

PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

ÍNDICE DE PEÇAS DE PROJECTO

PEÇAS ESCRITAS

MRS-EST-PE1-T01-MD-R00	Memória Descritiva e Justificativa
MRS-EST-PE1-T01-VS-R00	Verificação de Segurança
MRS-EST-PE1-T01-MO-R00	Medições e Mapa de Quantidades de Trabalho

PEÇAS DESENHADAS

MRS-EST-PE1-101-R00	Planta de Localização
MRS-EST-PE1-102-R00	Planta Superior e Cortes Longitudinais
MRS-EST-PE1-103-R00	Planta de Fundações e Cortes Transversais
MRS-EST-PE1-104-R00	Localização de Sondagens e Corte Geológico-Geotécnico
MRS-EST-PE1-105-R00	Armaduras (1/2)

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

MRS-EST-PE1-106-R00

Armaduras (2/2)

MRS-EST-PE1-107-R00

Faseamento Construtivo

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	5
2	CONDICIONAMENTOS.....	5
2.1	Rodoviários.....	5
2.2	Geotécnicos.....	6
2.3	Estéticos e de Integração Paisagística	6
2.4	Drenagem.....	6
3	SOLUÇÃO ESTRUTURAL	7
4	FASEAMENTO E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	8
5	ACABAMENTOS.....	9
6	REGULAMENTAÇÃO.....	9
7	MATERIAIS.....	10

8	EQUIPA TÉCNICA DE PROJECTO	12
---	----------------------------------	----

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1 INTRODUÇÃO

A presente Memória Descritiva e Justificativa refere-se ao Projecto de Execução da estrutura do túnel e muros de contenção no Eixo 01, no âmbito da intervenção viária no Parque de Santa Cruz, em Carnaxide, Município de Oeiras.

2 CONDICIONAMENTOS

2.1 Rodoviários

Em perfil longitudinal, a obra desenvolve-se num trainel com inclinação de 7.50%, até o km 0+123.701, desenvolvendo-se a partir daí segundo uma curva convexa de raio vertical 1000m. Em planta, a obra encontra-se inserida em dois troços curvos, o primeiro com um raio de 25m até ao km 0+082.563, desenvolvendo-se a partir daí com um raio de 150m até ao km 0+140.713, e posteriormente segundo um alinhamento recto. A inclinação transversal da plataforma é de 2.5% para o intradorso da curva.

O perfil transversal do acesso rodoviário apresenta uma largura total de 4.50m, complementado por dois passeios técnicos com 0.50m cada.

A obra de arte em questão foi considerada pertencente à Classe 1, segundo o RSA, estando esta sujeita às sobrecargas rodoviárias correspondentes a este tipo de obras.

2.2 Geotécnicos

Apresenta-se em volume próprio o *Estudo Geológico e Geotécnico* na zona de intervenção, com apresentação e análise aos resultados da campanha de prospecção realizada.

2.3 Estéticos e de Integração Paisagística

A obra apresenta uma estética simples e regular, mantendo, na medida do possível, as condições de integração no local onde se insere. Tratando-se de uma obra enterrada, procurou-se que a totalidade da estrutura seja aterrada de forma a minimizar o seu impacto na envolvente.

2.4 Drenagem

Atendendo à reduzida dimensão da obra não se prevê a instalação de órgãos de drenagem próprios. Prevê-se apenas a execução de caleiras 1/2 cana $\phi 300$ em torno do muro de ala Norte para encaminhamento das águas pluviais, evitando a erosão do talude.

3 SOLUÇÃO ESTRUTURAL

A solução estrutural preconizada para a estrutura do túnel consiste num quadro fechado em betão armado com dimensões interiores livres de 5m x 5.50m, com espessura dos montantes e lajes de 0.50m. São previstos muros de ala para suporte dos taludes de aterro à saída do túnel. Estes muros, de espessura variável, com 0.30m no topo e jorrimento de 5%, assentam numa laje de soleira com 0.60m de espessura. Prevê-se ainda o prolongamento do muro no lado Sul através da execução de um muro de suporte de terras, igualmente de espessura variável, com 0.30m no topo e jorrimento de 5%, fundado através de uma sapata com 0.60m de espessura.

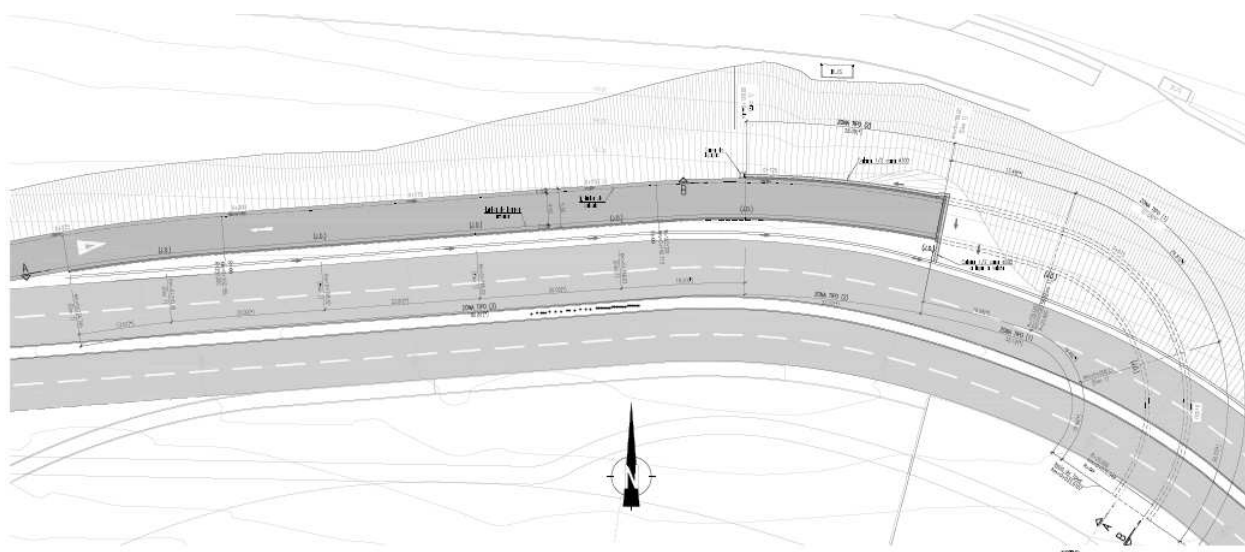


Figura 1 – Planta de implantação.

