

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	1 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

AL-INN-3200-CW-CAC-00001

Relatório de cálculo estrutural para o Edifício de filtração multimédia (AD)

01.0	18/02/2025	Documento inicial	INN	GSI	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	18/02/2025	01.0	2 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	7
2. DADOS DE REFERÊNCIA	9
2.1. Materiais	9
2.2. Revestimentos	9
2.3. Estado Limite de Serviço (ELS)	9
2.4. Estados Limites Ultimos	10
2.5. Acções	10
3. GEOMETRIA	14
4. CÁLCULO ESTRUTURAL	16
4.1. Modelo de cálculo	16
4.2. Normas	17
4.3. Acções	18
4.3.1. acções permanentes	18
4.3.2. Acções - Impulsos do terreno	19
4.3.3. Acções variáveis	19
4.3.4. Acções do vento	20
4.3.5. Acções excepcionais - Ação sísmica	24
4.3.6. Assentamentos máximo	29
4.3.7. Tensão máxima	29
4.3.8. Armaduras de reforço, verificação por esforços cortantes e fissuração	30
4.3.9. Análise e verificação da estrutura metálica.	62

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 3 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Ilustrações

Ilustração 1. Vista em planta do Reservatório de água tratada, casa de bombas e edifício elétrico (AG)	8
Ilustração 2. Elevação do Reservatório de água tratada, casa de bombas e edifício elétrico (AG)	8
Ilustração 3. Materiais	9
Ilustração 4. Revestimentos	9
Ilustração 5. Estado Limite de Serviço (ELS)	10
Ilustração 6. Estados Limites Últimos (ELU)	10
Ilustração 7. Acções variáveis	11
Ilustração 8. Acções do terreno	11
Ilustração 9. Acções	11
Ilustração 10. Acções Acção de neve	11
Ilustração 11. Acção sísmica	12
Ilustração 12. <i>Acção sísmica</i>	13
Ilustração 13. <i>Acção do vento</i>	13
Ilustração 14. Geometria	14
Ilustração 15. Geometria	15
Ilustração 16. Modelo Estrutural 3D	16
Ilustração 17. Modelo Estrutural 3D	16
Ilustração 18. Normas	17
Ilustração 19. Modelo de elementos finitos MEF	17
Ilustração 20. ações permanentes	18
Ilustração 21. ações permanentes	18
Ilustração 22. Impulsos do terreno	19
Ilustração 23. sobrecarga de uso	19
Ilustração 24. Ações do vento.	20
Ilustração 25. Ações do vento.	20
<i>Ilustração 26. Acções do vento</i>	21
<i>Ilustração 27. Acções do vento</i>	21

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 4 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Ilustração 28. Ações do vento.	22
Ilustração 29. Ações do vento.	22
<i>Ilustração 30. Ações do vento.</i>	23
<i>Ilustração 31. Ações do vento.</i>	23
Ilustração 32. Assentamentos sem ação sísmica.	29
Ilustração 33. Tensão máxima.	29
Ilustração 34. Momentos máximos.	30
Ilustração 35. Momentos máximos.	30
Ilustração 36. Armaduras	31
Ilustração 37. Armaduras	31
Ilustração 38. Armaduras	32
Ilustração 39. Armaduras	32
Ilustração 40. fissura	33
Ilustração 41. fissura	33
Ilustração 42. fissura	34
Ilustração 43. fissura	34
Ilustração 44. Esforço cortante	35
Ilustração 45. Esforço cortante	35
Ilustração 46. Momentos máximos.	36
Ilustração 47. Momentos máximos.	37
Ilustração 48. Armaduras	37
Ilustração 49. Armaduras	38
Ilustração 50. Armaduras	38
Ilustração 51. Armaduras	39
Ilustração 52. fissura	39
Ilustração 53. fissura	40
Ilustração 54. fissura	40
Ilustração 55. fissura	41
Ilustração 56. Esforço cortante	41

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 5 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Ilustração 57. Esforço cortante	42
Ilustração 58. Momentos máximos.	43
Ilustração 59. Momentos máximos.	43
Ilustração 60. Armaduras	44
Ilustração 61. Armaduras	44
Ilustração 62. Armaduras	45
Ilustração 63. Armaduras	45
Ilustração 64. fissura	46
Ilustração 65. fissura	46
Ilustração 66. fissura	47
Ilustração 67. fissura	47
Ilustração 68. Esforço cortante	48
Ilustração 69. Esforço cortante	48
Ilustração 70. Momentos máximos.	49
Ilustração 71. Momentos máximos.	50
Ilustração 72. Armaduras	50
Ilustração 73. Armaduras	51
Ilustração 74. Armaduras	51
Ilustração 75. Armaduras	52
Ilustração 76. fissura	52
Ilustração 77. fissura	53
Ilustração 78. fissura	53
Ilustração 79. fissura	54
Ilustração 80. Esforço cortante	54
Ilustração 81. Esforço cortante	55
Ilustração 82. Momentos máximos.	56
Ilustração 83. Momentos máximos.	56
Ilustração 84. Armaduras	57
Ilustração 85. Armaduras	57

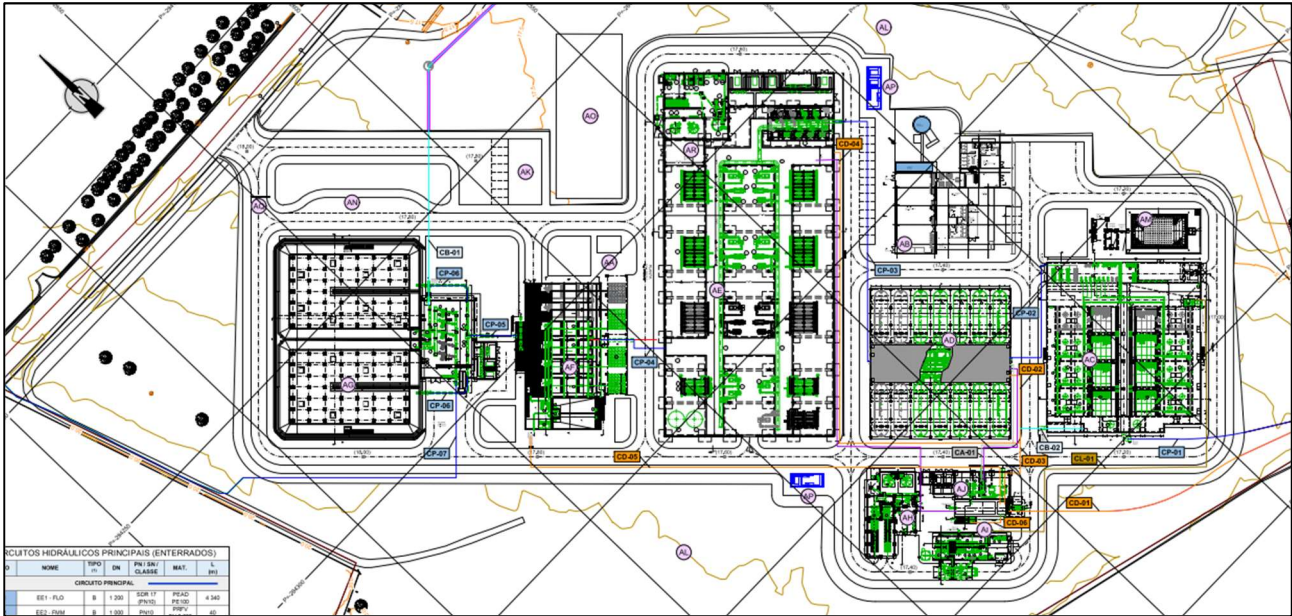
Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 6 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Ilustração 86. Armaduras	58
Ilustração 87. Armaduras	58
Ilustração 88. fissura	59
Ilustração 89. fissura	59
Ilustração 90. fissura	60
Ilustração 91. fissura	60
Ilustração 92. Esforço cortante	61
Ilustração 93. Esforço cortante	61
Ilustração 94. Deslocamento horizontal	62
Ilustração 95. Deslocamento horizontal	63
Ilustração 96. Deslocamento vertical	63
Ilustração 97. Descrição dos perfis metálicos	64
Ilustração 98. Descrição dos perfis metálicos	64
Ilustração 99. Descrição dos perfis metálicos	65
Ilustração 100. Descrição dos perfis metálicos	65
Ilustração 101. Descrição dos perfis metálicos	66
Ilustração 102. Descrição dos perfis metálicos	66
Ilustração 103. Liberação de momentos nos nó	67
Ilustração 104. Relação demanda/capacidade de todas as barra	68
Ilustração 105. Seção transversal	126

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	7 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

1. INTRODUÇÃO

Dimensionamento da estrutura do Reservatório de água tratada, casa de bombas e edifício elétrico (AG).



Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	8 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

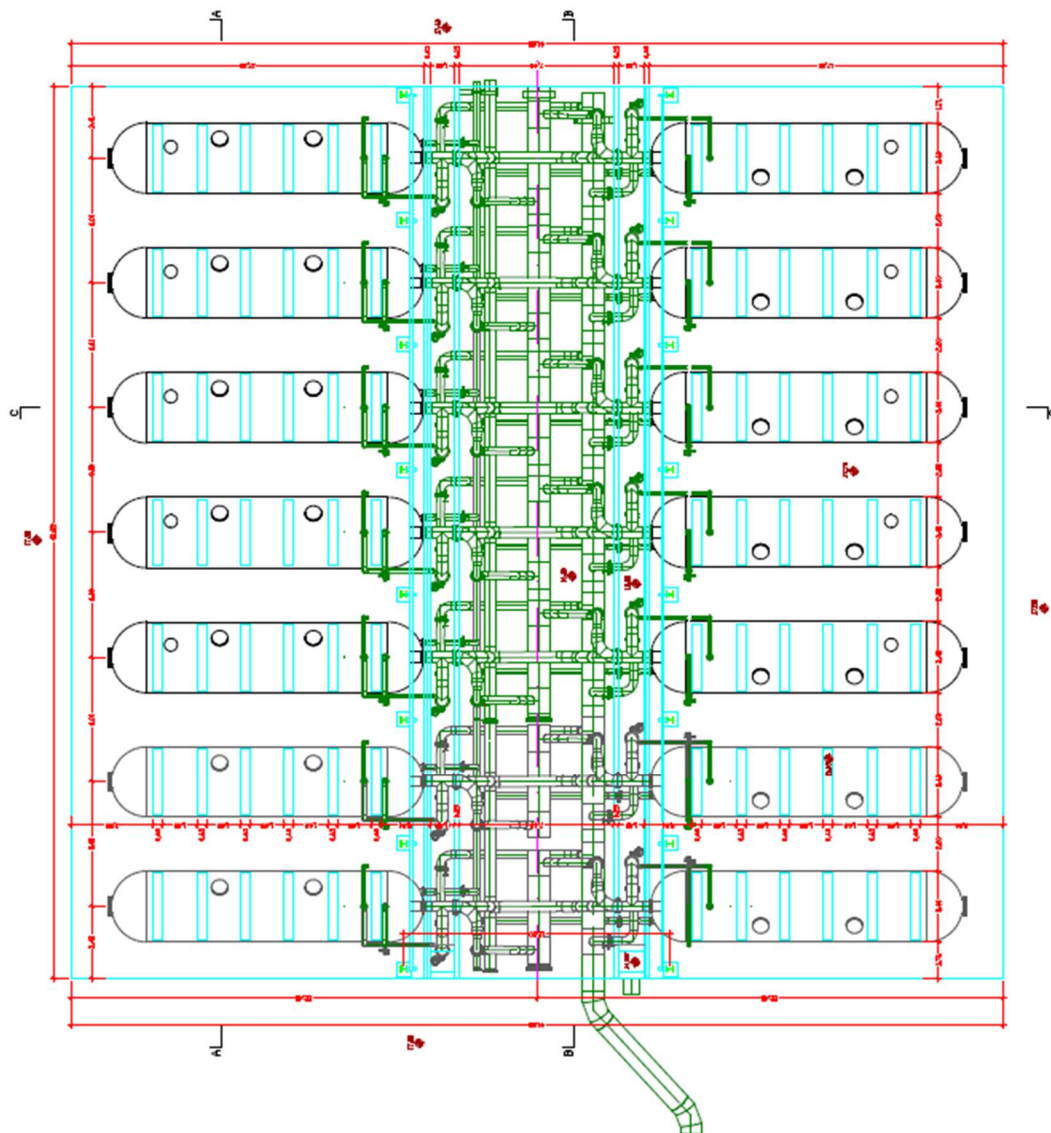


Ilustração 1. Vista em planta do Reservatório de água tratada, casa de bombas e edifício elétrico (AG)

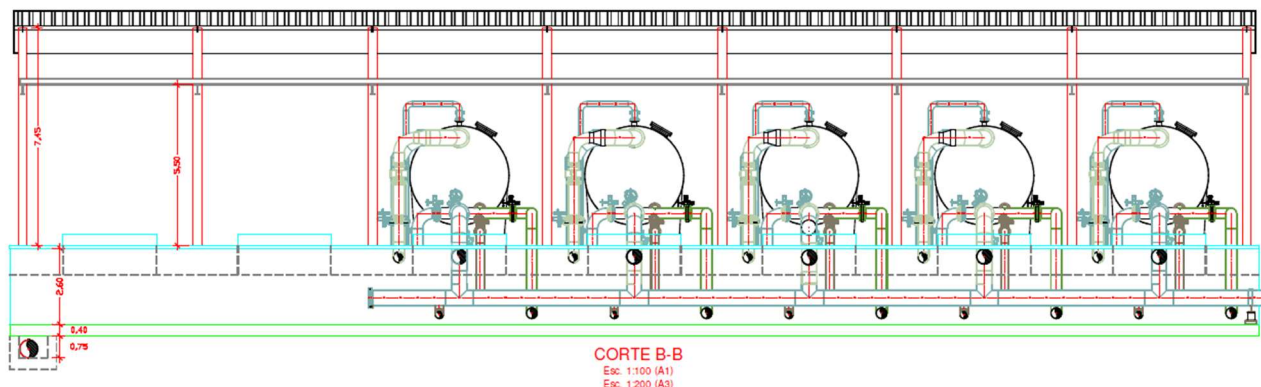


Ilustração 2. Elevação do Reservatório de água tratada, casa de bombas e edifício elétrico (AG)

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	9 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

2. DADOS DE REFERÊNCIA

Dados de referência

- Materiais.
- Revestimentos.
- Estado Limite de Serviço (ELS).
- Acções.

2.1. Materiais

Materiais:

Estructura	Materiales		
Descripcion	Material Hormigon	Material armados	Clase de exposicion
Fundações dos filtros	C40/50	A500NR	XA1/XD2
Galeria central	C40/50	A500NR	XS3/XA3

Ilustração 3. Materiais

2.2. Revestimentos

Revestimentos:

Recubrimientos			
Recubrimiento en elementos en contacto agua [mm]	Recubrimiento en elementos prefabricados [mm]	Recubrimiento elementos secos [mm]	Recubrimiento cimentaciones [mm]
45	45	N/A	45

Ilustração 4. Revestimentos

2.3. Estado Limite de Serviço (ELS)

Estado Limite de Serviço (ELS):

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	10 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Estrutura	ELS		
Descripción	Limite fisuración [mm]	Limite desplazamiento horizontal [H/XXX]	Limite desplazamiento vertical [L/XXX]
Fundações dos filtros	0,3	300	300
Galeria central	0,3	300	300
		No será dimensionante comparado con la fisuración	No será dimensionante comparado con la fisuración

Ilustração 5. Estado Limite de Serviço (ELS)

2.4. Estados Limites Ultimos

Estados Limites Ultimos (ELU):

ELU			
Capacidad portante terreno [kPa]	Resistencia mínima hormigon [Mpa]	Limite elastico armados [Mpa]	Limite elastico acero [Mpa]
150	40	500	N/A

Ilustração 6. Estados Limites Ultimos (ELU)

2.5. Acções

- acções permanentes
 - Betão armado 25 kN/m³
 - Aço estrutural 78,50 kN/m³
 - Peso dos painéis sanduíche de cobertura 0,40 kN/m²
 - Peso unitário de cada filtro de areia de 200 toneladas
 - Peso da ponte rolante 15 kN
- acções variáveis
 - Sobrecarga de uso no nível das Bombas 5 kN/m²
 - Sobrecarga de uso no nível de acesso 3 kN/m²
 - Sobrecarga de uso no nível da cobertura 0,5 kN/m²
 - Carga máxima de elevação da ponte rolante 10 kN

CARREGAR	VALOR	UNIDADE
Área de equipamento	5,00	kN/m ²
Passadiços e plataformas de trabalho elevadas	3,00	kN/m ²
Tectos acessíveis	1,00	kN/m ²
Tectos não acessíveis	0,5	kN/m ²

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 11 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Ilustração 7. Acções variáveis

- acções do terreno.

Carga terreno				
Densidad suelo [kN/m ³]	Angulo de rozamiento [°]	Cohesion [kPa]	Carga vehiculos [kN/m ²]	Nivel freatico [m]
21.2	16	20	N/A	N/A

Ilustração 8. Acções do terreno

Coeficiente de empuxo de terra em repouso K_0 : 0,724

- acções excepcionais

Cargas gravitatorias				Carga terreno					Carga viento				Carga nieve		Carga sísmica			
Cargas permanentes [kN/m ²]	Sobrecarga uso [kN/m ²]	Densidad líquido [kN/m ³]	Otras cargas	Densidad suelo [kN/m ³]	Angulo de rozamiento [°]	Cohesion [kPa]	Carga vehiculos [kN/m ²]	Nivel freatico [m]	Normativa aplicada	Velocidad básica de viento [m/s]	Exposicion	Carga básica de viento [kN/m ²]	Normativa aplicada	Carga básica de nieve [kN/m ²]	Normativa	Aceleracion básica [g]	Coefficiente de comportamiento	Tipo de suelo
Peso propio incluido	3	10	N/A	21.2	16	20	N/A	N/A	NP EN1991	30m/s	Zona I	0.82 [7m]	NP EN1991	N/A	NP EN1998	2m/s ² (Tipo 1) & 1.7m/s ² (Tipo 2)	1.5	D
	Aplicada sobre placas alveolares			La profundidad bajo rasante se tomará la indicada en los planos de licitación.								Tomando la altura máxima sobre rasante, aprox 7m						

Ilustração 9. Acções

Carga nieve	
Normativa aplicada	Carga básica de nieve [kN/m ²]
NP EN1991	N/A

Ilustração 10. Acções Acção de neve

- ação sísmica

De acordo com o EC8, a zona em estudo (Quarteira-Município de Loulé) localiza-se na Zona

Sísmica 1.2 (Sismo tipo I) e Zona Sísmica 2.3 (Sismo tipo 2) com valores de aceleração de pico de

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 12 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

referência do solo (agR) igual a 2,00 m/s² e 1,70 m/s², respetivamente.

O zonamento sísmico para Portugal Continental, para o Arquipélago da Madeira e para o Arquipélago dos Açores é estabelecido, por Concelho, de acordo com a informação constante do Anexo NA.I, e ilustrado nas Figuras NA.I, NA.II e NA.III.

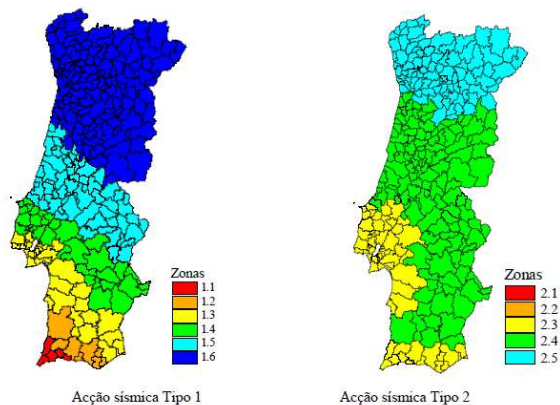


Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

Carga sísmica			
Normativa	Aceleración básica [g]	Coefficiente de comportamiento	Tipo de suelo
NPEN1998	2m/s2 (Tipo 1) & 1,7m/s2 (Tipo 2)	1,5	D

Ilustração 11. Ação sísmica

Tipo de solo C e fator de importância 3

Coefficientes de comportamento:

Casa de bombas

- q=1,5 em ambas as direções horizontais (Disposições sísmicas: Classe de ductilidade baixa)

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	13 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

NP
EN 1998-1
2010

p. 224 de 230

Portugal Continental		Ação sísmica			
Código do município	Designação	Tipo 1		Tipo 2	
		Zona sísmica	Aceleração a_{gR} (m/s ²)	Zona sísmica	Aceleração a_{gR} (m/s ²)
1207	Elvas	1.5	0.6	2.4	1.1
1410	Entroncamento	1.5	0.6	2.4	1.1
0107	Espinho	1.6	0.35	2.5	0.8
0306	Esposende	1.6	0.35	2.5	0.8
0108	Estarreja	1.6	0.35	2.4	1.1
0704	Estremoz	1.5	0.6	2.4	1.1
0705	Évora	1.4	1.0	2.4	1.1
0307	Fafe	1.6	0.35	2.5	0.8
0805	Faro	1.2	2.0	2.3	1.7
1303	Felgueiras	1.6	0.35	2.5	0.8
0208	Ferreira do Alentejo	1.3	1.5	2.4	1.1
1411	Ferreira do Zézere	1.5	0.6	2.4	1.1
0605	Figueira da Foz	1.5	0.6	2.4	1.1
0904	Figueira de Castelo Rodrigo	1.6	0.35	2.5	0.8
1008	Figueiró dos Vinhos	1.5	0.6	2.4	1.1
0905	Fornos de Algodres	1.6	0.35	2.4	1.1
0404	Freixo de Espada à Cinta	1.6	0.35	2.5	0.8
1208	Fronteira	1.5	0.6	2.4	1.1
0504	Fundão	1.6	0.35	2.4	1.1
1209	Gavião	1.5	0.6	2.4	1.1
0606	Góis	1.6	0.35	2.4	1.1
1412	Golegã	1.5	0.6	2.4	1.1
1304	Gondomar	1.6	0.35	2.5	0.8
0906	Gouveia	1.6	0.35	2.4	1.1
1505	Grândola	1.3	1.5	2.3	1.7
0907	Guarda	1.6	0.35	2.4	1.1
0308	Guimarães	1.6	0.35	2.5	0.8
0505	Idanha-a-Nova	1.6	0.35	2.4	1.1
0110	Ilhavo	1.6	0.35	2.4	1.1
0806	Lagoa	1.1	2.5	2.3	1.7
0807	Lagos	1.1	2.5	2.3	1.7
1805	Lamego	1.6	0.35	2.5	0.8
1009	Leiria	1.5	0.6	2.4	1.1
1106	Lisboa	1.3	1.5	2.3	1.7
0808	Loulé	1.2	2.0	2.3	1.7
1107	Lousada	1.3	1.5	2.3	1.7

Ilustração 12. Ação sísmica

- ações do vento

Ação do Vento considerando a localização corresponde à Zona B com uma velocidade de referência do vento ($v_{b,0}$) de 30 m/s. Relativamente à rugosidade do terreno, a zona é classificada como Zona I - Zona costeira exposta aos ventos do mar.

Carga vento			
Normativa aplicada	Velocidade básica de vento [m/s]	Exposición	Carga básica de viento [kN/m ²]
NP EN1991	30m/s	Zona I	0.82 [7m]
			Tomando la altura máxima sobre rasante del depósito, 7m

Ilustração 13. Ação do vento

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	14 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

3. GEOMETRIA

Geometria

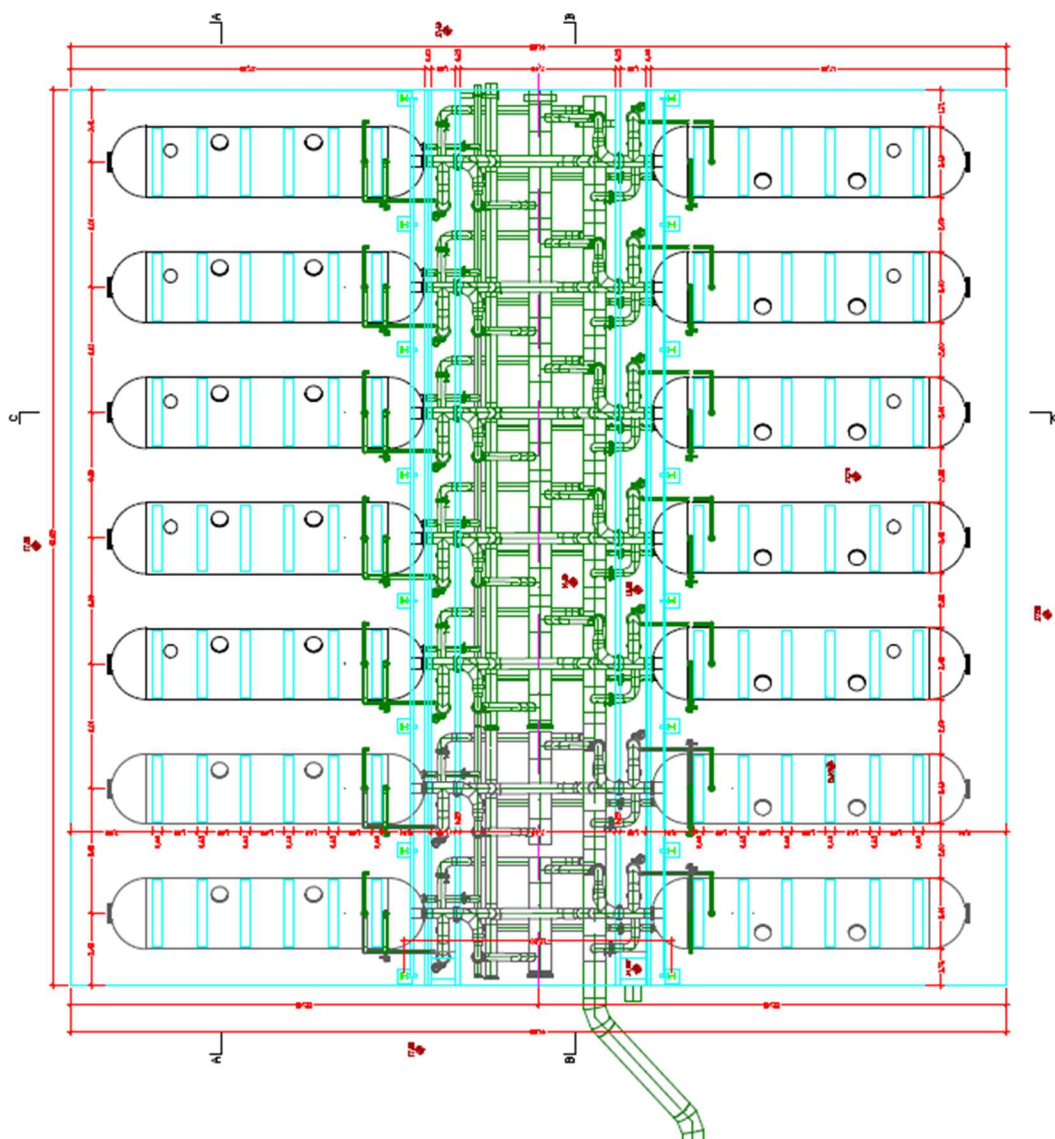
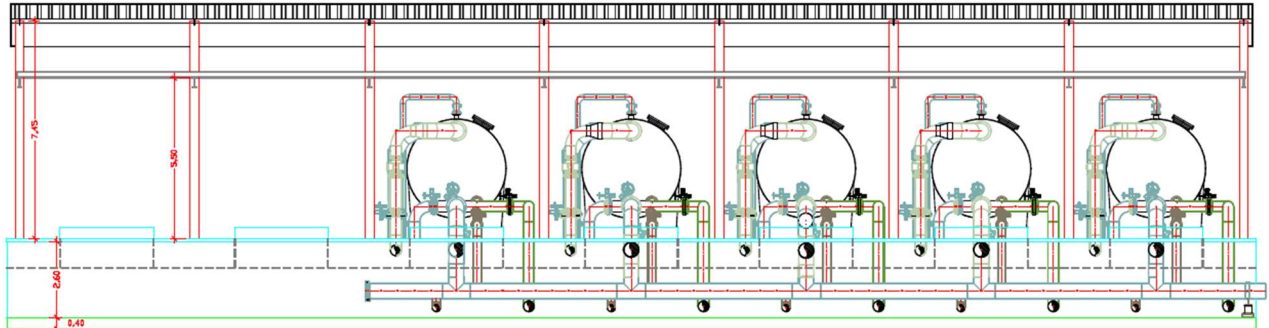


Ilustração 14. Geometria

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	15 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		



CORTE B-B
 Esc. 1:100 (A1)
 Esc. 1:200 (A3)

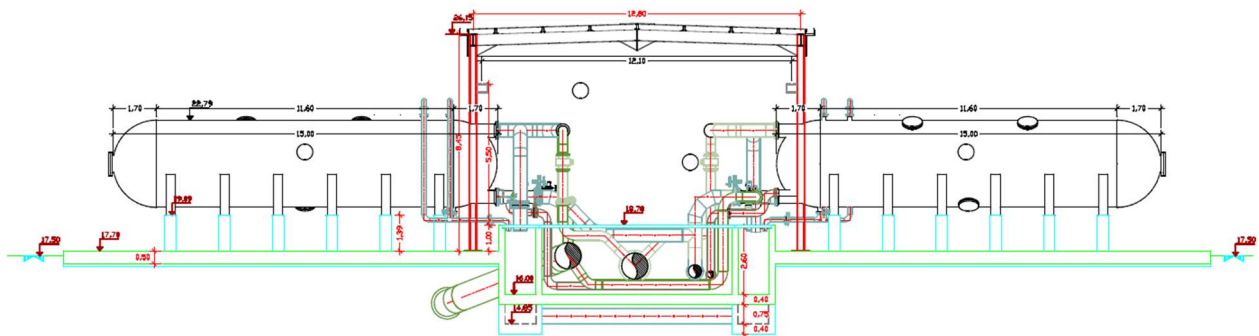


Ilustração 15. Geometria

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 16 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4. CÁLCULO ESTRUTURAL

4.1. Modelo de cálculo

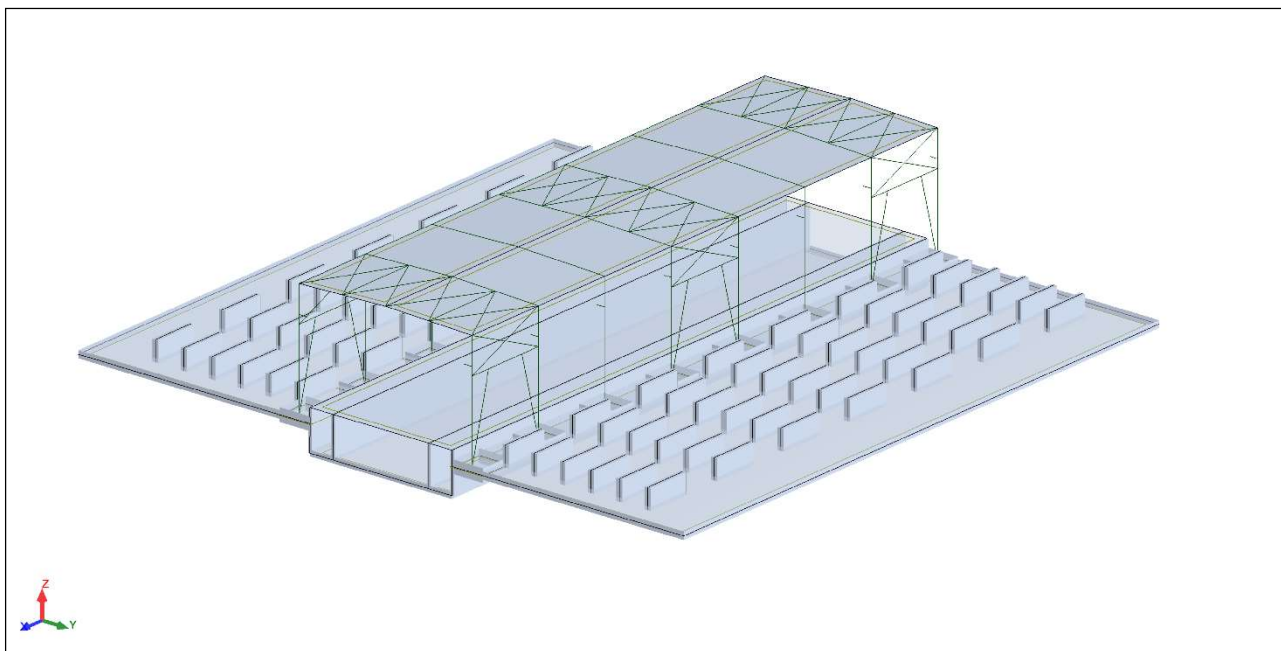


Ilustração 16. Modelo Estrutural 3D

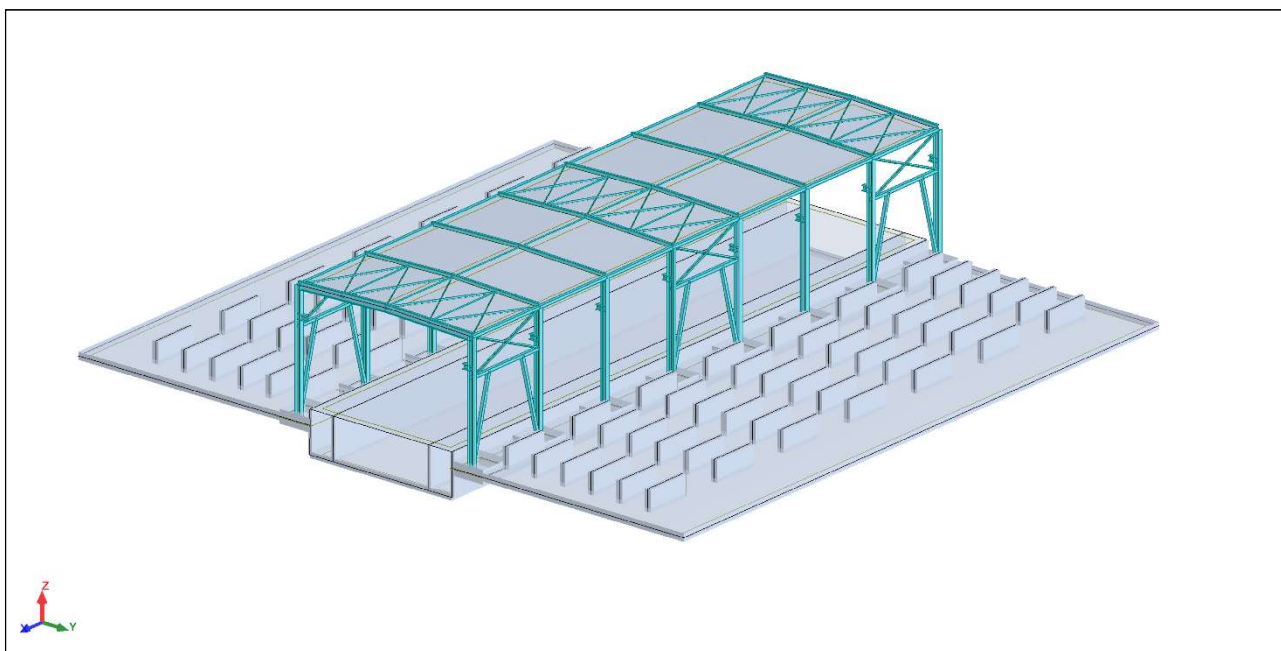


Ilustração 17. Modelo Estrutural 3D

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	17 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.2. Normas

Normas:

Betão	Eurocódigo 2 (Portugal) ▾
Aço enformado	Eurocódigos 3 e 4 (Portugal) ▾
Aço laminado	Eurocódigos 3 e 4 (Portugal) ▾

Ilustração 18. Normas

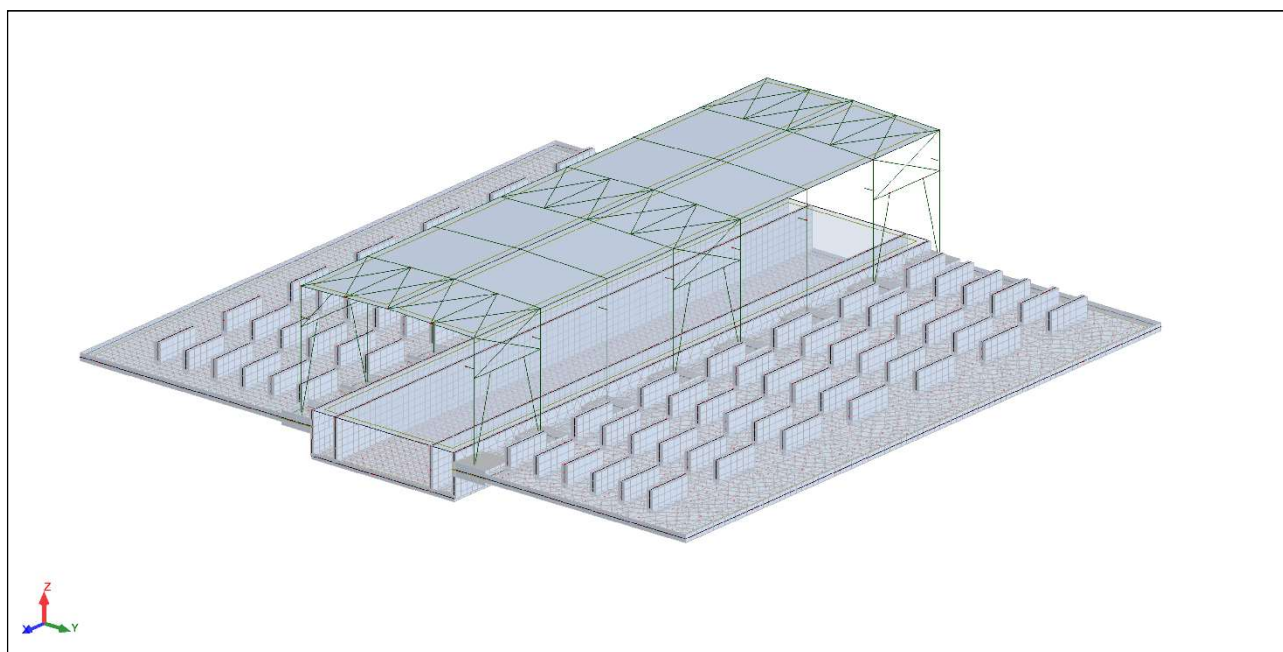


Ilustração 19. Modelo de elementos finitos MEF

Cliente		Empreiteiro EPC			
		  			
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	18 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001			Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3. Acções

4.3.1. acções permanentes

Peso próprio de elementos de concreto e aço estrutural mais fechamentos

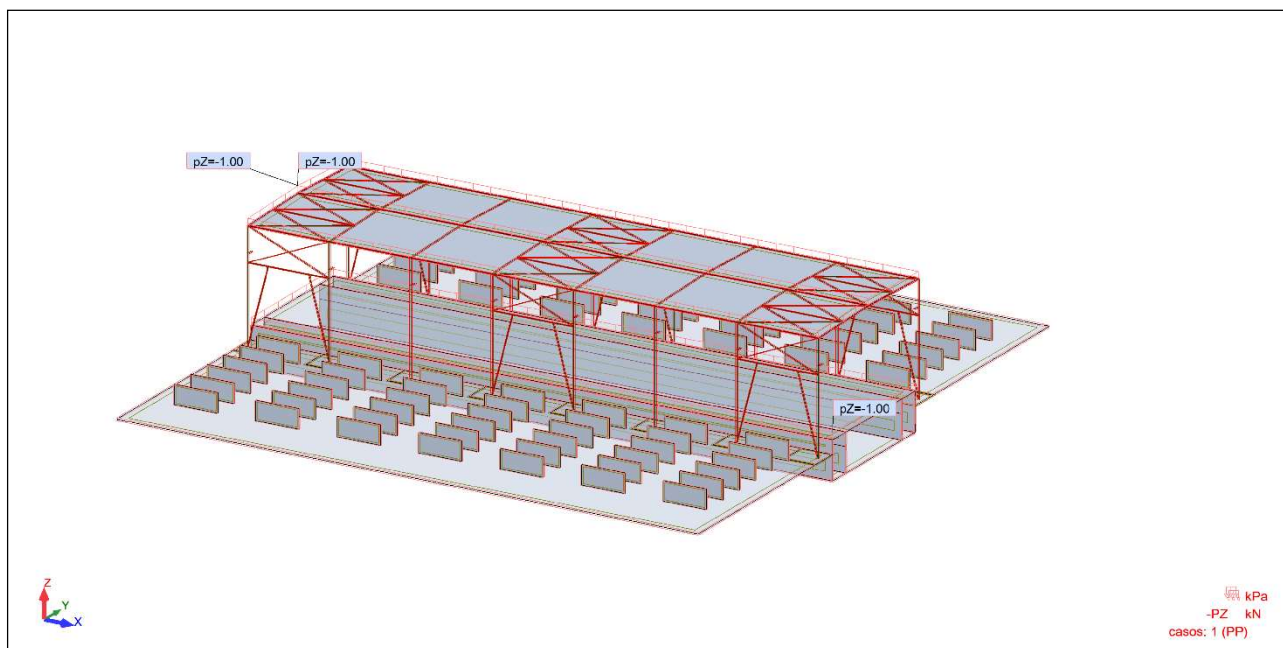


Ilustração 20. acções permanentes

Peso de equipamentos mecânicos.

