizadores de presença de tensão

Disjuntor de corte em SF6 e seguintes características principais:

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Corrente Nominal:	1250 A
Poder de Corte:	20 kA

3 Transformadores de Intensidade

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Relação de Transformação:	600/5-5 A (Herdade do Pombal) 500/5-5 A (Herdade da Vaquinha)
Potências e Classes de Precisão:	5 VA cl. 5P10 Proteção de corrente 10 VA cl. 0,5 Medida

– Cella 5 – Cella TT

Uma cela para contagem e medida de tensão com proteção em barras equipada com seccionador, seccionador de ligação à terra, comando manual, 3 fusíveis de 6,3A.

Equipamento da Cella:

- Conjunto tripolar de barramento geral – 630A;
- Seccionador de corte em SF6 – 200A;
- Seccionador de ligação à terra em SF6;
- Comando de seccionador manual
- Três fusíveis de 6,3A – 36kV
- Conjunto tripolar de sinalizadores de presença de tensão

3 Transformadores de Tensão

Tensão Nominal:	30 kV
Tensão Máxima Admissível:	36 kV
Relação de Transformação:	$30000/\sqrt{3} : 100/\sqrt{3} : 100/\sqrt{3} : 100/3$ V
Potências e Classes de Precisão:	30 VA cl. 0,5 Contagem 50 VA cl. 3P Protecção

As celas respeitarão na integra quer na sua conceção quer no seu fabrico todas as normas CEI aplicáveis e legislação em vigor, em particular a definição de aparelhagem sob envolvente metálica compartimentada que estará de acordo com as Normas CEI: 298; 265; 129; 694; 420; 56; 185 e 186.

O quadro de média tensão (QMT) é composto por celas elementares modulares, pré-fabricadas em

chapa de aço, para montagem interior, equipadas com aparelhagem fixa de corte e extinção do arco feito em hexafluoreto de enxofre - SF6 e isolamento no ar, com aparelhagem de manobra em SF6, instalado no interior do edifício, assente e fixo ao pavimento sob o qual existe uma galeria para cabos. Estes quadros de celas resistem a esforços eletrodinâmicos originados pelas correntes de curto-circuito.

De acordo com as recomendações internacionais estas celas encontram-se dotadas de encravamentos funcionais, garantindo que o fecho dos interruptores só seja possível quando o seccionador de terra se encontrar na posição de aberto e o painel de acesso às ligações se encontrar devidamente fechado, o fecho do seccionador de terra só seja possível quando o interruptor se encontrar no estado aberto e ainda que a abertura do painel de acesso às ligações só seja possível se o seccionador de terra se encontrar fechado.

Têm ainda a possibilidade de imobilização por cadeado nas posições extremas dos aparelhos.

Cada cela dispõe de um esquema sinóptico que informa do estado da aparelhagem respetiva.

A aparelhagem será manobrada do exterior por meio de manivelas ou alavancas (comando mecânico).

A metodologia de ensaio das celas deverá seguir as normas CEI aplicáveis.

Características Elétricas:

ITEM	CARACTERÍSTICA
Tensão de serviço:	30 kV
Frequência de serviço:	50 Hz
Nível de isolamento: (A 50 Hz, 1 minuto)	À terra entre fases: 70 kV À distância de seccionamento: 80 kV
Nível de isolamento: (À onda de choque 1,2 / 50 µs)	À terra entre fases: 170 kV À distância de seccionamento: 195 kV
Corrente nominal do barramento geral:	630 A
Corrente de curta duração máxima admissível, Ith:	20 kA 1 seg.

Os graus de proteção assegurados pelos invólucros contra a penetração de poeiras e água (Código IP de acordo com a norma NP EN 60529) e contra impactos mecânicos externos (Código IK de acordo com a EN 50102), devem estar de acordo com o indicado no quadro seguinte.

