

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/02/2025	01.0	1 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

AL-INN-0000-EL-CAC-00007

Relatório de cálculo - Malha de aterramento

01.0	20/02/2025	Documento inicial	FJC	RLF	ACE
Rev.	Dados	Descrição	Criado	Revisto	Aprovado

Editado para:

Informação		Compra	
Aprovação	X	Construção	
Pedido de licitação		Conforme construído	

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/02/2025	01.0	2 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

Índice

1. INTRODUÇÃO	4
1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização	4
1.2. Objetivo desde documento	4
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	5
2.1. Documentos do projeto	5
2.2. Normativa	5
3. CÁLCULO	6
3.1. Generalidades.....	6
3.2. EE1	7
3.3. EDAM	8
3.4. Caixa SMAA	9

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/02/2025	01.0	3 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

Tabelas

<i>Tabela 1. Malha de aterramento, EE1</i>	<i>7</i>
<i>Tabela 2. Malha de aterramento, EDAM</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 3. Malha de aterramento, CAIXA SMAA</i>	<i>9</i>

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 4 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

1. INTRODUÇÃO

A região do Algarve tem vindo a sofrer, ao longo dos últimos anos, de uma seca prolongada associada a uma situação de escassez hídrica que é já considerada estrutural. Assim, apesar da disponibilidade de água em Portugal ser acima da média europeia, o abastecimento de água em Portugal, nomeadamente na região do Algarve, está sob stress, e espera-se que o problema aumente com as alterações climáticas. Por estes motivos o Plano Regional de Eficiência Hídrica da Região do Algarve, elaborado em 2020 pela APA e pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), identificou como medida estrutural possível para reforçar a capacidade de produção de água, a criação de um sistema de dessalinização na região do Algarve, com o objetivo de assegurar uma origem alternativa e fiável para o abastecimento de água potável à região do Algarve.

1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização

O Sistema de Dessalinização a implementar na Fase 1 (Ano 0) permitirá a produção de $500 \text{ L/s} = 1800 \text{ m}^3/\text{h} = 43.200 \text{ m}^3/\text{dia} = 16 \text{ hm}^3/\text{ano}$ de água potável. O sistema ficará preparado para ser ampliado no futuro (Fase 2 – Ano Horizonte), através da instalação dos equipamentos necessários na EE1 e EDAM, para a produção de $750 \text{ L/s} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h} = 64.800 \text{ m}^3/\text{dia} = 24 \text{ hm}^3/\text{ano}$ de água potável. Toda a construção civil, captação, condutas de água bruta e água tratada e restantes infraestruturas serão desde já executadas para a Fase 2.

O dimensionamento da EDAM terá em conta que, na Fase 1, o caudal de produção de água potável poderá variar entre o caudal nominal do Ano 0 e um caudal mínimo de 25% deste valor. Será ainda tido em conta que, após ampliação, a variação de caudal de água tratada será entre 25% do caudal do Ano 0 e o caudal nominal do Ano HP.

1.2. Objetivo deste documento

O objetivo deste documento é desenvolver os **cálculos da Malha de aterramento** do projeto Sistema de Dessalinização da Região do Algarve (Portugal), com base no processo já selecionado.

Estes são os requisitos mínimos que devem ser satisfeitos para a elaboração do **projeto elétrico** da Sistema de Dessalinização, garantindo que os elementos, materiais e equipamentos cumprem a função do serviço que prestam, seguindo os requisitos do caderno de encargos do concurso.

A instalação é concebida de forma que a dessalinizadora (EDAM) e captação (EE1) produza o caudal correspondente à **Fase 1** e os novos equipamentos da **Fase 2** são tidos em conta no dimensionamento dos cabos, postos de transformação, ampliação dos Centros de Controlo de Motores (CCMs) e espaços nas salas elétricas para albergar os novos equipamentos da Fase 2.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 5 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Este documento toma como referência os seguintes documentos do projeto, além da citada normativa aplicável.

2.1. Documentos do projeto

- AL-ACE-0000-EL-CRT-00001. Bases de conceção elétrica.
- AL-ACE-0000-EL-CAC-00001. Relatório de cálculo elétrico - Geral
- AL-ACE-0000-EL-CAC-00005. Relatório de cálculo - Instalação elétrica de baixa tensão e diagrama de carga.

2.2. Normativa

- Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro, estabeleceu que as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão RTIEBT.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 6 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

3. CÁLCULO

3.1. Generalidades

O cálculo da resistência de terra, em função do tipo de eletrodo escolhido, pode ser estimado a partir do diagrama seguinte:

- Placa enterrada $R = 0,8 \, r / P$
- Eletrodo vertical $R = r / L$
- Condutor enterrado na horizontal $R = 2 \, r / L$

Onde:

- r , resistividade do solo (Ohm.m)
- P , perímetro da placa (m)
- L , comprimento do eletrodo ou condutor (m)

A resistividade do solo é estimada em 150 Ohm.m. Utilizando picas de cobre verticais como eletrodo, temos:

- Resistência dos Eletrodos: $R1 = \rho / n \cdot L1$.
- Resistência do cabo: $R2 = 2\rho / L2$.

A resistência equivalente de duas resistências em paralelo é:

- $R_{eq} = (R1 \times R2) / (R1 + R2)$

A tensão a que as massas metálicas ficarão sujeitas em caso de defeito será:

- $Ud = Is \times R_{eq}$

onde:

- Ud : tensão em volts
- Is : corrente máxima de defeito à terra ou sensibilidade de disparo da proteção diferencial, em amperes.

