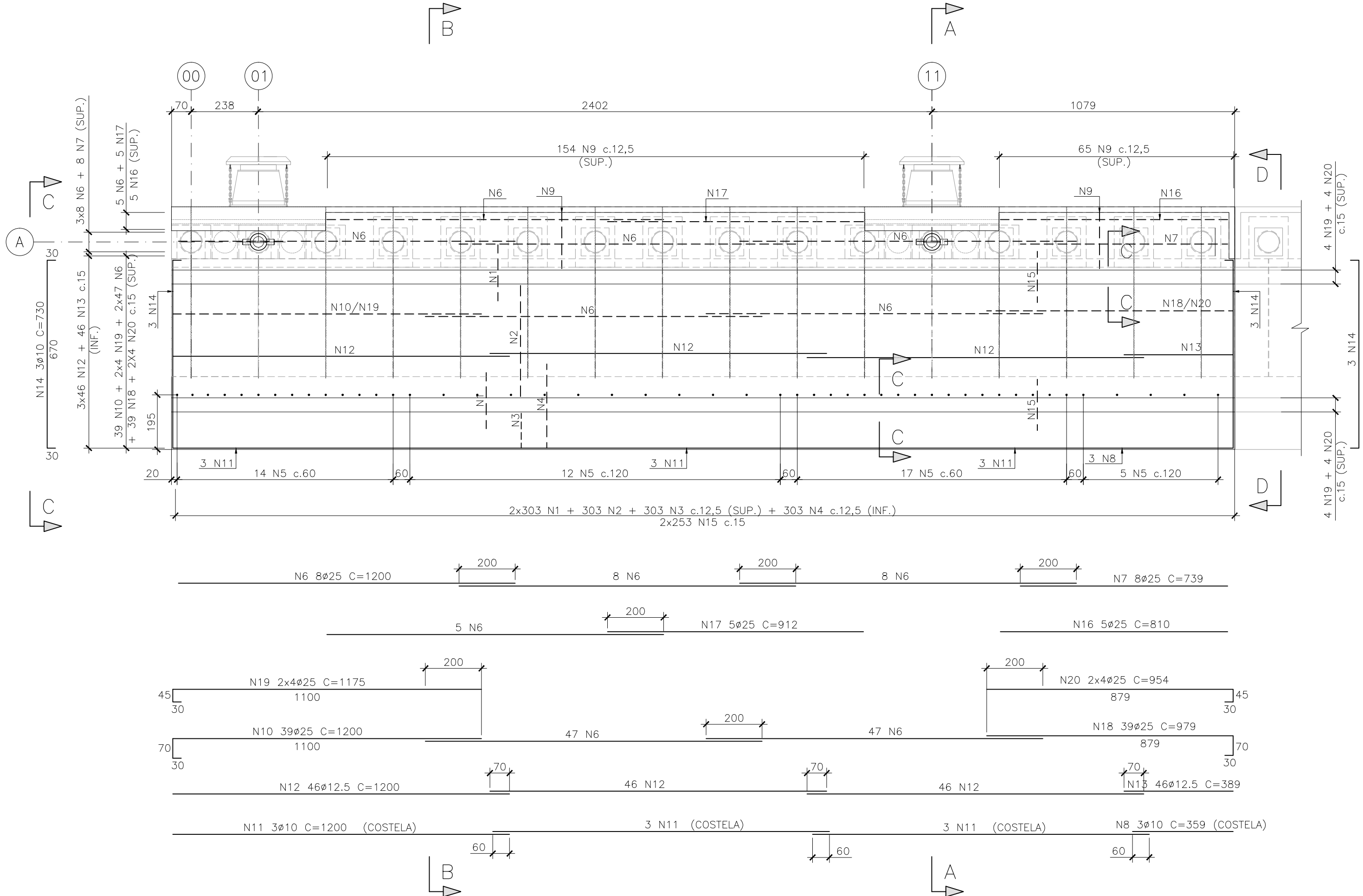


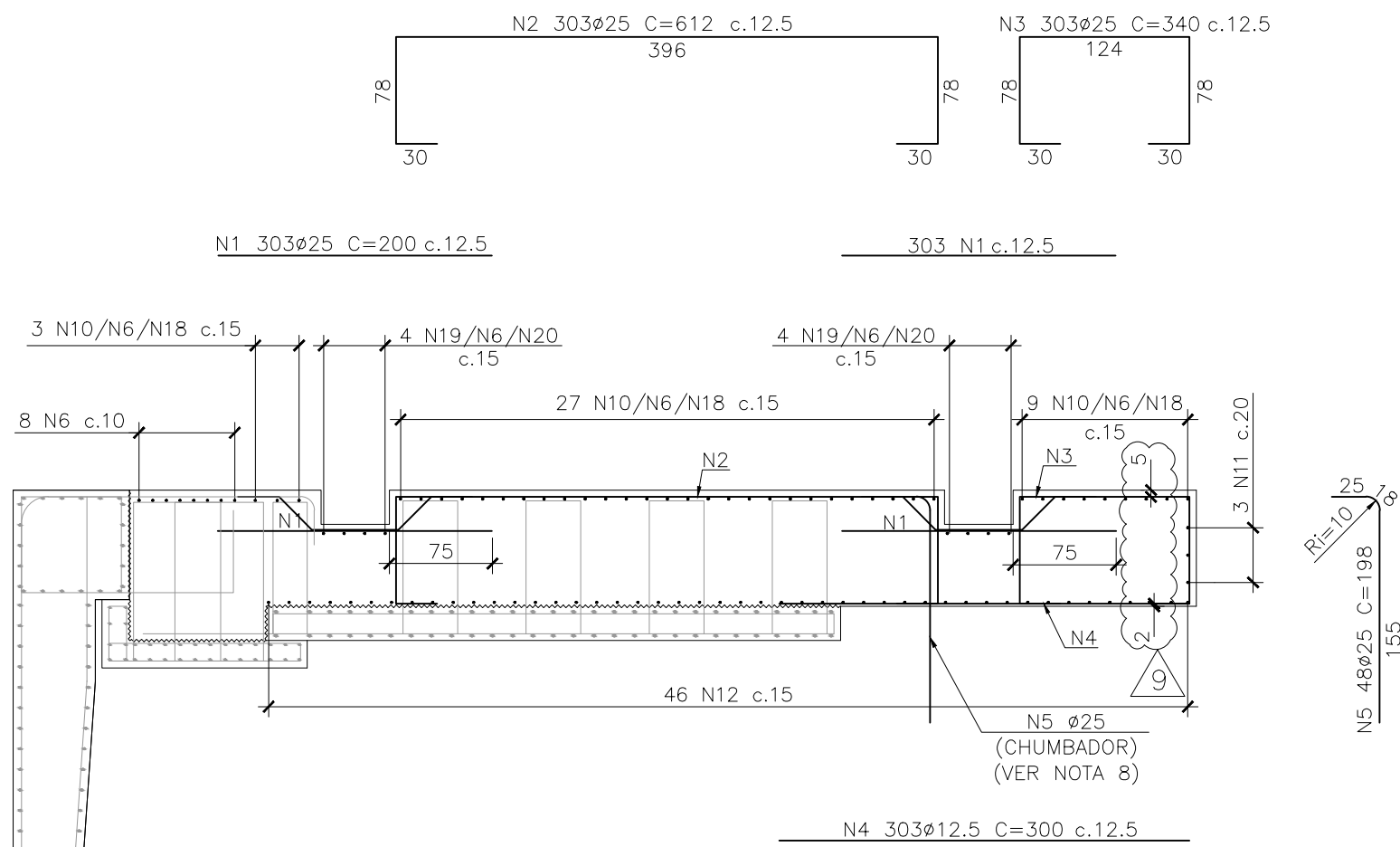
VISTA SUPERIOR – PARTE 1 – MÓDULO 1

ESCALA 1:125



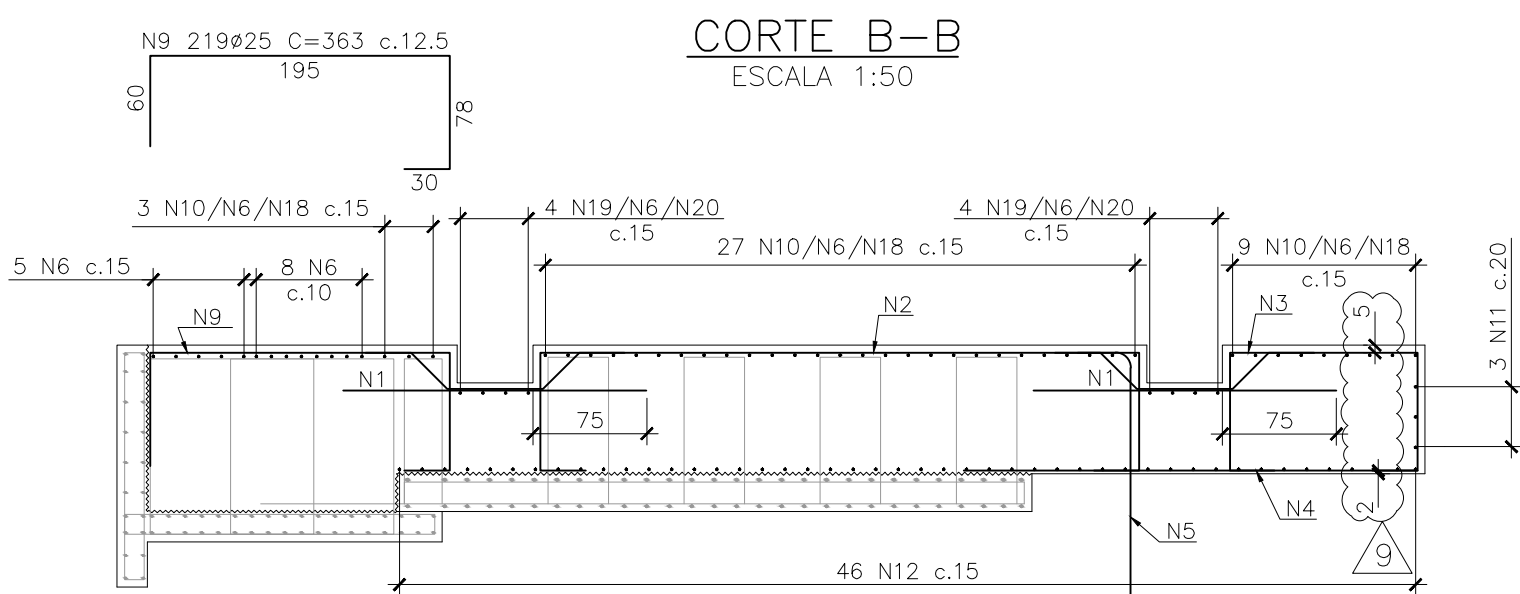
CORTE A-A

ESCALA 1:50



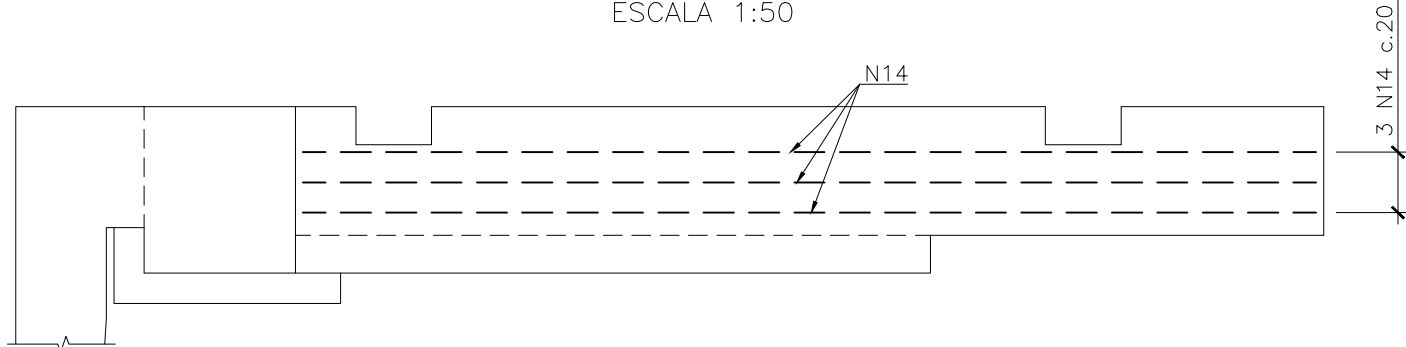
CORTE B-B

ESCALA 1:50



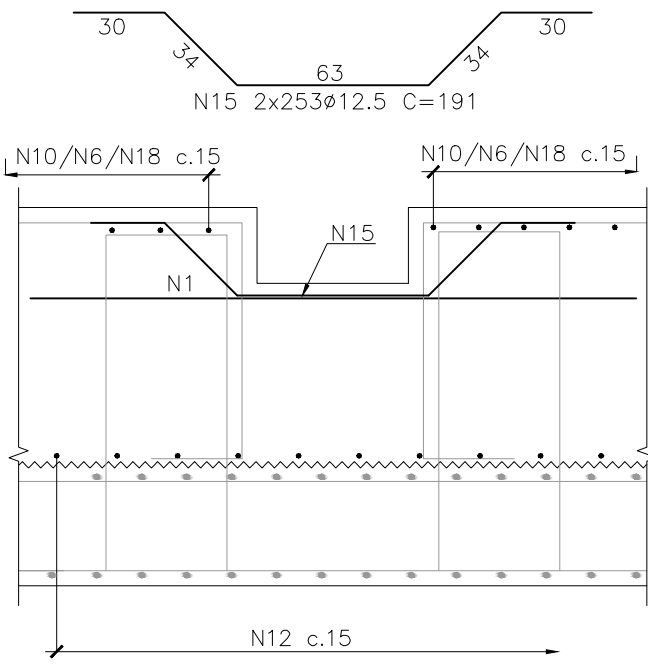
VISTA C-C

ESCALA 1:50



CORTE C-C (2x)

ESCALA 1:25



VISTA D-D

ESCALA 1:50

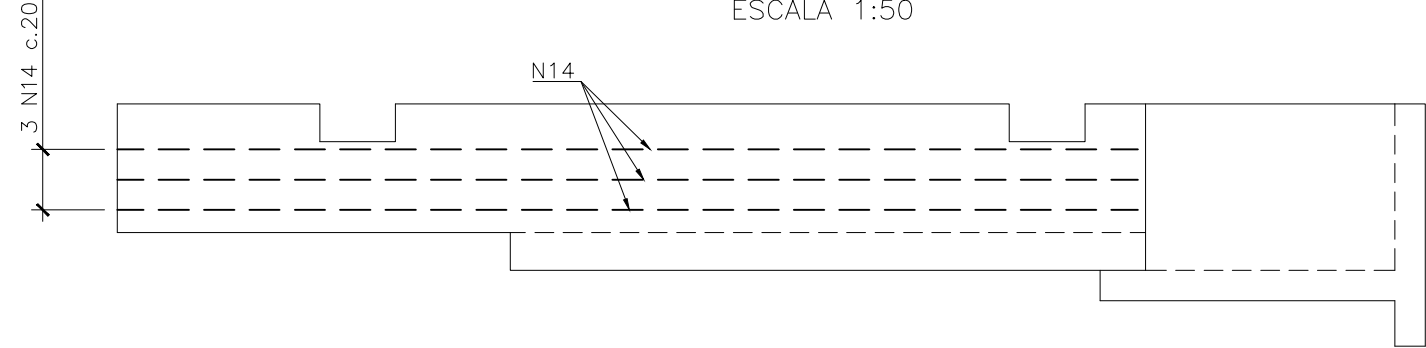


TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q UNIT.(cm)	TOT.(m)	
1	25	606	200	1212
2	25	303	612	1854
3	25	303	340	1030
4	12.5	303	300	909
5	25	48	198	95
6	25	123	1200	1476
7	25	8	739	59
8	10	3	359	11
9	25	219	363	795
10	25	39	1200	468
11	10	9	1200	108
12	12.5	138	1200	1656
13	12.5	46	389	179
14	10	6	730	44
15	12.5	506	191	966
16	25	5	810	41
17	25	5	912	46
18	25	39	979	382
19	25	8	1175	94
20	25	8	954	76

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	163	100
CA50	12.5	3710	3574
CA50	25	7628	29392
TOTAL (kg)			33067

NOTAS

- 1 - A EXECUÇÃO DESTE PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTES NORMAS:
  - NBR 6118 - PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 - PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ - MOLDADO.
- 2 - TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
- 3 - O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTES CARACTERÍSTICAS:
  - 3.1 - CONCRETO ESTRUTURAL:
    - fck ≥ 45MPa.
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m³ DE CIMENTO.
    - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
  - 4 - AÇO CA-50.
  - 5 - COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm
- 6 - PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO Nº JLC-DES-ARM-051.
- 7 - A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BIDIM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.
- 8 - OS FUROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.

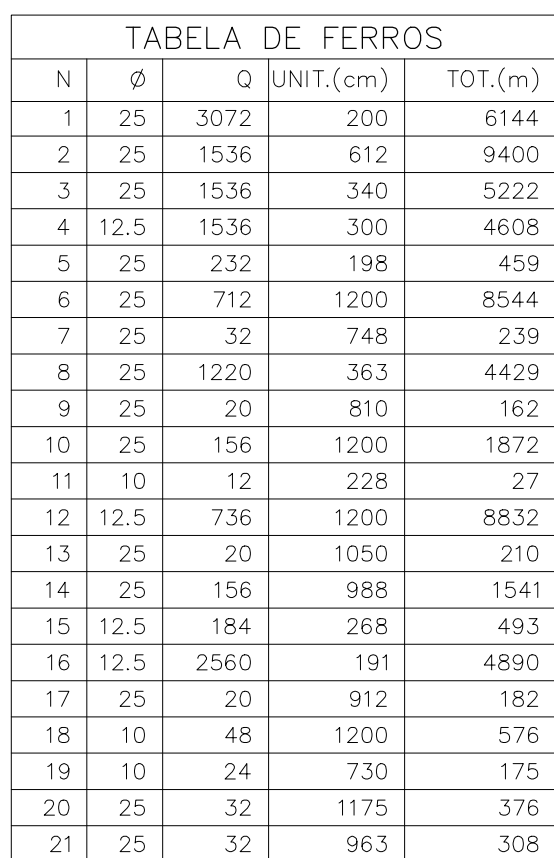
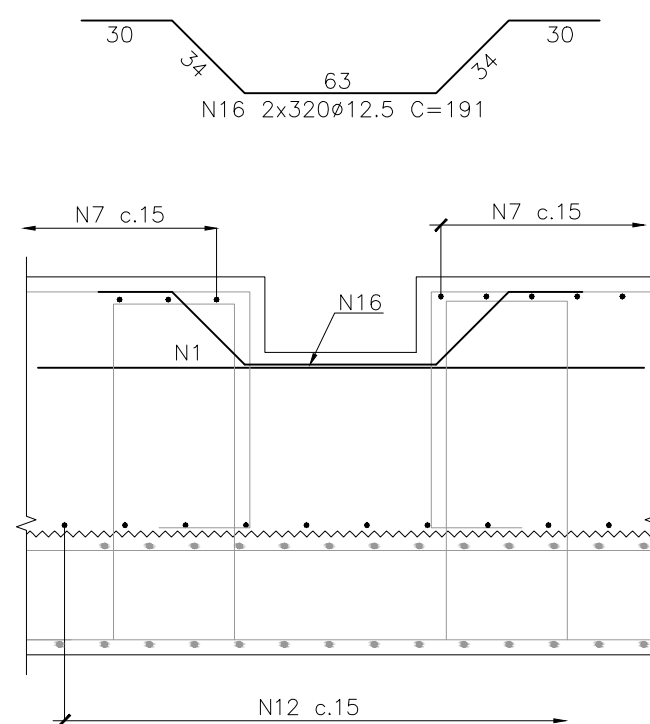
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

JLC-DES-GER-002 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 1				
JLC-DES-GER-003 - CORTE A-A				
JLC-DES-GER-004 - CORTE B-B				
9	LC	ONDE INDICADO, REVISÃO NA LOCAÇÃO DA POSIÇÃO N5 E NOTA 7	AWM	CDMP
8	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP

7	LC	REVISÃO NA LOCAÇÃO DA JUNTA DE DILATAÇÃO	AWM	CDMP	LEC	16/03/23
6	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	13/10/22
5	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	05/10/22
4	LC	EXCLUSÃO DO EIXO "B"	JLR	CDMP	LEC	15/09/22
3	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	29/08/22
2	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	25/08/22
1	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	22/08/22
0	CO	EMIÇÃO INICIAL	JLR	CDMP	LEC	04/08/22
REV. T.E.		DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA
REVISÕES						
T.E. TIPO DE EMISSÃO (PR) PRELIMINAR (IN) INFORMAÇÃO (CO) PARA COMENTÁRIOS (PC) PARA COMPRA (LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO (LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO (CC) CONFORME CONSTRUÍDO (CD) CANCELADO						

CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
<div>ACA</div> <div>Engenharia &amp; Consultoria</div>		<div>ConcrEpoxi</div> <div>ENGENHARIA</div>		<div>J.L.C.</div>	
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho:					
VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 1 – MÓDULO 1 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R09	Data: 11/04/2023
Escala: INDICADA		Nº do desenho: JLC-DES-ARM-050		Formato: A1	

ESCALA 1:125




RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	779	480
CA50	12.5	18823	18132
CA50	25	39090	150624
TOTAL (kg)			169236

## DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

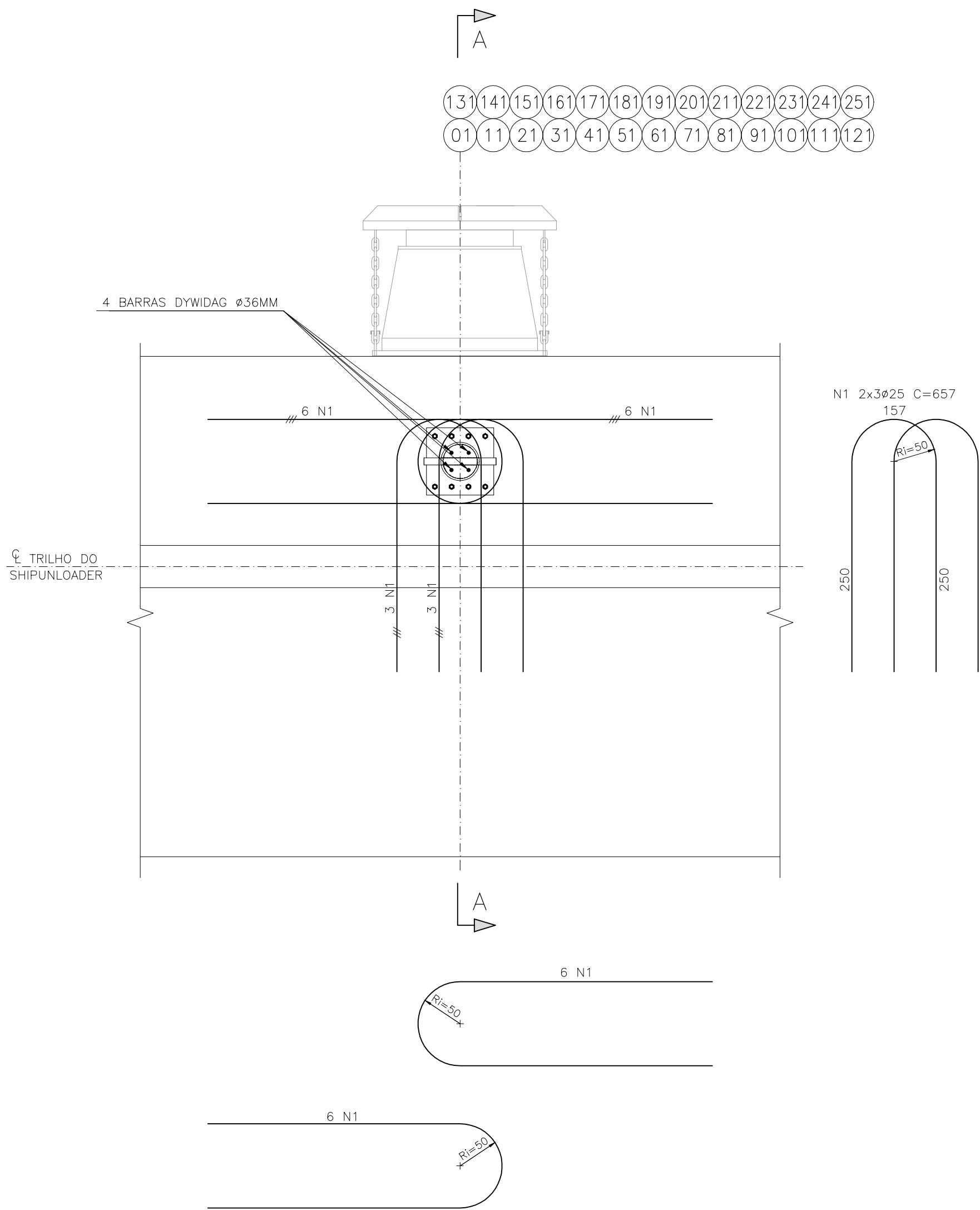
- |   |    |  |     |      |     |          |
|---|----|--|-----|------|-----|----------|
| JLC-DES-GER-002 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 1 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-006 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 2 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-007 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 3 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-008 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 4 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-009 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 5 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-003 - CORTE A-A                 |    |  |     |      |     |          |
| JLC-DES-GER-004 - CORTE B-B                 |    |  |     |      |     |          |
|   |    |  |     |      |     |          |
| 9   | LC | ONDE INDICADO, REVISÃO NA LOCAÇÃO DA POSIÇÃO N5 E NOTA 7 | AWM | CDMP | LEC | 11/04/23 |
| 8   | LC | REVISÃO GERAL  | AWM | CDMP | LEC | 03/04/23 |

7	LC	REVISÃO NA LOCAÇÃO DA JUNTA DE DILATAÇÃO			AVM	CDMP	LEC	17/03/23
6	LC	REVISÃO GERAL			JLR	CDMP	LEC	13/10/22
5	LC	REVISÃO GERAL			JLR	CDMP	LEC	05/10/22
4	LC	EXCLUSÃO DO EIXO "B"			JLR	CDMP	LEC	15/09/22
3	LC	REVISÃO GERAL			AVM	CDMP	LEC	29/08/22
2	LC	REVISÃO GERAL			JLR	CDMP	LEC	25/08/22
1	LC	REVISÃO GERAL			AVM	CDMP	LEC	22/08/22
0	CO	EMISSION INICIAL			JLR	CDMP	LEC	04/08/22
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO			PROJ.	VER.	APR.	DATA
REVISÕES								
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO			(CC) CONFORME CONSTRUÍDO		
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO			(CC) CANCELADO		

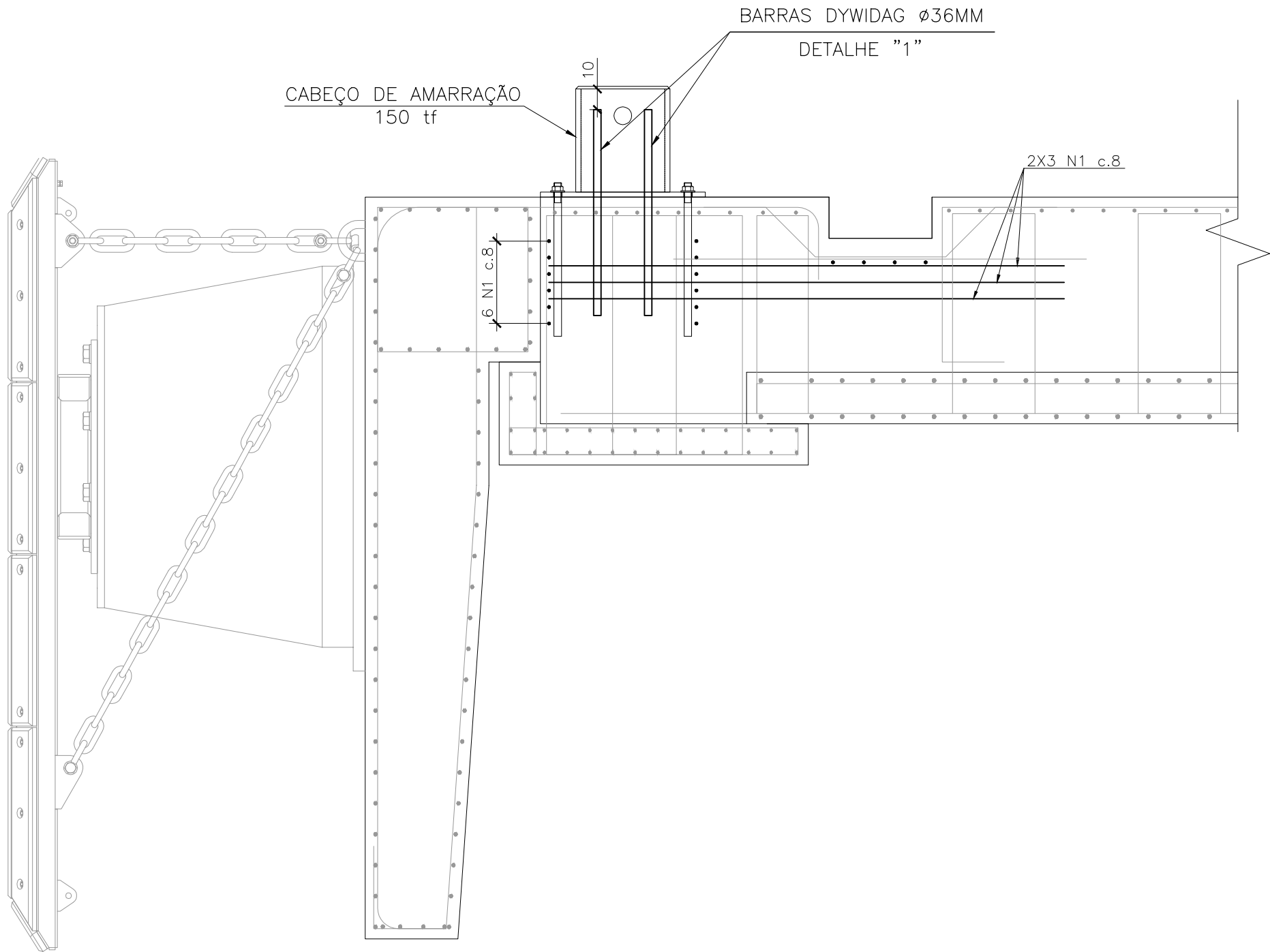
CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
		Cliente: COMPANHIA DOCS DO RIO DE JANEIRO			
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho: VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 2 – MÓDULOS 1 a 5 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO	Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R09	Data: 11/04/2023	Folha: 
Escala: INDICADA	–	N° do desenho: JLC-DES-ARM-051		Formato: A1	



VISTA SUPERIOR – MÓDULO 1 a MÓDULO 13 – (26x)  
ESCALA 1:50



CORTE A-A  
ESCALA 1:25



DETALHE "1" – BARRA DYWIDAG – (104x)  
ESCALA 1:10  
(MEDIDAS EM MILÍMETROS)

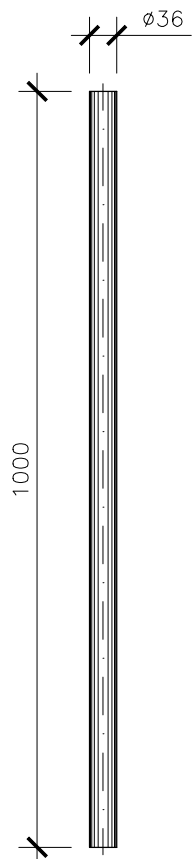


TABELA PARA 26 CABEÇOS

TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q	UNIT.(cm)	TOT.(m)
1	25	468	657	3075

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	25	3075	11848
TOTAL (kg)			11848

LISTA DE INSERTS METÁLICOS – PARA 26 CABEÇOS

LISTA DE INSERTS METÁLICOS – PARA 26 CABEÇOS								
ITEM	DESCRIÇÃO			OBS.	MATERIAL	QUANT.	MASSA (kg)	
	ESPECIFICAÇÃO (mm)	DIMENSÕES (mm)	MASSA				UNIT.	TOTAL
1	BARRA DYWIDAG 36MM	1000	8,27 kg/m	–	AÇO DYWIDAG	104	8,27	860,08

NOTAS

- A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:
  - NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ – MOLDADO.
- TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
- O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
  - 3.1 – CONCRETO ESTRUTURAL:
    - fck ≥ 45MPa.
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m3 DE CIMENTO.
  - 4 – AÇO CA-50.
  - 5 – COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm (EXCETO NA SUPERFÍCIE RUGOSA: 2cm).

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

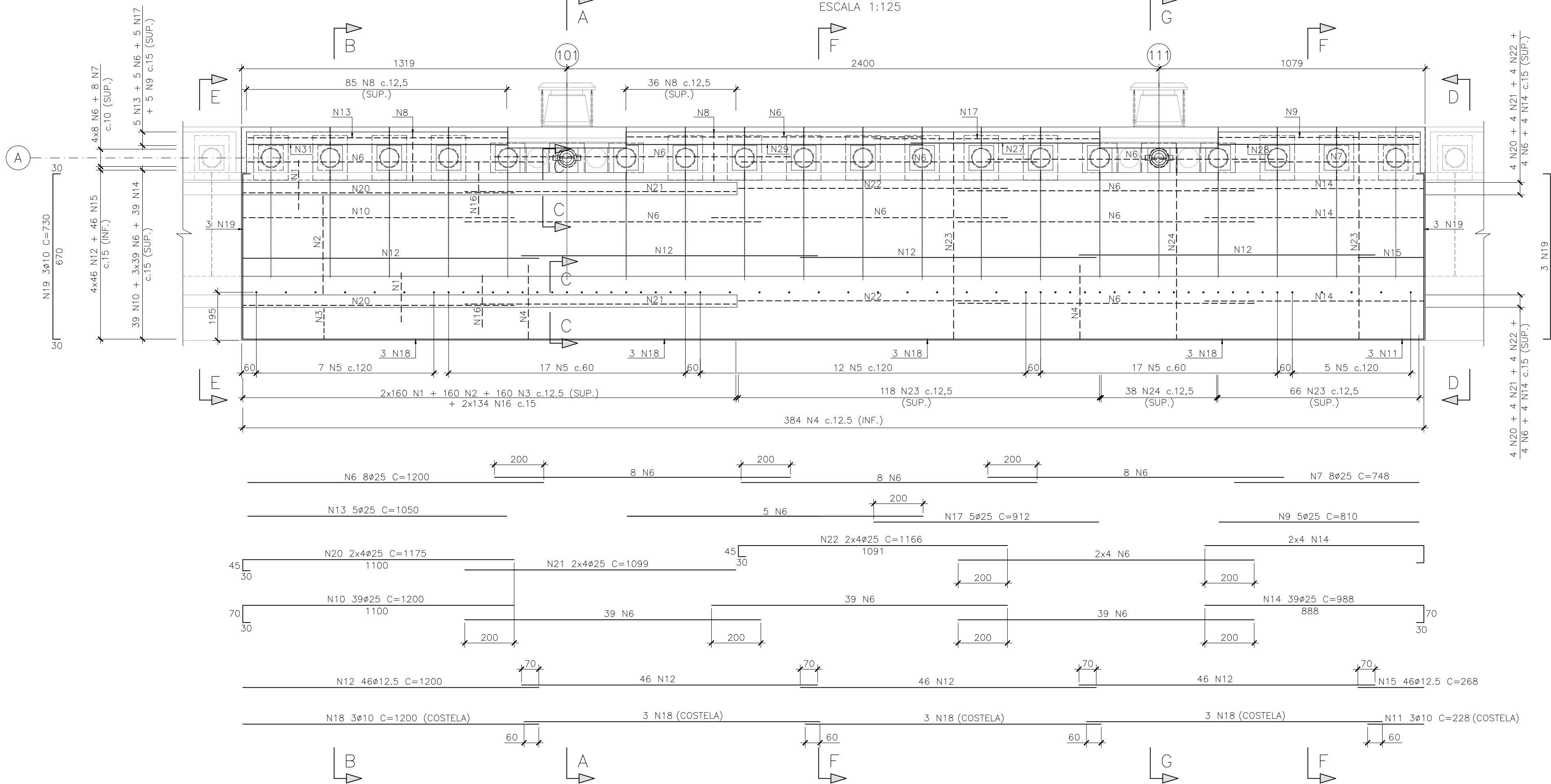
- JLC-DES-GER-001 – ARRANJO GERAL  
JLC-DES-GER-003 – CORTE A-A  
JLC-DES-GER-004 – CORTE B-B

02	LC	REVISÃO GERAL	FESC	CDMP	LEC	03/03/23			
01	LC	REVISÃO GERAL	FESC	CDMP	LEC	22/08/22			
00	CO	EMIÇÃO INICIAL	JLR	CDMP	LEC	29/07/22			
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA			
REVISÕES									
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO					
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO					

CONSÓRCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
<div>ACA</div> <div>INDUSTRIAL E COMERCIAL</div>		<div>ConcrEpoxi</div> <div>ENGENHARIA</div>		<div>J.L.C.</div>	
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Cliente: COMPANHIA DOCS DO RIO DE JANEIRO			
		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho:					
REFORÇO DO CABEÇO DE AMARRAÇÃO – MÓDULOS 1 A 13 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R02	Data: 03/03/2023
Escala: INDICADA		Nº do desenho: JLC-DES-ARM-052		Formato: A1	

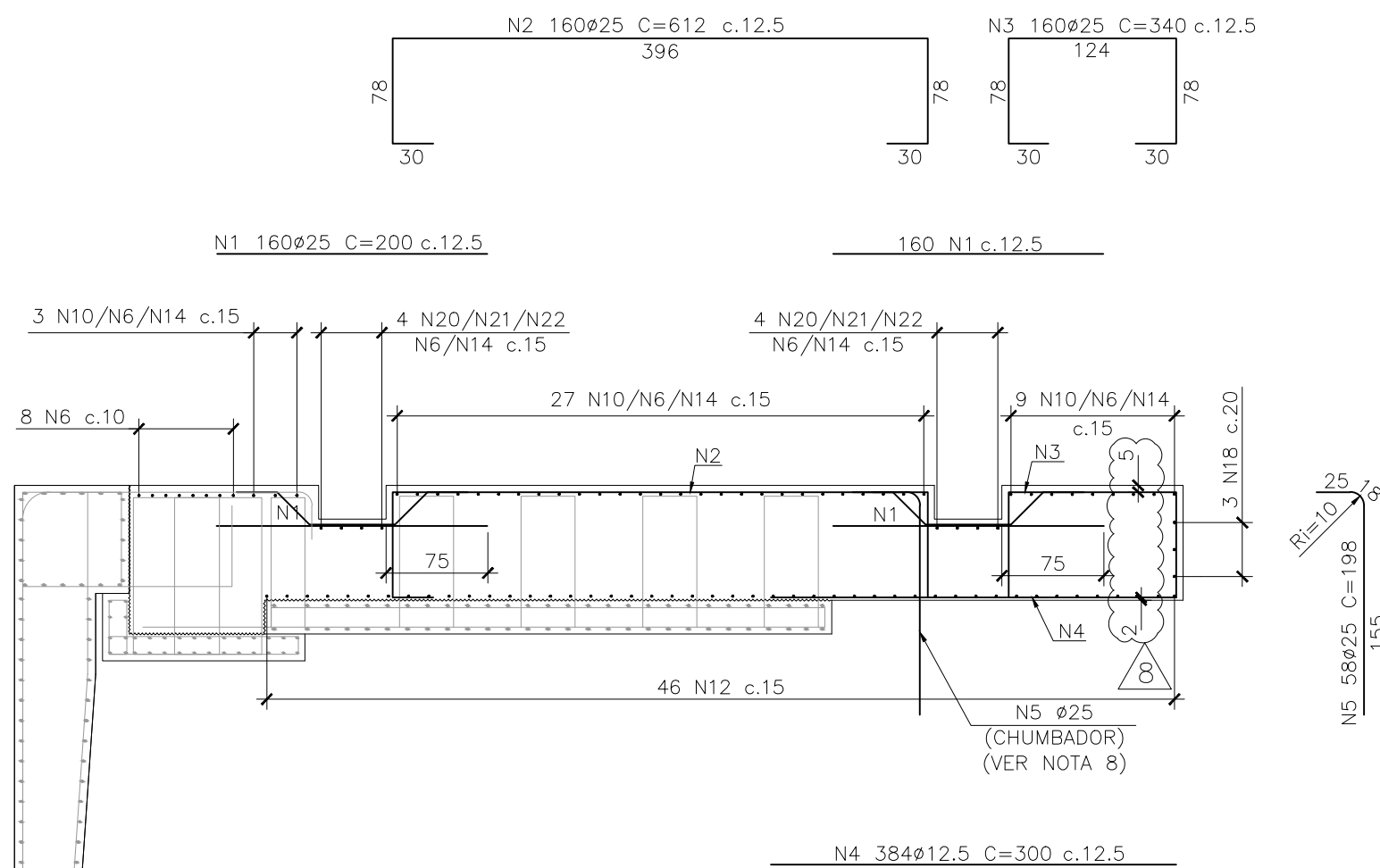
VISTA SUPERIOR – PARTE 3 – MÓDULOS 5 a 6

ESCALA 1:125



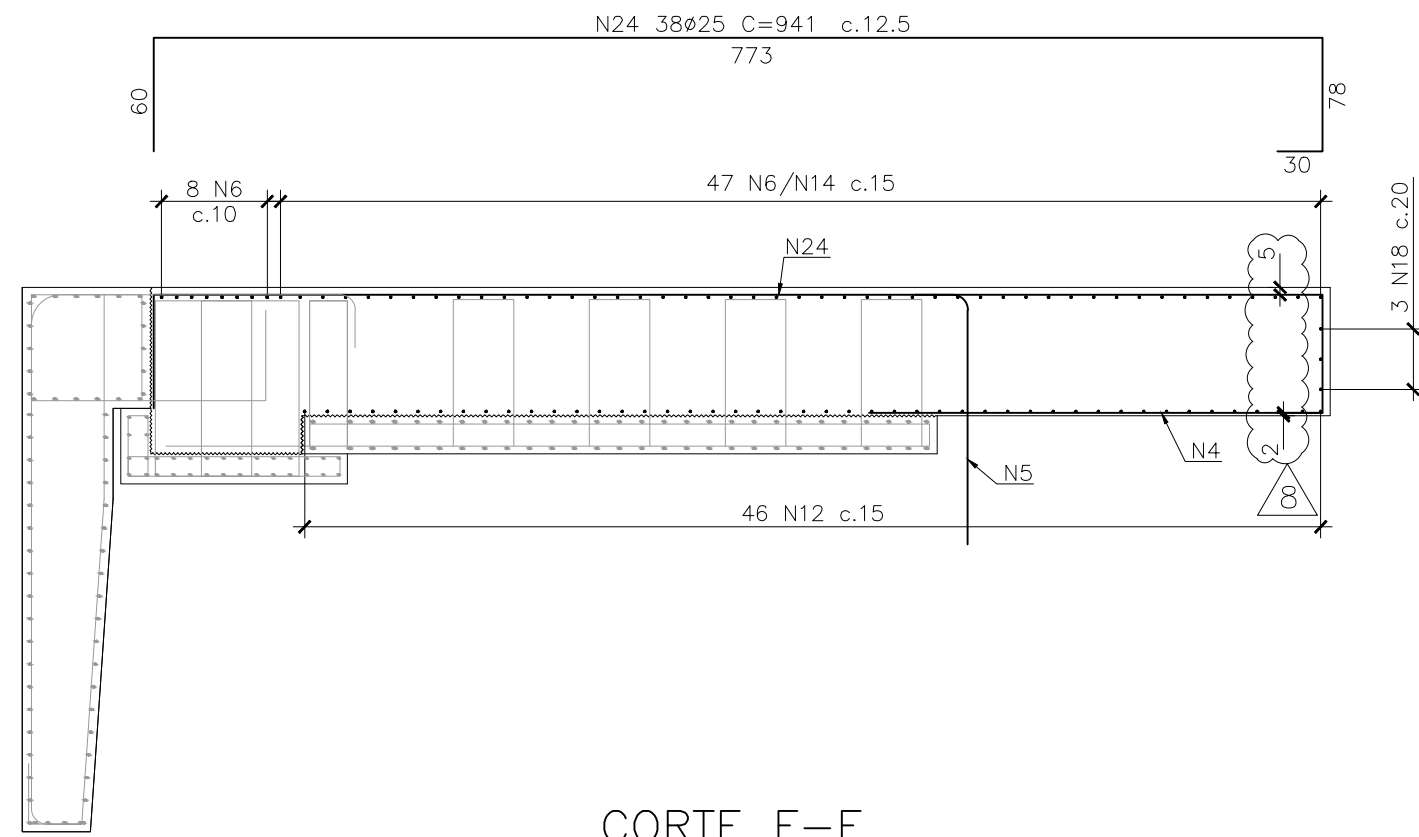
CORTE A-A

ESCALA 1:50



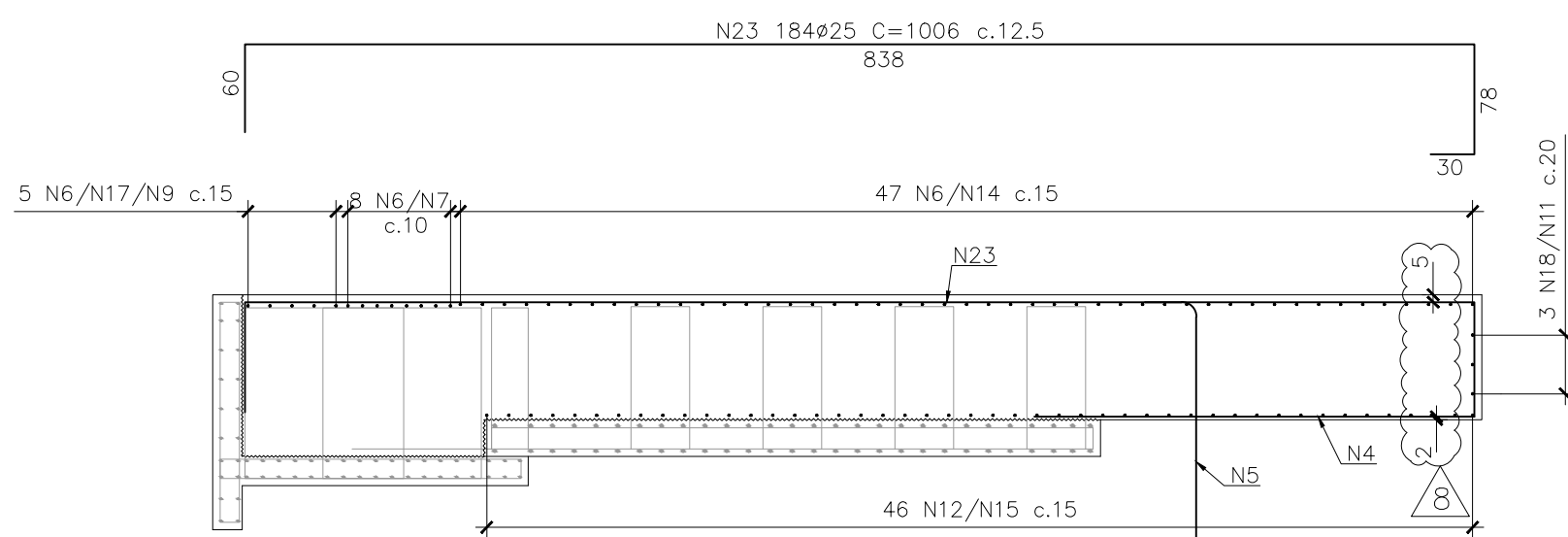
CORTE G-G

ESCALA 1:50



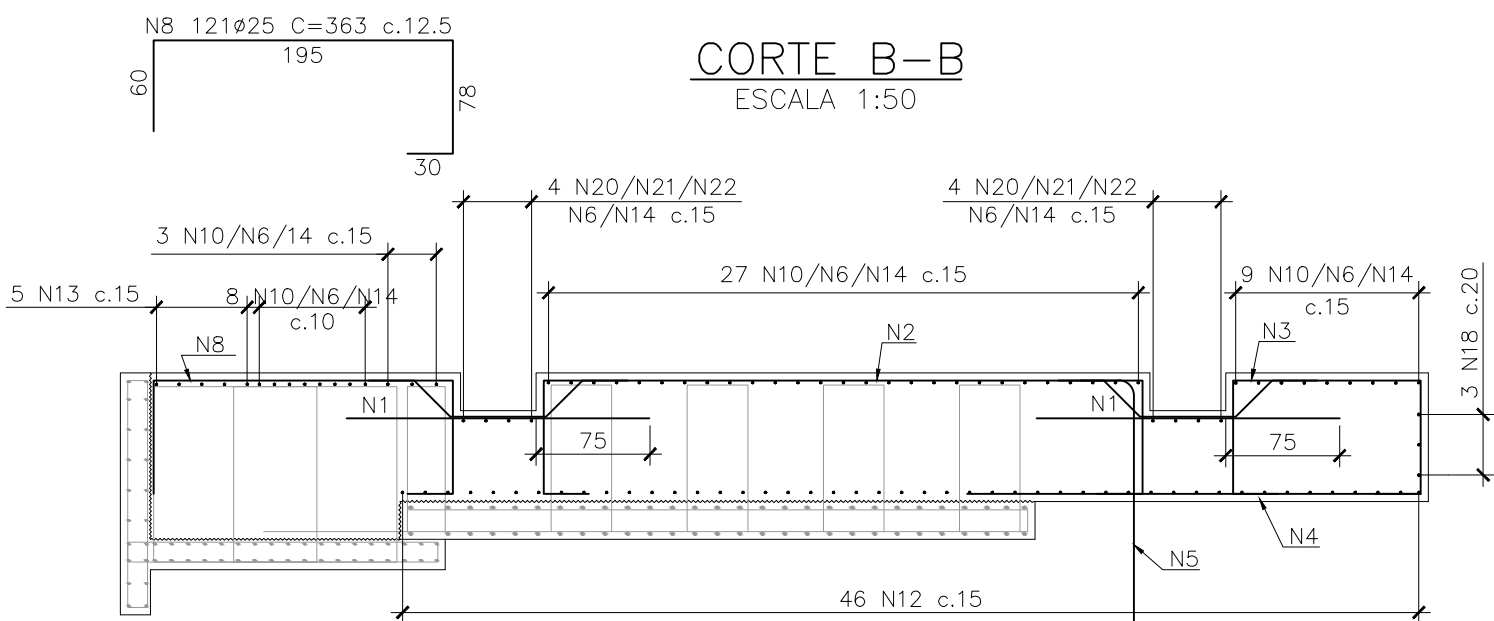
CORTE F-F

ESCALA 1:50



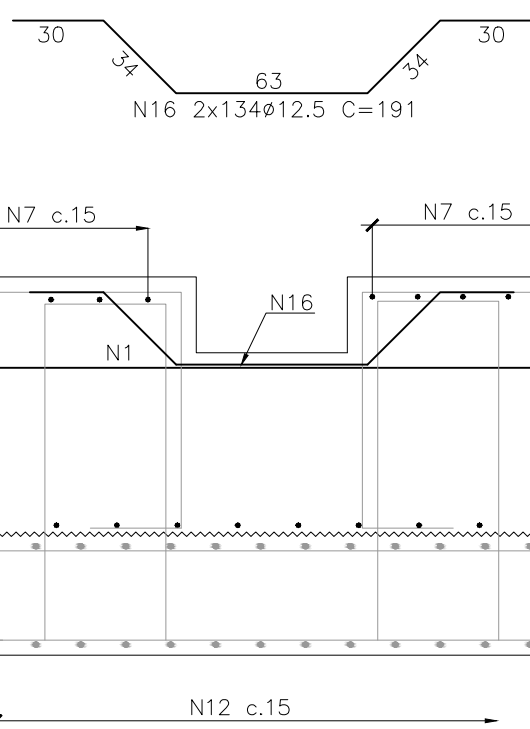
CORTE B-B

ESCALA 1:50



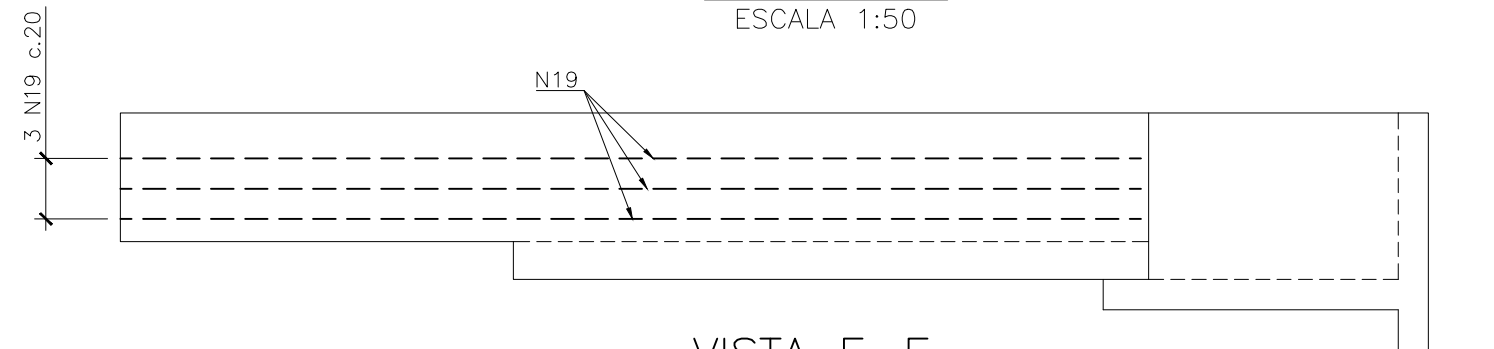
CORTE C-C (2x)

ESCALA 1:25



VISTA D-D

ESCALA 1:50



VISTA E-E

ESCALA 1:50

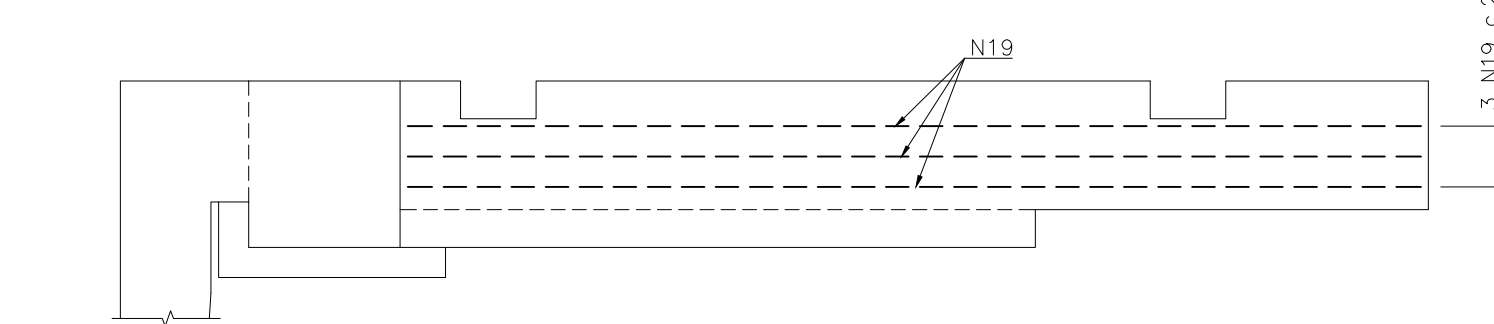


TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q	UNIT.(cm)	TOT.(m)
1	25	320	200	640
2	25	160	612	979
3	25	160	340	544
4	12.5	384	300	1152
5	25	58	198	115
6	25	162	1200	1944
7	25	8	748	60
8	25	121	363	439
9	25	5	810	41
10	25	39	1200	468
11	10	3	228	7
12	12.5	184	1200	2208
13	25	5	1050	53
14	25	47	988	464
15	12.5	46	268	123
16	12.5	268	191	512
17	25	5	912	46
18	10	12	1200	144
19	10	6	730	44
20	25	8	1175	94
21	25	8	1099	88
22	25	8	1166	93
23	25	184	1006	1851
24	25	38	941	358

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	195	120
CA50	12.5	3995	3849
CA50	25	8276	31889
TOTAL (kg)			35858

NOTAS

- 1 – A EXECUÇÃO DESTA PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:

  - NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ – MOLDADO.
  - 2 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
  - 3 – O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
  - 3.1 – CONCRETO ESTRUTURAL:
    - fck ≥ 45MPa.
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m3 DE CIMENTO.
    - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
    - SILICA ATIVA – 10% EM RELAÇÃO AO PESO DO CIMENTO.
    - 4 – AÇO CA-50.
    - 5 – COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm
- 6 – PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO Nº JLC-DES-ARM-055.