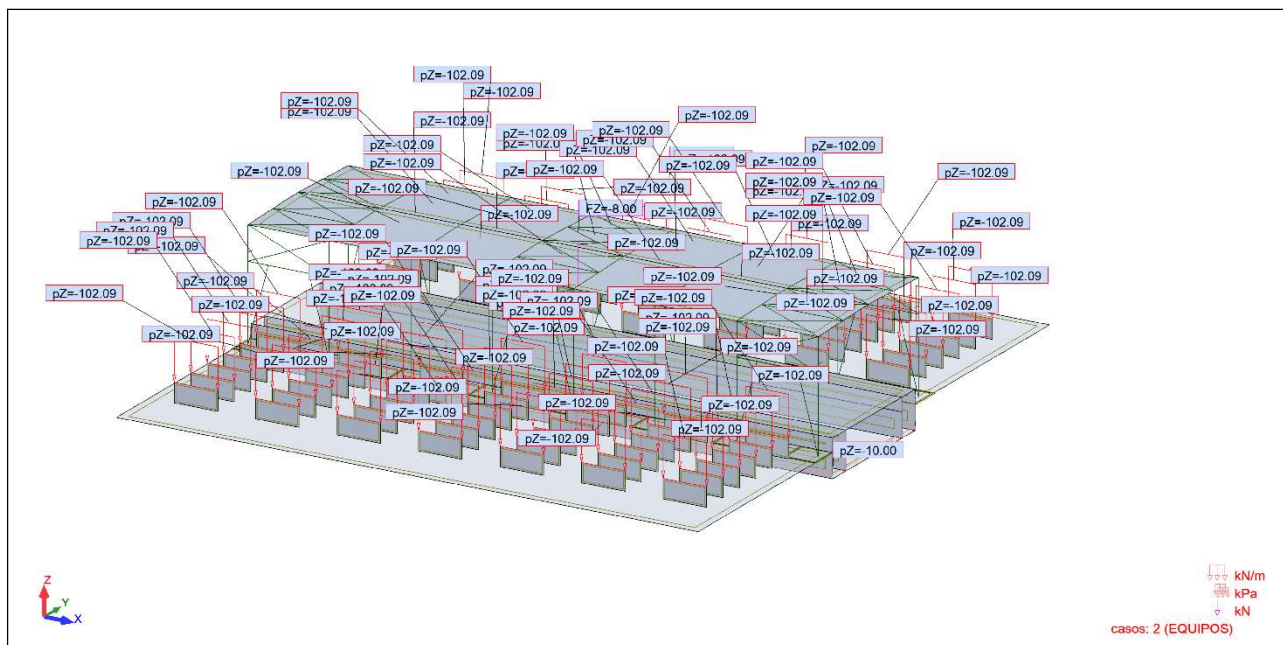


Ilustração 21. acções permanentes

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	19 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.2. Acções - Impulsos do terreno

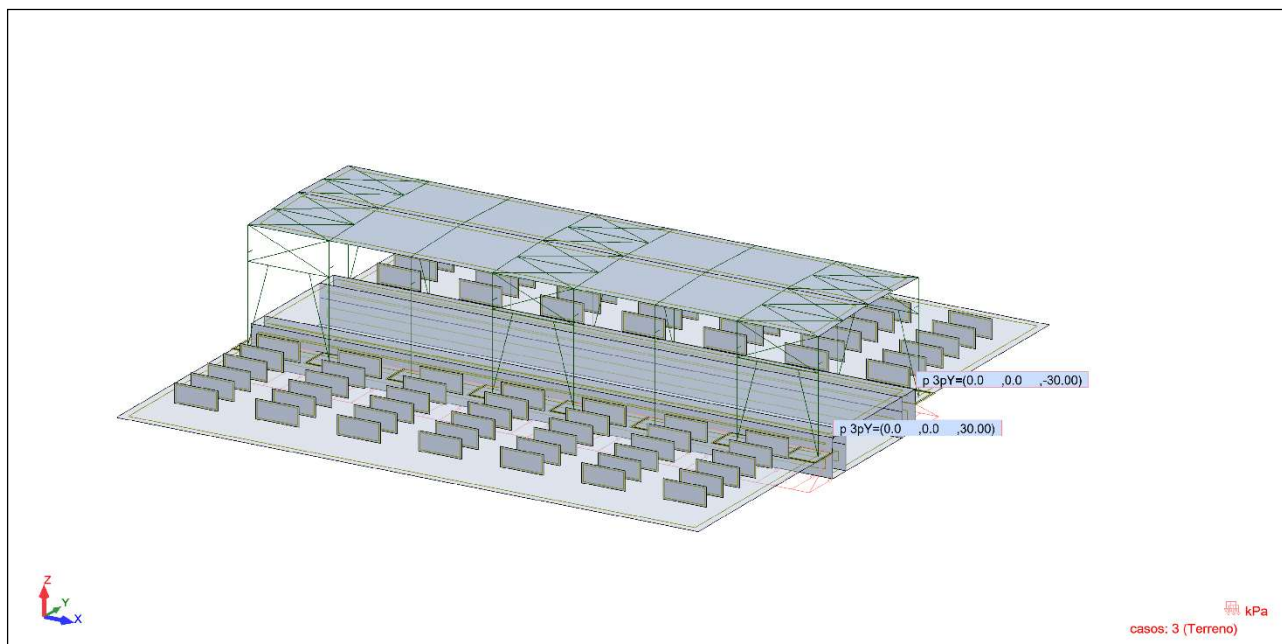


Ilustração 22. Impulsos do terreno

4.3.3. Acções variáveis

Acções variáveis:

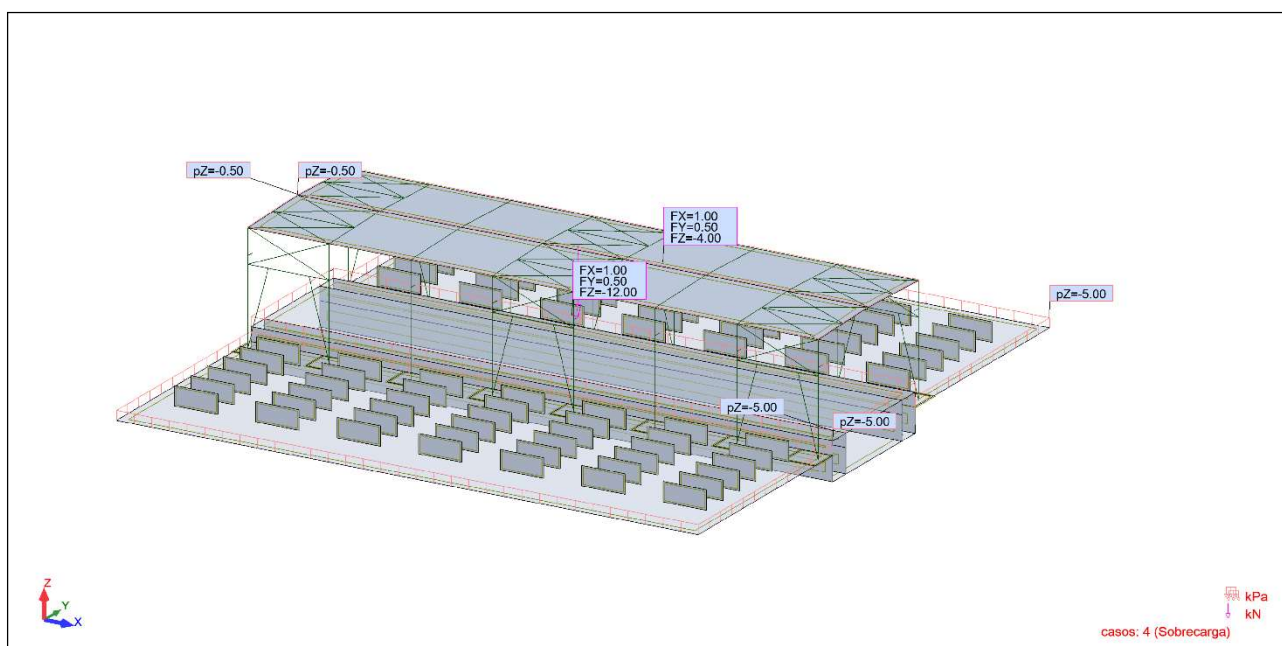


Ilustração 23. sobrecarga de uso

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 20 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.4. Acções do vento

Vento direção +X exc+

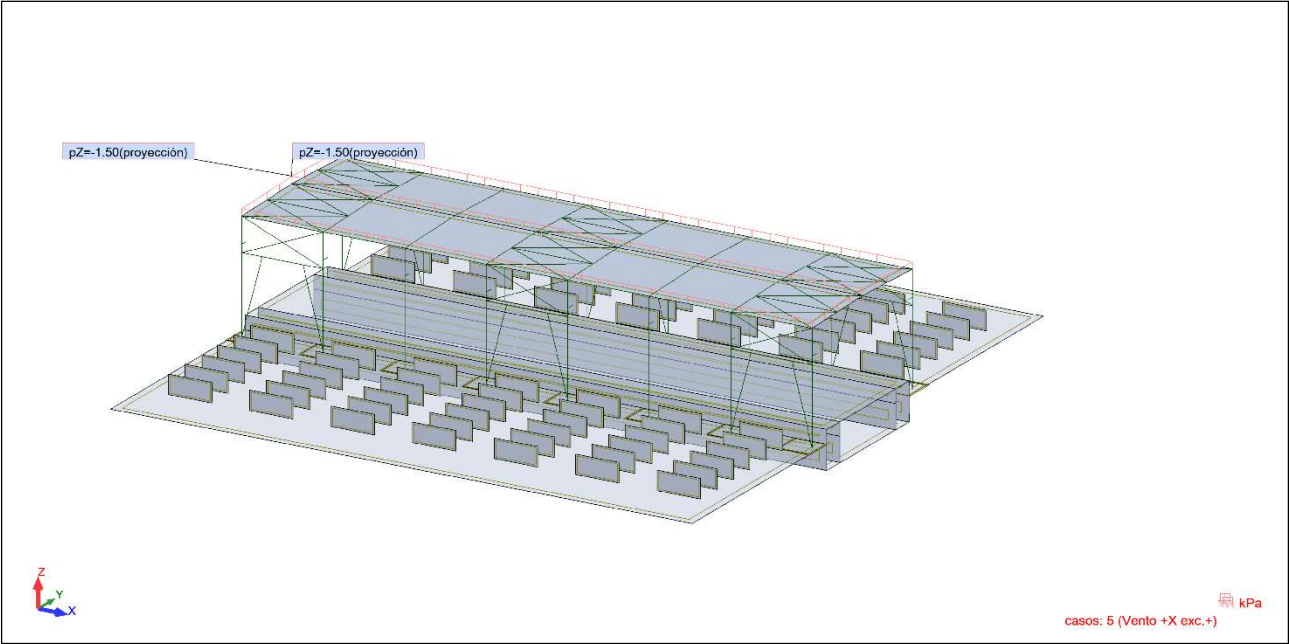


Ilustração 24. Ações do vento.

Vento direção +X exc-

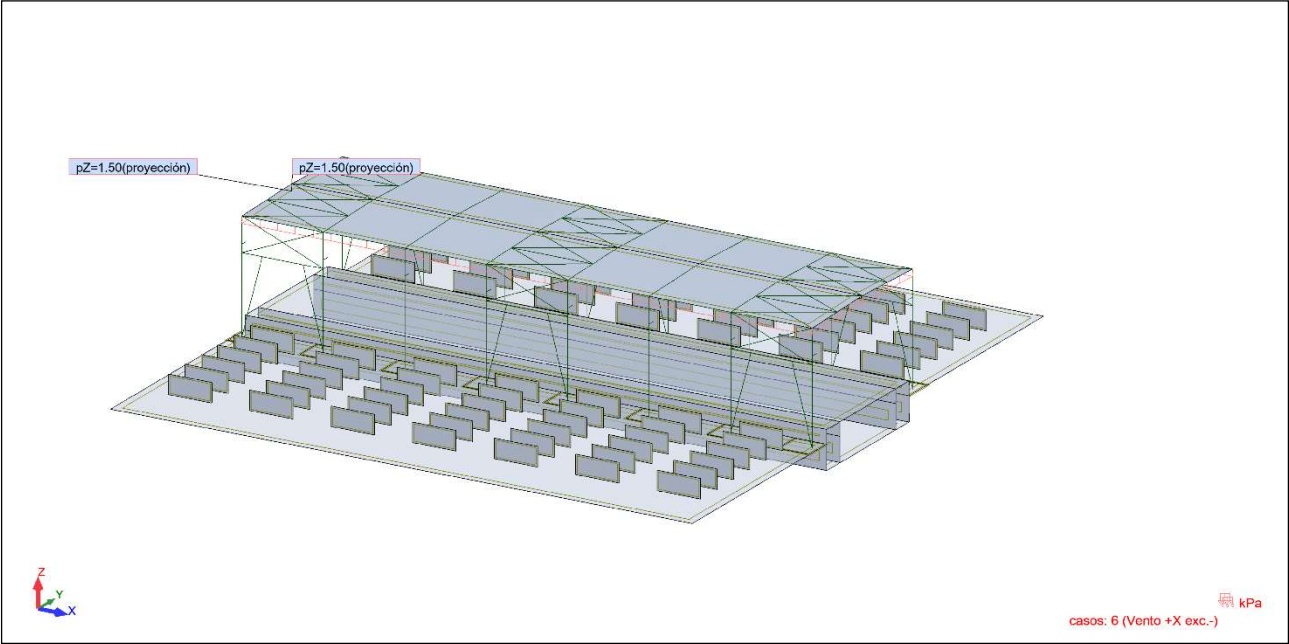


Ilustração 25. Ações do vento.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 21 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Vento direção -X exc+

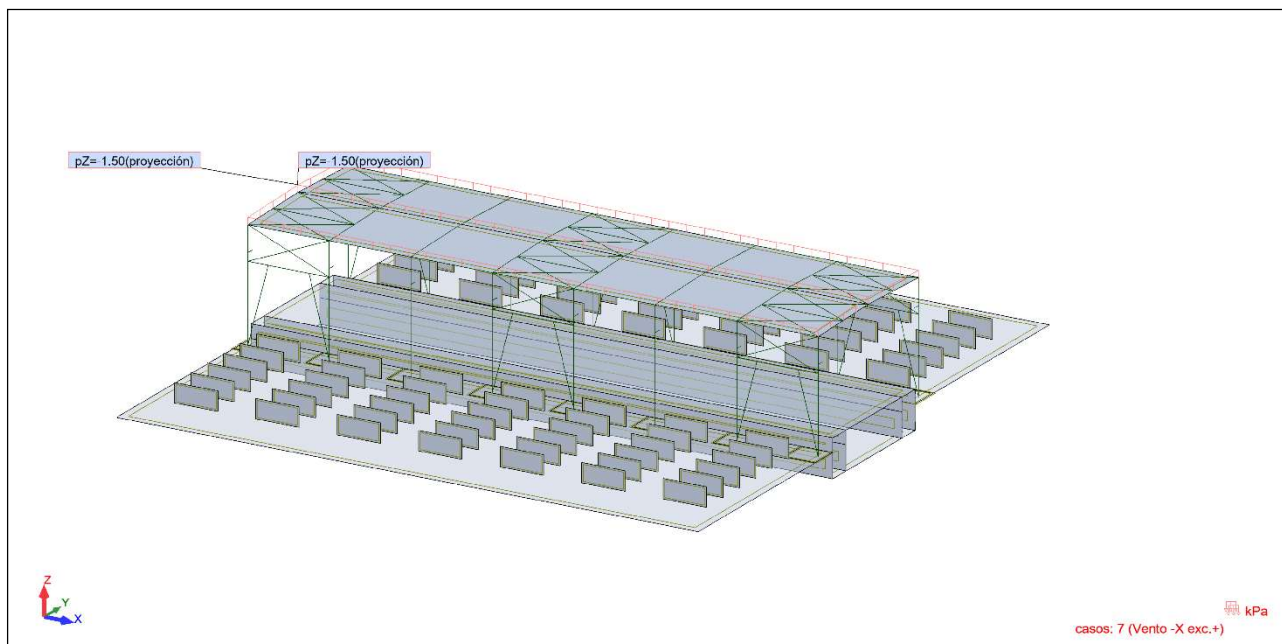


Ilustração 26. Ações do vento

Vento direção -X exc-

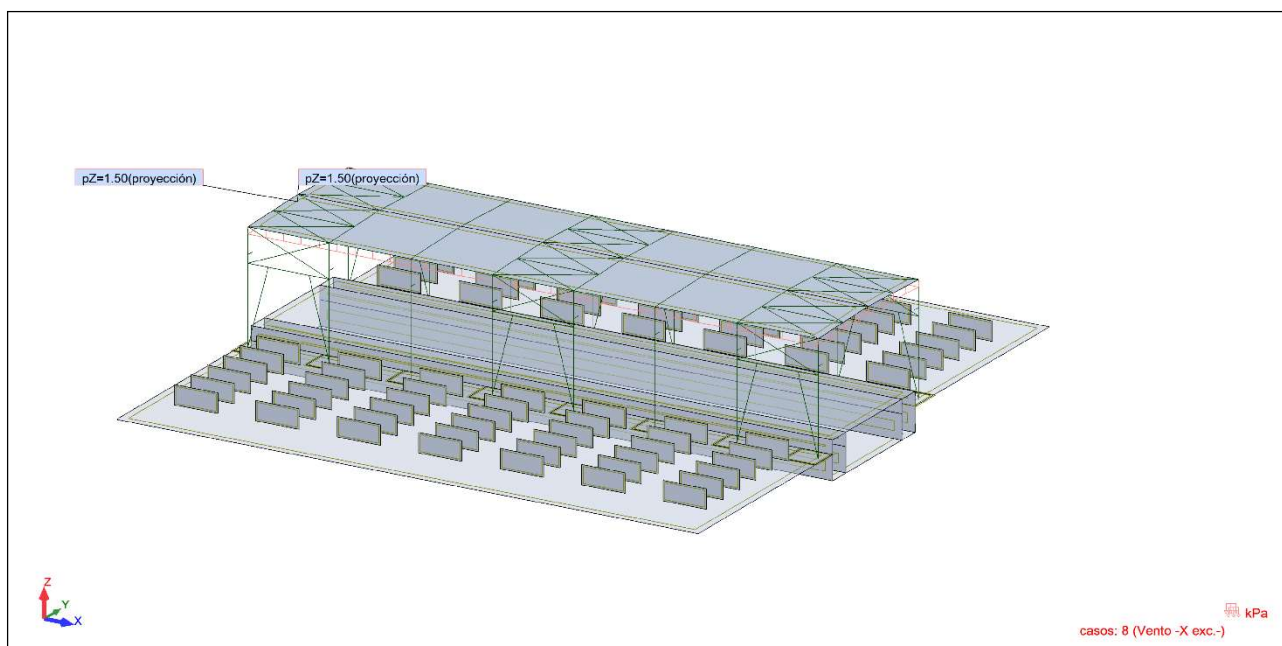


Ilustração 27. Ações do vento

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	22 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Vento direção +Y exc+

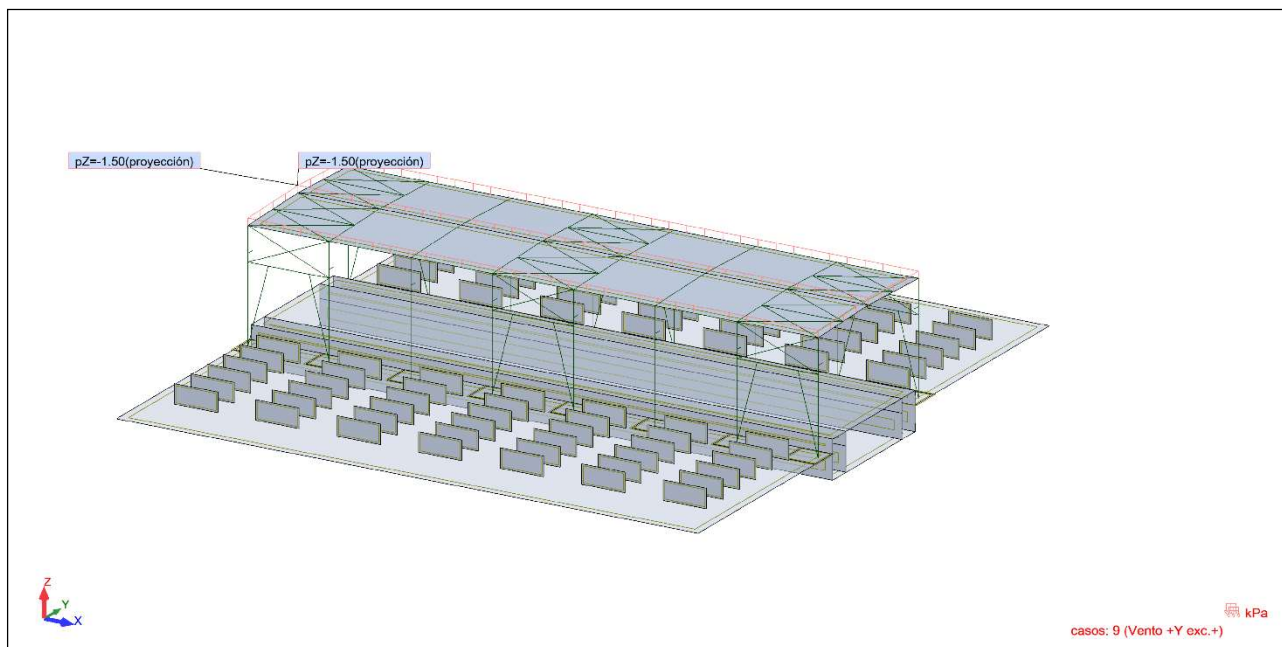


Ilustração 28. Ações do vento.

Vento direção +Y exc-

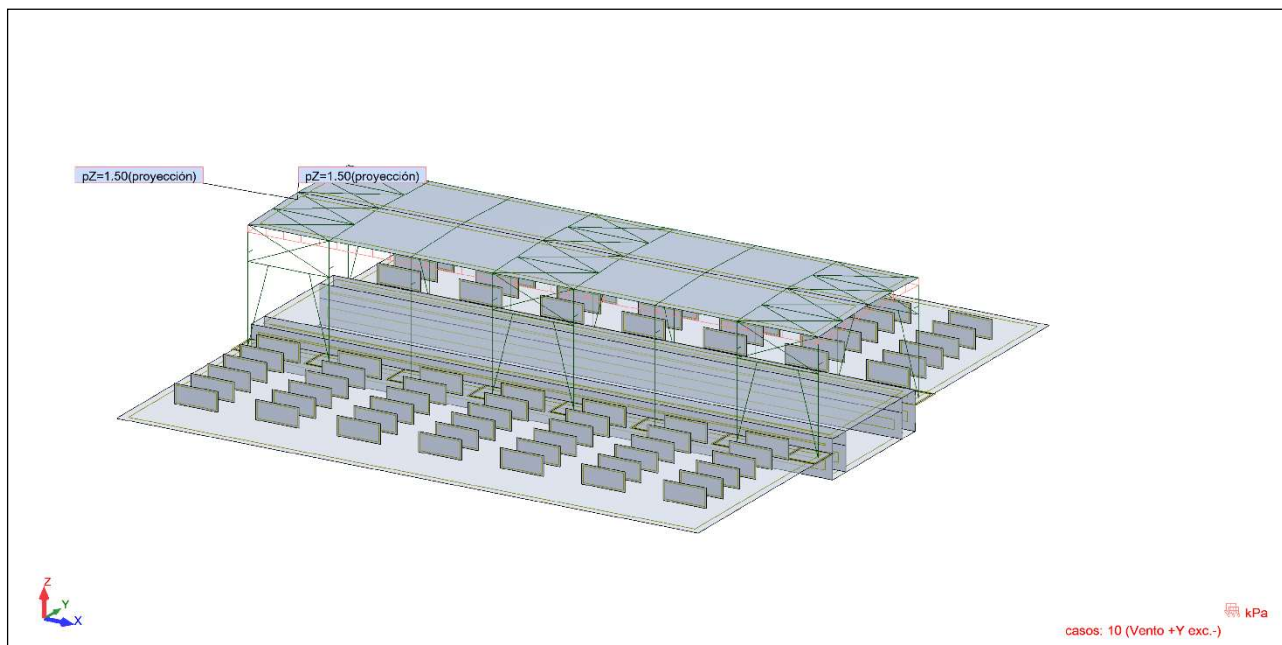


Ilustração 29. Ações do vento.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 23 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Vento direção -Y exc+

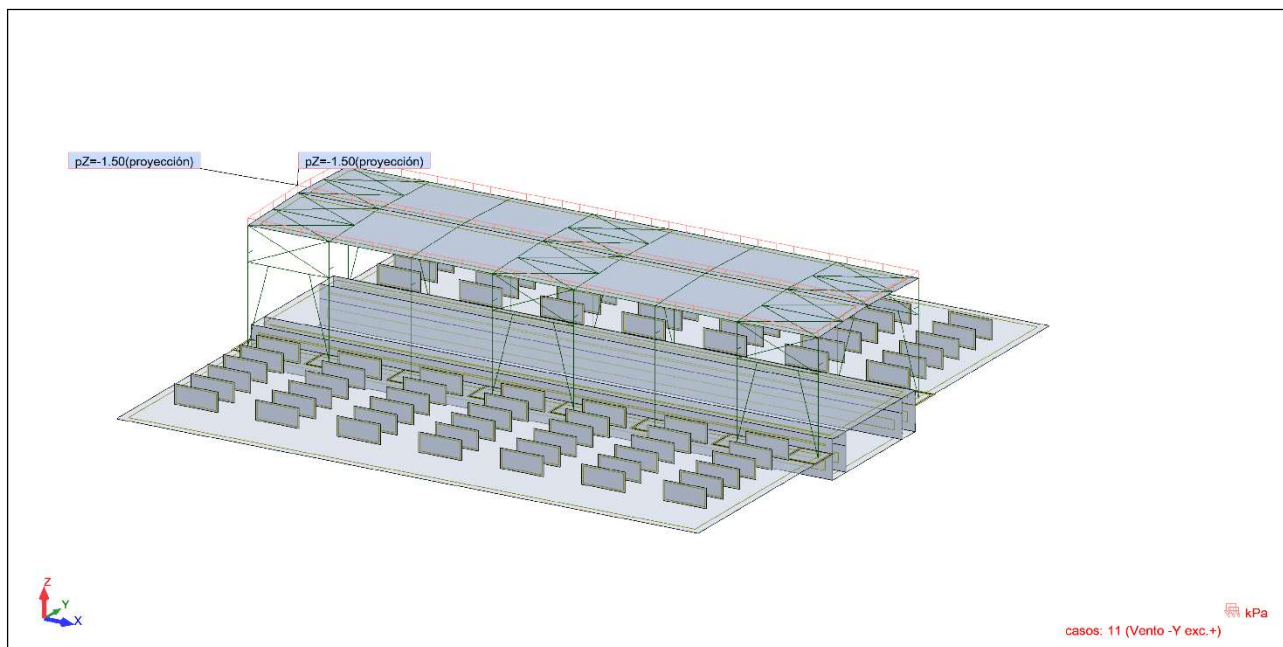


Ilustração 30. Ações do vento.

Vento direção -Y exc-

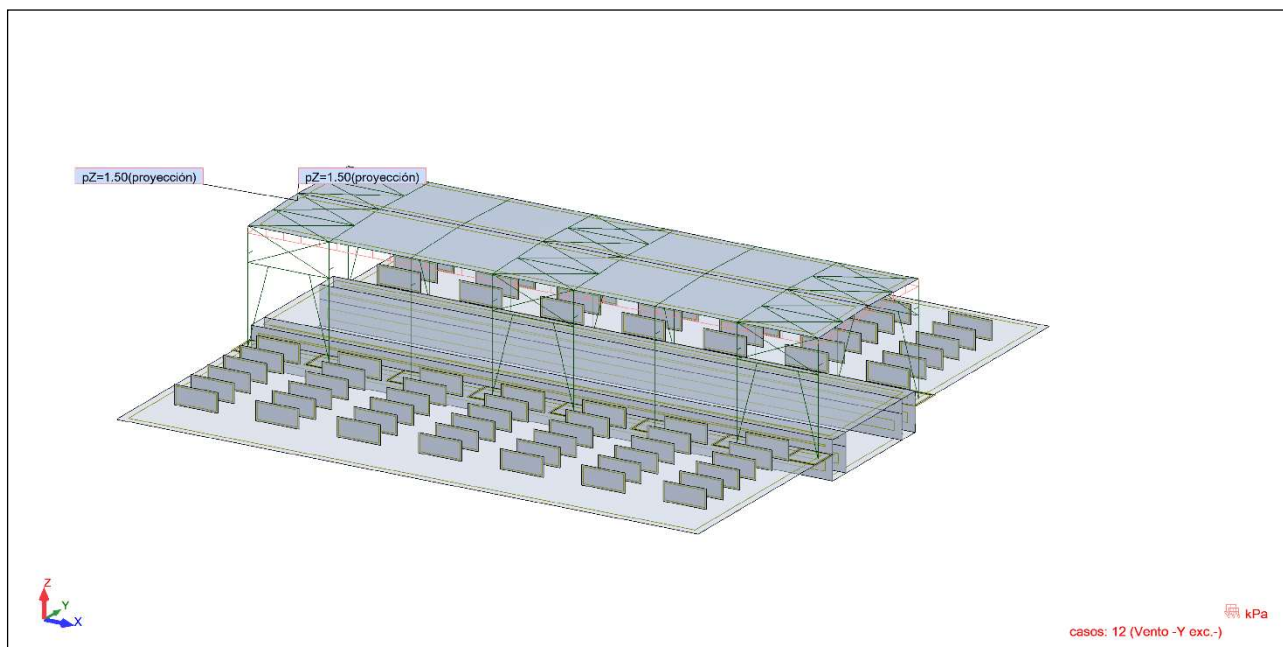


Ilustração 31. Ações do vento.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 24 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.5. Acções excepcionais - Ação sísmica

Ação sísmica na direção X

SIS 1 X Dirección_X

Tipo de análise: Sísmico - EC8

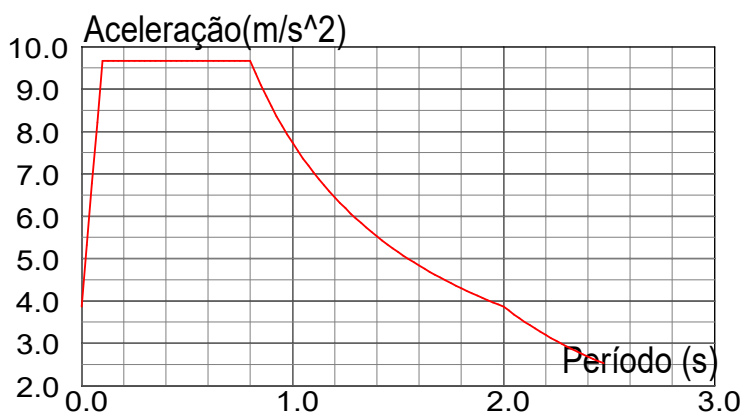
Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 0.000

Z = 0.000

As unidades estão em m/s², o que implica que 1g = 9,80 m/s²; o valor no platô do espectro é 1g.



Dados:

Zona : 1.2

Terreno : 1

Categoria de importância : III

Terreno: C

Tipo de solo : Continente

Espectro : Definição de dimensão

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.500

Parâmetros do espectro:

Aceleração : ag = 2.900 (m/s²)

Amortecimento: x = 5.00 %

Correção do amortecimento : $h = [10/(5+x)]^{0,5} = 1.000$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	25 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

S = 2.000 TB = 0.100 TC = 0.800 TD = 2.000

SIS 2 X Dirección_X

Tipo de análise: Sísmico - EC8

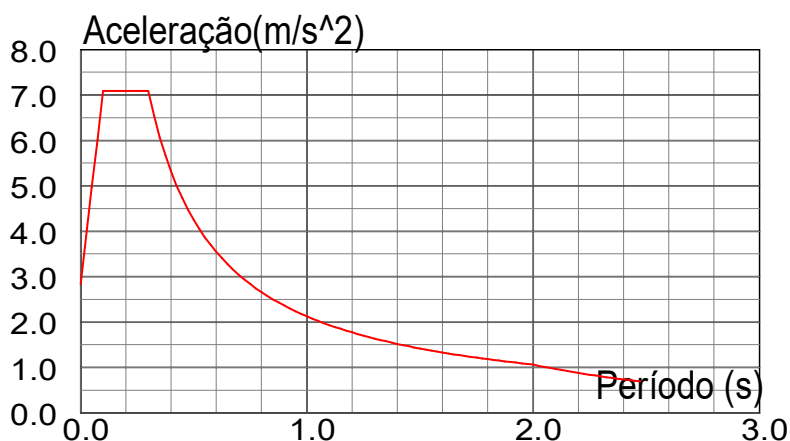
Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 0.000

Z = 0.000

As unidades estão em m/s^2 , o que implica que $1g = 9,80 \text{ m/s}^2$; o valor no platô do espectro é $0.71g$.



Dados:

Zona : 2.3

Terreno : 2

Categoria de importância : III

Terreno: C

Tipo de solo : Continente

Espectro : Definição de dimensão

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.500

Parâmetros do espectro:

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	26 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Aceleração : ag = 2.125 (m/s²)
 Amortecimento: x = 5.00 %
 Correção do amortecimento : $h = [10/(5+x)]^{0.5} = 1.000$
 S = 2.000 TB = 0.100 TC = 0.300 TD = 2.000

Ação sísmica na direção Y

SIS 1 Y Dirección_Y

Tipo de análise: Sísmico - EC8

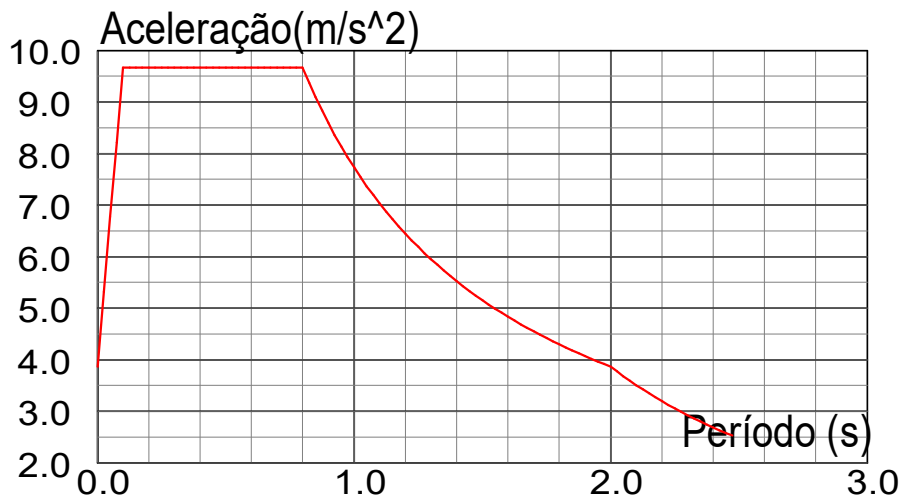
Direção da excitação:

X = 0.000

Y = 1.000

Z = 0.000

As unidades estão em m/s², o que implica que 1g = 9,80 m/s²; o valor no platô do espectro é 1g.



Dados:

Zona : 1.2

Terreno : 1

Categoria de importância : III

Terreno: C

Tipo de solo : Continente

Espectro : Definição de dimensão

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	27 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.5

Parâmetros do espectro:

Aceleração : $ag = 2.900 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Amortecimento: $x = 5.00 \%$

Correção do amortecimento : $h = [10/(5+x)]^{0.5} = 1.000$

$S = 2.000$ $TB = 0.100$ $TC = 0.800$ $TD = 2.000$

SIS 2 Y Dirección_Y

Tipo de análise: Sísmico - EC8

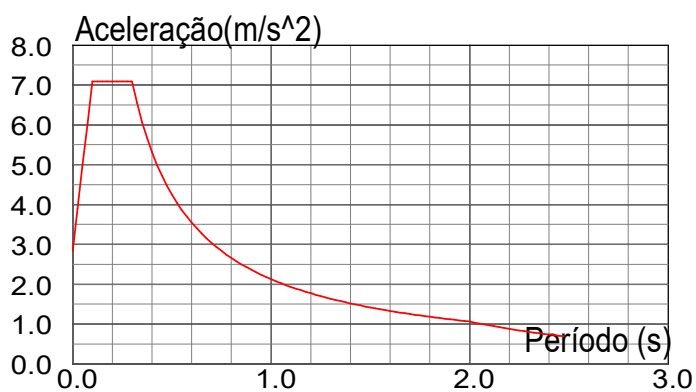
Direção da excitação:

$X = 0.000$

$Y = 1.000$

$Z = 0.000$

As unidades estão em m/s^2 , o que implica que $1g = 9,80 \text{ m/s}^2$; o valor no platô do espectro é $0.71g$.



Dados:

Zona : 2.3

Terreno : 2

Categoria de importância : III

Terreno: C

Tipo de solo : Continente

Espectro : Definição de dimensão

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	28 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.500

Parâmetros do espectro:

Aceleração : ag = 2.125 (m/s²)

Amortecimento: x = 5.00 %

Correção do amortecimento : $h = [10/(5+x)]^{0,5} = 1.000$

S = 2.000 TB = 0.100 TC = 0.300 TD = 2.000

Porcentagem de massa participativa na análise modal

Caso/Modo	Frequência (Hz)	Período (s)	Rel.mas.UX (%)	Rel.mas.UY (%)
13/ 1	2,86	0,35	14,60	7,95
13/ 2	3,04	0,33	72,23	12,24
13/ 3	3,26	0,31	72,38	99,52
13/ 4	3,38	0,30	72,40	99,60
13/ 5	3,39	0,30	72,45	99,62
13/ 6	3,39	0,29	72,47	99,65
13/ 7	3,68	0,27	99,25	99,71
13/ 8	4,86	0,21	99,25	99,71
13/ 9	4,87	0,21	99,25	99,71
13/ 10	4,88	0,20	99,25	99,72

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 29 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.6. Assentamentos máximo.

Módulo de reação vertical Z do solo 4000 kN/m³

Módulo de reação horizontal XY do solo 2000 kN/m³

O assentamento foi limitado a 50 mm para as lajes pouco profundas.

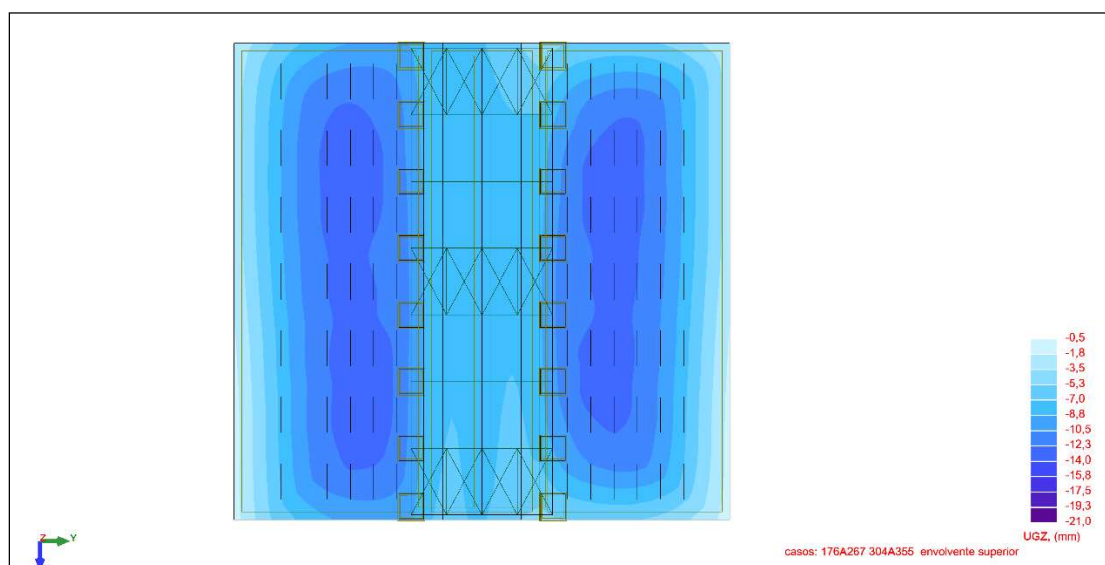


Ilustração 32. Assentamentos sem ação sísmica.

Assentamentos máximo para condição ELS 21,00 mm → ok.

4.3.7. Tensão máxima.

Capacidade de carga limite do terreno para a condição ELU 150 kN/m²

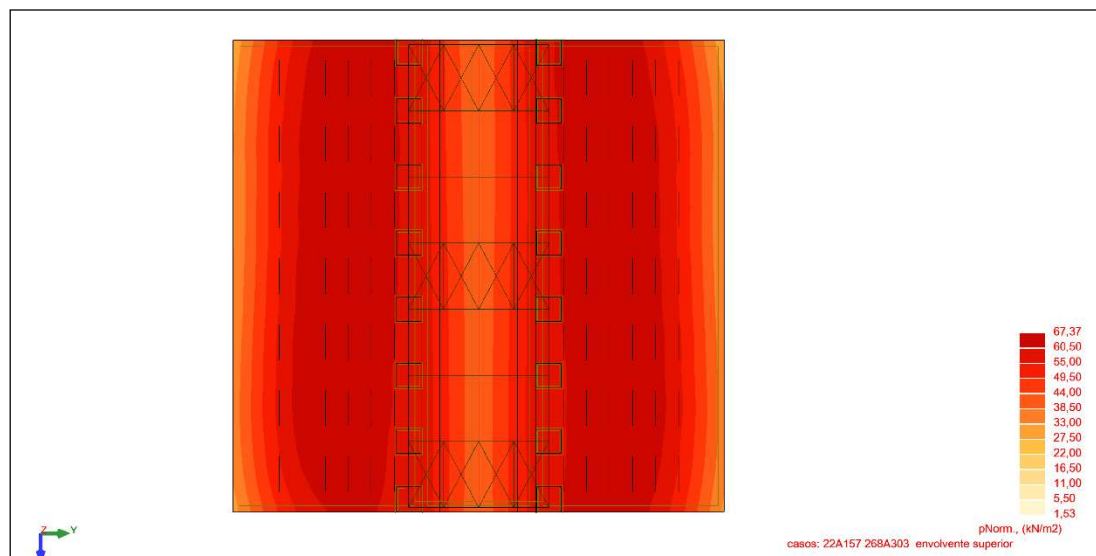


Ilustração 33. Tensão máxima.

Pressão máxima sobre o terreno para a condição ELU 67,37 kN/m² → ok.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 30 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.8. Armaduras de reforço, verificação por esforços cortantes e fissuração

4.3.8.1. Lajes de fundação espessura 90 cm

Momentos máximos:

MXX

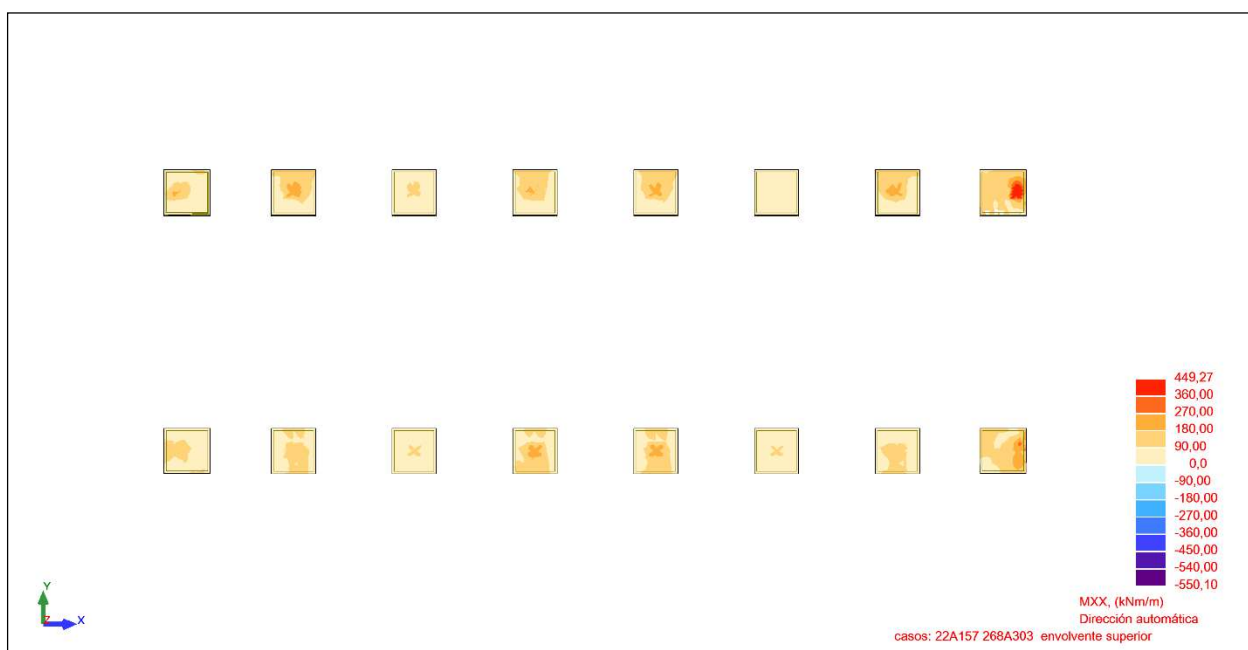


Ilustração 34. Momentos máximos.

MYY

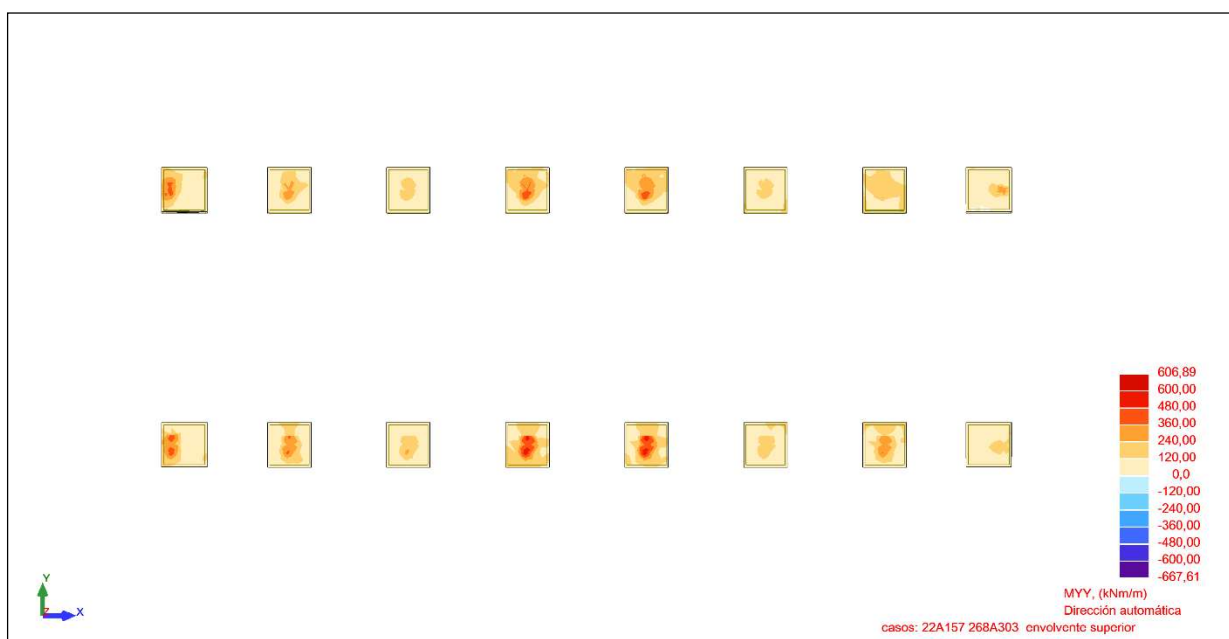


Ilustração 35. Momentos máximos.