A terra a utilizar será constituída por um cabo de cobre nu de 50 mm², unido por meio de eletrodos de aço cobreado com 2 metros de comprimento e 14 mm de diâmetro. Todos os elementos serão ligados à rede geral com cabos de cobre de 35 e 50 mm², enquanto os postes e colunas de iluminação serão ligados com cabo de 16 mm².

Com tudo isto, obtêm-se os seguintes resultados, para um esquema de ligação (regime neutro) TT.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 7 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

3.2. EE1

Cálculo da terra de acordo com a norma IEC 60364-5-54, EE1		Unidade	Comentários
Tipo de eletrodo	Pica vertical		
Número de eletrodos	4	ud	Ne
Comprimento do eletrodo	2	m	Le
Comprimento do fio nu	202	m	Lc
Sensibilidade do relé diferencial	300	mA	Is
Resistividade do solo	150	Ω·m	ρ, Estudo geotécnico ou valor de tabela
Resistência do eletrodo	18,75	Ω	Rp=ρ/(Ne·Le)
Resistência do cabo nu	1,49	Ω	Rc=2·ρ/Lc
Resistência equivalente do sistema	1,38	Ω	Rt=(Rp·Rc)/(Rp+Lc)
Tensão de defeito	0,41	V	Ud=Is·Rt
Tempo de disparo da proteção BT	0,03	s	t
Temperatura externa	30	°C	
Temperatura máxima do cabo de terra (ligação com cabo XLPE)	250	°C	
Material do cabo	Cobre		
Constante do material	159		$k = \sqrt{\frac{\rho_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)$ A√s/mm ²
Potência aparente de projeto	952	KVA	
Potência de curto-circuito	367	MVA	
Tensão secundária	400	VAC	
Tensão de curto-circuito do transformador	6,00	%	
Corrente máxima de curto-circuito de BT	38.540,00	A	
Secção transversal calculada (profundidade 0,6 m)	41,98	mm ²	$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$
Secção transversal selecionada	50	mm ²	

Tabela 1. Malha de aterramento, EE1

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 8 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

3.3. EDAM

Cálculo da terra de acordo com a norma IEC 60364-5-54, EDAM		Unidade	Comentários
Tipo de eletrodo	Pica vertical		
Número de electrodos	33	ud	Ne
Comprimento do eletrodo	2	m	Le
Comprimento do fio nu	2.100	m	Lc
Sensibilidade do relé diferencial	300	mA	Is
Resistividade do solo	150	Ω·m	ρ, Estudo geotécnico ou valor de tabela
Resistência do eletrodo	2,27	Ω	Rp=ρ/(Ne·Le)
Resistência do cabo nu	0,14	Ω	Rc=2·ρ/Lc
Resistência equivalente do sistema	0,13	Ω	Rt=(Rp·Rc)/(Rp+Lc)
Tensão de defeito	0,04	V	Ud=Is·Rt
Tempo de disparo da proteção BT	0,025	s	t
Temperatura externa	30	°C	
Temperatura máxima do cabo de terra (ligação com cabo XLPE)	250	°C	
Material do cabo	Cobre		
Constante do material	159		$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)$ A·s/mm ²
Potência aparente de projeto	10.645	KVA	
Potência de curto-circuito	367	MVA	
Tensão secundária	400	VAC	
Tensão de curto-circuito do transformador	6,00	%	
Corrente máxima de curto-circuito de BT	48.170,00	A	
Secção transversal calculada (profundidade 0,6 m)	47,90	mm ²	$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$
Secção transversal selecionada	50	mm ²	

Tabela 2. Malha de aterramento, EDAM

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 9 de 9
Código AdA AL-ACE-0000-EL-CAC-00007		Código ACE AL-INN-0000-EL-CAC-00007		

3.4. Caixa SMAA

Cálculo da terra de acordo com a norma IEC 60364-5-54, caixa SMAA		Unidade	Comentários
Tipo de eletrodo	Pica vertical		
Número de electrodos	1	ud	Ne
Comprimento do eletrodo	2	m	Le
Comprimento do fio nu	32	m	Lc
Sensibilidade do relé diferencial	300	mA	Is
Resistividade do solo	150	Ω·m	ρ, Estudo geotécnico ou valor de tabela
Resistência do eletrodo	75,00	Ω	Rp=ρ/(Ne·Le)
Resistência do cabo nu	9,38	Ω	Rc=2·ρ/Lc
Resistência equivalente do sistema	8,33	Ω	Rt=(Rp·Rc)/(Rp+Lc)
Tensão de defeito	2,50	V	Ud=Is·Rt
Tempo de disparo da proteção BT	0,025	s	t
Temperatura externa	30	°C	
Temperatura máxima do cabo de terra (ligação com cabo XLPE)	250	°C	
Material do cabo	Cobre		
Constante do material	159		$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)$ A√s/mm²
Potência aparente de projeto	10.645	KVA	
Potência de curto-circuito	367	MVA	
Tensão secundária	400	VAC	
Tensão de curto-circuito do transformador	6,00	%	
Corrente máxima de curto-circuito de BT	48.170,00	A	
Secção transversal calculada (profundidade 0,6 m)	47,90	mm²	$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$
Secção transversal selecionada	50	mm²	

Tabela 3. Malha de aterramento, CAIXA SMAA