7 – A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BIDIM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.

8 – OS FUROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- JLC-DES-GER-010 – VISTA SUPERIOR – MÓDULO 6
- JLC-DES-GER-003 – CORTE A-A
- JLC-DES-GER-004 – CORTE B-B

7	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	03/04/23
6	LC	REVISÃO NA LOCAÇÃO DA JUNTA DE DILATAÇÃO	AWM	CDMP	LEC	20/03/23
5	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	13/10/22
4	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	05/10/22
3	LC	EXCLUSÃO DO EIXO "B"	JLR	CDMP	LEC	15/09/22
2	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	29/08/22
1	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	25/08/22
0	LC	EMIÇÃO INICIAL	AWM	CDMP	LEC	22/08/22
REV. T.E.		DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA
REVISÕES						
T.E.		(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO	
TIPO DE EMISSÃO		(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO	
8	LC	ONDE INDICADO, REVISÃO NA LOCAÇÃO DA POSIÇÃO N5 E NOTA 7	AWM	CDMP	LEC	11/04/23

CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO	
		Cliente: COMPANHIA DOCS DO RIO DE JANEIRO	
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBÔA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO	
Conteúdo do Desenho:			
VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 3 – MÓDULOS 5 a 6 – ARMAÇÃO			
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO	Revisão: R08
Escala: INDICADA		Nº do desenho: JLC-DES-ARM-054	Data: 11/04/2023
			Folha: A1



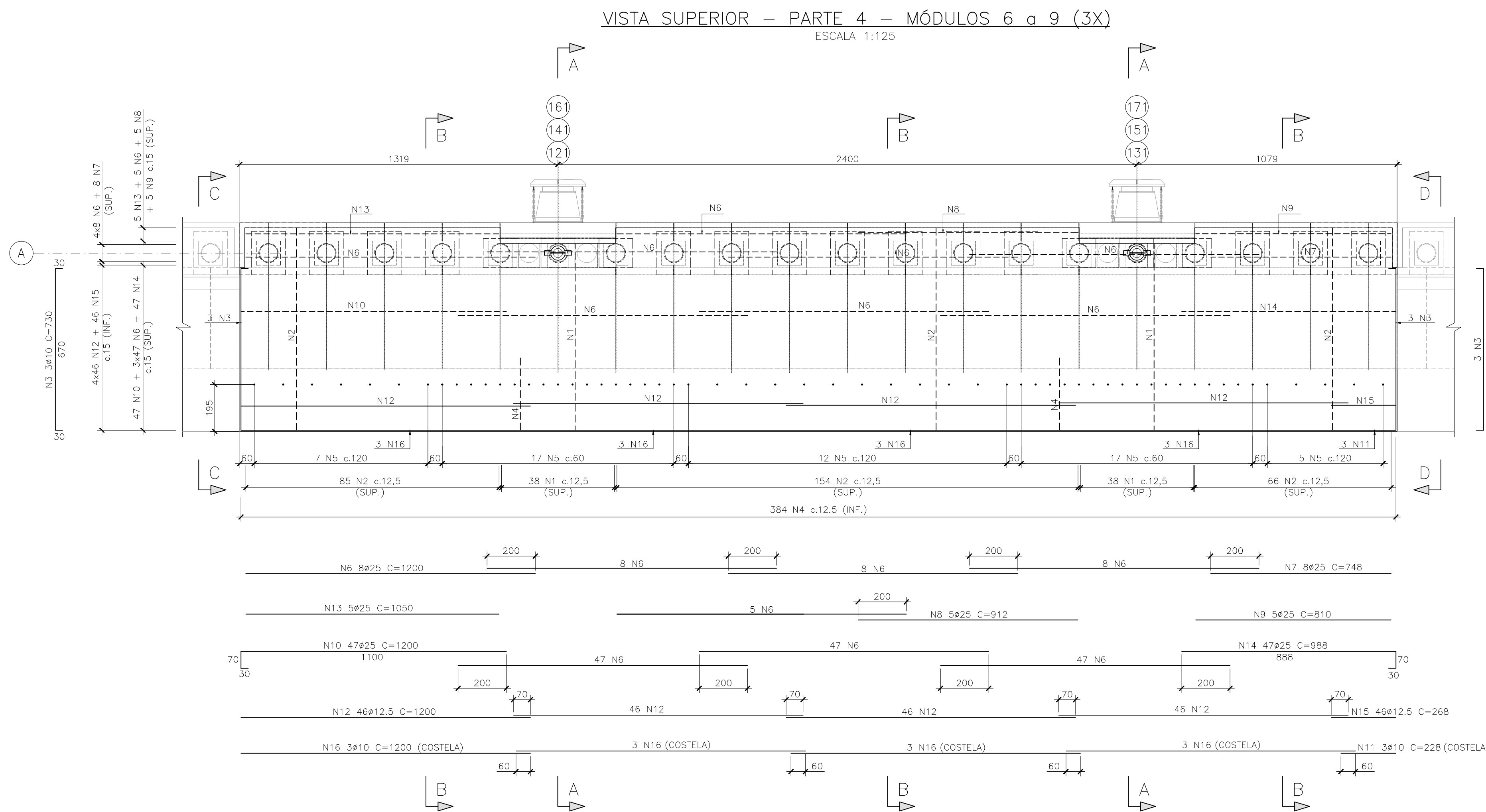


TABELA PARA 3 UNIDADES

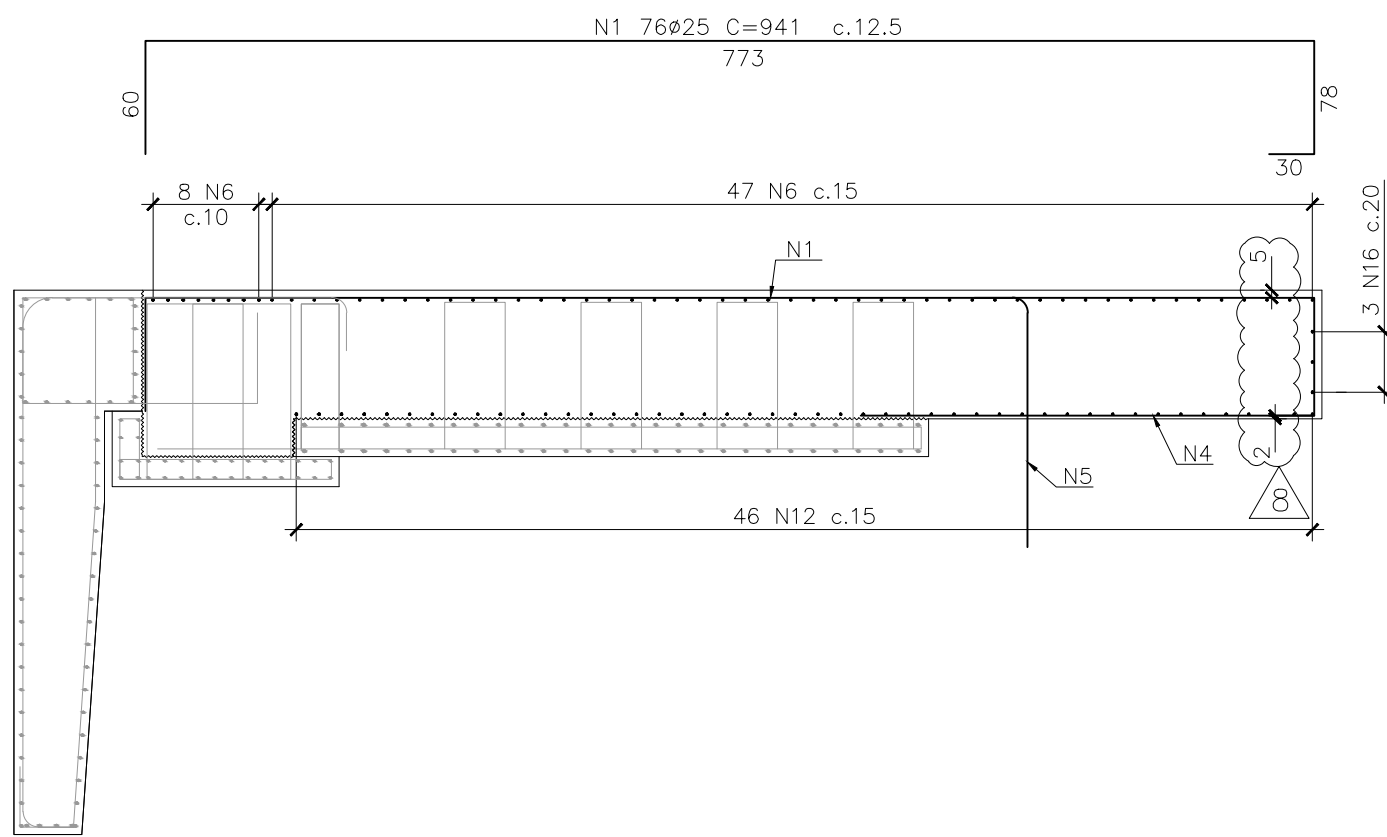
TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q UNIT.(cm)	TOT.(m)	
1	25	228	941	2145
2	25	915	1006	9205
3	10	18	730	131
4	12.5	1152	300	3456
5	25	174	198	345
6	25	534	1200	6408
7	25	24	748	180
8	25	15	912	137
9	25	15	810	122
10	25	141	1200	1692
11	10	9	228	21
12	12.5	552	1200	6624
13	25	15	1050	158
14	25	141	988	1393
15	12.5	138	268	370
16	10	36	1200	432

RESUMO AÇO

AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	584	360
CA50	12.5	10450	10067
CA50	25	21783	83937
TOTAL (kg)			94363

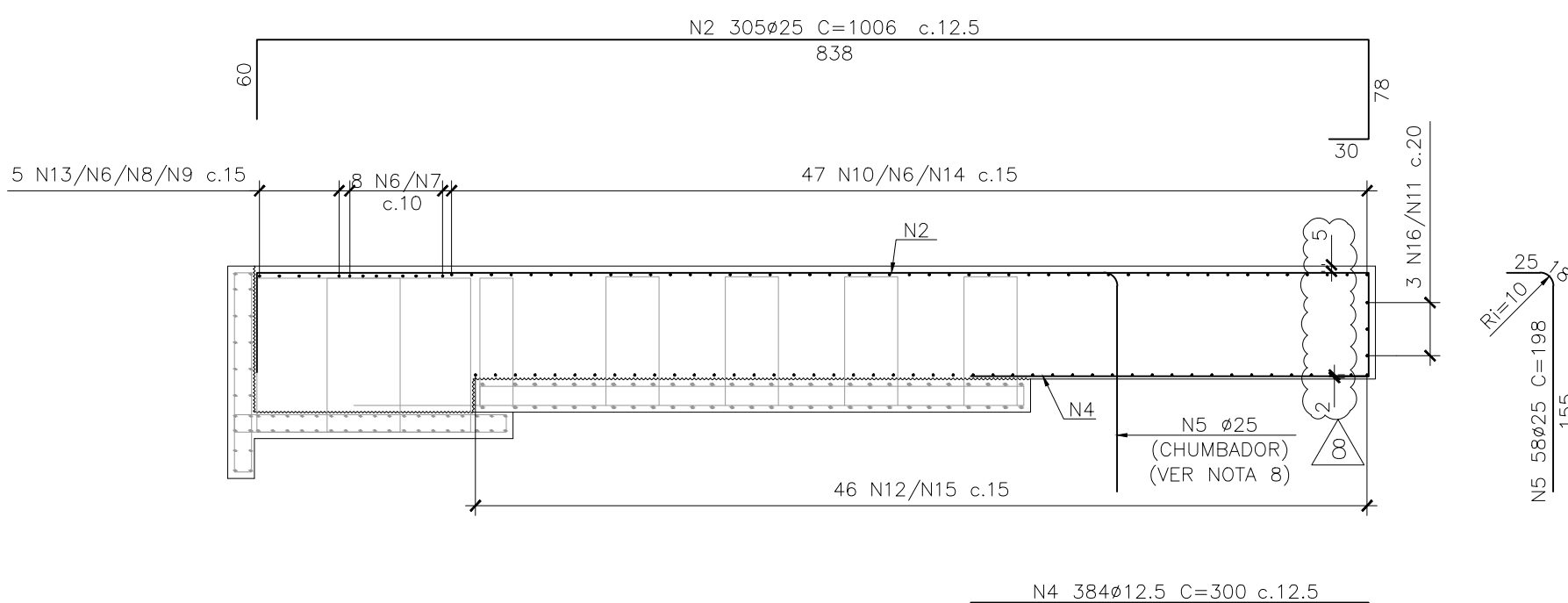
CORTE A-A

ESCALA 1:50



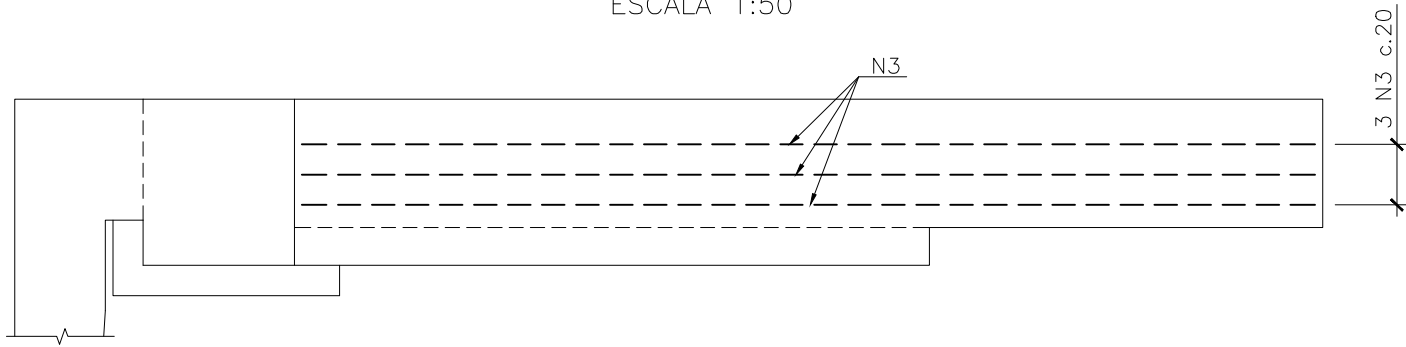
CORTE B-B

ESCALA 1:50



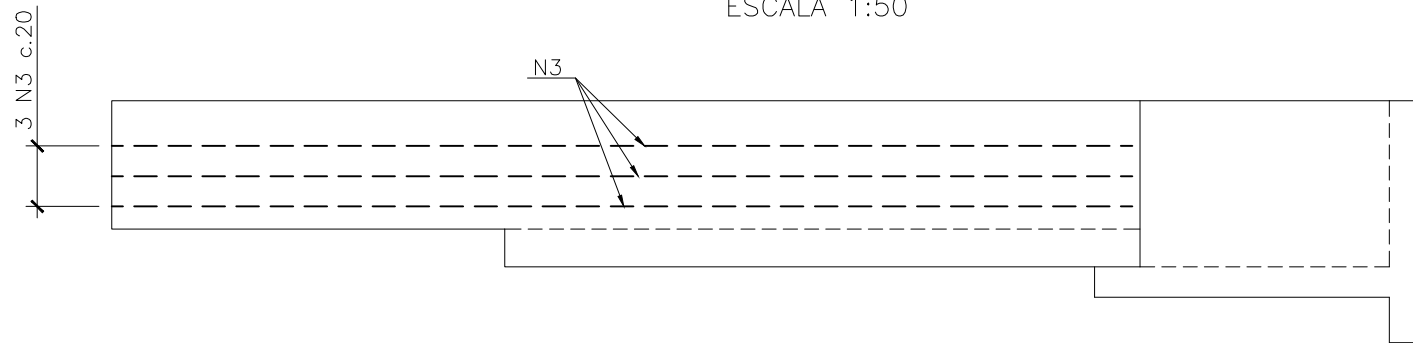
VISTA C-C

ESCALA 1:50



VISTA D-D

ESCALA 1:50



NOTAS

- 1 – A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:
  - NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRE – MOLDADO.
- 2 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
- 3 – O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
  - 3.1 – CONCRETO ESTRUTURAL:
    - fck ≥ 45MPa.
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m3 DE CIMENTO.
    - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
    - SILICA ATIVA – 10% EM RELAÇÃO AO PESO DO CIMENTO.
  - 4 – AÇO CA-50.
  - 5 – COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm
- 6 – PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO N° JLC-DES-ARM-056.
- 7 – A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BIOM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.
- 8 – OS FURROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.


DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

JLC-DES-GER-010 a 016 – VISTA SUPERIOR – MÓDULO 6 a 12  
JLC-DES-GER-003 – CORTE A-A  
JLC-DES-GER-004 – CORTE B-B  
JLC-DES-GER-018 – CORTE C-C  
JLC-DES-GER-019 – CORTE D-D

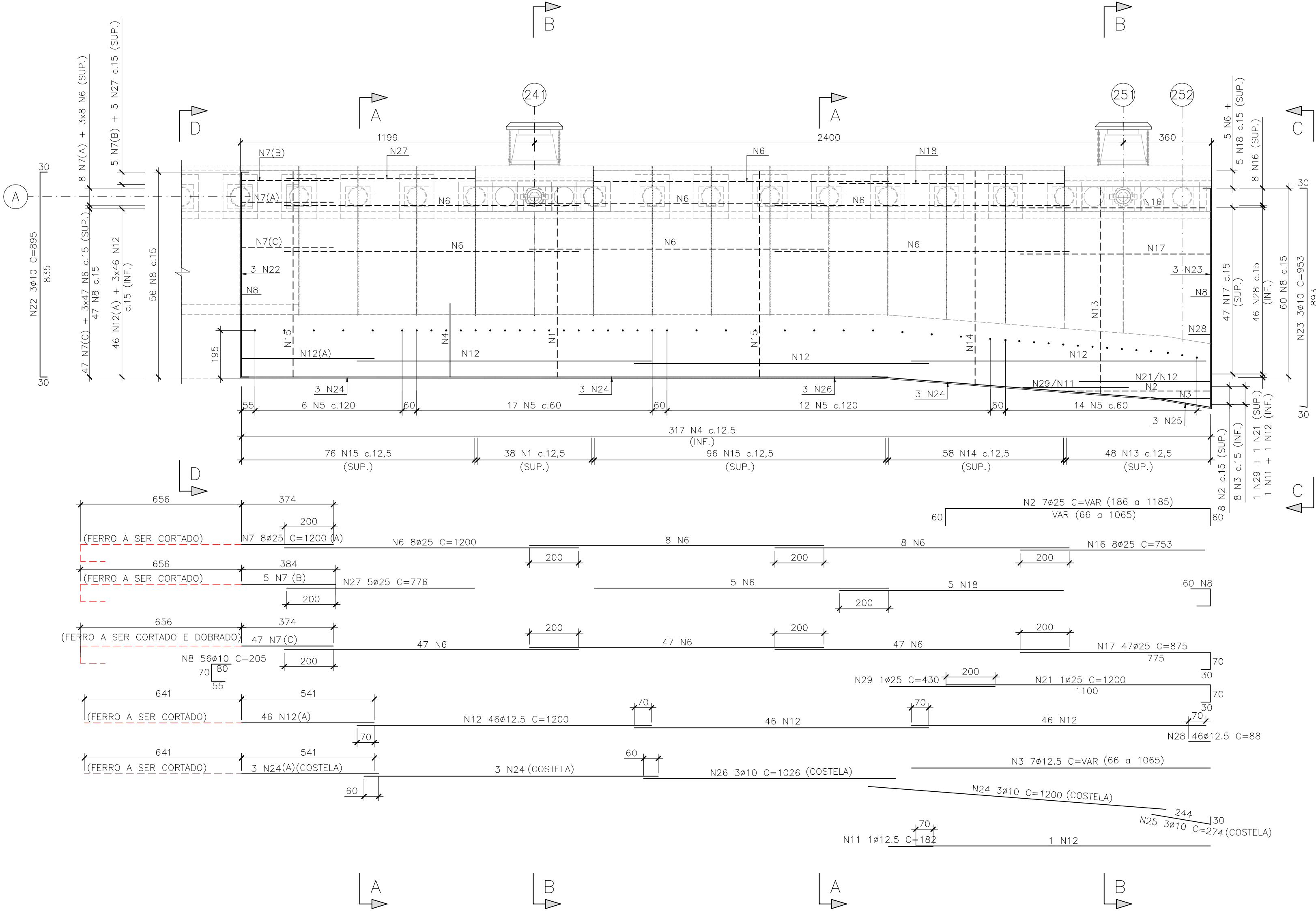
7	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	03/04/23
6	LC	REVISÃO NA LOCAÇÃO DA JUNTA DE DILATAÇÃO	AWM	CDMP	LEC	20/03/23
5	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	13/10/22
4	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	06/10/22
3	LC	EXCLUSÃO DO EIXO "B"	JLR	CDMP	LEC	15/09/22
2	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	29/08/22
1	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	25/08/22
0	LC	EMIÇÃO INICIAL	AWM	CDMP	LEC	22/08/22
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA

REVISÕES

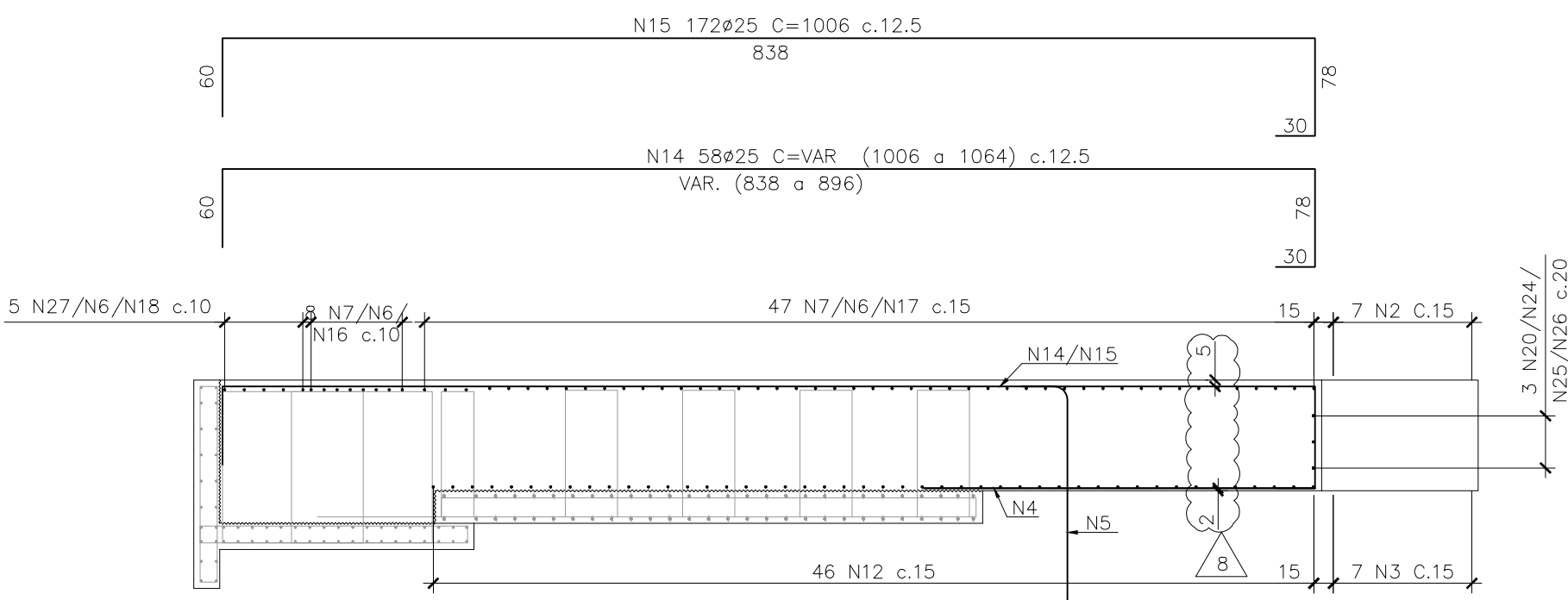
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS (PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO	

CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO				
		Cliente: COMPANHIA DO CAS DO RIO DE JANEIRO				
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO				
Conteúdo do Desenho:						
VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 4 – MÓDULOS 6 a 9 – ARMAÇÃO						
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R08	Data: 12/04/2023	Folha:
Escala: INDICADA		N° do desenho: JLC-DES-ARM-055		Formato: A1		

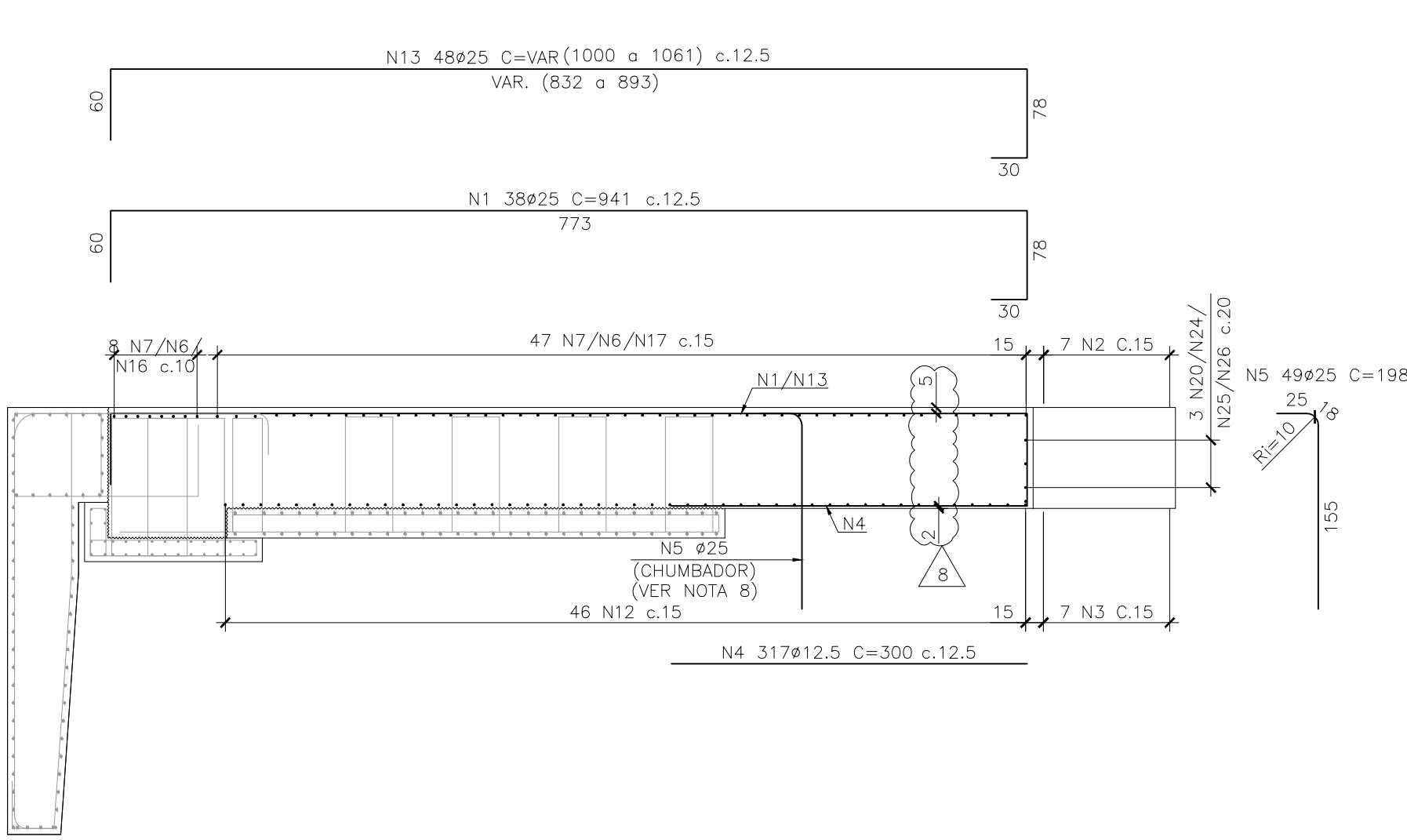
VISTA SUPERIOR – PARTE 5 – MÓDULOS 12 A 13  
ESCALA 1:125



CORTE A-A  
ESCALA 1:50



CORTE B-B  
ESCALA 1:50



VISTA C-C  
ESCALA 1:50

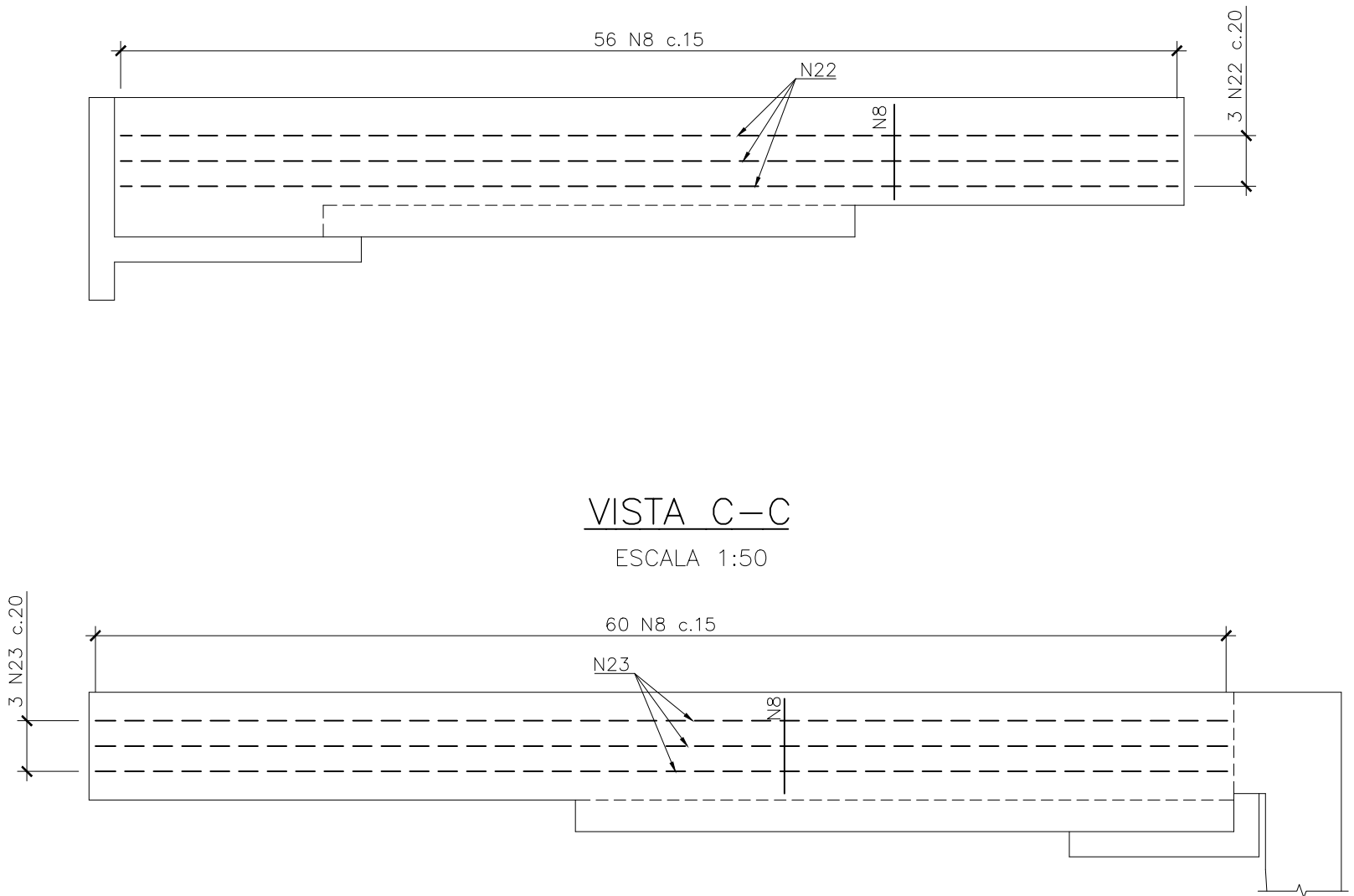


TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q	UNIT.(cm)	TOT.(m)
1	25	38	941	358
2	25	7	VAR	48
3	12.5	7	VAR	40
4	12.5	317	300	951
5	25	49	198	97
6	25	170	1200	2040
7	25	60	1200	720
8	10	116	205	238
11	12.5	1	182	2
12	12.5	185	1200	2220
13	25	48	VAR	495
14	25	58	VAR	600
15	25	172	1006	1730
16	25	8	753	60
17	25	47	875	411
21	25	1	1200	12
22	10	3	895	27
23	10	3	953	29
24	10	9	1200	108
25	10	3	274	8
26	10	3	1026	31
27	25	5	776	39
28	12.5	46	88	40
29	25	1	430	4

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	440	271
CA50	12.5	3253	3134
CA50	25	6615	25489
TOTAL (kg)			28894

NOTAS

- 1 – A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:
- NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRE – MOLDADO.
  - 8 – OS FUROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI “SIKADUR 32” OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.
- 2 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
- 3 – O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
- 3.1 – CONCRETO ESTRUTURAL:
- fck ≥ 45MPa.
  - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
  - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m<sup>3</sup> DE CIMENTO.
  - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
  - SILICA ATIVA – 10% EM RELAÇÃO AO PESO DO CIMENTO.
- 4 – AÇO CA-50.
- 5 – COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- JLC-DES-GER-016 – VISTA SUPERIOR – MÓDULO 12
- JLC-DES-GER-017 – VISTA SUPERIOR – MÓDULO 13
- JLC-DES-GER-018 – CORTE C-C
- JLC-DES-GER-019 – CORTE D-D

7	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	03/04/23
6	LC	REVISÃO NA LOCAÇÃO DA JUNTA DE DILATAÇÃO	AWM	CDMP	LEC	20/03/23
5	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	13/10/22
4	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	06/10/22
3	LC	EXCLUSÃO DO EIXO “B”	JLR	CDMP	LEC	15/09/22
2	LC	REVISÃO GERAL	AWM	CDMP	LEC	30/08/22
1	LC	REVISÃO GERAL	JLR	CDMP	LEC	25/08/22
0	LC	EMIÇÃO INICIAL	AWM	CDMP	LEC	22/08/22
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA
REVISÕES						
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO		
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO		

CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
<div>ACA ENGENHARIA E CONSULTORIA</div> <div>ConcrEpoxi ENGENHARIA</div> <div>J.L.C.</div>		Cliente: COMPANHIA DO CAS DO RIO DE JANEIRO			
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho:					
VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 5 – MÓDULOS 12 A 13 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R08	Data: 11/04/2023
Escala: INDICADA		Nº do desenho: JLC-DES-ARM-056		Formato: A1	



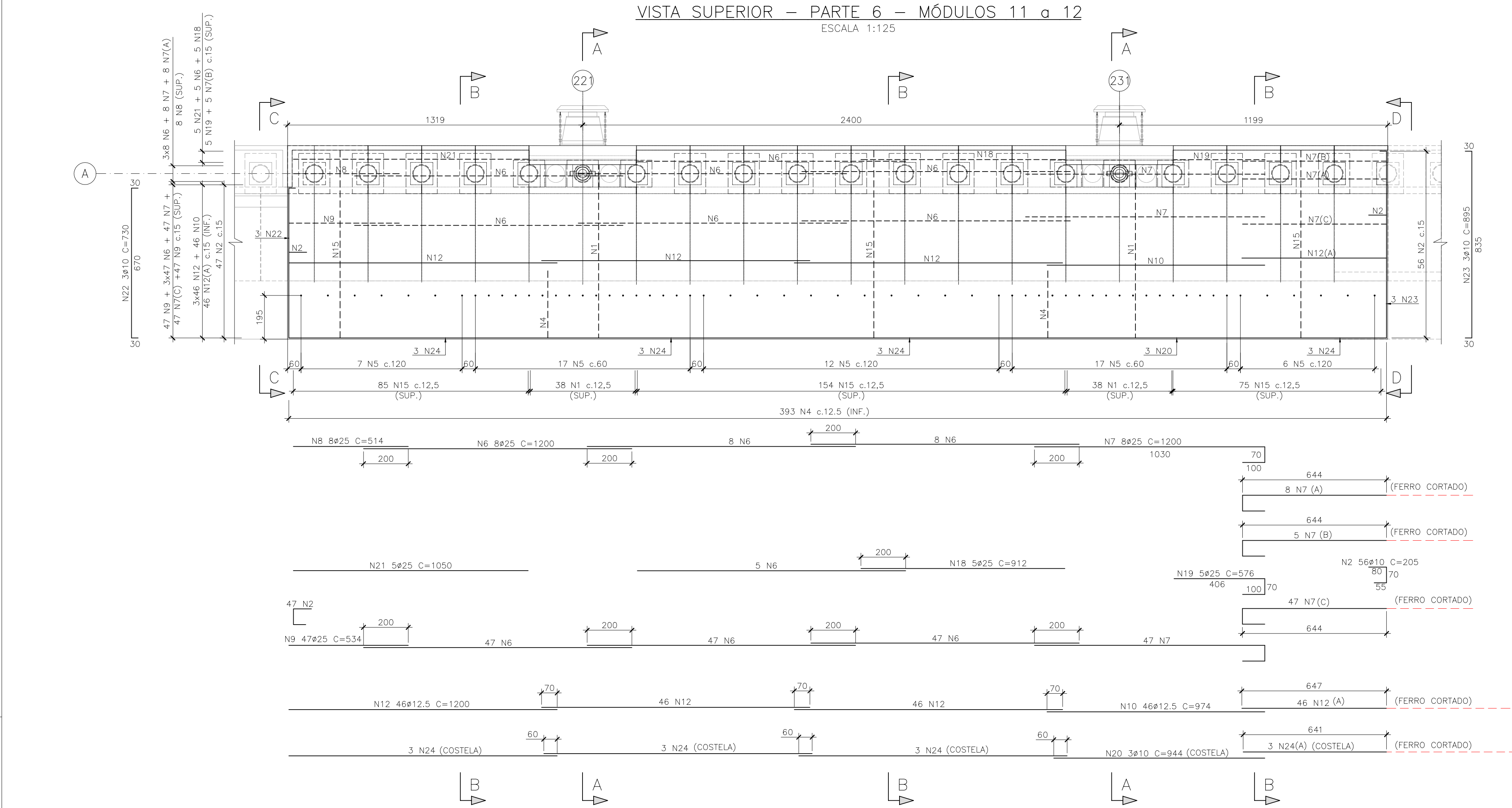
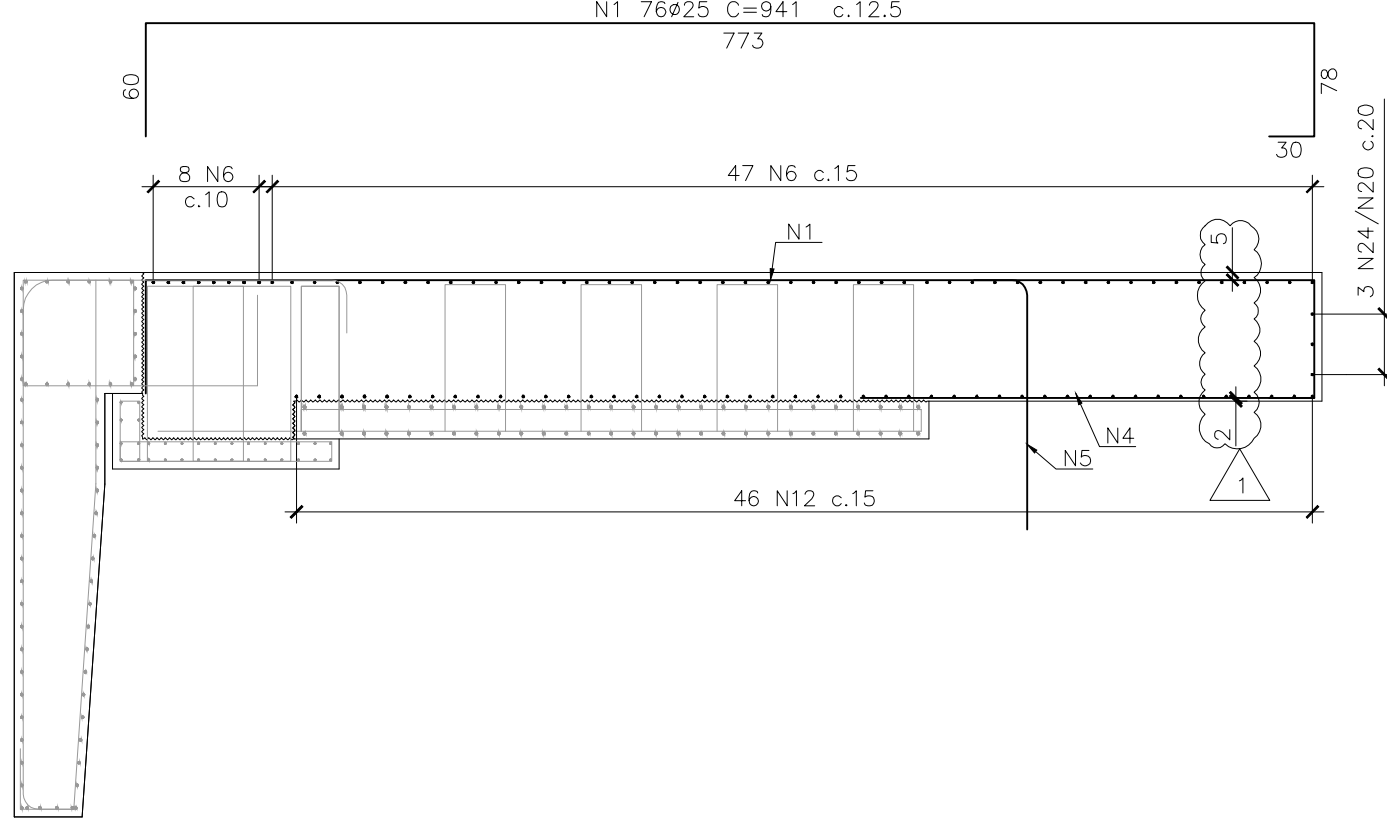


TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q	UNIT.(cm)	TOT.(m)
1	25	76	941	715
2	10	103	205	211
4	12,5	393	300	1179
5	25	59	198	117
6	25	170	1200	2040
7	25	115	1200	1380
8	25	8	514	41
9	25	47	534	251
10	12,5	46	974	448
12	12,5	184	1200	2208
15	25	314	1006	3159
18	25	5	912	46
19	25	5	576	29
20	10	3	944	28
21	25	5	1050	53
22	10	3	730	22
23	10	3	895	27

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	288	178
CA50	12,5	3835	3694
CA50	25	7830	30170
TOTAL (kg)			34042