Equipamento	Código IP	Código IK
Tampas, divisórias, obturadores e portas de invólucro	IP30	IK07
Aparelhagem montada no interior do compartimento de BT	IP20	IK02
Mecanismo de comando	IP20	IK07

O condutor de ligação à terra estará disposto ao longo de todo o comprimento das celas e será dimensionado para suportar a intensidade de curta duração admissível. O barramento será sobredimensionado para suportar sem deformação permanente os esforços dinâmicos, em caso de curto-circuito.

12.3 Transformador Serviços Auxiliares

O transformador de serviços auxiliares servirá para alimentar todo o circuito de serviços auxiliares no Posto de Seccionamento, sistemas de vigilância, segurança e sistemas de monitorização e ainda disponibilizar a potência exigida na especificação:

Nº de transformadores	1
Potência nominal (por transformador)	50 kVA
Frequência	50 Hz
Tensão no primário	30 000V
Tensão no secundário	400V

12.4 Painel de Proteções

A instalação está dotada das proteções necessárias à sua completa segurança contra defeitos elétricos e, no caso dos transformadores, também contra defeitos mecânicos de funcionamento.

A instalação de interligação à Rede está dotada de um relé de interligação com as funções de proteção necessárias à sua completa segurança contra defeitos elétricos, onde se incluem proteção de distância, conforme abaixo descrito.

A instalação será também protegida contra sobretensões originadas por descargas atmosféricas e/ou de manobra.

As proteções do painel do transformador de potência devem permitir osciloperturbografia e comunicação.

Para cumprimento do disposto no guia técnico de instalações de produção Independente de Energia Elétrica, serão instalados os relés que a seguir se indicam:

Proteção de Interligação: SYMAP COMPACT F3 – Marca STUCKE

- Máximo de intensidade de fase (50/51)
- Máximo de frequência (81H)
- Mínimo de frequência (81L)
- Máximo de intensidade de terra ou neutro (50N/51N)
- Máximo de tensão homopolar (59N)
- Máximo de tensão (59)
- Mínimo de tensão (27/27S)
- Máximo de potência aparente (32S)

Proteção Diferencial Transformador: SYMAP COMPACT +F1 – Marca STUCKE

- Proteção diferencial (87T)
- Máximo de intensidade de fase (50/51)
- Máximo de intensidade de neutro (50N/51N)

Proteção Saída de Anel 30 kV: SYMAP COMPACT F1 – Marca STUCKE

- Máximo de intensidade de fase (50/51)
- Máximo de intensidade de neutro (50N/51N)

Proteção Barramento 30 kV: SYMAP COMPACT F0 – Marca STUCKE

- Máximo de tensão (59)
- Mínimo de tensão (27/27S)
- Máximo de tensão homopolar (59N)
- Máximo de frequência (81H)
- Mínimo de frequência (81L)

Este relé envia informação saída digital aos restantes relés, que através entradas digitais dispara o respetivo disjuntor.

Regulador de Tensão Transformador

- Regulador em carga da tensão no secundário

Proteção de Saída Ramais: SYMAP COMPACT +F1 – Marca STUCKE

- Máximo de intensidade de fase (50/51)
- Máximo de intensidade homopolar (50N/51N)

Os relés de proteção serão eletrónicos, programáveis, previstos para a ligação a transformadores de intensidade com a corrente nominal secundária de 1 A e a transformadores de tensão com tensão nominal secundária de $100/\sqrt{3}$ V ou $100/3$ V.

Os relés das proteções da interligação serão regulados de acordo com os valores a indicar pela Entidade Distribuidora e ensaiados na sua presença.

12.5 Painel de Comando e Controlo

Para comando e controlo da subestação e do monobloco em média tensão, será fornecido e instalado um quadro de comando constituído por um armário eletrificado e ensaiado, constituído por um invólucro metálico devidamente tratado e pintado, equipado com:

- a) Voltímetros
- b) Amperímetros
- c) Conversor de medida
- d) Relés auxiliares
- e) Regulador de tensão
- f) Painel Sinóptico com as funções principais

12.6 Quadro de Baterias e Retificador-Carregador de Baterias

O Carregador Automático – Alimentador Estabilizado terá potência necessária e suficiente para alimentar relés de proteção, bobinas de mínima tensão e motores de rearme das molas dos disjuntores, com capacidade mínima de 10 horas face aos equipamentos selecionados.