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	31 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Armaduras:

Armadura inferior direção X

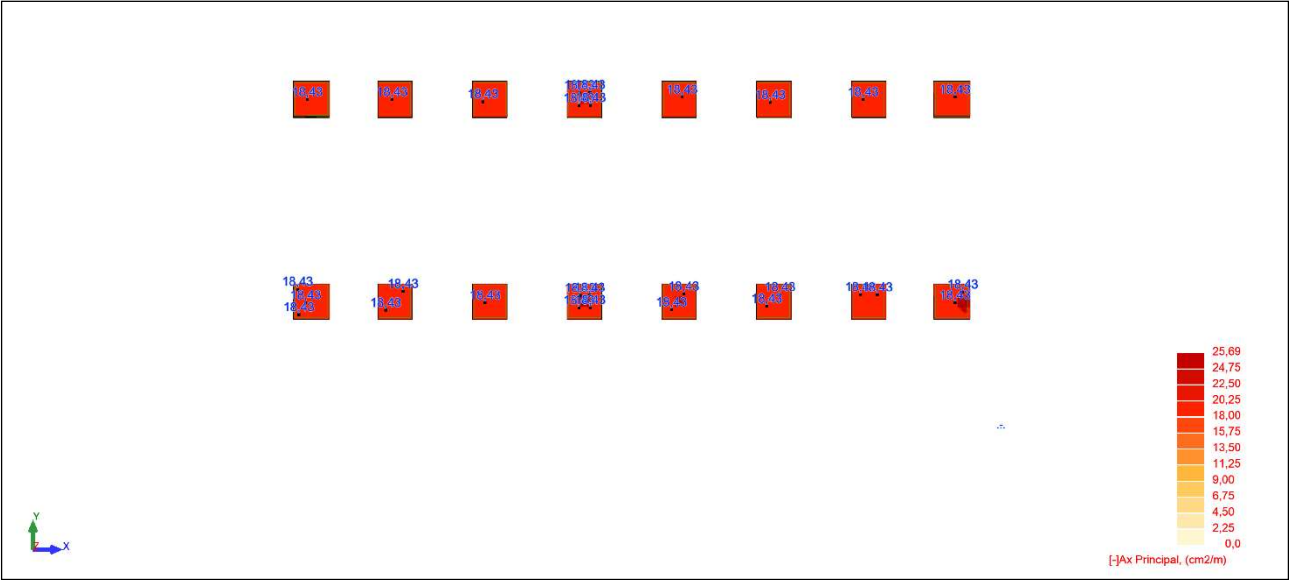


Ilustração 36. Armaduras

Armadura inferior direção Y

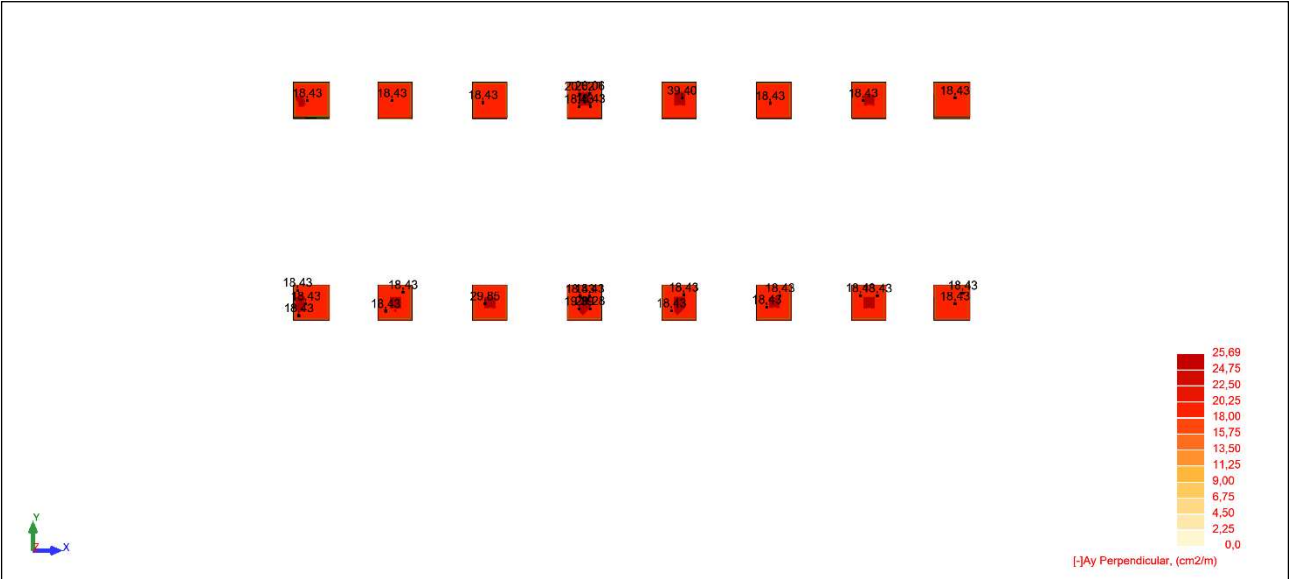


Ilustração 37. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	32 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Armadura superior direção X

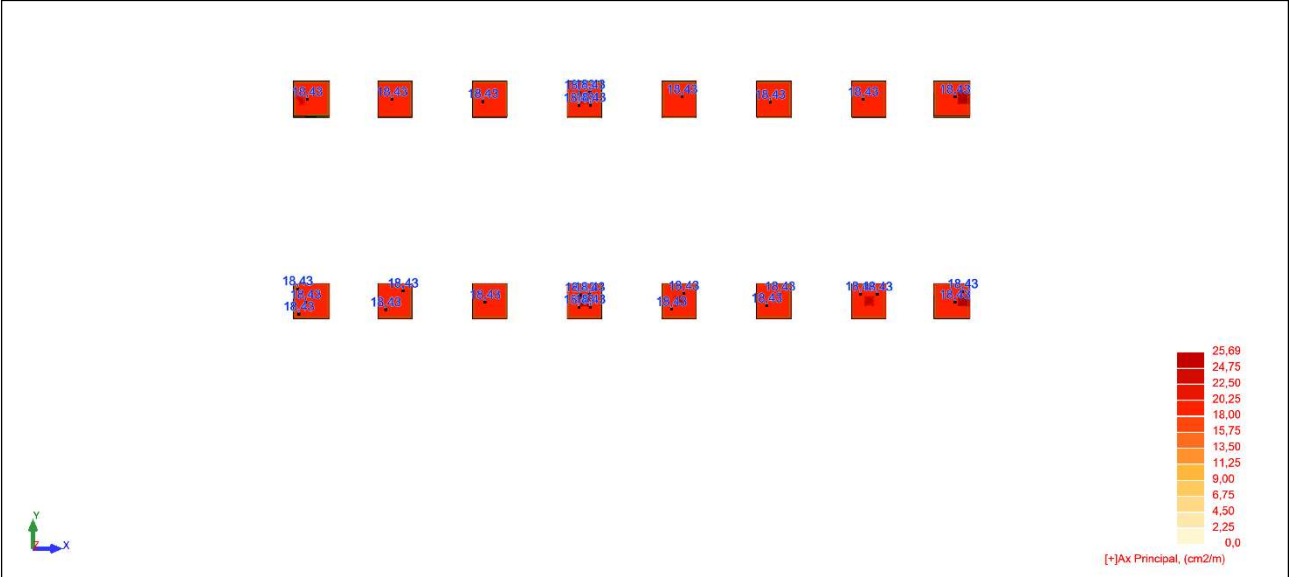


Ilustração 38. Armaduras

Armadura superior direção X

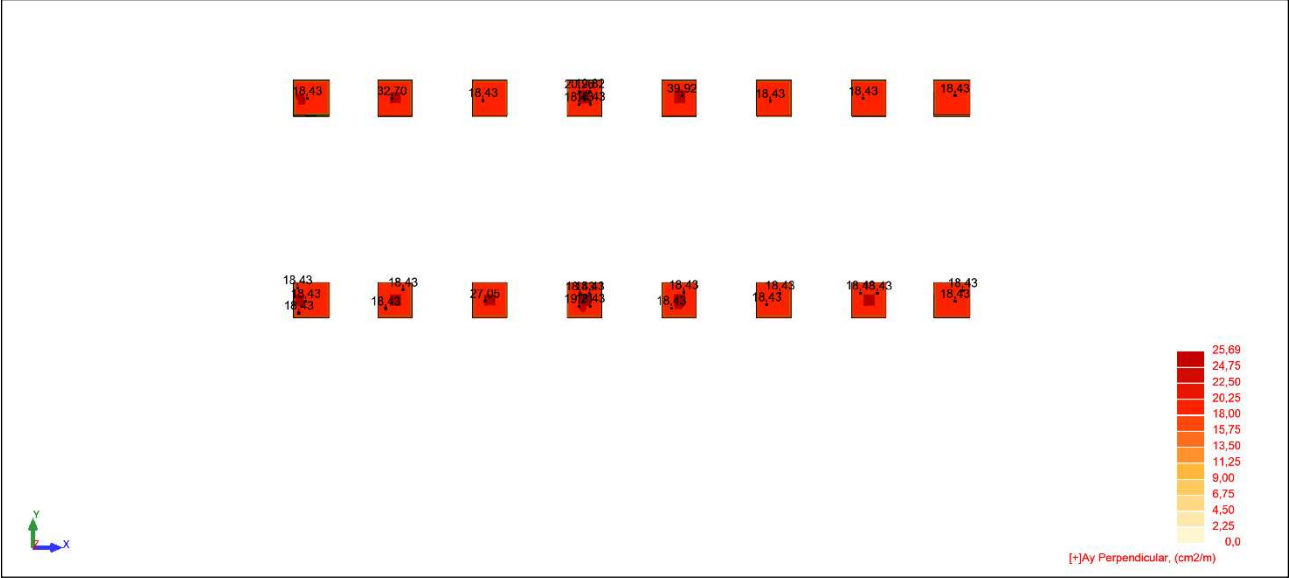


Ilustração 39. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	34 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001			Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima superior direção X

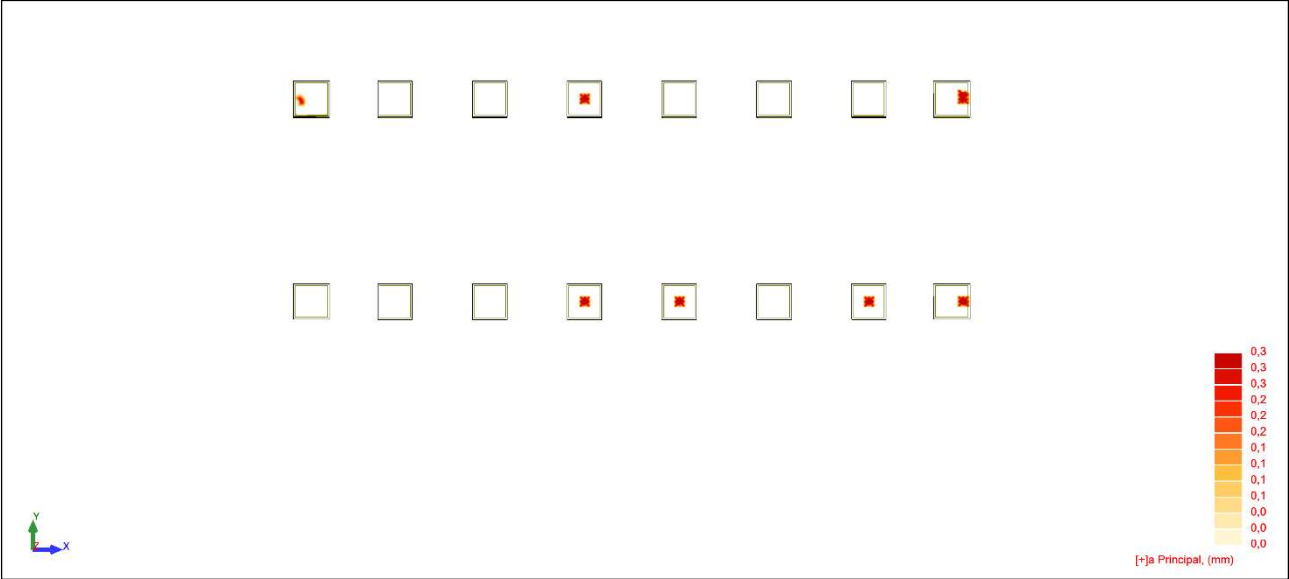


Ilustração 42. fissura

Fissura máxima superior direção Y

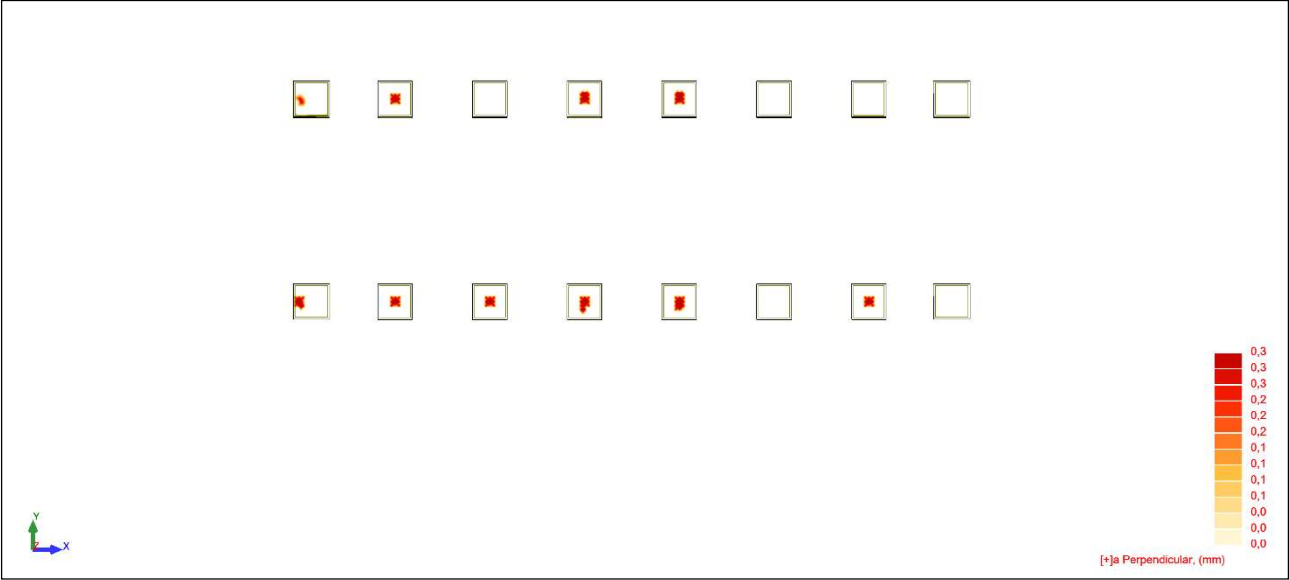


Ilustração 43. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	35 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Verificação do esforço cortante máximo

Esforço cortante na direção X

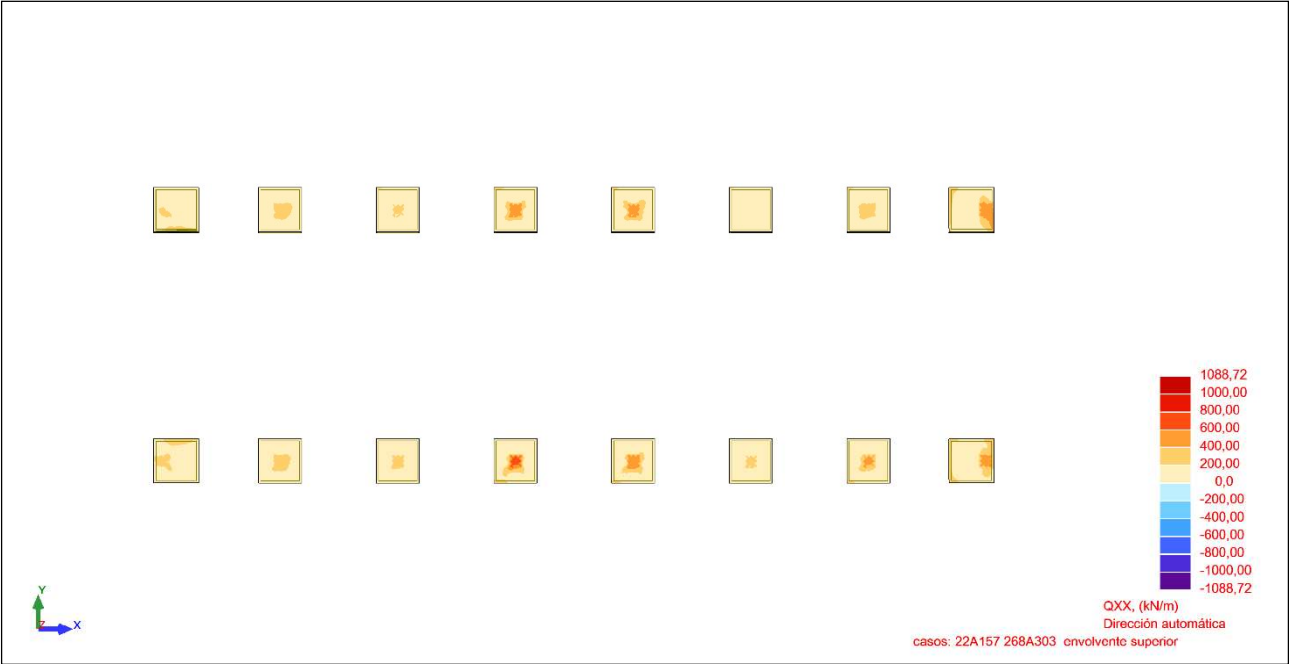


Ilustração 44. Esforço cortante

Esforço cortante na direção Y

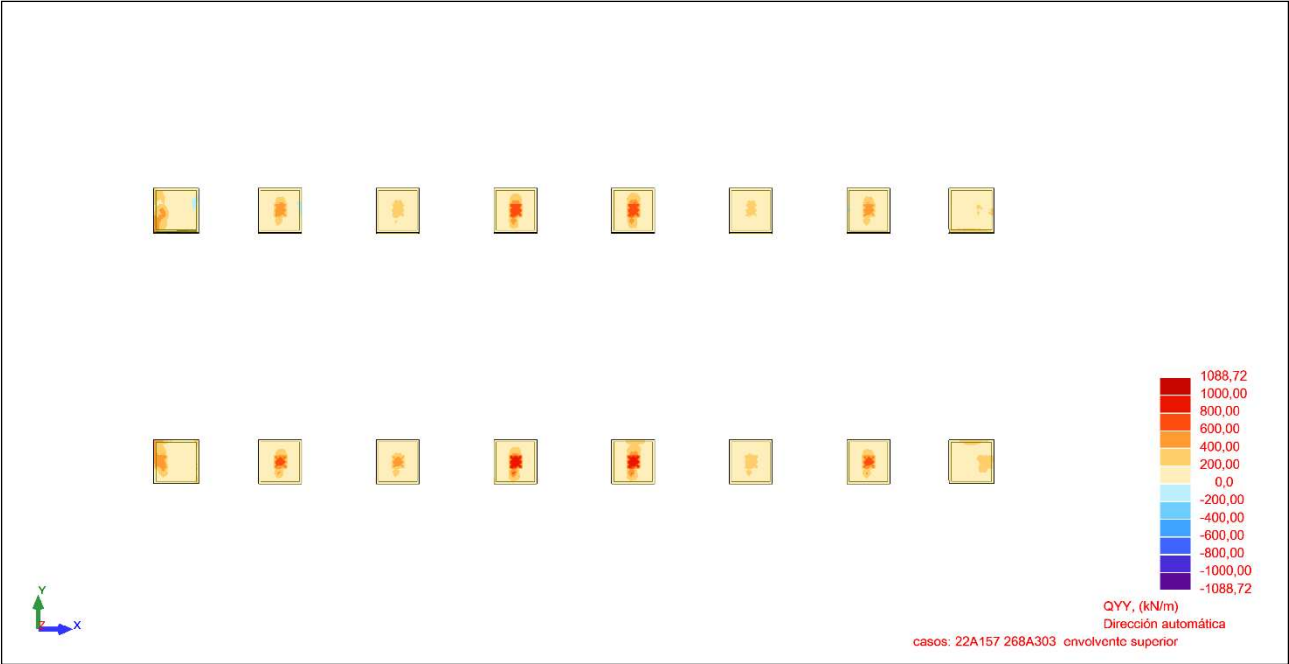


Ilustração 45. Esforço cortante

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	36 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Check

Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.2				YES	
Força cortante de cálculo na seção	V_{Ed}	kN/m	295,00		
Caso de carregamento	-	-	ULS		
Resistência nominal ao corte fornecida pelo concreto para a pior força axial	$V_{Rd,c}$	kN/m	330,66		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.2
Braço interno da alavanca	z	mm	735,75		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)
Ângulo das bielas de compressão	θ	deg	45		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3
Nota da cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (2)	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$		YES		Cláusula 6.2.3 (2). Veja Anexo Nacional.
Estado de tensão no coeficiente da corda de compressão	α_{cw}		1		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 Veja Anexo Nacional
Fator de redução de resistência para concreto fissurado em corte	v_1		0,504		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3) Veja Anexo Nacional
Resistência ao corte	$V_{Rd,s}$	kN/m	0,00		Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)			N/A		
Razão (considerando as cláusulas 6.2.2 e 6.2.3)	V_{sd}/V_{Rd}	kN/m	0,89		

Aço de reforço real colocado in situ

Armadura longitudinal

Ø20@150mm VERTICAL/HORIZONTAL SUPERIOR/INFERIOR

4.3.8.2. Lajes de fundação espessura 50 cm

Momentos máximos:

MX

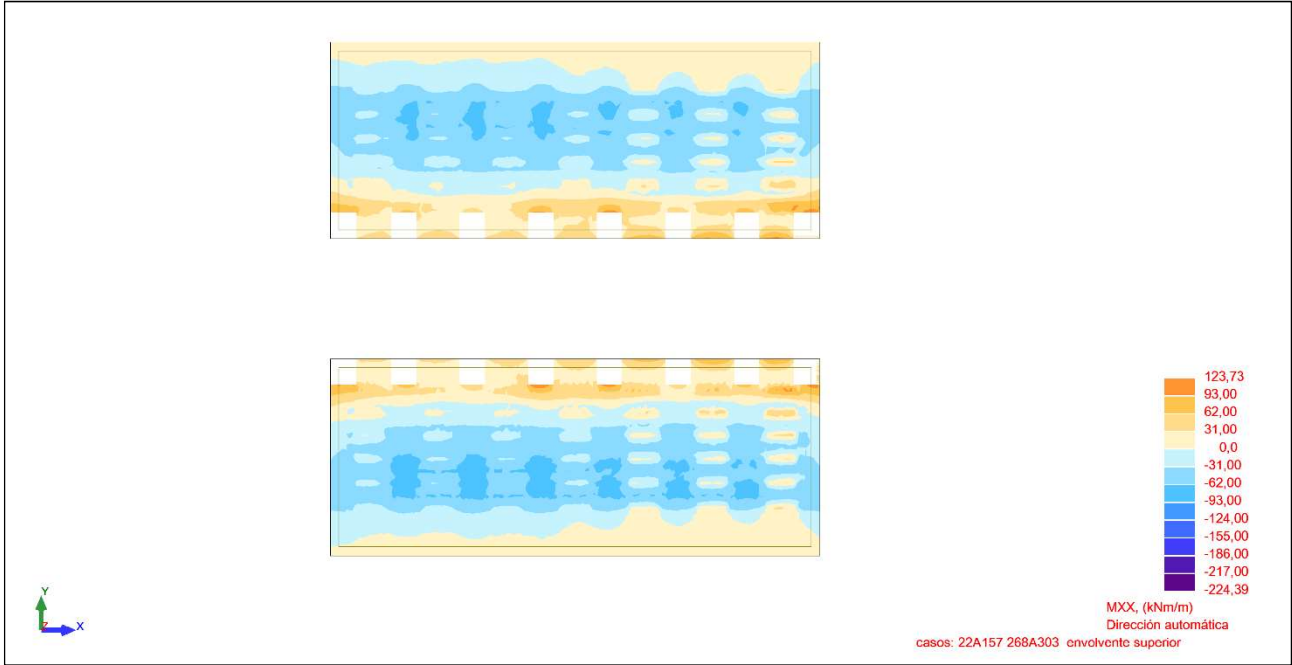


Ilustração 46. Momentos máximos.

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	37 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

MY

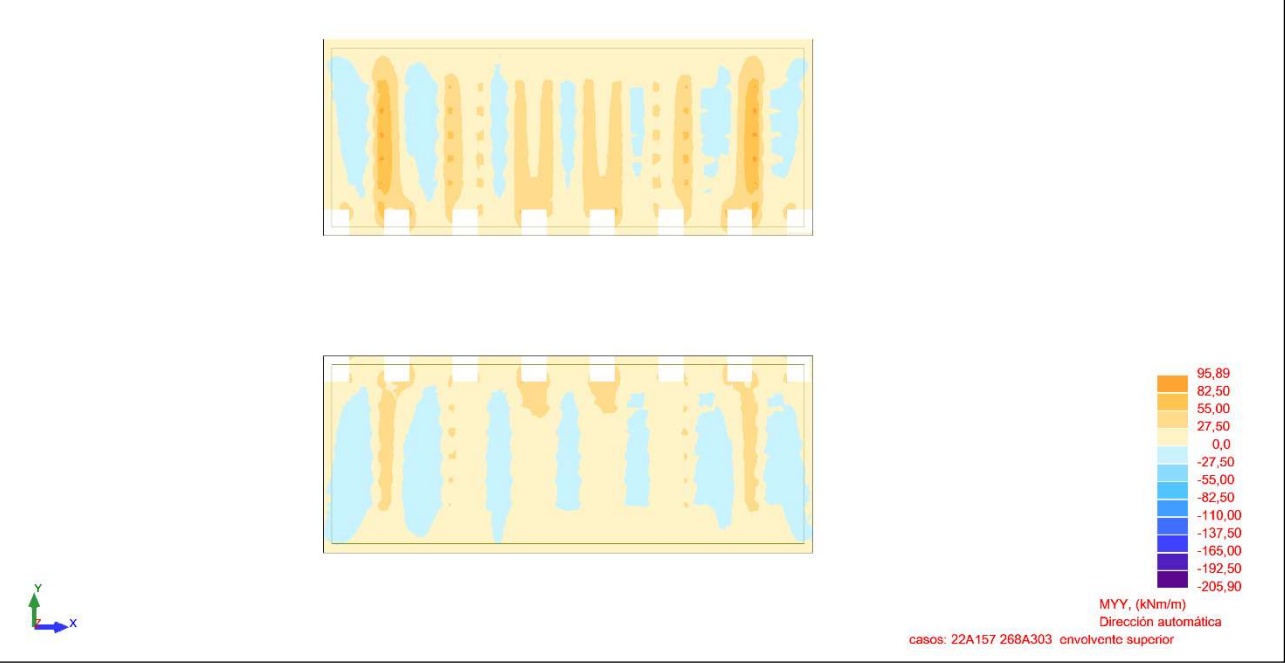


Ilustração 47. Momentos máximos.

Armaduras:

Armadura inferior direção X

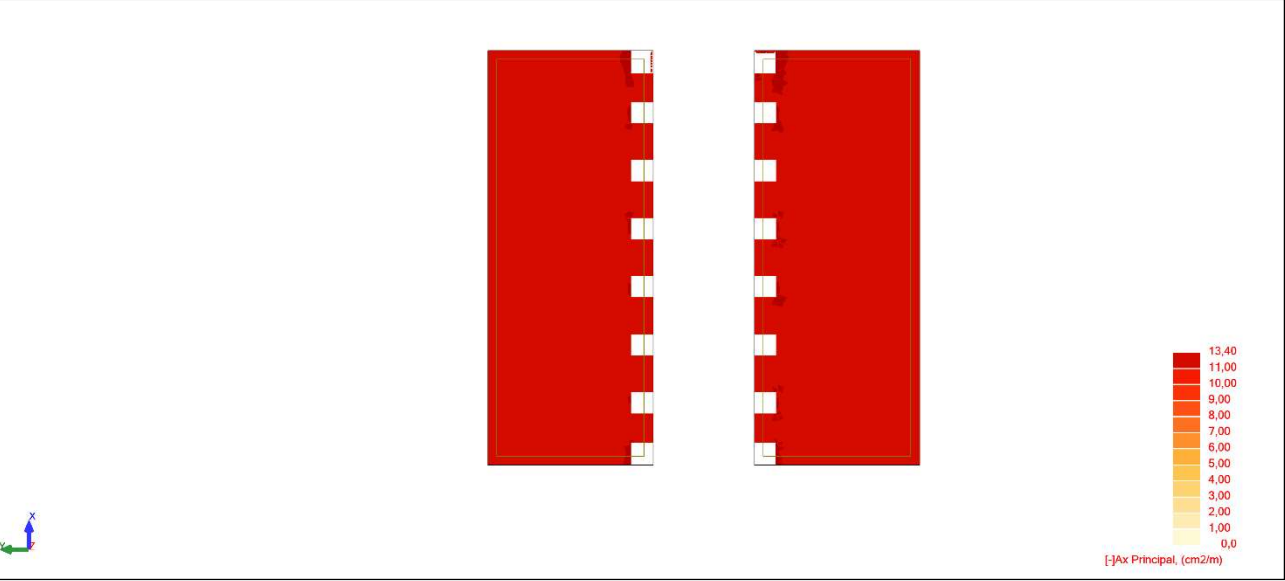


Ilustração 48. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	38 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura inferior direção Y

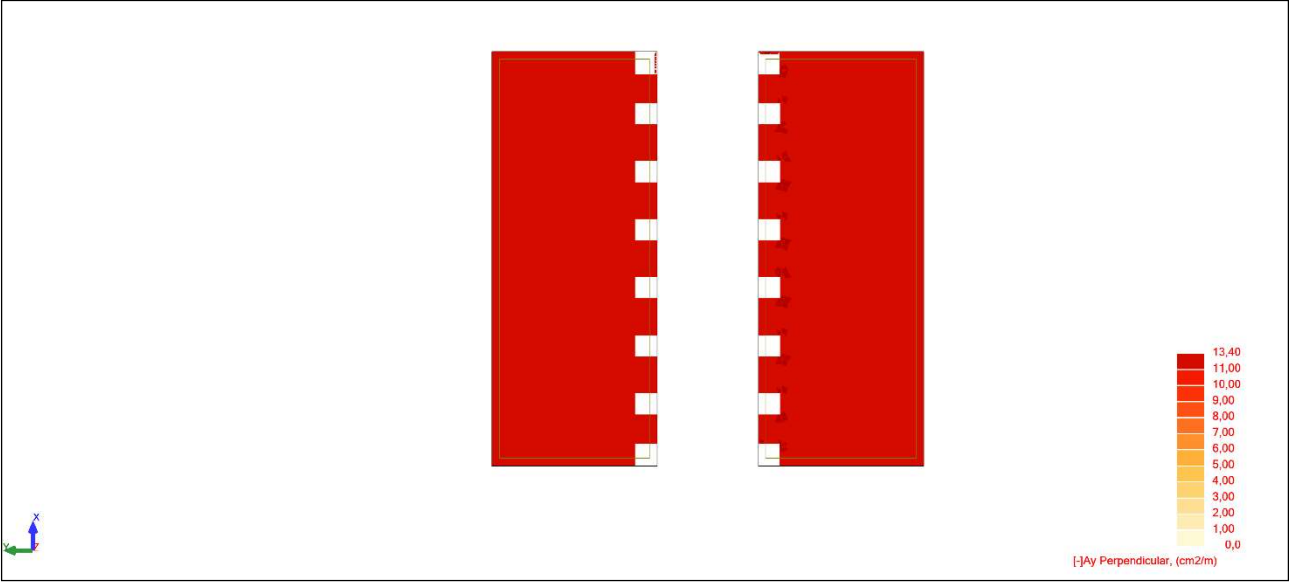


Ilustração 49. Armaduras

Armadura superior direção X

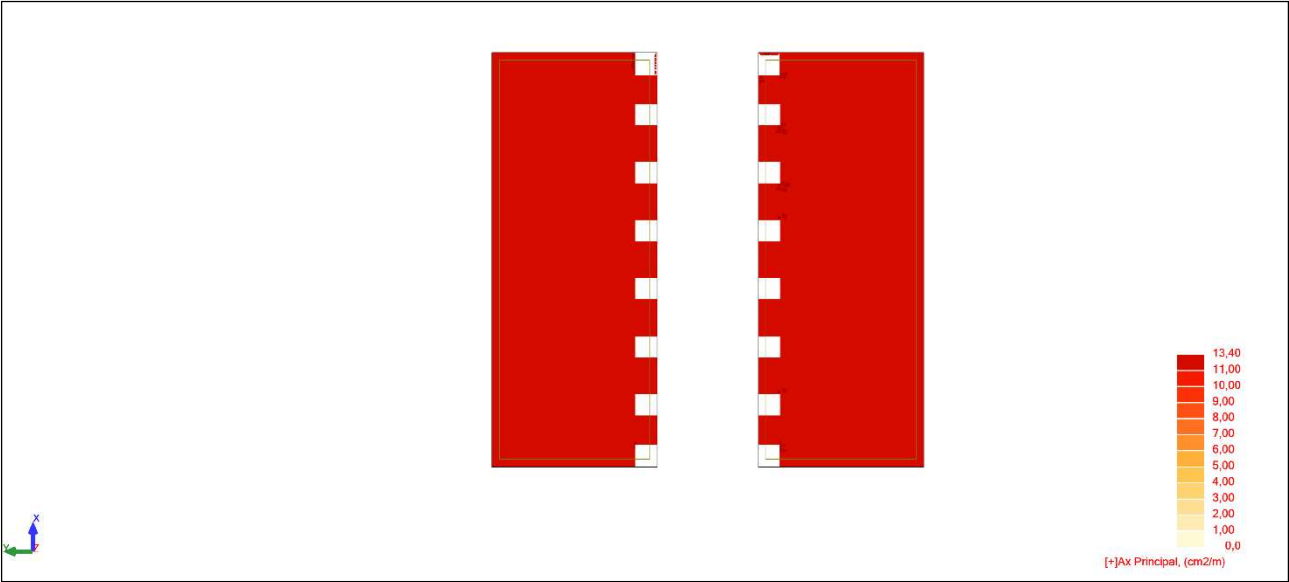


Ilustração 50. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	39 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura superior direção Y

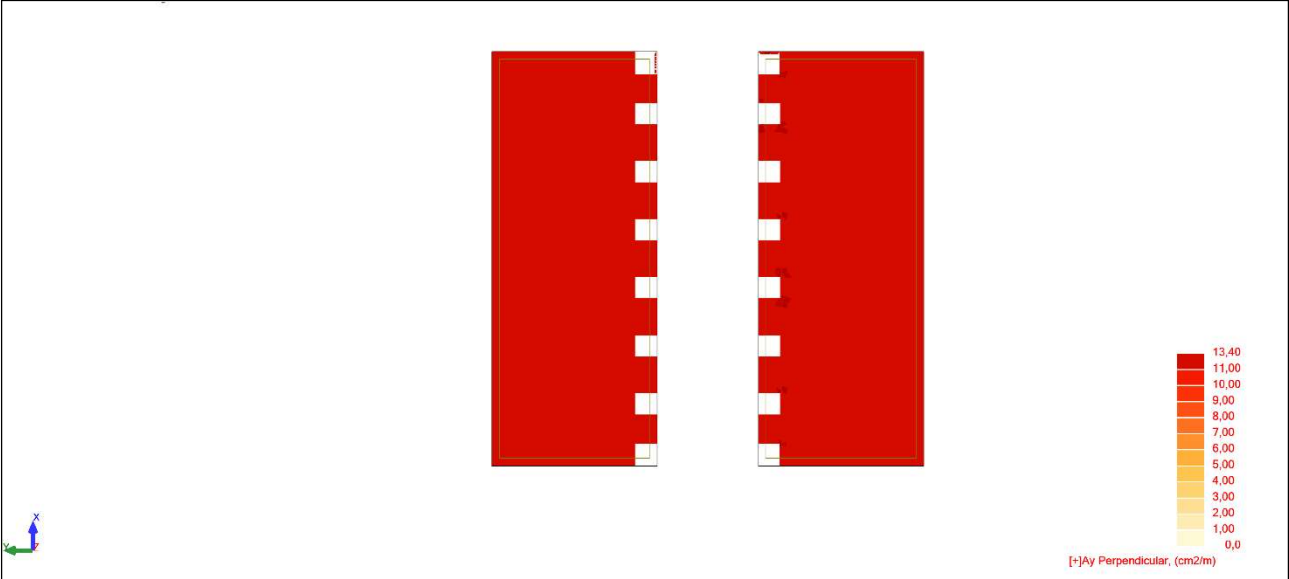


Ilustração 51. Armaduras

Verificação da fissura limite 0,3 mm

Fissura máxima inferior direção X

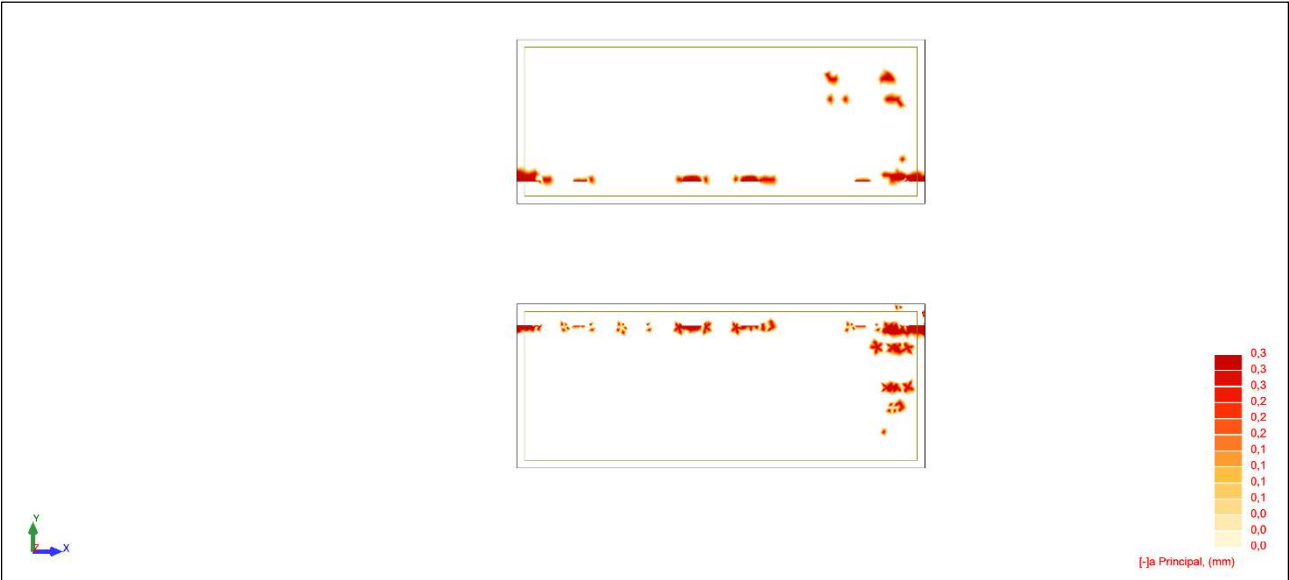


Ilustração 52. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	40 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Fissura máxima inferior direção Y

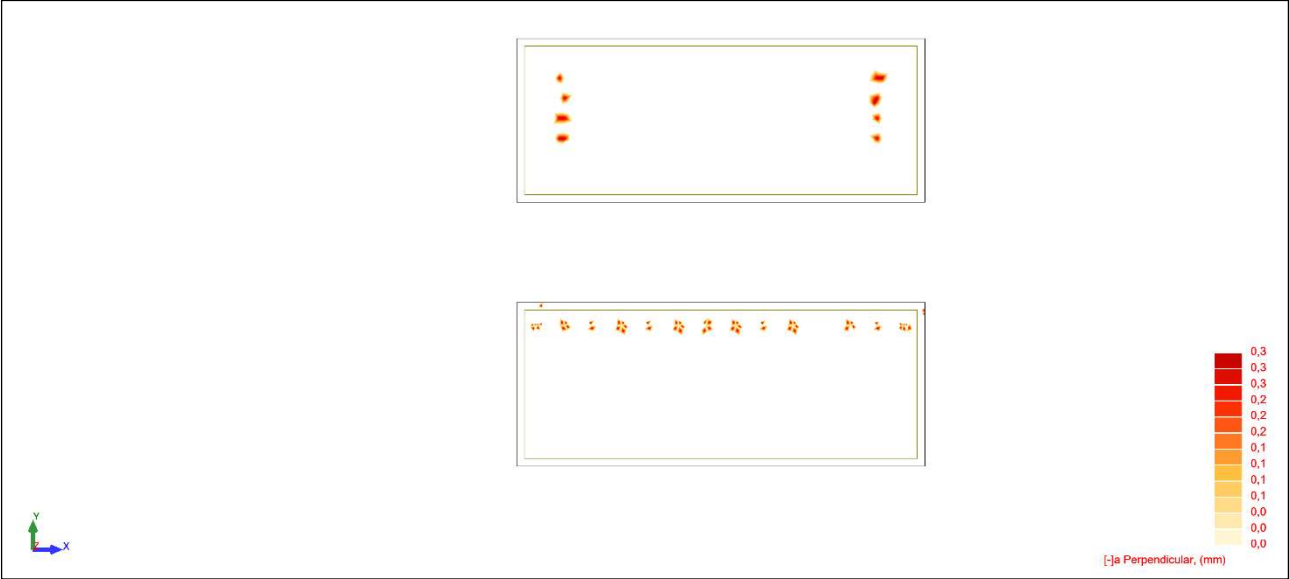


Ilustração 53. fissura

Fissura máxima superior direção X

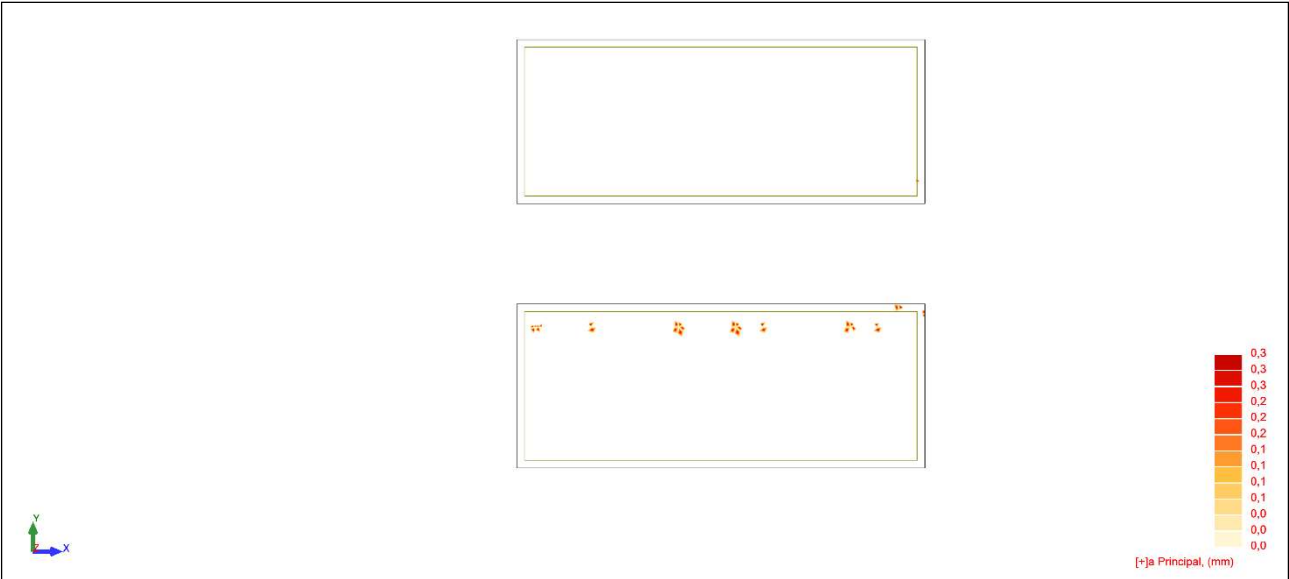


Ilustração 54. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	41 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001			Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima superior direção Y