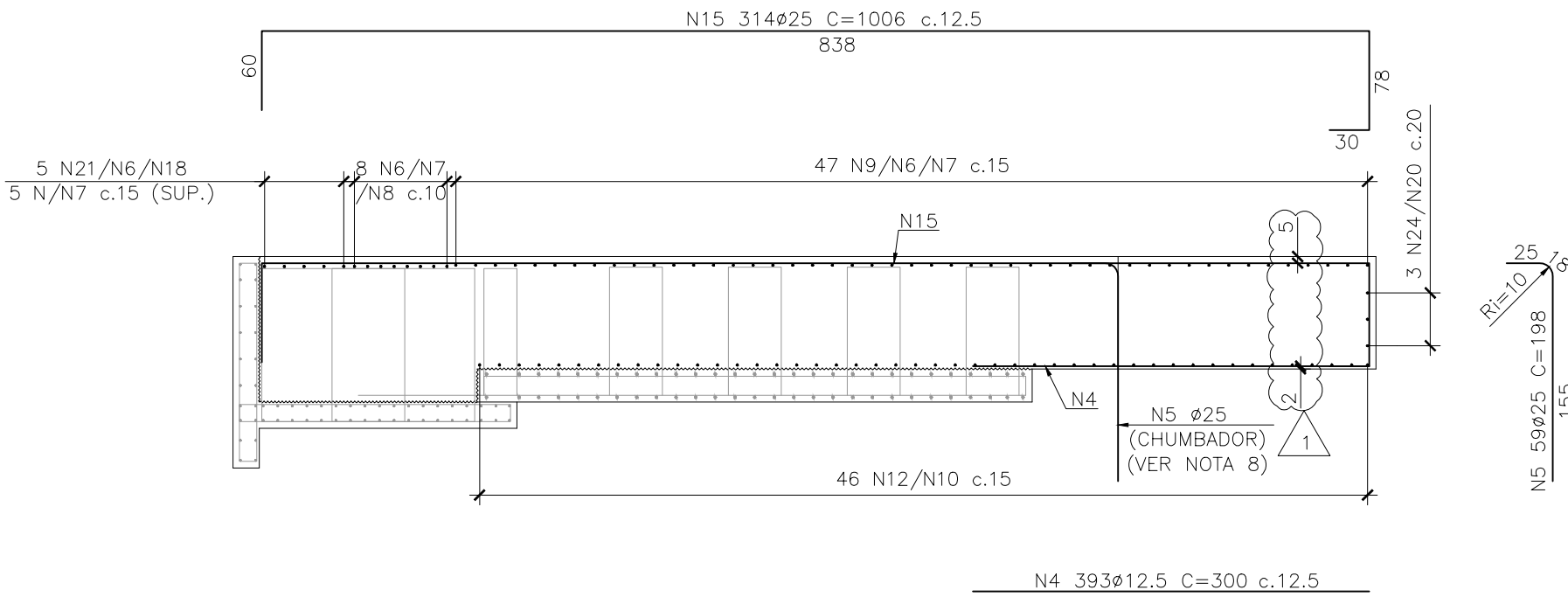
CORTE A-A

ESCALA 1:50



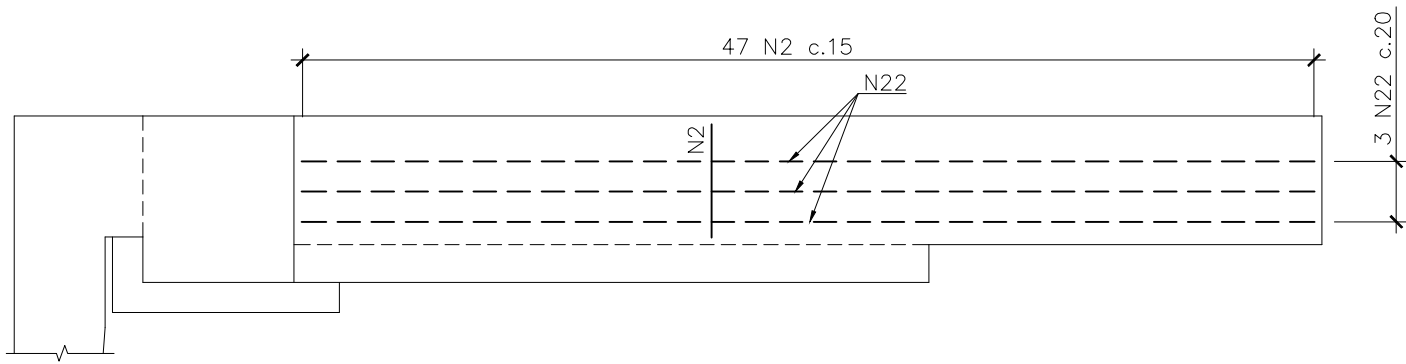
CORTE B-B

ESCALA 1:50



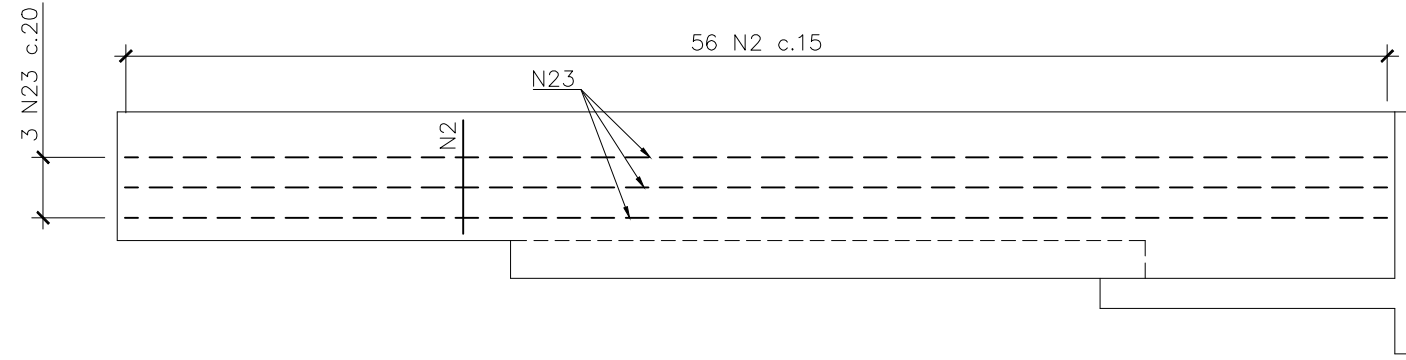
VISTA C-C

ESCALA 1:50



VISTA D-D

ESCALA 1:50




NOTAS

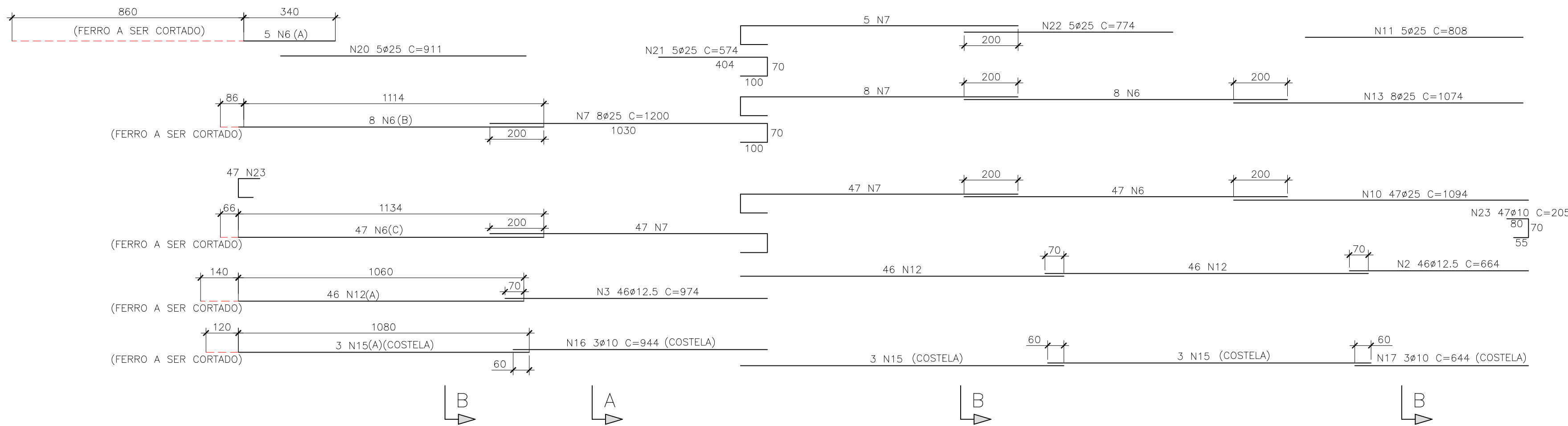
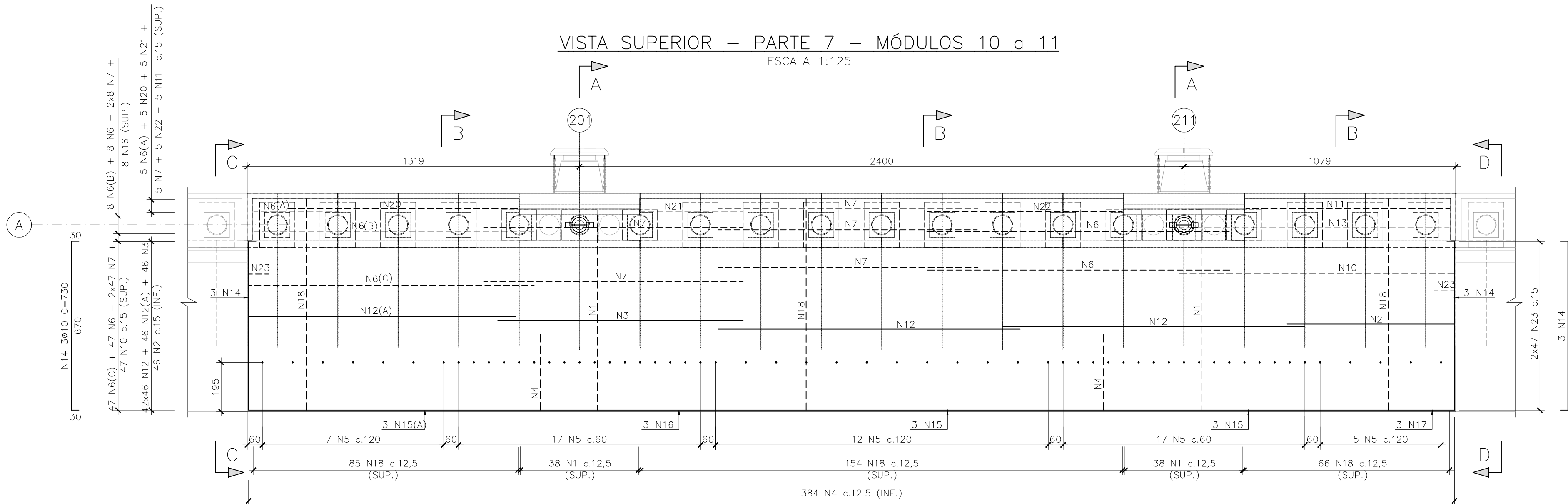
- 1 – A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:
  - NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
  - NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRE – MOLDADO.
- 2 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
- 3 – O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
  - 3.1 – CONCRETO ESTRUTURAL:
    - fck ≥ 45MPa.
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m<sup>3</sup> DE CIMENTO.
    - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
  - 4 – AÇO CA-50.
  - 5 – COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm
- 6 – PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO N° JLC-DES-ARM-056.
- 7 – A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BIDIM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.
- 8 – OS FUROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- JLC-DES-GER-010 a 016 – VISTA SUPERIOR – MÓDULO 6 a 12
- JLC-DES-GER-003 – CORTE A-A
- JLC-DES-GER-004 – CORTE B-B
- JLC-DES-GER-018 – CORTE C-C
- JLC-DES-GER-019 – CORTE D-D

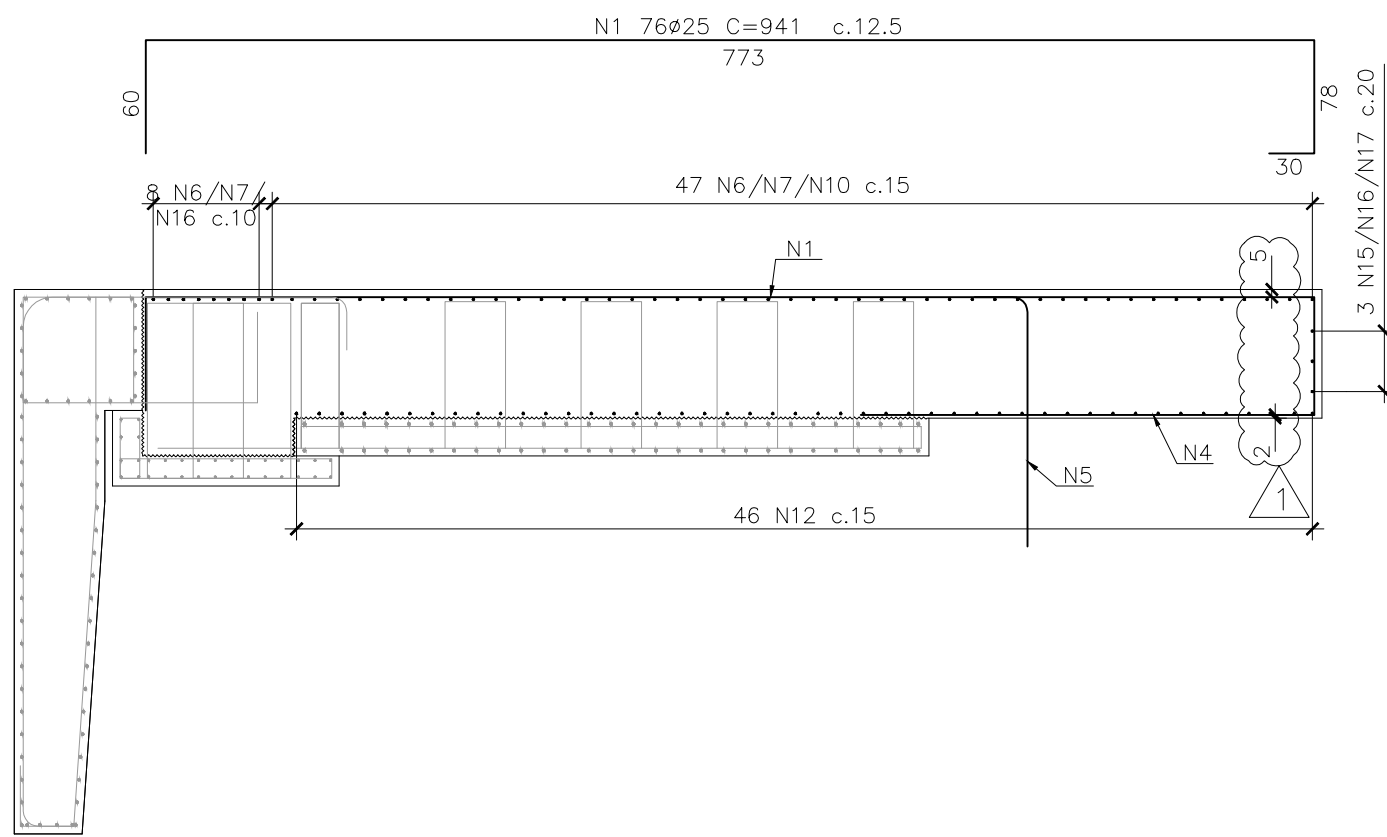
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA
1	LC	ONDE INDICADO, REVISÃO NA JUNTA DO MÓDULO 12, NA POSIÇÃO N5 E NA NOTA 7	AWM	CDMP	LEC	11/04/23
0	LC	EMIÇÃO INICIAL	AWM	CDMP	LEC	04/04/23
REVISÕES						
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO		
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO		

CONSÓRCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
		Cliente: COMPANHIA DOCS DO RIO DE JANEIRO			
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho:					
VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 6 – MÓDULOS 11 a 12 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R01	Data: 11/04/2023
Escala: INDICADA		Nº do desenho: JLC-DES-ARM-060		Folha: A1	



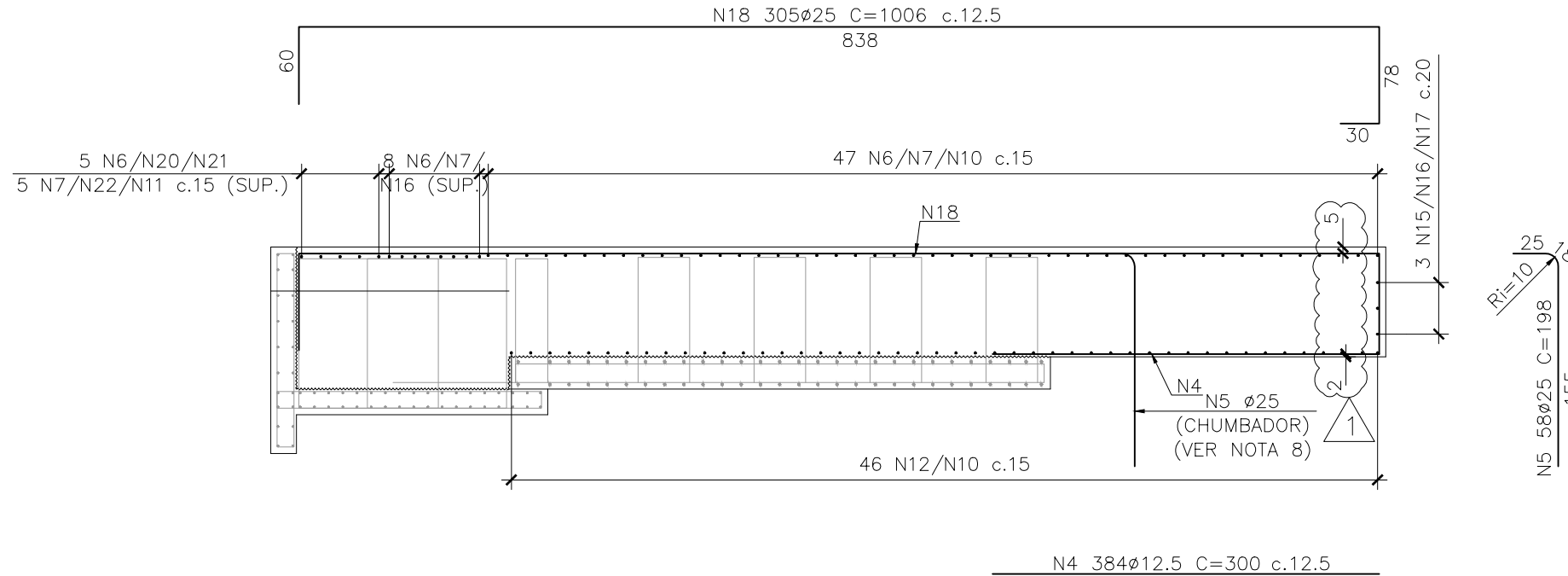
CORTE A-A

ESCALA 1:50



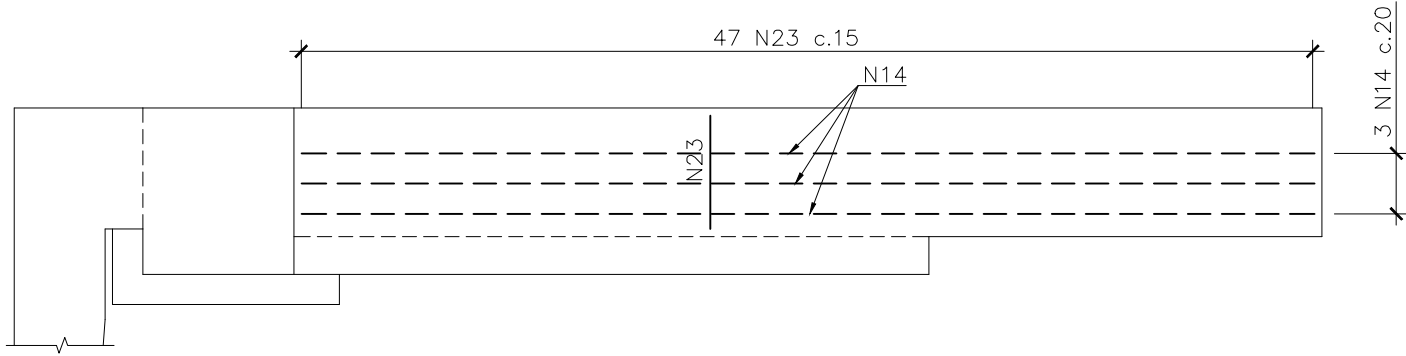
CORTE B-B

ESCALA 1:50



VISTA C-C

ESCALA 1:50



VISTA D-D

ESCALA 1:50

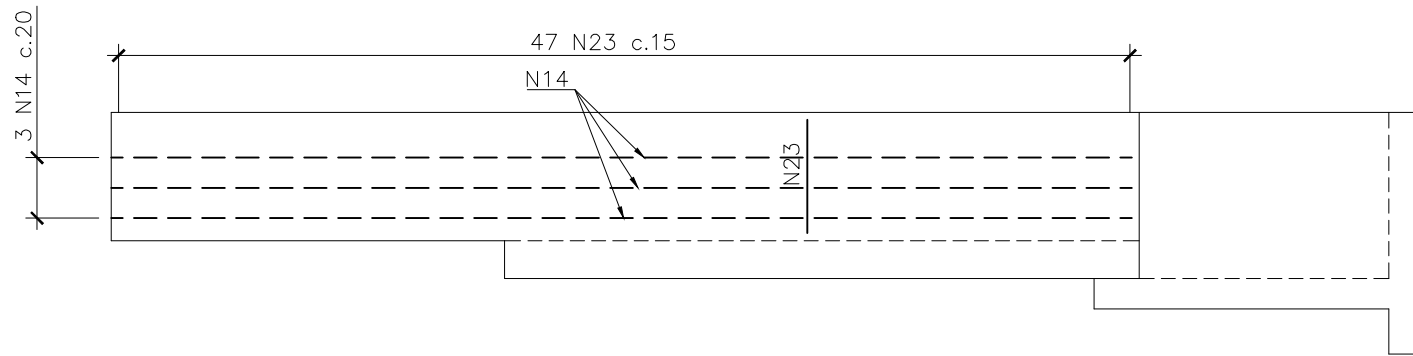


TABELA DE FERROS				
N	Ø	Q	UNIT.(cm)	TOT.(m)
1	25	76	941	715
2	12,5	46	664	305
3	12,5	46	974	448
4	12,5	384	300	1152
5	25	58	198	115
7	25	115	1200	1380
10	25	47	1094	514
11	25	5	808	40
13	25	8	1074	86
14	10	6	730	44
16	10	3	944	28
17	10	3	644	19
18	25	305	1006	3068
20	25	5	911	46
21	25	5	574	29
22	25	5	774	39
23	10	94	205	193

RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	284	175
CA50	12,5	1905	1836
CA50	25	6032	23242
TOTAL (kg)			25253

#### NOTAS

- A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:
    - NBR 6118 - PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.
    - NBR-9062 - PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRE - MOLDADO.
  - TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.
  - O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:
    - CONCRETO ESTRUTURAL:
    - $f_{ck} \geq 45MPa$ .
    - CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.
    - CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m<sup>3</sup> DE CIMENTO.
    - CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.
    - SÍLICA ATIVA - 10% EM RELAÇÃO AO PESO DO CIMENTO.
    - AÇO CA-50.
  - COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADURAS : 5cm
- PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO N° JLC-DES-ARM-056.
  - A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BDM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.
  - OS FURROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" OU EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.

#### DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

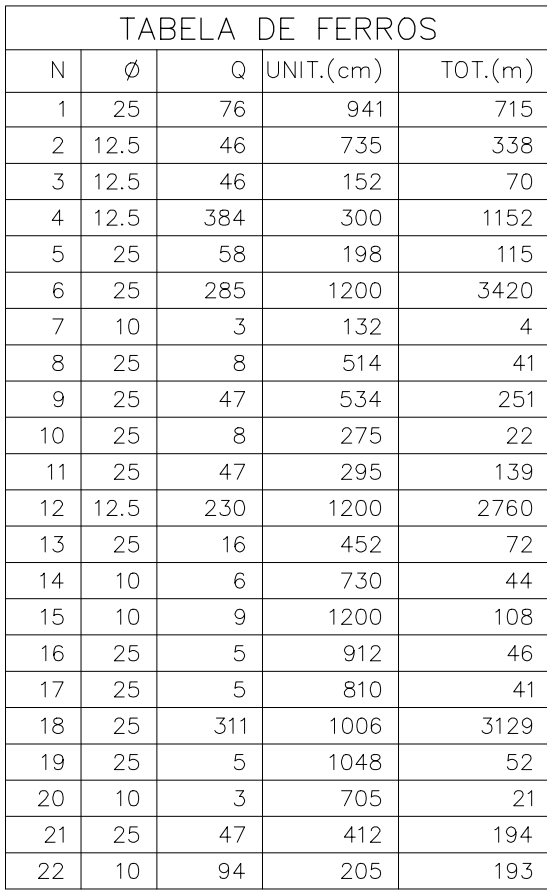
- JLC-DES-GER-010 a 016 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 6 a 12
- JLC-DES-GER-003 - CORTE A-A
- JLC-DES-GER-004 - CORTE B-B
- JLC-DES-GER-018 - CORTE C-C
- JLC-DES-GER-019 - CORTE D-D

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	DATA
1	LC	ONDE INDICADO, RELOCAÇÃO DA POSIÇÃO N5, AGREGADO DA POSIÇÃO N23 E ALTERAÇÃO DA NOTA 7	AWM	CDMP	LEC	11/04/23
0	LC	EMIÇÃO INICIAL	AWM	CDMP	LEC	04/04/23
REVISÕES						
T.E.	(PR) PRELIMINAR	(IN) INFORMAÇÃO	(LC) LIB. P/ CONSTRUÇÃO	(CC) CONFORME CONSTRUÍDO		
TIPO DE EMISSÃO	(CO) PARA COMENTÁRIOS	(PC) PARA COMPRA	(LF) LIB. P/ FABRICAÇÃO	(CD) CANCELADO		

CONSORCIO PORTO RIO 1		Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO			
<div>ACA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO</div> <div>ConcrEpoxi ENGENHARIA</div> <div>JLC</div>		Cliente: COMPANHIA DOCS DO RIO DE JANEIRO			
Obra: APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBOA		Área: PORTO DO RIO DE JANEIRO			
Conteúdo do Desenho:  VIGA E LAJE IN LOCO – PARTE 7 – MÓDULOS 10 a 11 – ARMAÇÃO					
Tipo de Projeto: PROJETO EXECUTIVO		Natureza do Projeto: REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO		Revisão: R01	Data: 11/04/2023
Escala: INDICADA		N° do desenho: JLC-DES-ARM-061		Folha:  Formato: A1	

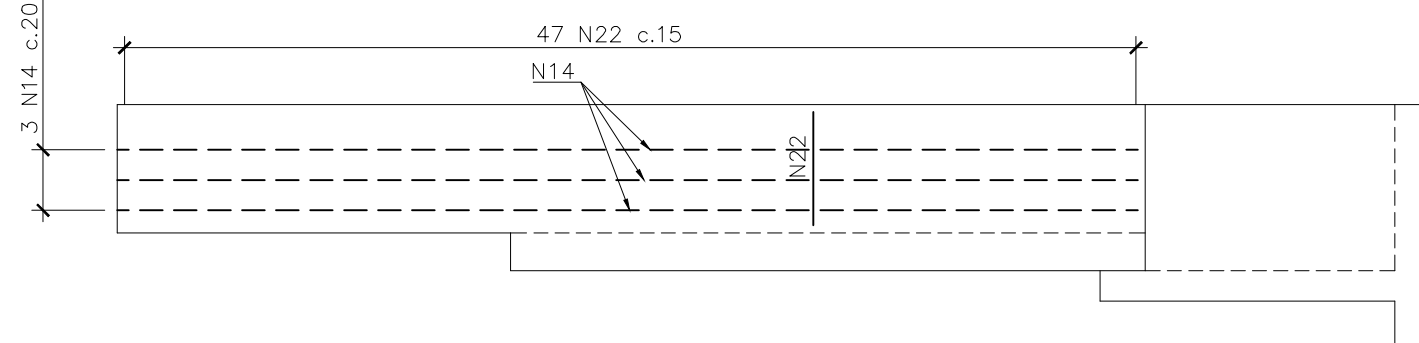


ESCALA 1:125



RESUMO AÇO			
AÇO	Ø	TOT.(m)	MASSA(kg)
CA50	10	370	228
CA50	12.5	4320	4162
CA50	25	8236	31735
TOTAL (kg)			36124

ESCALA 1:50



## DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:	6 - PARA CONTINUAÇÃO DOS MÓDULOS VER DESENHO Nº JLC-DES-ARM-056.
- NBR 6118 - PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO.	7 - A LAJE DEVERÁ SER TODA COBERTA COM MANTA BIDIM UMEDECIDA NO PERÍODO MÍNIMO DE 14 DIAS CONSECUTIVOS POR 24 HORAS, APÓS A SUA CONCRETAGEM.
- NBR-9062 - PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ - MOLDADO.	8 - OS FUROS DE Ø32mm PARA FIXAÇÃO DAS BARRAS, DEVERÃO SER PREENCHIDOS COM O PRODUTO À BASE DE RESINAS EPOXI "SIKADUR 32" O EQUIVALENTE, ANTES DA COLOCAÇÃO DAS MESMAS, SEGUIR RIGOROSAMENTE AS RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE.
2 - TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO.	
3 - O CONCRETO DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:	
3.1 - CONCRETO ESTRUTURAL:	
- $f_{ck} \geq 45MPa$ .	
- CIMENTO PORTLAND POSOLÂNICO CP-IV.	
- CONSUMO MÍNIMO DE 400 Kg/m <sup>3</sup> DE CIMENTO.	
- CURA ÚMIDA 14 DIAS COM USO DE MANTA OU CURA QUÍMICA.	
- SILICA ATIVA - 10% EM RELAÇÃO AO PESO DO CIMENTO.	
4 - AÇO CA-50.	
5 - COBRIMENTO NOMINAL DAS ARMADOURAS : 5cm	

JLC-DES-GER-010 a 016 - VISTA SUPERIOR - MÓDULO 6 a 12  
JLC-DES-GER-003 - CORTE A-A  
JLC-DES-GER-004 - CORTE B-B  
JLC-DES-GER-018 - CORTE C-C  
JLC-DES-GER-019 - CORTE D-D

1	LC	ONDE INDICADO, REVISÃO NA LOCAÇÃO DA POSIÇÃO N5 E ALTERAÇÃO NA NOTA 7				AWM	CDMP	LEC	11/04/23	
0	LC	EMISSÃO INICIAL				AWM	CDMP	LEC	04/04/23	
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO				PROJ.	VER.	APR.	DATA	
<b>REVISIONES</b>										
T.E.	(PR) PRELIMINAR (CO) PARA COMENTARIOS	(IN) INFORMACAO (PC) PARA COMPRA	(LC) LIB. P/ CONSTRUCAO (LF) LIB. P/ FABRICACAO	(CC) CONFORME CONSTRUIDO (CD) CANCELADO						
TIPO DE MISSAO										

CONSÓRCIO PORTO RIO 1



Responsável Técnico pelo Projeto:
-----------------------------------

Cliente:  
COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO

Obra:  
ARROELUNDAMENTO DO C

Conteúdo do Desenho:	VIGA E LAJE IN LOCO - PARTE 8 - MÓDULOS 9 a 10 - ARMAÇÃO
----------------------	--

Tipo de Projeto  
PROJETO  
EXECUTIVO

Natureza do Projeto:  
REFORÇO DO CAIS

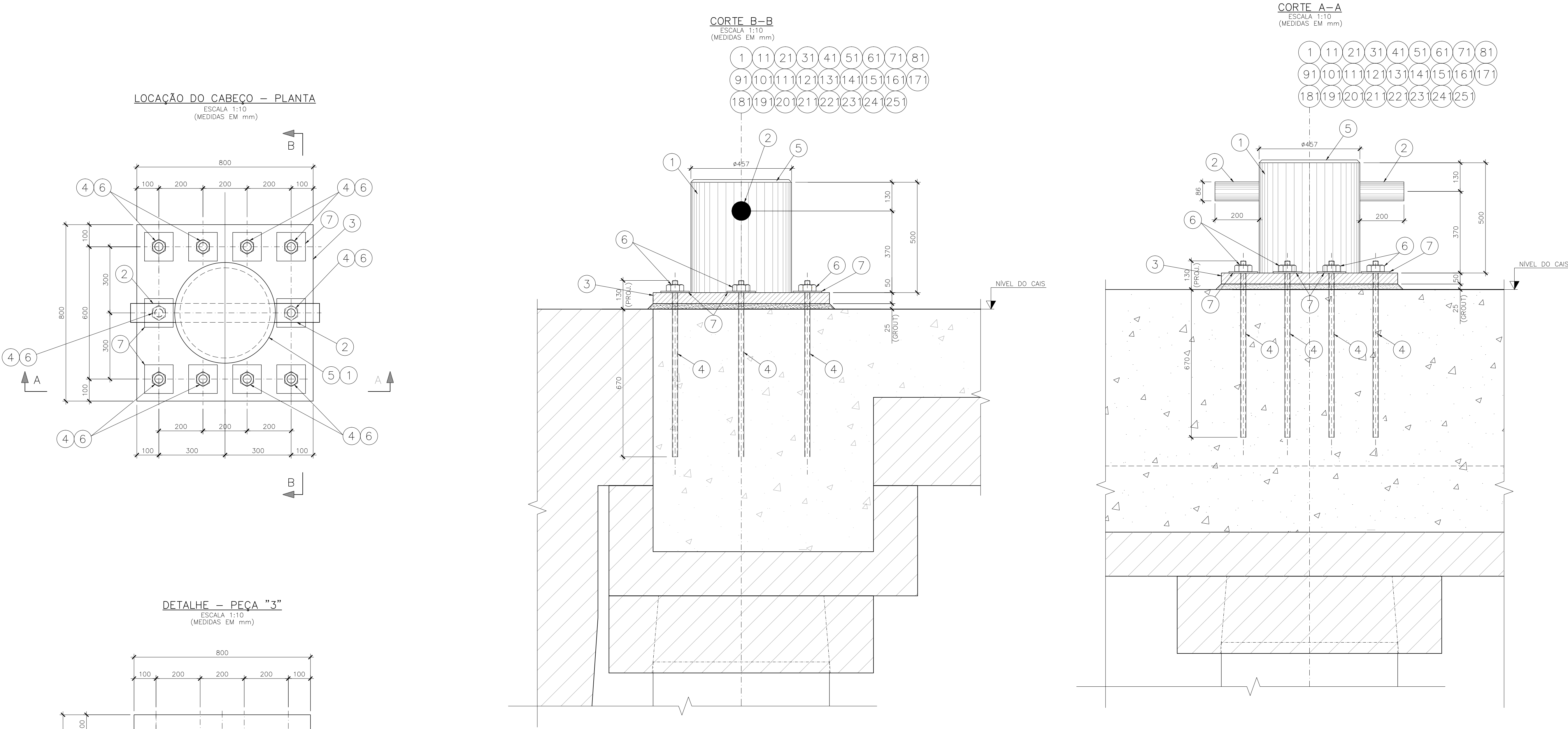
ENTO DO CALADO

no:	Data: 11/04/2023	Folha:
-----	---------------------	--------

Escala:  
INDICADA

Nº do desenho:  
JLC-DES-ARM-062

	Format A1
--	--------------



LISTA DE INSERTS METÁLICOS – PARA 1 CABEÇO								
ITEM	DESCRIÇÃO			OBS.	MATERIAL	QUANT.	MASSA (kg)	
	ESPECIFICAÇÃO (mm)	DIMENSÕES (mm)	MASSA				UNIT.	TOTAL
1	TUBO $\varnothing 457 \times 25$	500	254,33 kg/m	–	SAC–350	1	127,17	127,17
2	TARUGO $\varnothing 86$	857	45,27 kg/m	–	SAE–1045	1	38,80	38,80
3	CHAPA #50	800x800	392,50 kg/m <sup>2</sup>	–	SAC–350	1	251,20	251,20
4	BARRA GW 520/690 $\varnothing 25$ mm	800	3,90 kg/m	DYWIDAG	DYWIDAG	10	3,12	31,12
5	CHAPA #12,5	$\varnothing 457$	98,12 kg/m <sup>2</sup>	CHANFRADA	SAC–350	1	16,09	16,09
6	CONTRA PORCA DYWIDAG	–	–	DYWIDAG	DYWIDAG	10	–	–
7	CHAPA #6,35	130x130	49,46 kg/m <sup>2</sup>	–	SAC–350	10	0,84	8,40
TOTAL							SAC–350	402,86
							SAE–1045	38,80
							DYWIDAG	31,12
							TOTAL	472,78

NOTAS				DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA				CONSORCIO PORTO RIO 1				Responsável Técnico pelo Projeto: LUIZ EDUARDO CARDOSO							
<p>1 – A EXECUÇÃO DESTES PROJETO DEVERÁ ATENDER A TODAS AS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS DA ABNT E EM ESPECIAL AS SEGUINTE NORMAS:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– NBR 6122 – PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES</li><li>– NBR 6118 – PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO</li><li>– NBR-9062 – PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ – MOLDADO</li></ul> <p>2 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM CENTÍMETROS, ELEVÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.</p> <p>3 – AS DIMENSÕES DOS PRÉ-MOLDADOS PODERÃO SER ADAPTADAS EM FUNÇÃO DO POSICIONAMENTO FINAL DAS ESTACAS.</p> <p>4 – REFERÊNCIA DE NÍVEL = DHN.</p>				<p>1</p> <p>LC</p> <p>REVISÃO NA PEÇA 4, 6 E EXCLUSÃO DA PEÇA 8</p> <p>AWM</p> <p>CDMP</p> <p>JLC</p> <p>12/04/23</p> <p>0</p> <p>LC</p> <p>EMIÇÃO INICIAL</p> <p>FESC</p> <p>CDMP</p> <p>JLC</p> <p>16/09/22</p> <p>REV. T.E.</p> <p>DESCRIÇÃO</p> <p>PROJ. VER. APR. DATA</p> <p>Tipo de Projeto</p> <p>EXECUTIVO</p> <p>Natureza do Projeto</p> <p>REFORÇO DO CAIS PARA AUMENTO DO CALADO</p> <p>Revisão</p> <p>R01</p> <p>Data</p> <p>12/04/2023</p> <p>Folha</p> <p>1</p>				<p>Obra:</p> <p>APROFUNDAMENTO DO CALADO DO CAIS GAMBIA</p>				<p>Área:</p> <p>PORTO DO RIO DE JANEIRO</p>							
								<p>Conteúdo do Desenho:</p> <p>DETALHE DOS CABEÇOS DE AMARRAÇÃO</p>											
<p>T.E.</p> <p>TIPO DE EMISSÃO</p>				<p>(PR) PRELIMINAR (IN) INFORMAÇÃO (LC) UB. P/ CONSTRUÇÃO (CC) CONFORME CONSTRUÍDO</p> <p>(CO) PARA COMENTÁRIOS (PC) PARA COMPRA (LF) UB. P/ FABRICAÇÃO (CD) CANCELADO</p>				<p>Escala:</p> <p>INDICADA</p>				<p>Nº do desenho:</p> <p>JLC-DES-FOR-060</p>				<p>Formato:</p> <p>A1</p>			





Número	Rev.	Folha
JLC-MC-EST-001	2	1 / 68

## **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

### **ESTRUTURAS**

#### **AMPLIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DO PORTO DO RIO CAIS DA GAMBOA – CABEÇOS 100 a 124**

Revisão 2

Rio de Janeiro, 26/10/2022



## ÍNDICE

<b>1 OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>4</b>
2.1 Documentos de Referência.....	4
2.2 Normas Brasileiras .....	5
2.3 Normas Estrangeiras.....	5
<b>3 DESCRIÇÃO DA OBRA.....</b>	<b>6</b>
3.1 Desenhos do Projeto Executivo .....	7
<b>4 MATERIAIS A SEREM EMPREGADOS .....</b>	<b>12</b>
4.1 Aço para inserts metálicos em geral.....	12
4.2 Concreto armado para estrutura e fundações .....	12
4.3 Argamassa para a estaca raiz .....	12
4.4 Aço das Camisas Metálicas .....	12
<b>5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....</b>	<b>12</b>
5.1 Variações do nível d'água .....	12
5.2 Variação de Temperatura .....	12
<b>6 AÇÕES NA ESTRUTURA DO CAIS .....</b>	<b>13</b>
6.1 Peso próprio .....	13
6.2 Sobrecarga .....	13
6.3 Cargasmóveis.....	13
<b>7 ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS .....</b>	<b>15</b>
7.1 Parâmetros dos Materiais.....	15
7.2 Geometria do Modelo.....	17
7.3 Propriedades das seções .....	20
7.4 Cargas aplicadas .....	25
7.5 Combinações de carga .....	31
7.6 Esforços na estrutura .....	33
7.6.1 Estacas.....	33
7.6.2 Viga de Bordo.....	36





---

7.6.3 Laje.....	38
7.6.4 Paramento.....	40
<b>8 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS .....</b>	<b>41</b>
8.1 Viga de Bordo.....	41
8.2 Laje 110cm .....	47
8.3 Paramento.....	52
8.4 Estacas $\phi 80$ cm.....	55
<b>9 CONTROLE DE QUALIDADE DA OBRA.....</b>	<b>57</b>
9.1 Considerações técnicas.....	57
9.2 Controle de qualidade das fundações.....	58
9.2.1 Provas de carga estáticas verticais .....	58
9.2.2 Provas de carga estáticas horizontais.....	59
9.2.3 Provas de carga dinâmicas.....	59
9.2.4 Nega e Repiques elásticos.....	60
9.3 Controle dos cabeços de amarração.....	60
9.4 Controle do concreto e aço .....	60
9.5 Monitoramento da estrutura .....	60
<b>10 CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>11 ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
11.1 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS .....	63

---



## 1 OBJETIVO

O presente documento faz parte do projeto executivo da ampliação e modernização do PORTO DO RIO – CAIS GAMBOA – CABEÇOS 100 a 124.

Serão abordados nesta memória de cálculo os aspectos estruturais da obra, considerando premissas de projeto com geometria revisada e metodologia executiva; incluindo os dimensionamentos individuais dos elementos estruturais.

Os elementos estruturais terão seus esforços estimados conforme combinações de carregamentos e serão dimensionados para que sejam atendidas as normas de referência e boas práticas de engenharia.

## 2 REFERÊNCIAS

### 2.1 Documentos de Referência

- Sondagens Mistas - Rio Branco / Logtest (2022);
- TME-MC-EST-001 - Memória de Cálculo - Rev.00 (Memória de Cálculo do Projeto Básico – Tostes e Medeiros Engenharia LTDA.);
- Projeto Executivo – J.L.C. Engenharia de Projetos e Consultoria



## 2.2 Normas Brasileiras

Todos os cálculos e dimensionamentos seguem prescrições das Normas Brasileiras ou estrangeiras quando aquelas não se aplicarem e se baseiam nas teorias consagradas da resistência dos materiais e concreto armado.

- NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 11832 – Defensas Portuárias de Elastômeros;
- NBR 11240 – Utilização de Defensas Portuárias;
- NBR 13209 – Planejamento Portuário – Obras de Acostagem;
- NBR 13246 – Planejamento Portuário – Aspectos náuticos;
- NBR 02.007.02-003 – Planejamento Portuário – Obras de Abrigo;
- NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Concreto Pré-moldado;

## 2.3 Normas Estrangeiras

- PIANC - Permanent International Association of Navigation Conference - Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002
- BS 6349 –MaritimeStructure;
- EAU - Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways - 1996 - 70 Edition;
- ROM Standard 2.0-11 - Recomendaciones para el proyecto y ejecución em Obras de Atraque y Amarre.
- API - RP2A - American PetroleumInstitute.
- AISC - American Institute of Steel Construction.





### 3 DESCRIÇÃO DA OBRA

As obras de ampliação e modernização do trecho de cerca de 600m do Cais da Gamboa serão constituídas pelo alargamento da plataforma do cais em 5,65 metro em direção ao mar (entre as locações dos cabeços 100 e 124 existentes) e um aumento de profundidade para a cota - 13,50, com uma grande escavação praticamente ao lado de um muro de peso, constituído por pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico, construído no início do século passado.

Esta nova plataforma, que aumentará o cais em cerca de 3.430 m<sup>2</sup>, facilitará a execução da obra e as futuras condições de operação do cais. A plataforma será apoiada em seu lado terra sobre o muro de pedras de cantaria e concreto ciclópico e, em seu lado mar, sobre estacas escavadas/tubadas de 80cm de diâmetro ancoradas em rocha e em solo muito resistente, com SPT >40.

Serão executadas duas linhas de estacas raiz tangentes com diâmetro de 50cm em solo e 40cm em rocha ou alteração de rocha formando uma parede contínua paralela à linha de atracação.

A plataforma será composta de pré-moldados e concretagem in loco com espessura total de 110 cm.

O tratamento de bordo será feito através de vigas pré-moldadas de bordo e paramentos especiais para instalação de defensas.

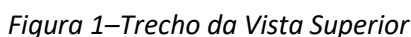
Inicialmente é prevista a instalação de trilhos para rodagem de equipamentos apenas em um trecho de 250m do cais. Entretanto, para o dimensionamento, as cargas dos equipamentos serão adotadas para todo o cais, prevendo possíveis usos no futuro.

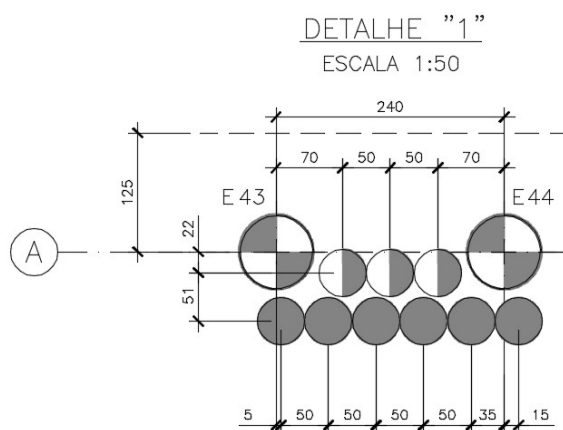
Serão considerados cabeços de amarração de **1.500kN**, espaçados de 24m entre si e defensas de atracação à frente do alinhamento dos cabeços.

A metodologia executiva utilizada deverá garantir o uso normal dos berços vizinhos, sem modificar as condições atuais do meio ambiente, mantendo as características básicas do cais.

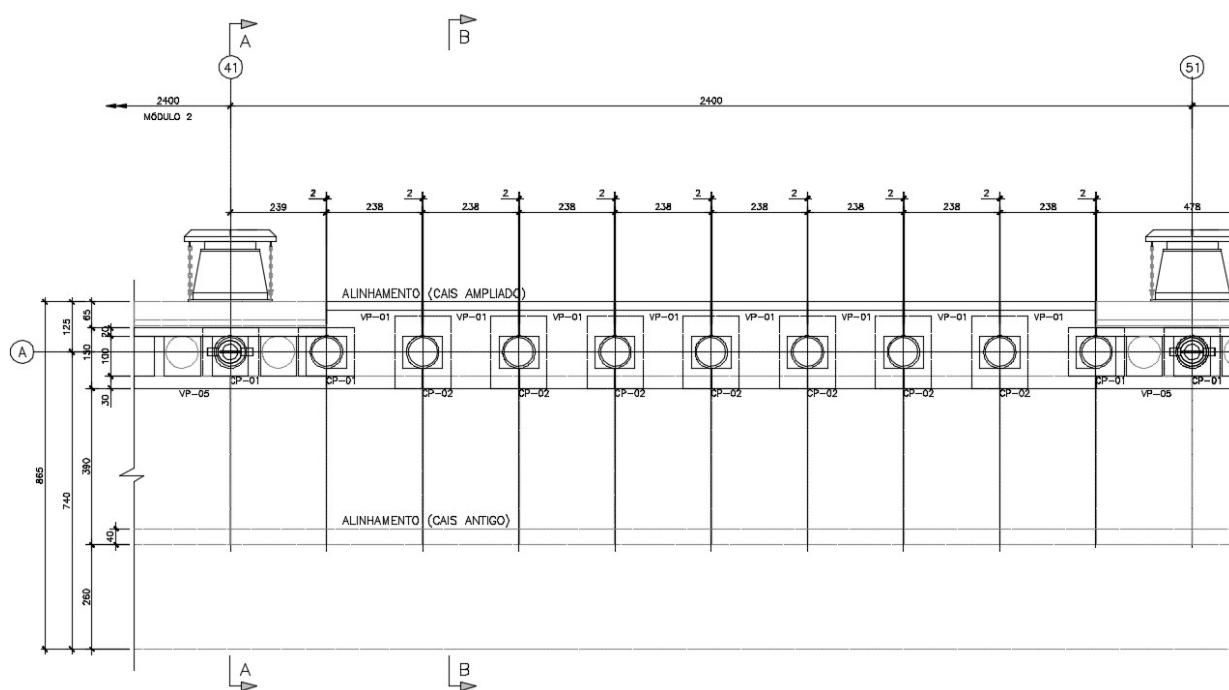
O projeto executivo foi elaborado considerando novas informações das sondagens mistas realizadas (ainda não finalizadas em sua totalidade) pela executora.

De forma a garantir que não haja carreamento de material ao longo da linha de estacas raízes na altura dragada e a partir das novas informações das sondagens quanto à posição do solo resistente, foram adotadas duas linhas de estacas atuando contra os empuxos horizontais independentemente das estacas de carga ( $D = 80\text{cm}$ ). Assume-se, desta maneira, barramento robusto e contínuo ao longo da linha de atracação.



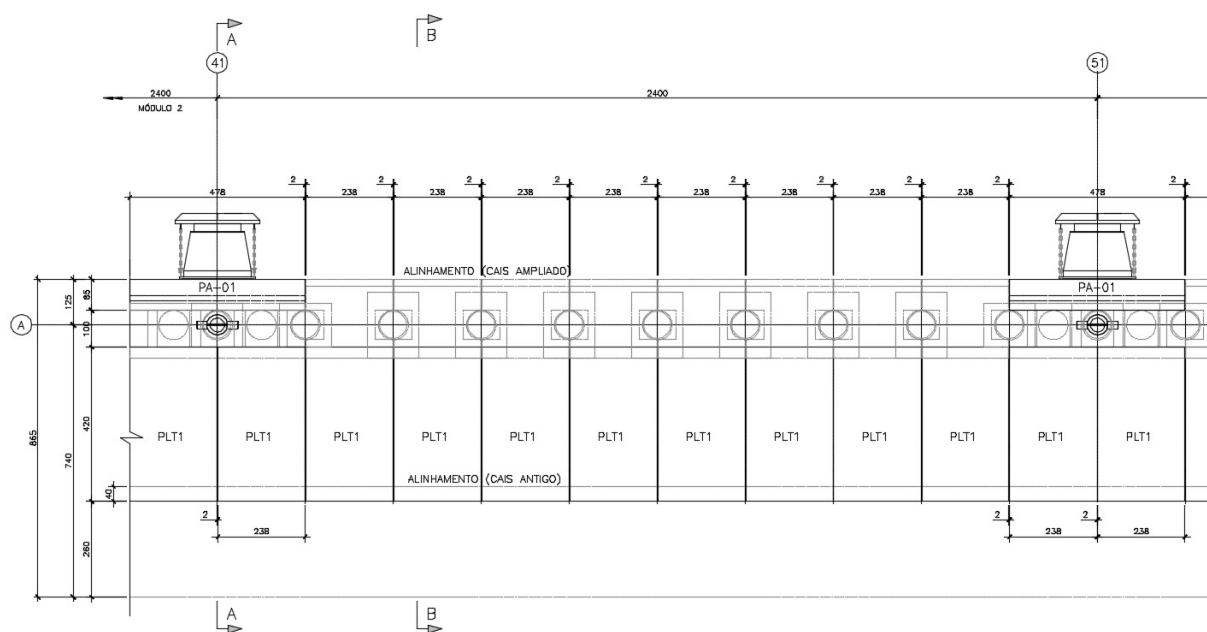


*Figura 2 - Detalhe das estacas*



*Figura 3 - Locação de vigas e capitéis*

Número	Rev.	Folha
JLC-MC-EST-001	2	9 / 68



*Figura 4 - Locação de pré-lajes e paramentos*

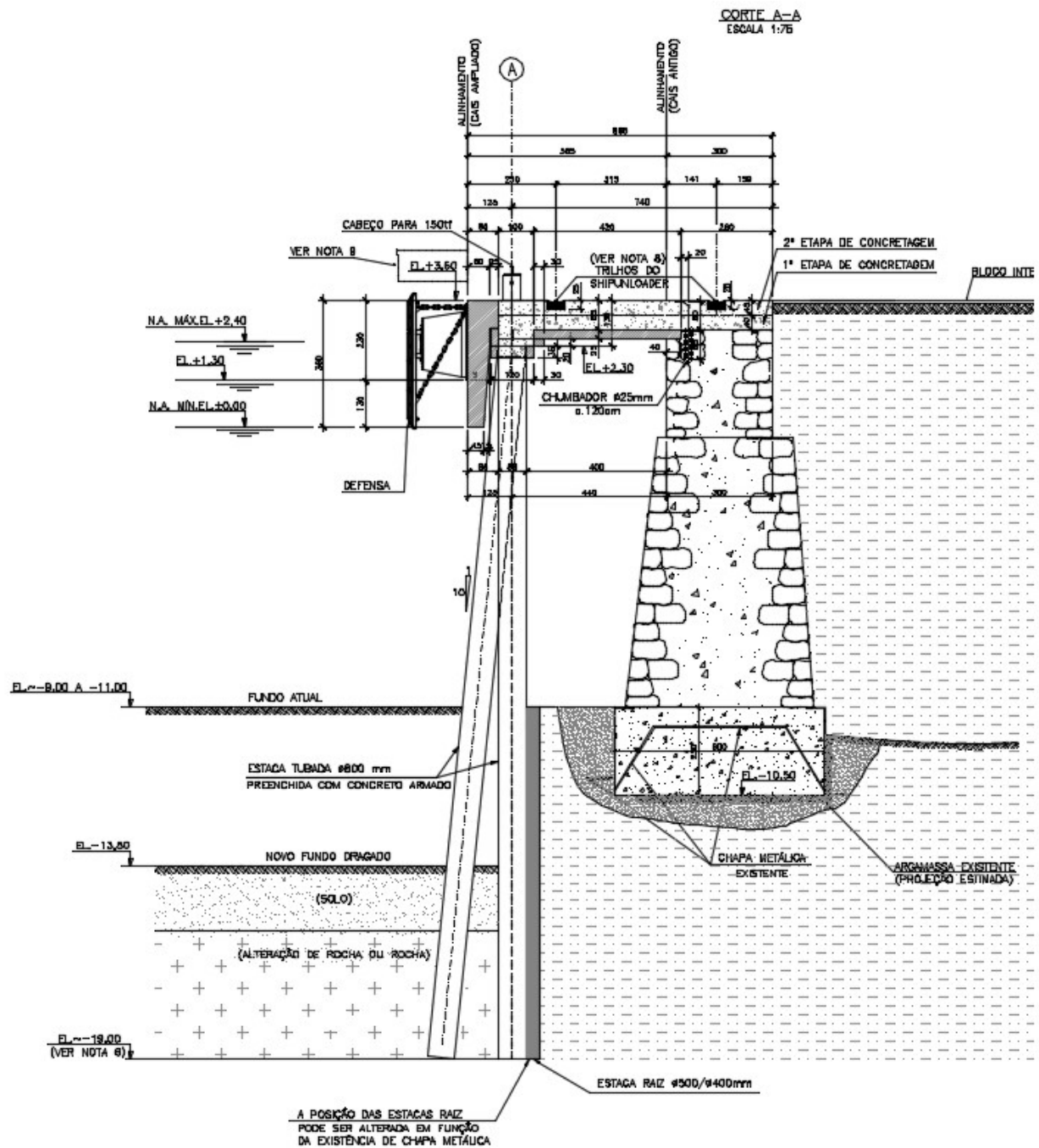


Figura 5 - Corte na seção da defesa



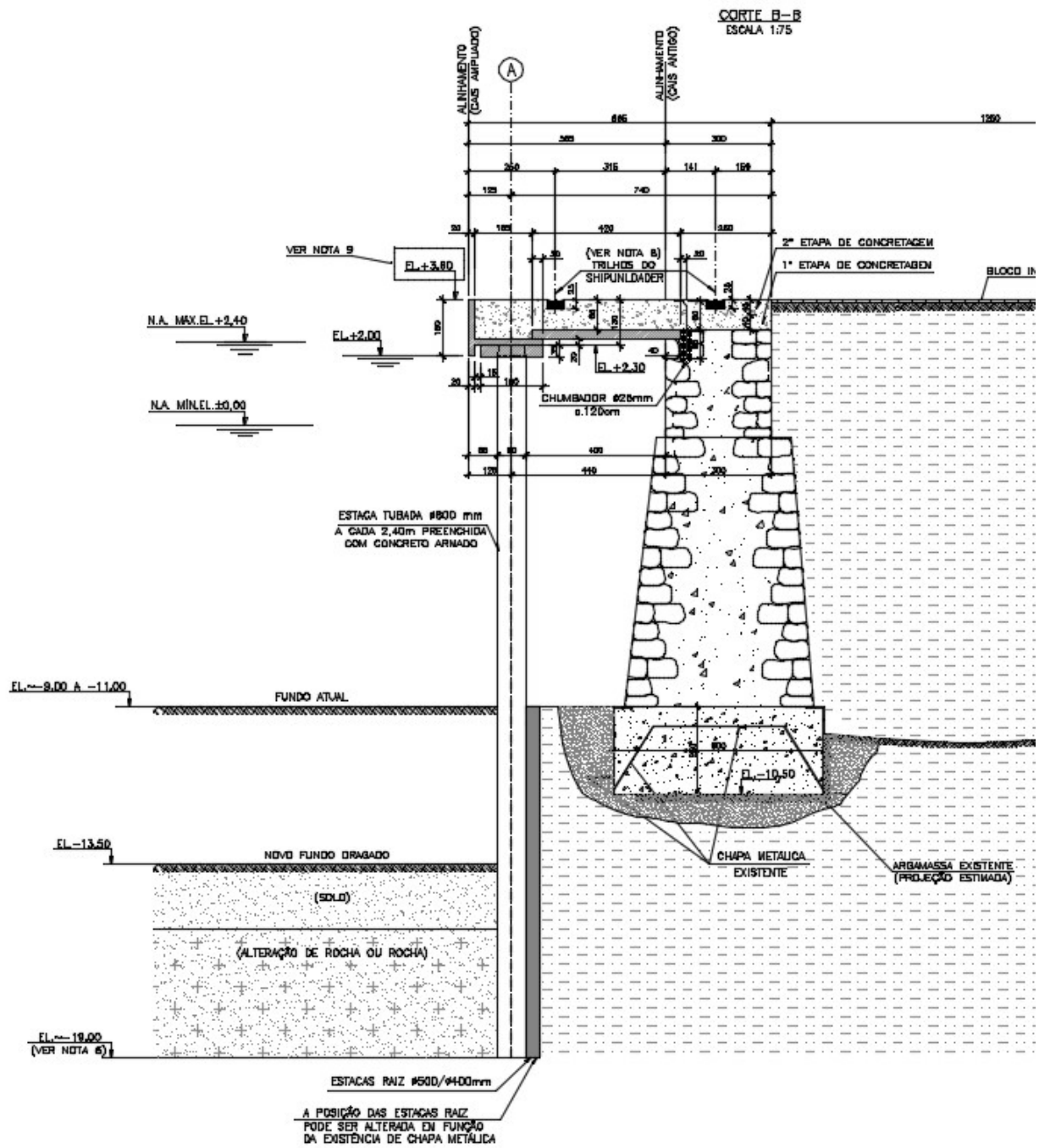


Figura 6 - Corte típico



## 4 MATERIAIS A SEREM EMPREGADOS

### 4.1 Aço para inserts metálicos em geral

- SAE 1020Galvanizado.