A bateria será ácida selada sem manutenção, para funcionamento a corrente contínua 110 Vcc/100 Ah – 10 h. A função de carga das baterias será garantida através de dois carregadores redundantes controlados por microprocessador pré-equipado para módulos.

A máxima variação de tensão não deverá ser superior a +/- 10%.

A bateria será munida de dois fusíveis, instalados nos terminais (+) e (-), de modo a protegê-la contra possíveis defeitos no cabo de ligação ao compartimento dos serviços auxiliares de corrente contínua.

O carregador será adequado para a operação de carga de bateria em tampão e possuirá uma corrente de saída adequada.

A bateria e carregador serão instalados num armário metálico simples, em compartimentos separados, com ventilação natural. O compartimento da bateria disporá de um recipiente em aço inoxidável, de recolha de líquidos por possíveis derrames de eletrólito.

A metodologia de ensaios do quadro da bateria e do carregador deverá seguir as normas CEI aplicáveis.

12.7 Medição Energia

A instalação de contadores para compra e venda de energia da Central fotovoltaica será executada tendo em conta o “Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados” de acordo com Diretiva n.º 14/2015, de 7 de agosto .

A medição da energia elétrica gerada ou consumida pela central será realizada por um contador bidirecional desde o lado de Alta Tensão.

As características principais dos equipamentos são as seguintes:

12.7.1 Contador Energia

O contador de energia será bidirecional, podendo medir o fluxo de energia em ambos os sentidos (energia produzida ou consumida), e discriminar a energia reativa nos quatro quadrantes com uma classe de precisão de 0,2S em energia ativa e 1,0 em energia reativa.

A ligação do contador será trifásica a quatro fios.

A medição de energia será registada e armazenada localmente para sua posterior transmissão remota (Telecontagem).

O contador estará alojado no interior de um armário específico destinado exclusivamente para esse fim e acessível apenas pela empresa EDP Distribuição.

12.7.2 Armário Telecontagem

O armário será para uso exclusivo do sistema de telecontagem, e será instalado num lugar bem ventilado, montagem mural, equipado com os acessórios necessários à eletrificação de contadores da gama ZMD400 da Landis + Gyr, sendo também instalados diversos tipos de unidades de comunicação (Ethernet – TCP/IP e GSM), para acesso remoto aos contadores.

O armário terá umas dimensões que permitam a correta instalação de todos os equipamentos necessários e executará conforme os requisitos da empresa de eletricidade.

Dentro do armário, para além de se alojarem os circuitos de medição, deverão prever-se os seguintes circuitos:

- Alimentação elétrica monofásica AC de 230 V, devidamente protegida, para consumo próprio.
- Barramento de ligação à terra.
- Fichas telefónicas RJ11, com proteção de sobretensões.

- Uma unidade de comunicação Ethernet, instalada no interior do contador (para acesso remoto via protocolo TCP/IP);
- Uma unidade comunicação GSM/GPRS, instalado em adaptador externo (CU-ADP2) (para acesso remoto via GSM/GPRS).

12.8 Aparelhagem do Parque Exterior

A Subestação será do tipo exterior, com alimentação em linha aérea de alta tensão (60 kV – 50Hz) com tipologia de “antena”.

A subestação é composta por dois painéis com transformadores de 21 MVA que receberá em média tensão (30 kV) e um terceiro painel de 60 kV que fará a ligação à subestação do Alqueva. Neste painel serão instaladas as proteções de interligação e a contagem de energia produzida na Central.

O seccionamento geral da subestação será efetuado, do lado AT, pela abertura do seccionador Q2 de tensão nominal 72,5 kV, conforme representado no esquema unifilar em anexo. Está prevista a instalação de dispositivos de encravamento elétricos e mecânicos que não permitam a manobra dos seccionadores com o disjuntor Q1 na posição de fechado.

A proteção contra sobretensões, originadas por descargas atmosféricas e/ou por manobras, será assegurada por descarregadores de óxido metálicos instalados à entrada da linha e junto ao transformador nas fases e neutro, que por sua vez estarão ligados a um eléctrodo de terra.