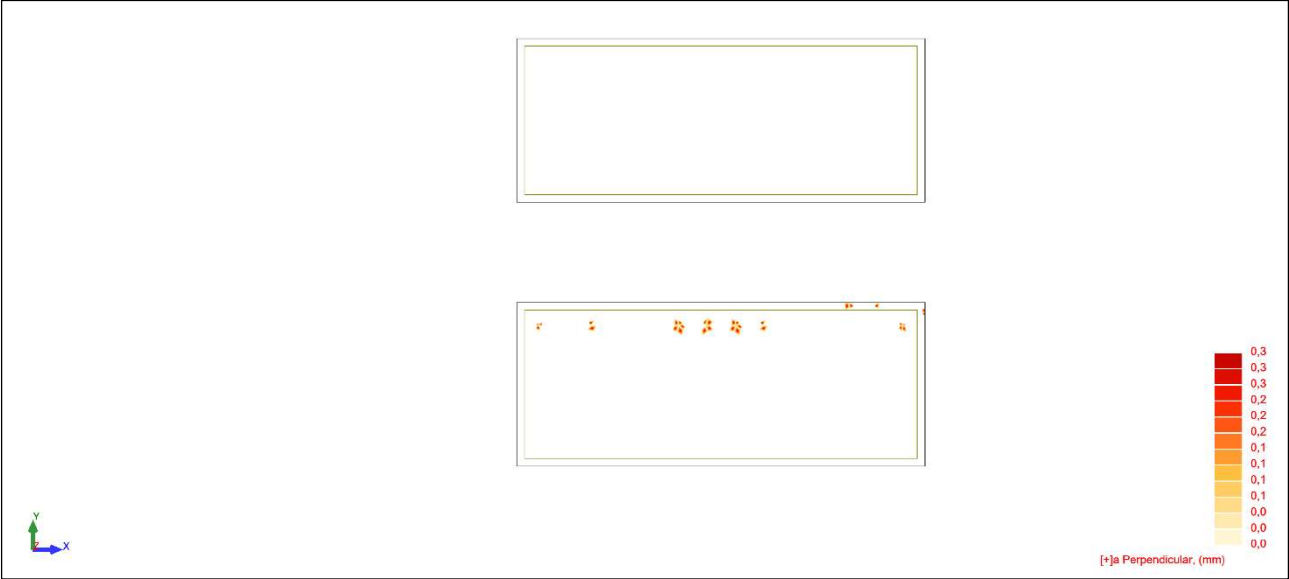


Ilustração 55. fissura

Verificação do esforço cortante máximo

Esforço cortante na direção X

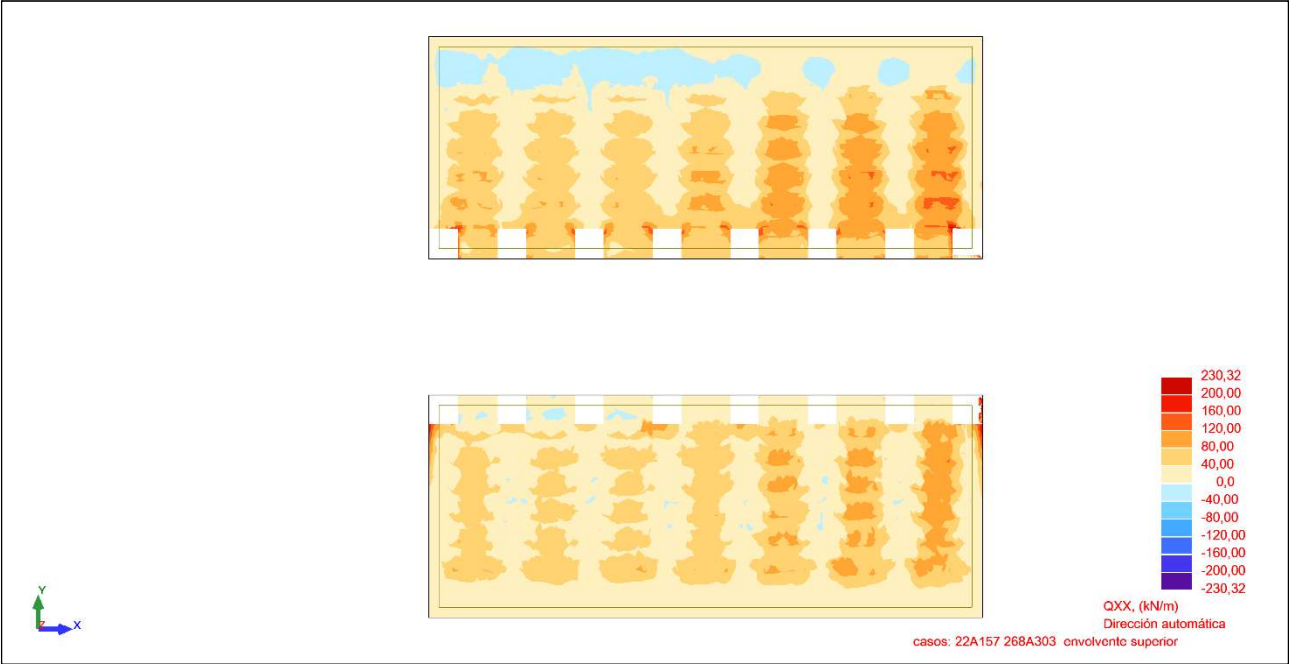


Ilustração 56. Esforço cortante

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 42 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Esforço cortante na direção Y

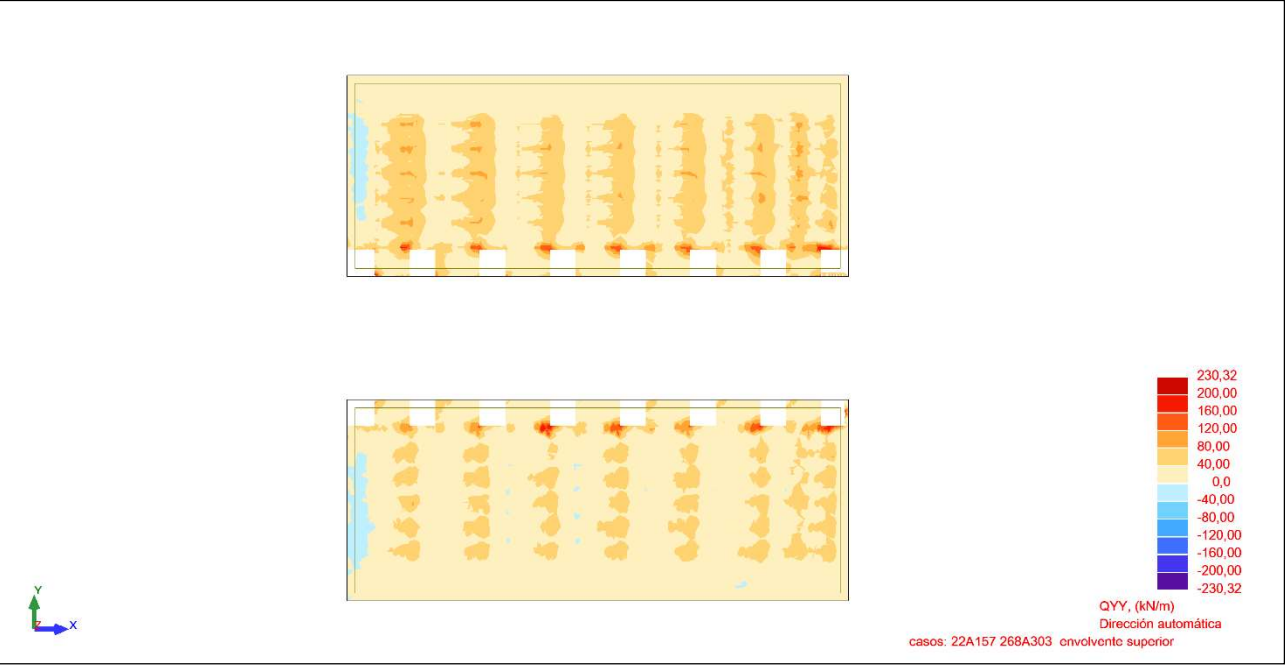


Ilustração 57. Esforço cortante

Check				
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.2				YES
Força cortante de cálculo na seção	V_{Ed}	kN/m	175,00	
Caso de carregamento	-	-	ULS	
Resistência nominal ao corte fornecida pelo concreto para a pior força axial	$V_{Rd,c}$	kN/m	230,32	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.2
Braço interno da alavanca	z	mm	382,5	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)
Ângulo das bielas de compressão	θ	deg	45	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3
Nota da cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (2)	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$		YES	Cláusula 6.2.3 (2). Veja Anexo Nacional.
Estado de tensão no coeficiente da corda de compressão	α_{cw}		1	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 Veja Anexo Nacional
Fator de redução de resistência para concreto fissurado em corte	v_1		0,504	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3) Veja Anexo Nacional
Resistência ao corte	$V_{Rd,s}$	kN/m	0,00	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)			N/A	
Razão (considerando as cláusulas 6.2.2 e 6.2.3)	V_{Ed}/V_{Rd}	kN/m	0,76	

Aço de reforço real colocado in situ

Armadura longitudinal

Φ16@150mm VERTICAL/HORIZONTAL SUPERIOR/INFERIOR

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 43 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.8.3. Parede espessura 45 cm

Momentos máximos:

MXX

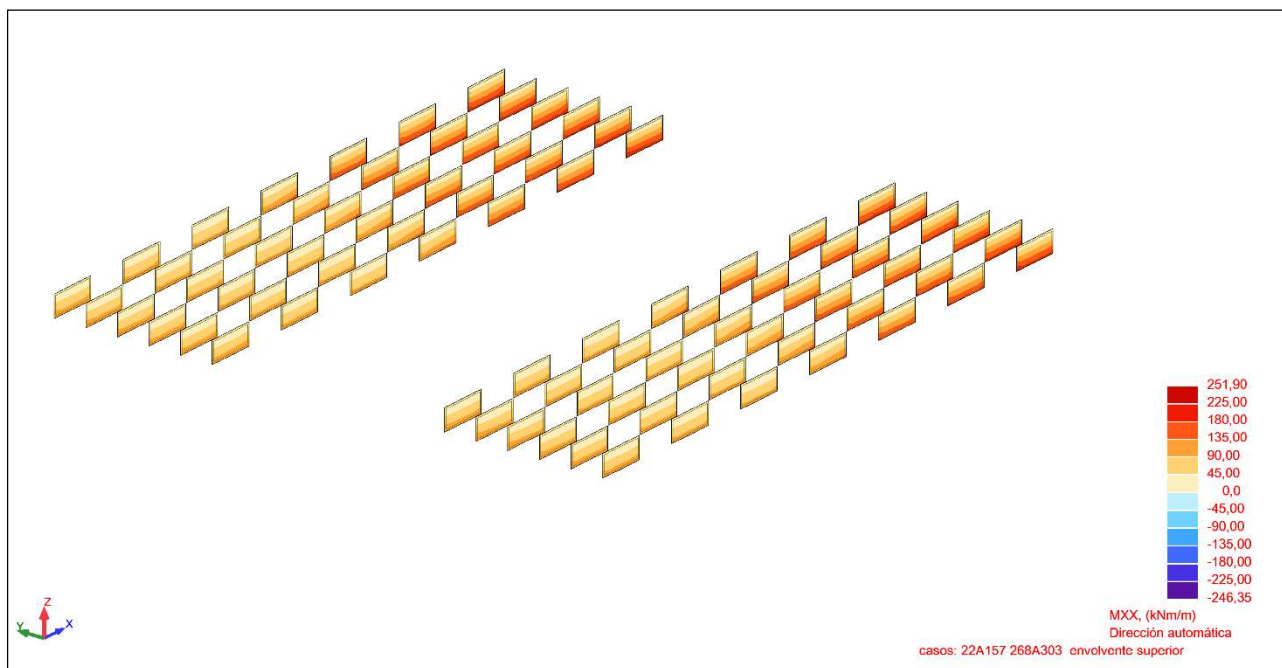


Ilustração 58. Momentos máximos.

MYX

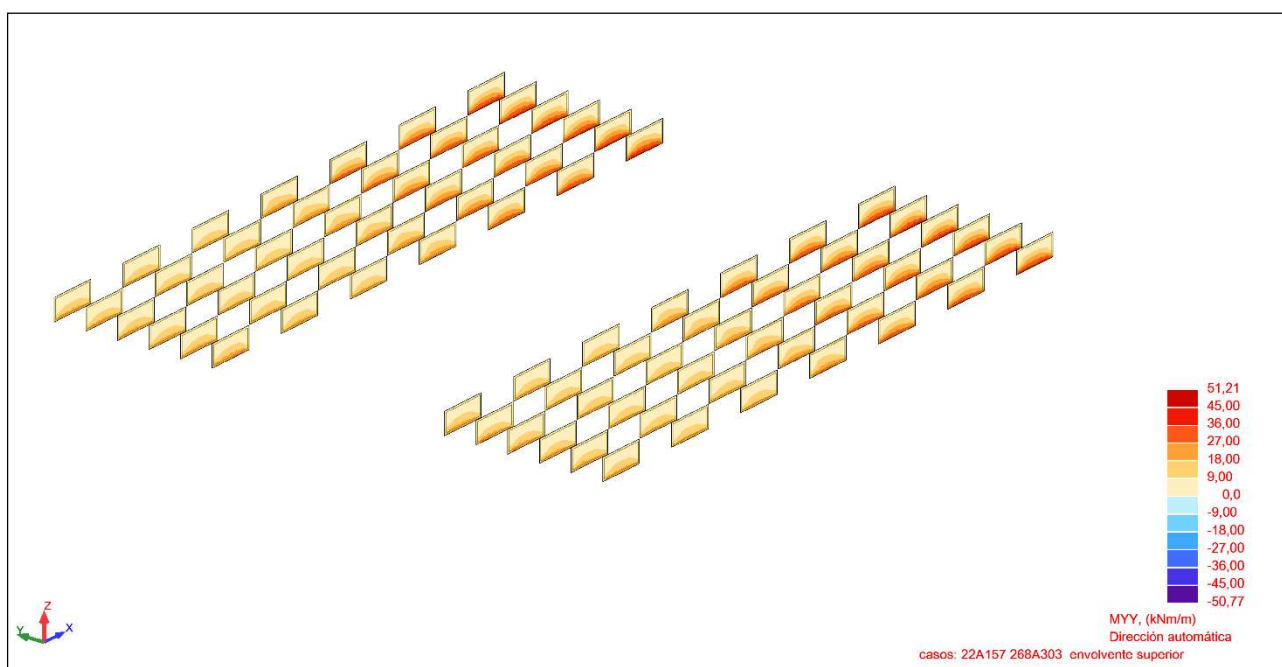


Ilustração 59. Momentos máximos.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 44 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armaduras:

Armadura inferior direção X

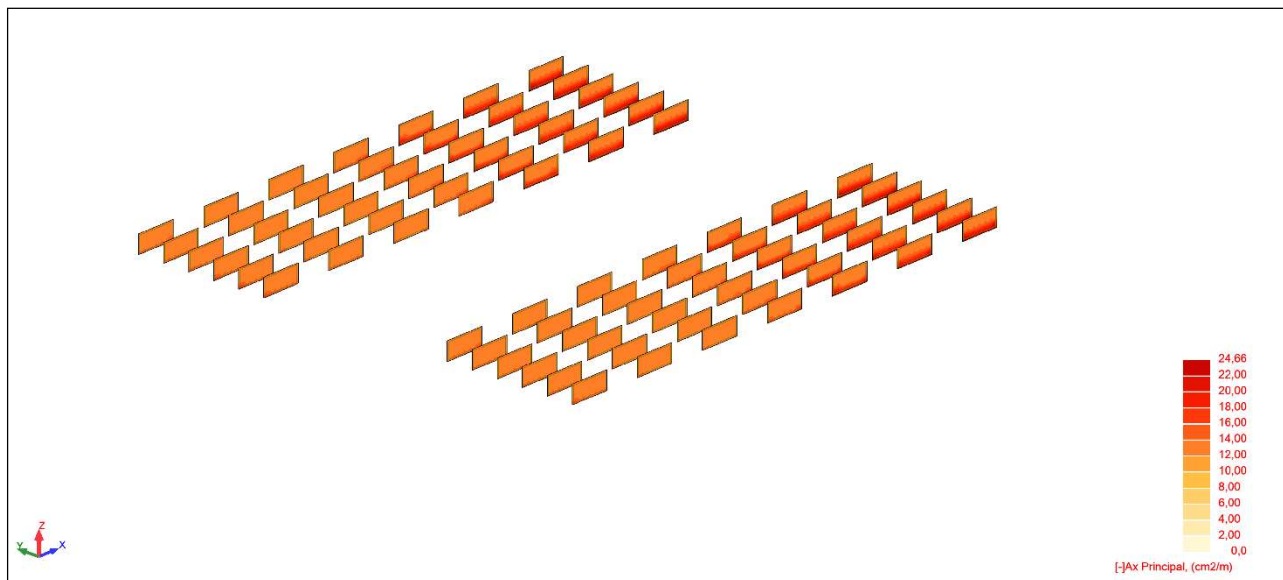


Ilustração 60. Armaduras

Armadura inferior direção Y

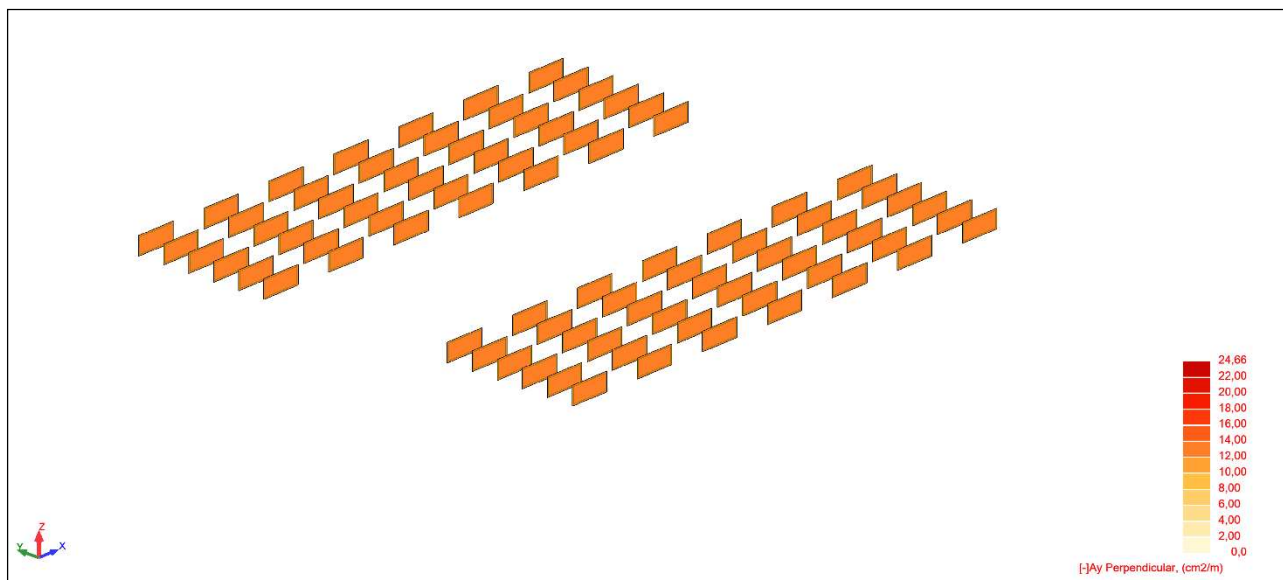


Ilustração 61. Armaduras

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	45 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura superior direção X

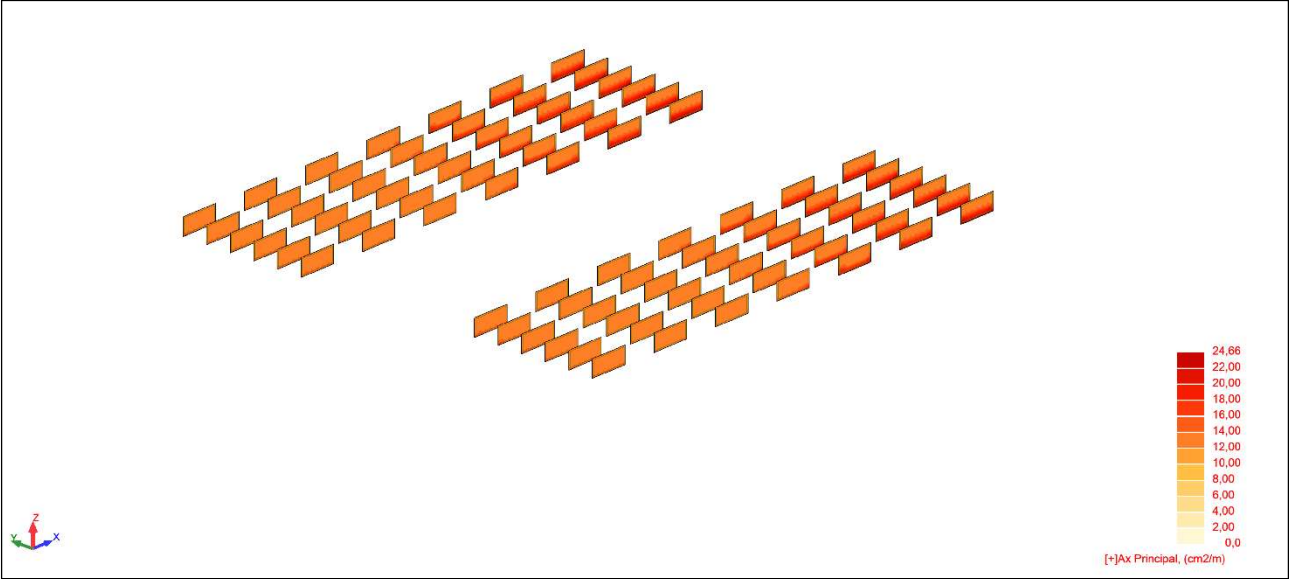


Ilustração 62. Armaduras

Armadura superior direção Y

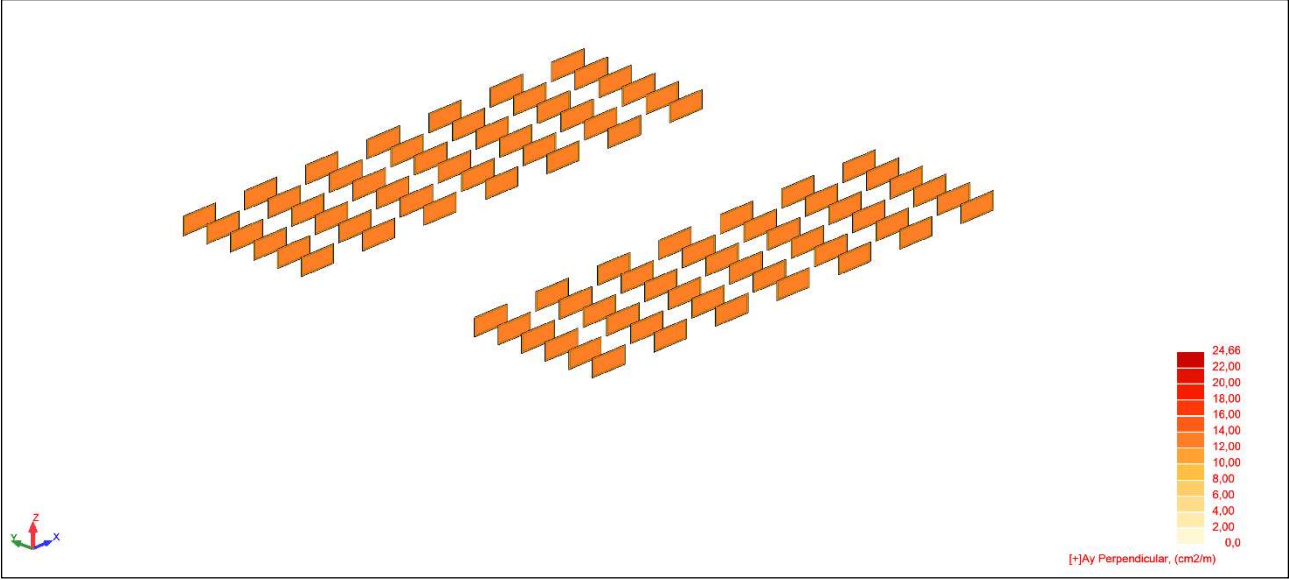


Ilustração 63. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	46 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

Verificação da fissura limite 0,3 mm

Fissura máxima inferior direção X

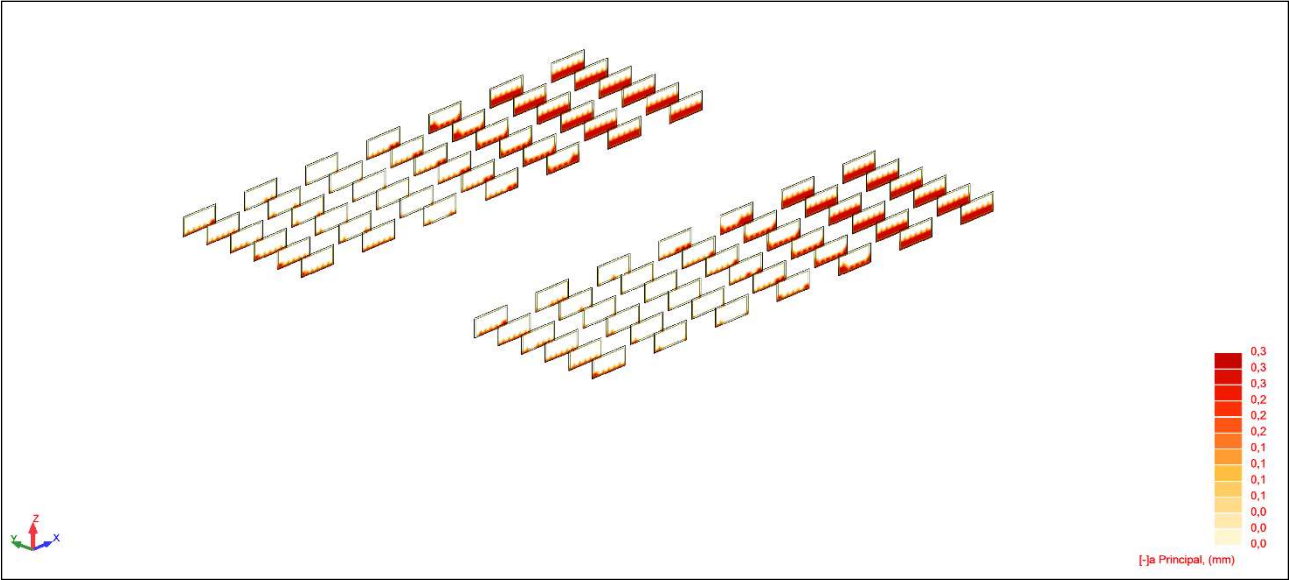


Ilustração 64. fissura

Fissura máxima inferior direção Y

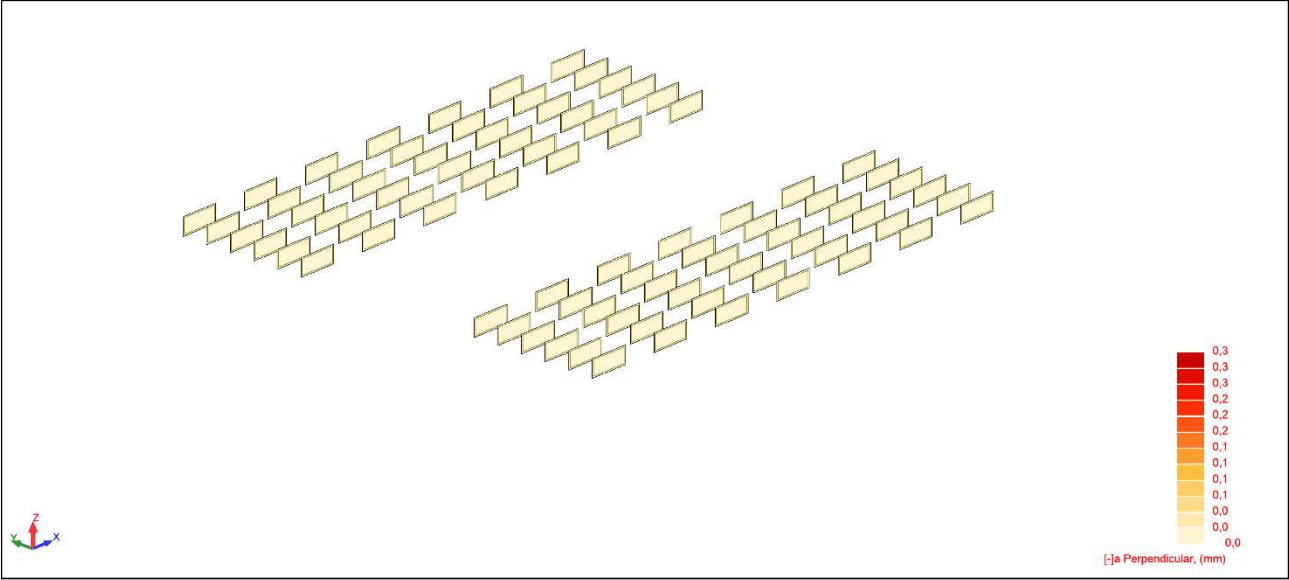


Ilustração 65. fissura

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	47 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima superior direção X

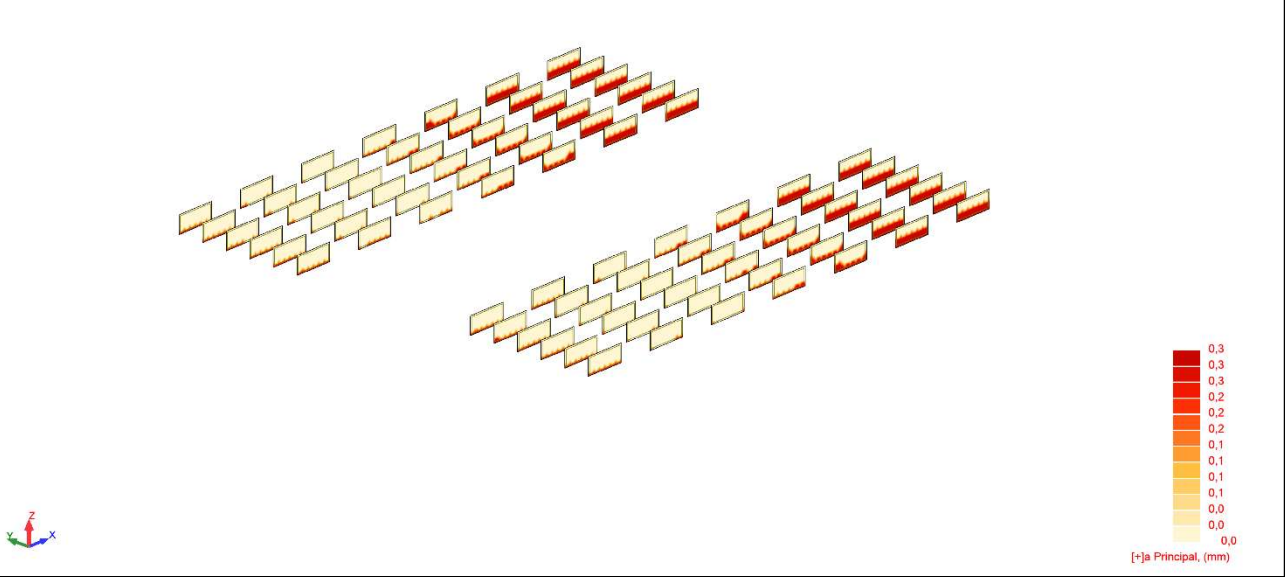


Ilustração 66. fissura

Fissura máxima superior direção Y

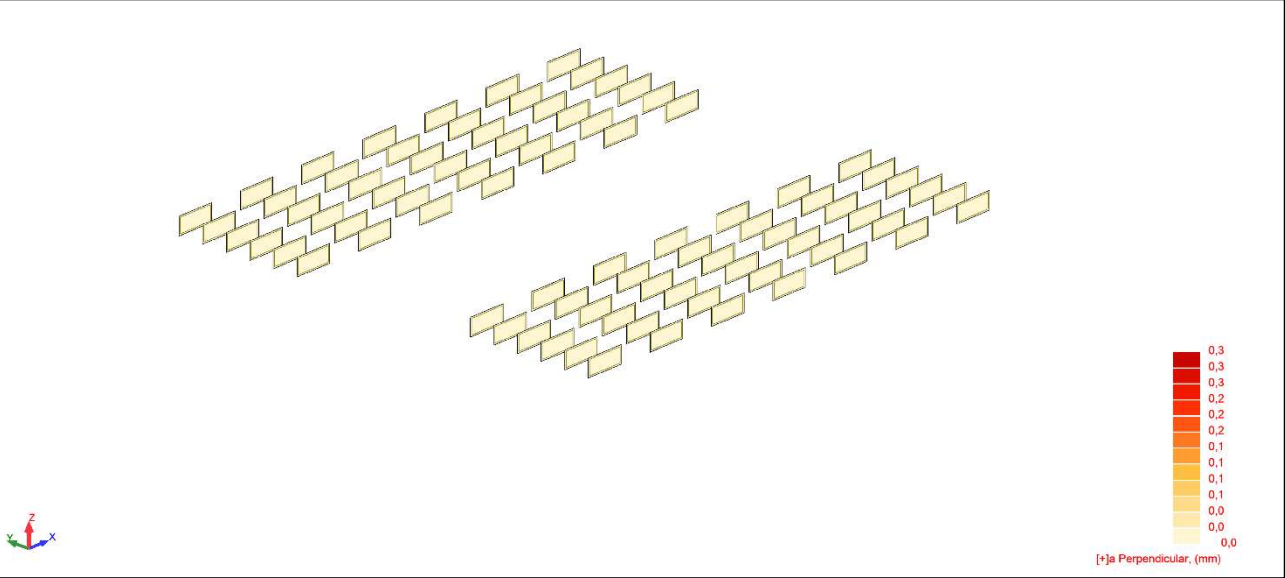


Ilustração 67. fissura

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	48 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Verificação do esforço cortante máximo

Esforço cortante na direção X

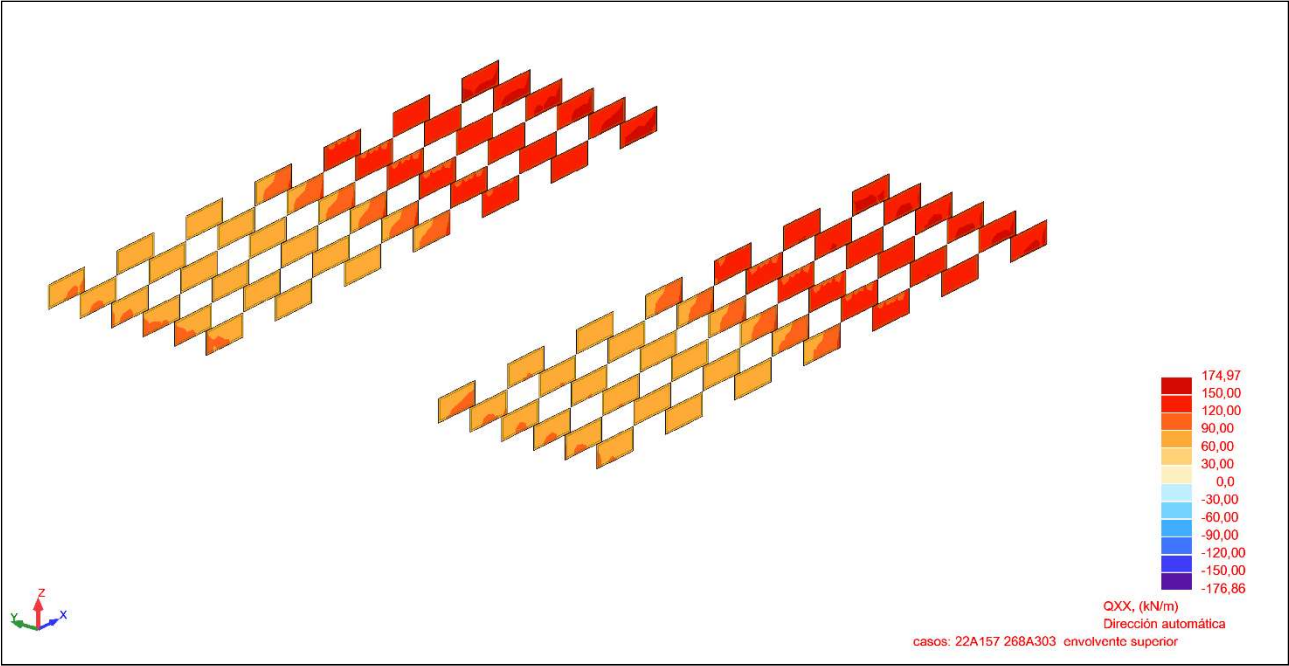


Ilustração 68. Esforço cortante

Esforço cortante na direção Y

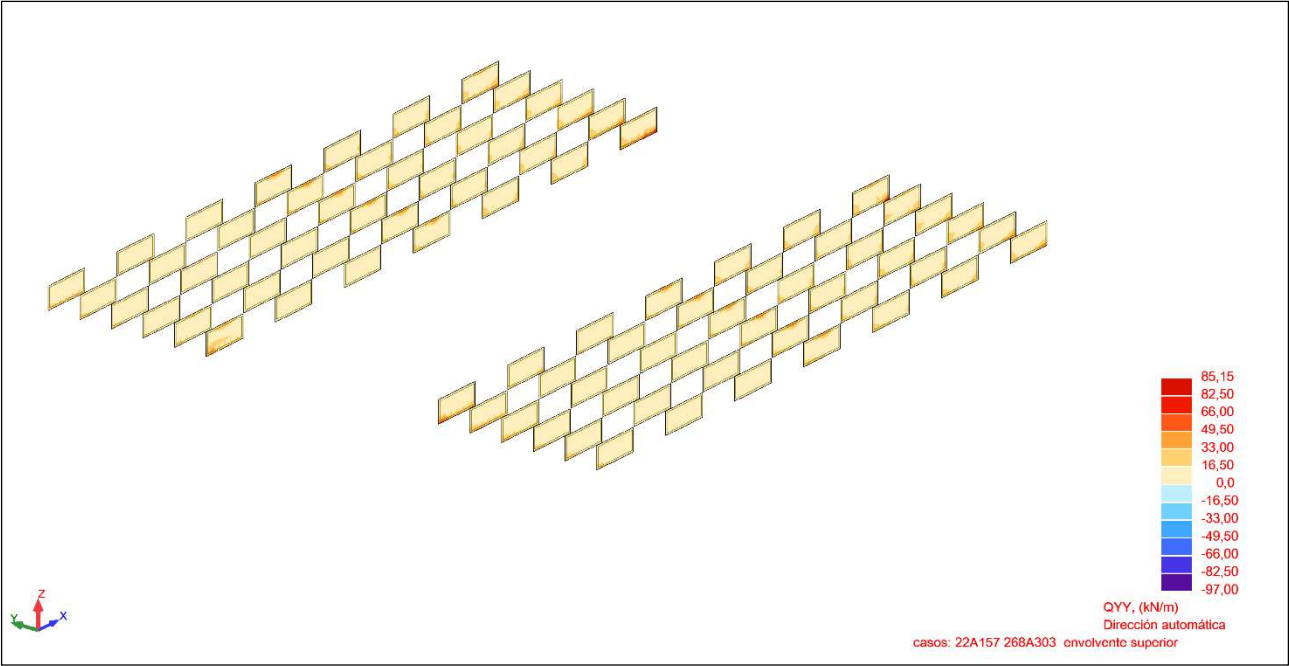


Ilustração 69. Esforço cortante

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	49 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Check

Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.2			YES	
Força cortante de cálculo na seção	V_{Ed}	kN/m	176,86	
Caso de carregamento	-	-	ULS	
Resistência nominal ao corte fornecida pelo concreto para a pior força axial	$V_{Rd,c}$	kN/m	251,03	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.2
Braço interno da alavanca	z	mm	337,5	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)
Ângulo das bielas de compressão	θ	deg	45	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3
Nota da cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (2)	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$		YES	Cláusula 6.2.3 (2). Veja Anexo Nacional.
Estado de tensão no coeficiente da corda de compressão	α_{cw}		1	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 Veja Anexo Nacional
Fator de redução de resistência para concreto fissurado em corte	v_1		0,504	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3) Veja Anexo Nacional
Resistência ao corte	$V_{Rd,s}$	kN/m	0,00	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)			N/A	
Razão (considerando as cláusulas 6.2.2 e 6.2.3)	V_{Sd}/V_{Rd}	kN/m	0,70	

Aço de reforço real colocado in situ

Armadura longitudinal

Φ20@150mm VERTICAL/HORIZONTAL SUPERIOR/INFERIOR

4.3.8.4. Lajes de fundação espessura 40 cm

Momentos máximos:

MXX

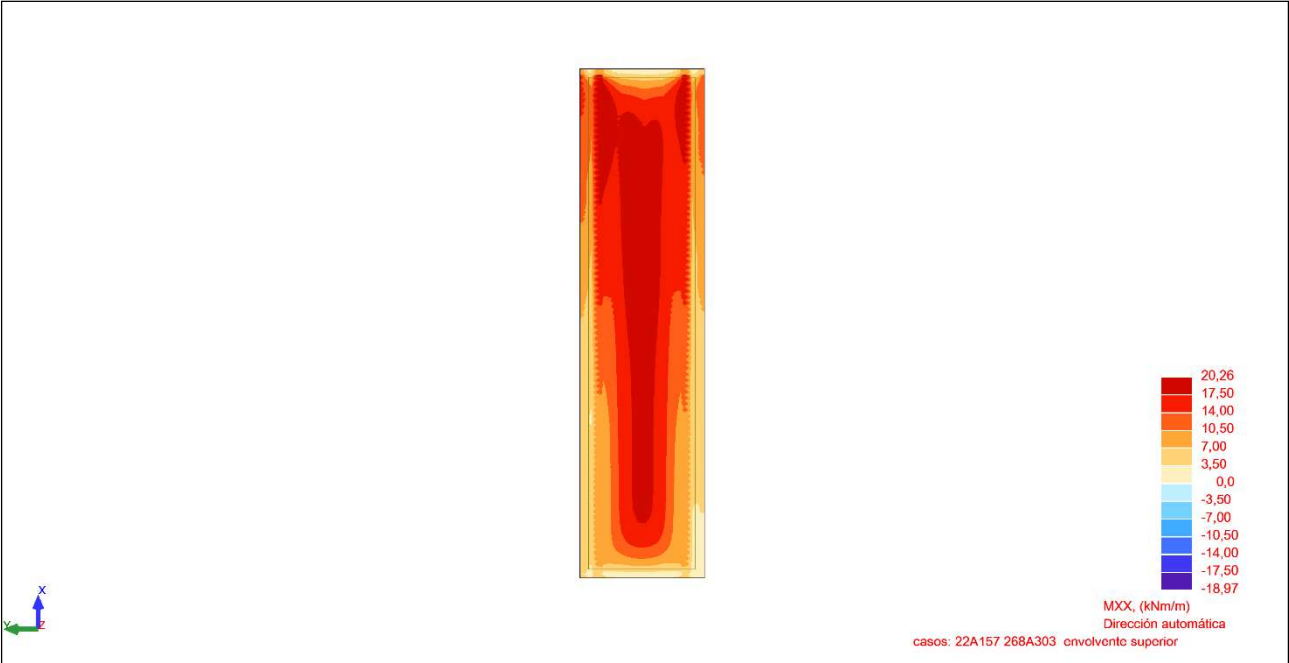


Ilustração 70. Momentos máximos.

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	50 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

MY

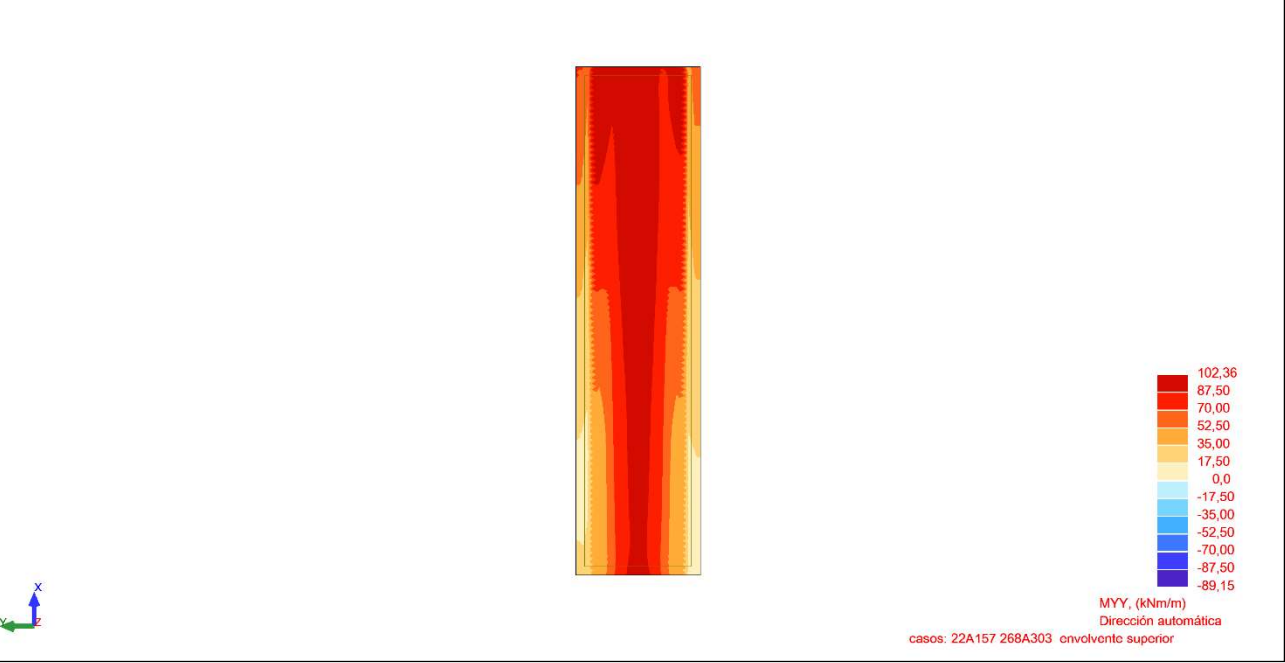


Ilustração 71. Momentos máximos.