### 4.2 Concreto armado para estrutura e fundações

Deve-se considerar que o meio ambiente é muito agressivo.

- Concreto -  $f_{ck} = 45,00$  MPa, classe IV de agressividade ambiental, cobrimento nominal de 5,0cm (exceto para elementos pré-fabricados, podendo-se adotar 3,5cm).
- Fissura máxima admissível  $w = 0,3$  mm.
- Aço para Concreto Armado CA-50 -  $f_{yk} = 500$  MPa.
- Consumo mínimo de cimento de 400,00 kg/m<sup>3</sup>
- Fator água cimento máximo de 0,40

### 4.3 Argamassa para a estaca raiz

- Traço da argamassa das estacas raiz: 1 saco de cimento : 84 L areia : 30L de água
- Consumo mínimo de cimento de 600,00 kg/m<sup>3</sup>

### 4.4 Aço das Camisas Metálicas

- Aço das Estacas - ASTM A36
- $f_{yk} = 250$  MPa,  $E_s = 210$  GPa,  $\nu = 0,20$

## 5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

### 5.1 Variações do nível d'água

Os níveis d'água flutuantes devido à oscilação da maré considerados foram:

- Máximo: NA = +2,40m
- Mínimo: NA = -0,00m

### 5.2 Variação de Temperatura

Foi considerado uma variação térmica ambiental de  $\pm 15^\circ\text{C}$ .



## 6 AÇÕES NA ESTRUTURA DO CAIS

### 6.1 Peso próprio

Para as peças de Concreto Armado, foi considerado um peso específico de  $25\text{kN/m}^3$ .

Nas peças estruturais de aço, tais como revestimento das estacas, será considerado um peso específico de  $78,5\text{kN/m}^3$ .

### 6.2 Sobrecarga

Sobrecarga solicitada pelo cliente sobre o Cais:

- $SC = 100,00\text{kN/m}^2$

### 6.3 Cargasmóveis

Sobre a nova estrutura do cais será instalado equipamento do tipo ShipUnloader sobre os trilhos. O posicionamento do primeiro trilho estará a 2,50m do alinhamento da borda do cais e a do segundo a 7,06m da mesma.

Tabela 1 – Tabela de cargas por descarregador

TABELA DE CARGAS POR DESCARREGADOR VIGAN – PORTO RJ

Cargas por canto, em toneladas		
Lado Mar	Min (ton)	Max (ton)
Fz: Carga vertical	-3	72
Fy: Carga horizontal ao longo do trilho	-6	6
Fx: Carga horizontal perpendicular ao trilho	-6	6
Lado terra		
Fz: Carga vertical	2	70
Fy: Carga horizontal ao longo do trilho	-7	7
Fx: Carga horizontal perpendicular ao trilho	-6	6

O equipamento dispõe de 3 rodas por perna, podendo ser considerada carga de  $72/3 = 24$  ton por roda. Na falta de detalhes mais acurados, admite-se espaçamento de 1,0m entre rodas.

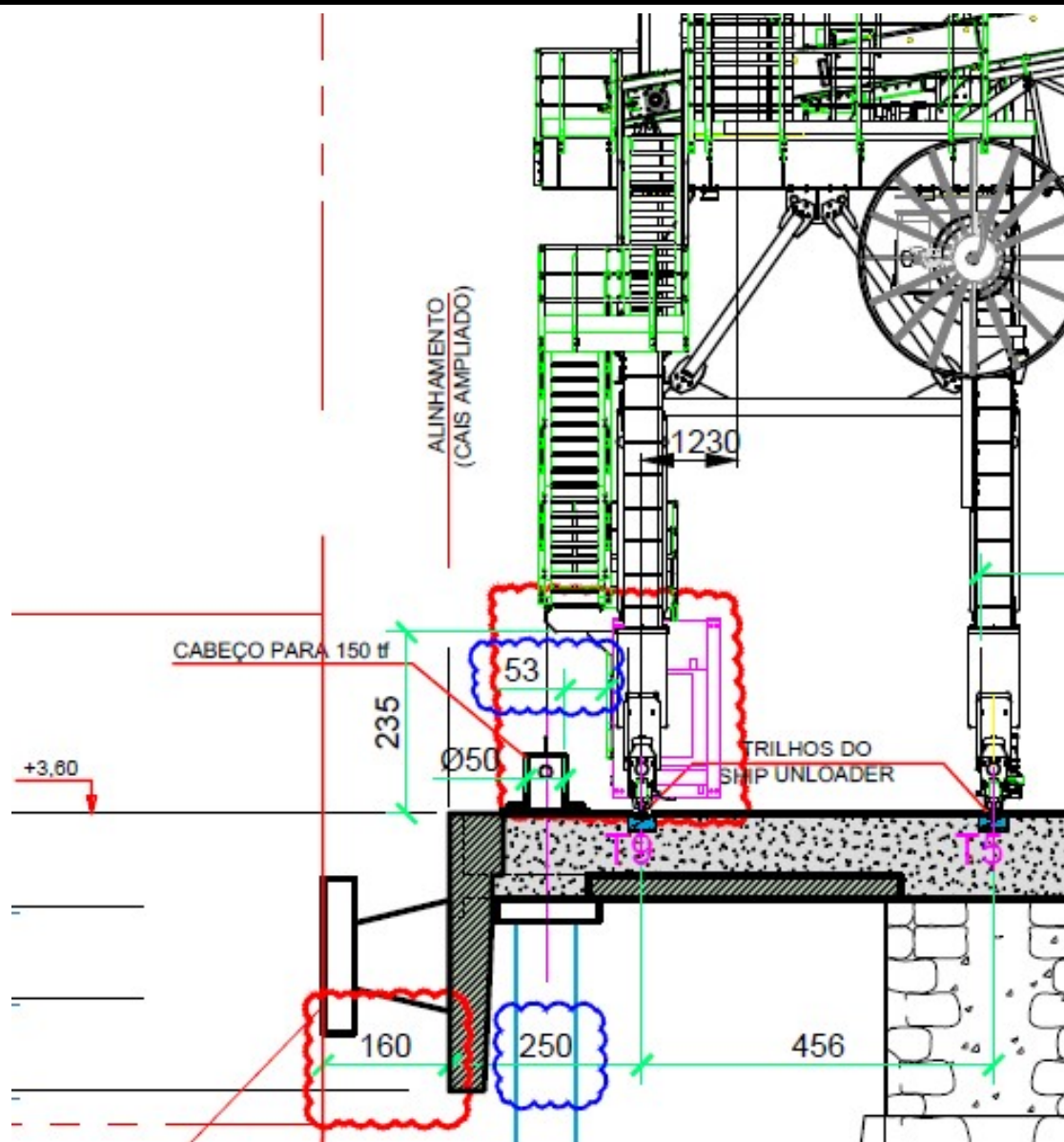


Figura 7 - Passagem do Ship unloader- Bitola = 4,56m (15 ft)



## 7 ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS

Para avaliação do comportamento da estrutura foi executado modelo de placas e barras admitindo o método dos elementos finitos no software SAP2000 v24.0.0.

Foi admitido que a linha de estacas raiz atua de maneira independente da estrutura principal aqui estudada e não foi incluída no modelo.

### 7.1 Parâmetros dos Materiais

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: A36 [Green Swatch]

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 36

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 76,9729

Mass per Unit Volume: 7,849

**Units**

KN, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 1,999E+08

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 76903069,

**Other Properties For Steel Materials**

Minimum Yield Stress, Fy: 248211,28

Minimum Tensile Stress, Fu: 399896,

Expected Yield Stress, Fye: 372316,9

Expected Tensile Stress, Fue: 439885,6

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 8 – Propriedades do aço da camisa metálica



**S** Material Property Data

**General Data**

Material Name and Display Color: C40

Material Type: Concrete

Material Grade: C40

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 24,

Mass per Unit Volume: 2,4473

**Units**

KN, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 30000000,

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 12500000,

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f<sub>c</sub>: 40000,

Expected Concrete Compressive Strength: 40000,

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 9 - Propriedades do concreto C40 (para dimensionamento)



## 7.2 Geometria do Modelo

A estrutura foi modelada considerando estrutura contínua de 72m, equivalente ao segmento típico entre juntas de dilatação.

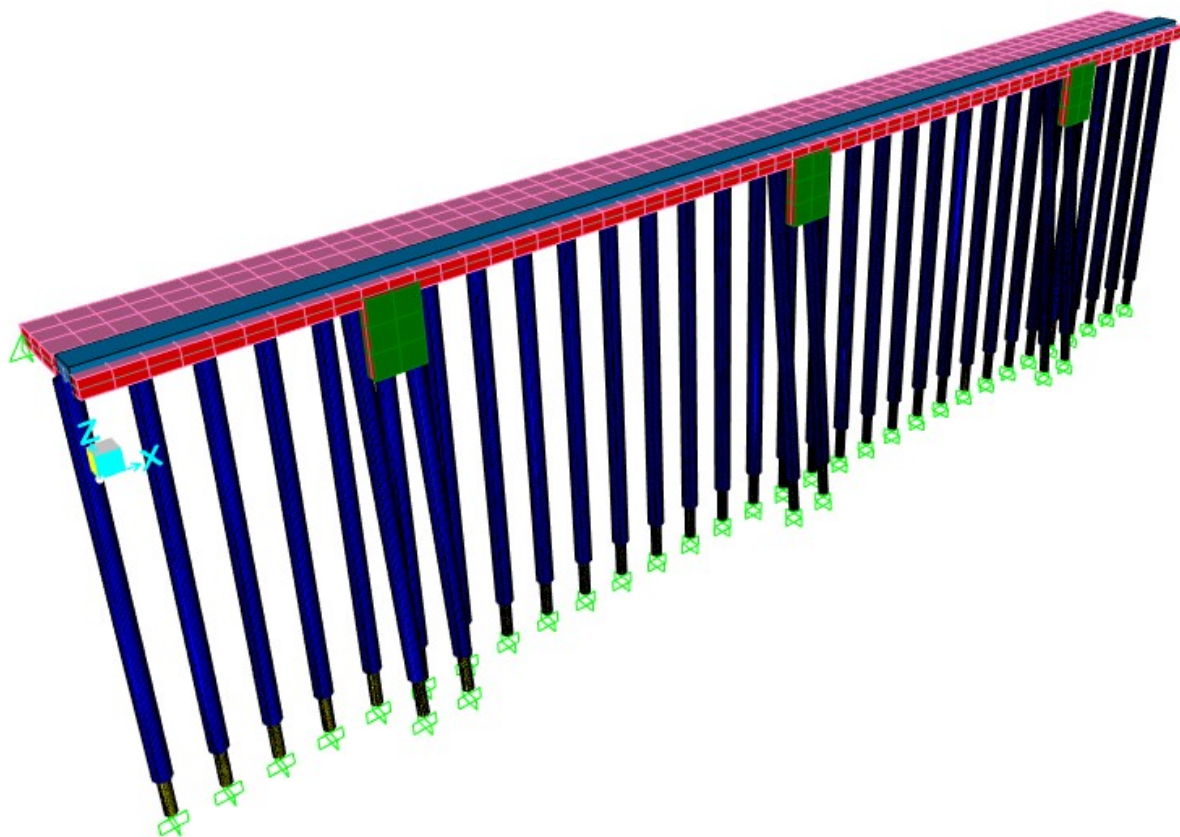


Figura 10 - Vista geral do modelo



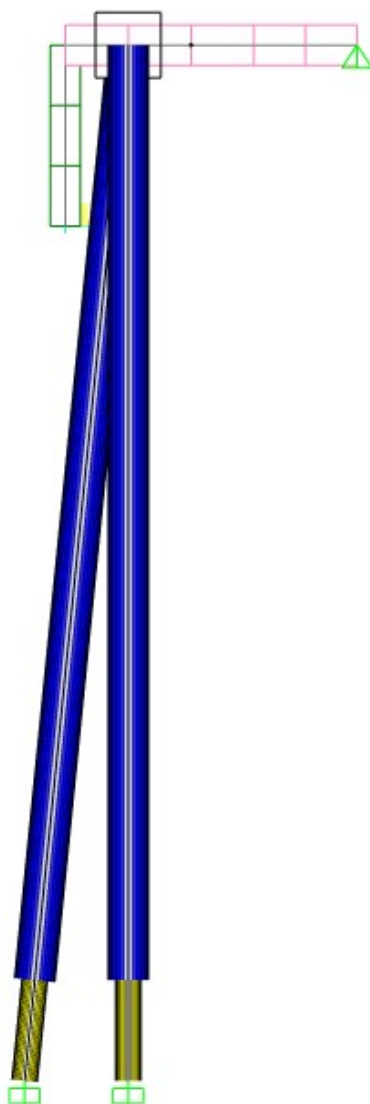


Figura 11 - Vista lateral do modelo



Foi considerado como apoio da laje no muro, restrição de deformação na direção longitudinal e vertical e de rotação na transversal, como por exemplo:

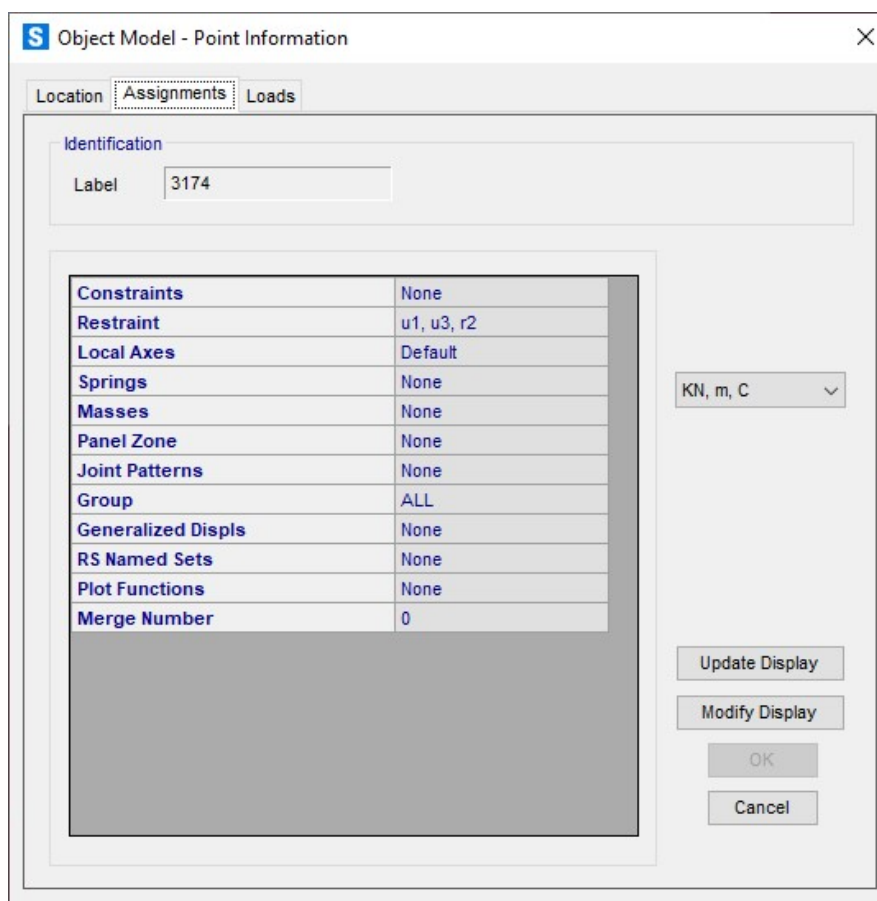


Figura 12 - Restrições da estrutura no muro de cantaria



### 7.3 Propriedades das seções

The 'Shell Section Data' dialog box is shown with the following settings:

- Section Name:** LAJE
- Section Notes:** Modify/Show...
- Display Color:** Pink square
- Type:** Shell - Thick (selected)
- Thickness:** Membrane: 1,1; Bending: 1,1
- Material:** Material Name: C40; Material Angle: 0,
- Time Dependent Properties:** Set Time Dependent Properties...
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Modify/Show Shell Design Parameters...
- Stiffness Modifiers:** Set Modifiers...
- Temp Dependent Properties:** Thermal Properties...
- Buttons:** OK, Cancel

Figura 13 - Propriedades da seção de laje

The 'Shell Section Data' dialog box is shown with the following settings:

- Section Name:** PARAMENTO
- Section Notes:** Modify/Show...
- Display Color:** Green square
- Type:** Shell - Thick (selected)
- Thickness:** Membrane: 0,6; Bending: 0,6
- Material:** Material Name: C40; Material Angle: 0,
- Time Dependent Properties:** Set Time Dependent Properties...
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Modify/Show Shell Design Parameters...
- Stiffness Modifiers:** Set Modifiers...
- Temp Dependent Properties:** Thermal Properties...
- Buttons:** OK, Cancel

Figura 14 - Propriedades da seção dos paramentos



**S Rectangular Section** [X]

**Section Name**  **Display Color**

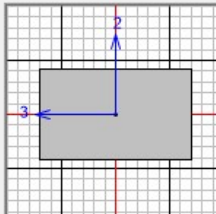
**Section Notes**

**Dimensions**

Depth (t3)

Width (t2)

**Section**



**Material**

+ C40 ▾

**Property Modifiers**

**Properties**

Figura 15- Propriedades da seção da viga de bordo



Para a estaca de carga foram consideradas 2 seções distintas:

- Seção de concreto -> Considera corrosão total da camisa metálica na zona de variação de maré, a favor da segurança;
- Seção em rocha ou alteração de rocha -> seção de concreto pinada com diâmetro 50cm.

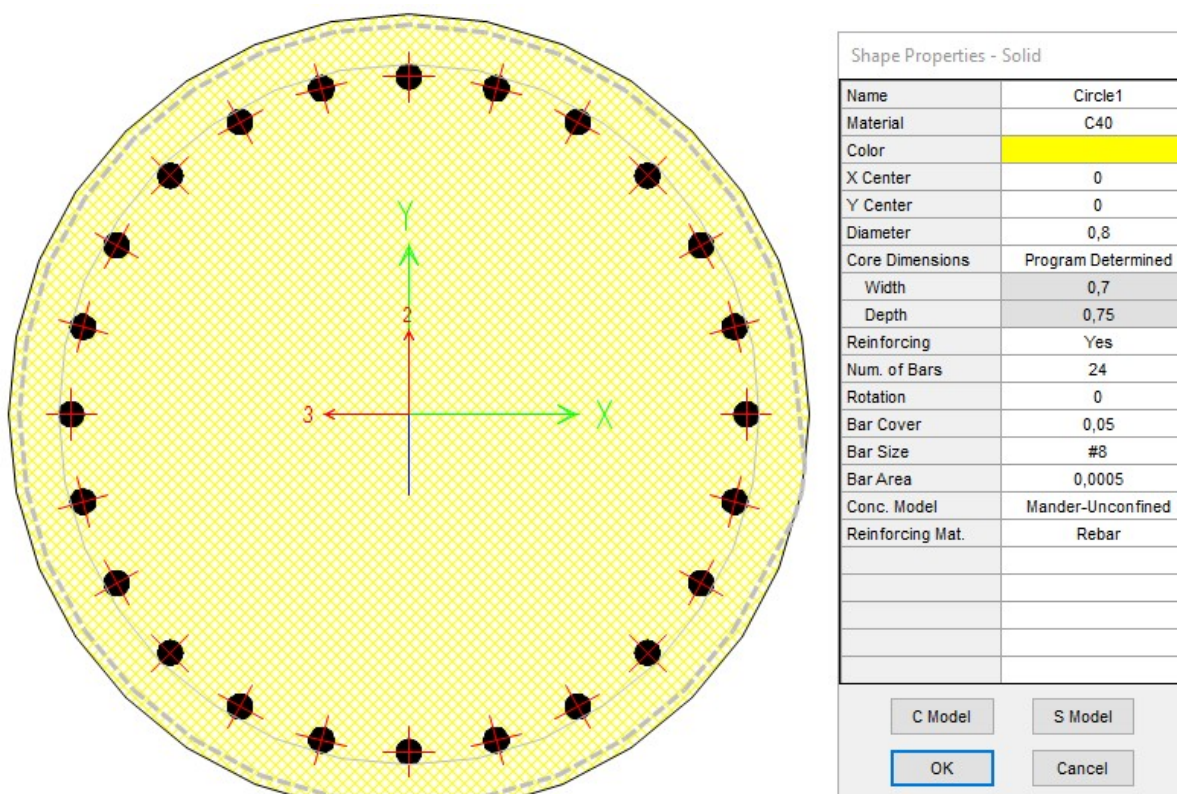


Figura 16 - Propriedades da estaca com seção de concreto



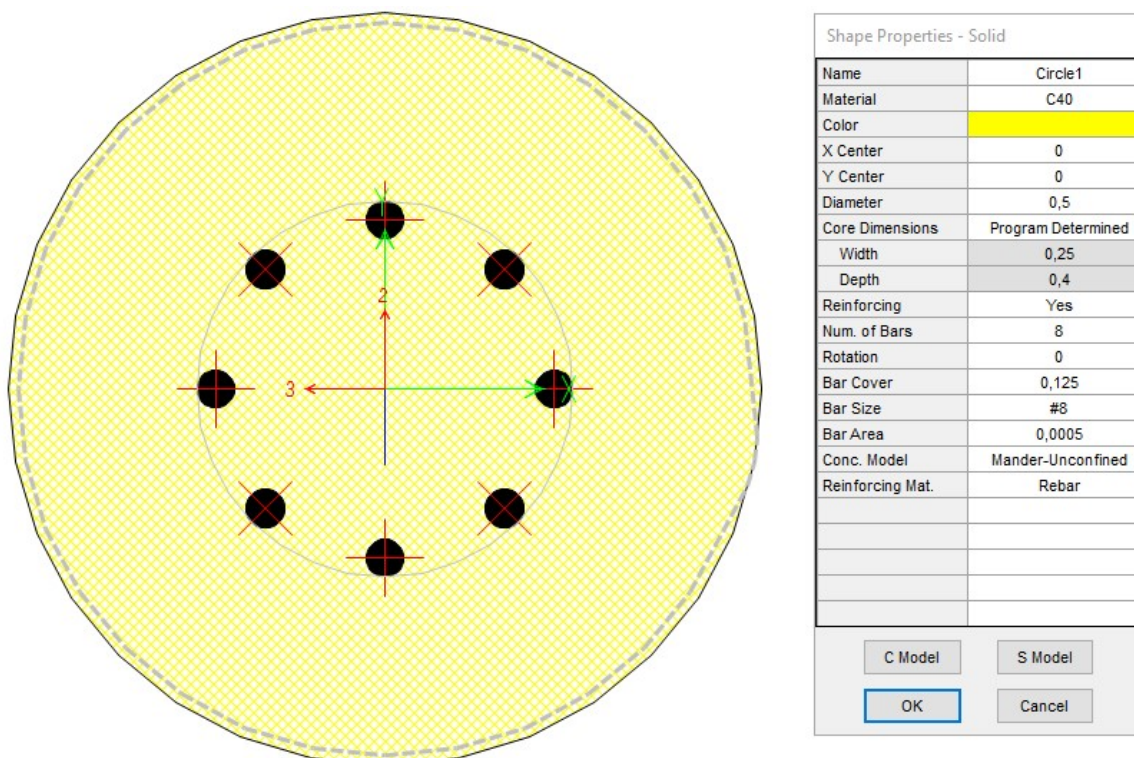


Figura 17 - Propriedades da seção de estaca inserida em rocha ou alteração



**S** Pipe Section ✕

**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

**Dimensions**

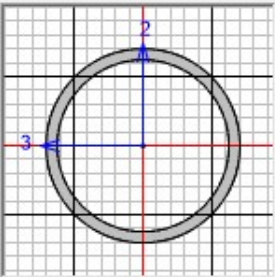
Outside diameter ( t3 )

Wall thickness ( tw )

**Material**

**Property Modifiers**

**Section**



**Properties**

Figura 18 - Propriedades do cabeço de amarração



## 7.4 Cargas aplicadas

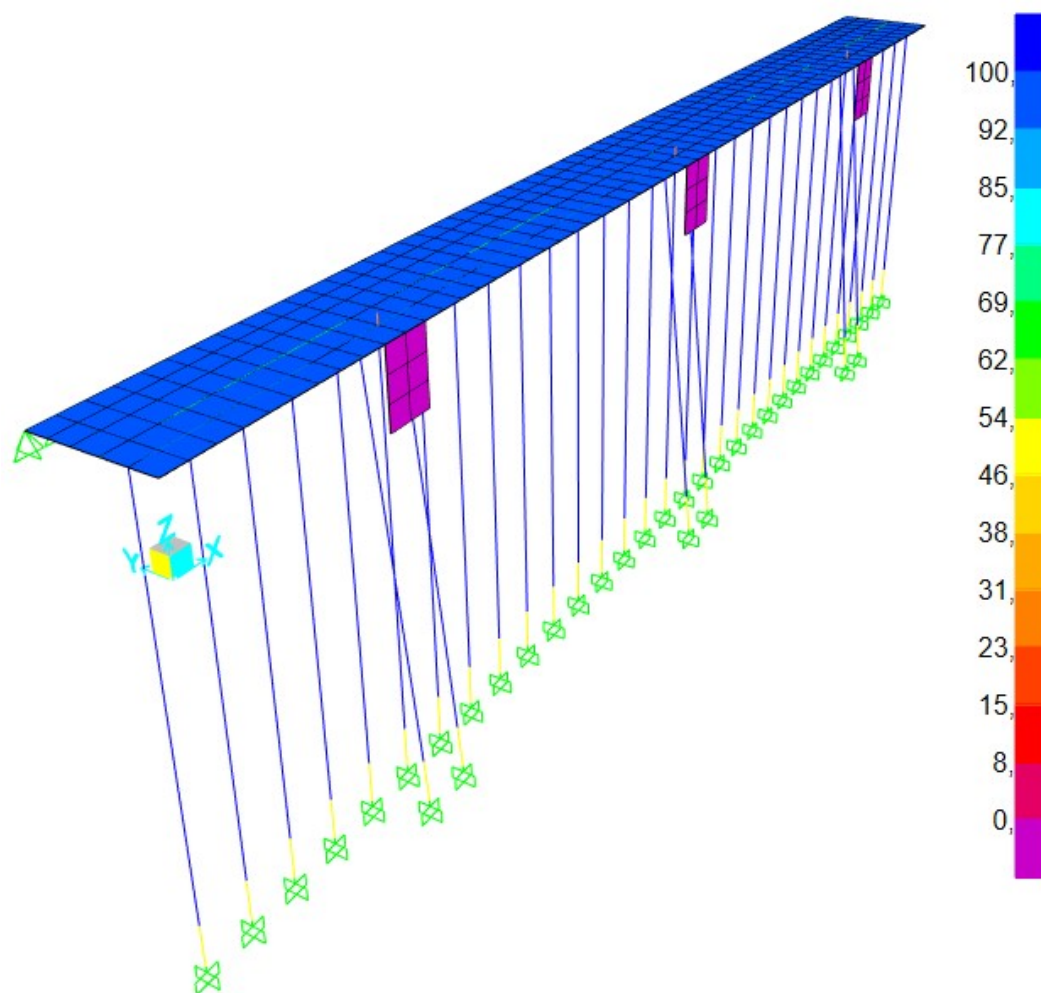


Figura 19 - Sobrecarga aplicada



**S** Vehicle Data ×

Vehicle name: ShipU Mar Units: KN, m, C

Load Elevation

Loads

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Axle Load
Fixed Length	1,		0,	240,
Fixed Length	1,		0,	240,
Fixed Length	1,		0,	240,
Fixed Length	5,		0,	240,
Fixed Length	1,		0,	240,
Fixed Length	1,		0,	240,
Fixed Length	1,		0,	0,

☐ Vehicle Remains Fully In Path

OK Cancel

Figura 20 - Trem tipo do descarregador por trilho



Foram incluídas cargas de temperatura para amplitude total de 30°C, a favor da segurança.

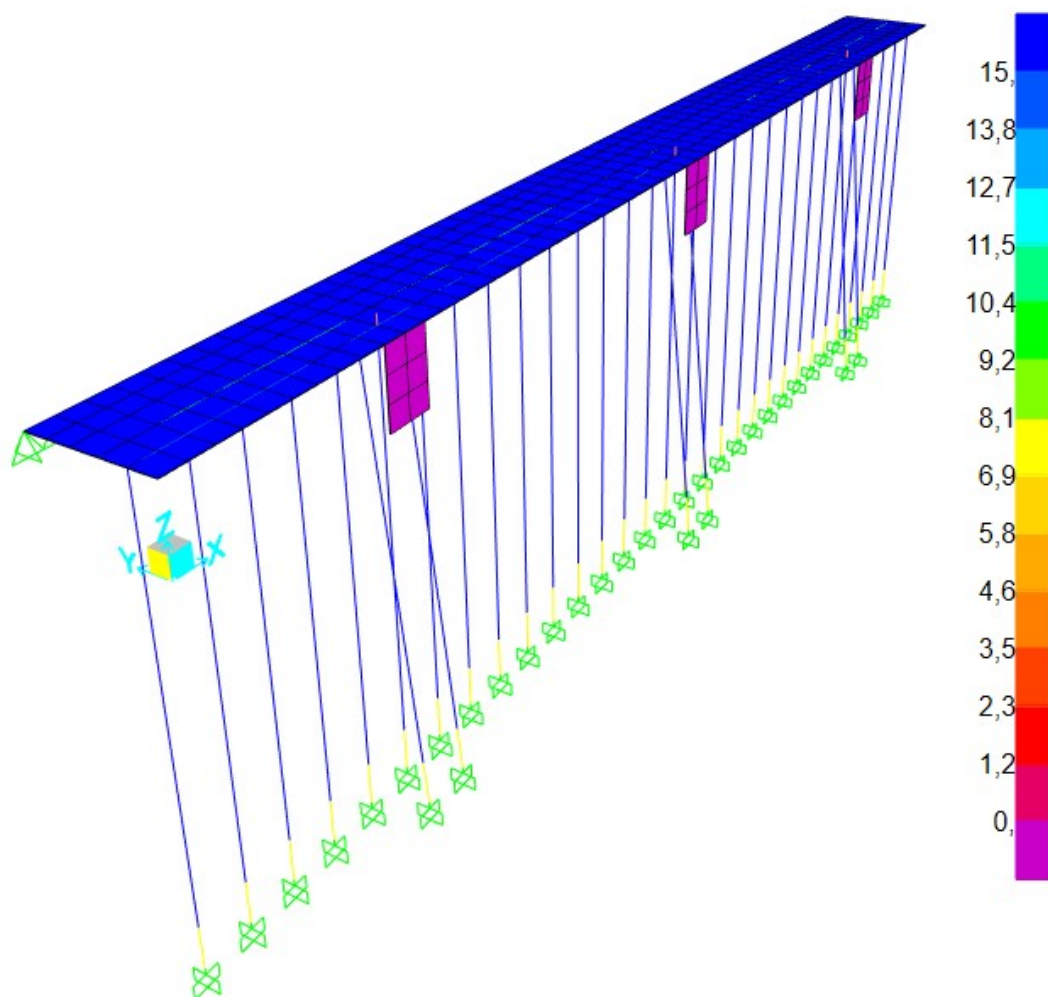


Figura 21 - Carga de temperatura (+15 °C)



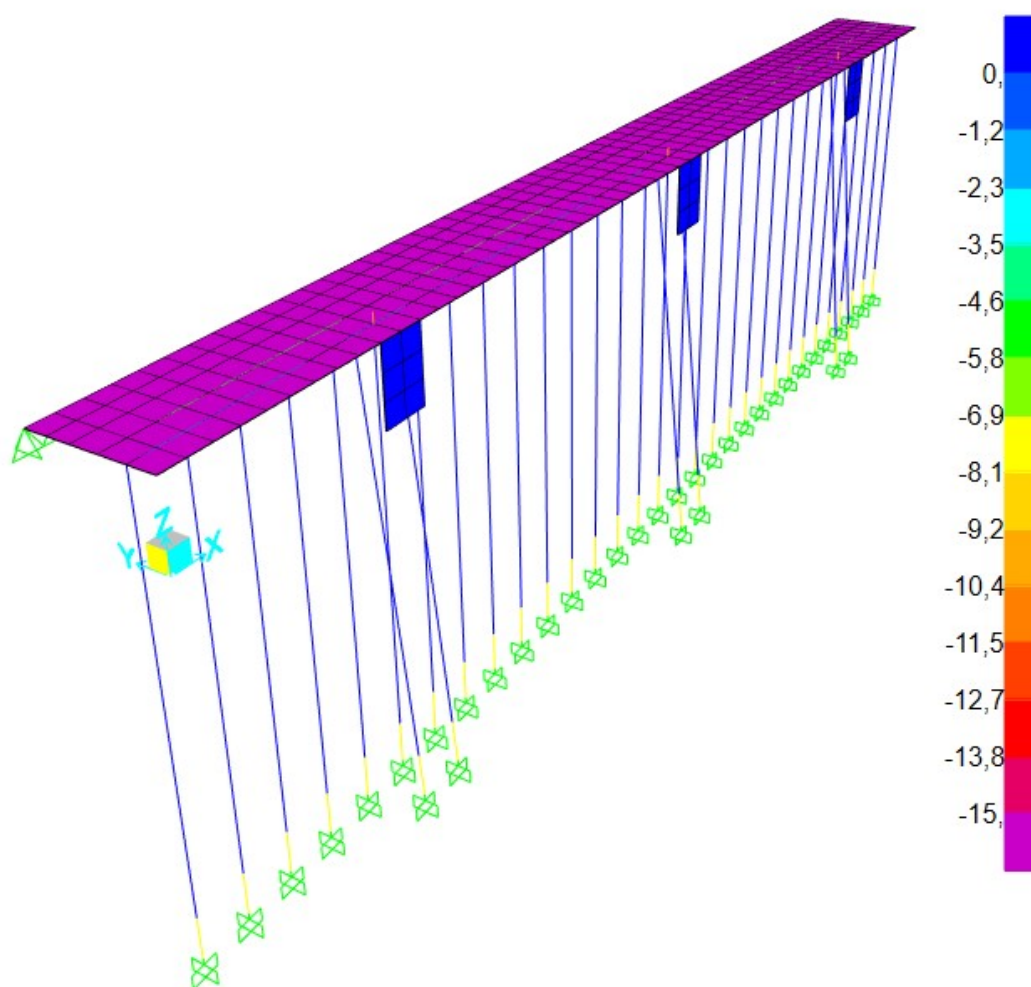


Figura 22 - Carga de temperatura (-15 °C)



Foram consideradas duas condições limítrofes de amarração. Uma com amarração totalmente paralela à linha de atracação em dois cabeços extremos, outra com amarração perpendicular à linha de atracação em todos os cabeços. Em ambas foi considerada capacidade nominal dos cabeços de amarração para 1500 kN.

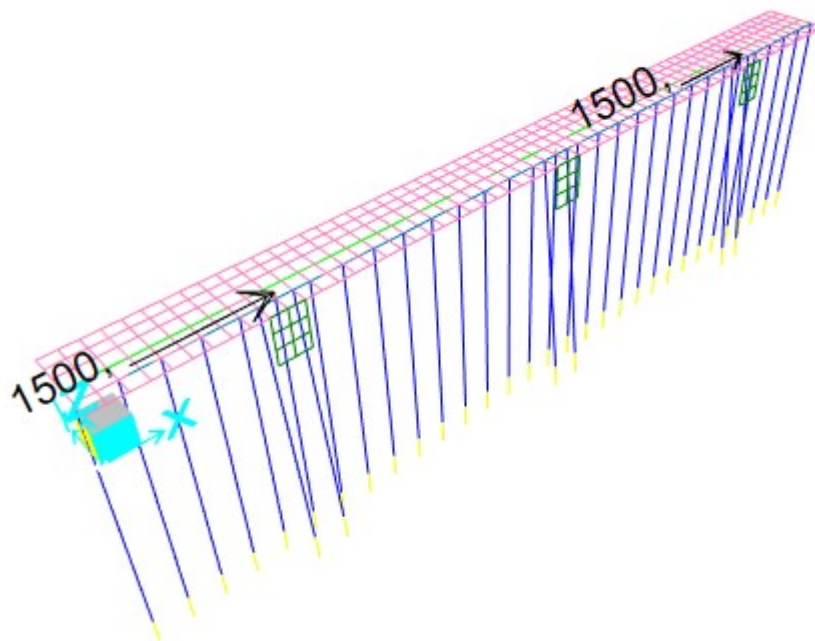


Figura 23 - Amarração paralela

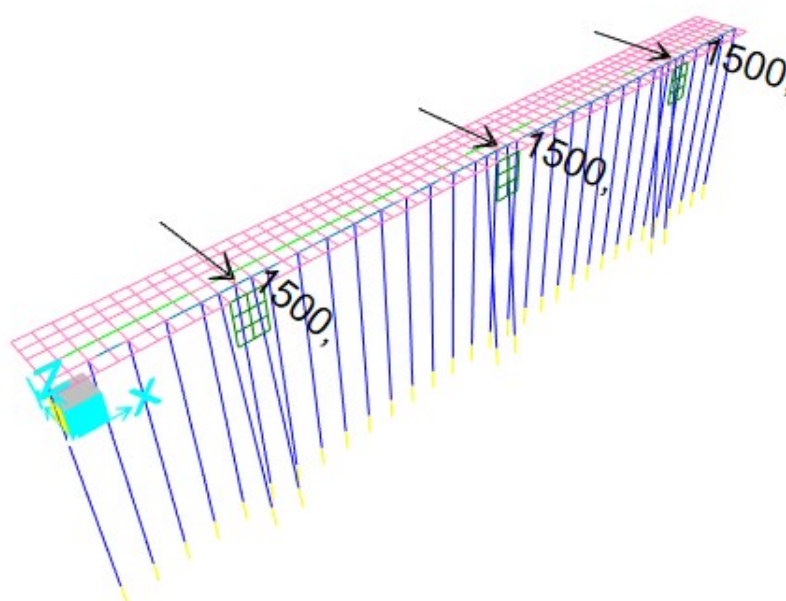


Figura 24 - Amarração perpendicular



Para a atracação foram consideradas duas condições. Uma, atracação em uma defesa de extremidade; outra, atracação paralela em 4 elementos considerando mobilização da capacidade nominal das defensas, a favor da segurança. As cargas foram aplicadas nos paramentos em posição correspondente ao centro dos elementos de borracha projetados.

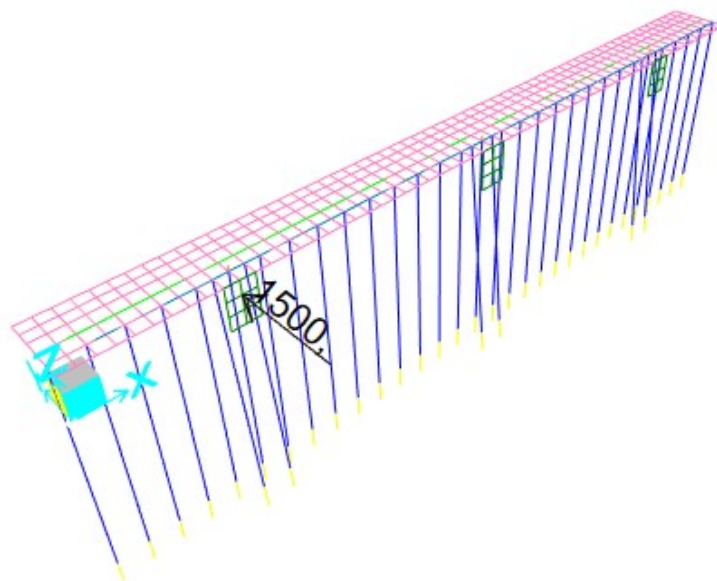


Figura 25 - Atracação em uma defesa

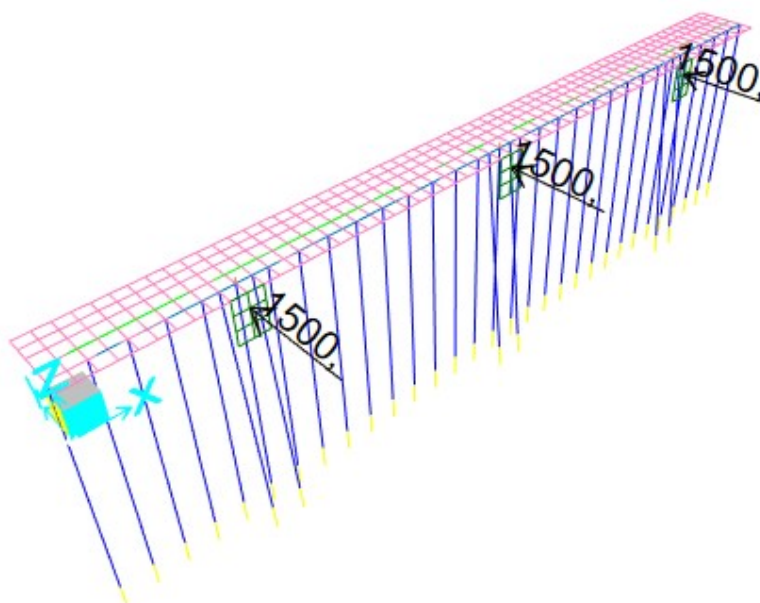


Figura 26 - Atracação paralela limite



## 7.5 Combinações de carga

TABLE: CombinationDefinitions				
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
(DEAD)	Envelope	Linear Static	DEAD	0,9
		Linear Static	DEAD	1,35
(TEMP)	Envelope	Linear Static	TEMP-	1
		Linear Static	TEMP+	1
ELS1-PP+SC	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	SC	1
ELU1-PP+SC	Linear Add	Linear Static	DEAD	1,3
		Linear Static	SC	1,5
ELS2-PP+TEMP	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Response Combo	(TEMP)	1
ELU2-PP+TEMP	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Response Combo	(TEMP)	1,2
ELS3-PP+AM1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AM1	1
ELU3-PP+AM1	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AM1	1
ELS4-PP+AM2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AM2	1
ELU4-PP+AM2	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AM2	1
ELS5-PP+AT1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AT1	1
ELU5-PP+AT1	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AT1	1,5
ELS6-PP+AT2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AT2	1
ELU6-PP+AT2	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AT2	1,5
ELS7-PP+SU	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		MovingLoad	SHIP UN MAR	1
ELU7-PP+SU	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		MovingLoad	SHIP UN MAR	1,5



TABLE: CombinationDefinitions				
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
ELS8-PP+AM1+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AM1	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU8-PP+AM1+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AM1	1
		Response Combo	(TEMP)	0,72
ELS9-PP+AM2+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AM2	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU9-PP+AM2+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AM2	1
		Response Combo	(TEMP)	0,72
ELS10-PP+AT1+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AT1	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU10-PP+AT1+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AT1	1,5
		Response Combo	(TEMP)	0,72
ELS11-PP+AT2+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	AT2	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU11-PP+AT2+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	AT2	1,5
		Response Combo	(TEMP)	0,72
ELS12-PP+SU+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		MovingLoad	SHIP UN MAR	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU12-PP+SU+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		MovingLoad	SHIP UN MAR	1,5
		Response Combo	(TEMP)	0,72
ELS13-PP+SC+T	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	SC	1
		Response Combo	(TEMP)	0,3
ELU13-PP+SC+T	Linear Add	Response Combo	(DEAD)	1
		Linear Static	SC	1,5
		Response Combo	(TEMP)	0,72

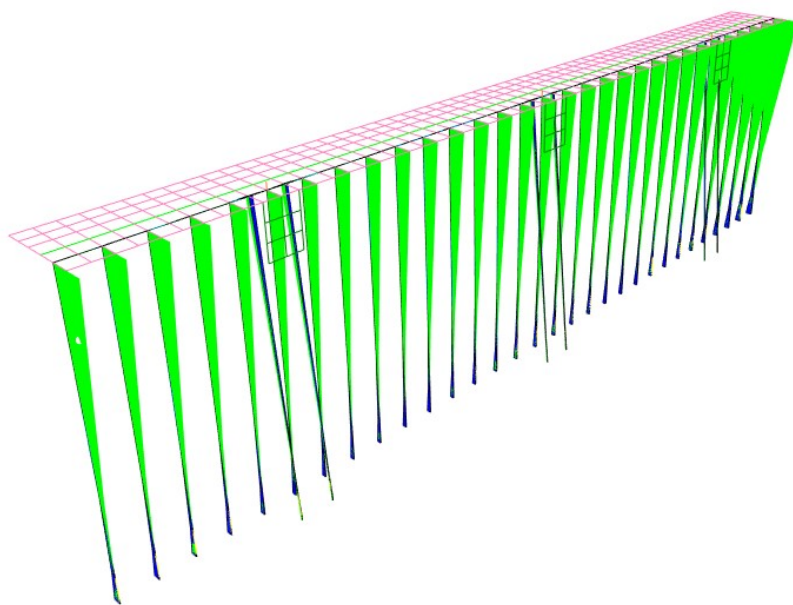
PP = Peso próprio; SC = Sobrecarga; SU = ShipUnloader; T = Temperatura; AM1 = Amarração paralela; AM2 = Amarração perpendicular; AT1 = Atracação em 1 defesa; AT2 = Atracação paralela extrema.