12.8.1 Dimensionamento 60 kV

O dimensionamento foi efectuado para a potência instalada da central, ou seja, para o valor de corrente de:

$$I = \frac{42 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 60 \times 10^3} = 404,14 [A]$$

Corrente de curto-circuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{2500 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 60 \times 10^3} = 24,05 [kA]$$

A subestação será interligada à rede elétrica, cujo ponto de interligação, terá as seguintes características:

Potência nominal (transformadores)	42 MVA
Tensão Nominal	60 kV
Regime de Neutro	Ligado à terra
Frequência	50 Hz
Tensão mais elevada	72,5 kV
Nível de isolamento estipulado, à frequência industrial, 1 min	À terra, entre pólos e entre terminais na posição de aberto: 140 kV; Sobre a distância de seccionamento: 160 kV
Nível de isolamento estipulado, ao choque atmosférico	À terra, entre pólos e entre terminais na posição de aberto: 325 kV; Sobre a distância de seccionamento: 375 kV
Correntes de curto-circuito	Valor eficaz da componente alternada, duração: 25kA/1 s. Constante de tempo da componente contínua: 45 ms Valor de pico: 63 kA
Distâncias mínimas de segurança	De uma fase ao solo: 3000 mm De bases de aparelhagem ao solo: 2500 mm De passagem de cargas: 800 mm

12.8.2 Seccionador 60 kV

O seccionador tripolar no painel de transformador será equipado com facas de ligação à terra e dois comandos mecânicos manuais.

Os seccionadores serão de duas colunas rotativas, com corte central, de pólos separados, para instalação exterior. O fecho e a abertura são realizados pela rotação horizontal dos braços de contacto móveis. O comando dos três pólos é sincronizado e os contactos são equipados com acessórios de pressão para garantir uma boa ligação elétrica.

Deverá possuir como mínimo as seguintes características:

Tensão Nominal	60 kV
Intensidade Nominal	1250 A
Comando:	Seccionador: Manual

	Facas de terra: Manual
Valor de Crista da corrente de curta duração admissível	62.5 kA
Tensão de Ensaio á frequência Industrial 50 Hz-1 min :	140 kV
Tensão de ensaio à onda de choque 1,2/50µs	325 kV
Intensidade de corrente de curta duração admissível	25 kA a 3 s

12.8.3 Transformadores de Tensão de 60 kV

Os transformadores de medida de tensão serão do tipo indutivo, herméticos, de isolamento de papel impregnado de óleo, próprios para montagem exterior.

Serão fornecidos e instalados três transformadores de tensão herméticos, para serviço exterior, com as seguintes características:

Relação de transformação	$60.000/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$ $100/3$ V
Potências e classes de precisão	1º Secundário: 2,5 VA classe 0,2 2º Secundário: 15 VA classe 3P 3º Secundário: 5 VA classe 3P
Sobretensão admissível em permanência	1,2UN
Factor de tensão	1,9UN/8H
Isolador	Porcelana castanha

12.8.4 Transformadores de Intensidade de 60 kV

Os transformadores de medida de intensidade serão do tipo indutivo, herméticos, de isolamento de papel impregnado de óleo, próprios para montagem exterior.

Painel dos Transformadores

Serão fornecidos e instalados três transformadores de intensidade de isolamento seco em resina epóxi e porcelana, para serviço exterior, com as seguintes características:

Relação de transformação	300/5-5-5 A
Potências e classes de precisão	1º Secundário: 15 VA classe 0,5 Fs5 2º Secundário: 10 VA classe 5P20 3º Secundário: 10 VA classe 5P20
Sobreintensidade admissível em permanência:	120%
Isolador	Porcelana castanha

Painel de saída de linha

Serão fornecidos e instalados três transformadores de intensidade de isolamento seco em resina epóxi e porcelana, para serviço exterior, com as seguintes características:

Relação de transformação	600/5-5-5 A
Potências e classes de precisão	1º Secundário: 2,5 VA classe 0,2 Fs5 2º Secundário: 15 VA classe 0,5 Fs5 3º Secundário: 10 VA classe 5P20 4º Secundário: 10 VA classe 5P20
Sobreintensidade admissível em permanência:	120%
Isolador	Porcelana castanha

12.8.5 Disjuntor de 60 kV

O disjuntor do painel de 60 kV será tripolar, próprio para instalação exterior e para montagem em estrutura metálica apropriada e dimensionada para o efeito. Será de corte em atmosfera de SF₆, do tipo corte por auto-sopragem do arco, sendo a pressão do gás controlada por pressostato. O modo de comando será do tipo mecânico, de abertura livre, com acumulação de energia em molas de abertura e de fecho, acionadas e rearmadas quer manual, por manivela, quer eletricamente, por motor de

rearme.

Será equipado com uma bobina de fecho e duas de abertura, uma delas por mínima tensão, sendo estas destinadas a serem atuadas por proteções distintas; uma destas bobinas será atuada por falta de tensão e a outra por emissão de corrente.

Será fornecido e instalado um disjuntor tripolar em SF6 no painel de transformador com as seguintes características:

Tensão nominal:	60 kV
Intensidade nominal:	2000 A (25kA/3sg.)
Pressão nominal SF6:	7 Bar
Distância entre pólos:	Normal
Valor de Crista da corrente de curta duração admissível :	78.75 kA
Tensão de Ensaio á frequência Industrial 50 Hz-1 min :	140 kV
Tensão de ensaio à onda de choque 1,2/50ms :	325 kV
Intensidade de corrente de curta duração admissível:	31.5 kA a 1 s

12.8.6 Descarregador de Sobretensão 60 kV

Os descarregadores de sobretensão serão de óxido de zinco para a tensão de 72,5 kV, equipados com limitador de pressão e um contador de descargas por descarregador, próprios para montagem exterior

12.8.7 Descarregador de Sobretensão do Neutro do Transformador

O descarregador de sobretensão do neutro do transformador será em óxido de zinco para a tensão de 48 kV, equipado com limitador de pressão e um contador de descargas, próprios para montagem exterior.

12.8.8 Descarregador de Sobretensão 30 kV

Os descarregadores de sobretensão serão de óxido de zinco para a tensão de 37,5 kV, equipados com limitador de pressão e um contador de descargas por descarregador, próprios para montagem exterior.

12.8.9 Encravamentos e Sinalizações

Todos os aparelhos manobráveis serão equipados com fechaduras de encravamento, bem como,

etiquetas em aço inoxidável para numeração da aparelhagem.

12.8.10 Iluminação do Parque Exterior da Subestação

A iluminação do parque será assegurada por projetores de 150 W equipados com lâmpadas de iodetos metálicos ou equivalente, suportados em colunas metálicas de 4 m de altura.

12.8.11 Transformador de Potência

Os transformadores de interligação serão trifásicos, de 60/30 kV, dois de 21 MVA arrefecimento ONAN, em banho de óleo, de exterior e com regulação automática de tensão em carga. Serão equipados com a aparelhagem de proteção a seguir indicada, dotada de contactos para alarme e/ou disparo: imagem térmica, para controlo da temperatura dos enrolamentos, termómetro com sonda, termóstato e termómetro de resistência, para controlo da temperatura do óleo, relé Buchholz, detetores de nível de óleo, relé de proteção do comutador em carga e válvula de sobrepressão.

O dispositivo de comando do comutador de tomadas em serviço deverá estar preparado para ser alimentado a 110V em corrente contínua.