Armaduras:

Armadura inferior direção X

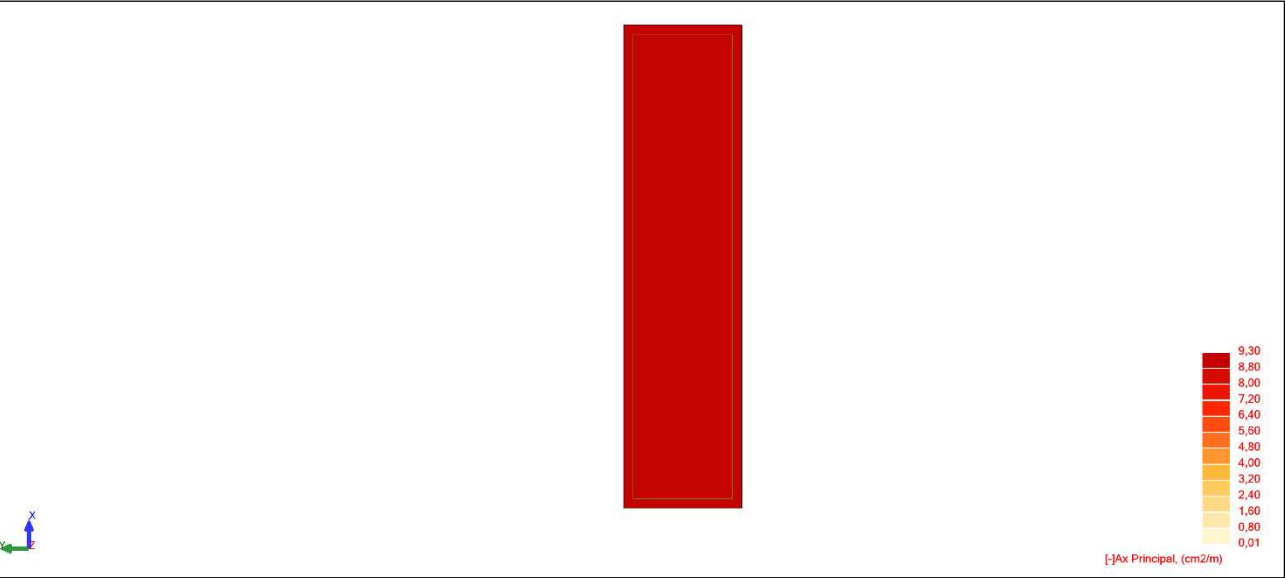


Ilustração 72. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	51 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura inferior direção Y

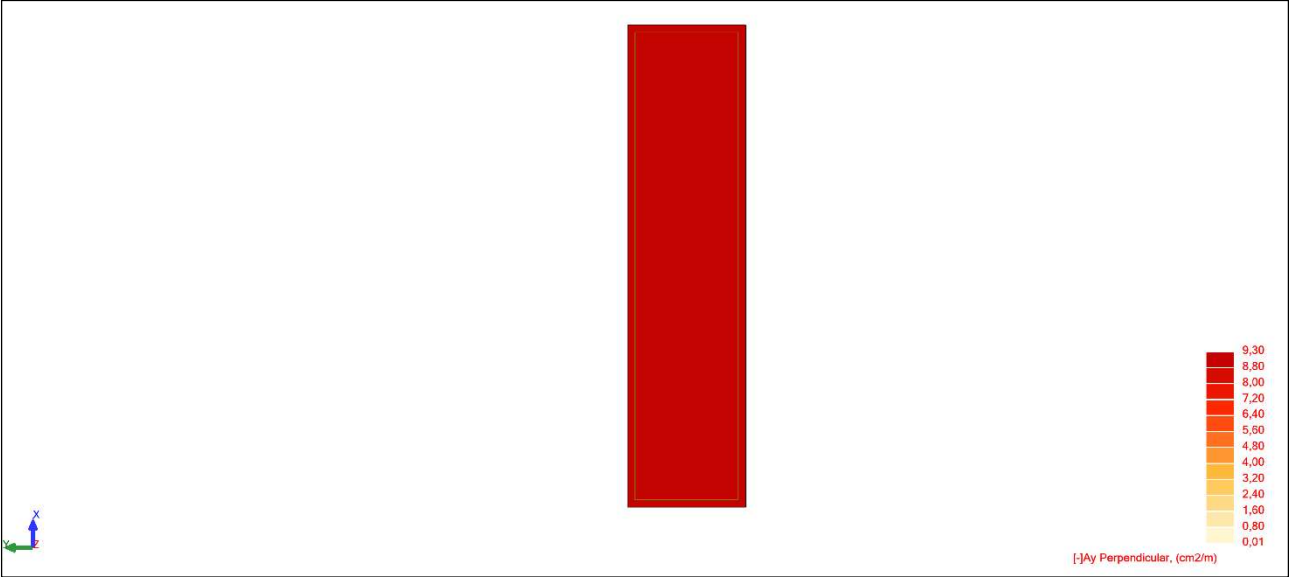


Ilustração 73. Armaduras

Armadura superior direção X

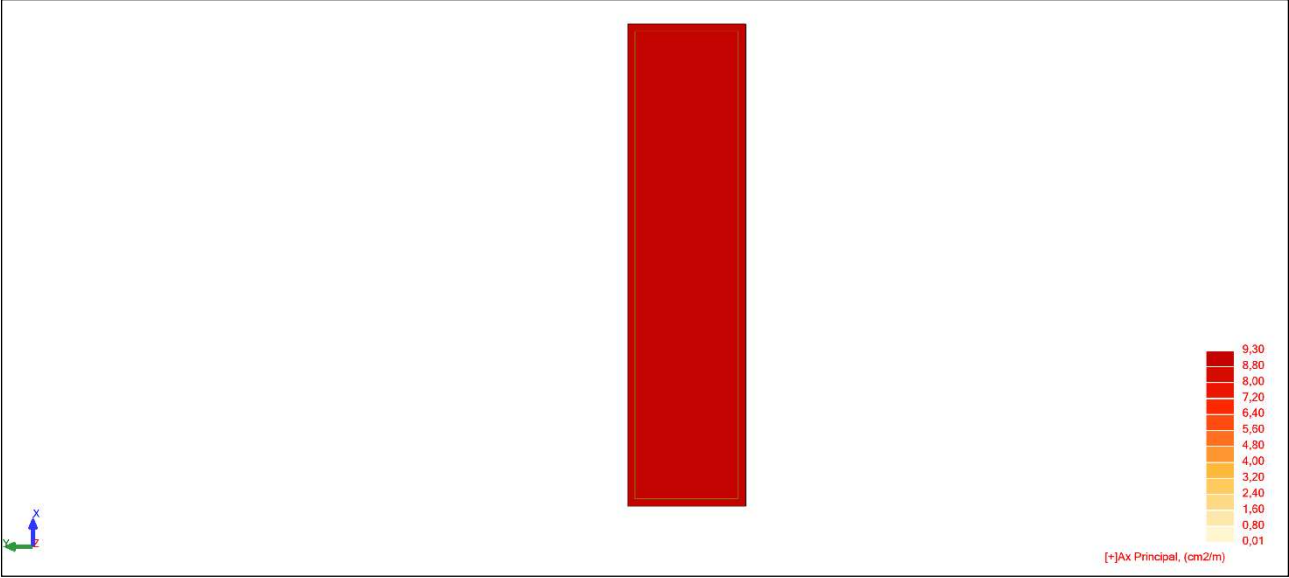


Ilustração 74. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	52 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura superior direção Y

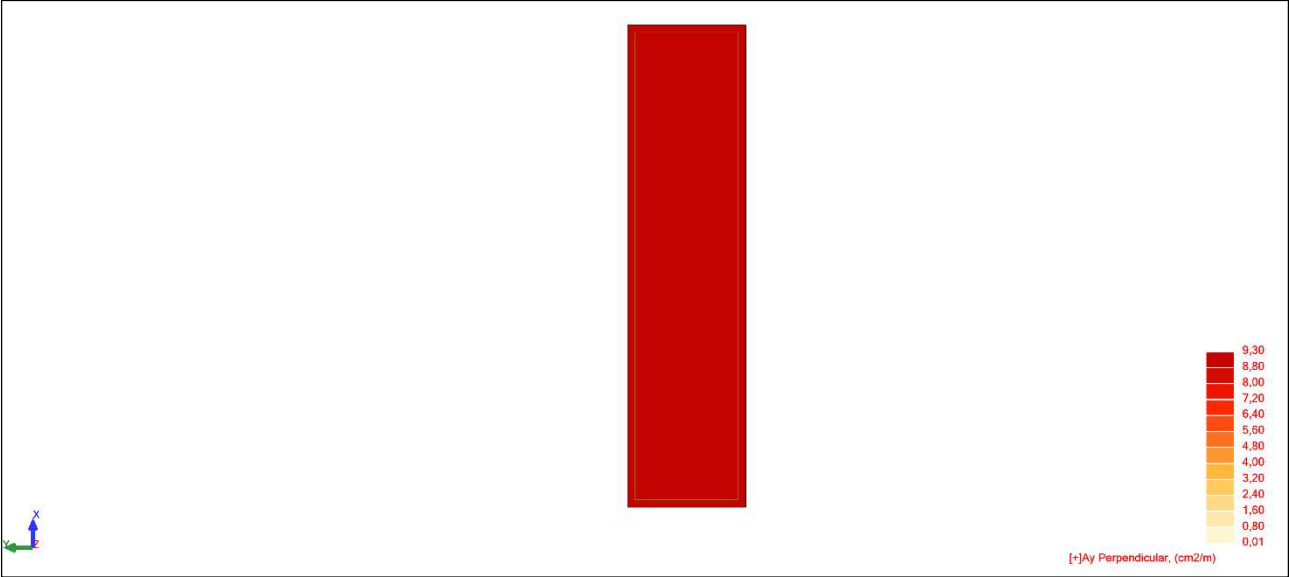


Ilustração 75. Armaduras

Verificação da fissura limite 0,3 mm

Fissura máxima inferior direção X

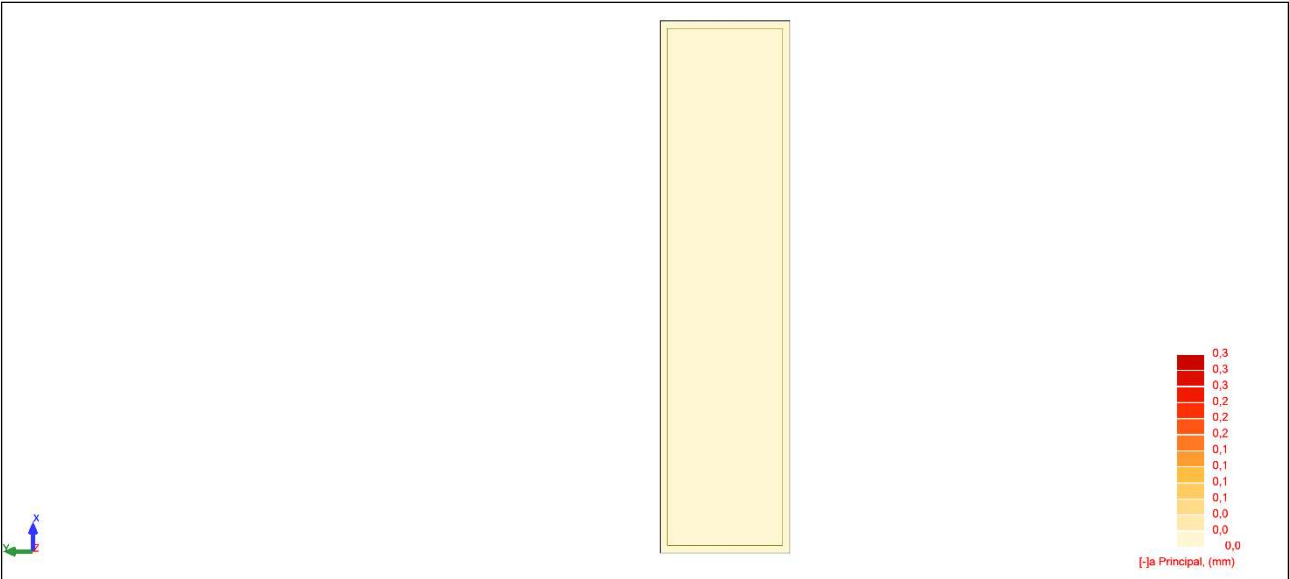


Ilustração 76. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	53 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima inferior direção Y

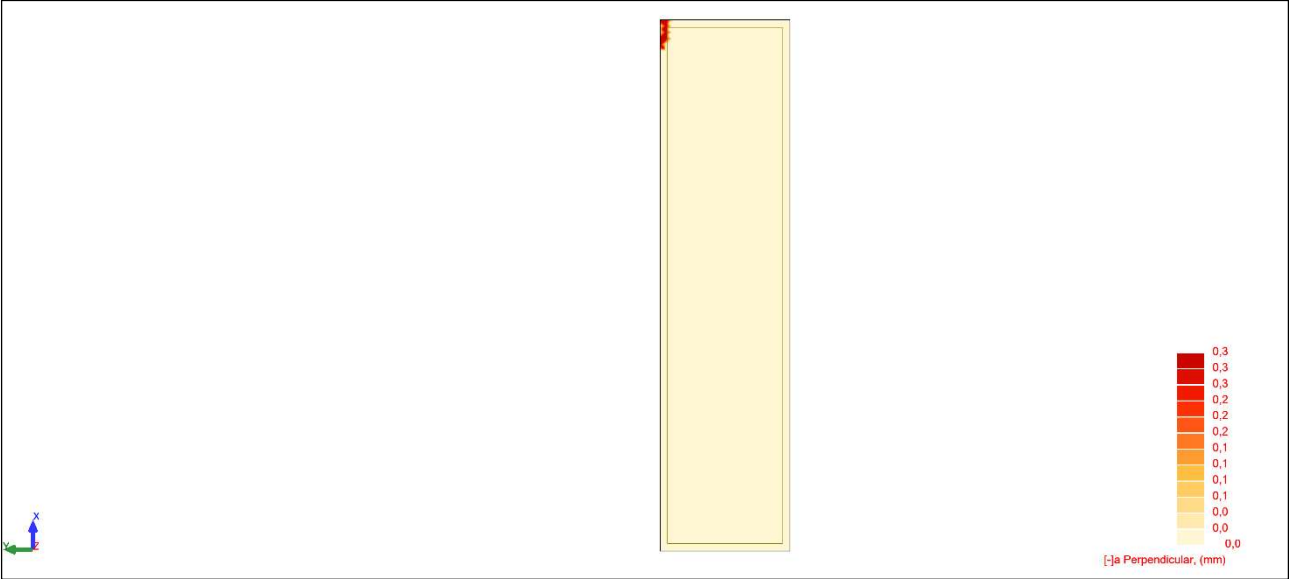


Ilustração 77. fissura

Fissura máxima superior direção X

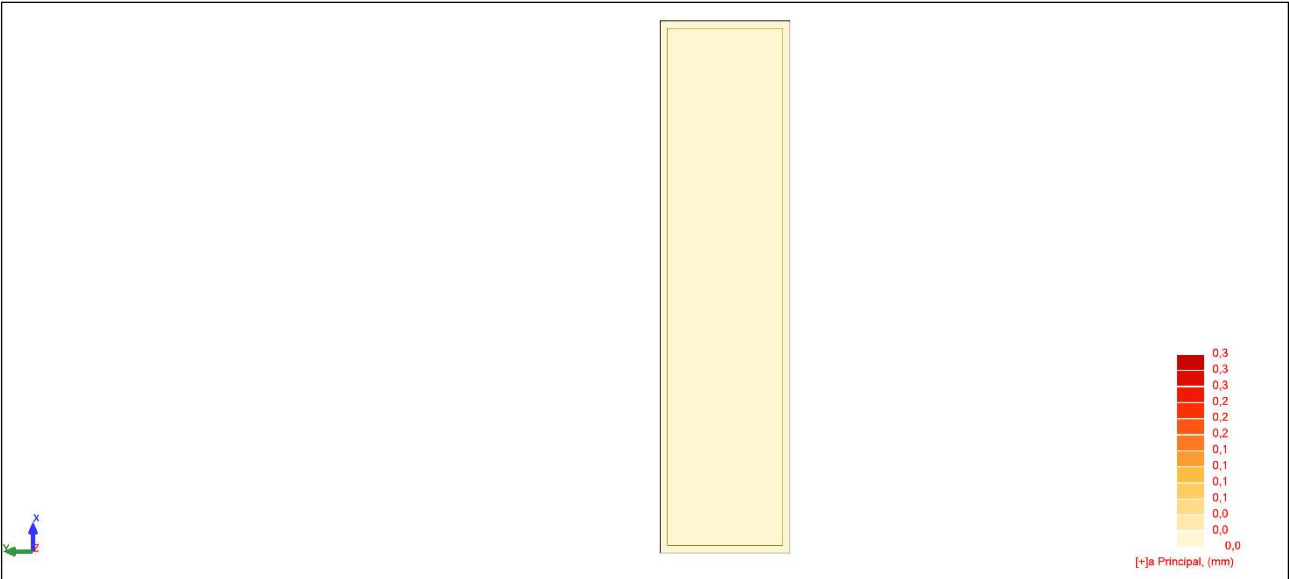


Ilustração 78. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	54 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima superior direção Y

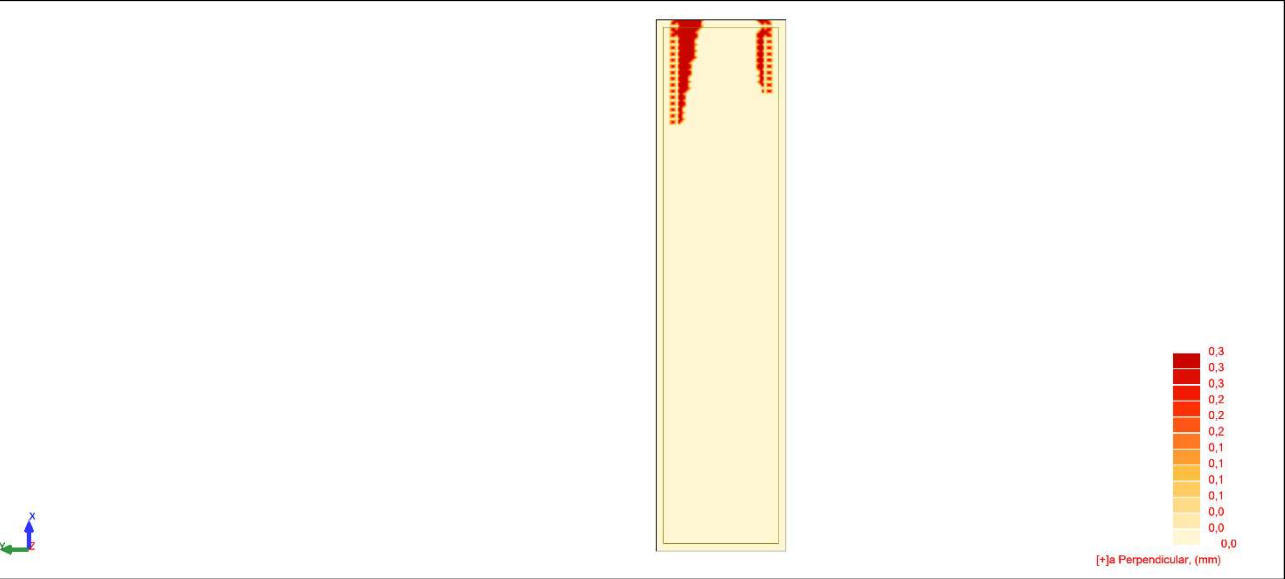


Ilustração 79. fissura

Verificação do esforço cortante máximo

Esforço cortante na direção X

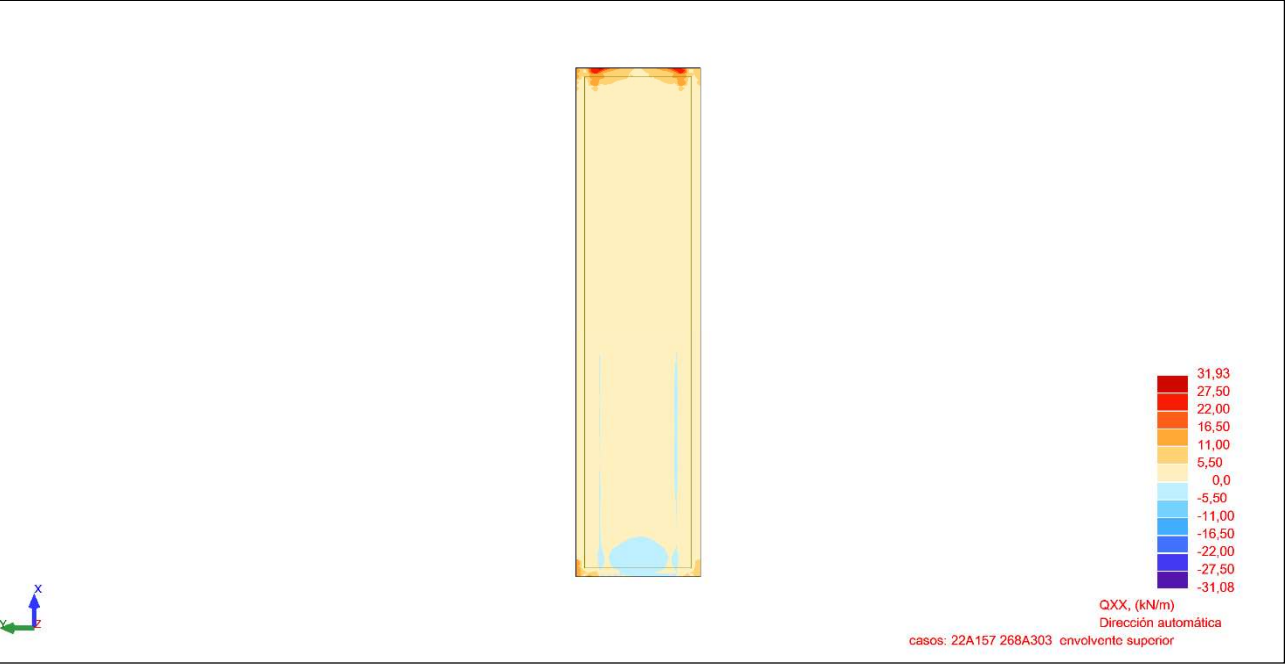


Ilustração 80. Esforço cortante

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 55 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Esforço cortante na direção Y



Ilustração 81. Esforço cortante

Check

Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.2			YES	
Força cortante de cálculo na seção	V_{Ed}	kN/m	97,55	
Caso de carregamento	-	-	ULS	
Resistência nominal ao corte fornecida pelo concreto para a pior força axial	$V_{Rd,c}$	kN/m	203,85	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.2
Braço interno da alavanca	z	mm	292,5	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)
Ângulo das bielas de compressão	θ	deg	45	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3
Nota da cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (2)	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$		YES	Cláusula 6.2.3 (2). Veja Anexo Nacional.
Estado de tensão no coeficiente da corda de compressão	α_{cw}		1	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 Veja Anexo Nacional
Fator de redução de resistência para concreto fissurado em corte	v_1		0,504	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3) Veja Anexo Nacional
Resistência ao corte	$V_{Rd,s}$	kN/m	0,00	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)			N/A	
Razão (considerando as cláusulas 6.2.2 e 6.2.3)	V_{Sd}/V_{Rd}	kN/m	0,48	

Aço de reforço real colocado in situ

Armadura longitudinal

Ø16@200mm VERTICAL/HORIZONTAL SUPERIOR/INFERIOR

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 56 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.8.5. Lajes de fundação espessura 40 cm

Momentos máximos:

MXX

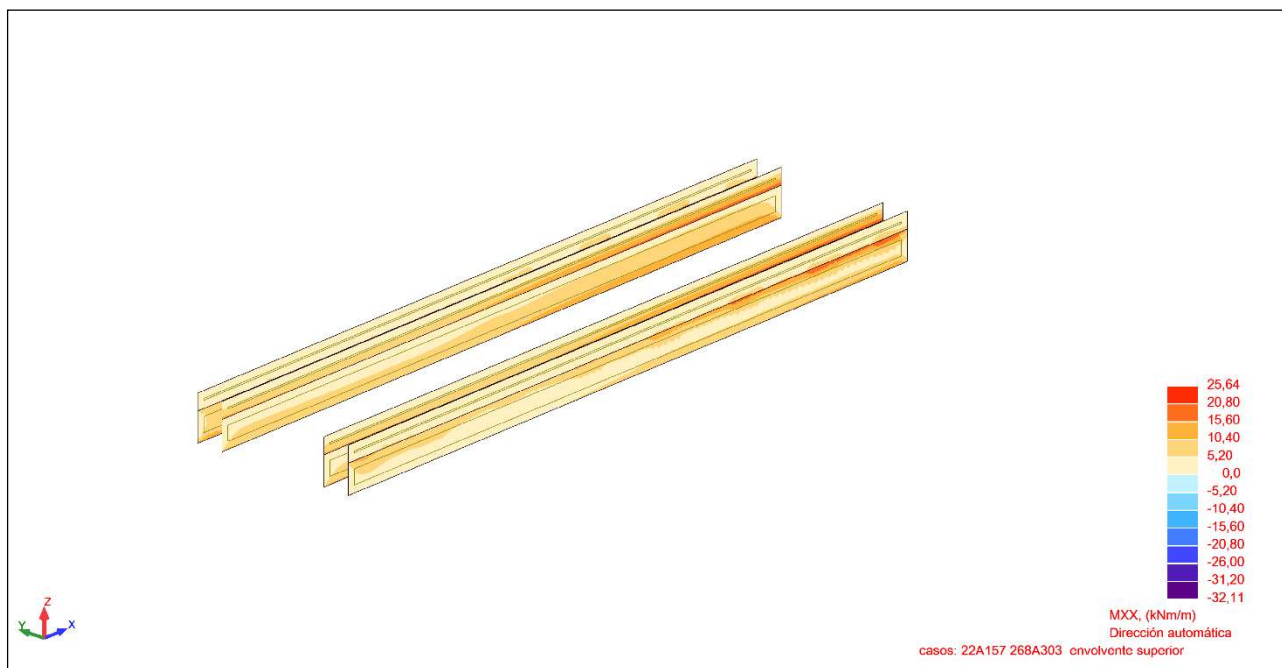


Ilustração 82. Momentos máximos.

MYY

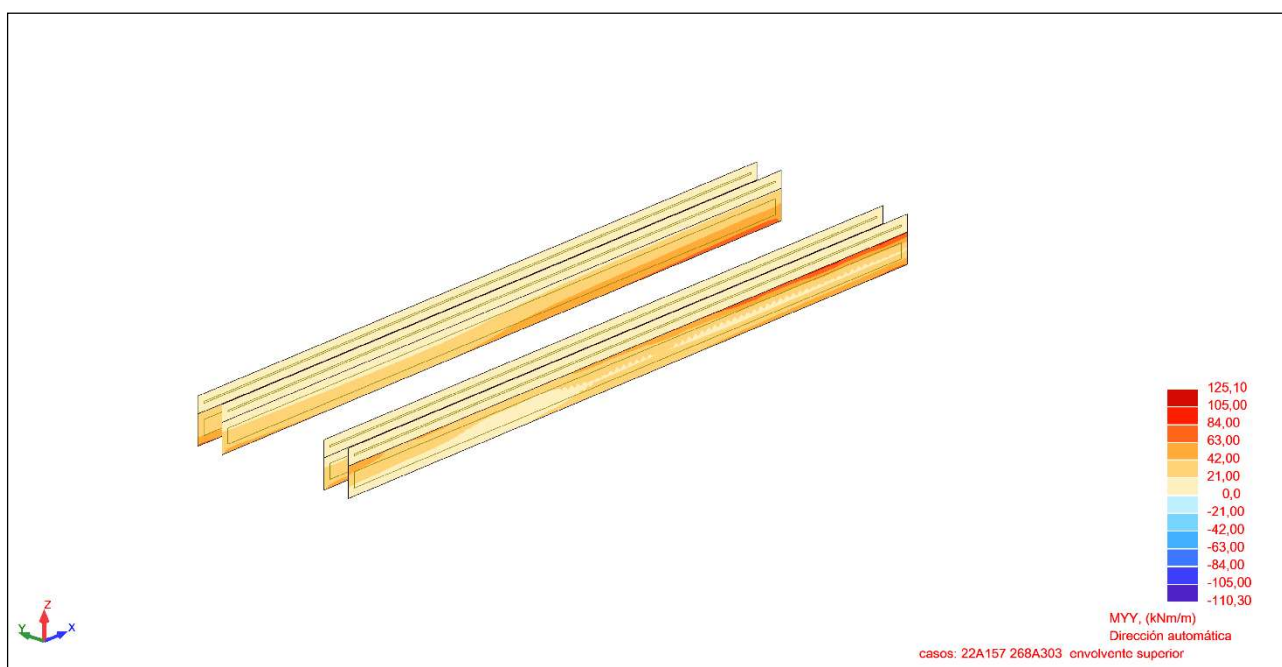


Ilustração 83. Momentos máximos.

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	57 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armaduras:

Armadura inferior direção X

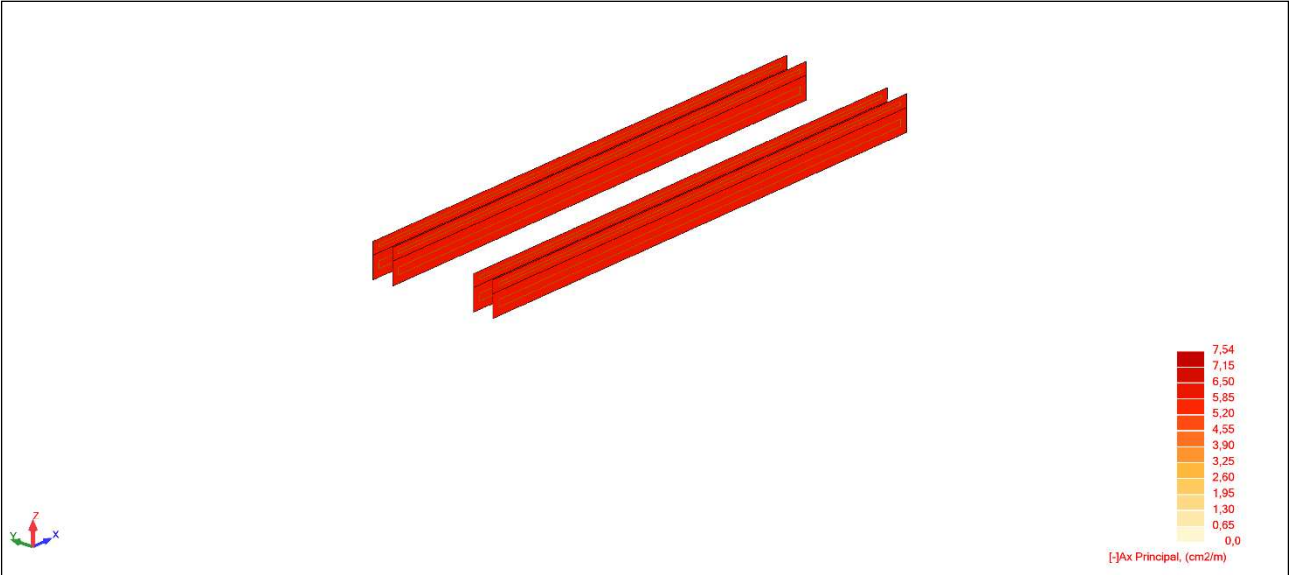


Ilustração 84. Armaduras

Armadura inferior direção Y

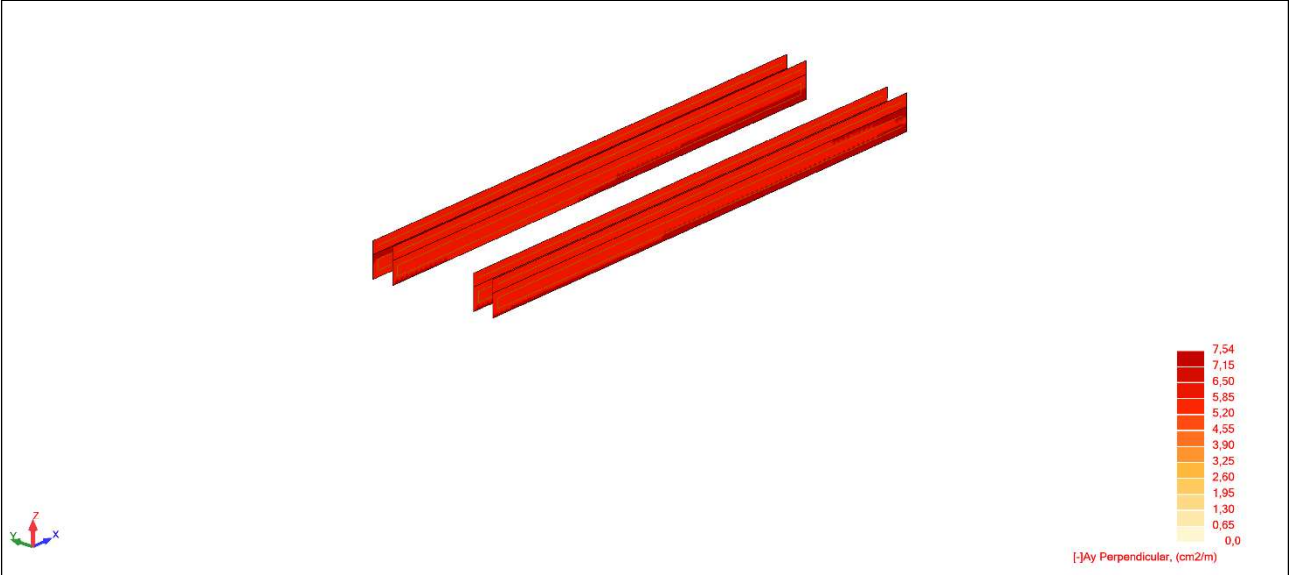


Ilustração 85. Armaduras

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	58 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Armadura superior direção X

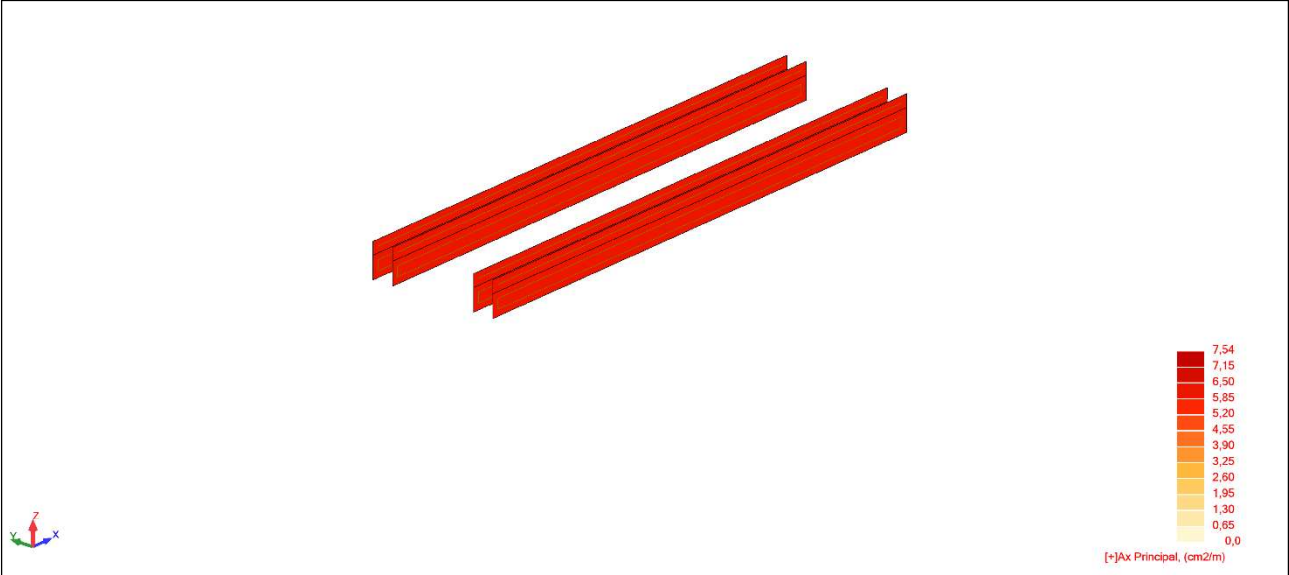


Ilustração 86. Armaduras

Armadura superior direção Y

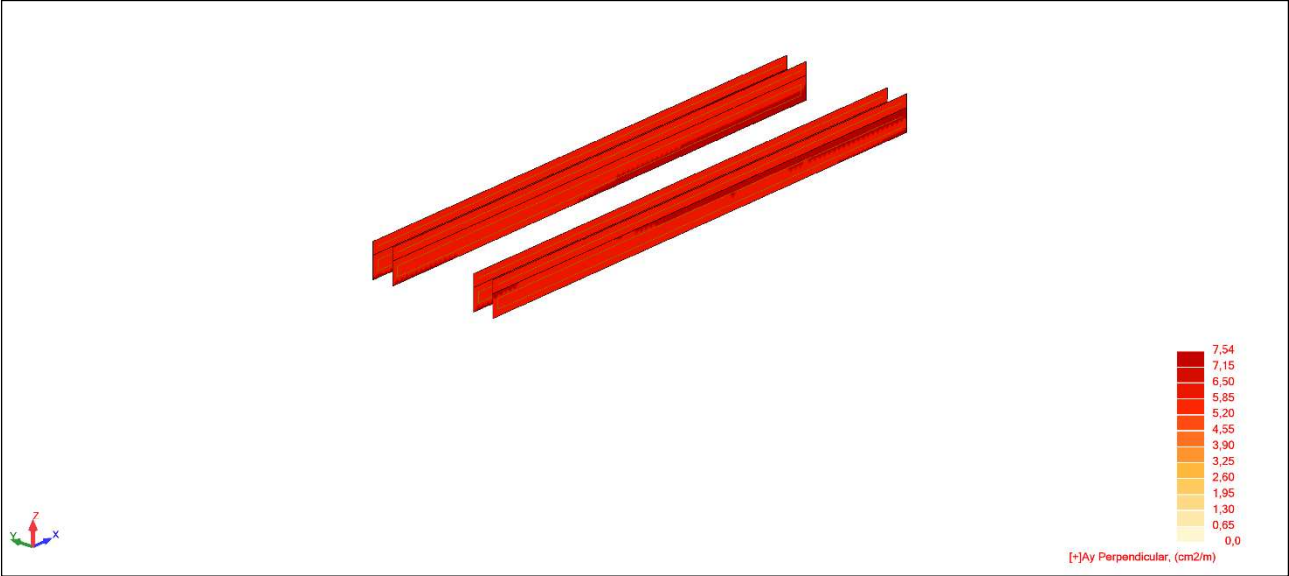


Ilustração 87. Armaduras

Cliente		Empreiteiro EPC		
				
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	59 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Verificação da fissura limite 0,3 mm

Fissura máxima inferior direção X

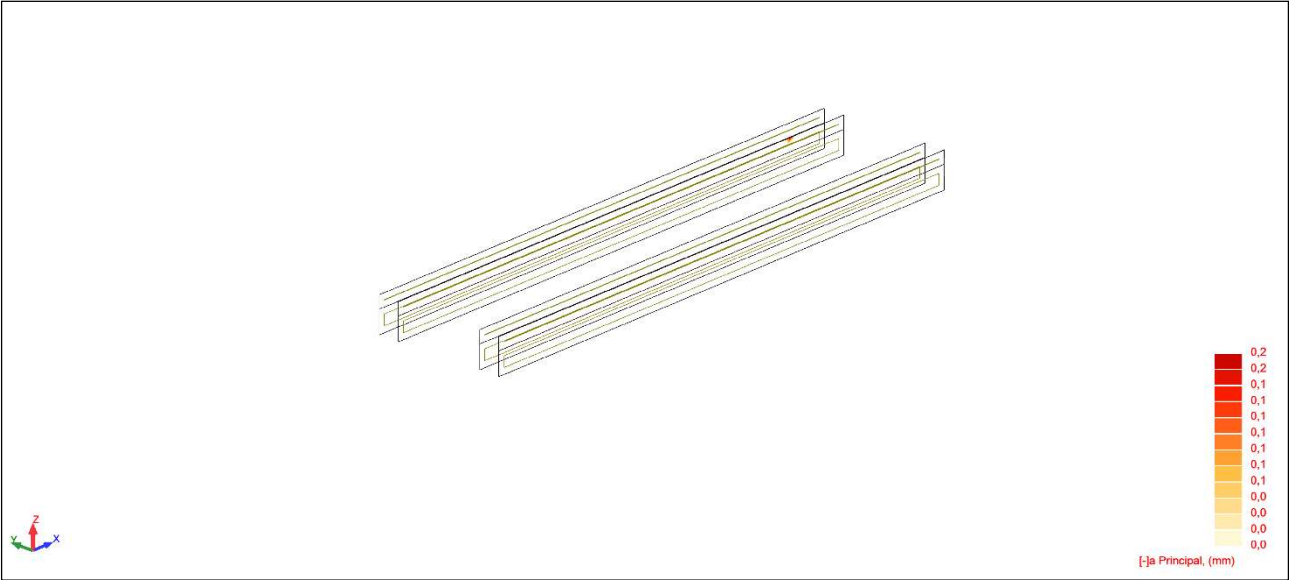


Ilustração 88. fissura

Fissura máxima inferior direção Y

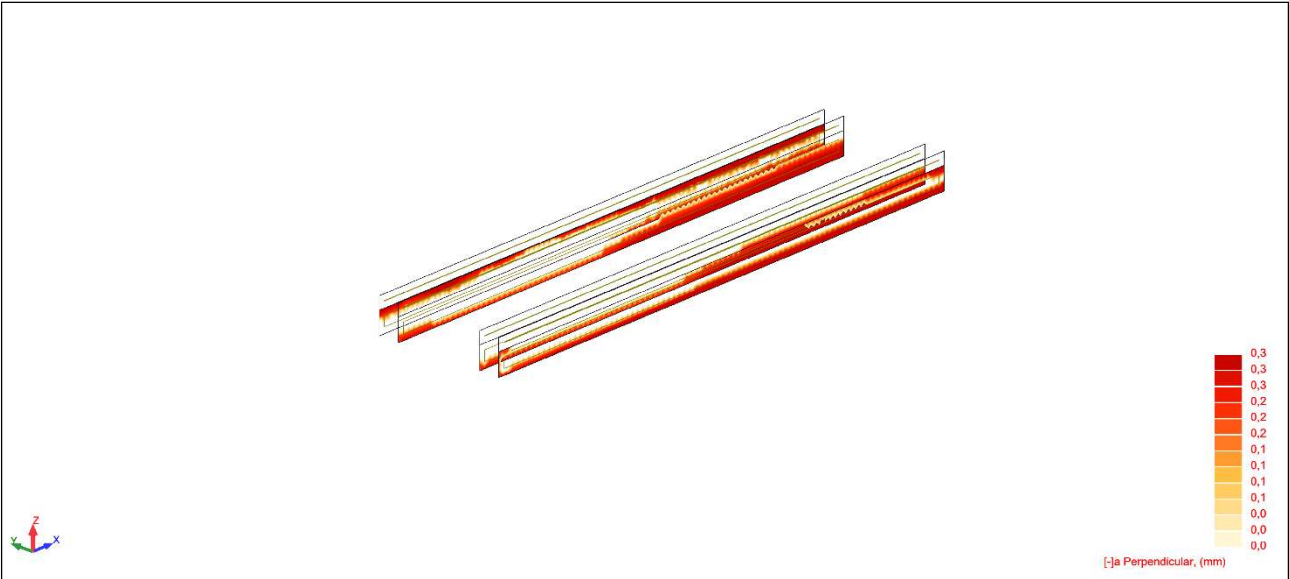


Ilustração 89. fissura

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	60 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fissura máxima superior direção X