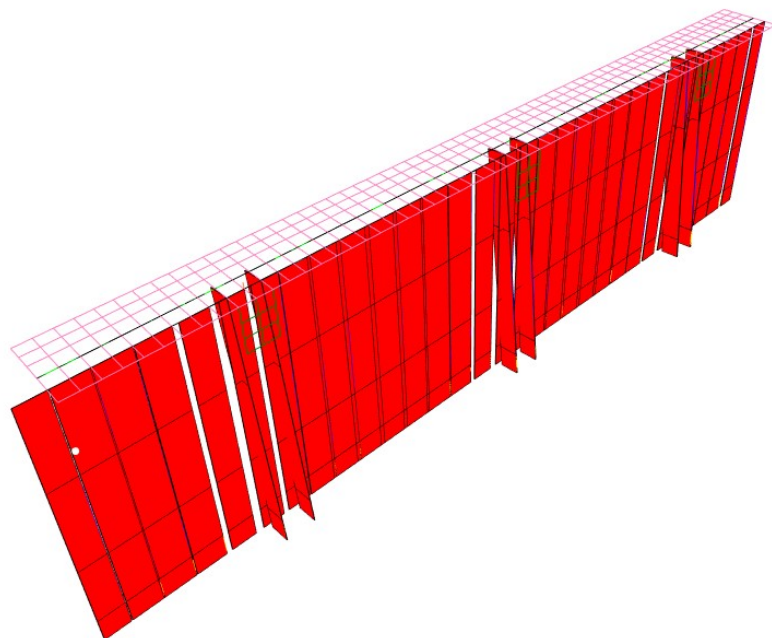


## 7.6 Esforços na estrutura

### 7.6.1 Estacas



*Figura 27 - Momentos genéricos nas estacas*



*Figura 28 - Cargas axiais nas estacas*



- SEÇÃO DE CONCRETO – ESTACAS VERTICAIS

ELS - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
7	ELS13-PP+SC+T	-1391	0	2	-4	0	4
41	ELS13-PP+SC+T	-1168	0	2	34	0	34
41	ELS13-PP+SC+T	-1168	0	2	34	0	34

ELU - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
7	ELU13-PP+SC+T	-1981	0	3	-6	0	6
41	ELU13-PP+SC+T	-1571	0	3	50	0	50
41	ELU13-PP+SC+T	-1571	0	3	50	0	50

- SEÇÃO DE CONCRETO –ESTACAS INCLINADAS

ELS - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
36	ELS13-PP+SC+T	-1071	10	0	0	-5,5	5,5
18	ELS2-PP+TEMP	-251	-13	0	-1	-43,5	43,5
18	ELS2-PP+TEMP	-251	-13	0	0	-43,5	43,5

ELU - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
36	ELU13-PP+SC+T	-1520	9,5	0	0	-8	8
18	ELU3-PP+AM1	-376	-22	0	0	-69	69
18	ELU3-PP+AM2	-376	-22	0	0	-69	69,0



- SEÇÃO EM ROCHA – ESTACAS VERTICAIS

ELS - Esforços nos elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
619	ELS13-PP+SC+T	-1400	0	2	-8	0	8
623	ELS13-PP+SC+T	-1400	0	2	-8	0	8
617	ELS13-PP+SC+T	-1399	0	2	-7	0	7

ELU - Esforços nos elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
619	ELU13-PP+SC+T	-1994	0	2,5	-12	0	12
619	ELU13-PP+SC+T	-1994	0	2,5	-12	0	12
623	ELU13-PP+SC+T	-1780	0	3	-9	0	9

- SEÇÃO EM ROCHA – ESTACAS INCLINADAS

ELS - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
55	ELS13-PP+SC+T	-1080	11	0	-1	-27	27
29	ELS13-PP+SC+T	-1078	11	0	0	-27	27
25	ELS13-PP+SC+T	-1068	11	0	0	-26	26

ELU - Esforços nos Elementos							
Frame	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3	Mresult
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
55	ELU13-PP+SC+T	-1532	10	0	1	-36	36
29	ELU4-PP+AM2	-807	12	0	0	-39	39
25	ELU4-PP+AM3	-565	17	0	0	-27	27



## 7.6.2 Viga de Bordo

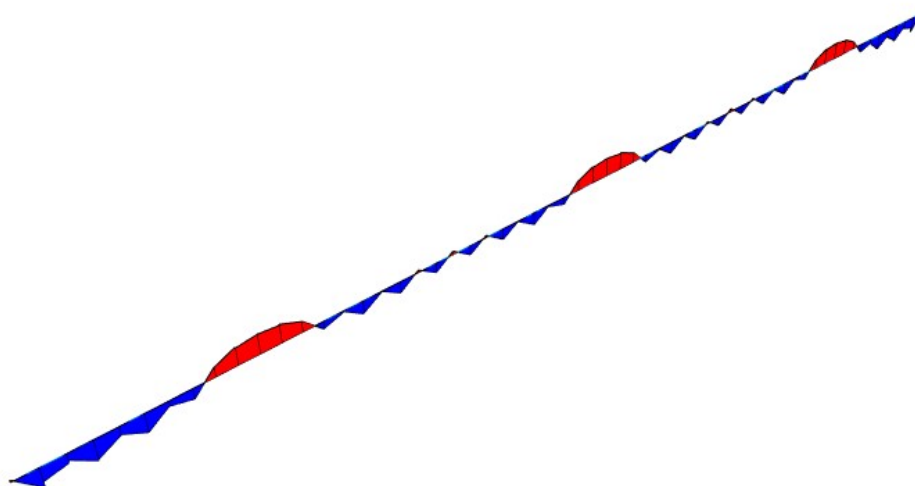


Figura 29 - Momentos típicos na viga de bordo

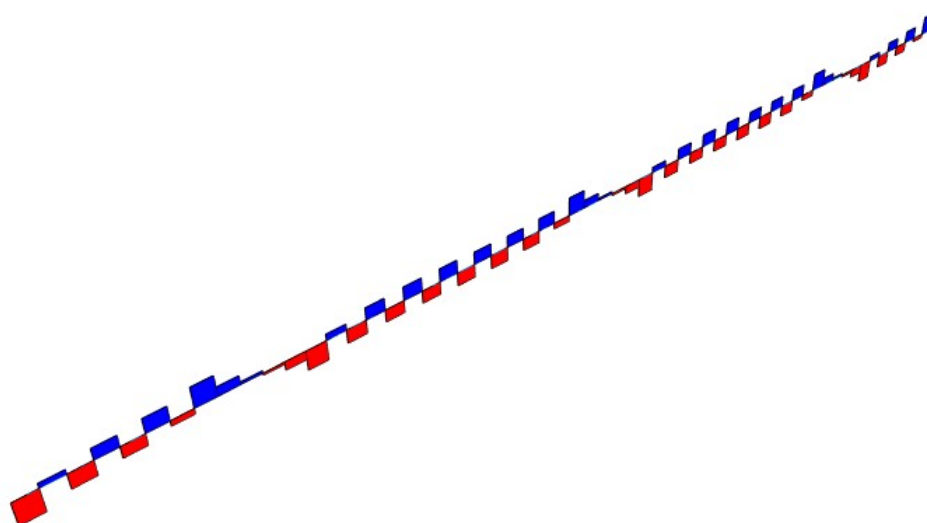


Figura 30 - Cortantes típicos na viga de bordo



ELS - Esforços nos Elementos				
Frame	OutputCase	V2	T	M3
Text	Text	KN	KN-m	KN-m
787	ELS13-PP+SC+T	-176	53	436
787	ELS13-PP+SC+T	-77	16	-429
787	ELS13-PP+SC+T	414	-68	-49
787	ELS10-PP+AT1+T	-56	220	100

ELU - Esforços nos Elementos				
Frame	OutputCase	V2	T	M3
Text	Text	KN	KN-m	KN-m
787	ELU13-PP+SC+T	-256	76	634
787	ELU13-PP+SC+T	-64	24	-628
787	ELU13-PP+SC+T	593	-89	-63
787	ELU10-PP+AT1+T	181	328	11





### 7.6.3 Laje

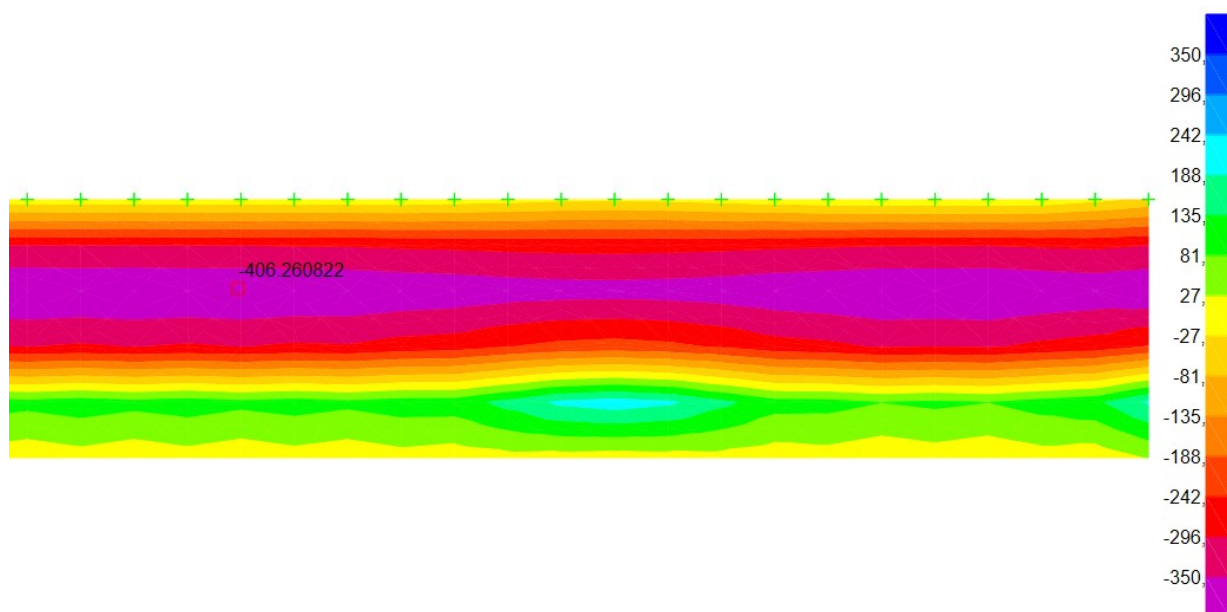


Figura 31 - Momentos fletores positivos na laje

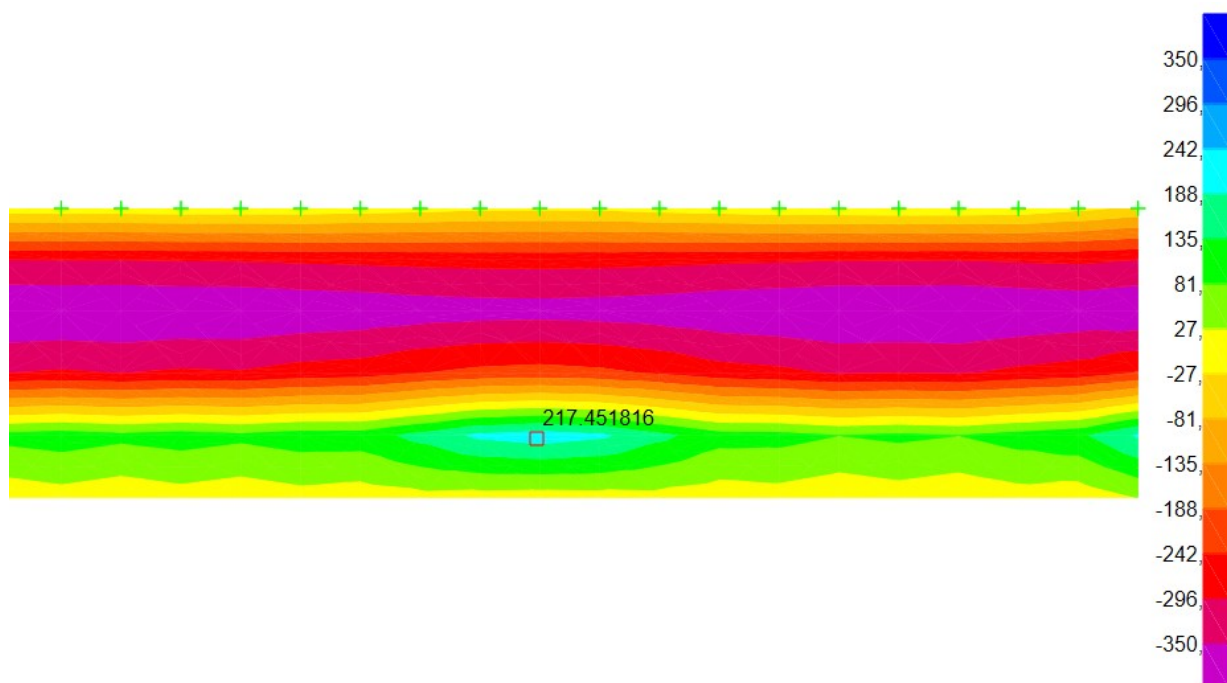


Figura 32 - Momentos fletores negativos na laje

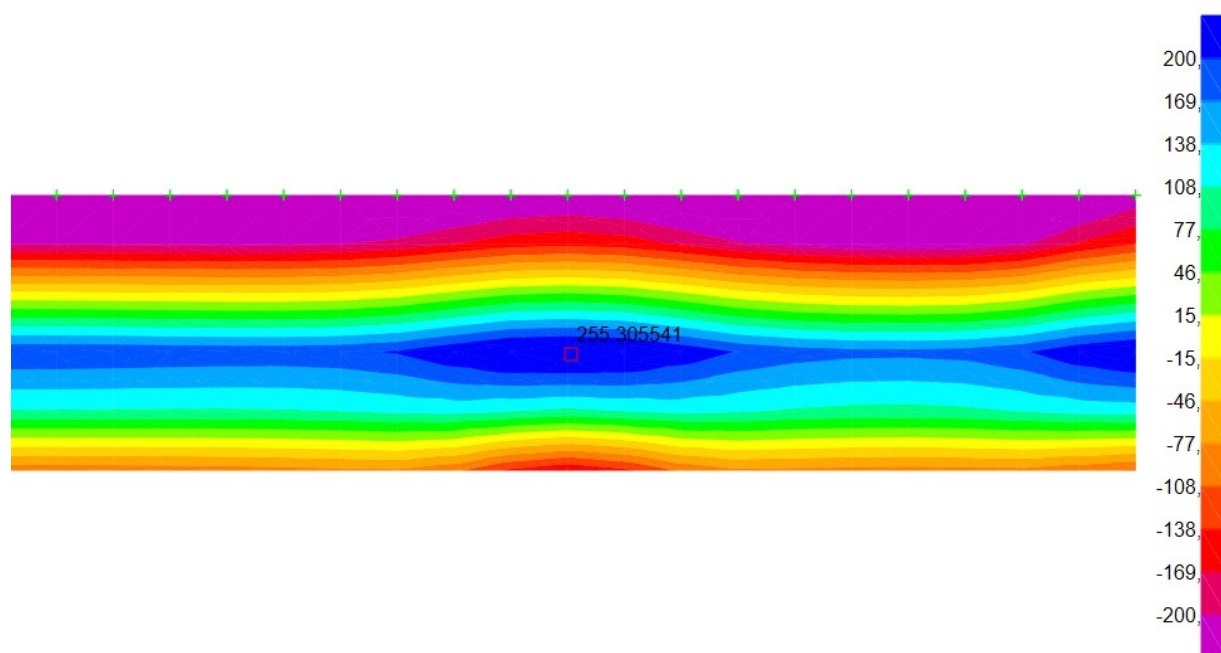


Figura 33 – Esforços cortantes na laje

ELS - Esforços nos elementos		
Frame	OutputCase	Esforço
M22 + (kNm/m)	ELS1-PP+SC	307
M22 - (kNm/m)	ELS1-PP+SC	178
V (kN/m)	ELS1-PP+SC	204

ELU - Esforços nos elementos		
Frame	OutputCase	Esforço
M22 + (kNm/m)	ELU1-PP+SC	446
M22 - (kNm/m)	ELU1-PP+SC	258
V (kN/m)	ELU1-PP+SC	296

#### 7.6.4 Paramento

O esforço de atracção considerado atua formando um braço de alavanca de 0,86m em relação ao centro da laje e o ponto de aplicação da carga, com momento característico  $M_k = 1500 \times 0,86 = 1290 \text{ kNm}$ .

Sendo assim,  $M_d = 1935 \text{ kNm}$ .

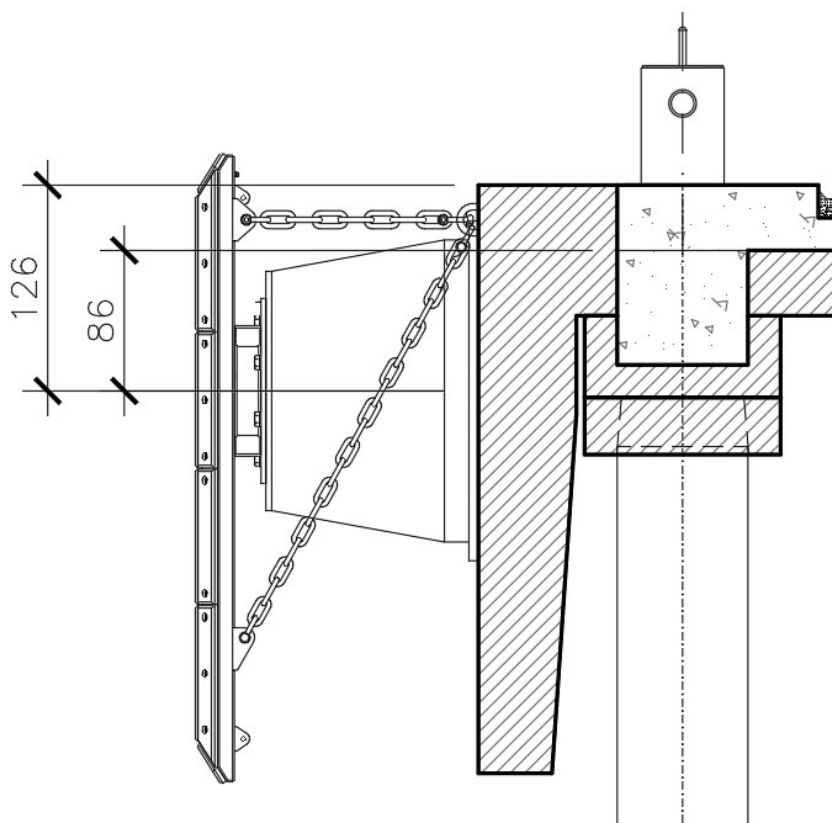


Figura 34 - Braço de alavanca para momento de atracção.

O cortante considerado será  $V_d = 1500 \times 1,5 = 2250 \text{ kN}$

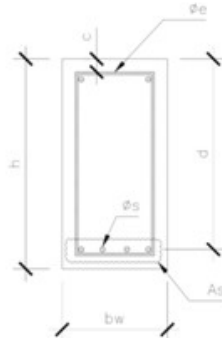


## 8 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS

### 8.1 Viga de Bordo

- Momento Positivo

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO</b> CRITÉRIOS DA NBR6118-14			
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>		<b>Md = 634,0 kN.m</b>	
fck =	40 Mpa		
fyk =	500 Mpa		
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>		<b>ARMADURA</b>	
bw =	215 cm	c =	5 cm
h =	130 cm	$\phi_s$ =	2,00 cm
d =	123 cm	$\phi_e$ =	1,00 cm
		$\Delta$ =	0,00 cm
<b>CÁLCULO</b>		<b>ARMADURA DE FLEXÃO:</b>	
kmd =	0,007	As,necessária	11,9 cm <sup>2</sup>
kx =	0,010	As,mínima	41,93 cm <sup>2</sup>
kz =	0,996		
		As,requerida	41,9 cm <sup>2</sup>
		<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>	
$\phi_s$	2,00 cm	$\phi_s$	0,00 cm
unid	19 unid	unid	0 unid
As,1	59,7 cm <sup>2</sup> /m	As,2	0,0 cm <sup>2</sup> /m
		As,adotada	59,7 cm <sup>2</sup>
<b>VERIFICAÇÃO</b>			
As,adotada $\geq$ As,requerida		OK!	



**VERIFICAÇÃO DA ABERTURA DE FISSURAS - SEÇÃO RETANGULAR****CRITÉRIOS DA NBR6118 - ITEM 17.3.3****DADOS**

<b>M</b> ,freq	<b>436</b> kN.m
<b>b<sub>w</sub></b>	<b>2,15</b> m
<b>h</b>	<b>1,30</b> m
<b>c</b>	<b>5</b> cm
<b>f<sub>ck</sub></b>	<b>40</b> MPa
<b>f<sub>yk</sub></b>	<b>50</b> kN/cm <sup>2</sup>

**MOMENTO DE FISSURAÇÃO**

<b>a</b>	<b>1,5</b>
<b>f<sub>ctm</sub></b>	<b>3,51</b> MPa
<b>f<sub>ct,inf</sub></b>	<b>2,46</b> MPa
<b>X<sub>1</sub></b>	<b>0,6500</b> m
<b>I bruta</b>	<b>3,94E-01</b> m <sup>4</sup>
<b>y<sub>t</sub></b>	<b>0,6500</b> m
<b>Mr,fissuras</b>	<b>2.231,13</b> kN.m

**INÉRCIA ESTÁDIO II**

<b>E<sub>s</sub></b>	<b>210,0</b> Gpa
<b>E<sub>cs</sub></b>	<b>30,1</b> Gpa
<b>n</b>	<b>6,98</b>
<b>A<sub>s</sub></b>	<b>59,7</b> cm <sup>2</sup> /m
<b>X<sub>2</sub></b>	<b>0,1997</b> m
<b>I<sub>2</sub></b>	<b>4,99E-02</b> m <sup>4</sup>

**ABERTURA DE FISSURAS**

<b>Camadas</b>	<b>1</b>
<b>φ<sub>s</sub> (1ªcamada)</b>	<b>20</b> mm
<b>nº barras (1ª cam.)</b>	<b>19</b> unid.
<b>φ<sub>s</sub> (2ªcamada)</b>	<b>20</b> mm
<b>nº barras (2ª cam.)</b>	<b>0</b> unid.
<b>φ<sub>est</sub></b>	<b>10</b> mm
<b>Δ</b>	<b>0</b> mm
<b>A<sub>s</sub> (1ª camada)</b>	<b>59,7</b> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub> (1ª camada)</b>	<b>0,0</b> cm <sup>2</sup>
<b>y</b>	<b>70</b> mm
<b>d</b>	<b>1,23</b> m
<b>σ<sub>si</sub></b>	<b>2,46</b> kN/cm <sup>2</sup>
<b>E<sub>si</sub></b>	<b>210,0</b> Gpa
<b>F<sub>ck</sub></b>	<b>40</b> Mpa
<b>F<sub>ctm</sub></b>	<b>3,51</b> Mpa
<b>n<sub>1</sub></b>	<b>2,25</b>
<b>p<sub>ri</sub></b>	<b>0,020</b>
<b>w<sub>k1</sub></b>	<b>0,00</b> mm
<b>w<sub>k2</sub></b>	<b>0,02</b> mm
<b>W<sub>k</sub> limite</b>	<b>0,30</b> mm
<b>W<sub>k</sub> calculado</b>	<b>0,00</b> mm

**VERIFICAÇÃO****W<sub>k</sub> limite ≥ W<sub>k</sub> calculado****OK!**





- Momento Negativo

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO</b> CRITÉRIOS DA NBR6118-14		
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>		
$f_{ck} =$	40 Mpa	$M_d = 628,0 \text{ kN.m}$
$f_{yk} =$	500 Mpa	
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>		
$b_w =$	215 cm	
$h =$	130 cm	
$d =$	122,7 cm	
<b>ARMADURA</b>		
$c =$	5 cm	
$\phi_s =$	2,54 cm	
$\phi_e =$	1,00 cm	
$\Delta =$	0,00 cm	
<b>CÁLCULO</b>		<b>ARMADURA DE FLEXÃO:</b>
$k_{md} =$	0,007	$A_{s,necessária} = 11,8 \text{ cm}^2$
$k_x =$	0,010	$A_{s,mínima} = 41,93 \text{ cm}^2$
$k_z =$	0,996	$A_{s,requerida} = 41,9 \text{ cm}^2$
		<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>
$\phi_s$	2,54 cm	$\phi_s$ 0,00 cm
unid	11 unid	unid 0 unid
$A_{s,1}$	55,7 cm <sup>2</sup> /m	$A_{s,2}$ 0,0 cm <sup>2</sup> /m
		$A_{s,adotada} = 55,7 \text{ cm}^2$
<b>VERIFICAÇÃO</b>		
$A_{s,adotada} \geq A_{s,requerida}$		<b>OK!</b>



## VERIFICAÇÃO DA ABERTURA DE FISSURAS - SEÇÃO RETANGULAR

CRITÉRIOS DA NBR6118 - ITEM 17.3.3

### DADOS

M,freq	429 kN.m
b <sub>w</sub>	2,15 m
h	1,30 m
c	5 cm
f <sub>ck</sub>	40 MPa
f <sub>yk</sub>	50 kN/cm <sup>2</sup>

### MOMENTO DE FISSURAÇÃO

a	1,5
f <sub>ctm</sub>	3,51 MPa
f <sub>ctk,inf</sub>	2,46 MPa
X <sub>1</sub>	0,6500 m
I bruta	3,94E-01 m <sup>4</sup>
y <sub>t</sub>	0,6500 m
Mr,fissuras	2.231,13 kN.m

### INÉRCIA ESTÁDIO II

E <sub>s</sub>	210,0 Gpa
E <sub>cs</sub>	30,1 Gpa
n	6,98
A <sub>s</sub>	54,0 cm <sup>2</sup> /m
X <sub>2</sub>	0,1906 m
I <sub>2</sub>	4,54E-02 m <sup>4</sup>

### ABERTURA DE FISSURAS

Camadas	1
φ <sub>s</sub> (1ª camada)	25 mm
nº barras (1ª cam.)	11 unid.
φ <sub>s</sub> (2ª camada)	25 mm
nº barras (2ª cam.)	0 unid.
φ <sub>est</sub>	10 mm
Δ	0 mm
A <sub>s</sub> (1ª camada)	54,0 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> (1ª camada)	0,0 cm <sup>2</sup>
y	73 mm
d	1,23 m
σ <sub>si</sub>	2,46 kN/cm <sup>2</sup>
E <sub>si</sub>	210,0 Gpa
F <sub>ck</sub>	40 Mpa
F <sub>ctm</sub>	3,51 Mpa
n <sub>1</sub>	2,25
p <sub>ri</sub>	0,017
w <sub>k1</sub>	0,00 mm
w <sub>k2</sub>	0,03 mm
W <sub>k</sub> limite	0,30 mm
W <sub>k</sub> calculado	0,00 mm

### VERIFICAÇÃO

W<sub>k</sub> limite ≥ W<sub>k</sub> calculado

OK!



- Cortante

<b>DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE</b>	
<b>CRITÉRIOS DA NBR6118-14 - ITEM 17.4</b>	
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>	<b>Vd = 593 kN</b>
fck = 40 Mpa	
fyk = 500 Mpa	
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>	<b>ARMADURA</b>
bw = 215 cm	c = 5 cm
h = 130 cm	$\phi_s = 2,00$ cm
bf = 0 cm	$\phi_e = 1,00$ cm
tf = 0 cm	$\Delta = 0,00$ cm
<b>ALTURA ÚTIL</b>	
d = 123 cm	
<b>CORTANTE DE CÁLCULO</b>	<b>RESISTÊNCIA DO CONCRETO AO CORTANTE</b>
VRD2 17.136 kN	Vco 2784 kN
Vsd < VRD2 OK	
fctd 1,75 MPa	
<b>ARMADURA DE CORTANTE</b>	<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>
As,necessária 0,00 cm <sup>2</sup> /m	$\phi_e$ 1,00 cm + 0,80 cm
As,mínima 30,18 cm <sup>2</sup> /m	nº pernas 6 barras + 4 barras
As,requerida 30,2 cm <sup>2</sup> /m	c. 20 cm + 20 cm
	As,adotada 33,6 cm <sup>2</sup> /m
<b>VERIFICAÇÃO</b>	
As,adotada ≥ As,requerida	<b>OK</b>



- Torção

### DIMENSIONAMENTO À TORÇÃO

#### CRITÉRIOS DA NBR6118-14 - ITEM 17.5

##### PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

$f_{ck} = 40$  MPa

$f_{yk} = 500$  MPa

$T_{sd} = 328$  kN

##### GEOMETRIA DA SEÇÃO

$b_w = 215$  cm

$h = 130$  cm

$c = 5$  cm

$d = 123,0$  cm

##### ARMADURA

$\phi_e = 1,00$  cm

$\phi_s = 2,00$  cm

$\Delta = 0,00$  cm

$c_1 = 7,0$  cm

##### ARMADURA DE CISALHAMENTO NO PROJETO

$\phi_e = 1,00$  cm

$n^\circ$  pernas 6 barras

$c = 20$  cm

$A_{sl,mínima} = 3,83$  cm<sup>2</sup>/m

$A_{s90,adota} = 23,6$  cm<sup>2</sup>/m OK

##### ARMADURA LONGITUDINAL NO PROJETO

$\phi_s$  (superior) 2,50 cm

$n^\circ$  11,0 unid.

$A_{s,-} = 54,0$  cm<sup>2</sup>/m

$\phi_s$  (lateral) 1,00 cm

$n^\circ$  11,0 unid.

$A_{s,-} = 8,6$  cm<sup>2</sup>/m

$A_{s90,mínima} = 30,18$  cm<sup>2</sup>/m

$A_{sl,adota} = 122,3$  cm<sup>2</sup> OK

$\phi_s$  (inferior) 2,00 cm

$n^\circ$  19 unid.

$A_{s,+} = 59,7$  cm<sup>2</sup>/m

##### PARÂMETROS

$\alpha_v$  2 0,84

$\theta$  (°) 45

$h_e = 0,27$  m

$A_e = 2,79$  m<sup>2</sup>

$u_e = 688,9$  cm

$f_{ctm} = 3,51$  MPa

$h_{e'} = 14,0$  cm

$h_{e''} = 40,5$  cm

$V_{RD2} = 17.136$  kN

##### TORSOR DE CÁLCULO

$T_{RD2} = 9.110$  kN

$T_{rd} < T_{RD2}$  OK

$T_{RD3} = 5.707$  kN

$T_{rd} < T_{RD3}$  OK

$T_{RD4} = 4.301$  kN

$T_{rd} < T_{RD4}$  OK

Verificação do esmagamento das diagonais do concreto 0,17 < 1 OK



## 8.2 Laje 110cm

- Momento Positivo

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO - LAJE</b> CRITÉRIOS DA NBR6118-14			
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>		<b>Md = 446 kN.m</b>	
fck =	40 Mpa		
fyk =	500 Mpa		
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>		<b>ARMADURA</b>	
bw =	100 cm	c =	5 cm
h =	110 cm	$\phi_s$ =	2,50 cm
d =	102,5 cm	$\phi_e$ =	1,25 cm
		$\Delta$ =	0,00 cm
<b>CÁLCULO</b>		<b>ARMADURA DE FLEXÃO:</b>	
k <sub>md</sub> =	0,015	As,necessária	10,1 cm <sup>2</sup> /m
k <sub>x</sub> =	0,022	As,mínima	16,5 cm <sup>2</sup> /m
k <sub>z</sub> =	0,991		
		<b>As,requerida</b>	<b>16,5 cm<sup>2</sup>/m</b>
		<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>	
		$\phi_s$	2,50 cm
		c.	15,0
		As,1	32,7 cm <sup>2</sup> /m
		$\phi_s$	0,00 cm
		nº	0
		As,z	0,0 cm <sup>2</sup> /m
		<b>As,adotad</b>	<b>32,7 cm<sup>2</sup></b>
<b>VERIFICAÇÃO</b>			
<b>As,adotada ≥ As,requerida</b>		<b>OK!</b>	



## VERIFICAÇÃO DA ABERTURA DE FISSURAS - SEÇÃO RETANGULAR

CRITÉRIOS DA NBR6118 - ITEM 17.3.3

### DADOS

M,freq	307 kN.m
b <sub>w</sub>	1,00 m
h	1,10 m
c	5 cm
f <sub>ck</sub>	40 MPa
f <sub>yk</sub>	50 kN/cm <sup>2</sup>

### MOMENTO DE FISSURAÇÃO

a	1,5
f <sub>ctm</sub>	3,51 MPa
f <sub>ctk,inf</sub>	2,46 MPa
X <sub>1</sub>	0,5500 m
I bruta	1,11E-01 m <sup>4</sup>
y <sub>t</sub>	0,5500 m
Mr,fissuras	742,99 kN.m

### INÉRCIA ESTÁDIO II

E <sub>s</sub>	210,0 Gpa
E <sub>cs</sub>	30,1 Gpa
n	6,98
A <sub>s</sub>	34,3 cm <sup>2</sup> /m
X <sub>2</sub>	0,1989 m
I <sub>2</sub>	1,90E-02 m <sup>4</sup>

### ABERTURA DE FISSURAS

Camadas	1
φ <sub>s</sub> (1ª camada)	25 mm
nº barras (1ª cam.)	7 unid.
φ <sub>s</sub> (2ª camada)	25 mm
nº barras (2ª cam.)	0 unid.
φ <sub>est</sub>	12,5 mm
Δ	0 mm
A <sub>s</sub> (1ª camada)	34,3 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> (1ª camada)	0,0 cm <sup>2</sup>
y	75 mm
d	1,03 m
σ <sub>si</sub>	2,46 kN/cm <sup>2</sup>
E <sub>si</sub>	210,0 Gpa
F <sub>ck</sub>	40 Mpa
F <sub>ctm</sub>	3,51 Mpa
n <sub>1</sub>	2,25
p <sub>ri</sub>	0,023
w <sub>k1</sub>	0,00 mm
w <sub>k2</sub>	0,02 mm
W <sub>k</sub> limite	0,30 mm
W <sub>k</sub> calculado	0,00 mm

### VERIFICAÇÃO

W<sub>k</sub> limite ≥ W<sub>k</sub> calculado

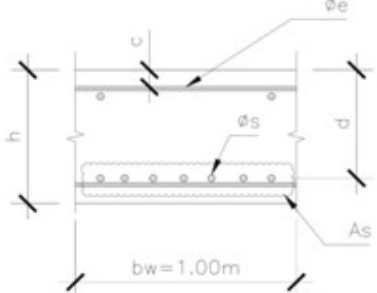
OK!





- Momento Negativo

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO - LAJE</b> CRITÉRIOS DA NBR6118-14		
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>		
$f_{ck} =$	40	Mpa
$f_{yk} =$	500	Mpa
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>		
$b_w =$	100	cm
$h =$	110	cm
$d =$	103,8	cm
<b>ARMADURA</b>		
$c =$	5	cm
$\phi_s =$	2,50	cm
$\phi_e =$	0,00	cm
$\Delta =$	0,00	cm
<b>CÁLCULO</b>		
$k_{md} =$	0,008	
$k_x =$	0,012	
$k_z =$	0,995	
<b>ARMADURA DE FLEXÃO:</b>		
$A_{s,necessária}$	5,7	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s,mínima}$	16,5	cm <sup>2</sup> /m
<b><math>A_{s,requerida}</math></b>	<b>16,5</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b>
<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>		
$\phi_s$	2,50	cm
$c.$	12,5	
$A_{s,1}$	39,3	cm <sup>2</sup> /m
$\phi_s$	0,00	cm
$n^o$	0	
$A_{s,2}$	0,0	cm <sup>2</sup> /m
<b><math>A_{s,adotad}</math></b>	<b>39,3</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
<b>VERIFICAÇÃO</b>		
<b><math>A_{s,adotada} \geq A_{s,requerida}</math></b>	<b>OK!</b>	



**VERIFICAÇÃO DA ABERTURA DE FISSURAS - SEÇÃO RETANGULAR****CRITÉRIOS DA NBR6118 - ITEM 17.3.3****DADOS**

M,freq	178 kN.m
b <sub>w</sub>	1,00 m
h	1,10 m
c	5 cm
f <sub>ck</sub>	40 MPa
f <sub>yk</sub>	50 kN/cm <sup>2</sup>

**MOMENTO DE FISSURAÇÃO**

a	1,5
f <sub>ctm</sub>	3,51 MPa
f <sub>ctk,inf</sub>	2,46 MPa
X <sub>1</sub>	0,5500 m
I bruta	1,11E-01 m <sup>4</sup>
y <sub>t</sub>	0,5500 m
Mr,fissuras	742,99 kN.m

**INÉRCIA ESTÁDIO II**

E <sub>s</sub>	210,0 Gpa
E <sub>cs</sub>	30,1 Gpa
n	6,98
A <sub>s</sub>	39,3 cm <sup>2</sup> /m
X <sub>2</sub>	0,2111 m
I <sub>2</sub>	2,13E-02 m <sup>4</sup>

**ABERTURA DE FISSURAS**

Camadas	1
φ <sub>s</sub> (1ªcamada)	25 mm
nº barras (1ª cam.)	8 unid.
φ <sub>s</sub> (2ªcamada)	25 mm
nº barras (2ª cam.)	0 unid.
φ <sub>est</sub>	12,5 mm
Δ	0 mm
A <sub>s</sub> (1ª camada)	39,3 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> (1ª camada)	0,0 cm <sup>2</sup>
y	75 mm
d	1,03 m
σ <sub>si</sub>	2,46 kN/cm <sup>2</sup>
E <sub>si</sub>	210,0 Gpa
F <sub>ck</sub>	40 Mpa
F <sub>ctm</sub>	3,51 Mpa
n <sub>1</sub>	2,25
p <sub>ri</sub>	0,027
w <sub>k1</sub>	0,00 mm
w <sub>k2</sub>	0,02 mm
W <sub>k</sub> limite	0,30 mm
W <sub>k</sub> calculado	0,00 mm

**VERIFICAÇÃO****W<sub>k</sub> limite ≥ W<sub>k</sub> calculado****OK!**



- Cortante

## DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE - LAJE

### CRITÉRIOS DA NBR6118-14 - ITEM 17.4

#### PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

$f_{ck} = 40$  Mpa

$f_{yk} = 500$  Mpa

#### GEOMETRIA DA SEÇÃO

$b_w = 100$  cm

$h = 110$  cm

$b_f = 0$  cm

$t_f = 0$  cm

#### ALTURA ÚTIL

$d = 102,48$  cm

#### CORTANTE DE CÁLCULO

$V_{RD2} = 6.641$  kN

$V_{sd} < V_{RD2}$  **OK**

$V_{RD1} = 625$  kN

$V_{sd} < V_{RD1}$  **OK**

$f_{ctd} = 1,75$  MPa

$V_d = 296$  kN

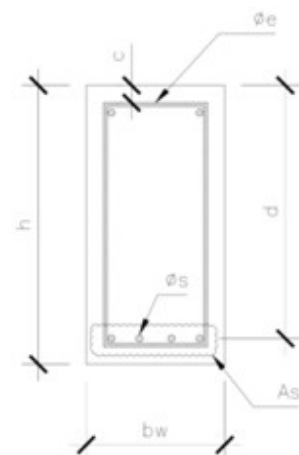
#### ARMADURA

$c = 5$  cm

$\phi_s = 2,54$  cm

$\phi_e = 1,25$  cm

$\Delta = 0,00$  cm



#### RESISTÊNCIA DO CONCRETO AO CORTANTE

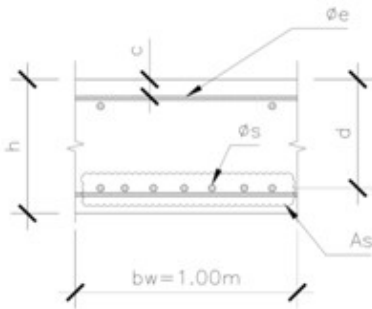
$V_{co} = 1079$  kN

**NÃO NECESSÁRIO - OK!**



### 8.3 Paramento

- Momento Fletor

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO - LAJE</b> CRITÉRIOS DA NBR6118-14		
<b>Md = 1.935 kN.m</b>		
<b>PROPRIEDADES DOS MATERIAIS</b>		
fck =	40 Mpa	
fyk =	500 Mpa	
<b>GEOMETRIA DA SEÇÃO</b>		
bw =	478 cm	
h =	60 cm	
d =	52,5 cm	
<b>ARMADURA</b>		
c =	5 cm	
$\phi_s$ =	2,50 cm	
$\phi_e$ =	1,25 cm	
$\Delta$ =	0,00 cm	
		
<b>CÁLCULO</b>		
k <sub>nd</sub> -	0,051	
k <sub>x</sub> -	0,078	
k <sub>z</sub> -	0,969	
<b>ARMADURA DE FLEXÃO:</b>		
As,necessária	87,5 cm <sup>2</sup> /m	
As,mínima	43,0 cm <sup>2</sup> /m	
As,requerida	87,5 cm <sup>2</sup> /m	
<b>ARMADURA ADOTADA EM PROJETO</b>		
$\phi_s$	2,50 cm	$\phi_s$ 0,00 cm
n <sup>o</sup>	32,0	n <sup>o</sup> 0
As,1	157,1 cm <sup>2</sup>	As,z 0,0 cm <sup>2</sup>
		As,adotad 157,1 cm <sup>2</sup>
<b>VERIFICAÇÃO</b>		
As,adotada ≥ As,requerida	OK!	

**VERIFICAÇÃO DA ABERTURA DE FISSURAS - SEÇÃO RETANGULAR****CRITÉRIOS DA NBR6118 - ITEM 17.3.3****DADOS**

<b>M,freq</b>	<b>1290</b> kN.m
<b>b<sub>w</sub></b>	<b>4,78</b> m
<b>h</b>	<b>0,60</b> m
<b>c</b>	<b>5</b> cm
<b>f<sub>ck</sub></b>	<b>40</b> MPa
<b>f<sub>yk</sub></b>	<b>50</b> kN/cm <sup>2</sup>

**MOMENTO DE FISSURAÇÃO**

<b>a</b>	<b>1,5</b>
<b>f<sub>ctm</sub></b>	<b>3,51</b> MPa
<b>f<sub>ctk,inf</sub></b>	<b>2,46</b> MPa
<b>X<sub>1</sub></b>	<b>0,3000</b> m
<b>I bruta</b>	<b>8,60E-02</b> m <sup>4</sup>
<b>y<sub>t</sub></b>	<b>0,3000</b> m
<b>Mr,fissuras</b>	<b>1.056,65</b> kN.m

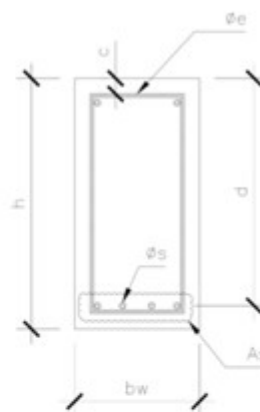
**INÉRCIA ESTÁDIO II**

<b>E<sub>s</sub></b>	<b>210,0</b> Gpa
<b>E<sub>cs</sub></b>	<b>30,1</b> Gpa
<b>n</b>	<b>6,98</b>
<b>A<sub>s</sub></b>	<b>157,0</b> cm <sup>2</sup> /m
<b>X<sub>2</sub></b>	<b>0,1339</b> m
<b>I<sub>2</sub></b>	<b>2,06E-02</b> m <sup>4</sup>

**ABERTURA DE FISSURAS**

<b>Camadas</b>	<b>1</b>
<b>φ<sub>s</sub> (1ª camada)</b>	<b>25</b> mm
<b>nº barras (1ª cam.)</b>	<b>32</b> unid.
<b>φ<sub>s</sub> (2ª camada)</b>	<b>25</b> mm
<b>nº barras (2ª cam.)</b>	<b>0</b> unid.
<b>φ<sub>est</sub></b>	<b>12,5</b> mm
<b>Δ</b>	<b>0</b> mm
<b>A<sub>s</sub> (1ª camada)</b>	<b>157,0</b> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub> (1ª camada)</b>	<b>0,0</b> cm <sup>2</sup>
<b>y</b>	<b>75</b> mm
<b>d</b>	<b>0,53</b> m
<b>σ<sub>si</sub></b>	<b>17,10</b> kN/cm <sup>2</sup>
<b>E<sub>si</sub></b>	<b>210,0</b> Gpa
<b>F<sub>ck</sub></b>	<b>40</b> Mpa
<b>F<sub>ctm</sub></b>	<b>3,51</b> Mpa
<b>n<sub>1</sub></b>	<b>2,25</b>
<b>p<sub>ri</sub></b>	<b>0,022</b>
<b>w<sub>k1</sub></b>	<b>0,11</b> mm
<b>w<sub>k2</sub></b>	<b>0,16</b> mm
<b>W<sub>k</sub> limite</b>	<b>0,30</b> mm
<b>W<sub>k</sub> calculado</b>	<b>0,11</b> mm

**VERIFICAÇÃO****W<sub>k</sub> limite ≥ W<sub>k</sub> calculado****OK!**

**DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE - LAJE****CRITÉRIOS DA NBR6118-14 - ITEM 17.4****PROPRIEDADES DOS MATERIAIS****fck = 40 Mpa****fyk = 500 Mpa****GEOMETRIA DA SEÇÃO****bw = 478 cm****h = 60 cm****bf = 0 cm****tf = 0 cm****ALTURA ÚTIL****d = 52,48 cm****CORTANTE DE CÁLCULO****VRD2 16.255 kN****Vsd < VRD2 OK****VRD1 1.605 kN****Vsd < VRD1 VERIFICAR****fctd 1,75 MPa****Vd = 2.250 kN****ARMADURA****c = 5 cm****φs = 2,54 cm****φe = 1,25 cm****Δ = 0,00 cm****RESISTÊNCIA DO CONCRETO AO CORTANTE****Vco 2641 kN****ARMADURA DE CORTANTE****As,necessária 0,01 cm²/m****As,mínima 67,09 cm²/m****As,requerida 67,1 cm²/m****ARMADURA ADOTADA EM PROJETO****φe 1,25 cm + 0,00 cm****nº pernas 12 barras + 0 barras****c. 15 cm + 15 cm****As,adotada 98,2 cm²/m****VERIFICAÇÃO****As,adotada ≥ As,requerida****OK**





#### 8.4 Estacas $\phi 80$ cm

A verificação da resistência das estacas face aos esforços estimados será feita através de comparação com suas envoltórias de ruptura de acordo com a seção estudada.

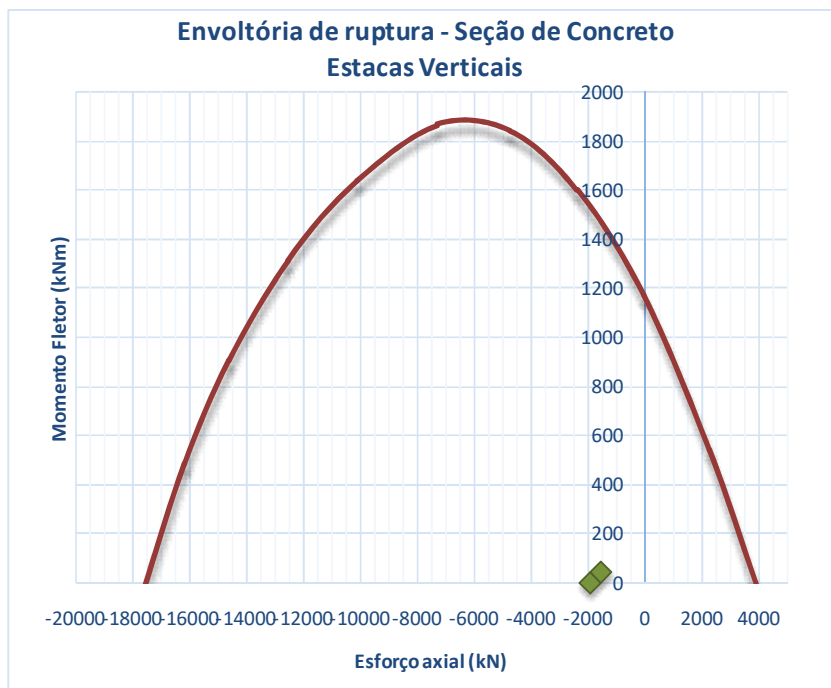


Figura 35 – Envoltória de ruptura – Estaca VERTICAL

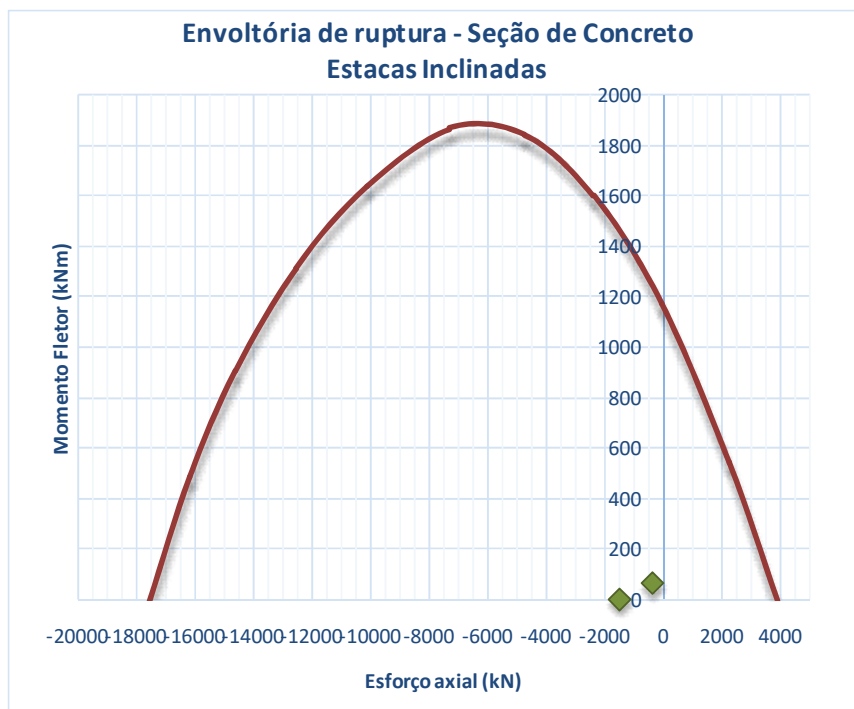
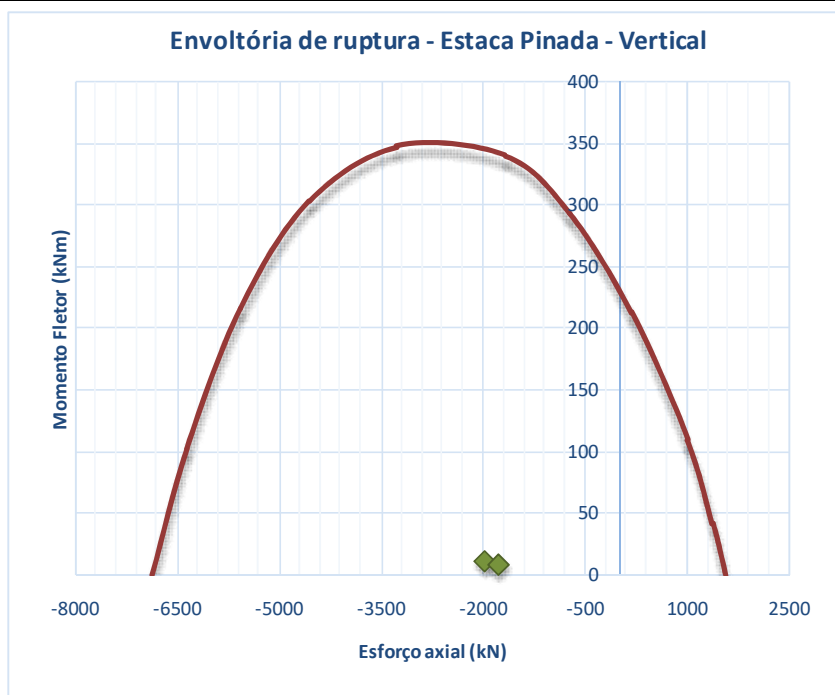
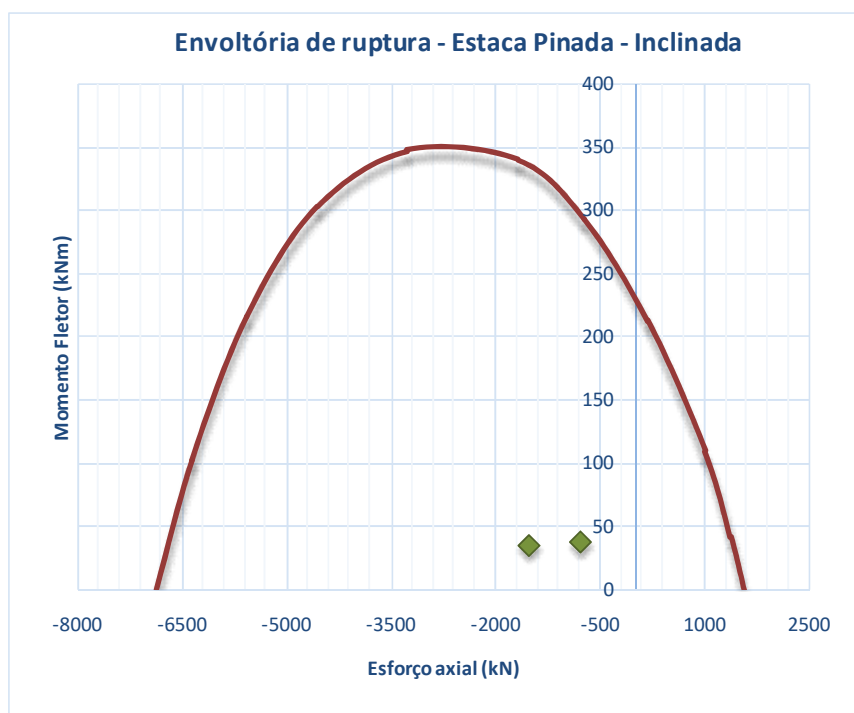


Figura 36 – Envoltória de ruptura – Estaca INCLINADA



*Figura 37 – Envoltória de ruptura – Pino da estaca VERTICAL*



*Figura 38 – Envoltória de ruptura – Pino da estaca INCLINADA*

**A estaca projetada resiste aos esforços. (OK)**



## 9 CONTROLE DE QUALIDADE DA OBRA

### 9.1 Considerações técnicas

A obra necessita de um rigoroso controle de qualidade pois a nova profundidade de dragagem **(13,50m.)** provocará uma substancial escavação ao lado do muro do cais, muro de peso constituído por pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico.