Quantidade	2
Tipo	Imerso em óleo mineral com conservador
Tipo de óleo	Mineral classe1
Temperatura Óleo/Cobre	60° C / 65° C
Serviço	Contínuo
Numero de fases	3
Funcionamento	Elevador de Tensão
Tipo de refrigeração	ONAN
Potência nominal	21 MVA
Tensão nominal no enrolamento primário	72,5 kV
Tensão de serviço no enrolamento primário	60 kV
Tensão nominal no enrolamento secundário	36 kV
Tensão de serviço no enrolamento secundário	30 kV
Ligação no primário	Estrela
Ligação no secundário	Triângulo

Grupo Ligações	YNd11
Regulação da tensão (Comutador de tomadas no lado de alta tensão)	Funcionamento em carga
Acessórios	Indicador de nível de óleo com contactos auxiliares Indicador de temperatura de óleo com contactos auxiliares Relé Bucholz Conservador de óleo Exsicador de ar com sílica gel

12.8.12 Proteção contra contactos diretos e indiretos

Com vista a garantir a segurança das pessoas contra contactos acidentais, a instalação está dotada de dispositivos diferenciais de corte automático de sensibilidade adequada para o efeito, tal como o disjuntor geral de serviços auxiliares de corrente alternada, e disjuntores de proteção dos circuitos de iluminação e tomadas.

Paralelamente, todos os dispositivos, carcaças metálicas, armários e equipamento elétrico instalados têm a sua massa metálica ligada à terra, de modo a garantir a proteção contra contactos acidentais. Estas massas metálicas estão assinaladas pela utilização de condutores verde/amarelo e tranças de ligação onde aplicável. Para a interligação com a rede geral de terras, existem barramentos de terra no interior do posto de seccionamento, próximos das celas de Média Tensão e dos quadros elétricos de Baixa Tensão.

Todas as partes ativas dos condutores elétricos e aparelhagem elétrica estão devidamente protegidas e inacessíveis para evitar contactos diretos, respeitando as distâncias mínimas regulamentares.

12.8.13 Cabos de Baixa Tensão, Comando e Sinalização

Os cabos isolados de BT que deverão ser usados nos circuitos de corrente continua e os circuitos de corrente alternada, serão do tipo XAZ1 (frs, frt, zh), com armadura de aço, e do tipo XHZ1 (frs, frt, zh), com armadura em fita de cobre, possuindo ambos, isolamento de cor preto, tensão nominal de 0,6/1 kV e secção de acordo com as funções que irão desempenhar, tendo como mínimo a secção de 2,5 mm². Estes cabos devem ser isentos de halogéneos, resistentes ao fogo e não propagadores do mesmo.

Os cabos do tipo XHZ1, serão utilizados exclusivamente nos circuitos de medida de corrente e tensão AT e MT, de modo a assegurar um melhor isolamento eletromagnético, sendo os restantes circuitos implementados com cabos isolados de BT do tipo XAZ1. Todos os cabos isolados de BT deverão ter a

sua armadura ligada a terra nas duas extremidades.

No Parque Exterior de Aparelhagem, os cabos isolados de BT serão instalados em tubos e caleiras, com exceção dos trajetos de subida a aparelhagem, aos comandos da aparelhagem e armários de reagrupamento de cabos.

No interior do Edifício de Comando, os cabos isolados de BT, serão instalados em tubos ou caleiras e sob o piso falso, na zona dos armários de comando e controlo.

Os condutores e cabos eléctricos a utilizar deverão ser de qualidade não inferior aos do Fabrico Nacional, segundo as Normas Portuguesas e as Normas Internacionais em vigor e possuir certificado de qualidade e origem

12.7.14 Rede de Terras

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

O parque exterior da Subestação será dotado de um anel/emalhado de terras em toda a sua periferia, ao qual serão ligados os prumos da vedação de rede, portões, estruturas metálicas e partes metálicas não ativas de todo o equipamento, cabos de guarda da subestação, descarregadores de sobretensões e a cuba do transformador.

A este emalhado enterrado de cabos de cobre nu, serão ligados eléctrodos de terra de 2 metros de comprimento cada, tipo estaca de aço cobreado, instalados em caixas apropriadas. Em cada um dos eléctrodos de terra será instalado um ligador amovível.

Esta rede será interligada com a rede de terras do edifício de comando, que será realizada formando uma malha em cabo de cobre nu. Esta malha de terra será interligada a eléctrodos de terra de 2 metros de comprimento cada, tipo estaca de aço cobreado, instalados nos vértices do edifício e interligada com a malha de terra do parque exterior da subestação.