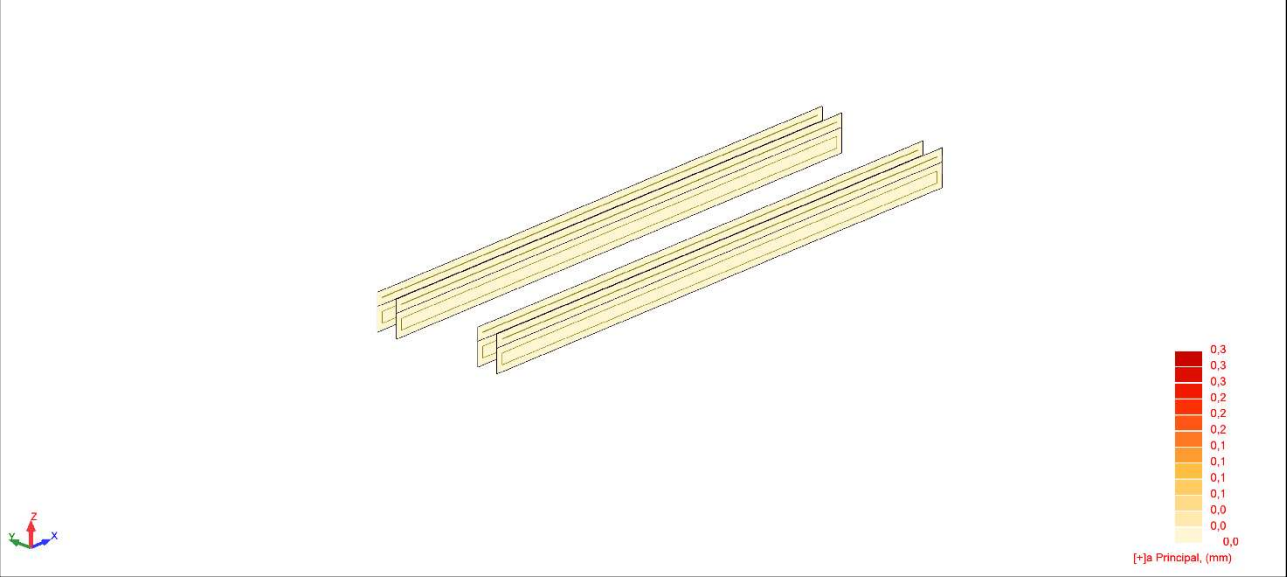


Ilustração 90. fissura

Fissura máxima superior direção Y

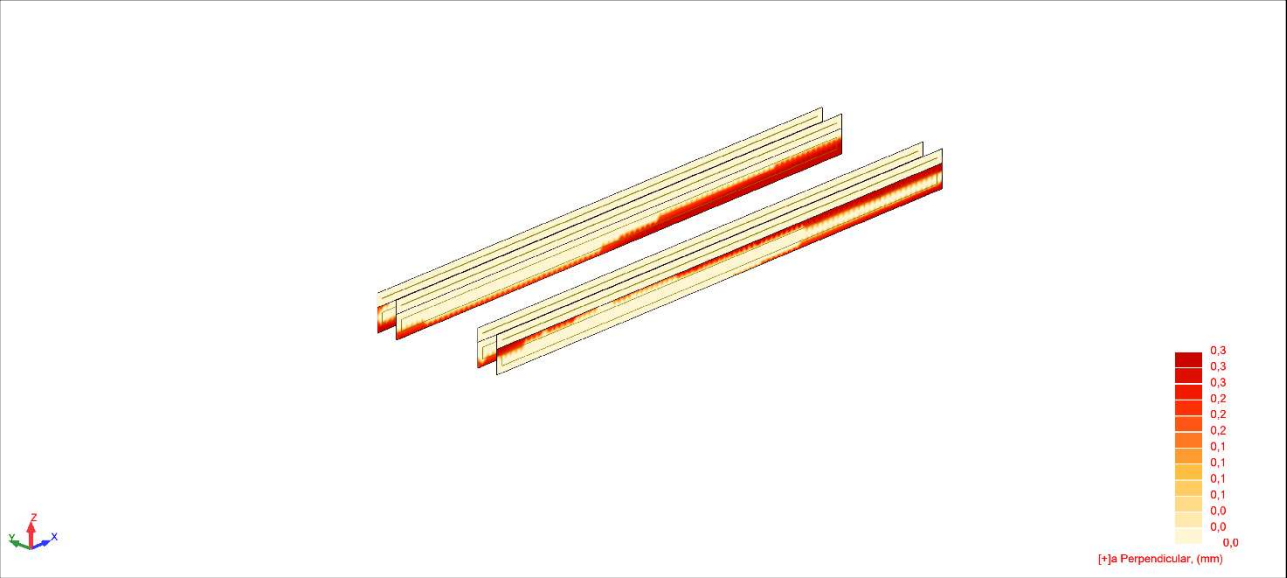


Ilustração 91. fissura

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	61 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001			Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Verificação do esforço cortante máximo

Esforço cortante na direção X

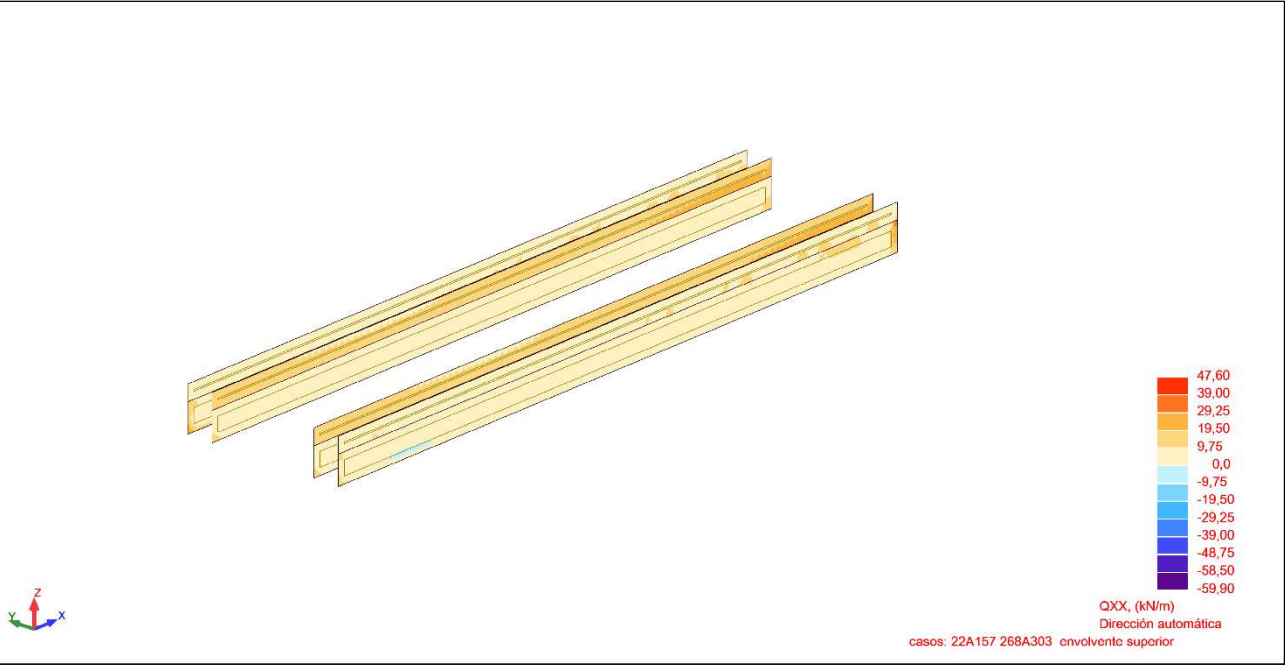


Ilustração 92. Esforço cortante

Esforço cortante na direção Y

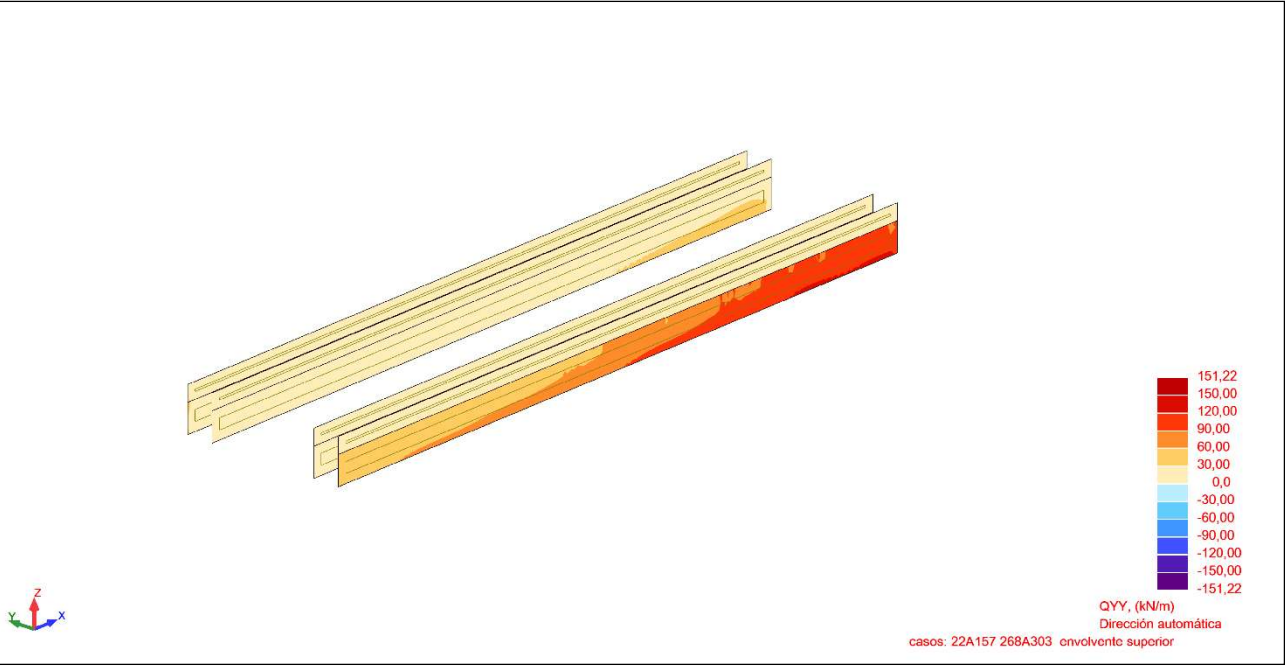


Ilustração 93. Esforço cortante

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	62 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Check

Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.2			YES	
Força cortante de cálculo na seção	V_{Ed}	kN/m	145,00	
Caso de carregamento	-	-	ULS	
Resistência nominal ao corte fornecida pelo concreto para a pior força axial	$V_{Rd,c}$	kN/m	151,22	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.2
Braço interno da alavanca	z	mm	157,5	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)
Ângulo das bielas de compressão	Θ	deg	45	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3
Nota da cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (2)	$1 \leq \cot \Theta \leq 2,5$		YES	Cláusula 6.2.3 (2). Veja Anexo Nacional.
Estado de tensão no coeficiente da corda de compressão	α_{cw}		1	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 Veja Anexo Nacional
Fator de redução de resistência para concreto fissurado em corte	v_1		0,504	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3) Veja Anexo Nacional
Resistência ao corte	$V_{Rd,s}$	kN/m	0,00	Veja EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)
Cláusula EN 1992-1-1:2004 6.2.3 (3)			N/A	
Razão (considerando as cláusulas 6.2.2 e 6.2.3)	V_{Sd}/V_{Rd}	kN/m	0,96	

Aço de reforço real colocado in situ

Armadura longitudinal

Φ12@150mm VERTICAL/HORIZONTAL SUPERIOR/INFERIOR

4.3.9. Análise e verificação da estrutura metálica.

4.3.9.1. Deslocamento horizontal máximo

Deslocamento horizontal máximo permitido $H/300 = 28 \text{ mm}$

Deslocamento máximo obtido na direção X

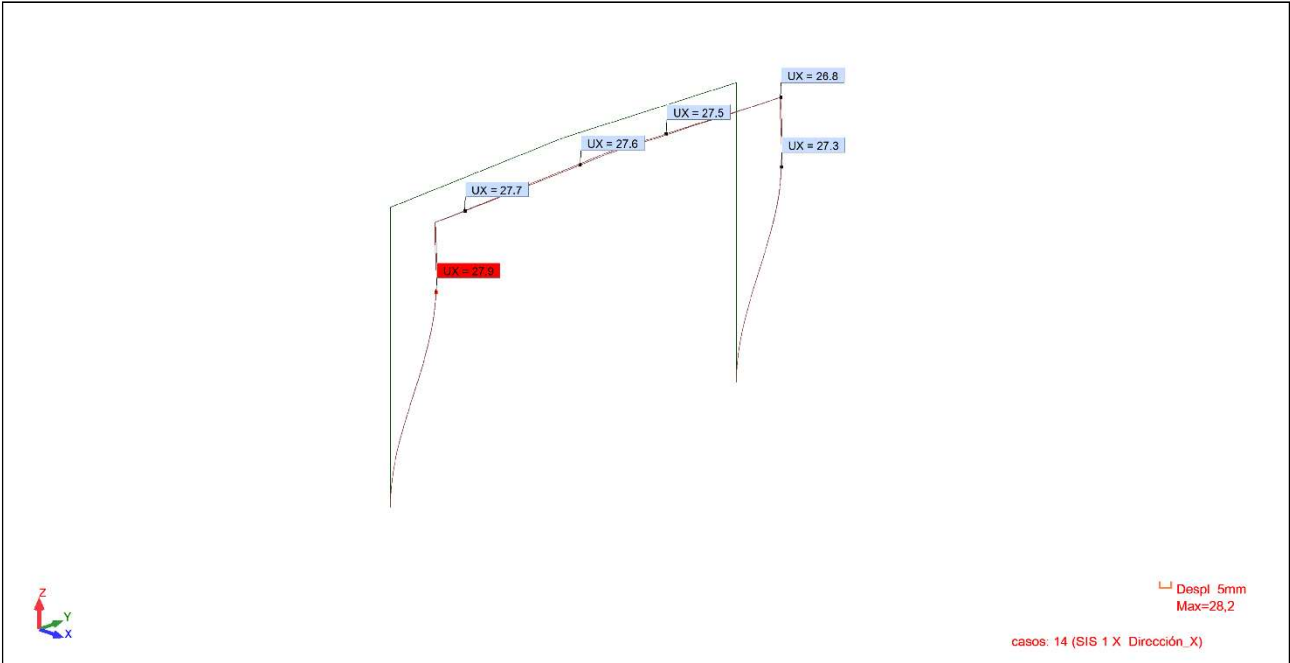


Ilustração 94. Deslocamento horizontal

Deslocamento máximo obtido 27,90 mm → ok.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 63 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Deslocamento máximo obtido na direção Y

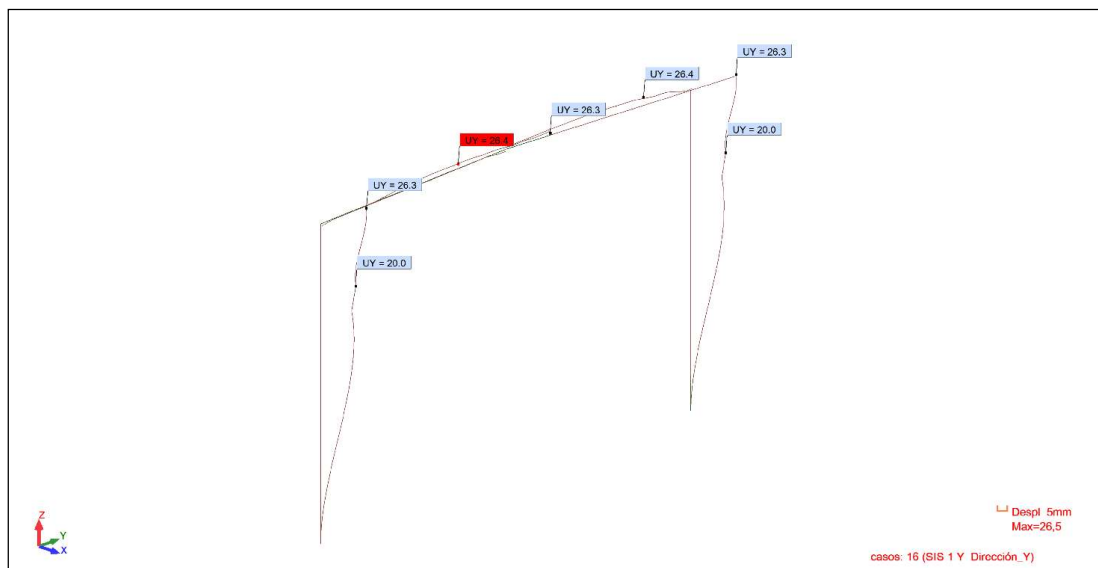


Ilustração 95. Deslocamento horizontal

Deslocamento máximo obtido 26,40 mm → ok.

4.3.9.2. Deslocamento vertical máximo

Deslocamento horizontal máximo permitido $L/300 = 40$ mm

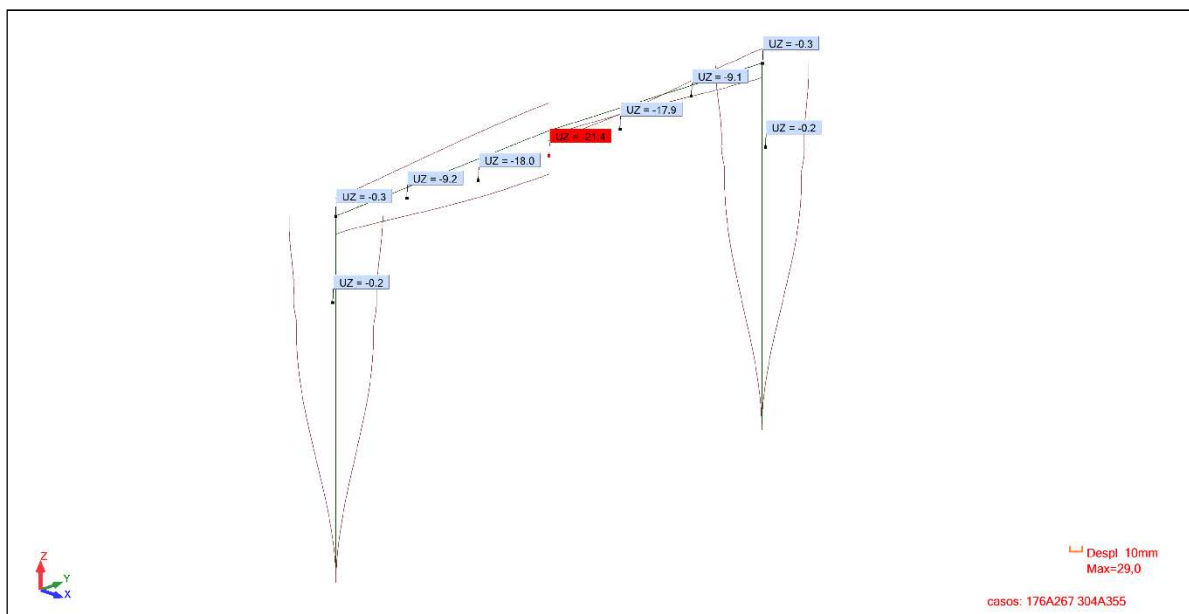


Ilustração 96. Deslocamento vertical

Deslocamento máximo obtido 21,40 mm → ok.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 64 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.9.3. Descrição dos perfis metálicos

Pilares

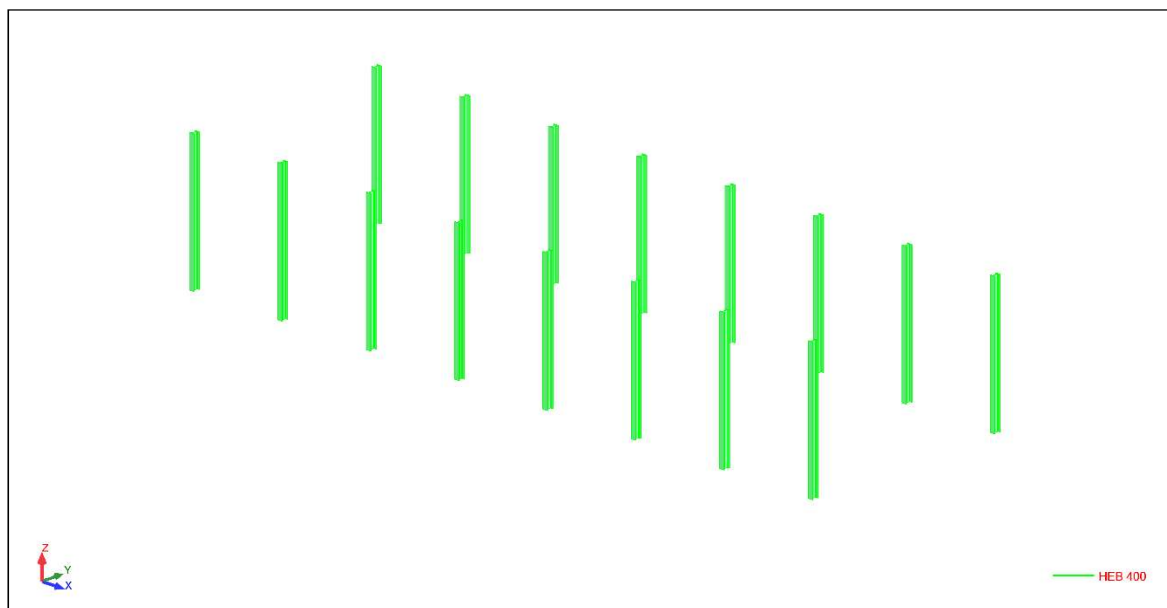


Ilustração 97. Descrição dos perfis metálicos

Vigas

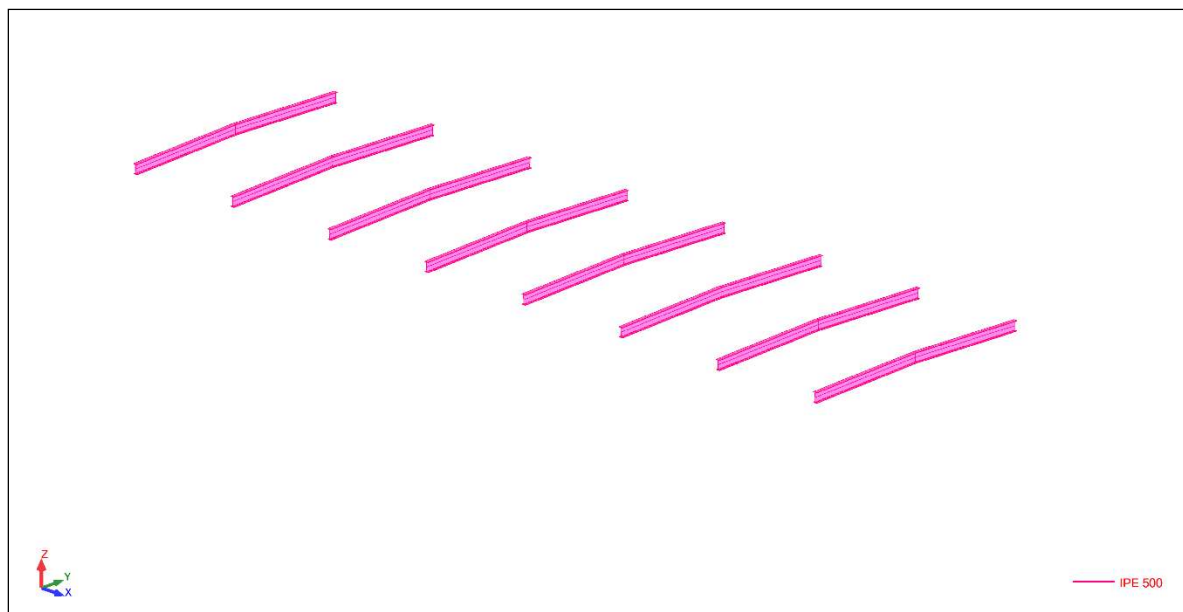


Ilustração 98. Descrição dos perfis metálicos

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 65 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Diagonais longitudinais

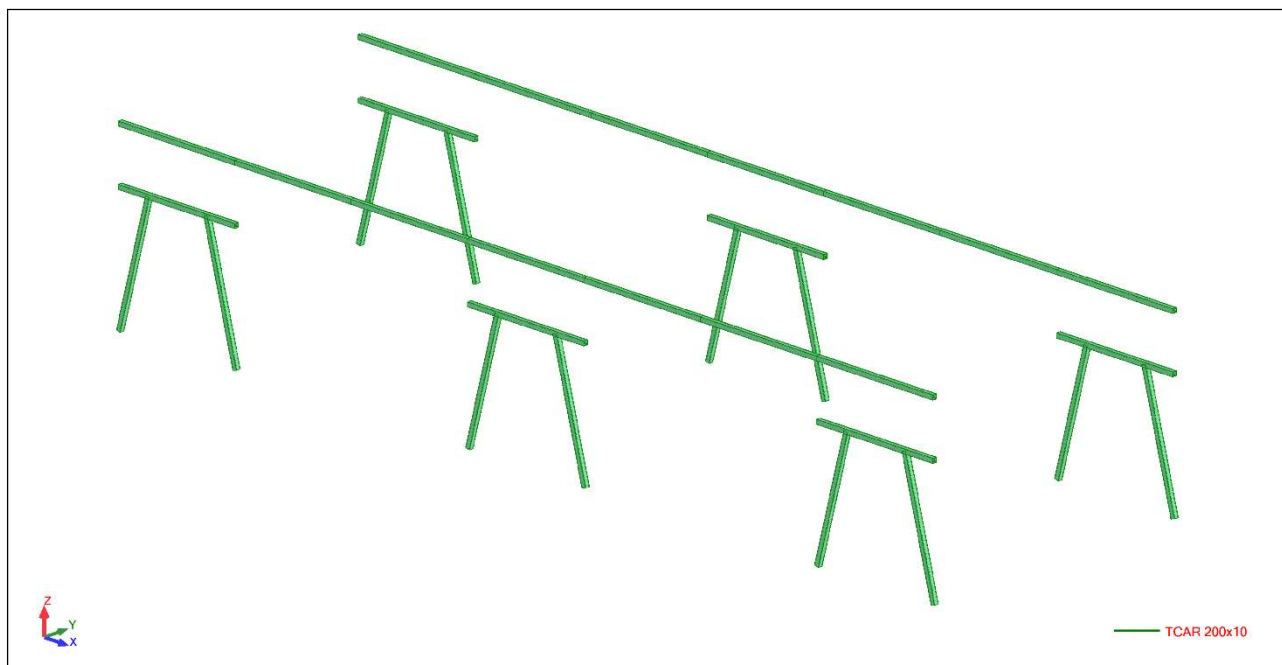


Ilustração 99. Descrição dos perfis metálicos

Vigas longitudinais da cobertura

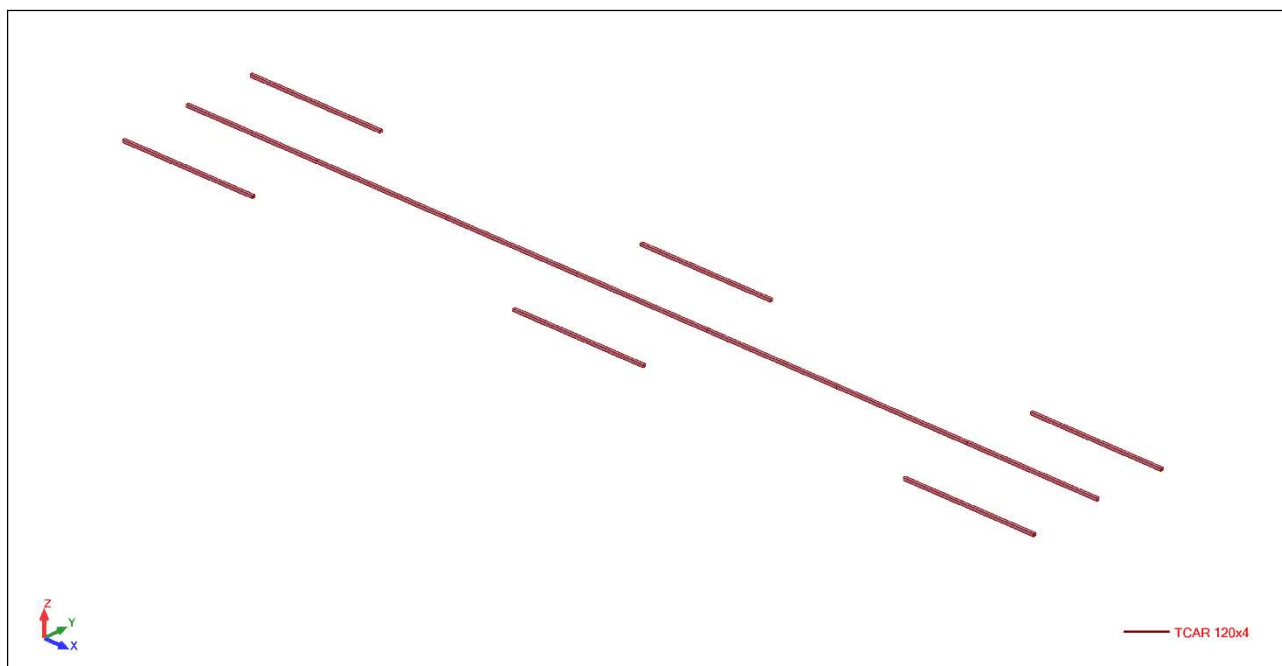


Ilustração 100. Descrição dos perfis metálicos

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 66 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Diagonais 'cruzes de Santo André'

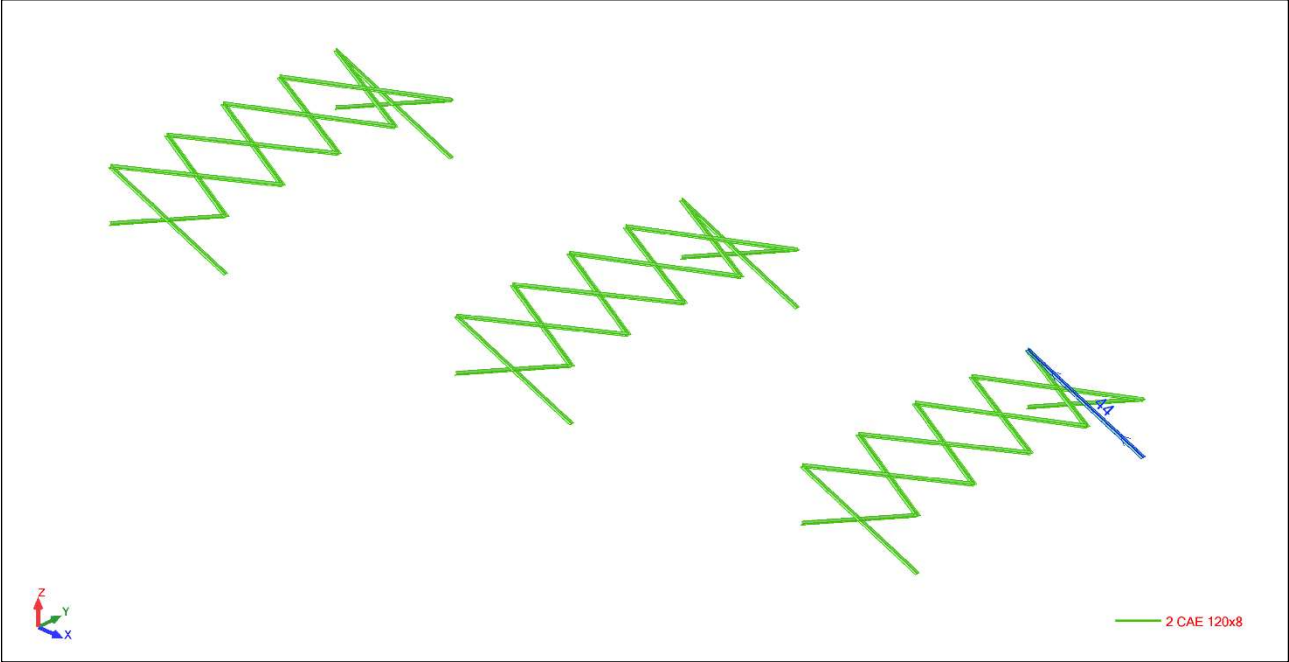


Ilustração 101. Descrição dos perfis metálicos

Terças da cobertura

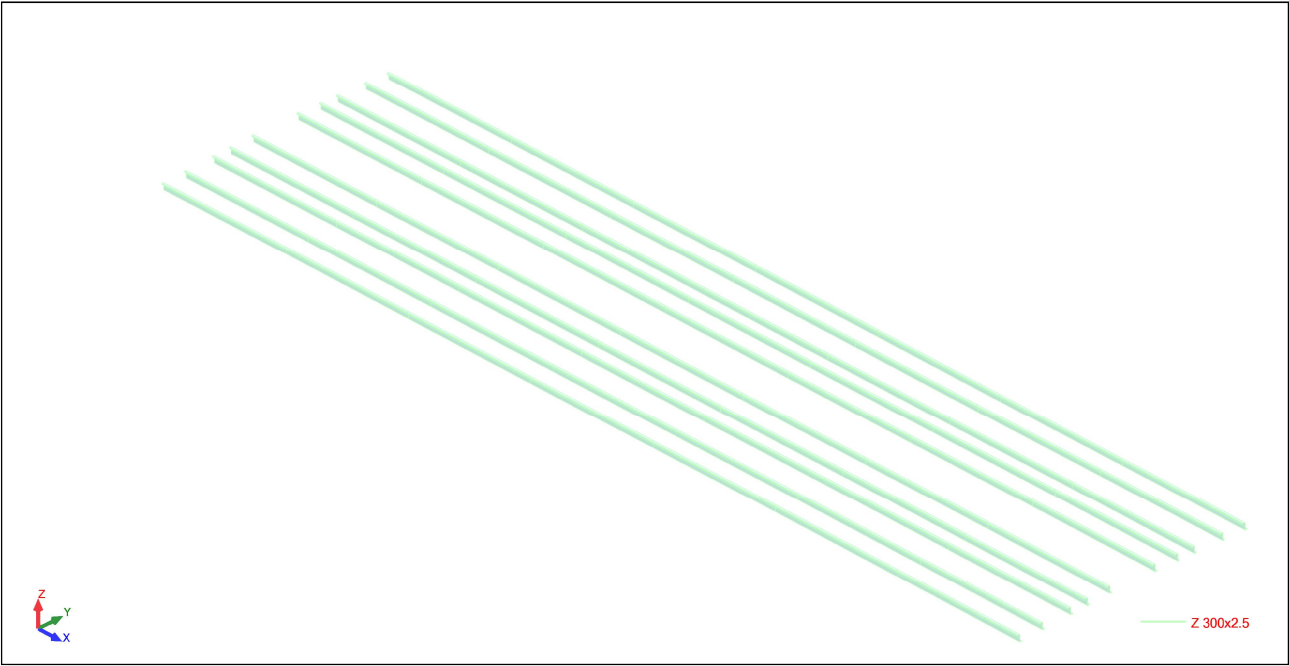


Ilustração 102. Descrição dos perfis metálicos

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 67 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Liberação de momentos nos nós

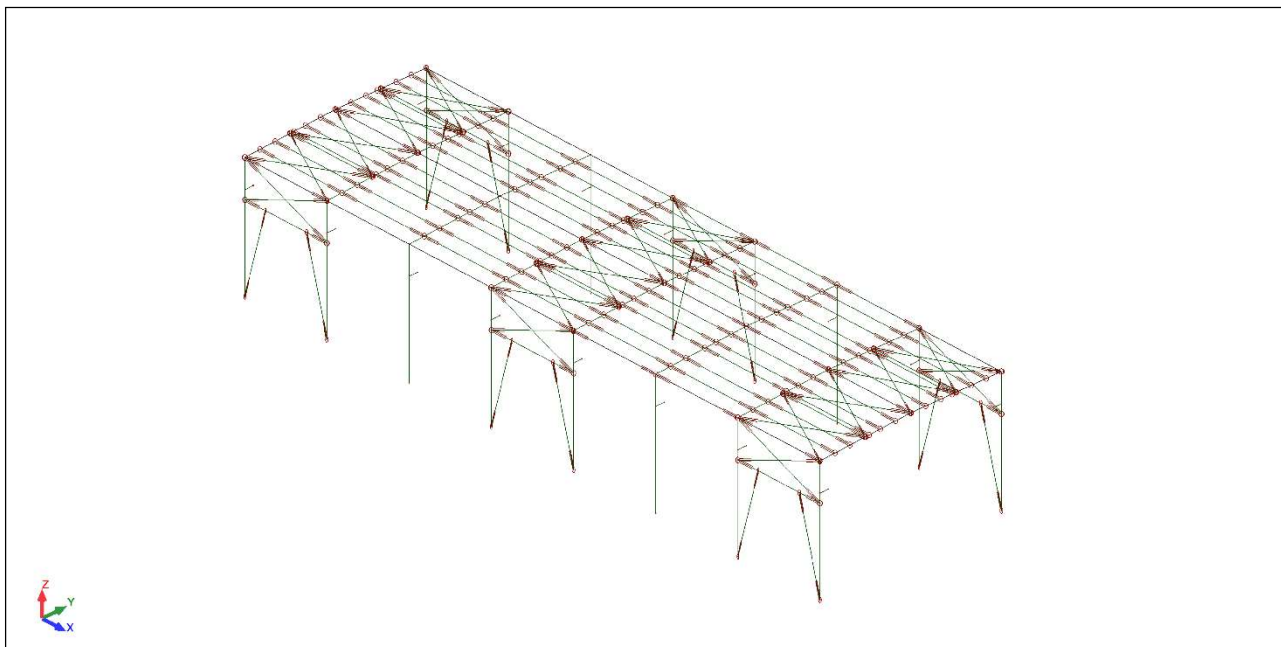


Ilustração 103. Liberação de momentos nos nó

Cliente		Empreiteiro EPC			
					
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	68 de 130
Código AdA			Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001			AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.9.4. Resultados do projeto de elementos de aço

Relação demanda/capacidade de todas as barras

Legenda	Limite inferior	Limite superior	Fora dos limites	Dentro dos limites	Mín.	Máx.
Relação	0,0	1,00		1A112 134A154 171A175 177A185 156 187A204 206A214 216A239	0,00	0,90

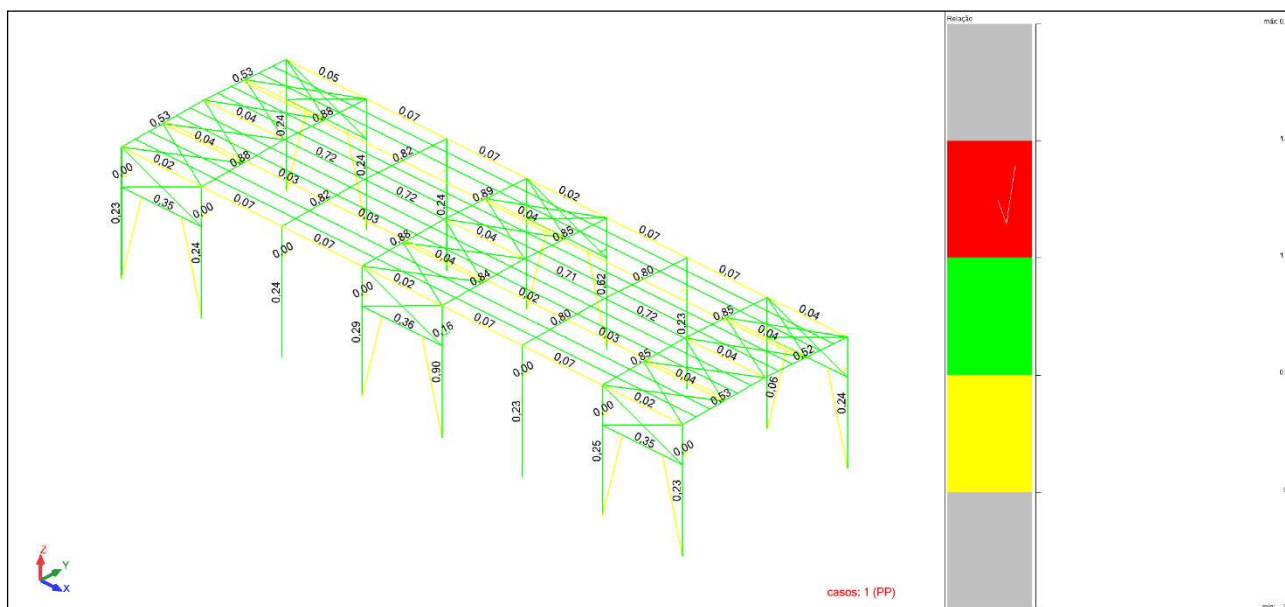


Ilustração 104. Relação demanda/capacidade de todas as barra

Membro	Seção	Material	Lay	Laz	Relação	Caso
18 Pilar V1_18	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.90	135 ELU 114
25 Viga_25	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.89	29 ELU 8
24 Viga_24	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.88	29 ELU 8
33 Viga_33	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.88	29 ELU 8
32 Viga_32	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.88	29 ELU 8
12	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.85	29 ELU 8

Cliente 		Empreiteiro EPC   			
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	69 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

150	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.85	29 ELU 8
21 Viga_21	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.85	29 ELU 8
20 Viga_20	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.84	29 ELU 8
29 Viga_29	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.82	29 ELU 8
28 Viga_28	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.82	29 ELU 8
17 Viga_17	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.80	29 ELU 8
16 Viga_16	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.80	29 ELU 8
71 Viga_71	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.72	29 ELU 8
67 Viga_67	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.72	29 ELU 8
199 Correias_199	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
204 Correias_204	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
196 Correias_196	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
200 Correias_200	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
172 Correias_172	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
152 Correias_152	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
151 Correias_151	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
171 Correias_171	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
70 Viga_70	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.72	29 ELU 8
229 Correias_229	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
225 Correias_225	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
227 Correias_227	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
232 Correias_232	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
197 Correias_197	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
202 Correias_202	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
231 Correias_231	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
218 Correias_218	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
226 Correias_226	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
223 Correias_223	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
188 Correias_188	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
193 Correias_193	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.72	29 ELU 8
173 Correias_173	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8

Cliente 		Empreiteiro EPC   			
Projeto nº. Sistema de dessalinização na região do Algarve	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 70 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

153 Correias_153	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
208 Correias_208	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
213 Correias_213	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
178 Correias_178	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
183 Correias_183	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
207 Correias_207	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
212 Correias_212	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
184 Correias_184	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
179 Correias_179	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
198 Correias_198	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
203 Correias_203	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
222 Correias_222	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
217 Correias_217	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
175 Correias_175	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
154 Correias_154	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
194 Correias_194	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
189 Correias_189	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
233 Correias_233	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
228 Correias_228	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.71	29 ELU 8
68 Viga_68	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.71	29 ELU 8
19 Pilar V1_19	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.62	151 ELU 130
36 Viga_36	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.53	143 ELU 122
37 Viga_37	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.53	143 ELU 122
8	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.53	143 ELU 122
9	IPE 500	S 275	31.35	148.71	0.52	143 ELU 122
219 Correias_219	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
224 Correias_224	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
214 Correias_214	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
209 Correias_209	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	71 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

190 Correias_190	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
195 Correias_195	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
210 Correias_210	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
206 Correias_206	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
220 Correias_220	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.49	29 ELU 8
177 Correias_177	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
181 Correias_181	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
216 Correias_216	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
187 Correias_187	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
191 Correias_191	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
180 Correias_180	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
185 Correias_185	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.48	29 ELU 8
107 Viga_107	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.36	151 ELU 130
105 Viga_105	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.36	151 ELU 130
109 Viga_109	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.36	151 ELU 130
106 Viga_106	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.36	151 ELU 130
104 Viga_104	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.35	151 ELU 130
108 Viga_108	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.35	151 ELU 130
44 Barra v1_44	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.35	151 ELU 130
4 Barra v1_4	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.35	150 ELU 129
5 Barra v1_5	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.35	151 ELU 130
43 Barra v1_43	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.35	150 ELU 129
42 Barra v1_42	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.34	151 ELU 130
2 Barra v1_2	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.34	150 ELU 129

Cliente 		Empreiteiro EPC 			
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	72 de 130	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001			