Devido a variação das características das sondagens da região do cais, a capacidade de carga das estacas deve ser atestada através um rígido controle de qualidade, segundo as especificações abaixo indicadas.

Os parâmetros do solo podem variar em função também da grande extensão da obra— **607,00m.**

Estas variações decorrem, também, do complexo processo geológico natural do local da obra e da influência de procedimentos de dragagens e aterros que continuamente modificam o maciço de solo in situ.

Em relação às fundações em estacas e dos tirantes, para aumentar a segurança e a economia da obra, deve-se executar ensaios de controle de qualidade em estacas piloto.

Durante a obra serão realizados os ensaios especificados e o controle contínuo de deslocamentos da estrutura existente e redondezas através de inclinômetros.

Sugerimos que este controle seja realizado durante a dragagem e operação do cais e retroárea.

É importante ressaltar que devido às suas características especiais, e dificuldades executivas, as obras portuárias necessitam de ensaios rigorosos nas fundações, normalmente em maiores quantidades do que as obras em terra.



## **9.2 Controle de qualidade das fundações**

### **9.2.1 Provas de carga estáticas verticais**

A prova de carga estática em estacas é um importante teste que simula o carregamento real das estacas com a finalidade de avaliar o comportamento “carga x deslocamento”.

Devem ser executadas provas de carga em estacas piloto, logo no início da obra, para permitir a redução das incertezas técnico - executivas, otimizando a segurança e os custos da obra.

Os ensaios estáticos instrumentados terão por objetivo a determinação do atrito lateral ao longo do fuste e da resistência de ponta das estacas, permitindo a definição, com precisão e segurança, dos comprimentos das estacas ao longo da obra.

As estacas serão submetidas à carga vertical máxima de ensaio de compressão de 5.000 KN, que corresponde a carga de trabalho de 2.500 KN com o fator de segurança 2,00.

Para reduzir os riscos de operação e erros de leitura, e permitir resultados instantâneos, deve-se adotar sistema de medições de cargas e deslocamentos automatizados.

É importante que a fase de montagem e execução seja precedida de planejamento adequado. Devido a grande extensão da obra, cerca de 600,00m. e a variação das características geotécnicas locais, é necessário a execução de estacas de prova a cada posição de cabeço, no mínimo.

As normas técnicas pertinentes são as seguintes:

NBR-12131:2006 – Estacas – Prova de Carga Estática – Método de Ensaio

Regula os procedimentos executivos, sendo indicados os tipos de prova de carga:

NBR-6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações.

Regula os conceitos de como e onde aplicar, assim como interpretar seus resultados.



### 9.2.2 Provas de carga estáticas horizontais

A prova de carga estática horizontal em estacas é um importante teste que simula o carregamento real das estacas com a finalidade de avaliar o comportamento “carga x deslocamento”.

A prova de carga em estacas piloto, logo no início da obra permite uma redução das incertezas técnico executivas, otimizando a segurança e os custos da obra.

Os ensaios estáticos instrumentados determinarão o perfil de deslocamentos horizontais e esforços de flexão derivados da aplicação de cargas horizontais progressivas na estaca para a determinação da Relação **Momento-curvatura real da estaca**, assim como a construção de **curvas p-y do solo** local em caso de maiores deformações.

As estacas serão submetidas à carga horizontal máxima de ensaio de 125,00KN, que corresponde ao momento fletor de trabalho com o fator de segurança 2,00. O deslocamento horizontal máximo esperado é de 10,00cm.

Devido a grande extensão da obra, cerca de 600,00m. e a variação das características geotécnicas locais, é necessário a execução de estacas de prova a cada posição de cabeço, no mínimo.

### 9.2.3 Provas de carga dinâmicas

#### 9.2.3.1 Metodologia executiva

Devem ser executadas provas de carga dinâmicas nas estacas piloto, logo no início da obra, para permitir a aferição dos parâmetros do solo.

Os ensaios dinâmicos terão por objetivo a determinação do atrito lateral ao longo do fuste e da resistência de ponta das estacas, permitindo a definição, com precisão e segurança, dos comprimentos das estacas ao longo da obra.



As estacas deverão ser ensaiadas para aferição de resistência mínima à compressão de **5.000,00 KN**, que corresponde a carga de trabalho de **2.500,00 KN** com o **fator de segurança 2,00**

**Deverão ser executados ensaios dinâmicos em 50% das camisas metálicas da obra ao final de sua execução. Estes ensaios permitirão definir, de forma segura e econômica o embutimento das estacas na rocha muito alterada a sã.**

Como estas provas de carga serão realizadas antes da dragagem, as Provas de Carga Dinâmicas devem ser analisadas por programas do tipo CAPWAP ou similar que permitam o cálculo do atrito da estaca a partir da cota de dragagem, ou seja, da cota -13,50m.

#### **9.2.4 Nega e Repiques elásticos**

Durante a cravação das camisas metálicas deverão ser realizados ensaios de nega e repique elástico por sistema de medição eletrônico.

#### **9.3 Controle dos cabeços de amarração**

Provas de carga horizontais em todos os cabeços para a carga máxima de 1.500,00kN.

#### **9.4 Controle do concreto e aço**

Segundo as recomendações das Normas Técnicas Brasileiras.

#### **9.5 Monitoramento da estrutura**

Controle de deslocamentos com topografia e inclinômetros.

Deverão ser instalados tubos para inclinômetros em estacas de carga espaçadas de 24 metros ao longo da obra.

Os furos poderão ser feitos por dentro das estacas e deverá ter sua base na rocha ou alteração de rocha.





Além dos inclinômetros, deverão ser instalados pinos de recalque para o acompanhamento de deformações nas estruturas vizinhas a menos de 20,0 m da borda do muro existente.

Deverão ser executadas aferições, no mínimo, quinzenais para todos os elementos de monitoração. Uma maior frequência deve ser avaliada caso o deslocamento por tempo esteja fora de valores recomendados por norma.

O acompanhamento topográfico deverá ser iniciado antes do início das obras e estendido até 1 mês após o final da dragagem, quando deverá ser avaliada a necessidade de continuidade do acompanhamento.

Quanto às verificações com inclinômetro, serão iniciadas a partir da conclusão das estacas e estendidas até 1 mês após o final da dragagem, quando deverá ser avaliada a necessidade de continuidade do acompanhamento.



## 10 CONCLUSÃO

Este documento avaliou os esforços e concluiu os dimensionamentos para a estrutura das obras de ampliação do cais da Gamboa localizado no Porto do Rio no trecho entre os cabeços 100 a 124 .

Em função do aumento substancial da profundidade ao lado do cais existente e das complexas características geológicas locais, a obra deverá ter uma metodologia executiva muito bem controlada, de maneira a não colocar em risco ou afetar a estrutura existente do cais, constituída por um muro de peso com pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico.

O controle de qualidade será composto dos seguintes ensaios e instrumentações:

- ESTACAS  $\phi$  80cm:
  - Prova de Carga Estática Vertical -> a cada 24m
  - Prova de Carga Estática Horizontal -> a cada 24m
  - Prova de Carga Dinâmica -> 50% das estacas
- MONITORAMENTO DO CAIS:
  - Instalação de Inclínômetros em material indeformável -> a cada 24m
  - Acompanhamento topográfico das estruturas vizinhas

Ressaltamos que em função dos resultados das provas de carga a serem executadas nas estacas piloto, os esforços na estrutura poderão ser revistos.



## 11 ANEXOS

### 11.1 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS



J.L.C. engenharia de projetos e consultoria.

Rio de Janeiro, 17 de maio de 2022.

Ao Consórcio Porto Rio

Ref: Porto Rio – Gamboa - PRELIMINAR

Prezados Senhores,

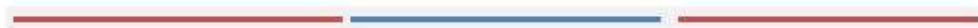
Em atendimento as questões técnicas referentes à obra de ampliação e aprofundamento do calado do cais existente de 8,5m para a cota de 13,5m de profundidade para uma extensão de 600m de comprimento de cais, envolvendo os cabeços especificados de números 100 a 124 para futura atracação de navios da classe Panamax de 75.000 toneladas, podemos expor:

A primeira questão diz respeito a divisão em 3 etapas para as obras de ampliação, tendo cada etapa um comprimento de 200m de cais.

Associada a esta questão concordamos que as etapas podem tecnicamente ser executadas de forma independente, tendo início a obra pela Etapa 2, dita etapa central.

Desenho esquemático, sem escala, para projeção dos Berços do Porto e suas possíveis programações de etapas de obra.

Etapa 1 = 200 m      Etapa 2 = 200m      Etapa 3 =200m





Em sequência a essa questão de ordem técnica, cabe-nos argumentar, por importante, a nossa não recomendação do uso de atracação de navios nessas áreas durante todo o período dos processos executivos da obra de ampliação.

As nossas argumentações se pautam no modelo de projeto estrutural onde consideramos a hipótese de cais contínuo adotando a rigidez de conjunto da estrutura para a distribuição dos esforços.

Dessa maneira o uso do cais para atracação aleatória de navios exigirá reforços nos cabeços extremos das estruturas com custos adicionais não previstos no projeto, como por exemplo com a execução de Dolphins específicos para essa nova configuração de esforços nas extremidades dos cabeços de ancoragem.

Rigidez de conjunto para cais contínuo.

$$F_1 = k l_1 \cdot \delta_1$$

$$F_i = K l_i \cdot \delta_i$$

Estaca 1

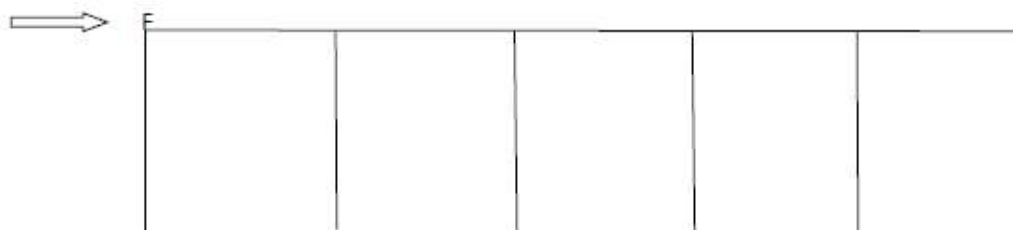
E2

E3

E4

E5

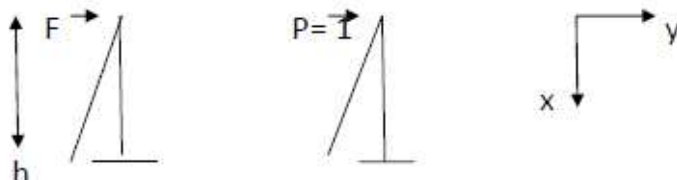
Ei



$$F_{\text{long.}} = \sum K l_i \cdot \delta_i$$



Onde considerando por segurança as estacas livres no topo, temos:



$$E.J.c. \cdot \delta = \int_0^h 1 F x \cdot x \, ds$$

$$E.J.c. \cdot \delta = F \cdot h^3 / 3$$

Assim para  $\delta=1$  (deslocamento unitário)

$$F = \text{rigidez } K = 3EJc/h^3$$

E onde a energia absorvida por cada estaca de carga vale:

$$E = \frac{1}{2} F^2 h^3 / EJ$$

Dessa maneira a utilização da estrutura do cais sem a sua rigidez de conjunto estabelecida pela obra total não permite o uso do cais para a atracação de navios dentro da concepção do projeto.

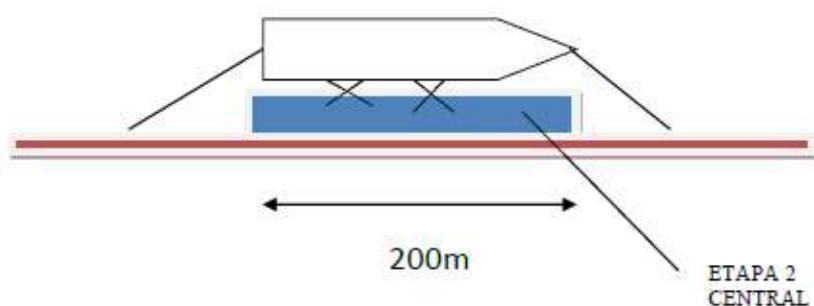
Outro ponto também muito importante a considerar é a segurança da obra e a sua logística operacional construtiva.

A amarração de um navio pela etapa 2, na projeção central do cais, sem a execução das demais etapas 1 e 3, implicaria em amarrações de proa e popa do navio nos cabeços existentes do cais original impondo condições de risco e de limitação operacional da obra



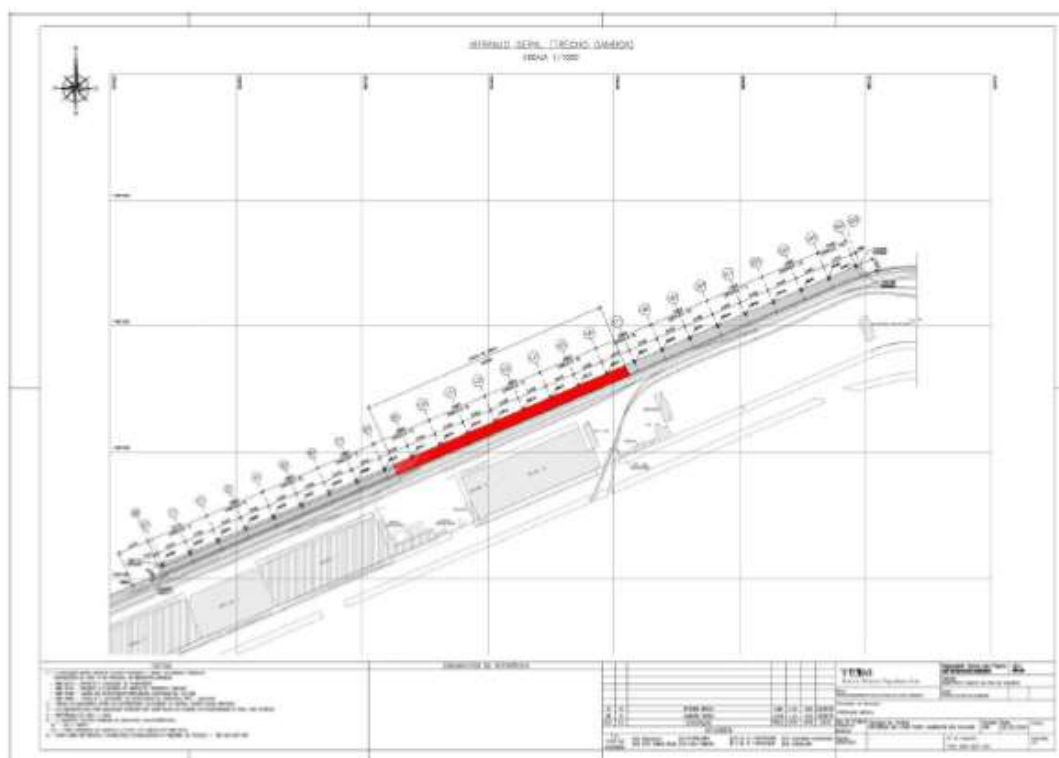
com superposição de espaço ao deslocamento da balsa necessária ao bom desempenho construtivo dessa obra de ampliação.

#### DESENHO ESQUEMÁTICO SEM ESCALA



Diante do exposto reafirmamos a nossa recomendação de não permitir a utilização da área da obra de ampliação do porto para atracação de navios garantindo dessa maneira a condições de projeto e o fluxo operacional dessa obra específica de ampliação e aprofundamento do cais de atracação.





Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

Engº. Profº. Luiz Eduardo Cardoso.



J.L.C. engenharia de projetos e consultoria.

**Observação Técnica Complementar:**

Ao Consórcio Porto Rio

Prezados Senhores,

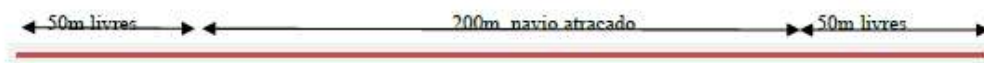
Cabe-nos argumentar, que a estrutura dos berços para a atracação de navios de 200m de comprimento poderiam sob o ponto de vista estrutural do novo cais atracar desde que sejam construídos 300m de cais com rigidez adequada aos esforços de atracação.

Dessa maneira, atendendo as solicitações estruturais, o navio de 200m de comprimento poderia atracar de forma centrada liberando 50m de cais para cada extremidade.

Importante argumentar que esta orientação diz respeito somente as questões estruturais da obra de ampliação do novo cais.

Questões operacionais de obra e segurança deverão ser definidas e alinhadas com o Consórcio Construtor das obras de ampliação do Cais, Consórcio Porto Rio.

**Desenho esquemático, sem escala:**



Engº. Luiz Eduardo Cardoso.



Número	Rev.	Folha
JLC-MC-FUN-001	3	1 / 57

## **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

### **FUNDAÇÕES**

#### **AMPLIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DO PORTO DO RIO CAIS DA GAMBOA – CABEÇOS 100 a 124**

Revisão 3

Rio de Janeiro, 26/10/2022



## ÍNDICE

<b>1 OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Documentos de Referência .....	5
2.2 Normas Brasileiras .....	6
2.3 Normas Estrangeiras.....	6
<b>3 DESCRIÇÃO DA OBRA .....</b>	<b>7</b>
3.1 Desenhos do Projeto Executivo .....	8
3.2 Metodologia adotada para as fundações .....	12
3.3 Principais fases executivas .....	13
<b>4 MATERIAIS A SEREM EMPREGADOS .....</b>	<b>15</b>
4.1 Aço para inserts metálicos em geral.....	15
4.2 Concreto armado para a estrutura e fundações .....	15
4.3 Argamassa para a estaca raiz .....	15
4.4 Aço das Camisas Metálicas .....	15
<b>5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....</b>	<b>15</b>
5.1 Variações do nível d'água .....	15
5.2 Variação de Temperatura .....	15
<b>6 DESCRIÇÃO DO SOLO E SONDAGENS .....</b>	<b>16</b>
<b>7 AÇÕES NA ESTRUTURA DO CAIS .....</b>	<b>20</b>
7.1 Peso próprio.....	20
7.2 Sobrecarga.....	20
7.3 Cargas móveis.....	20
<b>8 ANÁLISE TENSÃO X DEFORMAÇÃO .....</b>	<b>21</b>
8.1 Geometria do Modelo.....	21
8.2 Parâmetros dos Materiais.....	22
8.3 Análise de deslocamentos após Dragagem .....	25
8.3.1 Deslocamentos totais após dragagem .....	25
8.3.2 Deslocamentos no muro após dragagem .....	27



8.3.3	Deslocamentos das estacas de carga após dragagem.....	28
8.4	Análise de deslocamentos em Operação .....	29
8.4.1	Deslocamentos totais em operação .....	29
8.4.2	Deslocamentos no muro após dragagem .....	31
8.4.3	Deslocamentos das estacas de carga após dragagem.....	32
8.5	Esforços nos elementos.....	33
8.5.1	Parede de estacas raiz .....	33
8.5.2	Estacas de carga $\phi$ 80cm - Verticais .....	35
8.5.3	Estacas de carga $\phi$ 80cm - Inclínadas.....	37
8.6	Tensões Horizontais na Parede de Estacas Raiz .....	39
<b>9</b>	<b>DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS FUNDAÇÕES .....</b>	<b>41</b>
9.1	Estacas $\phi$ 80 cm .....	41
9.2	Parede de estacas Raiz.....	43
9.2.1	Trecho em solo.....	43
9.2.2	Trecho em rocha.....	44
<b>10</b>	<b>CONTROLE DE QUALIDADE DA OBRA .....</b>	<b>46</b>
10.1	Considerações técnicas.....	46
10.2	Controle de qualidade das fundações .....	47
10.2.1	Provas de carga estáticas verticais .....	47
10.2.2	Provas de carga estáticas horizontais.....	48
10.2.3	Provas de carga dinâmicas.....	48
10.2.4	Nega e Repiques elásticos.....	49
10.3	Controle dos cabeços de amarração.....	49
10.4	Controle do concreto e aço .....	49
10.5	Monitoramento da estrutura .....	49
<b>11</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>
12.1	OBSERVAÇÕES TÉCNICAS .....	52



Número	Rev.	Folha
JLC-MC-FUN-001	3	4 / 57





## 1 OBJETIVO

O presente documento faz parte do projeto executivo da ampliação e modernização do PORTO DO RIO – CAIS GAMBOA – CABEÇOS 100 a 124.

Serão abordados nesta memória de cálculo os aspectos de fundações da obra, considerando premissas do projeto básico, complementadas com novas informações, tais como novas sondagens mistas, metodologia executiva e demais interferências.

Os elementos de fundação terão seus esforços estimados e os mesmos serão dimensionados para que sejam atendidas as normas de referência e boas práticas de engenharia.

Serão também abordadas medidas de controle de qualidade com as devidas especificações e quantidades.

## 2 REFERÊNCIAS

### 2.1 Documentos de Referência

- Sondagens Mistas - Rio Branco / Logtest (2022);
- TME-MC-EST-001 - Memória de Cálculo - Rev.00 (Memória de Cálculo do Projeto Básico – Tostes e Medeiros Engenharia LTDA.);
- Projeto Executivo – J.L.C. Engenharia de Projetos e Consultoria



## 2.2 Normas Brasileiras

Todos os cálculos e dimensionamentos seguem prescrições das Normas Brasileiras ou estrangeiras quando aquelas não se aplicarem e se baseiam nas teorias consagradas da resistência dos materiais e concreto armado.

- NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 11832 – Defensas Portuárias de Elastômeros;
- NBR 11240 – Utilização de Defensas Portuárias;
- NBR 13209 – Planejamento Portuário – Obras de Acostagem;
- NBR 13246 – Planejamento Portuário – Aspectos náuticos;
- NBR 02.007.02-003 – Planejamento Portuário – Obras de Abrigo;
- NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Concreto Pré-moldado;

## 2.3 Normas Estrangeiras

- PIANC - Permanent International Association of Navigation Conference - Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002
- BS 6349 - MaritimeStructure;
- EAU - Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways - 1996 - 70 Edition;
- ROM Standard 2.0-11 - Recomendaciones para el proyecto y ejecución em Obras de Atraque y Amarre.
- API - RP2A - American PetroleumInstitute.
- AISC - American Institute of Steel Construction.



### 3 DESCRIÇÃO DA OBRA

As obras de ampliação e modernização do trecho de cerca de 600m do Cais da Gamboa serão constituídas pelo alargamento da plataforma do cais em 5,65 metros em direção ao mar (entre as locações dos cabeços 100 e 124 existentes) e um aumento de profundidade para a cota -13,50, com uma grande escavação praticamente ao lado de um muro de peso, constituído por pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico, construído no início do século passado.

Esta nova plataforma, que aumentará o cais em cerca de 3.430 m<sup>2</sup>, facilitará a execução da obra e as futuras condições de operação do cais. A plataforma será apoiada em seu lado terra sobre o muro de pedras de cantaria e concreto ciclópico e, em seu lado mar, sobre estacas escavadas/tubadas de 80cm de diâmetro ancoradas em rocha e em solo muito resistente, com SPT >40.

Serão executadas duas linhas de estacas raiz com diâmetro de 50cm em solo e 40cm em rocha ou alteração de rocha formando uma parede contínua paralela à linha de atracação.

A plataforma será composta de pré-moldados e concretagem in loco.

O tratamento de bordo será feito através de paramentos pré-moldados de fechamento e paramentos especiais para instalação de defensas.

Inicialmente é prevista a instalação de trilhos para rodagem de equipamentos apenas em um trecho de aproximadamente 250m do cais. Entretanto, para o dimensionamento, as cargas dos equipamentos serão adotadas para todo o cais, prevendo possíveis usos no futuro.

Serão considerados cabeços de amarração de **1.500kN**, espaçados de 24m entre si e defensas de atracação à frente do alinhamento dos cabeços.

Os esforços horizontais de amarração dos navios serão absorvidos por um par de estacas tubadas inclinadas em 1:10 ao lado dos cabeços de amarração.

A metodologia executiva utilizada deverá garantir o uso normal dos berços vizinhos, sem modificar as condições atuais do meio ambiente, mantendo as características básicas do cais.



### 3.1 Desenhos do Projeto Executivo

O projeto executivo foi elaborado considerando novas informações das sondagens mistas realizadas (ainda não finalizadas em sua totalidade) pela executora.

Em relação ao Projeto Básico, houve poucas revisões quanto ao comprimento dos elementos de fundação, sendo revisada, principalmente a solução para a linha de estacas raízes.

De forma a garantir que não haja carregamento de material ao longo da linha de estacas raízes na altura dragada e a partir das novas informações das sondagens quanto à posição do solo resistente, foram adotadas duas linhas de estacas atuando contra os empuxos horizontais independentemente das estacas de carga ( $D = 80\text{cm}$ ). Assume-se, desta maneira, barramento robusto e contínuo ao longo da linha de atracação. Foi também revisada a posição da linha de estacas raiz para atrás e nas laterais das estacas tubadas para otimização executiva, não alterando a solução geral da obra.

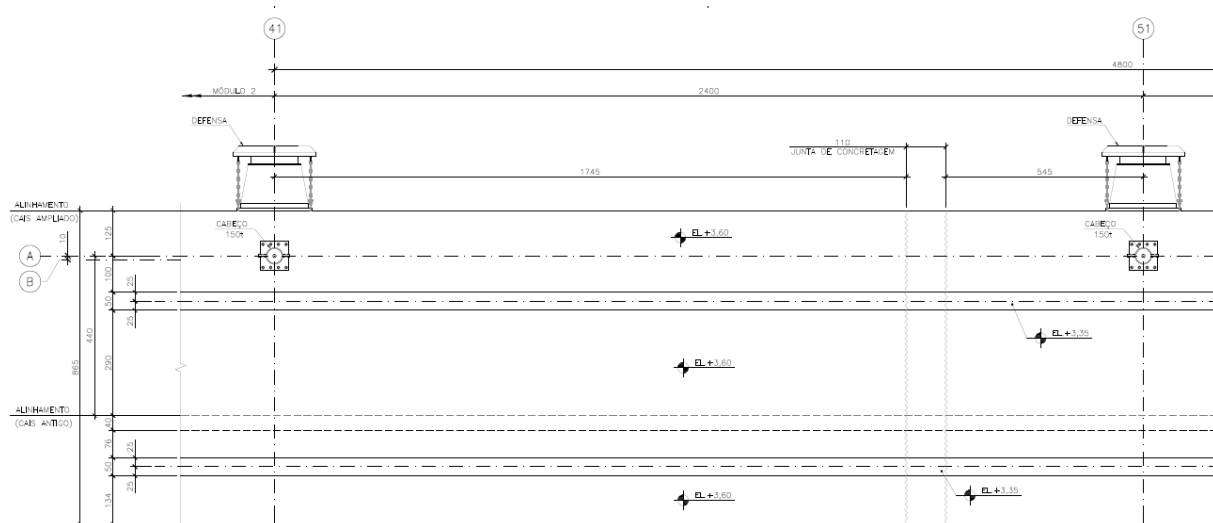


Figura 1 - Locação geral – Trecho de Módulo Típico

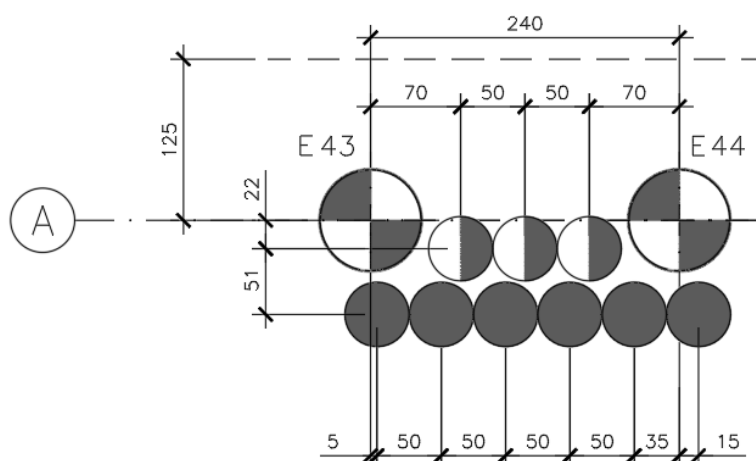


Figura 2 - Detalhe das estacas

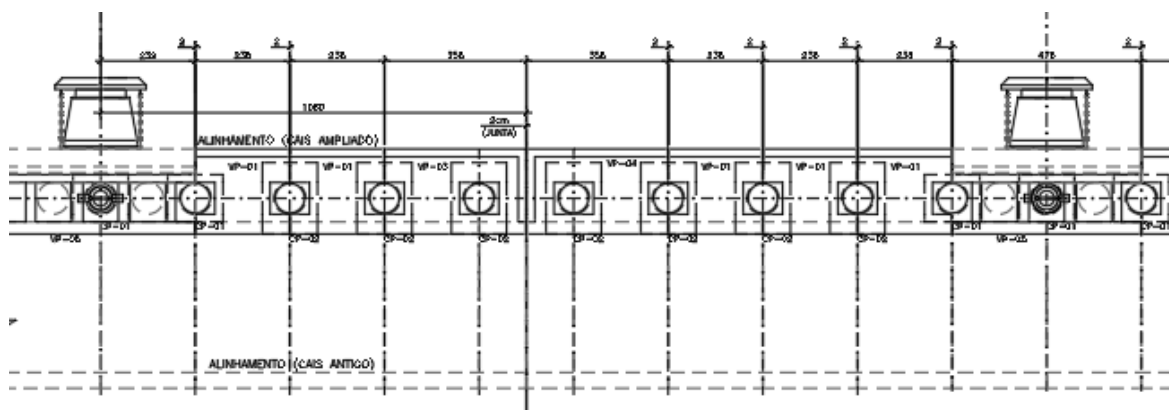


Figura 3 - Locação de viga e capiteis

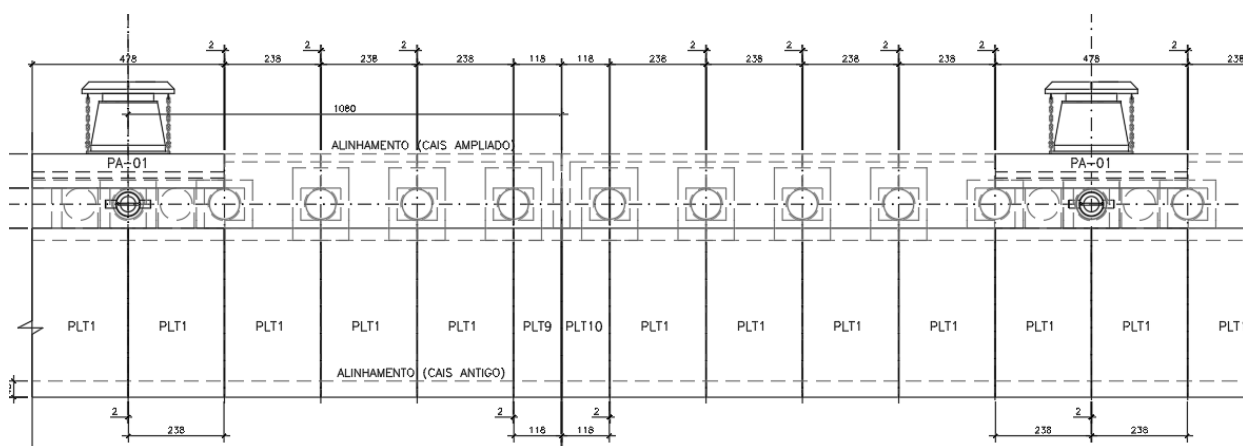


Figura 4 - Locação de pré-lajes e paramentos

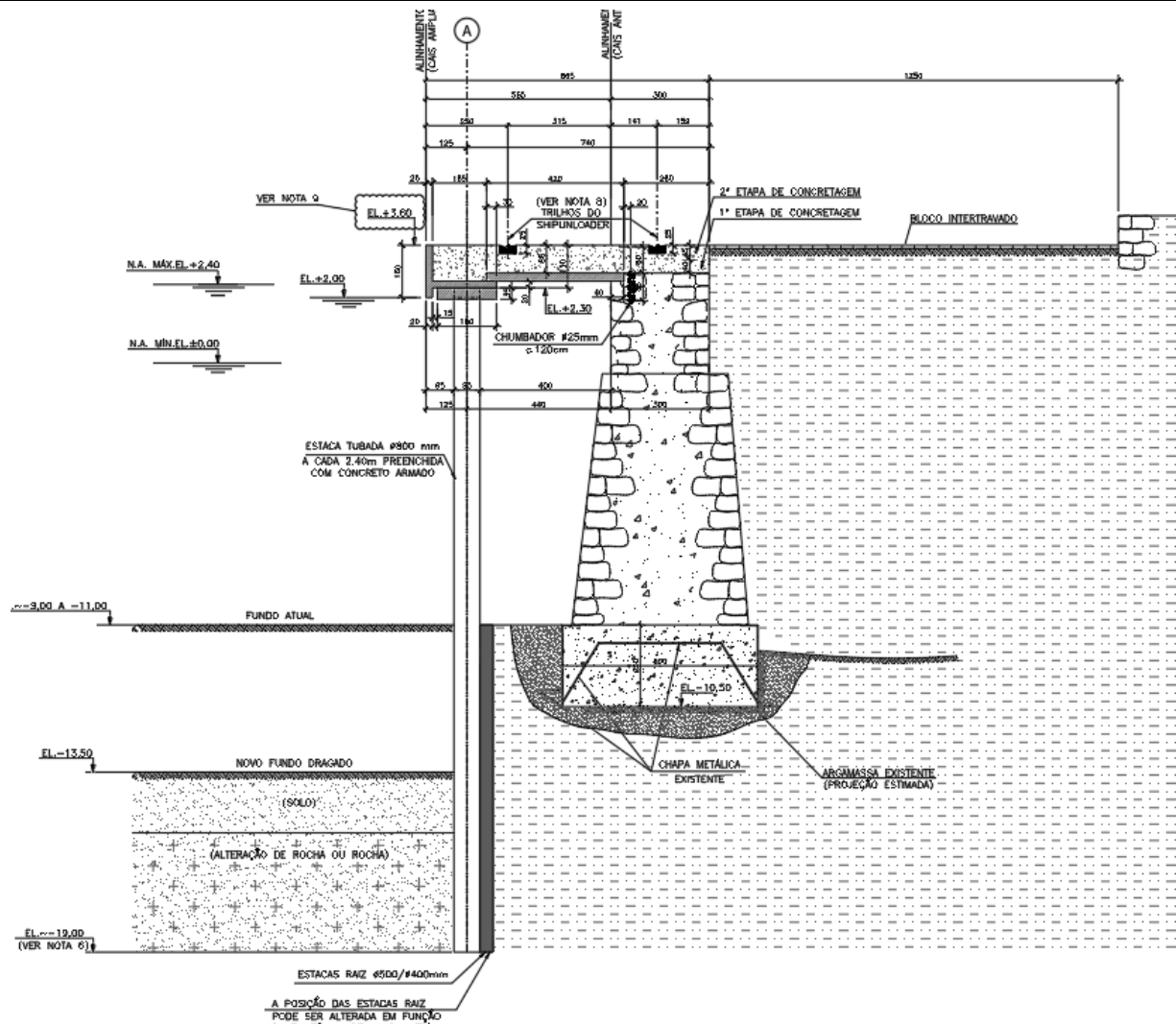


Figura 5 - Corte Típico



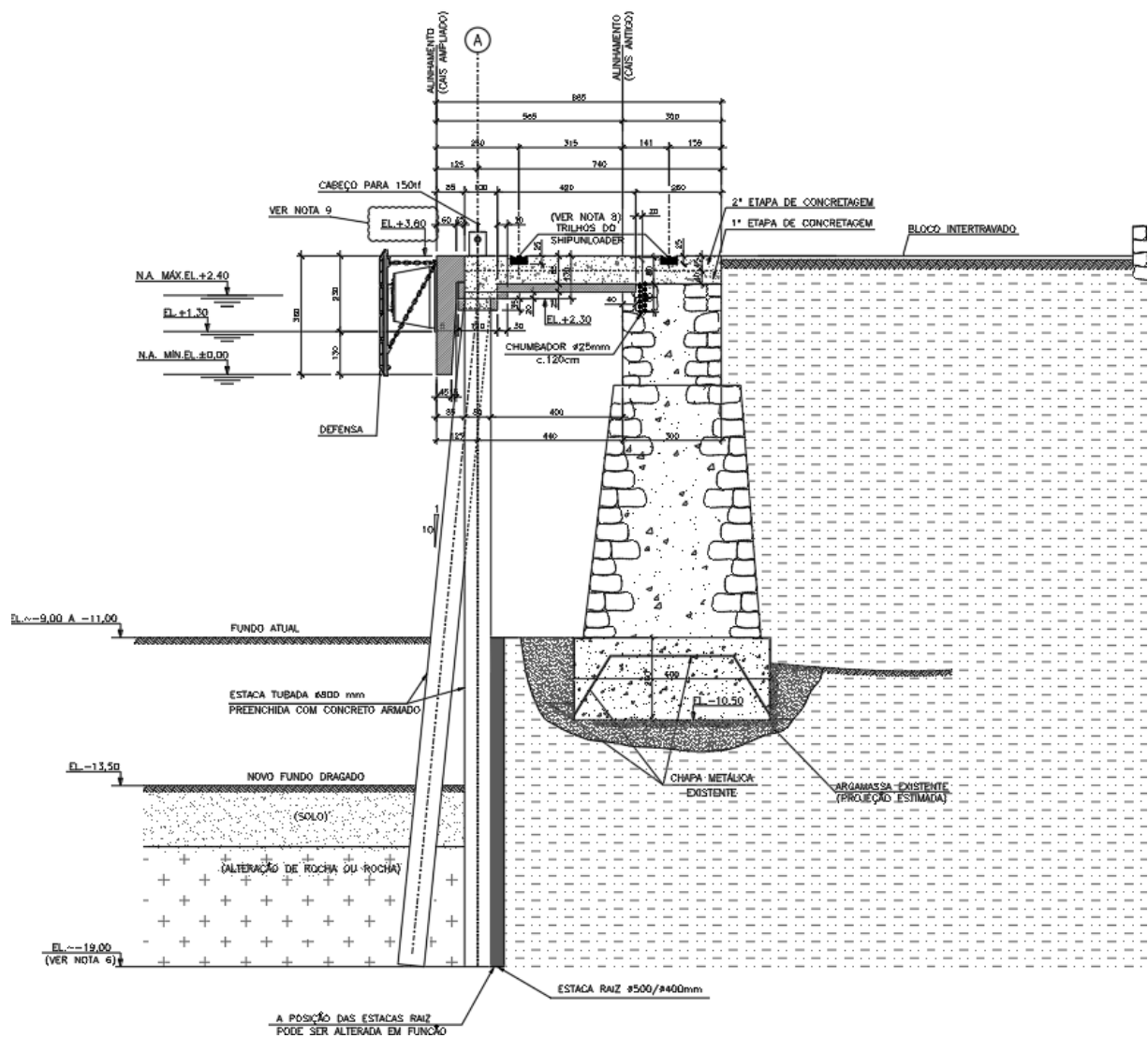


Figura 6 - Corte na seção da defesa



### 3.2 Metodologia adotada para as fundações

A região local possui características geológicas complexas, onde pode - se encontrar a transição imediata de solo mole para solo muito resistente, possuindo as diversas camadas de solo comprimentos variáveis e uma camada de argamassa e/ou rachão em frente ao muro, com a existência de chapas metálicas.

Um rigoroso controle de qualidade é de fundamental importância devido à idade da construção existente e da possibilidade de ocorrência de camadas mais espessas e pontuais de areia.

Este comportamento da estratigrafia pode vir a ser observado, uma vez que a região está localizada sobre a antiga foz de vários pequenos rios que desaguavam na Baía de Guanabara, podendo formar os chamados “Paleo-Vales”.

O comprimento final das estacas de carga, atualmente está previsto em cerca de 21,00m a partir da cota de arrasamento +0,75m. Destes, são estimados 17,00m de camisa metálica e pinagem em rocha ou alteração de rocha por mais 4,00m.

As análises dos resultados das provas de carga em estacas piloto e durante a obra, juntamente com os dados a serem obtidos durante as perfurações, confirmarão o comprimento final das estacas e as características do pino de embutimento na rocha.

Como não existem dados detalhados sobre a execução do muro e a falta de “as built”, o sistema construtivo das estacas D=80,00cm e raiz D=50,00/40,00cm devem ter capacidade de ultrapassar os eventuais obstáculos existentes – restos de concreto ciclópico, enrocamentos - e penetrar na rocha.

Além disso, a pinagem contínua das estacas raiz no maciço rochoso, ao longo do comprimento do cais, tem por objetivo aumentar o fator de segurança ao deslizamento após a dragagem, sendo um elemento fundamental no desempenho na interface solo x rocha alterada.

Não faz parte do escopo deste projeto a análise da retroárea.



### 3.3 Principais fases executivas

**Fase 01** – Execução das estacas metálicas tubadas, preenchidas com concreto armado, **D=80,00cm em solo e pino em alteração de rocha a rocha sã.**

As análises dos resultados das provas de carga em estacas piloto e durante a obra confirmarão ou definirão o comprimento final das estacas, atualmente previsto em cerca de **21,00m** a partir da cota de arrasamento **+0,75m**.

Desta forma, a **estimativa** de comprimentos médios são os seguintes:

- **Comprimento médio das estacas**

Da cota +0,75 até a profundidade média aproximada **de -20,00m**, ou seja, aproximadamente **21,00m de estaca**.

- **Comprimento médio das Camisas metálicas**

Da cota +0,75 até a profundidade **de -16,00m**, ou seja, aproximadamente **17,00m** de camisa metálica D=80,00cm .

- **Perfuração em rocha alterada a sã**

Da cota -16,00, até a profundidade **de -20,00m**, ou seja, **4,00m** de perfuração em alteração de rocha a rocha sã.

Estas estacas não possuem o objetivo de conter a base do muro de arrimo do cais existente, apenas tem função de suporte para a nova plataforma.

**O comprimento das estacas poderá ser adaptado após provas de carga estáticas, provas de carga dinâmicas e pela análise da rocha retirada durante a execução das estacas piloto e das estacas da obra.**

**Fase 02** – Execução das estacas raiz, tangentes **D=50,00/40,00cm** em solo e no maciço rochoso para contenção do solo de suporte da base do muro de arrimo do cais existente.

As estacas raiz são fundamentais para que seja evitada a perda de solo arenoso sobre a base do muro existente, após a dragagem do leito marinho em frente ao cais existente.

Além disso, é um elemento fundamental no desempenho na interface solo x rocha alterada.

Estima-se que as estacas terão diâmetro acabado de 50,00cm do fundo marinho até a elevação -16,00m.



A partir desta cota, as sondagens indicam existência de alteração de rocha com SPT > 40 golpes a rocha sã.

Desta forma as estacas devem penetrar mais 04 metros com diâmetro acabado de 40,00cm, atingindo a cota -20,00m.

O comprimento das estacas raiz deve ser conferido ou adaptado pela análise do solo e da rocha a serem retirados durante a execução das estacas.

Deve-se garantir que o grupo de estacas raiz seja estanque formando uma parede contínua de argamassa.

Desta forma a execução das estacas deve ser realizada com gabarito apropriado e com a qualidade comprovada da estanqueidade.

É de fundamental importância, para a segurança do cais existente que os eventuais problemas de concretagem sejam corrigidos antes da dragagem do fundo marinho existente até a cota -13,50m.

As estacas devem ser concretadas com pressão de injeção da ordem de 0,40MPa

**Fase 03** – Demolição do topo do muro existente e execução dos chumbadores no muro existente para ancoragem da nova plataforma.

**Fase 04** – Execução da nova plataforma.

**Fase 05** – Fornecimento e Troca dos cabeços e defensas.



## 4 MATERIAIS A SEREM EMPREGADOS

### 4.1 Aço para inserts metálicos em geral

- SAE 1020 Galvanizado.

### 4.2 Concreto armado para a estrutura e fundações

Deve-se considerar que o meio ambiente é muito agressivo.

- Concreto -  $f_{ck} = 45,00$  MPa, classe IV de agressividade ambiental, cobrimento nominal de 5,0cm (exceto para elementos pré-fabricados, podendo-se adotar 3,5cm).
- Fissura máxima admissível  $w=0,3$ mm.
- Aço para Concreto Armado CA-50 –  $f_{yk} = 500$ MPa.
- Consumo mínimo de cimento de 400,00kg/m<sup>3</sup>
- Fator água cimento máximo de 0,40

### 4.3 Argamassa para a estaca raiz

- Traço da argamassa das estacas raiz: 1 saco de cimento : 84 L areia : 30L de água
- Consumo mínimo de cimento de 600,00kg/m<sup>3</sup>

### 4.4 Aço das Camisas Metálicas

- Aço das Estacas – ASTM A36
- $f_{yk}=250$ MPa,  $E_s=210$  GPa,  $\nu =0,20$

## 5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

### 5.1 Variações do nível d'água

Os níveis d'água flutuantes devido à oscilação da maré considerados foram:

- Máximo: NA = +2,40m
- Mínimo: NA = -0,00m

### 5.2 Variação de Temperatura

Foi considerada uma variação térmica ambiental de  $\pm 15^\circ\text{C}$ .



## 6 DESCRIÇÃO DO SOLO E SONDAGENS

As sondagens executadas indicam fundo marinho em elevação inferior ao esperado no projeto básico, estando, em média, entre -10,50m e -12,00m.

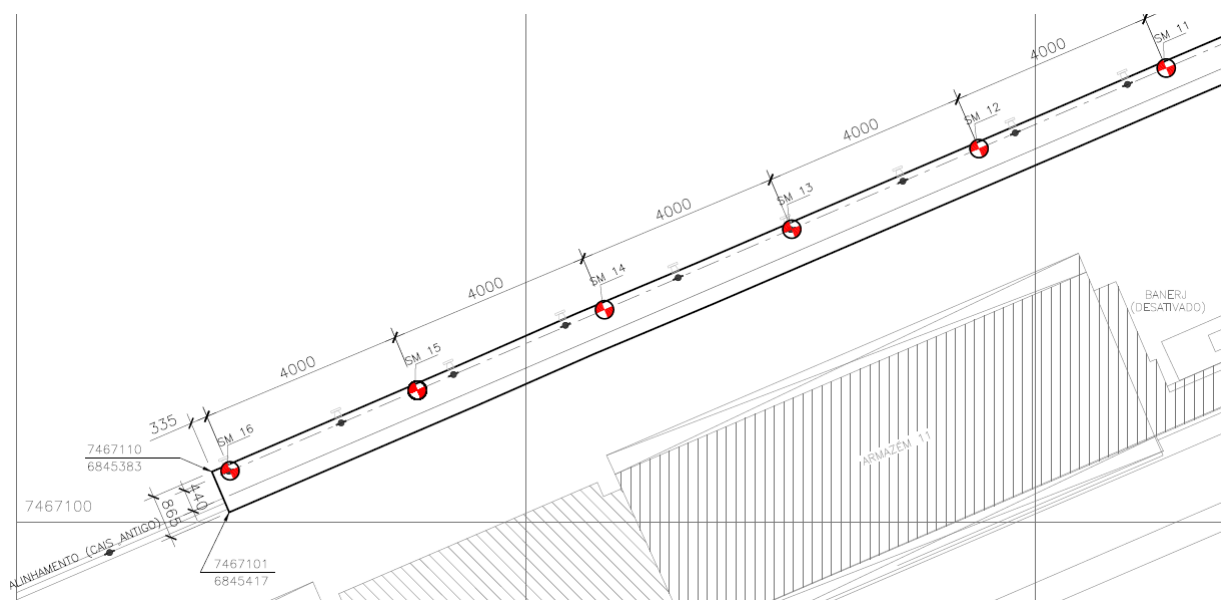
Ocorre camada superficial de argila orgânica muito mole (depósito marinho) de aproximadamente 2,00m e, abaixo, camada menor de areia fina, com Nspt ~ 20 golpes.

Próximo à cota -13,50m, inicia-se uma camada de areia grossa com muitos pedregulhos compacta a muito compacta com Nspt médio de 40 golpes. Este solo de características residuais já apresenta propriedades da rocha sã (gnáissica) com presença marcante de quartzo e feldspato muito alterados.

Abaixo, em média à elevação -15,00m a sondagem por percussão atinge valores superiores a 50 golpes. A amostra do trecho indica alteração de rocha gnáissica.

A partir da cota -17,00m, apresenta-se rocha alterada caminhando para sã em pouca profundidade.

Abaixo, é indicada a locação das sondagens mistas.