A esta rede de terras serão ligados os secundários dos transformadores de medida, o neutro do transformador de serviços auxiliares, os descarregadores de sobretensões, as malhas de terra dos écrans dos cabos eléctricos, as massas metálicas dos aparelhos e equipamentos e as estruturas metálicas e ferragens.

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

- terra de protecção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objecto metálico da instalação susceptível 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;
- cabos de guarda, para protecção da instalação contra descargas atmosféricas directas.

A rede geral de terras será uma terra única, constituída por um circuito de instalação subterrânea e por um circuito de instalação à superfície, ligados entre si.

O dimensionamento da rede geral de terras para a subestação tipo AT/MT (secção do cabo de terra e dimensão da quadrícula) dependerá de vários factores, condicionados pela localização da subestação, nomeadamente:

- resistividade do solo;
- distância à subestação de alimentação da rede AT e respectiva corrente de curto-circuito máxima trifásica e fase-terra;
- características da interligação à subestação de alimentação da rede AT.

A rede geral de terras foi dimensionada considerando a resistividade média do solo igual ou inferior a 100Ω e uma corrente de curto-circuito máxima trifásica e fase-terra igual ou inferior a 24 kA com uma duração máxima de 0,5 s na subestação de alimentação da rede AT, sendo a interligação a esta subestação constituída por uma linha de alumínio-aço com comprimento igual a 18 km. Foi ainda considerado uma potência de curto circuito da rede de 2500 MVA.

Com base no calculo em anexo a rede de terras será do tipo terra única, em cabo de cobre nu de **95 mm²** ou superior.

12.7.15 Protecção contra descargas atmosféricas directas no Parque Exterior

A área exterior será protegida contra descargas atmosféricas por um pára-raios com dispositivo de ionização não radioativo montado no edifício de comando.

Será instalado o elemento captor (PDI), o mastro de fixação, a descida em varão de cobre nu $\varnothing 8\text{mm}$ fixo por braçadeiras, o contador de descargas, o ligador amovível, a calha de protecção e a ligação à rede de terras subterrânea da SE.

Santa Iria de Azóia, 25 de Outubro de 2016

O técnico:

Miguel Joaquim Antunes da Conceição

OE 58084 / DGEG 55015

LISTA DE DESENHOS

LISTA DE DESENHOS

DESENHO Nº	TÍTULO
1	Carta Cartográfica
2	Esquema de implantação geral Moura
3	Planta implantação sobre levantamento topográfico
4	Esquema unifilar Subestação 30/60kV
5	Esquema unifilar anel PT's nº1
6	Esquema unifilar anel PT's nº2
7	Esquema unifilar PT's/Centros Inversores 1MVA
8	Esquema unifilar PT's/Centros Inversores 2MVA
9	Esquema implantação PT
10	Esquema de rede terras

ANEXOS

ANEXO Nº	TÍTULO
1	Cálculo Rede Terras Subestação
2	Informação da entidade recetora
3	Certificados Equipamentos
4	Fichas Técnicas dos Equipamentos
5	Simulação PVSyst

DESENHO Nº1

Carta Cartográfica

DESENHO Nº2

Esquema de implantação geral Moura

DESENHO Nº3

Planta implantação sobre levantamento
topográfico

DESENHO Nº4

Esquema unifilar Subestação 30/60kV

DESENHO Nº5

Esquema unifilar anel PT's nº1

DESENHO Nº6

Esquema unifilar anel PT's nº2

DESENHO Nº7

Esquema unifilar PT's/Centros Inversores 1MVA

DESENHO Nº8

Esquema unifilar PT's/Centros Inversores 2MVA

DESENHO Nº9

Esquema implantação PT

DESENHO Nº10

Esquema de rede terras

ANEXO I

Cálculo Rede Terras Subestação

ANEXO II

Informação da entidade recetora

ANEXO III

Certificados dos Equipamentos

ANEXO IV

Fichas Técnicas dos Equipamentos

ANEXO V

Simulação PVSyst