3 Barra v1_3	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.33	151 ELU 130
41 Barra v1_41	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.33	150 ELU 129
13 Barra v1_13	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.31	151 ELU 130
39 Barra v1_39	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.31	151 ELU 130
38 Barra v1_38	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.30	150 ELU 129
23 Pilar V1_23	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.30	143 ELU 122
40 Barra v1_40	2 CAE 120x8	S 275	176.08	65.90	0.30	150 ELU 129
22 Pilar V1_22	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.29	127 ELU 106
11 Pilar V1_11	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.26	143 ELU 122
10 Pilar V1_10	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.25	29 ELU 8
7	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	143 ELU 122
31 Pilar V1_31	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	29 ELU 8
30 Pilar V1_30	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	29 ELU 8
27 Pilar V1_27	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	29 ELU 8
35 Pilar V1_35	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	143 ELU 122
26 Pilar V1_26	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.24	29 ELU 8
14 Pilar V1_14	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.23	29 ELU 8
15 Pilar V1_15	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.23	29 ELU 8
6	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.23	127 ELU 106
34 Pilar V1_34	HEB 400	S 275	64.71	110.87	0.23	127 ELU 106
90 Barra v1_90	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	151 ELU 130
88 Barra v1_88	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	151 ELU 130

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	73 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

80 Barra v1_80	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	151 ELU 130
78 Barra v1_78	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	151 ELU 130
103 Barra v1_103	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	151 ELU 130
101 Barra v1_101	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.21	150 ELU 129
100 Barra v1_100	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	151 ELU 130
102 Barra v1_102	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	150 ELU 129
89 Barra v1_89	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	150 ELU 129
81 Barra v1_81	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	150 ELU 129
87 Barra v1_87	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	150 ELU 129
79 Barra v1_79	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.20	150 ELU 129
83 Barra v1_83	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.17	29 ELU 8
93 Barra v1_93	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.17	29 ELU 8
95 Barra v1_95	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.16	271 ELU 140
99 Barra v1_99	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.16	269 ELU 138
140 Viga_140	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.16	151 ELU 130
98 Barra v1_98	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.16	271 ELU 140
96 Barra v1_96	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	269 ELU 138
1 Barra simples_1	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	271 ELU 140
76 Barra v1_76	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	271 ELU 140
84 Barra v1_84	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	269 ELU 138

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	74 de 130
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

92 Barra v1_92	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	269 ELU 138
75 Barra v1_75	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	269 ELU 138
77 Barra v1_77	2 CAE 120x8	S 275	184.22	68.95	0.15	269 ELU 138
141 Viga_141	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.11	151 ELU 130
63 Viga_63	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	143 ELU 122
56 Viga_56	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	143 ELU 122
64 Viga_64	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	161 FIRE 4
57 Viga_57	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	161 FIRE 4
61 Viga_61	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	29 ELU 8
60 Viga_60	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	29 ELU 8
53 Viga_53	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	29 ELU 8
54 Viga_54	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.07	29 ELU 8
85 Barra simples_85	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	151 ELU 130
51 Barra simples_51	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	150 ELU 129
112 Barra simples_112	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	151 ELU 130
48 Barra simples_48	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	151 ELU 130
47 Barra simples_47	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	150 ELU 129
111 Barra simples_111	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	150 ELU 129
50 Barra simples_50	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	151 ELU 130
49 Barra simples_49	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.06	150 ELU 129
110 Barra simples_110	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.05	151 ELU 130
46 Barra simples_46	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.05	151 ELU 130

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº. Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 75 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

45 Barra simples_45	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.05	150 ELU 129
86 Barra simples_86	TCAR 200x10	S 275	76.87	76.87	0.05	150 ELU 129
65 Viga_65	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.05	151 ELU 130
72 Viga_72	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
59	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.04	150 ELU 129
69 Viga_69	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
66	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	29 ELU 8
82 Viga_82	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
91 Viga_91	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
94 Viga_94	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
97 Viga_97	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	33 ELU 12
73 Viga_73	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	269 ELU 138
74 Viga_74	TCAR 120x4	S 275	126.84	63.42	0.04	269 ELU 138
221 Viga_221	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	161 FIRE 4
182 Viga_182	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	161 FIRE 4
238 Viga_238	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	161 FIRE 4
234 Viga_234	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	151 ELU 130
237 Viga_237	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	29 ELU 8
211 Viga_211	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.03	29 ELU 8
235 Viga_235	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	151 ELU 130
192 Viga_192	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	151 ELU 130
62 Viga_62	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.02	29 ELU 8
55 Viga_55	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.02	29 ELU 8
58 Viga_58	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.02	29 ELU 8
52	TCAR 200x10	S 275	78.26	78.26	0.02	29 ELU 8
174 Viga_174	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº. Sistema de dessalinização na região do Algarve	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 76 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

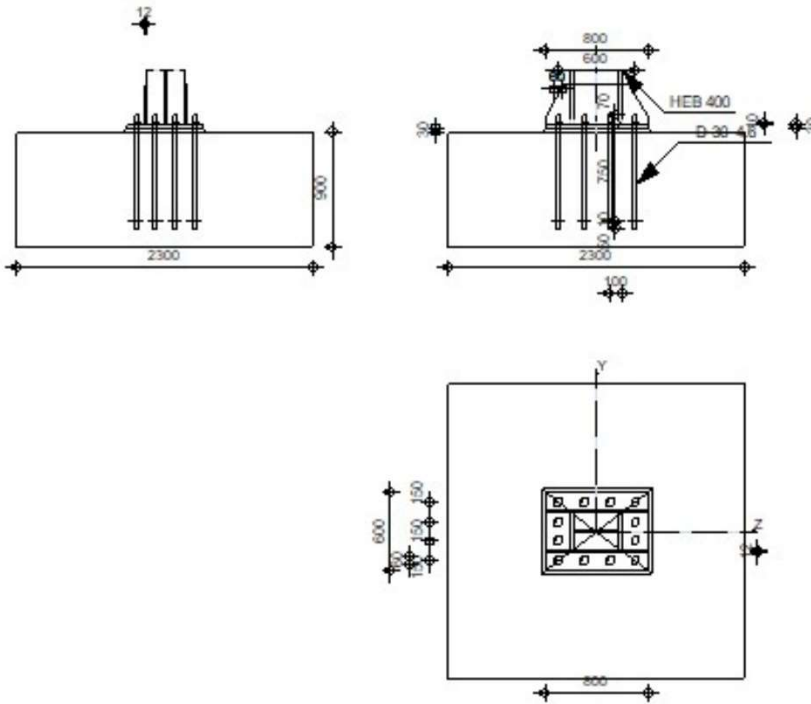
156 Viga_156	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8
239 Viga_239	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8
201 Viga_201	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8
236 Viga_236	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8
230 Viga_230	Z 300x2.5	S 275	52.06	74.24	0.02	29 ELU 8
137 Viga_137	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
135 Viga_135	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
149 Viga_149	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
143 Viga_143	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
147 Viga_147	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
136 Viga_136	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
134 Viga_134	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
148 Viga_148	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
139 Viga_139	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
146 Viga_146	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
142 Viga_142	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
145 Viga_145	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140
138 Viga_138	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	269 ELU 138
144 Viga_144	HEA 340	S 275	4.17	8.04	0.00	271 ELU 140

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 77 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

4.3.9.5. Projeto e verificação das conexões principais

Placa de ancoragem

	Robot	Structural	Analysis	Professional	2025	
	Projeto da base da coluna fixa					
	Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide:					Relação 0,90
	Design of fastenings in concrete					



Geral

Nº de conexão: 1

Nome da conexão: Pié de pilar engastado

Nó estrutural: 21

Barras estruturais: 18

Geometria

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 78 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Coluna

Seção: HEB 400

Barra N°: 18

$L_c = 8,20$ [m] Comprimento da coluna
 $\alpha = 0,0$ [Deg] Âng. de inclinação
 $h_c = 400$ [mm] Altura da seção da coluna
 $b_{fc} = 300$ [mm] Largura da seção da coluna
 $t_{wc} = 14$ [mm] Espessura da alma da seção da coluna
 $t_{fc} = 24$ [mm] Espessura da mesa da seção da coluna
 $r_c = 27$ [mm] Raio de concordância de seção da coluna
 $A_c = 197,78$ [cm²] Área de seção transversal do pilar
 $I_{yc} = 57680,50$ [cm⁴] Momento de inércia da seção do pilar

Material: S 275

$f_{yc} = 275,00$ [MPa] Resistência
 $f_{uc} = 430,00$ [MPa] Resistência de elasticidade de um material

Base da coluna

$l_{pd} = 800$ [mm] Comprimento
 $b_{pd} = 600$ [mm] Largura
 $t_{pd} = 30$ [mm] Espessura

Material: S 275

$f_{ypd} = 275,00$ [MPa] Resistência
 $f_{upd} = 430,00$ [MPa] Resistência de elasticidade de um material

Ancoragem

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 79 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

O plano de cisalhamento passa através da parte NÃO ROSQUEADA do parafuso.

Classe = 4 . 6

Classe da âncora

$f_{yb} = 240,00$ [MPa] Força de limite de escoamento do material da âncora

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Força de tração do material da âncora

$d = 30$ [mm] Diâmetro do parafuso

$A_s = 5,61$ [cm²] Área efetiva da seção de um parafuso

$A_v = 7,07$ [cm²] Área de seção do parafuso

$n_H = 4$ Número de colunas de parafusos

$n_v = 4$ Número de linhas de parafusos

Espaçamento horizontal $e_{Hi} = 200;200$ [mm]

Espaçamento vertical $e_{Vi} = 150;150$ [mm]

Dimensões de âncora

$L_1 = 70$ [mm]

$L_2 = 750$ [mm]

$L_3 = 50$ [mm]

Placa de resistência

$d = 100$ [mm] Diâmetro

$t_p = 10$ [mm] Espessura

Material: S 275

$f_y = 275,00$ [MPa] Resistência

Arruela

$l_{wd} = 60$ [mm] Comprimento

$b_{wd} = 60$ [mm] Largura

$t_{wd} = 10$ [mm] Espessura

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	80 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Enrijecedor

$l_s = 800$ [mm] Comprimento

$h_s = 300$ [mm] Altura

$t_s = 12$ [mm] Espessura

$d_1 = 50$ [mm] Corte

$d_2 = 50$ [mm] Corte

Fatores de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Fator de segurança parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$ Fator de segurança parcial

$\gamma_C = 1,50$ Fator de segurança parcial

Sapata distribuída

$L = 2300$ [mm] Comprimento da sapata distribuída

$B = 2300$ [mm] Largura da sapata distribuída

$H = 900$ [mm] Altura da sapata distribuída

Concreto

Classe C40/50

$f_{ck} = 40,00$ [MPa] Resistência característica à compressão

Camada de reboco

$t_g = 30$ [mm] Espessura da camada de nivelção (reboco)

$f_{ck,g} = 12,00$ [MPa] Resistência característica à compressão

$C_{f,d} = 0,30$ Coef. de fricção entre a placa de base e o concreto

Soldas

$a_p = 10$ [mm] Placa da sapata da base do pilar

$a_s = 4$ [mm] Enrijecedores

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 81 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Cargas

Caso: 127: ELU 106 $(1+2+3) * 1.00 + 4 * 0.30 + (14+18) * -0.30 + (16+20) * -1.00$

$N_{j,Ed} = -18,66$ [kN] Força axial

$V_{j,Ed,y} = -12,68$ [kN] Força de cisalhamento

$V_{j,Ed,z} = -38,06$ [kN] Força de cisalhamento

$M_{j,Ed,y} = -224,52$ [kN*m] Momento fletor

$M_{j,Ed,z} = -23,84$ [kN*m] Momento fletor

Resultados

Zona de compressão

COMPRESSÃO DO CONCRETO

$f_{cd} = 26,67$ [MPa] Resistência do projeto à compressão EN 1992-1:[3.1.6.(1)]

$f_j = 40,98$ [MPa] Resistência portante do projeto debaixo da placa de base [6.2.5.(7)]

$$c = t_p \sqrt{(f_{yp} / (3 * f_j * \gamma_{M0}))}$$

$c = 45$ [mm] Largura adicional da zona de pressão do apoio [6.2.5.(4)]

$b_{eff} = 114$ [mm] Largura efetiva da zona de pressão do apoio debaixo da mesa [6.2.5.(3)]

$l_{eff} = 390$ [mm] Comprimento efetivo da zona de pressão do apoio debaixo da mesa [6.2.5.(3)]

$A_{c0} = 443,30$ [cm²] Área da junta entre a placa de base e a sapata EN 1992-1:[6.7.(3)]

$A_{c1} = 3989,68$ [cm²] Área máxima de projeto da distribuição de carga EN 1992-1:[6.7.(3)]

$$F_{rd,u} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{(A_{c1} / A_{c0})} \leq 3 * A_{c0} * f_{cd}$$

$F_{rd,u} = 3546,38$ [kN] Resistência portante do concreto EN 1992-1:[6.7.(3)]

$\beta_j = 0,67$ Fator de redução para compressão [6.2.5.(7)]

$$f_{jd} = \beta_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$$

$f_{jd} = 53,33$ [MPa] Resistência portante do projeto [6.2.5.(7)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 82 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$A_{c,n} = 2376,93 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de pressão para compressão [6.2.8.2.(1)]

$A_{c,y} = 786,26 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de pressão para curvatura My [6.2.8.3.(1)]

$A_{c,z} = 813,93 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de pressão para curvatura Mz [6.2.8.3.(1)]

$$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} \cdot f_{jd}$$

$F_{c,Rd,n} = 12676,94 \text{ [kN]}$ Resistência portante do concreto para compressão [6.2.8.2.(1)]

$F_{c,Rd,y} = 4193,37 \text{ [kN]}$ Resistência portante do concreto para curvatura My [6.2.8.3.(1)]

$F_{c,Rd,z} = 4340,97 \text{ [kN]}$ Resistência portante do concreto para curvatura Mz [6.2.8.3.(1)]

ALMA E MESA E ALME DA COLUNA EM COMPRESSÃO

$CL = 1,00$ Classe da seção EN 1993-1-1:[5.5.2]

$W_{pl,y} = 7071,91 \text{ [cm}^3\text{]}$ Módulo plástico da seção EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{c,Rd,y} = 1944,78 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$ Resistência do projeto da seção em flexão EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_{f,y} = 484 \text{ [mm]}$ Distância entre os centroides das mesas [6.2.6.7.(1)]

$$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$$

$F_{c,fc,Rd,y} = 4018,59 \text{ [kN]}$ Resistência da mesa e da alma comprimidas [6.2.6.7.(1)]

$W_{pl,z} = 4099,25 \text{ [cm}^3\text{]}$ Módulo plástico da seção EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{c,Rd,z} = 1127,29 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$ Resistência do projeto da seção em flexão EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_{f,z} = 312 \text{ [mm]}$ Distância entre os centroides das mesas [6.2.6.7.(1)]

$$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$$

$F_{c,fc,Rd,z} = 3613,12 \text{ [kN]}$ Resistência da mesa e da alma comprimidas [6.2.6.7.(1)]

RESISTÊNCIAS DE SAPATA DISTRIBUÍDA NA ZONA DE COMPRESSÃO

$$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$$

$N_{j,Rd} = 12676,94 \text{ [kN]}$ Resistência de uma sapata distribuída quanto à compressão axial [6.2.8.2.(1)]

$$F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 83 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$F_{C,Rd,y} = 4018,59$ [kN] Resistência da sapata distribuída na zona de compressão [6.2.8.3]

$$F_{C,Rd,z} = \min(F_{C,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$$

$F_{C,Rd,z} = 3613,12$ [kN] Resistência da sapata distribuída na zona de compressão [6.2.8.3]

Zona em tensão

FALHA NO AÇO

$A_b = 5,61$ [cm²] Área efetiva da âncora [Tabela 3.4]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Força de tração do material da âncora [Tabela 3.4]

$\beta = 0,85$ Fator de redução da resistência da âncora [3.6.1.(3)]

$$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$$

$F_{t,Rd,s1} = 137,33$ [kN] Resistência da âncora quanto à falha em aço [Tabela 3.4]

$$F_{t,Rd,s} = F_{t,Rd,s1}$$

$F_{t,Rd,s} = 137,33$ [kN] Resistência da âncora quanto à falha em aço

FALHA DE ARRANCAMENTO

$f_{ck} = 40,00$ [MPa] Força de compressão característica do concreto EN 1992-1-[3.1.2]

$A_h = 71,47$ [cm²] Área de apoio da cabeça CEB [15.1.2.3]

$p_k = 300,00$ [MPa] Força característica do concreto (arrancamento) CEB [15.1.2.3]

$\gamma_{Mp} = 2,16$ Fator de segurança parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / \gamma_{Mp}$$

$F_{t,Rd,p} = 248,16$ [kN] Capacidade de levantamento do projeto CEB [9.2.3]

FALHA NO CONE DE CONCRETO

$h_{ef} = 617$ [mm] Profundidade efetiva de ancoragem CEB [9.2.4]

$$N_{Rk,c}^0 = 9.0 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0 = 871,66$ [kN] Resistência característica de uma âncora CEB [9.2.4]

$s_{cr,N} = 1850$ [mm] Largura crítica do cone de concreto CEB [9.2.4]

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 84 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$N_{Rk,c}^0 = 871,66$ [kN] Resistência característica de uma âncora CEB [9.2.4]

$c_{cr,N} = 925$ [mm] Distância da borda crítica CEB [9.2.4]

$A_{c,N0} = 34225,00$ [cm²] Área máxima do cone de concreto CEB [9.2.4]

$A_{c,N} = 10206,25$ [cm²] Área real do cone de concreto CEB [9.2.4]

$$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$$

$\psi_{A,N} = 0,30$ Fator relativo ao espaçamento entre a âncora e a distância da borda CEB [9.2.4]

$c = 850$ [mm] Distância mínima da borda à âncora CEB [9.2.4]

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1.0$$

$\psi_{s,N} = 0,98$ Fator levando em conta a influência de bordas do membro de concreto na distribuição CEB de tensões no concreto [9.2.4]

$\psi_{ec,N} = 1,00$ Fator relativo à distribuição de forças de tração atuantes em âncoras CEB [9.2.4]

$$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$$

$\psi_{re,N} = 1,00$ Fator de esfoliação do casca CEB [9.2.4]

$\psi_{ucr,N} = 1,00$ Fator levando em conta se a ancoragem está em concreto fissurado ou não CEB [9.2.4]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Fator de segurança parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$$

$F_{t,Rd,c} = 117,41$ [kN] Resistência da âncora do projeto à falha do cone de concreto EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE UMA ÂNCORA

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c})$$

$F_{t,Rd} = 117,41$ [kN] Resistência à tração de uma âncora

CURVATURA DA PLACA DE BASE

Momento fletor $M_{j,Ed,y}$

$l_{eff,1} = 348$ [mm] Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 1 [6.2.6.5]

$l_{eff,2} = 348$ [mm] Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2 [6.2.6.5]

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 85 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$l_{eff,1} = 348$ [mm] Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 1 [6.2.6.5]

$m = 64$ [mm] Distância de um parafuso à borda enrijecedora [6.2.6.5]

$M_{pl,1,Rd} = 21,56$ [kN*m] Resistência plástica de uma placa para modo 1 [6.2.4]

$M_{pl,2,Rd} = 21,56$ [kN*m] Resistência plástica de uma placa para modo 2 [6.2.4]

$F_{T,1,Rd} = 1354,33$ [kN] Resistência de uma placa para modo 1 [6.2.4]

$F_{T,2,Rd} = 561,88$ [kN] Resistência de uma placa para modo 2 [6.2.4]

$F_{T,3,Rd} = 469,66$ [kN] Resistência de uma placa para modo 3 [6.2.4]

$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$

$F_{t,pl,Rd,y} = 469,66$ [kN] Resistência à tensão de uma placa [6.2.4]

Momento fletor $M_{j,Ed,z}$

$l_{eff,1} = 250$ [mm] Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 1 [6.2.6.5]

$l_{eff,2} = 250$ [mm] Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2 [6.2.6.5]

$m = 52$ [mm] Distância de um parafuso à borda enrijecedora [6.2.6.5]

$M_{pl,1,Rd} = 15,48$ [kN*m] Resistência plástica de uma placa para modo 1 [6.2.4]

$M_{pl,2,Rd} = 15,48$ [kN*m] Resistência plástica de uma placa para modo 2 [6.2.4]

$F_{T,1,Rd} = 1198,31$ [kN] Resistência de uma placa para modo 1 [6.2.4]

$F_{T,2,Rd} = 527,21$ [kN] Resistência de uma placa para modo 2 [6.2.4]

$F_{T,3,Rd} = 469,66$ [kN] Resistência de uma placa para modo 3 [6.2.4]

$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$

$F_{t,pl,Rd,z} = 469,66$ [kN] Resistência à tensão de uma placa [6.2.4]

RESISTÊNCIAS DA SAPATA DISTRIBUÍDA NA ZONA DE TENSÃO

$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$

$F_{T,Rd,y} = 469,66$ [kN] Resistência da base de uma coluna na zona de tensão [6.2.8.3]

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	86 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$$

$$F_{T,Rd,z} = 469,66 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da base de uma coluna na zona de tensão [6.2.8.3]}$$

Controle de resistência da conexão

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)		$0,00 < 1,00$	verificado	(0,00)
$e_y =$	12034 [mm]	Excentricidade da força axial	[6.2.8.3]	
$z_{c,y} =$	242 [mm]	Braço de alavanca $F_{C,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]	
$z_{t,y} =$	300 [mm]	Braço de alavanca $F_{T,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]	
$M_{j,Rd,y} =$	259,77 [kN*m]	Resistência da conexão à flexão	[6.2.8.3]	
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)		$0,86 < 1,00$	verificado	(0,86)
$e_z =$	1278 [mm]	Excentricidade da força axial	[6.2.8.3]	
$z_{c,z} =$	156 [mm]	Braço de alavanca $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]	
$z_{t,z} =$	225 [mm]	Braço de alavanca $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]	
$M_{j,Rd,z} =$	203,82 [kN*m]	Resistência da conexão à flexão	[6.2.8.3]	
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)		$0,12 < 1,00$	verificado	(0,12)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$		$0,98 < 1,00$	verificado	(0,98)

Cisalhamento

PRESSÃO DO APOIO DE UM PARAFUSO DE ANCORAGEM CONTRA A PLACA DE BASE

Força de cisalhamento $V_{j,Ed,y}$

$$\alpha_{d,y} = 0,78 \quad \text{Coef. dependente da posição do parafuso - na direção de cisalhamento} \quad \text{[Tabela 3.4]}$$

$$\alpha_{b,y} = 0,78 \quad \text{Coef. para cálculo da resistência } F_{1,vb,Rd} \quad \text{[Tabela 3.4]}$$

$$k_{1,y} = 2,50 \quad \text{Coef. dependente da posição do parafuso - perpendicular à direção de cisalhamento} \quad \text{[Tabela 3.4]}$$

$$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$$

$$F_{1,vb,Rd,y} = \frac{604,6}{9} \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do parafuso de ancoragem para a pressão do apoio contra a placa de base} \quad \text{[6.2.2.(7)]}$$

Força de cisalhamento $V_{j,Ed,z}$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	87 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$\alpha_{d,z} = 1,04$ Coef. dependente da posição do parafuso - na direção de cisalhamento [Tabela 3.4]

$\alpha_{b,z} = 0,93$ Coef. para cálculo da resistência $F_{1,vb,Rd}$ [Tabela 3.4]

$k_{1,z} = 2,50$ Coef. dependente da posição do parafuso - perpendicular à direção de cisalhamento [Tabela 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$$

$$F_{1,vb,Rd,z} = \begin{matrix} 720,0 \\ 0 \end{matrix} \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do parafuso de ancoragem para a pressão do apoio contra a placa de base} \quad [6.2.2.(7)]$$

CISALHAMENTO DE UM PARAFUSO DA ÂNCORA

$\alpha_b = 0,37$ Coef. para cálculo da resistência $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 7,07 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de seção do parafuso [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 400,00 \text{ [MPa]}$ Força de tração do material da âncora [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Fator de segurança parcial [6.2.2.(7)]

$$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$$

$F_{2,vb,Rd} = 83,24 \text{ [kN]}$ Resistência ao cisalhamento de um parafuso - sem braço de alavanca [6.2.2.(7)]

FALHA DE ALAVANCAMENTO DO CONCRETO

$N_{Rk,c} = 253,62 \text{ [kN]}$ Capacidade de levantamento do projeto CEB [9.2.4]

$k_3 = 2,00$ Fator relativo ao comprimento da âncora CEB [9.3.3]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Fator de segurança parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,cp} = 234,83 \text{ [kN]}$ Resistência do concreto para falha de alavancamento CEB [9.3.1]

FALHA DE BORDA DO CONCRETO

Força de cisalhamento $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 = \frac{1198,4}{5} \text{ [kN]}$ Resistência característica de uma âncora CEB [9.3.4.(a)]

$\psi_{A,v,y} = 0,40$ Fator relativo ao espaçamento entre a âncora e a distância da borda CEB [9.3.4]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 88 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$V_{Rk,c,y} = 1198,4$	Resistência característica de uma âncora	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{h,V,y} = 1,16$	Fator relativo à espessura da fundação	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,y} = 0,88$	Fator relativo à influência de bordas paralelas à carga de cisalhamento	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,y} = 1,00$	Fator levando em consideração um efeito de grupo quando cargas de cisalhamento diferentes estiverem atuando nas âncoras individuais em um grupo	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,y} = 1,00$	Fator relativo ao ângulo no qual a carga de cisalhamento é aplicada	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,y} = 1,00$	Fator relativo ao tipo de armadura da borda usada	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} = 2,16$	Fator de segurança parcial	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,y} = \frac{V_{Rk,c,y} \cdot \psi_{A,V,y} \cdot \psi_{h,V,y} \cdot \psi_{s,V,y} \cdot \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{\alpha,V,y} \cdot \psi_{ucr,V,y}}{\gamma_{Mc}}$		
$F_{v,Rd,c,y} = 225,10$	Resistência do concreto quanto à falha de borda CEB [9.3.1]	

Força de cisalhamento $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z} = 1055$	Resistência característica de uma âncora	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} = 0,51$	Fator relativo ao espaçamento entre a âncora e a distância da borda	CEB [9.3.4.]
$\psi_{h,V,z} = 1,12$	Fator relativo à espessura da fundação	CEB [9.3.4.(c)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	89 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Força de cisalhamento $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c}$	1055 [kN]	Resistência característica de uma âncora	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{s,V,z}$	$0,92$	Fator relativo à influência de bordas paralelas à carga de cisalhamento	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z}$	$1,00$	Fator levando em consideração um efeito de grupo quando cargas de cisalhamento diferentes estiverem atuando nas âncoras individuais em um grupo	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z}$	$1,00$	Fator relativo ao ângulo no qual a carga de cisalhamento é aplicada	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z}$	$1,00$	Fator relativo ao tipo de armadura da borda usada	CEB [9.3.4.(g)]
γ_{Mc}	$2,16$	Fator de segurança parcial	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z} \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = 257,96 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do concreto quanto à falha de borda CEB [9.3.1]}$$

RESISTÊNCIA A DESLIZAMENTO

$$C_{f,d} = 0,30 \quad \text{Coef. de fricção entre a placa de base e o concreto [6.2.2.(6)]}$$

$$N_{c,Ed} = 18,66 \text{ [kN]} \quad \text{Força de compressão [6.2.2.(6)]}$$

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$$

$$F_{f,Rd} = 5,60 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência a deslizamento [6.2.2.(6)]}$$

CONTROLE DO CISALHAMENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$$

$$V_{j,Rd,y} = 1004,47 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão ao cisalhamento CEB [9.3.1]}$$

$$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0 \quad 0,01 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,01)$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	90 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$$

$$V_{j,Rd,z} = 1004,47 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão ao cisalhamento} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

$$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,04 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,04)$$

$$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,05 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,05)$$

Verificação de enrijecedor

Placa trapezoidal paralela à alma do pilar

$$M_1 = 20,91 \text{ [kN*m]} \quad \text{Momento fletor atuante sobre um enrijecedor}$$

$$Q_1 = 209,06 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento atuante sobre um enrijecedor}$$

$$z_s = 61 \text{ [mm]} \quad \text{Localização do eixo neutro (da base da placa)}$$

$$I_s = 9848,7 \text{ [cm}^4\text{]} \quad \text{Momento de inércia de um enrijecedor}$$

$$\sigma_d = 6,55 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão normal na superfície de contato entre enrijecedor e placa} \quad \text{EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]}$$

$$\sigma_g = 57,14 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão normal nas fibras superiores} \quad \text{EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]}$$

$$\tau = 58,07 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangencial em um enrijecedor} \quad \text{EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]}$$

$$\sigma_z = 100,80 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão equivalente na superfície de contato entre enrijecedor e placa} \quad \text{EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]}$$

$$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp} / \gamma_{M0}) \leq 1.0 \quad (6.1) \quad 0,37 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,37)$$

Soldas entre a coluna e a placa de base

$$\sigma_{\perp} = 35,66 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão normal em uma solda} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$\tau_{\perp} = 35,66 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangencial perpendicular} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$\tau_{yII} = -1,08 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangencial paralela a } V_{j,Ed,y} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$\tau_{zII} = -1,92 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangencial paralela a } V_{j,Ed,z} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$\beta_w = 0,85 \quad \text{Coeficiente dependente da resistência} \quad [4.5.3.(7)]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 91 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	$0,12 < 1,00$	verificado	(0,12)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	$0,18 < 1,00$	verificado	(0,18)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	$0,12 < 1,00$	verificado	(0,12)

Soldas verticais dos enrijecedores

Placa trapezoidal paralela à alma do pilar

$\sigma_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Tensão normal em uma solda	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Tensão tangencial perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	105,57	[MPa]	Tensão tangencial paralela	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	0,00	[MPa]	Tensão equivalente total	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,85		Coeficiente dependente da resistência	[4.5.3.(7)]

$$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)} \quad 0,45 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,45)$$

Soldas transversais dos enrijecedores

Placa trapezoidal paralela à alma do pilar

$\sigma_{\perp} =$	92,39	[MPa]	Tensão normal em uma solda	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	92,39	[MPa]	Tensão tangencial perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	112,75	[MPa]	Tensão tangencial paralela	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	268,86	[MPa]	Tensão equivalente total	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,85		Coeficiente dependente da resistência	[4.5.3.(7)]

$$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)} \quad 0,66 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,66)$$

Rigidez da conexão

Momento fletor $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	114	[mm]	Largura efetiva da zona de pressão do apoio debaixo da mesa	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	390	[mm]	Comprimento efetivo da zona de pressão do apoio debaixo da mesa	[6.2.5.(3)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 92 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt[3]{(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)}$$

$$k_{13,y} = 28 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez do concreto comprimido} \quad [Tabela 6.11]$$

$$l_{eff} = 348 \quad [mm] \quad \text{Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2} [6.2.6.5]$$

$$m = 64 \quad [mm] \quad \text{Distância de um parafuso à borda enrijecedora} \quad [6.2.6.5]$$

$$k_{15,y} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$$

$$k_{15,y} = 15 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez da placa de base em tração} \quad [Tabela 6.11]$$

$$L_b = 325 \quad [mm] \quad \text{Profundidade efetiva de ancoragem} \quad [Tabela 6.11]$$

$$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$$

$$k_{16,y} = 3 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez da ancoragem à tração} \quad [Tabela 6.11]$$

$$\lambda_{0,y} = 0,55 \quad \text{Esbeltez da coluna} \quad [5.2.2.5.(2)]$$

$$S_{j,ini,y} = 67198,54 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Rigidez rotacional inicial} \quad [Tabela 6.12]$$

$$S_{j,rig,y} = 443155,06 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Resistência de uma conexão rígida} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y} \quad \text{SEMIRRÍGIDO} \quad [5.2.2.5.(2)]$$

Momento fletor $M_{j,Ed,z}$

$$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt[3]{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$$

$$k_{13,z} = 37 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez do concreto comprimido} \quad [Tabela 6.11]$$

$$l_{eff} = 250 \quad [mm] \quad \text{Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2} [6.2.6.5]$$

$$m = 52 \quad [mm] \quad \text{Distância de um parafuso à borda enrijecedora} \quad [6.2.6.5]$$

$$k_{15,z} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$$

$$k_{15,z} = 21 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez da placa de base em tração} \quad [Tabela 6.11]$$

$$L_b = 325 \quad [mm] \quad \text{Profundidade efetiva de ancoragem} \quad [Tabela 6.11]$$

$$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$$

$$k_{16,z} = 3 \quad [mm] \quad \text{Coef. de rigidez da ancoragem à tração} \quad [Tabela 6.11]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	93 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$\lambda_{0,z} = 1,28$ Esbeltez da coluna [5.2.2.5.(2)]

$S_{j,ini,z} = 77839,73 \text{ [kN*m]}$ Rigidez rotacional inicial [6.3.1.(4)]

$S_{j,rig,z} = 83121,59 \text{ [kN*m]}$ Resistência de uma conexão rígida [5.2.2.5]

$S_{j,ini,z} < S_{j,rig,z}$ SEMIRRÍGIDO [5.2.2.5.(2)]

Componente mais fraco:

FUNDAÇÃO - FALHA NA RETIRADA DE CONE DE CONCRETO

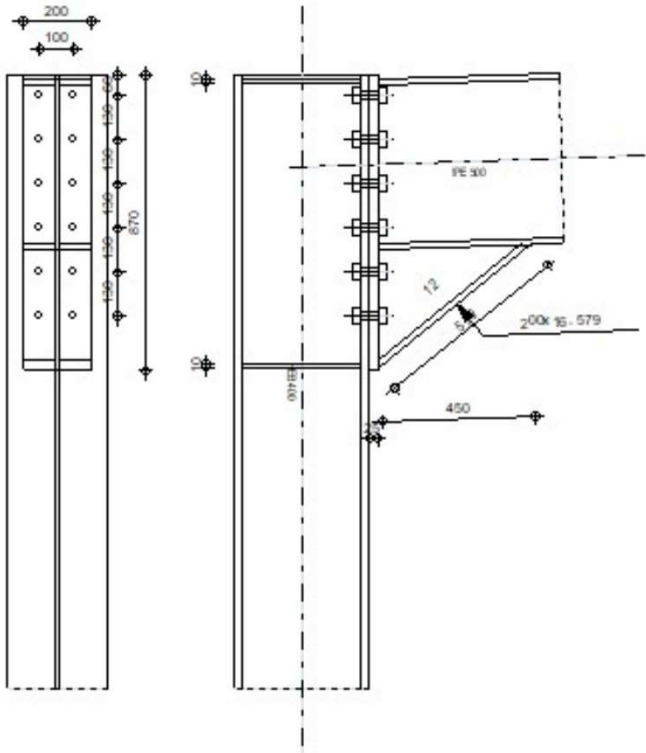
A conexão está em conformidade com a norma.

Relação 0,90

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 94 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Coluna-viga

	Robot	Structural	Analysis	Professional	2025	
	Projeto de conexão viga-para-coluna fixa					
	EN 1993-1-8:2005/AC:2009					Relação
						0,44



Geral

Nº de conexão: 2

Nome da conexão: Ângulo de pórtico

Nó estrutural: 22

Barras estruturais: 18, 20

Geometria

Coluna

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 95 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Seção: HEB 400

Barra N°: 18

$\alpha =$	-90,0	[Deg]	Âng. de inclinação
$h_c =$	400	[mm]	Altura da seção da coluna
$b_{fc} =$	300	[mm]	Largura da seção da coluna
$t_{wc} =$	14	[mm]	Espessura da alma da seção da coluna
$t_{fc} =$	24	[mm]	Espessura da mesa da seção da coluna
$r_c =$	27	[mm]	Raio de concordância de seção da coluna
$A_c =$	197,78	[cm ²]	Área de seção transversal do pilar
$I_{xc} =$	57680,50	[cm ⁴]	Momento de inércia da seção do pilar

Material: S 275

$f_{yc} =$	275,00	[MPa]	Resistência
------------	--------	-------	-------------

Viga

Seção: IPE 500

Barra N°: 20

$\alpha =$	1,8	[Deg]	Âng. de inclinação
$h_b =$	500	[mm]	Altura da seção da viga
$b_f =$	200	[mm]	Largura da seção da viga
$t_{wb} =$	10	[mm]	Espessura da alma da seção da viga
$t_{fb} =$	16	[mm]	Espessura da mesa da seção da viga
$r_b =$	21	[mm]	Raio de concordância da seção da viga
$r_b =$	21	[mm]	Raio de concordância da seção da viga
$A_b =$	115,52	[cm ²]	Área de seção transversal da viga
$I_{xb} =$	48198,50	[cm ⁴]	Momento de inércia da seção da viga

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 96 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$\alpha = 1,8$ [Deg] Âng. de inclinação

Material: S 275

$f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistência

Parafusos

O plano de cisalhamento passa através da parte NÃO ROSQUEADA do parafuso.

$d = 24$ [mm] Diâmetro do parafuso

Classe = 8.8 Classe do parafuso

$F_{tRd} = 203,33$ [kN] Resistência à tensão de um parafuso

$n_h = 2$ Número de colunas de parafusos

$n_v = 6$ Número de linhas de parafusos

$h_1 = 60$ [mm] Distância entre o primeiro parafuso e a borda superior da placa frontal

Espaçamento horizontal $e_i = 100$ [mm]

Espaçamento vertical $p_i = 130;130;130;130;130$ [mm]

Placa

$h_p = 870$ [mm] Altura da placa

$b_p = 200$ [mm] Largura da placa

$t_p = 25$ [mm] Espessura da placa

Material: S 275

$f_{yp} = 275,00$ [MPa] Resistência

Enrijecedor inferior

$w_d = 200$ [mm] Largura da placa

$t_{fd} = 16$ [mm] Espessura da mesa

$h_d = 350$ [mm] Altura da placa

$t_{wd} = 12$ [mm] Espessura da alma

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 97 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Enrijecedor inferior

$w_d = 200$ [mm] Largura da placa

$l_d = 450$ [mm] Comprimento da placa

$\alpha = 39,0$ [Deg] Âng. de inclinação

Material: S 275

$f_{ybu} = 275,00$ [MPa] Resistência

Enrijecedor da coluna

Superior

$h_{su} = 352$ [mm] Altura do enrijecedor

$b_{su} = 143$ [mm] Largura do enrijecedor

$t_{hu} = 10$ [mm] Espessura do enrijecedor

Material: S 275

$f_{ysu} = 275,00$ [MPa] Resistência

Inferior

$h_{sd} = 352$ [mm] Altura do enrijecedor

$b_{sd} = 143$ [mm] Largura do enrijecedor

$t_{hd} = 10$ [mm] Espessura do enrijecedor

Material: S 275

$f_{ysu} = 275,00$ [MPa] Resistência

Soldas de concordância

$a_w = 8$ [mm] Solda da alma

$a_f = 12$ [mm] Solda da mesa

$a_s = 8$ [mm] Solda do enrijecedor

$a_{fd} = 5$ [mm] Solda horizontal

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 98 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Fatores de material

$\gamma_{M0} =$	1,00	Fator de segurança parcial	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Fator de segurança parcial	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Fator de segurança parcial	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Fator de segurança parcial	[2.2]

Cargas

Estado limite definitivo

Caso: 29: ELU 8 (1+2) * 1.35 + 3 * 1.00 + 4 * 1.05 + 5 * 1.50

$M_{b1,Ed} =$	199,73 [kN*m]	Momento fletor na viga direita
$V_{b1,Ed} =$	119,20 [kN]	Força de cisalhamento na viga direita
$N_{b1,Ed} =$	-39,55 [kN]	Força axial na viga direita
$M_{c1,Ed} =$	199,58 [kN*m]	Momento fletor no pilar inferior
$V_{c1,Ed} =$	39,57 [kN]	Força de cisalhamento no pilar inferior
$N_{c1,Ed} =$	-123,84 [kN]	Força axial no pilar inferior

Resultados

Resistências da viga

COMPRESSÃO

$A_b =$	115,52 [cm ²]	Área	EN1993-1-1:[6.2.4]
$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$			
$N_{cb,Rd} =$	3176,86 [kN]	Resistência do projeto da seção à compressão	EN1993-1-1:[6.2.4]

CISALHAMENTO

$A_{vb} =$	101,87 [cm ²]	Área de cisalhamento	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{cb,Rd} =$	1617,47 [kN]	Resistência do projeto da seção ao cisalhamento	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	99 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$

$0,07 < 1,00$

verificado (0,07)

FLEXÃO - MOMENTO PLÁSTICO (SEM REFORÇOS)

$W_{plb} = 2194,26 \text{ [cm}^3\text{]}$ Módulo plástico da seção EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 603,42 \text{ [kN*m]}$ Resistência plástica da seção em flexão (sem enrijecedores) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLEXÃO NA SUPERFÍCIE DE CONTATO COM A PLACA OU COM O ELEMENTO CONECTADO

$W_{pl} = 4084,69 \text{ [cm}^3\text{]}$ Módulo plástico da seção EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 1123,29 \text{ [kN*m]}$ Resistência do projeto da seção em flexão EN1993-1-1:[6.2.5]

MESA E ALMA - COMPRESSÃO

$M_{cb,Rd} = 1123,29 \text{ [kN*m]}$ Resistência do projeto da seção em flexão EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 832 \text{ [mm]}$ Distância entre os centroides das mesas [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 1350,19 \text{ [kN]}$ Resistência da mesa e da alma comprimidas [6.2.6.7.(1)]

ALMA OU MESA DO REFORÇO - COMPRESSÃO - NÍVEL DA MESA INFERIOR DA VIGA

Apoios:

$\beta = 1,8 \text{ [Deg]}$ Ângulo entre a placa dianteira e a viga

$\gamma = 39,0 \text{ [Deg]}$ Ângulo de inclinação da placa de reforço

$b_{eff,c,wb} = 245 \text{ [mm]}$ Largura efetiva da alma em compressão [6.2.6.2.(1)]

$A_{vb} = 59,87 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de cisalhamento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,90$ Fator de redução para a interação com o cisalhamento [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 91,69 \text{ [MPa]}$ Tensão de compressão máxima na alma [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$ Fator de redução condicionado pelas tensões de compressão [6.2.6.2.(2)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 100 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$$

$$F_{c,wb,Rd1} = 798,92 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da alma da viga} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

Flambagem:

$$d_{wb} = 426 \text{ [mm]} \quad \text{Altura da alma comprimida} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_p = 1,07 \quad \text{Esbeltez da placa de um elemento} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\rho = 0,76 \quad \text{Fator de redução para a flambagem do elemento} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$$

$$F_{c,wb,Rd2} = 607,48 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da alma da viga} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

Resistência da mesa do reforço

$$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0.8 \gamma_{M0})$$

$$F_{c,wb,Rd3} = 1100,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da mesa do reforço} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

Resistência final:

$$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2}, F_{c,wb,Rd3})$$

$$F_{c,wb,Rd,low} = 607,48 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da alma da viga} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

Resistências da coluna

PANEL DA ALMA - CISALHAMENTO

$$M_{b1,Ed} = 199,73 \text{ [kN*m]} \quad \text{Momento fletor (viga direita)} \quad [5.3.(3)]$$

$$M_{b2,Ed} = 0,00 \text{ [kN*m]} \quad \text{Momento fletor (viga esquerda)} \quad [5.3.(3)]$$

$$V_{c1,Ed} = 39,57 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento (coluna inferior)} \quad [5.3.(3)]$$

$$V_{c2,Ed} = 0,00 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento (coluna superior)} \quad [5.3.(3)]$$

$$z = 725 \text{ [mm]} \quad \text{Braço da alavanca} \quad [6.2.5]$$

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$$

$$V_{wp,Ed} = 255,72 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento no painel da alma} \quad [5.3.(3)]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	101 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$A_{vs} = 69,98 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de cisalhamento da alma do pilar EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$A_{vc} = 69,98 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de cisalhamento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$d_s = 840 \text{ [mm]}$ Distância entre os centroides dos enrijecedores [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,fc,Rd} = 11,88 \text{ [kN*m]}$ Resistência plástica da mesa da coluna em flexão [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,stu,Rd} = 2,06 \text{ [kN*m]}$ Resistência plástica do enrijecedor transversal superior em flexão [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,sti,Rd} = 2,06 \text{ [kN*m]}$ Resistência plástica do enrijecedor transversal inferior em flexão [6.2.6.1.(4)]

$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} \cdot f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$

$V_{wp,Rd} = 1033,13 \text{ [kN]}$ Resistência do painel da alma do pilar em cisalhamento [6.2.6.1]

$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$ $0,25 < 1,00$ **verificado** (0,25)

ALMA - COMPRESSÃO TRANSVERSAL - NÍVEL DA MESA INFERIOR DA VIGA

Apoios:

$t_{wc} = 14 \text{ [mm]}$ Espessura efetiva da alma do pilar [6.2.6.2.(6)]

$b_{eff,c,wc} = 360 \text{ [mm]}$ Largura efetiva da alma em compressão [6.2.6.2.(1)]