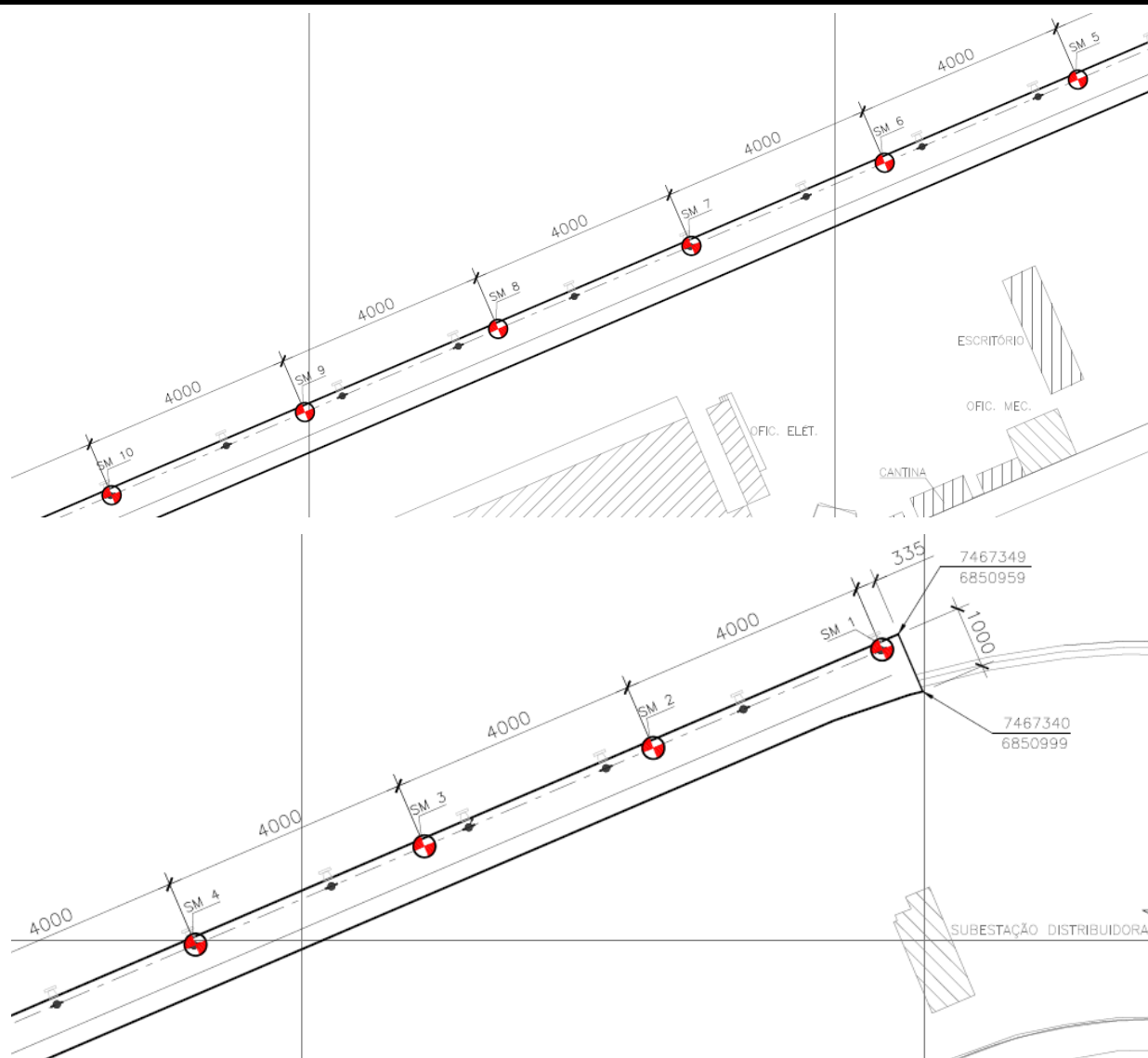
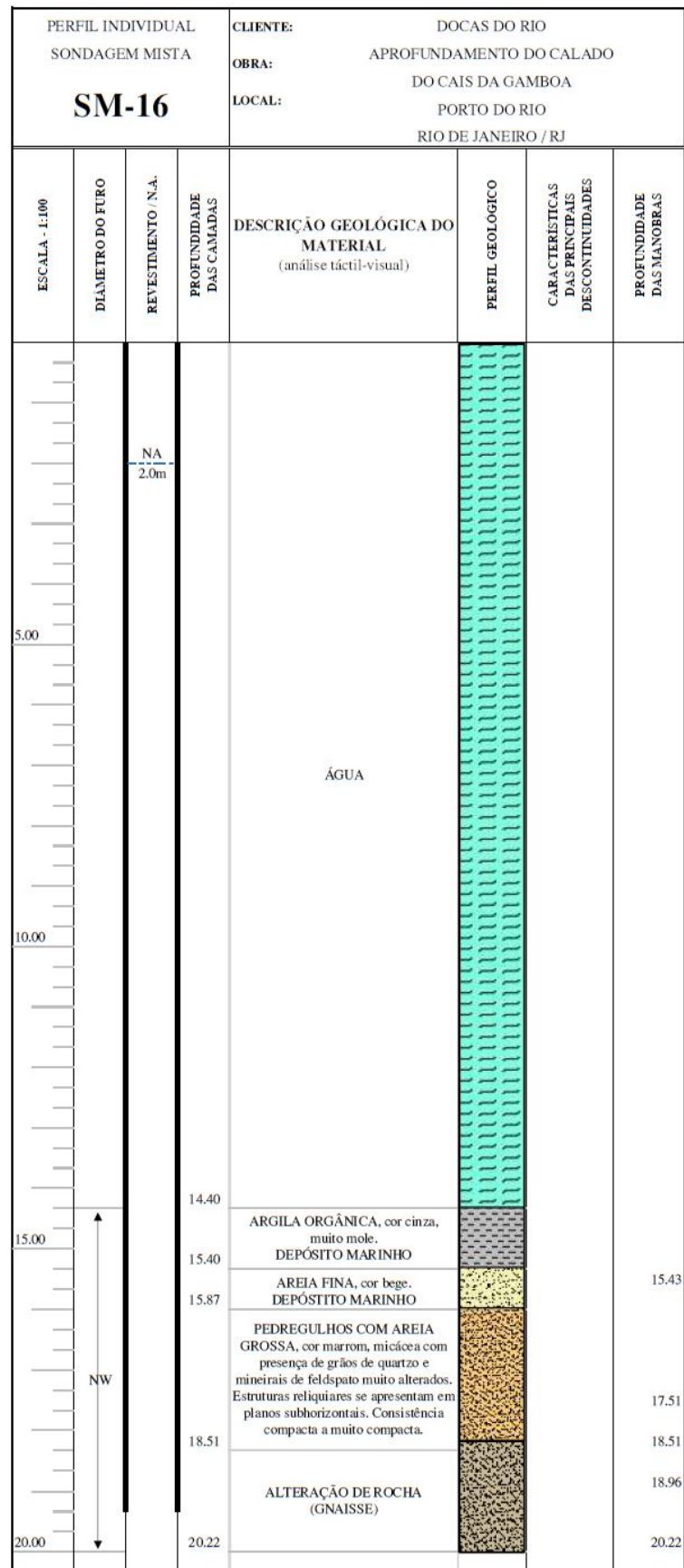


Figura 7– Locação de sondagens





PERFIL INDIVIDUAL SONDAGEM MISTA  <b>SM-16</b>				CLIENTE: DOCAS DO RIO OBRA: APROFUNDAMENTO DO CALADO LOCAL: DO CAIS DA GAMBOA PORTO DO RIO RIO DE JANEIRO / RJ		COTA: 3,60 m		INC.: 90°		DATA: 14/07/2022									
						COORDENADAS		DIR: 0		FOLHA: 2 / 2									
						N: 7467110.00		INÍCIO: 06/07/2022		REVISÃO: 0									
		E: 684541.80		TERMINO: 09/07/2022		RESP. TÉCNICO: EDUARDO MUGUET													
DATUM: SIRGAS 2000		REF.: CABEÇO 124																	
ESCALA - 1:100	DIÂMETRO DO FURO	REVESTIMENTO / N.A.	PROFUNDIDADE DAS CAMADAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (análise tátil-visual)	PERFIL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS DESCONTINUIDADES	PROFUNDIDADE DAS MANOBRAS	SOLOS RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO  30cm FINAIS 30cm INICIAIS  ROCHAS % DE RECUPERAÇÃO	SPT Nº DE GOLPES		TORQUE	DESIGNAÇÃO DA QUALIDADE DA ROCHA  % R.Q.D.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA				
									INICIAIS	FINAIS									
	NW		20.37	GNAISSE CINZA ALTERADO, com fragmentos de quartzo		H	20.37	30%			-	0%	A2	F4	C2				
			20.87									GNAISSE CINZA	H	20.87	45%	70%	A2	F2	C2
			21.97															21.97	

Figura 8 - Sondagem SM-16

## 7 AÇÕES NA ESTRUTURA DO CAIS

## 7.1 Peso próprio

Para as peças de Concreto Armado, foi considerado um peso específico de  $25\text{kN/m}^3$ .

Nas peças estruturais de aço, tais como revestimento das estacas, será considerado um peso específico de  $78,5 \text{ kN/m}^3$ .

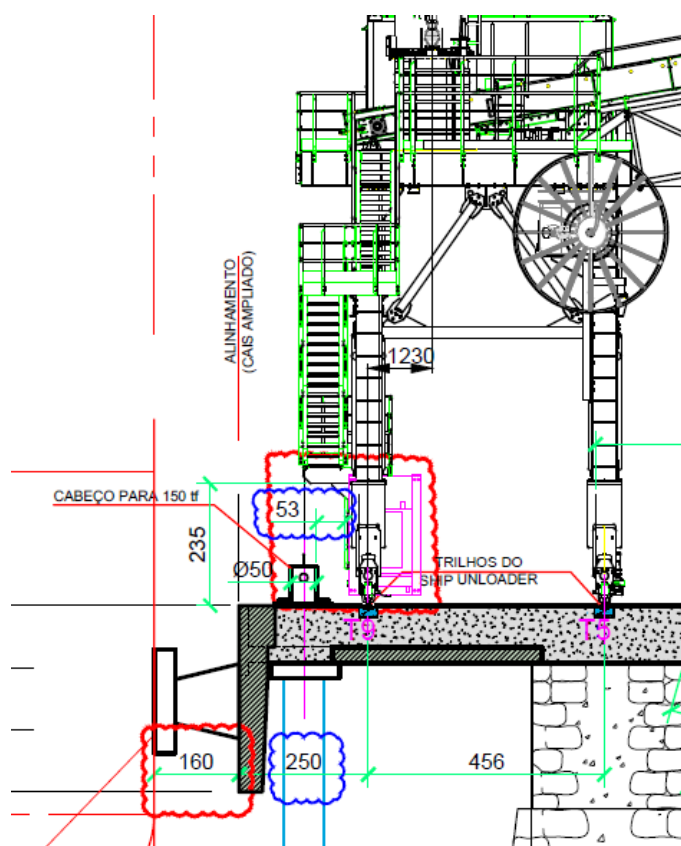
## 7.2 Sobrecarga

Sobrecarga solicitada pelo cliente sobre o Cais:

- $SC = 100,00 \text{ kN/m}^2$

### 7.3 Cargas móveis

Sobre a nova estrutura do cais será instalado equipamento do tipo ShipUnloader sobre os trilhos. O posicionamento do primeiro trilho estará a 2,50m do alinhamento da borda do cais e a do segundo a 7,06m da mesma.



**Figura 9 - Passagem do Shipunloader- Bitola = 4,56m**

## 8 ANÁLISE TENSÃO X DEFORMAÇÃO

Para avaliação do comportamento do solo e das estruturas componentes do projeto, foi desenvolvido modelo em elementos finitos no software Plaxis permitindo a verificação dos esforços e deformações de todo o sistema.

### 8.1 Geometria do Modelo

O modelo permite a análise do desenvolvimento de tensões e deformações tanto no solo quanto nos elementos estruturais ao longo das etapas construtivas. As etapas foram inseridas conforme as fases executivas da obra.

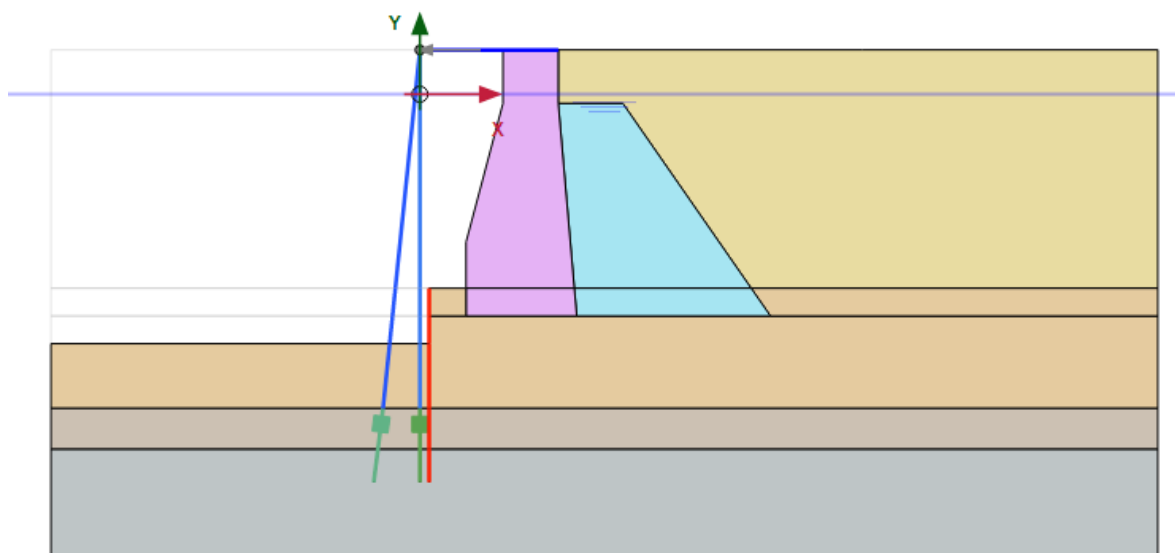


Figura 10 - Geometria do Modelo PLaxis 2D

Conforme estabelecido, para que não se limite a utilização de certas cargas nas regiões de estocagem e berços pré-estabelecidos, foi adotada a carga máxima admitida de estocagem para toda a extensão do projeto.

As sobrecargas aplicadas têm os seguintes valores:

- 1)  $100 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  Sobrecarga exigida sobre a nova plataforma
- 2)  $20 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  Sobrecarga ao longo da faixa de rodagem de caminhões
- 3)  $100 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  Sobrecarga relativa à estocagem de materiais gerais. A área de estocagem é afastada em aproximadamente 15 metros da face externa do muro existente.

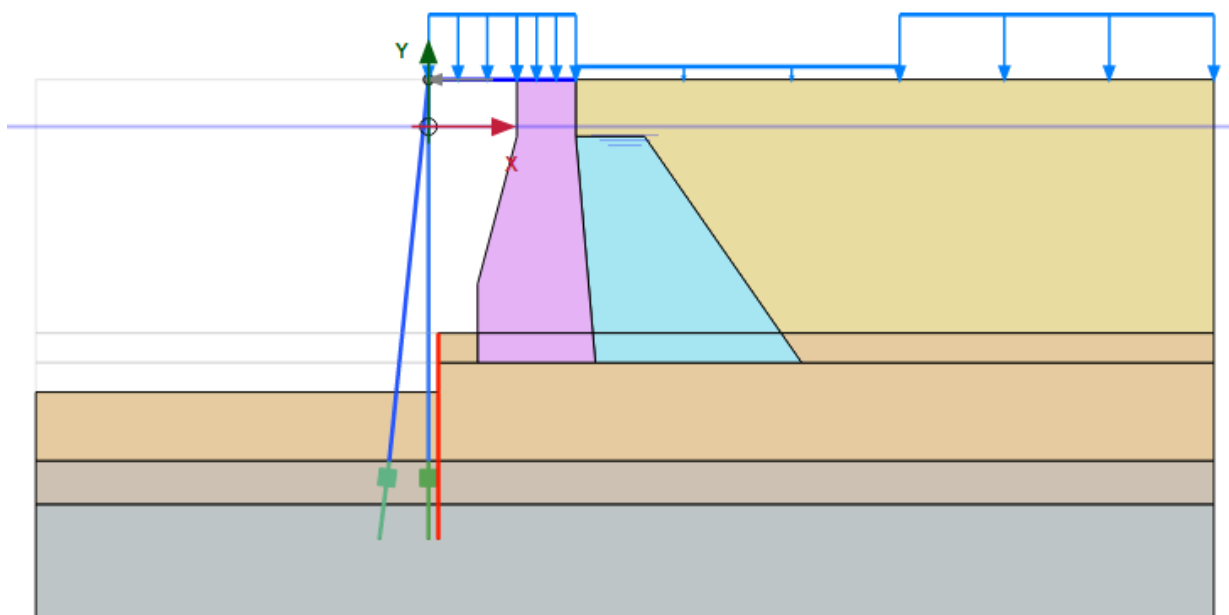


Figura 11 - Geometria do modelo completo após dragagem

## 8.2 Parâmetros dos Materiais

Considerando a estratigrafia encontrada nas novas sondagens, foram estimadas propriedades de solo baseados em nossa experiência e relatos bibliográficos, como por exemplo, correlação entre compactidade e parâmetros de resistência.

Compactidade	$\gamma$ ( t/m <sup>3</sup> )	C ( t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ °
Fofa	1,6	0	25 - 30
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40
Compacta	2,0	0	40 - 45
Muito Compacta	> 2,0	0	> 45

Para areias, por exemplo, segundo Teixeira & Godoy (1996) o módulo elástico do material pode ser estimado por :

$$E_s = \alpha \cdot K \cdot N$$

Onde,  $\alpha = 3$  e  $K \sim 900$  kPa para areias e  $\sim 1.000$  kPa para areia com pedregulhos.



Os parâmetros adotados para os solos, enrocamento e muro foram os seguintes:

*Tabela 1 – Parâmetros de solo, rocha e muro*

Identification		Aterro	Areia Argilosa Média	Areia Compacta	Rocha
Identification number		1	2	3	4
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	17	17	18	26
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	18	18	19	26
E	kN/m <sup>2</sup>	4,00E+04	5,00E+04	8,00E+04	8,00E+06
$\nu$ (nu)		0,3	0,3	0,3	0,2
G	kN/m <sup>2</sup>	1,54E+04	1,92E+04	3,08E+04	3,33E+06
E <sub>oed</sub>	kN/m <sup>2</sup>	5,39E+04	6,73E+04	1,08E+05	8,89E+06
c <sub>ref</sub>	kN/m <sup>2</sup>	5	10	1	1
$\phi$ (phi)	°	37	36	42	55

Identification		Muro	Enrocamento	Alteração de Rocha	Argila
Identification number		5	6	7	8
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Drained	Drained	Undrained (A)
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	22,00	20,00	20,00	14,00
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	22,00	21,00	20,00	15,00
E	kN/m <sup>2</sup>	18,00E6	120,0E3	120,0E3	10,00E3
$\nu$ (nu)		0,2000	0,3000	0,3000	0,3500
G	kN/m <sup>2</sup>	7.50E+09	46,15E3	46,15E3	3704
E <sub>oed</sub>	kN/m <sup>2</sup>	20,00E6	161,5E3	161,5E3	16,05E3
c <sub>ref</sub>	kN/m <sup>2</sup>	1000	1,000	1,000	15,00
$\phi$ (phi)	°	50,00	50,00	47,00	22,00





Para elementos de placa como parede de estacas raiz e laje superior, temos:

*Tabela 2 – Parâmetros de elementos contínuos*

Identification		Est. Raiz	Laje	Est. 80	Pino Rocha	EST 80 INC.
Identification number		1	2	3	4	5
Material type		Elastic	Elastic	Elastic	Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
EA_1	kN/m	1,60E+07	3,31E+07	7,08E+06	1,60E+07	1,40E+06
EA_2	kN/m	1,60E+07	3,31E+07	7,08E+06	1,60E+07	1,40E+06
EI	kN m <sup>2</sup> /m	8,53E+05	3,34E+06	2,85E+05	8,53E+05	5,70E+04
d	m	0,8	1,1	0,695	0,8	0,699
w	kN/m/m	15	27	13	15	13
v (nu)		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fazemos notar que devido a questões de modelagem, a linha de estacas de carga foi modelada como elemento contínuo, porém com propriedades proporcionais ao seu espaçamento e dimensões reais.

As análises foram realizadas de maneira similar às indicadas na memória de licitação.



### 8.3 Análise de deslocamentos após Dragagem

#### 8.3.1 Deslocamentos totais após dragagem

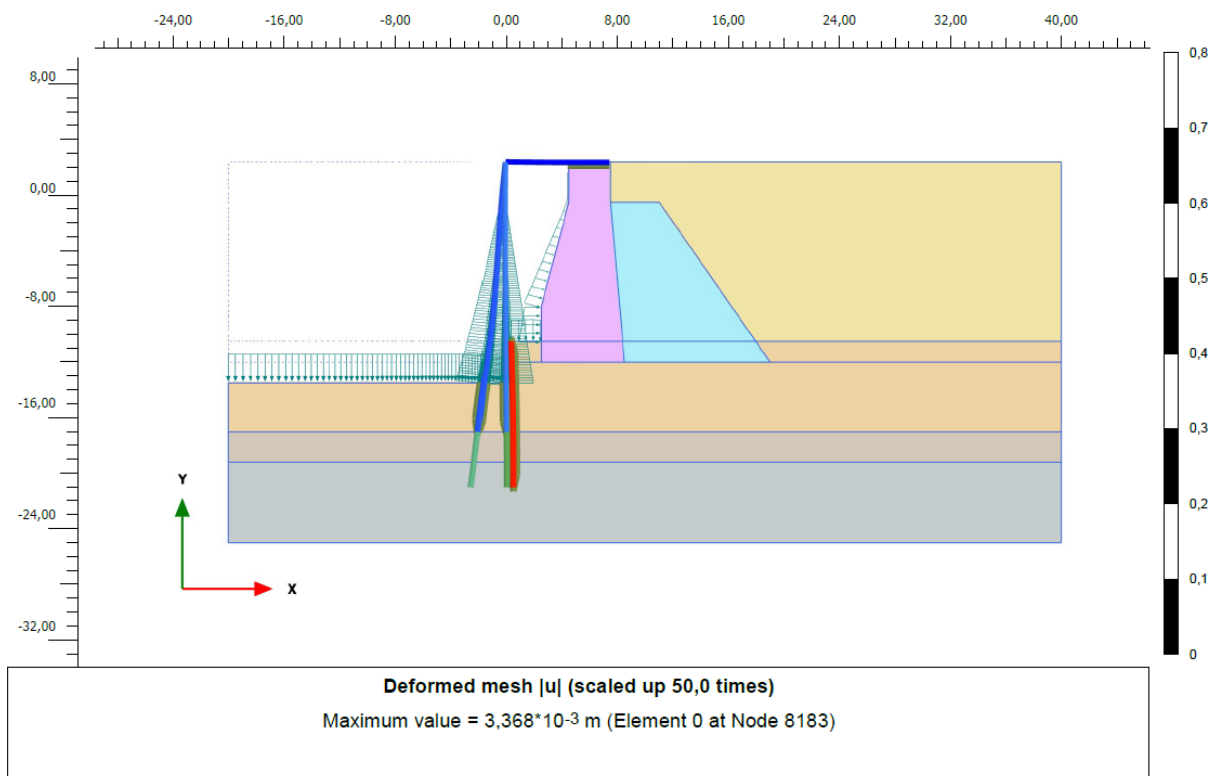


Figura 12 - Deformada após dragagem -13,50m

Deslocamento máximo total = 3,4 mm

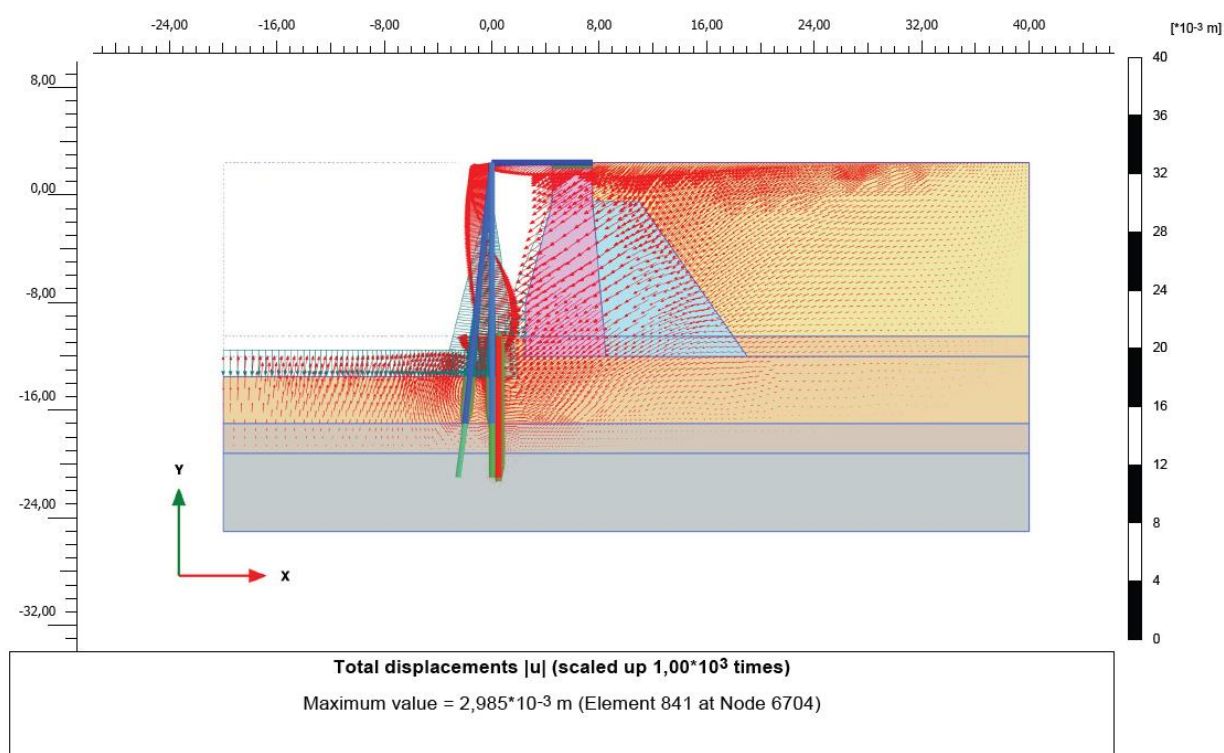


Figura 13–Vetores de deslocamento após dragagem -13,50m

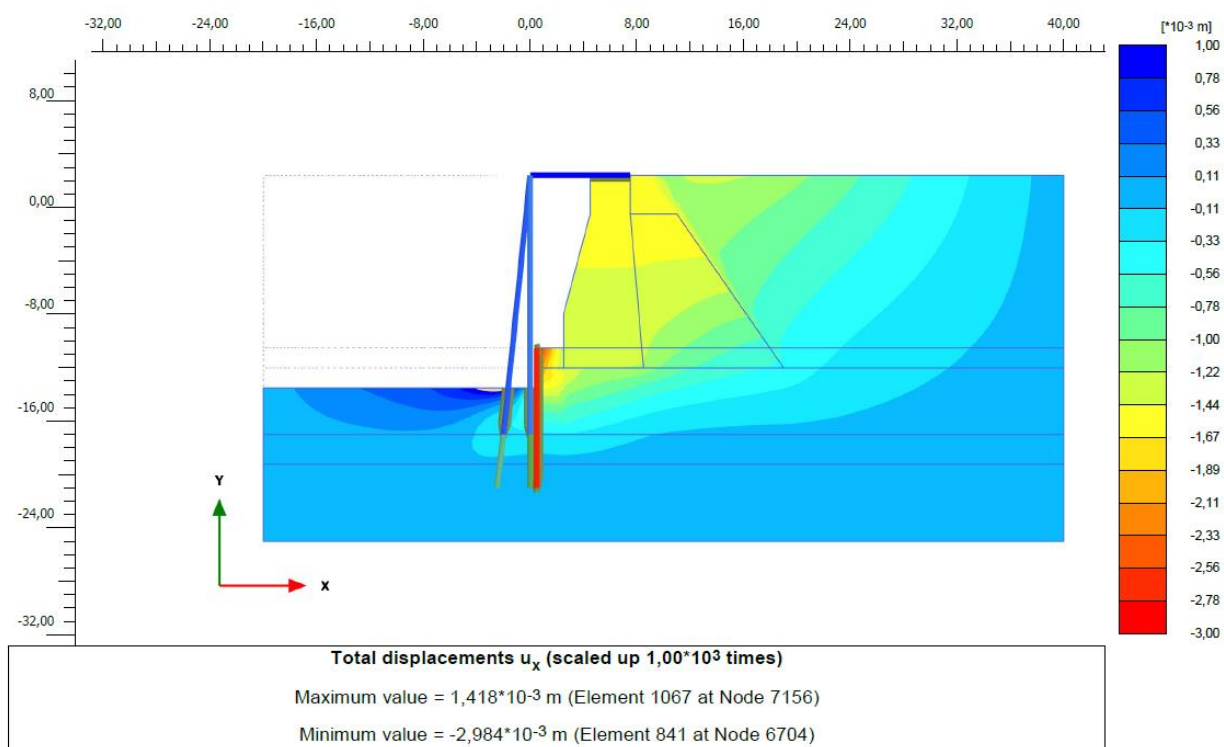


Figura 14 - Deslocamentos horizontais após dragagem

Deslocamento horizontal máximo = 3,0 mm



### 8.3.2 Deslocamentos no muro após dragagem

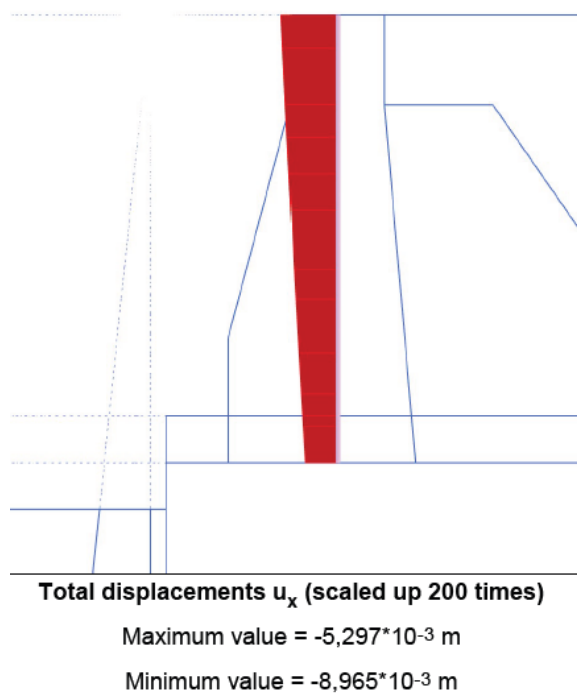


Figura 15 - Deslocamento horizontal do muro após dragagem

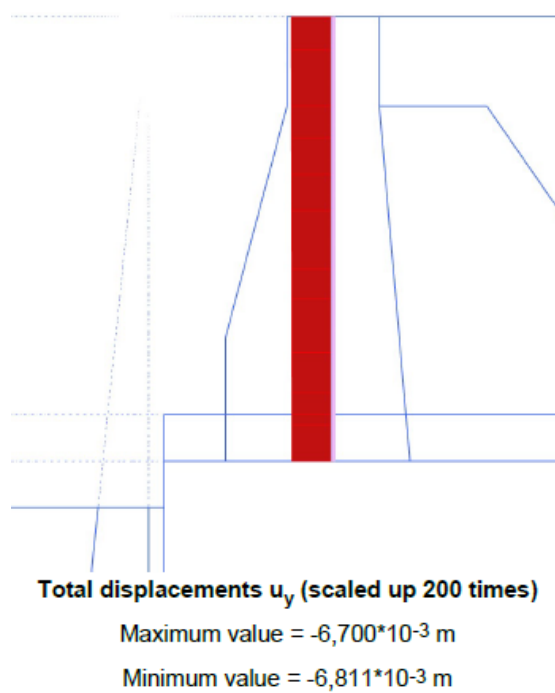
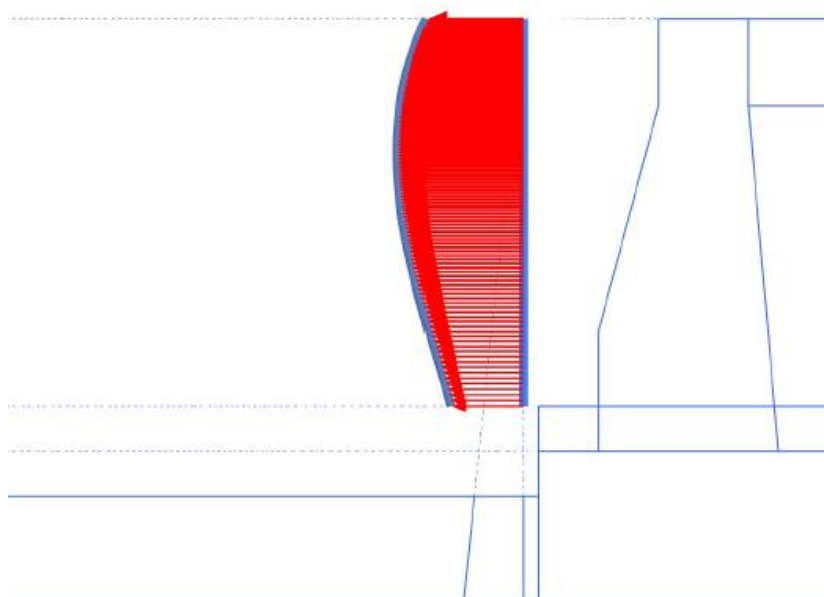


Figura 16 - Deslocamento vertical do muro após dragagem



### 8.3.3 Deslocamentos das estacas de carga após dragagem

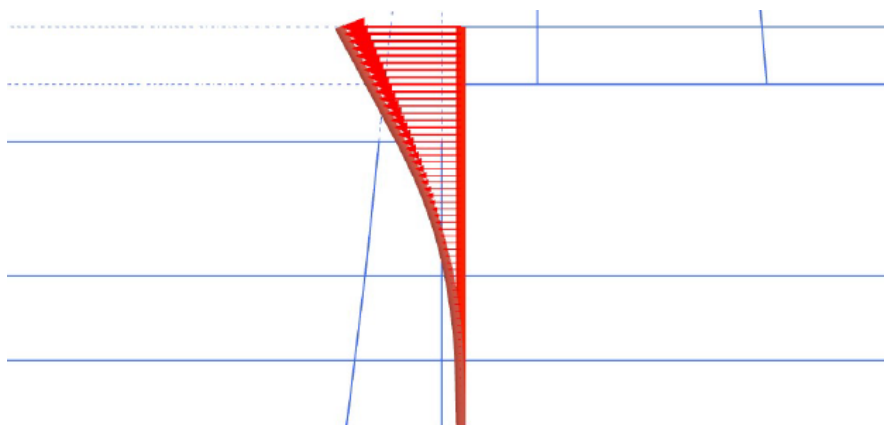


**Sum phase displacements  $\Sigma Pu_x$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)**

Maximum value =  $-1,211 \cdot 10^{-3}$  m (Element 73 at Node 7271)

Minimum value =  $-2,094 \cdot 10^{-3}$  m (Element 58 at Node 6093)

*Figura 17 - Deformações na estaca d80 após dragagem*



**Total displacements  $u_x$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)**

Maximum value =  $1,292 \cdot 10^{-6}$  m (Element 104 at Node 5629)

Minimum value =  $-3,179 \cdot 10^{-3}$  m (Element 78 at Node 5874)

*Figura 18 - Deformações na linha de estacas raiz após dragagem*

## 8.4 Análise de deslocamentos em Operação

Nestes casos, foi considerada sobrecarga cheia atuante conforme esquema demonstrado acima.

### 8.4.1 Deslocamentos totais em operação

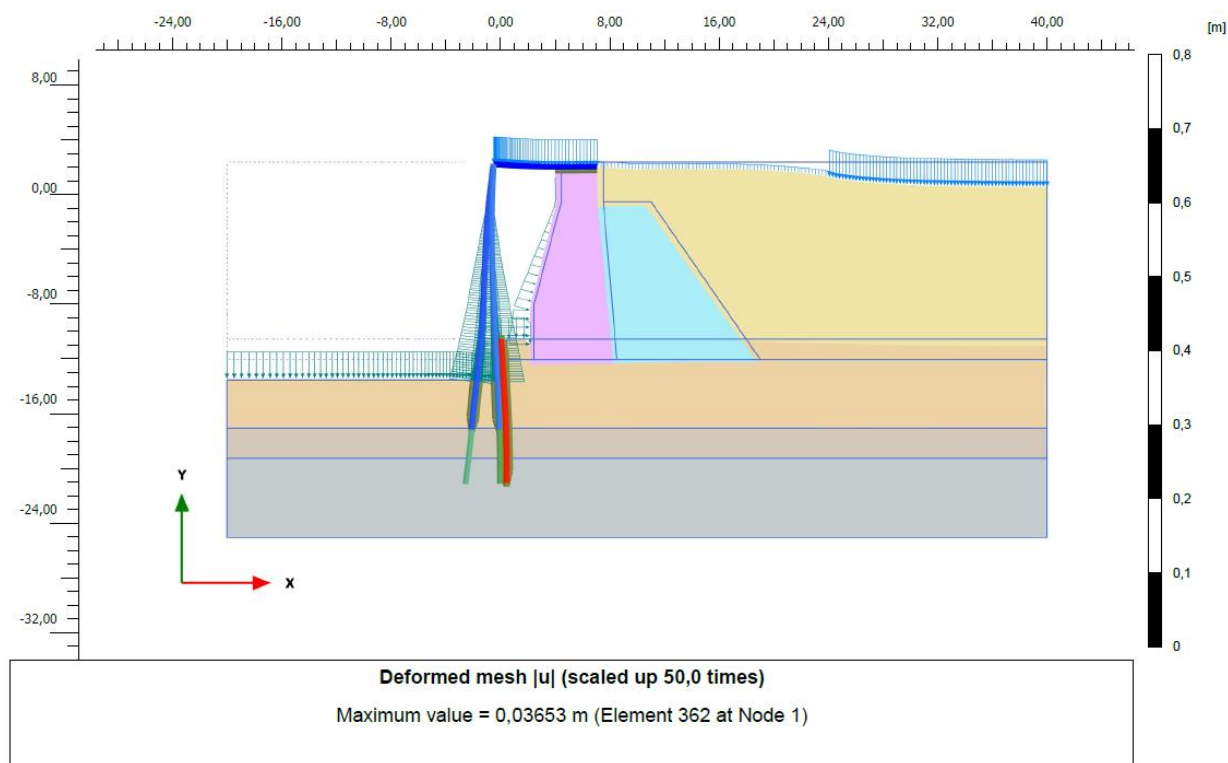


Figura 19 - Deformada em operação

Deslocamento máximo total = 36,5 mm

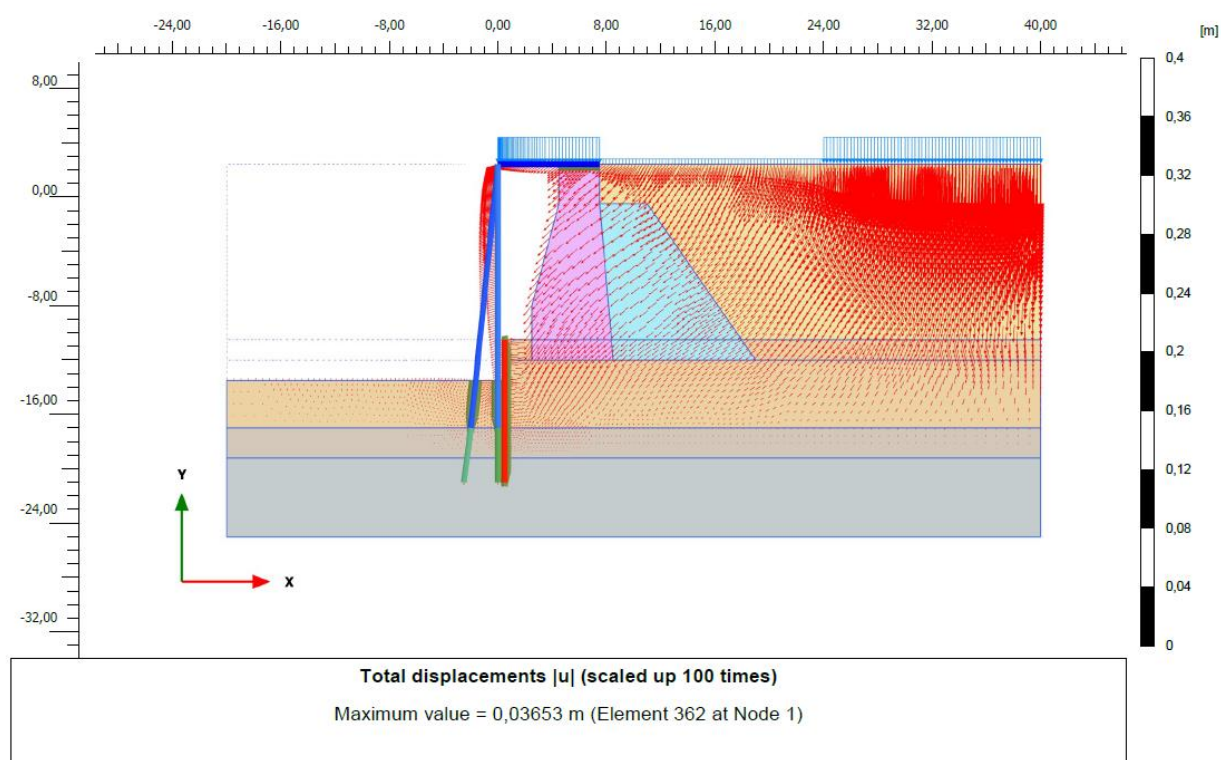


Figura 20 - Vetores de deslocamento em operação

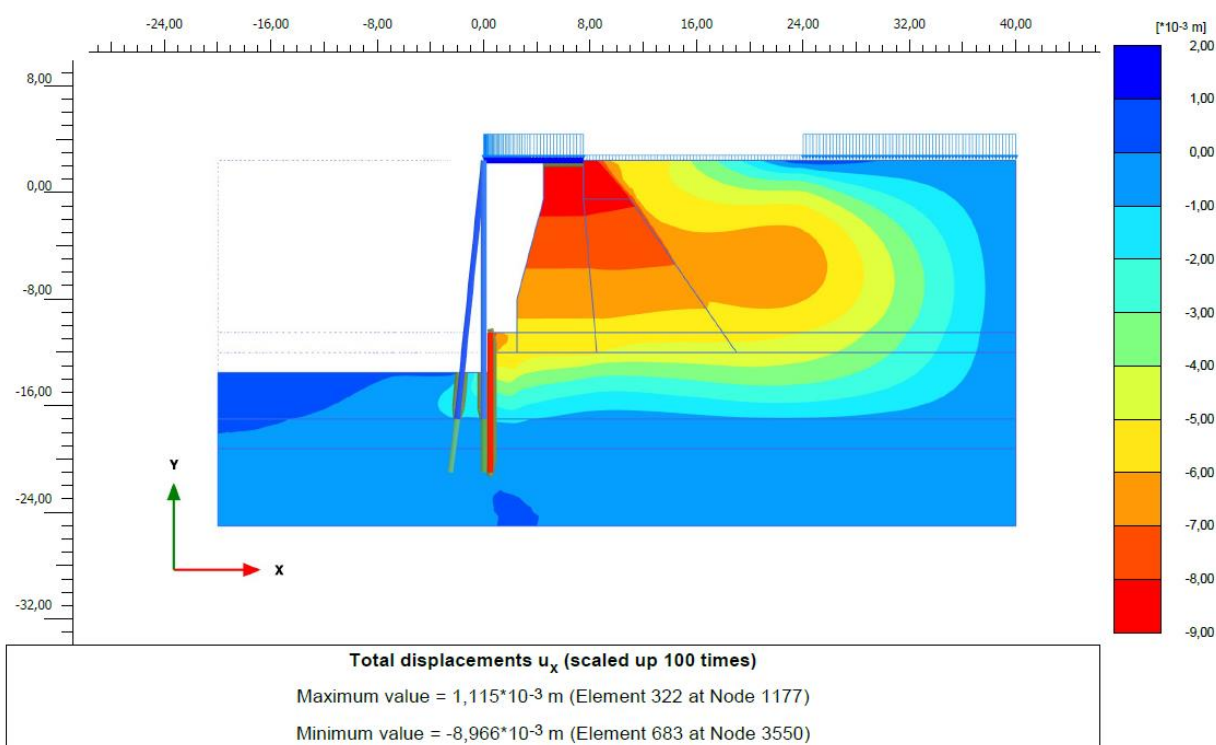


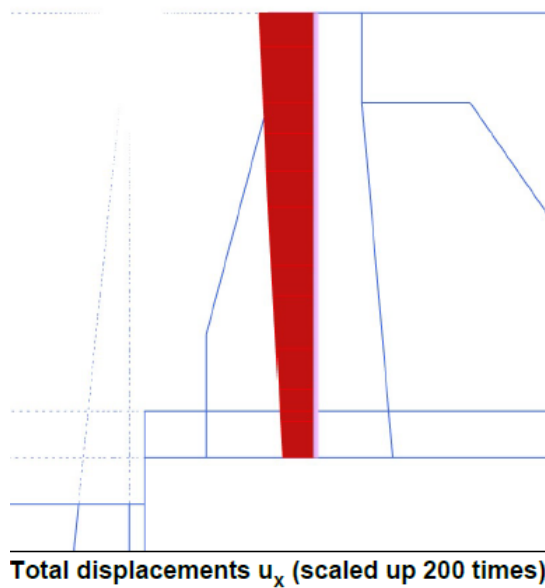
Figura 21 - Deslocamentos horizontais em operação

Deslocamento horizontal máximo = 8,9 mm





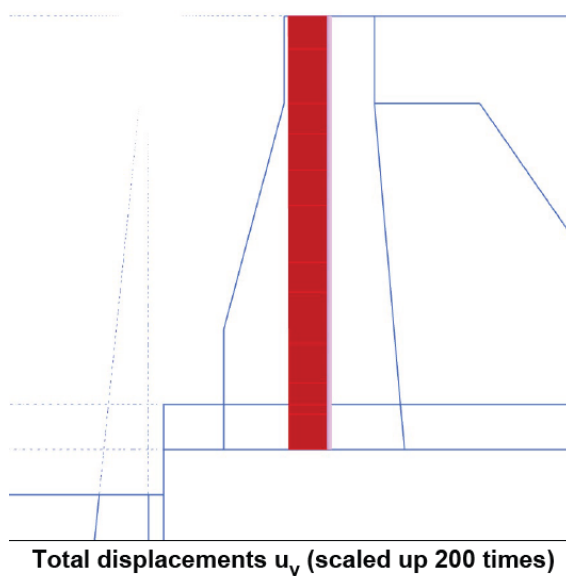
#### 8.4.2 Deslocamentos no muro após dragagem



Maximum value =  $-5,297 \cdot 10^{-3}$  m

Minimum value =  $-8,965 \cdot 10^{-3}$  m

Figura 22 – Deslocamento horizontal do muro em operação



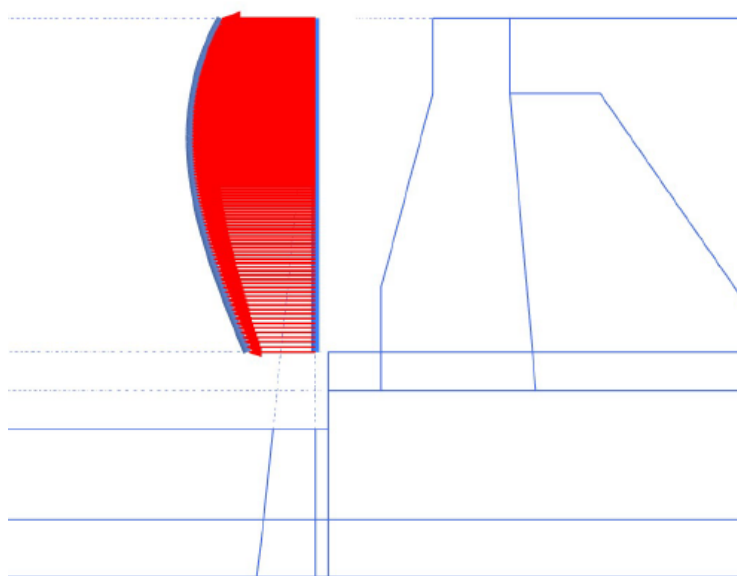
Maximum value =  $-6,700 \cdot 10^{-3}$  m

Minimum value =  $-6,811 \cdot 10^{-3}$  m

Figura 23 - Deslocamento vertical do muro em operação



### 8.4.3 Deslocamentos das estacas de carga após dragagem

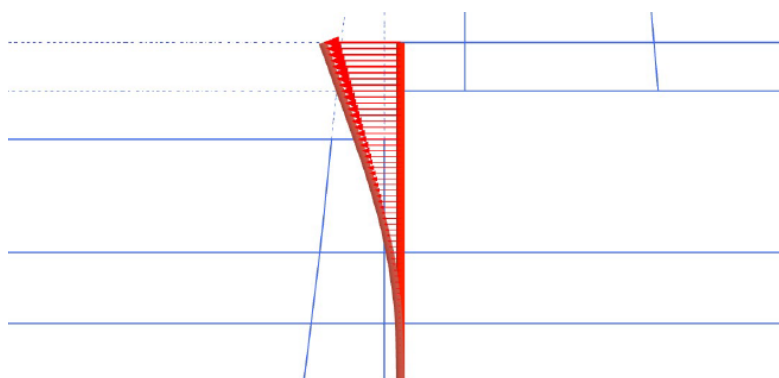


**Phase displacements  $Pu_x$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $-5,296 \cdot 10^{-3}$  m (Element 73 at Node 7271)

Minimum value =  $-9,744 \cdot 10^{-3}$  m (Element 59 at Node 6098)

*Figura 24 - Deformação da estaca d80 em operação*



**Total displacements  $u_x$  (scaled up 300 times)**

Maximum value =  $-8,487 \cdot 10^{-6}$  m (Element 104 at Node 5629)

Minimum value =  $-8,047 \cdot 10^{-3}$  m (Element 78 at Node 5874)

*Figura 25 - Deformação da linha de estacas raiz em operação*



## 8.5 Esforços nos elementos

Para determinação dos esforços nos elementos de fundação foi avaliada a etapa de operação com emprego de todas as sobrecargas definidas.