$A_{vc} = 69,98 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área de cisalhamento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,78$ Fator de redução para a interação com o cisalhamento [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 57,82 \text{ [MPa]}$ Tensão de compressão máxima na alma [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$ Fator de redução condicionado pelas tensões de compressão [6.2.6.2.(2)]

$A_s = 28,65 \text{ [cm}^2\text{]}$ Área do enrijecedor da alma EN1993-1-1:[6.2.4]

$F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1} = 1834,81 \text{ [kN]}$ Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

Flambagem:

$d_{wc} = 298 \text{ [mm]}$ Altura da alma comprimida [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 0,82$ Esbeltez da placa de um elemento [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,92$ Fator de redução para a flambagem do elemento [6.2.6.2.(1)]

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	102 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Flambagem:

$d_{wc} = 298$ [mm] Altura da alma comprimida [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_s = 3,36$ Elbeltez do enrijecedor EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$\chi_s = 1,00$ Coeficiente de flambagem do enrijecedor EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$$F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$$

$F_{c,wc,Rd2} = 1755,03$ [kN] Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

Resistência final:

$$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$$

$F_{c,wc,Rd} = 1755,03$ [kN] Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

ALMA - COMPRESSÃO TRANSVERSAL - NÍVEL DA MESA SUPERIOR DA VIGA

Apoios:

$t_{wc} = 14$ [mm] Espessura efetiva da alma do pilar [6.2.6.2.(6)]

$b_{eff,c,wc} = 355$ [mm] Largura efetiva da alma em compressão [6.2.6.2.(1)]

$A_{vc} = 69,98$ [cm²] Área de cisalhamento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,79$ Fator de redução para a interação com o cisalhamento [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 57,82$ [MPa] Tensão de compressão máxima na alma [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$ Fator de redução condicionado pelas tensões de compressão [6.2.6.2.(2)]

$A_s = 28,65$ [cm²] Área do enrijecedor da alma EN1993-1-1:[6.2.4]

$$F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$$

$F_{c,wc,Rd1} = 1826,55$ [kN] Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

Flambagem:

$d_{wc} = 298$ [mm] Altura da alma comprimida [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 0,81$ Esbeltez da placa de um elemento [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,93$ Fator de redução para a flambagem do elemento [6.2.6.2.(1)]

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 103 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Flambagem:

$d_{wc} = 298$ [mm] Altura da alma comprimida [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_s = 3,36$ Elbeltez do enrijecedor EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$\chi_s = 1,00$ Coeficiente de flambagem do enrijecedor EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$$F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$$

$F_{c,wc,Rd2} = 1751,56$ [kN] Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

Resistência final:

$$F_{c,wc,Rd,upp} = \text{Min} (F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$$

$F_{c,wc,Rd,upp} = 1751,56$ [kN] Resistência da alma do pilar [6.2.6.2.(1)]

Parâmetros geométricos da conexão

COMPRIMENTOS EFETIVOS E PARÂMETROS - MESA DA COLUMNA

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	22	–	100	–	130	136	173	136	173	198	132	132	132
2	22	–	100	–	130	136	212	136	212	260	130	130	130
3	22	–	100	–	130	136	212	136	212	260	130	130	130
4	22	–	100	–	130	136	212	136	212	260	130	130	130
5	22	–	100	–	130	136	212	136	212	260	130	130	130
6	22	–	100	–	130	136	173	136	173	198	132	132	132

COMPRIMENTOS EFETIVOS E PARAMETROS - PLACA DIANTEIRA

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	36	–	50	–	130	225	269	225	269	243	231	231	231
2	36	–	50	–	130	225	206	206	206	260	130	130	130
3	36	–	50	–	130	225	206	206	206	260	130	130	130
4	36	–	50	–	130	225	206	206	206	260	130	130	130

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	104 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
5	36	–	50	–	130	225	206	206	206	260	130	130	130
6	36	–	50	–	130	225	206	206	206	243	168	168	168

m – Distância entre o parafuso e a alma

m_x – Distância entre o parafuso e a mesa da viga

e – Distância entre o parafuso e a borda exterior

e_x – Distância entre o parafuso e a borda exterior horizontal

p – Distância entre parafusos

l_{eff,cp} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos no modo de falha circular

l_{eff,nc} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos no modo de falha não circular

l_{eff,1} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 1

l_{eff,2} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2

l_{eff,cp,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos no modo de falha circular

l_{eff,nc,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos no modo de falha não circular

l_{eff,1,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos para o modo 1

l_{eff,2,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos para o modo 2

Resistência da conexão à compressão

$$N_{j,Rd} = \min (N_{cb,Rd} 2 F_{c,wb,Rd,low} , 2 F_{c,wc,Rd,low} , 2 F_{c,wc,Rd,upp})$$

$$N_{j,Rd} = 1214,97 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão à compressão} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,03 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,03)$$

Resistência da conexão à flexão

$$F_{t,Rd} = 203,33 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do parafuso a tensão} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$B_{p,Rd} = 560,24 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do parafuso ao cisalhamento de punção} [\text{Tabela 3.4}]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 105 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$F_{t,fc,Rd}$ – resistência da mesa da coluna devida a flexão

$F_{t,wc,Rd}$ – resistência da alma do pilar devida a tensão

$F_{t,ep,Rd}$ – resistência da placa frontal devida a flexão

$F_{t,wb,Rd}$ – resistência da alma em tensão

$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd} , F_{T,2,fc,Rd} , F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd} , F_{T,2,ep,Rd} , F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Fórmula	$F_{t1,Rd,comp}$	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	406,66	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,fc,Rd(1)} = 406,66$	406,66	Mesa da coluna - tração
$F_{t,wc,Rd(1)} = 483,82$	483,82	Alma do pilar - tração
$F_{t,ep,Rd(1)} = 406,66$	406,66	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(1)} = 631,82$	631,82	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 1120,48$	1120,48	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$V_{wp,Rd}/\beta = 1033,13$	1033,13	Painel da alma - cortante
$F_{c,wc,Rd} = 1755,03$	1755,03	Alma do pilar - compressão
$F_{c,fb,Rd} = 1350,19$	1350,19	Mesa da viga - compressão
$F_{c,wb,Rd} = 607,48$	607,48	Alma da viga - compressão

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Fórmula	$F_{t2,Rd,comp}$	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	200,83	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,fc,Rd(2)} = 406,66$	406,66	Mesa da coluna - tração

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 106 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

F_{t2,Rd,comp} - Fórmula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wc,Rd(2)} = 483,82$	483,82	Alma do pilar - tração
$F_{t,ep,Rd(2)} = 406,66$	406,66	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(2)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 1120,48$	1120,48	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 1033,13 - 406,66$	626,48	Painel da alma - cortante
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1755,03 - 406,66$	1348,37	Alma do pilar - compressão
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1350,19 - 406,66$	943,54	Mesa da viga - compressão
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 607,48 - 406,66$	200,83	Alma da viga - compressão
$F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 813,31 - 406,66$	406,66	Mesa da coluna - tração - grupo
$F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 843,71 - 406,66$	437,06	Alma do pilar - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 813,31 - 406,66$	406,66	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1012,02 - 406,66$	605,37	Alma da viga - tração - grupo

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 3

F_{t3,Rd,comp} - Fórmula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	0,00	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,fc,Rd(3)} = 406,66$	406,66	Mesa da coluna - tração
$F_{t,wc,Rd(3)} = 483,82$	483,82	Alma do pilar - tração
$F_{t,ep,Rd(3)} = 406,66$	406,66	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(3)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 1120,48$	1120,48	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^2 F_{ti,Rd} = 1033,13 - 607,48$	425,65	Painel da alma - cortante
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1755,03 - 607,48$	1147,55	Alma do pilar - compressão
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1350,19 - 607,48$	742,71	Mesa da viga - compressão

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 107 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$F_{t3,Rd,comp}$ - Fórmula	$F_{t3,Rd,comp}$	Componente
$F_{c,wb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 607,48 - 607,48$	0,00	Alma da viga - compressão
$F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 813,31 - 200,83$	612,48	Mesa da coluna - tração - grupo
$F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 837,90 - 200,83$	637,08	Alma do pilar - tração - grupo
$F_{t,fc,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 1219,97 - 607,48$	612,48	Mesa da coluna - tração - grupo
$F_{t,wc,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 1102,81 - 607,48$	495,32	Alma do pilar - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 728,85 - 200,83$	528,02	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 729,30 - 200,83$	528,47	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 1200,66 - 607,48$	593,18	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 1376,67 - 607,48$	769,19	Alma da viga - tração - grupo

Os parafusos remanescentes são inativos (não transferem cargas) porque a resistência de um dos componentes de conexão está esgotado ou os parafusos se situam abaixo do centro de rotação.

TABELA DE RESUMO DAS FORÇAS

Nr	h_j	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	790	406,66	406,66	483,82	406,66	631,82	406,66	1120,48
2	660	200,83	406,66	483,82	406,66	577,54	406,66	1120,48
3	530	—	406,66	483,82	406,66	577,54	406,66	1120,48
4	400	—	406,66	483,82	406,66	577,54	406,66	1120,48
5	270	—	406,66	483,82	406,66	577,54	406,66	1120,48
6	140	—	406,66	483,82	406,66	577,54	406,66	1120,48

RESISTÊNCIA DA CONEXÃO À FLEXÃO $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 453,78 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistência da conexão à flexão} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,44 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,44)$$

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 108 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Resistência da conexão ao cisalhamento

$\alpha_v = 0,60$ Coeficiente para o cálculo de $F_{v,Rd}$ [Tabela 3.4]

$\beta_{Lf} = 0,94$ Coeficiente de redução para as conexões longas [3.8]

$F_{v,Rd} = 163,22$ [kN] Resistência de um parafuso ao cisalhamento [Tabela 3.4]

$F_{t,Rd,max} = 203,33$ [kN] Resistência de um parafuso à tensão [Tabela 3.4]

$F_{b,Rd,int} = 495,36$ [kN] Resistência portante de um parafuso intermediário [Tabela 3.4]

$F_{b,Rd,ext} = 381,05$ [kN] Resistência portante do parafuso mais externo [Tabela 3.4]

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	406,66	-6,59	406,66	178,99	172,40	227,59
2	406,66	-6,59	200,83	88,39	81,80	279,54
3	406,66	-6,59	0,00	0,00	-6,59	326,44
4	406,66	-6,59	0,00	0,00	-6,59	326,44
5	406,66	-6,59	0,00	0,00	-6,59	326,44
6	406,66	-6,59	0,00	0,00	-6,59	326,44

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistência da linha de parafusos para tensão simples

$F_{tj,Ed,N}$ – Força em uma linha de parafusos devido à força axial

$F_{tj,Rd,M}$ – Resistência da linha de parafusos para flexão simples

$F_{tj,Ed,M}$ – Força em uma linha de parafusos devido ao momento

$F_{tj,Ed}$ – Força de tração máximo em uma linha de parafusos

$F_{vj,Rd}$ – Resistência reduzida da linha de parafusos

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} / (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 109 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [Tabela 3.4]$$

$$V_{j,Rd} = 1812,91 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão ao cisalhamento} \quad [Tabela 3.4]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,07 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,07)$$

Resistência da solda

$$A_w = 197,65 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área de todas as soldas} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 76,75 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área das soldas horizontais} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 120,90 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área das soldas verticais} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 128782,04 \text{ [cm}^4\text{]} \quad \text{Momento de inercia da disposição de soldas com relação ao eixo horizontal} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\perp \max} = \tau_{\perp \max} = 47,06 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão normal em uma solda} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 45,35 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão na solda vertical} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\tau_{\parallel} = 9,86 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangente} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\beta_w = 0,85 \quad \text{Coeficiente de correlação} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \quad 94,11 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,23)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \quad 92,28 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2} \quad 47,06 < 309,60 \quad \text{verificado} \quad (0,15)$$

Rigidez da conexão

$$t_{\text{wash}} = 5 \text{ [mm]} \quad \text{Espessura da arruela} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{\text{head}} = 17 \text{ [mm]} \quad \text{Altura da cabeça do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{\text{nut}} = 24 \text{ [mm]} \quad \text{Altura da porca do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$L_b = 80 \text{ [mm]} \quad \text{Comprimento do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$k_{10} = 7 \text{ [mm]} \quad \text{Coeficiente de rigidez dos parafusos} \quad [6.3.2.(1)]$$

RIGIDEZ DAS LINHAS DE PARAFUSOS

Nr	h _j	k ₃	k ₄	k ₅	k _{eff,j}	k _{eff,j} h _j	k _{eff,j} h _j ²
					Soma	61,51	3522,11

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	110 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Nr	h _j	k ₃	k ₄	k ₅	k _{eff,j}	k _{eff,j} h _j	k _{eff,j} h _j ²
1	790	4	162	69	2	17,84	1409,28
2	660	3	159	40	2	14,39	949,37
3	530	3	159	40	2	11,55	612,19
4	400	3	159	40	2	8,72	348,68
5	270	3	159	40	2	5,88	158,85
6	140	4	162	51	2	3,13	43,74

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_{i=1}^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$Z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$$Z_{eq} = 573 \quad [mm] \quad \text{Braço da força equivalente} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / Z_{eq}$$

$$k_{eq} = 11 \quad [mm] \quad \text{Coeficiente de rigidez equivalente em uma disposição de parafusos} [6.3.3.1.(1)]$$

$$A_{vc} = 69,98 \quad [cm^2] \quad \text{Área de cisalhamento} \quad EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]$$

$$\beta = 1,00 \quad \text{Parâmetro de transformação} \quad [5.3.(7)]$$

$$z = 573 \quad [mm] \quad \text{Braço da alavanca} \quad [6.2.5]$$

$$k_1 = 5 \quad [mm] \quad \text{Coeficiente de rigidez do painel da alma do pilar sujeito a cisalhamento} [6.3.2.(1)]$$

$$k_2 = \infty \quad \text{Coeficiente de rigidez da alma do pilar comprimida} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E Z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq}) \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 223257,80 \quad [kN*m] \quad \text{Rigidez rotacional inicial} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\eta = 2,00 \quad \text{Coeficiente de rigidez de uma conexão} \quad [5.1.2.(4)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \eta \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 111628,90 \quad [kN*m] \quad \text{Rigidez rotacional final} \quad [6.3.1.(4)]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 111 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Classificação da conexão devido à rigidez.

$S_{j,rig} = 395185,41 \text{ [kN*m]}$ Resistência de uma conexão rígida [5.2.2.5]

$S_{j,pin} = 7903,71 \text{ [kN*m]}$ Resistência de uma conexão rotulada [5.2.2.5]

$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig}$ SEMIRRÍGIDO

Classificação da conexão devido à resistência.

$M_{pl,Rd,lim} = \text{Max}(M_{b,pl,Rd}, \text{Max}(M_{c,pl,Rd}))$

$M_{pl,Rd,lim} = 888,78 \text{ [kN*m]}$ Resistência da conexão de resistência completa [5.2.3]

$0.25 M_{pl,Rd,lim} < M_{j,Rd} < M_{pl,Rd,lim}$ RESISTÊNCIA PARCIAL

Controle: rigidez da conexão

A conexão não cumpre as condições de capacidade de rotação de acordo com o ponto 6.4.

Componente mais fraco:

ALMA DA VIGA OU MESA DO REFORÇO - COMPRESSÃO

Comentários

A distância dos parafusos à borda é grande demais. $160 \text{ [mm]} > 140 \text{ [mm]}$

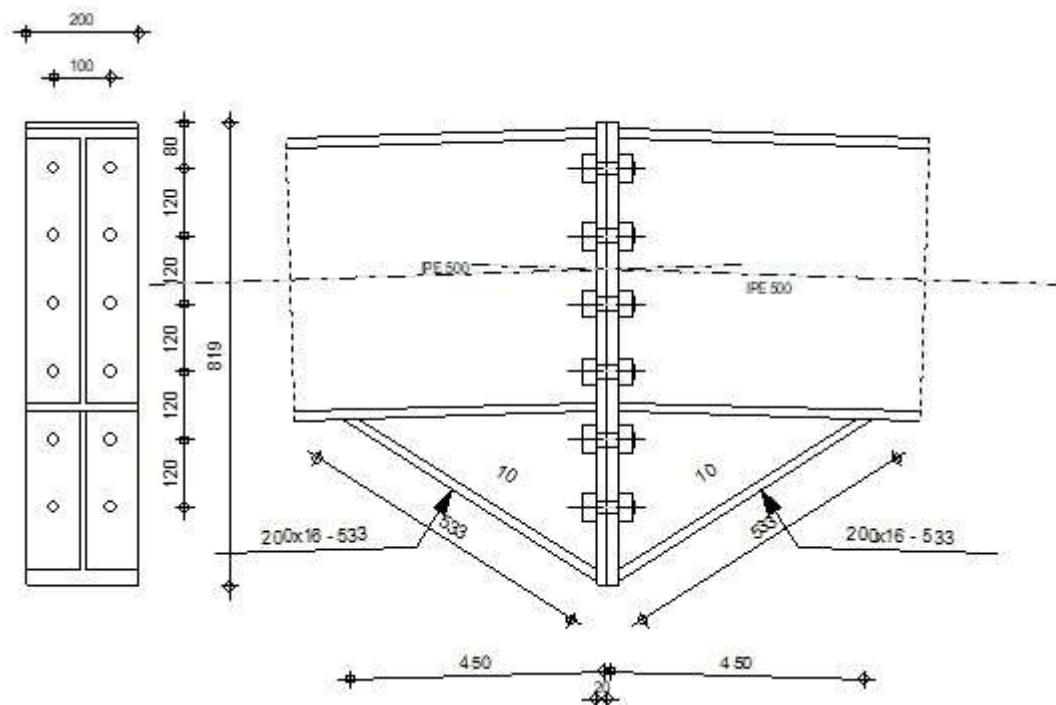
A conexão está em conformidade com a norma.

Relação 0,44

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 112 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Conexão na cumeeira

	Robot	Structural	Analysis	Professional	2025	
	Projeto de conexão viga-para-viga fixa					
	EN 1993-1-8:2005/AC:2009					Relação 0,29



Geral

Nº de conexão: 3

Nome da conexão: De topo

Nó estrutural: 25

Barras estruturais: 20, 21

Geometria

Lado esquerdo

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 113 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Viga

Seção: IPE 500

Barra N°: 20

$\alpha =$	-178,2	[Deg]	Âng. de inclinação
$h_{bl} =$	500	[mm]	Altura da seção da viga
$b_{fbl} =$	200	[mm]	Largura da seção da viga
$t_{wbl} =$	10	[mm]	Espessura da alma da seção da viga
$t_{fbl} =$	16	[mm]	Espessura da mesa da seção da viga
$r_{bl} =$	21	[mm]	Raio de concordância da seção da viga
$A_{bl} =$	115,52	[cm ²]	Área de seção transversal da viga
$I_{xbl} =$	48198,50	[cm ⁴]	Momento de inércia da seção da viga

Material: S 275

$f_{yb} =$ 275,00 [MPa] Resistência

Lado direito

Viga

Seção: IPE 500

Barra N°: 21

$\alpha =$	-1,8	[Deg]	Âng. de inclinação
$h_{br} =$	500	[mm]	Altura da seção da viga
$b_{fbr} =$	200	[mm]	Largura da seção da viga
$t_{wbr} =$	10	[mm]	Espessura da alma da seção da viga
$t_{fbr} =$	16	[mm]	Espessura da mesa da seção da viga
$r_{br} =$	21	[mm]	Raio de concordância da seção da viga
$A_{br} =$	115,52	[cm ²]	Área de seção transversal da viga

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 114 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$\alpha = -1,8$ [Deg] Âng. de inclinação

$I_{xbr} = 48198,50$ [cm⁴] Momento de inércia da seção da viga

Material: S 275

$f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistência

Parafusos

O plano de cisalhamento passa através da parte NÃO ROSQUEADA do parafuso.

$d = 24$ [mm] Diâmetro do parafuso

Classe = 8.8 Classe do parafuso

$F_{tRd} = 203,33$ [kN] Resistência à tensão de um parafuso

$n_h = 2$ Número de colunas de parafusos

$n_v = 6$ Número de linhas de parafusos

$h_1 = 80$ [mm] Distância entre o primeiro parafuso e a borda superior da placa frontal

Espaçamento horizontal $e_i = 100$ [mm]

Espaçamento vertical $p_i = 120;120;120;120;120$ [mm]

Placa

$h_{pr} = 819$ [mm] Altura da placa

$b_{pr} = 200$ [mm] Largura da placa

$t_{pr} = 20$ [mm] Espessura da placa

Material: S 275

$f_{ypr} = 275,00$ [MPa] Resistência

Enrijecedor inferior

$w_{rd} = 200$ [mm] Largura da placa

$t_{frd} = 16$ [mm] Espessura da mesa

$h_{rd} = 300$ [mm] Altura da placa

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 115 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Enrijecedor inferior

$w_{rd} = 200$ [mm] Largura da placa
 $t_{wrd} = 10$ [mm] Espessura da alma
 $l_{rd} = 450$ [mm] Comprimento da placa
 $\alpha_d = 32,4$ [Deg] Âng. de inclinação

Material: S 275

$f_{ybu} = 275,00$ [MPa] Resistência

Soldas de concordância

$a_w = 8$ [mm] Solda da alma
 $a_f = 12$ [mm] Solda da mesa
 $a_{fd} = 5$ [mm] Solda horizontal

Fatores de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Fator de segurança parcial [2.2]
 $\gamma_{M1} = 1,00$ Fator de segurança parcial [2.2]
 $\gamma_{M2} = 1,25$ Fator de segurança parcial [2.2]
 $\gamma_{M3} = 1,25$ Fator de segurança parcial [2.2]

Cargas

Estado limite definitivo

Caso: 29: $ELU\ 8\ (1+2) * 1.35 + 3 * 1.00 + 4 * 1.05 + 5 * 1.50$

$M_{b1,Ed} = -179,27$ [kN*m] Momento fletor na viga direita

$V_{b1,Ed} = -2,06$ [kN] Força de cisalhamento na viga direita

$N_{b1,Ed} = -37,94$ [kN] Força axial na viga direita

Resultados

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 116 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Resistências da viga

COMPRESSÃO

$$A_b = 115,52 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.4]}$$

$$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$$

$$N_{cb,Rd} = 3176,86 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do projeto da seção à compressão} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.4]}$$

CISALHAMENTO

$$A_{vb} = 89,87 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área de cisalhamento} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{cb,Rd} = 1426,94 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência do projeto da seção ao cisalhamento} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]}$$

$$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,00)$$

FLEXÃO - MOMENTO PLÁSTICO (SEM REFORÇOS)

$$W_{plb} = 2194,26 \text{ [cm}^3\text{]} \quad \text{Módulo plástico da seção} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

$$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,pl,Rd} = 603,42 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistência plástica da seção em flexão (sem enrijecedores)} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

FLEXÃO NA SUPERFÍCIE DE CONTATO COM A PLACA OU COM O ELEMENTO CONECTADO

$$W_{pl} = 3676,24 \text{ [cm}^3\text{]} \quad \text{Módulo plástico da seção} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

$$M_{cb,Rd} = 1010,97 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistência do projeto da seção em flexão} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

MESA E ALMA - COMPRESSÃO

$$M_{cb,Rd} = 1010,97 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistência do projeto da seção em flexão} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$h_f = 783 \text{ [mm]} \quad \text{Distância entre os centroides das mesas} \quad \text{[6.2.6.7.(1)]}$$

$$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$$

$$F_{c,fb,Rd} = 1291,54 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da mesa e da alma comprimidas} \quad \text{[6.2.6.7.(1)]}$$

ALMA OU MESA DO REFORÇO - COMPRESSÃO - NÍVEL DA MESA INFERIOR DA VIGA

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 117 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Apoios:

$\beta = 1,8$ [Deg] Ângulo entre a placa dianteira e a viga

$\gamma = 32,4$ [Deg] Ângulo de inclinação da placa de reforço

$b_{eff,c,wb} = 247$ [mm] Largura efetiva da alma em compressão [6.2.6.2.(1)]

$A_{wb} = 59,87$ [cm²] Área de cisalhamento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,90$ Fator de redução para a interação com o cisalhamento [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 0,00$ [MPa] Tensão de compressão máxima na alma [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$ Fator de redução condicionado pelas tensões de compressão [6.2.6.2.(2)]

$$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$$

$F_{c,wb,Rd1} = 938,17$ [kN] Resistência da alma da viga [6.2.6.2.(1)]

Flambagem:

$d_{wb} = 426$ [mm] Altura da alma comprimida [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 1,07$ Esbeltez da placa de um elemento [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,76$ Fator de redução para a flambagem do elemento [6.2.6.2.(1)]

$$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$$

$F_{c,wb,Rd2} = 711,17$ [kN] Resistência da alma da viga [6.2.6.2.(1)]

Resistência da mesa do reforço

$$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0.8 \cdot \gamma_{M0})$$

$F_{c,wb,Rd3} = 1100,00$ [kN] Resistência da mesa do reforço [6.2.6.7.(1)]

Resistência final:

$$F_{c,wb,Rd,low} = \min(F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2}, F_{c,wb,Rd3})$$

$F_{c,wb,Rd,low} = 711,17$ [kN] Resistência da alma da viga [6.2.6.2.(1)]

Parâmetros geométricos da conexão

COMPRIMENTOS EFETIVOS E PARAMETROS - PLACA DIANTEIRA

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	118 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	36	–	50	–	120	225	211	211	211	233	168	168	168
2	36	–	50	–	120	225	206	206	206	240	120	120	120
3	36	–	50	–	120	225	206	206	206	240	120	120	120
4	36	–	50	–	120	225	206	206	206	240	120	120	120
5	36	–	50	–	120	225	206	206	206	240	120	120	120
6	36	–	50	–	120	225	206	206	206	233	163	163	163

m – Distância entre o parafuso e a alma

m_x – Distância entre o parafuso e a mesa da viga

e – Distância entre o parafuso e a borda exterior

e_x – Distância entre o parafuso e a borda exterior horizontal

p – Distância entre parafusos

l_{eff,cp} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos no modo de falha circular

l_{eff,nc} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos no modo de falha não circular

l_{eff,1} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 1

l_{eff,2} – Comprimento efetivo de uma única fileira de parafusos para o modo 2

l_{eff,cp,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos no modo de falha circular

l_{eff,nc,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos no modo de falha não circular

l_{eff,1,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos para o modo 1

l_{eff,2,g} – Comprimento efetivo para um grupo de parafusos para o modo 2

Resistência da conexão à compressão

$$N_{j,Rd} = \text{Min} (N_{cb,Rd} 2 F_{c,wb,Rd,low})$$

$$N_{j,Rd} = 1422,34 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão à compressão} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,03 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,03)$$

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 119 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

Resistência da conexão à flexão

$F_{t,Rd} = 203,33$ [kN] Resistência do parafuso a tensão [Tabela 3.4]

$B_{p,Rd} = 466,87$ [kN] Resistência do parafuso ao cisalhamento de punção [Tabela 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – resistência da mesa da coluna devida a flexão

$F_{t,wc,Rd}$ – resistência da alma do pilar devida a tensão

$F_{t,ep,Rd}$ – resistência da placa frontal devida a flexão

$F_{t,wb,Rd}$ – resistência da alma em tensão

$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Fórmula	$F_{t1,Rd,comp}$	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	369,52	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(1)} = 369,52$	369,52	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(1)} = 590,71$	590,71	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} = 1291,54$	1291,54	Mesa da viga - compressão

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Fórmula	$F_{t2,Rd,comp}$	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	278,46	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(2)} = 366,31$	366,31	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(2)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 120 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

F_{t2,Rd,comp} - Fórmula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1291,54 - 369,52$	922,02	Mesa da viga - compressão
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 647,98 - 369,52$	278,46	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 806,84 - 369,52$	437,32	Alma da viga - tração - grupo

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 3

F_{t3,Rd,comp} - Fórmula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	307,74	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(3)} = 366,31$	366,31	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(3)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1291,54 - 647,98$	643,56	Mesa da viga - compressão
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 615,49 - 278,46$	337,03	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 673,20 - 278,46$	394,74	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 955,72 - 647,98$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1143,44 - 647,98$	495,46	Alma da viga - tração - grupo

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 4

F_{t4,Rd,comp} - Fórmula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	307,74	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(4)} = 366,31$	366,31	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(4)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1291,54 - 955,72$	335,82	Mesa da viga - compressão

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 121 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

F_{t4,Rd,comp} - Fórmula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 615,49 - 307,74$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 673,20 - 307,74$	365,46	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 923,23 - 586,20$	337,03	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 1009,80 - 586,20$	423,60	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1263,47 - 955,72$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1480,04 - 955,72$	524,32	Alma da viga - tração - grupo

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 5

F_{t5,Rd,comp} - Fórmula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	28,07	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(5)} = 366,31$	366,31	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(5)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^4 F_{tj,Rd} = 1291,54 - 1263,47$	28,07	Mesa da viga - compressão
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 615,49 - 307,74$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 673,20 - 307,74$	365,46	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 923,23 - 615,49$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 1009,80 - 615,49$	394,31	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 1230,98 - 893,95$	337,03	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 1346,40 - 893,95$	452,45	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1571,21 - 1263,47$	307,74	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1816,64 - 1263,47$	553,18	Alma da viga - tração - grupo

RESISTÊNCIA DA LINHA DE PARAFUSOS Nº 6

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 122 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

F_{t6,Rd,comp} - Fórmula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	0,00	Resistência da linha de parafusos
$F_{t,ep,Rd(6)} = 366,31$	366,31	Placa dianteira - tração
$F_{t,wb,Rd(6)} = 577,54$	577,54	Alma da viga - tração
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Parafusos devido à punção de cisalhamento
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1291,54 - 1291,54$	0,00	Mesa da viga - compressão
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 644,77 - 28,07$	616,70	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 793,67 - 28,07$	765,60	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_4^5 F_{tj,Rd} = 952,52 - 335,82$	616,70	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum_4^5 F_{tj,Rd} = 1130,27 - 335,82$	794,45	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum_3^5 F_{tj,Rd} = 1260,26 - 643,56$	616,70	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum_3^5 F_{tj,Rd} = 1466,87 - 643,56$	823,31	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_2^5 F_{tj,Rd} = 1568,01 - 922,02$	645,99	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_2^5 F_{tj,Rd} = 1803,47 - 922,02$	881,45	Alma da viga - tração - grupo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1908,24 - 1291,54$	616,70	Placa dianteira - tração - grupo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 2273,71 - 1291,54$	982,17	Alma da viga - tração - grupo

TABELA DE RESUMO DAS FORÇAS

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	662	369,52	–	–	369,52	590,71	406,66	933,73
2	542	278,46	–	–	366,31	577,54	406,66	933,73
3	422	307,74	–	–	366,31	577,54	406,66	933,73
4	302	307,74	–	–	366,31	577,54	406,66	933,73
5	182	28,07	–	–	366,31	577,54	406,66	933,73
6	62	–	–	–	366,31	577,54	406,66	933,73

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 123 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

RESISTÊNCIA DA CONEXÃO À FLEXÃO $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 623,46 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistência da conexão à flexão} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,29 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,29)$$

Resistência da conexão ao cisalhamento

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{Coeficiente para o cálculo de } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$\beta_{Lf} = 0,95 \quad \text{Coeficiente de redução para as conexões longas} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 165,03 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência de um parafuso ao cisalhamento} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 203,33 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência de um parafuso à tensão} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 412,80 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência portante de um parafuso intermediário} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência portante do parafuso mais externo} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	406,66	-6,32	369,52	106,25	99,93	272,13
2	406,66	-6,32	278,46	80,07	73,74	287,31
3	406,66	-6,32	307,74	88,49	82,17	282,43
4	406,66	-6,32	307,74	88,49	82,17	282,43
5	406,66	-6,32	28,07	8,07	1,75	329,05
6	406,66	-6,32	0,00	0,00	-6,32	330,06

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistência da linha de parafusos para tensão simples

$F_{tj,Ed,N}$ – Força em uma linha de parafusos devido à força axial

$F_{tj,Rd,M}$ – Resistência da linha de parafusos para flexão simples

$F_{tj,Ed,M}$ – Força em uma linha de parafusos devido ao momento

$F_{tj,Ed}$ – Força de tração máximo em uma linha de parafusos

$F_{vj,Rd}$ – Resistência reduzida da linha de parafusos

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 124 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} / (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [Tabela 3.4]$$

$$V_{j,Rd} = 1783,41 \text{ [kN]} \quad \text{Resistência da conexão ao cisalhamento} \quad [Tabela 3.4]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,00)$$

Resistência da solda

$$A_w = 190,39 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área de todas as soldas} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 77,23 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área das soldas horizontais} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 113,16 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área das soldas verticais} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 111367,05 \text{ [cm}^4\text{]} \quad \text{Momento de inercia da disposição de soldas com relação ao eixo horizontal} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\perp max} = \tau_{\perp max} = -45,89 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão normal em uma solda} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = -44,24 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão na solda vertical} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\tau_{II} = -0,18 \text{ [MPa]} \quad \text{Tensão tangente} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\beta_w = 0,85 \quad \text{Coeficiente de correlação} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 91,77 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,23)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 88,49 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,22)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u / \gamma_{M2} \quad 45,89 < 309,60 \quad \text{verificado} \quad (0,15)$$

Rigidez da conexão

$$t_{wash} = 5 \text{ [mm]} \quad \text{Espessura da arruela} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{head} = 17 \text{ [mm]} \quad \text{Altura da cabeça do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{nut} = 24 \text{ [mm]} \quad \text{Altura da porca do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$L_b = 66 \text{ [mm]} \quad \text{Comprimento do parafuso} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 125 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$t_{wash} = 5$ [mm] Espessura da arruela [6.2.6.3.(2)]

$k_{10} = 8$ [mm] Coeficiente de rigidez dos parafusos [6.3.2.(1)]

RIGIDEZ DAS LINHAS DE PARAFUSOS

Nr	h_j	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$k_{eff,j} h_j^2$
					Soma	101,80	4934,48
1	662	∞	∞	26	5	34,11	2258,04
2	542	∞	∞	19	4	24,15	1309,16
3	422	∞	∞	19	4	18,81	793,63
4	302	∞	∞	19	4	13,46	406,45
5	182	∞	∞	19	4	8,11	147,61
6	62	∞	∞	25	5	3,16	19,58

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$Z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$Z_{eq} = 485$ [mm] Braço da força equivalente [6.3.3.1.(3)]

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / Z_{eq}$$

$k_{eq} = 21$ [mm] Coeficiente de rigidez equivalente em uma disposição de parafusos [6.3.3.1.(1)]

$$S_{j,ini} = E Z_{eq}^2 k_{eq} \quad [6.3.1.(4)]$$

$S_{j,ini} = 1036239,84$ [kN*m] Rigidez rotacional inicial [6.3.1.(4)]

$\mu = 1,00$ Coeficiente de rigidez de uma conexão [6.3.1.(6)]

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$S_j = 1036239,84$ [kN*m] Rigidez rotacional final [6.3.1.(4)]

Classificação da conexão devido à rigidez.

$S_{j,rig} = 126459,33$ [kN*m] Resistência de uma conexão rígida [5.2.2.5]

$S_{j,pin} = 7903,71$ [kN*m] Resistência de uma conexão rotulada [5.2.2.5]

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 126 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$ RÍGIDO

Componente mais fraco:

MESA E ALMA DA VIGA - COMPRESSÃO

Comentários

A distância dos parafusos à borda é grande demais.

139 [mm] > 120 [mm]

A espessura da alma do reforço é menor que a espessura da alma da viga 10 [mm] < 10 [mm]

A conexão está em conformidade com a norma.

Relação 0,29

4.3.9.6. Verificação das terças da cobertura

Z300x2.5

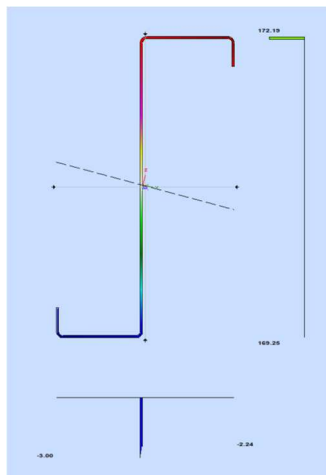


Ilustração 105. Seção transversal

Símbolo	Valores	Unidade	Descrição do símbolo	Seção
A_x	12.80	cm ²	Área da seção transversal	
A_y	4.31	cm ²	Área de cisalhamento no eixo y	
A_z	7.33	cm ²	Área de cisalhamento no eixo z	
I_x	0.26	cm ⁴	Constante de torção	

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº. Sistema de dessalinização na região do Algarve	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 127 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

ly	1700.00	cm4	Momento de inércia da seção em torno do eixo y	
lz	209.00	cm4	Momento de inércia da seção em torno do eixo z	
Wely,u	114.88	cm3	Módulo elástico de seção em torno do eixo y - borda superior	
Wely,l	111.46	cm3	Módulo elástico de seção em torno do eixo z - borda inferior	
Welz,r	22.95	cm3	Módulo elástico de seção em torno do eixo z - borda direita	
Welz,l	24.17	cm3	Módulo elástico de seção em torno do eixo z - borda esquerda	
h	30.0	cm	Altura da seção transversal	
b	17.8	cm	Largura da seção transversal	
tf	0.2	cm	Espessura da mesa	
tw	0.2	cm	Espessura da alma	
ry	11.5	cm	Raio de rotação em relação ao eixo y	
rz	4.0	cm	Raio de rotação em relação ao eixo z	
Anb	1.00		Relação entre a área líquida e a área bruta	(6.2.2.2)
Eta	1.00		Fator para cálculo de Av	(6.2.6.(3))
Material:				
Nome			S 275 (S 275)	
fy	275.00	MPa	Limite de escoamento do material do projeto	(3.2)
fya	295.52	MPa	Resistência média do material	EN313(3.2.2)
fyb	275.00	MPa	Limite de escoamento do material do projeto	EN313(3.1)
fu	430.00	MPa	tensão limite de elasticidade - valor característico	(3.2)
gM0	1.00		Fator de segurança parcial	(6.1.(1))
gM1	1.00		Fator de segurança parcial	(6.1.(1))
gM2	1.25		Fator de segurança parcial	(6.1.(1))
Designações de normas adicionais:				
EN112			EN 1991-1-2:2003 - Cargas de fogo em uma estrutura	
EN312			EN 1993-1-2:2005 - Estruturas de aço - cálculo de incêndio	
EN313			EN 1993-1-3:2005 - Estruturas de aço de seções laminadas a frio	
EN315			EN 1993-1-5:2005 - Estruturas de aço - elementos blindados	
EC111			ECCS No111:2001 - Guia com recomendações para cálculos de fogo	
ENV311			ENV 1993-1-1:1992 - Estruturas de aço - norma geral	
Classe de seção				
cf	8.8	cm	largura da mesa	(Tabela 5.2)
tf	0.2	cm	espessura da mesa	(Tabela 5.2)
cf/tf	35.97		Esbeltez da mesa	(Tabela 5.2)
KLF	3		Classe da mesa	(5.5.2)
cw	29.5	cm	Altura da alma	(Tabela 5.2)

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº. Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 128 de 130	
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

tw	0.2	cm	Espessura da alma	(Tabela 5.2)
cw/tw	119.91		Esbeltez da alma	(Tabela 5.2)
KLW	3		Classe da alma	(5.5.2)
KL	3		Tipo de seção	(5.5.2)
Parâmetros de seção efetiva				
Aeff	8.37	cm2	Área efetiva do tipo de seção transversal da classe 4	EN313(5.5)
Weff,y	110.75	cm3	Coefficiente de capacidade efetiva Weffy da seção transversal de classe 4	EN313(5.5)
Weff,z	22.95	cm3	Coefficiente de capacidade efetiva Weffz da seção transversal de classe 4	EN313(5.5)
eNy	0.1	cm	Deslocamento do eixo da seção transversal efetiva sob compressão	
eNz	0.1	cm	Deslocamento do eixo da seção transversal efetiva sob compressão	
Parâmetros de análise de flambagem lateral com torção				
XLT	1.00		Fator de redução da flambagem lateral com torção	(6.3.2.2.(1))
Forças internas nos pontos característicos da seção transversal				
N,Ed	0.73	kN	força axial N,Ed	
Tt,Ed	-0.00	kN*m	momento de torção	
My,Ed	21.82	kN*m	momento fletor My,Ed	
dMy,Ed	-0.00	kN*m	Aumento de momento fletor (seção assimétrica de classe 4)	
dMz,Ed	0.00	kN*m	Aumento de momento fletor (seção assimétrica de classe 4)	
Tensões nos pontos característicos da seção transversal				
Sig,x,Ed	194.50	MPa	Tensão total direta calculada na seção transversal efetiva relevante	EN313(6.1.6)
SigN,x,Ed	0.87	MPa	Tensão normal causada pela compressão axial	(6.2.4)
SigMy,x,Ed	193.63	MPa	Tensão normal na borda superior da My	(6.2.5)
SigMy2,x,Ed	-197.04	MPa	Tensão normal na borda inferior da My	(6.2.5)
SigMz,x,Ed	0.00	MPa	Tensão normal na borda direita da Mz	(6.2.5)
SigMz2,x,Ed	0.00	MPa	Tensão normal na aresta esquerda de Mz	(6.2.5)
Tau,ty,Ed	0.00	MPa	tensão de cisalhamento devido ao momento de torção Tt,Ed	(6.2.7)
Tau,tz,Ed	0.00	MPa	tensão de cisalhamento devido ao momento de torção	(6.2.7)

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 129 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

			Tt.Ed	
Forças do projeto:				
Nc,Rd	230.11	kN	Resistência de compressão do projeto	EN313(6.1.3)
Nb,Rd	230.11	kN	Resistência de flambagem de projeto do membro de comp.	(6.3.1.1)
Em torno do eixo y da seção transversal				
My,pl,Rd	39.44	kN*m	Momento de resistência plástica do projeto	(6.2.5.(2))
My,el,Rd	32.94	kN*m	Momento de resistência elástica do projeto	(6.2.5.(2))
My,c,Rd	30.46	kN*m	Resistência do momento do projeto	EN313(6.1.4.1)
My,c,Rd,ten	30.46	kN*m	Resistência de momento de projeto de uma parte de seção tracionada	EN313(6.1.4.1)
My,c,Rd,com	30.99	kN*m	Resistência de momento de projeto de uma parte de seção comprimida	EN313(6.1.4.1)
Em torno do eixo z da seção transversal				
Mz,pl,Rd	8.86	kN*m	Momento de resistência plástica do projeto	(6.2.5.(2))
Mz,el,Rd	6.78	kN*m	Momento de resistência elástica do projeto	(6.2.5.(2))
Mz,c,Rd	6.78	kN*m	Resistência de momento de projeto de uma parte de seção comprimida	EN313(6.1.4.1)
Mz,c,Rd,ten	6.78	kN*m	Resistência de momento de projeto de uma parte de seção tracionada	EN313(6.1.4.1)
Mz,c,Rd,com	7.14	kN*m	Resistência do momento do projeto	EN313(6.1.4.1)
Formulas de verificação:				
Verificação de resistência de seção:				
UFS[Nc]	0.00		N,Ed/Nc,Rd	EN313(6.1.9.(1))
UFS[NcMyMz]	0.71		$N,Ed/Nc,Rd + (My,Ed+dMy,Ed)/My,c,Rdcom + (Mz,Ed+dMz,Ed)/Mz,c,Rdcom$	EN313(6.1.9.(1))
UFS[NcMyMz2]	0.71		$(My,Ed+dMy,Ed)/My,c,Rdten + (Mz,Ed+dMz,Ed)/Mz,c,Rdten - N,Ed/Nc,Rd$	EN313(6.1.9.(2))
UFS[VyT]	0.00		$Tau,ty,Ed/(fy/(sqrt(3)*gM0))$	(6.2.6)
UFS[VzT]	0.00		$Tau,tz,Ed/(fy/(sqrt(3)*gM0))$	(6.2.6)
Relação:				
RAT	0.71		Taxa de eficiência	Seção OK
Deflexões (SISTEMA LOCAL):				
uy	0.0	mm	Deflexão do membro ao longo do eixo y	

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 130 de 130
Código AdA AL-ACE-3200-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-3200-CW-CAC-00001		

uyt max(rel)	21.4	mm	Deflexão tolerável do membro ao longo do eixo Y - Valor relativo	
uy máx	21.4	mm	Deflexão tolerável do membro ao longo do eixo y	
Relação(uy)	0.00		Taxa de eficiência	
Verificado				
uz	-19.3	mm	Deflexão do membro ao longo do eixo z	
uzt max(rel)	21.4	mm	Deflexão tolerável do membro ao longo do eixo Z - Valor relativo	
uz máx	21.4	mm	Deflexão tolerável do membro ao longo do eixo z	
Relação(uz)	0.90		Taxa de eficiência	
Verificado				