### 8.5.1 Parede de estacas raiz

- Momentos Fletores

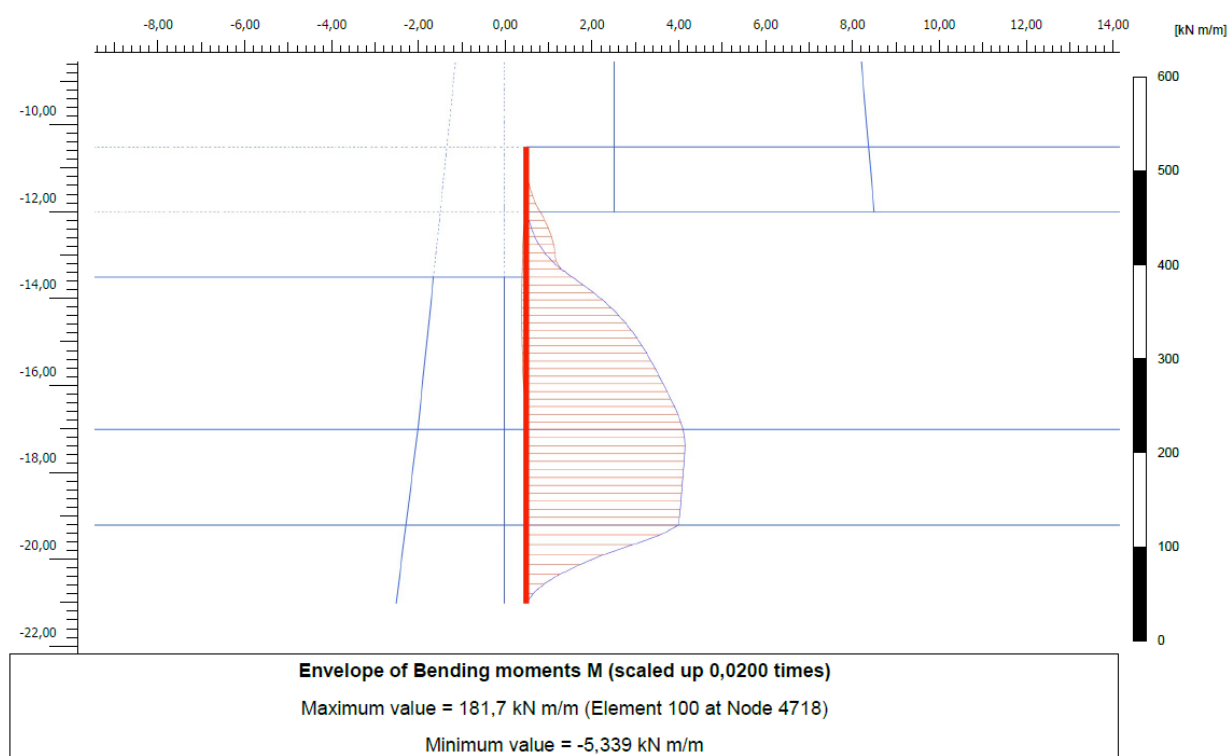


Figura 26 - Envoltória de momentos fletores - Linha de Raiz

**Momento Máximo = 182 kNm/m**

Md = 255 kNm/m



- Esforços Cortantes

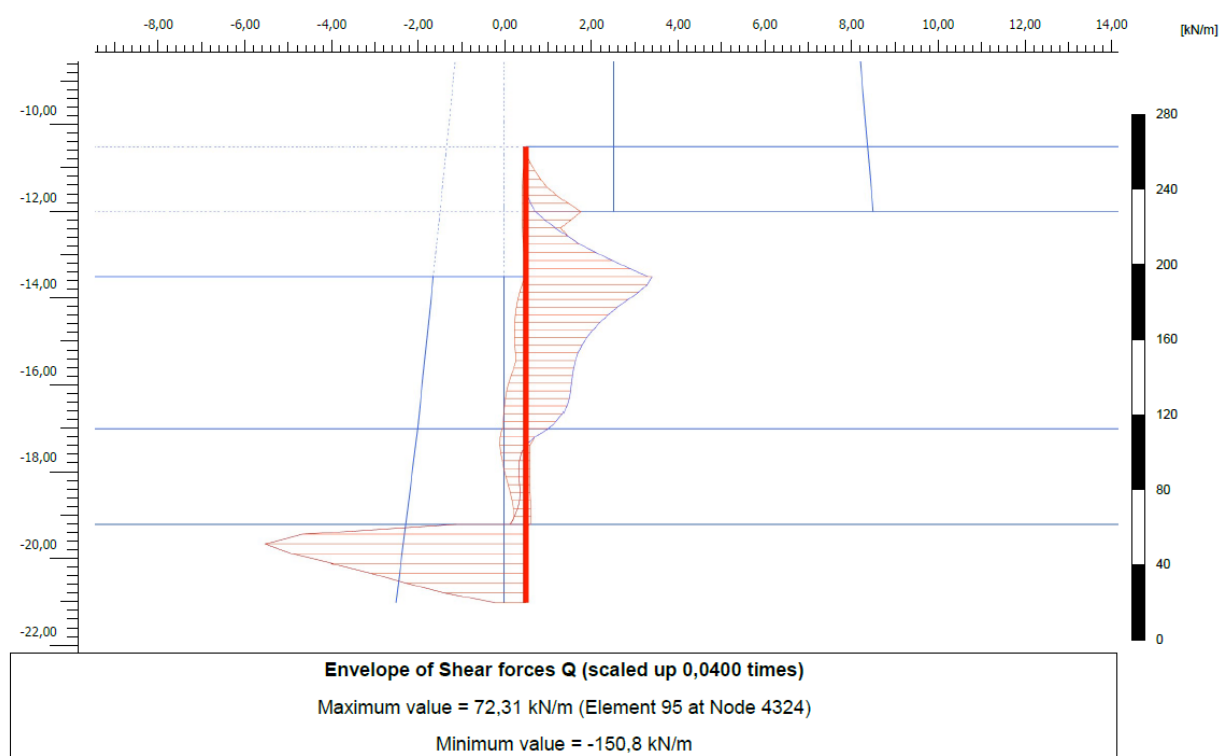


Figura 27 - Envoltória de esforços cortantes - Linha de raiz

**Cortante máximo = 72 kN/m**

$Q_d = 101 \text{ kN/m}$



## 8.5.2 Estacas de carga $\phi$ 80cm - Verticais

- Momentos Fletores

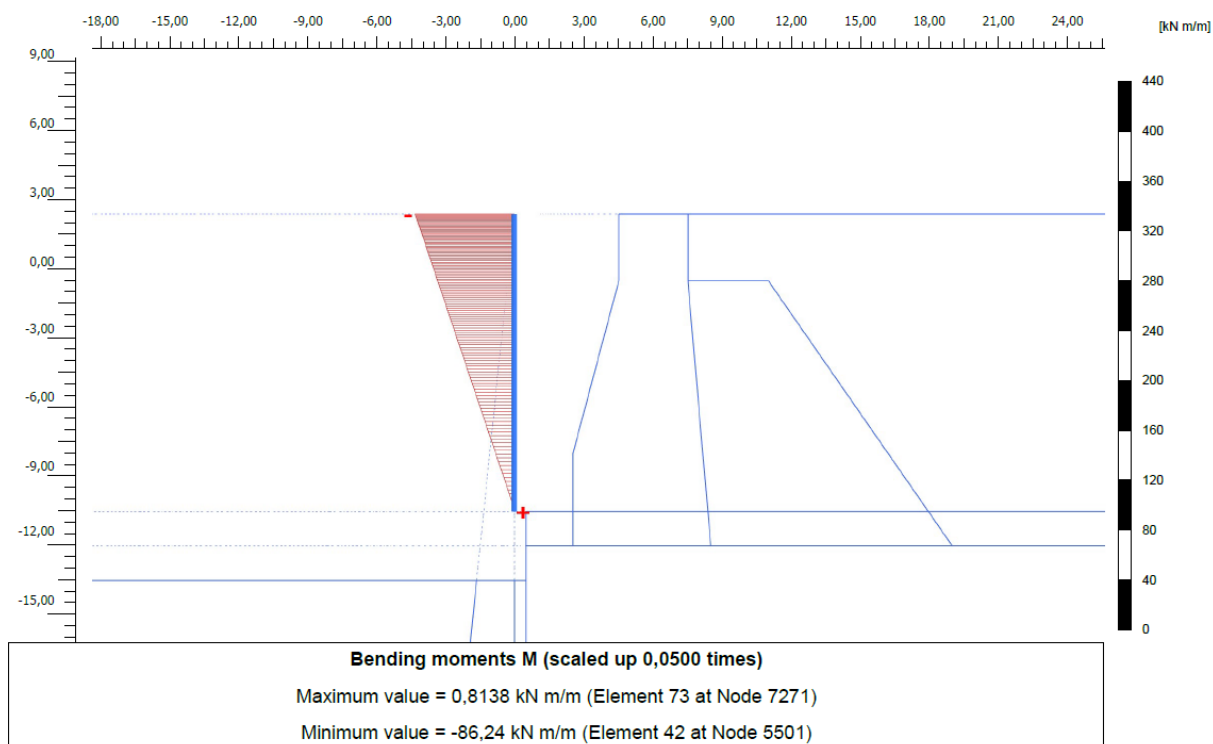


Figura 28 - Envoltória de momentos fletores - Estacas d80

Momento fletor máximo por estaca =  $86,24 \times 2,4\text{m} = 207,0 \text{ kNm}$

**Momento Md = 290 kNm**



- Esforços Axiais

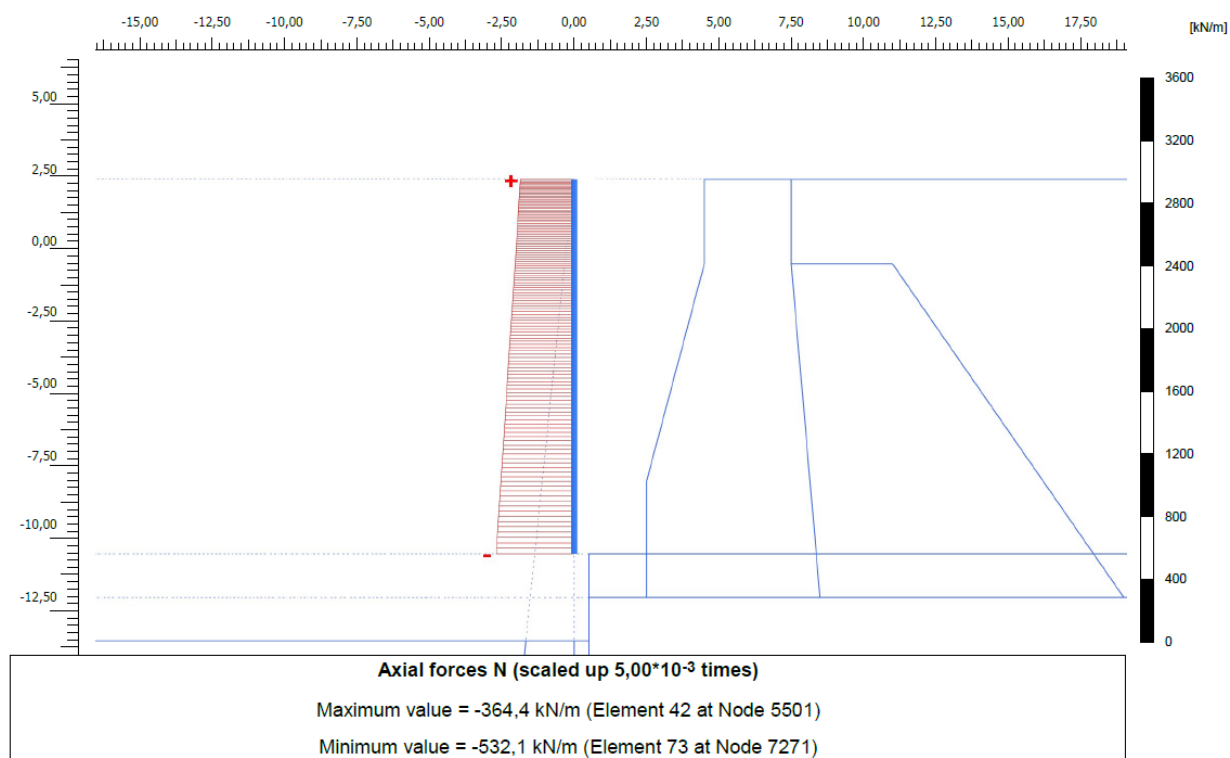


Figura 29- Envoltória de carga axial - Estacas d80

Esforço axial máximo por estaca =  $532,1 \times 2,4\text{m} = 1277,0\text{kN}$  (130 tf)

**Compressão Vd = 1788 kN (182 tf)**



### 8.5.3 Estacas de carga $\phi$ 80cm - Inclínadas

- Momentos Fletores

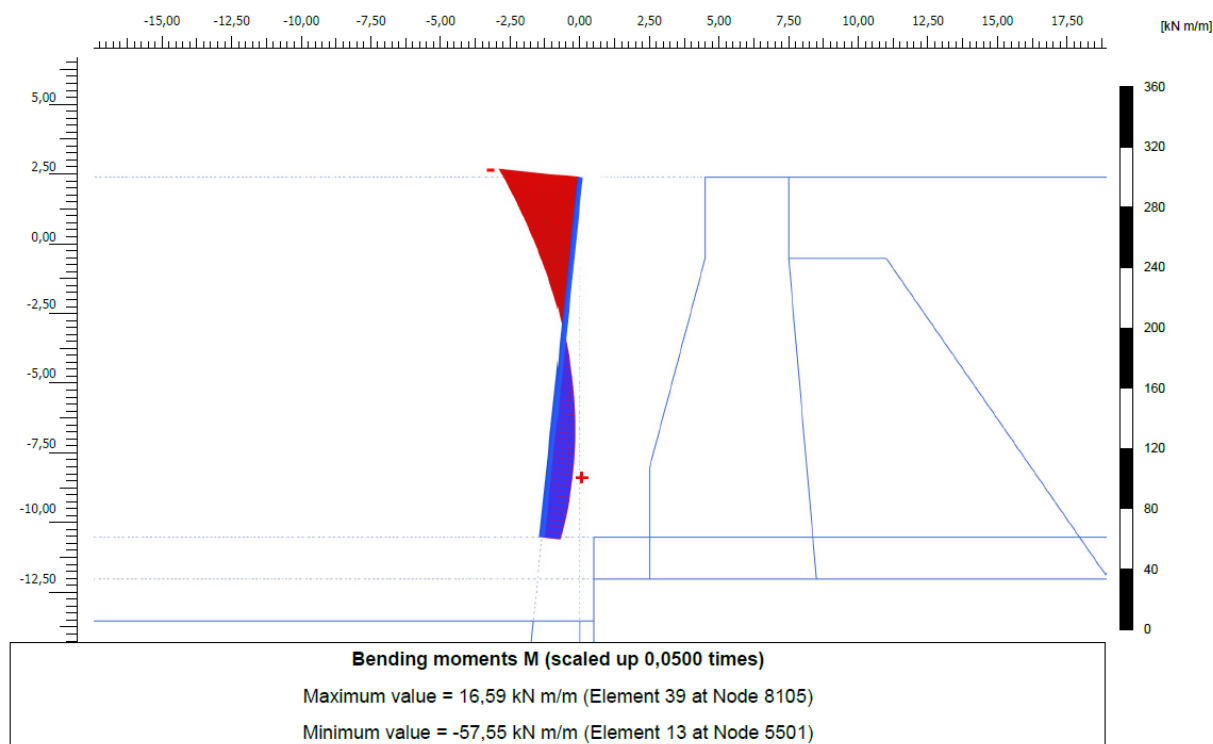


Figura 30 - Envoltória de momentos fletores - Estacas d80 inclinadas

Momento fletor máximo por estaca =  $57,55 \times 12\text{m} = 690,6 \text{ kNm}$

**Momento Md = 966,8 kNm**



- Esforços Axiais

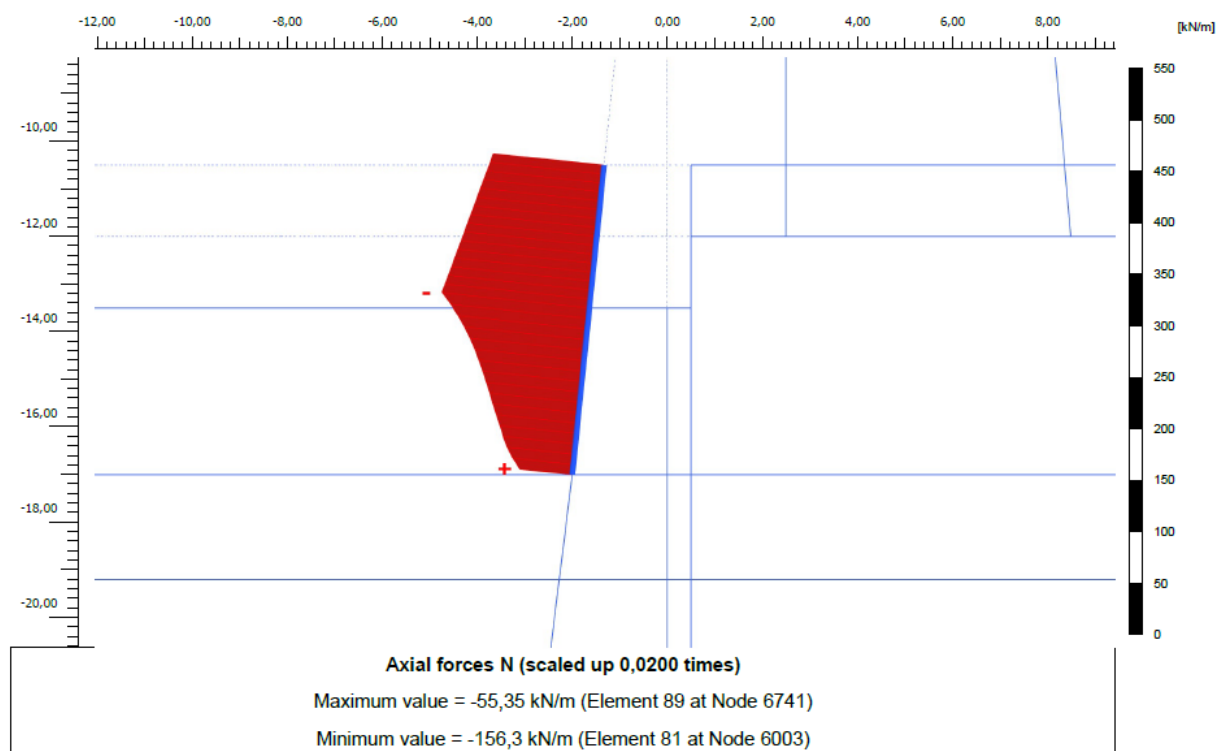


Figura 31- Envoltória de carga axial - Estacas d80 inclinadas

Esforço axial máximo por estaca =  $156,3 \times 12\text{m} = 1875,0\text{kN}$  (191 tf)

**Compressão Vd = 2625 kN (270tf)**



## 8.6 Tensões Horizontais na Parede de Estacas Raiz

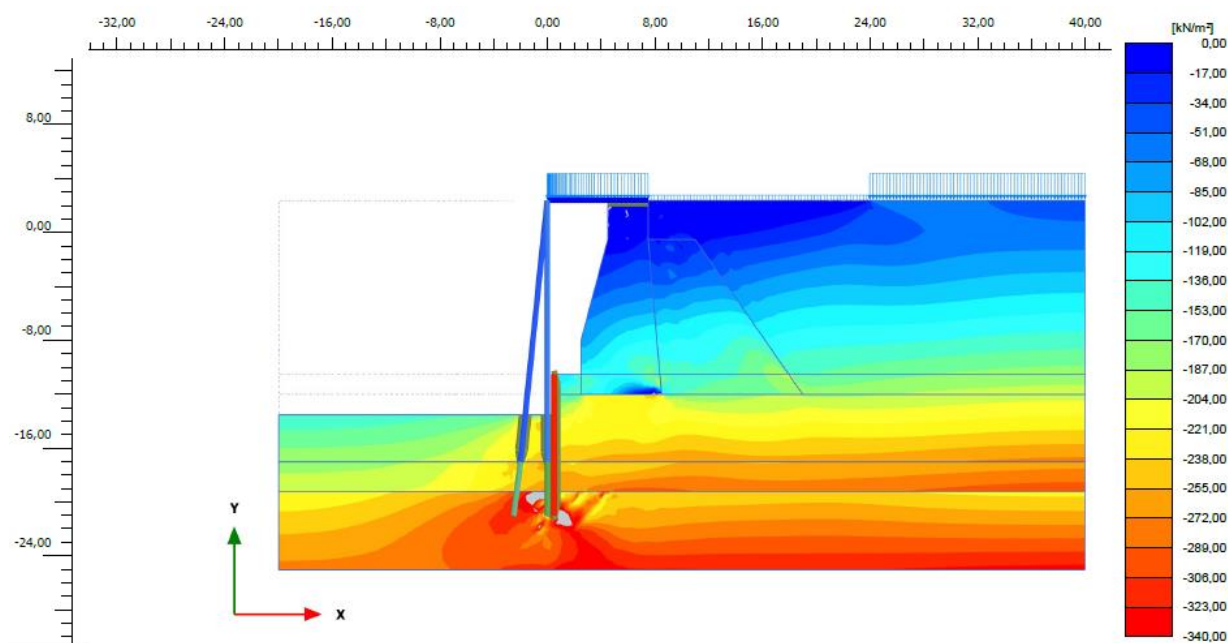


Figura 32 - Tensões Efetivas

Como saída do programa, podemos avaliar as tensões horizontais efetivas atuantes ao longo do trecho de contenção.

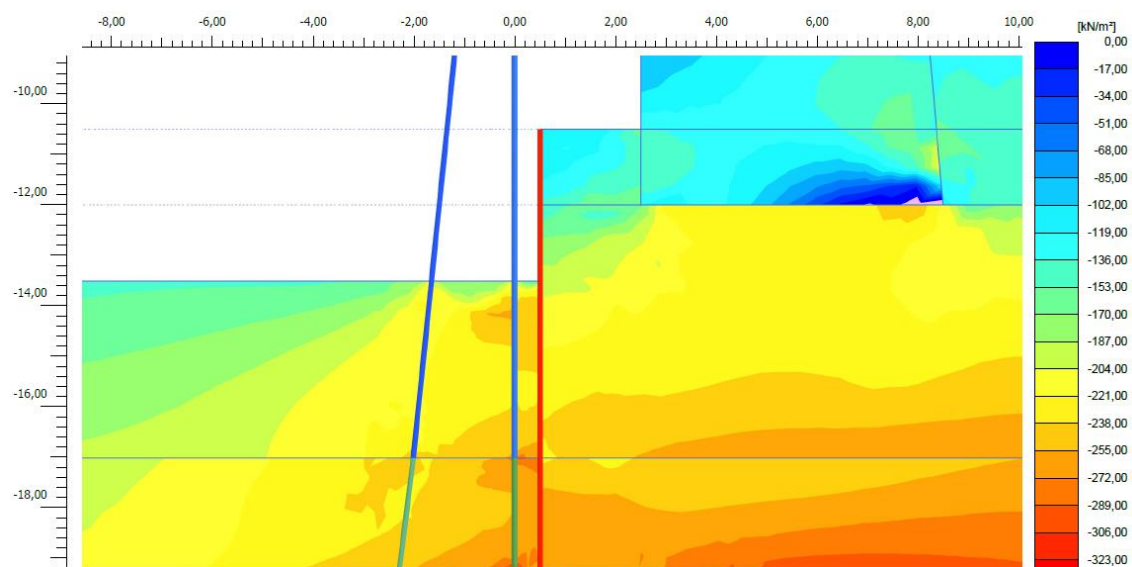


Figura 33 - Tensões efetivas horizontais próximas à contenção

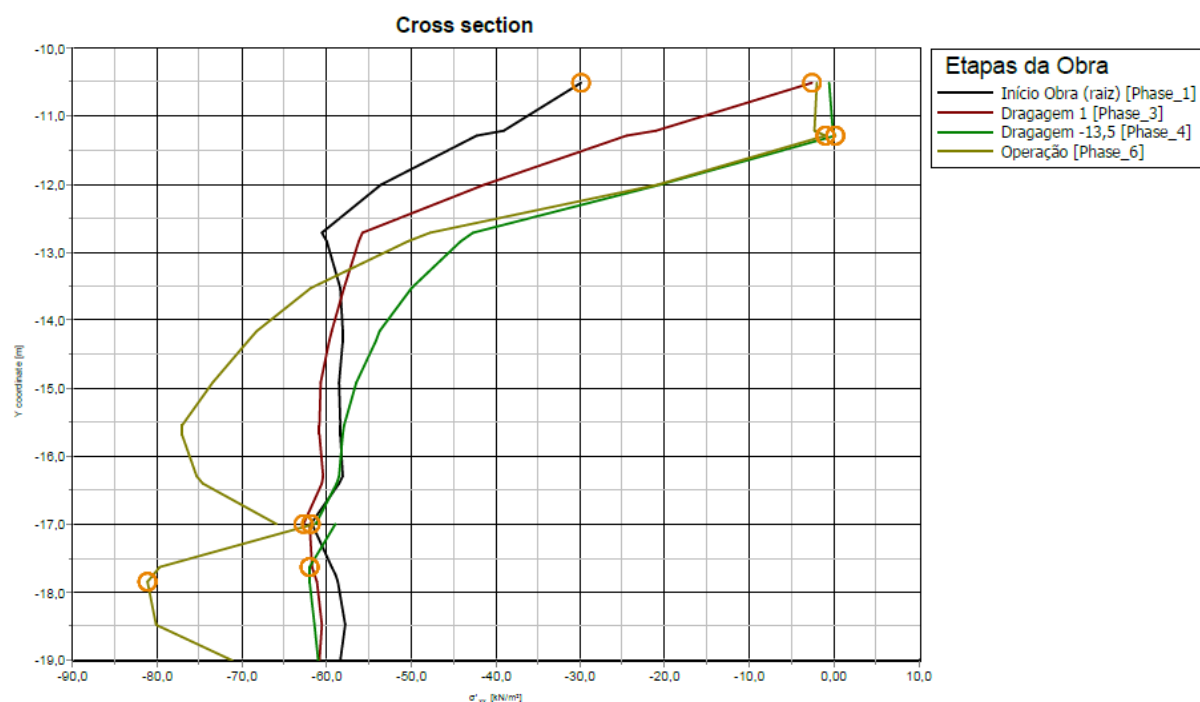


Figura 34 - Diagrama de empuxos



## 9 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS FUNDAÇÕES

### 9.1 Estacas $\phi 80$ cm

A verificação da resistência das estacas face aos esforços estimados será feita através de comparação com sua envoltória de ruptura.

Por segurança, será desconsiderada a camisa metálica na verificação.

Armadura considerada = 20  $\phi$  25mm

#### Estaca D80 - Gamboa: Dados Armadura

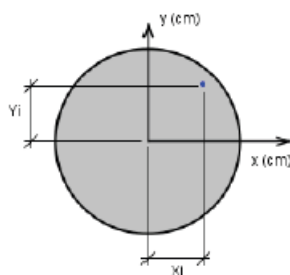


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

BARRA	$\phi$ (mm)	X (cm)	Y (cm)
1	25.0	35	0
2	25.0	33.3	10.8
3	25.0	28.3	20.6
4	25.0	20.6	28.3
5	25.0	10.8	33.3
6	25.0	0	35
7	25.0	-10.8	33.3
8	25.0	-20.6	28.3
9	25.0	-28.3	20.6
10	25.0	-33.3	10.8
11	25.0	-35	0
12	25.0	-33.3	-10.8
13	25.0	-28.3	-20.6
14	25.0	-20.6	-28.3
15	25.0	-10.8	-33.3
16	25.0	0	-35
17	25.0	10.8	-33.3
18	25.0	20.6	-28.3
19	25.0	28.3	-20.6
20	25.0	33.3	-10.8

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras

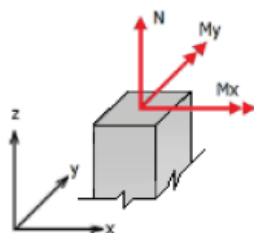


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

Combinação	$N_{\text{d}}$	$M_{\text{d},x}$	$M_{\text{d},y}$
1	-1875	967	0
2	-1277	207	0

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]

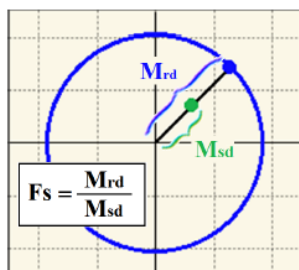
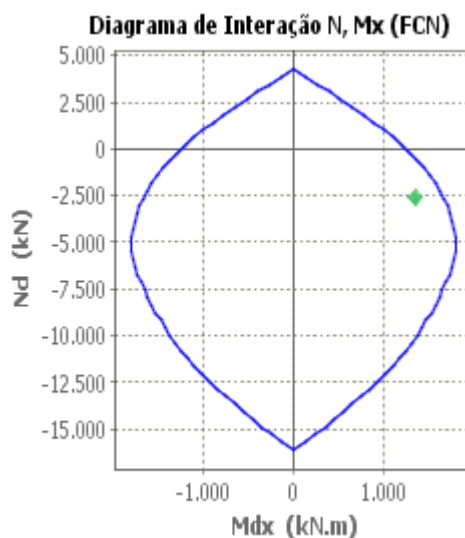


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

Combinação	$N_{\text{sd}}$	$M_{\text{sd},x}$	$M_{\text{sd},y}$	F.S.
1	-2625	1353.8	0	1.24
2	-1787.8	289.8	0	5.42

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [kN, kN.m]



A estaca projetada resiste aos esforços. (OK)



## 9.2 Parede de estacas Raiz

O trecho em solo da contenção poderá ser admitido como uma parede contínua de espessura aproximada de 80cm uma vez que haverá unificação das estacas através da argamassa. O trecho das estacas embutido em rocha ou alteração tem diâmetro esperado de 40cm, com as estacas espaçadas de 50cm.

O dimensionamento será feito de maneira independente para estas duas configurações.

### 9.2.1 Trecho em solo

Altura considerada  $h = 80\text{cm}$

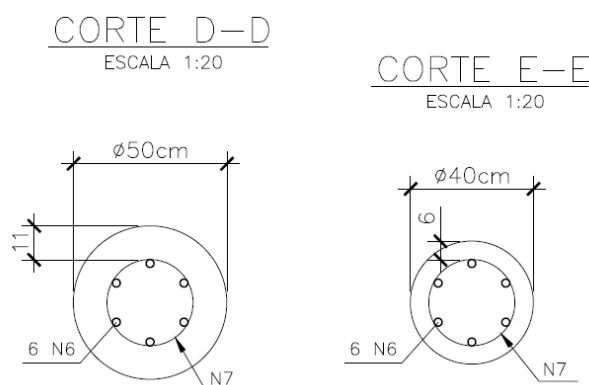
Cobrimento médio  $c = 10\text{cm}$

Elementos por metro = 2

Momento Fletor  $M_d = 255\text{ kNm/m}$

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO   SEÇÃO RETANGULAR					
PROPRIEDADE DOS MATERIAS					
$f_{ck}$	30	[Mpa]			
$f_{yk}$	500	[Mpa]			
GEOMETRIA					
$b_w$	1	[m]	$d$	0,710	[m]
$h$	0,8	[m]			
$c$	8	[cm]			
MOMENTOS ATUANTES					
MOMENTO POSITIVO			MOMENTO NEGATIVO		
$M_{d+}$	255	[kNm]	$M_{d-}$	0	[kNm]
DIMENSIONAMENTO					
MOMENTO POSITIVO			MOMENTO NEGATIVO		
$k_{md}$	0,024	OK	$k_{md}$	0,000	OK
$k_x$	0,035		$k_x$	0,000	
$k_z$	0,986		$k_z$	1,000	
ARMADURA DE TRAÇÃO			ARMADURA DE TRAÇÃO		
$M_{As.inf}$	255	[kNm]	$M_{As.sup}$	0	[kNm]
$A_{scal.}$	8,38	[cm <sup>2</sup> ]	$A_{scal.}$	0,00	[cm <sup>2</sup> ]
$A_{smin.}$	12,00	[cm <sup>2</sup> ]	$A_{smin.}$	12,00	[cm <sup>2</sup> ]
$\phi$	20	[mm]	$\phi$	20	[mm]
4	$\phi$	20	4	$\phi$	20

Armadura adotada = 6  $\phi 25\text{mm}$  por estaca (4  $\phi 25\text{mm}$  sob tração por metro de parede) (OK)



*Figura 35 - Seções de projeto das estacas raiz*

### 9.2.2 Trecho em rocha

Distância entre as linhas tracionada e comprimida = 0,50m

Elementos por metro = 2

Momento Fletor  $M_d = 255 \text{ kNm/m}$

Por estaca, temos:

$$F = (255 \text{ kNm/m} / 0,5 \text{ m}) / 2 = 255 \text{ kN}$$

Compressão por estaca na linha lado mar = 255 kN

Tração por estaca na linha lado mar = -255 kN

**Armação:** 6 $\phi$ 20 mm ( $A_s = 18.85 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 1018 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 18 \text{ cm}$

$y_{cg} = 18 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 82448 \text{ cm}^4$

$I_y = 82448 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 1.85 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

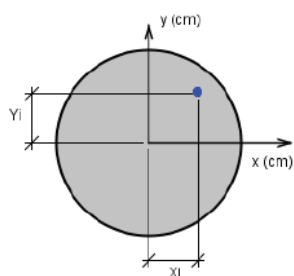
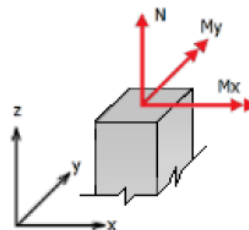


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

BARRA	$\phi$ (mm)	X (cm)	Y (cm)
1	20.0	14	0
2	20.0	7	12.1
3	20.0	-7	12.1
4	20.0	-14	0
5	20.0	-7	-12.1
6	20.0	7	-12.1

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras

Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

Combinação	$N_k$	$M_{k,x}$	$M_{k,y}$
1	255	0	0
2	-255	0	0

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]

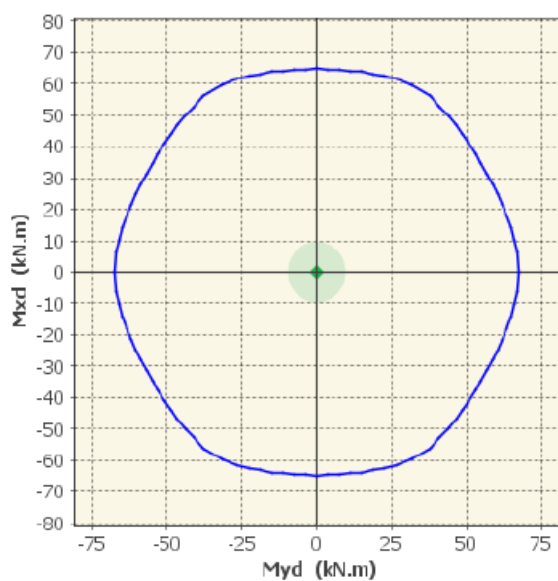


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

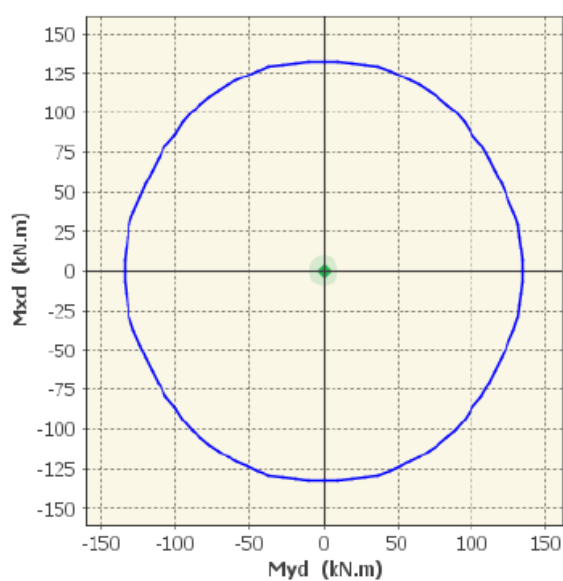


Figura: Diagrama de interação (Comb. 2)

Combinação	$N_{sd}$	$M_{sd,x}$	$M_{sd,y}$	F.S.
1	357	0	0	Ok!
2	-357	0	0	Ok!

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [kN, kN.m]



## 10 CONTROLE DE QUALIDADE DA OBRA

### 10.1 Considerações técnicas

A obra necessita de um rigoroso controle de qualidade pois a nova profundidade de dragagem **(-13,50m)** provocará uma substancial escavação ao lado do muro do cais, muro de peso constituído por pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico.

Devido a variação das características das sondagens da região do cais, a capacidade de carga das estacas deve ser atestada através um rígido controle de qualidade, segundo as especificações abaixo indicadas.

Os parâmetros do solo podem variar em função também da grande extensão da obra—**606,00m**.

Estas variações decorrem, também, do complexo processo geológico natural do local da obra e da influência de procedimentos de dragagens e aterros que continuamente modificam o maciço de solo in situ.

Em relação às fundações em estacas, para aumentar a segurança e a economia da obra, deve-se executar ensaios de controle de qualidade em estacas piloto.

Durante a obra serão realizados os ensaios especificados e o controle contínuo de deslocamentos da estrutura existente e redondezas através de inclinômetros.

Sugerimos que este controle seja realizado durante a dragagem e operação do cais e retroárea.

É importante ressaltar que devido às suas características especiais, e dificuldades executivas, as obras portuárias necessitam de ensaios rigorosos nas fundações, normalmente em maiores quantidades do que as obras em terra.





## **10.2 Controle de qualidade das fundações**

### **10.2.1 Provas de carga estáticas verticais**

A prova de carga estática em estacas é um importante teste que simula o carregamento real das estacas com a finalidade de avaliar o comportamento “carga x deslocamento”.

Devem ser executadas provas de carga em estacas piloto, logo no início da obra, para permitir a redução das incertezas técnico - executivas, otimizando a segurança e os custos da obra.

Os ensaios estáticos instrumentados terão por objetivo a determinação do atrito lateral ao longo do fuste e da resistência de ponta das estacas, permitindo a definição, com precisão e segurança, dos comprimentos das estacas ao longo da obra.

As estacas serão submetidas à carga vertical máxima de ensaio de compressão de 4.000 KN, que corresponde a carga de trabalho de 2.000 KN com o fator de segurança 2,00.

Para reduzir os riscos de operação e erros de leitura, e permitir resultados instantâneos, deve-se adotar sistema de medições de cargas e deslocamentos automatizados.

É importante que a fase de montagem e execução seja precedida de planejamento adequado. Devido a grande extensão da obra, cerca de 600,00m e a variação das características geotécnicas locais, é necessário a execução de estacas de prova em 5% das estacas tubadas da obra, sendo uma prova por módulo, no mínimo.

As normas técnicas pertinentes são as seguintes:

NBR-12131:2006 – Estacas – Prova de Carga Estática – Método de Ensaio

Regula os procedimentos executivos, sendo indicados os tipos de prova de carga:

NBR-6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações.

Regula os conceitos de como e onde aplicar, assim como interpretar seus resultados.



### 10.2.2 Provas de carga estáticas horizontais

A prova de carga estática horizontal em estacas é um importante teste que simula o carregamento real das estacas com a finalidade de avaliar o comportamento “carga x deslocamento”.

A prova de carga em estacas piloto, logo no início da obra permite uma redução das incertezas técnico executivas, otimizando a segurança e os custos da obra.

Os ensaios estáticos instrumentados determinarão o perfil de deslocamentos horizontais e esforços de flexão derivados da aplicação de cargas horizontais progressivas na estaca para a determinação da Relação **Momento-curvatura real da estaca**, assim como a construção de **curvas p-y do solo** local em caso de maiores deformações.

As estacas tubadas serão submetidas à carga horizontal máxima de ensaio de 125,00KN, que corresponde ao momento fletor de trabalho com o fator de segurança 2,00. O deslocamento horizontal máximo esperado é de 10,00cm.

Devido a grande extensão da obra, cerca de 600,00m. e a variação das características geotécnicas locais, é necessário a execução de estacas de prova em 5% das estacas tubadas da obra, sendo uma prova por módulo, no mínimo.

### 10.2.3 Provas de carga dinâmicas

#### 10.2.3.1 Metodologia executiva

Devem ser executadas provas de carga dinâmicas nas estacas piloto, logo no início da obra, para permitir a aferição dos parâmetros do solo.

Os ensaios dinâmicos terão por objetivo a determinação do atrito lateral ao longo do fuste e da resistência de ponta das estacas, permitindo a definição, com precisão e segurança, dos comprimentos das estacas ao longo da obra.



As estacas deverão ser ensaiadas para aferição de resistência mínima à compressão de **4.000,00 KN**, que corresponde a carga de trabalho de **2.000,00 KN** com o **fator de segurança 2,00**

**Deverão ser executados ensaios dinâmicos em 30% das camisas metálicas da obra após sua cravação. Estes ensaios permitirão definir, de forma segura e econômica o embutimento das estacas na rocha muito alterada a sã.**

Como estas provas de carga serão realizadas antes da dragagem, as Provas de Carga Dinâmicas devem ser analisadas por programas do tipo CAPWAP ou similar que permitam o cálculo do atrito da estaca a partir da cota de dragagem, ou seja, da cota -13,50m.

#### **10.2.4 Nega e Repiques elásticos**

Durante a cravação das camisas metálicas deverão ser realizados ensaios de nega e repique elástico por sistema de medição eletrônico.

### **10.3 Controle dos cabeços de amarração**

Provas de carga horizontais em todos os cabeços para a carga máxima de 1.500,00kN.

### **10.4 Controle do concreto e aço**

Segundo as recomendações das Normas Técnicas Brasileiras.

### **10.5 Monitoramento da estrutura**

Controle de deslocamentos com topografia e inclinômetros. Deverão ser instalados tubos para inclinômetros em estacas de carga espaçadas de 24 metros ao longo da obra.

Os furos poderão ser feitos por dentro das estacas e deverá ter sua base na rocha ou alteração de rocha.



---

Além dos inclinômetros, deverão ser instalados pinos de recalque para o acompanhamento de deformações nas estruturas vizinhas a menos de 20,0 m da borda do muro existente.

Deverão ser executadas aferições, no mínimo, quinzenais para todos os elementos de monitoração. Uma maior frequência deve ser avaliada caso o deslocamento por tempo esteja fora de valores recomendados por norma.

O acompanhamento topográfico deverá ser iniciado antes do início das obras e estendido até 1 mês após o final da dragagem, quando deverá ser avaliada a necessidade de continuidade do acompanhamento.

Quanto às verificações com inclinômetro, serão iniciadas a partir da conclusão das estacas e estendidas até 1 mês após o final da dragagem, quando deverá ser avaliada a necessidade de continuidade do acompanhamento.

---



## 11 CONCLUSÃO

Este documento avaliou os esforços e concluiu os dimensionamentos para os elementos de fundação das obras de ampliação do cais da Gamboa localizado no Porto do Rio no trecho entre os cabeços 100 a 124 .

Em função do aumento substancial da profundidade ao lado do cais existente e das complexas características geológicas locais, a obra deverá ter uma metodologia executiva muito bem controlada, de maneira a não colocar em risco ou afetar a estrutura existente do cais, constituída por um muro de peso com pedras de cantaria argamassadas e preenchido por concreto ciclópico.

O controle de qualidade será composto dos seguintes ensaios e instrumentações:

- ESTACAS  $\phi$  80cm:
  - Prova de Carga Estática Vertical -> 16 unidades (mínimo de 1 por módulo)
  - Prova de Carga Estática Horizontal -> 16 unidades (mínimo de 1 por módulo)
  - Prova de Carga Dinâmica -> 30% das estacas
- MONITORAMENTO DO CAIS:
  - Instalação de Inclínômetros em material indeformável -> a cada 24m
  - Acompanhamento topográfico das estruturas vizinhas

Ressaltamos que em função dos resultados das provas de carga a serem executadas nas estacas piloto, os valores estimados para o comprimento médio das camisas metálicas e perfuração em rocha poderão ser revistos.



## 12 ANEXOS

### 12.1 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS



J.L.C. engenharia de projetos e consultoria.

Rio de Janeiro, 17 de maio de 2022.

Ao Consórcio Porto Rio

Ref: Porto Rio – Gamboa - PRELIMINAR

Prezados Senhores,

Em atendimento as questões técnicas referentes à obra de ampliação e aprofundamento do calado do cais existente de 8,5m para a cota de 13,5m de profundidade para uma extensão de 600m de comprimento de cais, envolvendo os cabeços especificados de números 100 a 124 para futura atracação de navios da classe Panamax de 75.000 toneladas, podemos expor:

A primeira questão diz respeito a divisão em 3 etapas para as obras de ampliação, tendo cada etapa um comprimento de 200m de cais.

Associada a esta questão concordamos que as etapas podem tecnicamente ser executadas de forma independente, tendo início a obra pela Etapa 2, dita etapa central.

Desenho esquemático, sem escala, para projeção dos Berços do Porto e suas possíveis programações de etapas de obra.

Etapa 1 = 200 m

Etapa 2 = 200m

Etapa 3 =200m





Em sequência a essa questão de ordem técnica, cabe-nos argumentar, por importante, a nossa não recomendação do uso de atracação de navios nessas áreas durante todo o período dos processos executivos da obra de ampliação.

As nossas argumentações se pautam no modelo de projeto estrutural onde consideramos a hipótese de cais contínuo adotando a rigidez de conjunto da estrutura para a distribuição dos esforços.

Dessa maneira o uso do cais para atracação aleatória de navios exigirá reforços nos cabeços extremos das estruturas com custos adicionais não previstos no projeto, como por exemplo com a execução de Dolphins específicos para essa nova configuração de esforços nas extremidades dos cabeços de ancoragem.

Rigidez de conjunto para cais contínuo.

$$F_1 = k l_1 \cdot \delta_1$$

$$F_i = K l_i \cdot \delta_i$$

Estaca 1

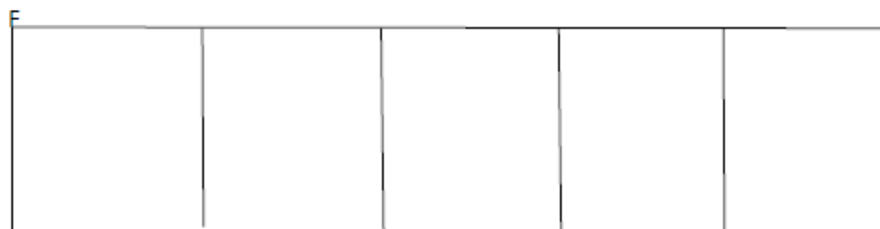
E2

E3

E4

E5

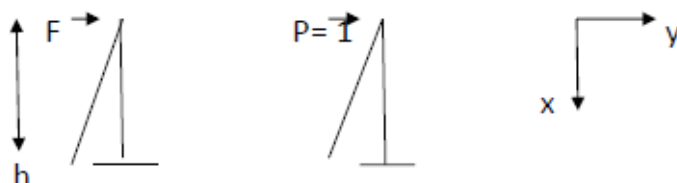
Ei



$$F_{\text{long.}} = \sum K l_i \cdot \delta_i$$



Onde considerando por segurança as estacas livres no topo, temos:



$$E.J.c. \cdot \delta = \int_0^h 1 F x \cdot x \, ds$$

$$E.J.c. \cdot \delta = F \cdot h^3 / 3$$

Assim para  $\delta=1$  (deslocamento unitário)

$$F = \text{rigidez } K = 3EJc/h^3$$

E onde a energia absorvida por cada estaca de carga vale:

$$E = \frac{1}{2} F^2 h^3 / EJ$$

Dessa maneira a utilização da estrutura do cais sem a sua rigidez de conjunto estabelecida pela obra total não permite o uso do cais para a atracação de navios dentro da concepção do projeto.

Outro ponto também muito importante a considerar é a segurança da obra e a sua logística operacional construtiva.

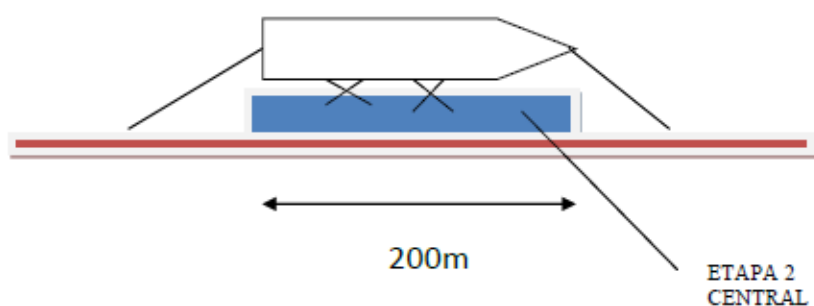
A amarração de um navio pela etapa 2, na projeção central do cais, sem a execução das demais etapas 1 e 3, implicaria em amarrações de proa e popa do navio nos cabeços existentes do cais original impondo condições de risco e de limitação operacional da obra



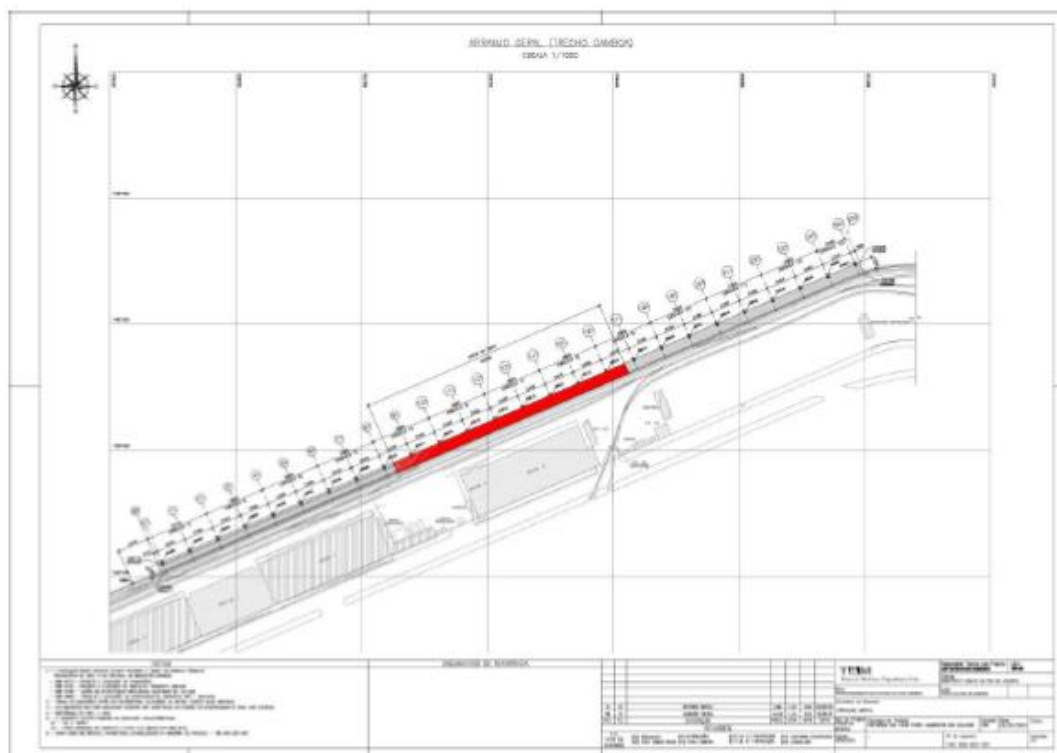


com superposição de espaço ao deslocamento da balsa necessária ao bom desempenho construtivo dessa obra de ampliação.

#### DESENHO ESQUEMÁTICO SEM ESCALA



Diante do exposto reafirmamos a nossa recomendação de não permitir a utilização da área da obra de ampliação do porto para atracação de navios garantindo dessa maneira a condições de projeto e o fluxo operacional dessa obra específica de ampliação e aprofundamento do cais de atracação.



Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

Engº. Profº. Luiz Eduardo Cardoso.



J.L.C. engenharia de projetos e consultoria.

**Observação Técnica Complementar:**

Ao Consórcio Porto Rio

Prezados Senhores,

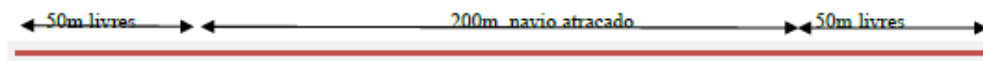
Cabe-nos argumentar, que a estrutura dos berços para a atracação de navios de 200m de comprimento poderiam sob o ponto de vista estrutural do novo cais atracar desde que sejam construídos 300m de cais com rigidez adequada aos esforços de atracação.

Dessa maneira, atendendo as solicitações estruturais, o navio de 200m de comprimento poderia atracar de forma centrada liberando 50m de cais para cada extremidade.

Importante argumentar que esta orientação diz respeito somente as questões estruturais da obra de ampliação do novo cais.

Questões operacionais de obra e segurança deverão ser definidas e alinhadas com o Consórcio Construtor das obras de ampliação do Cais, Consórcio Porto Rio.

**Desenho esquemático, sem escala:**



Engº. Luiz Eduardo Cardoso.