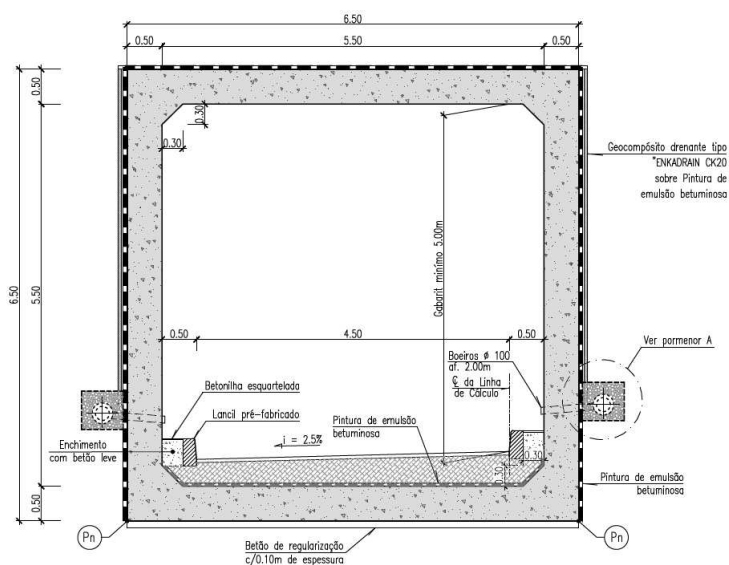


Figura 2 – Secção transversal no túnel.

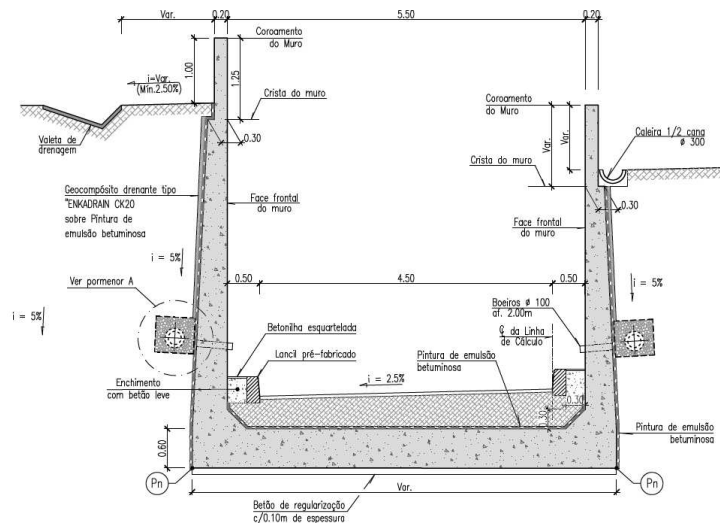


Figura 3 – Secção transversal à saída do túnel.

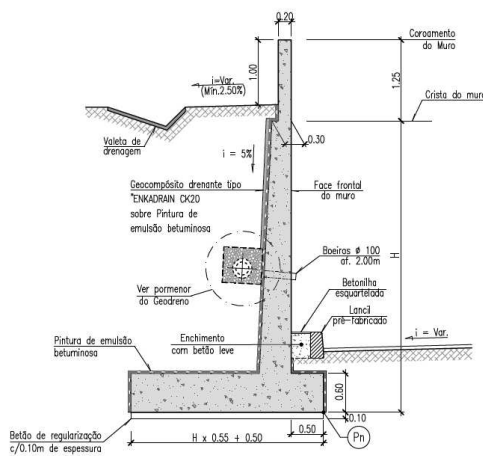


Figura 4 – Secção transversal do muro.

4 FASEAMENTO E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Tendo em conta tratar-se de uma obra integralmente nova, ainda que sob uma via rodoviária existente, que se pretende desviar durante a execução da estrutura, não existem aspectos particulares a considerar na execução desta obra, bastando adoptar as boas normas construtivas e cumprir com rigor o Caderno de Encargos.

Destacamos, no entanto, alguns aspectos a ter em atenção:

- A nova obra é integralmente betonada in situ com recurso a cavaletes;
- Os cimbramentos só deverão ser retirados depois da laje se encontrar totalmente betonada e em condições resistentes adequadas;
- Chama-se a atenção para a importância da boa compactação do terreno junto dos montantes, pois ela será responsável pela boa qualidade da transição obra/aterro. A obra foi calculada para impulsos de terras simétricos em ambos os montantes pelo que os desníveis entre aterros no tardo dos montantes devem ser cuidadosamente controlados. O aterro e compactação dos solos no tardo dos elementos apenas deverá ocorrer após ser atingida a resistência característica do betão;
- A execução da estrutura implica a interdição completa da via existente, prevendo-se a execução de terraplanagem e da plataforma de desvio provisório, localizada a Sul da via existente.

5 ACABAMENTOS

A obra tem como principal acabamento o betão à vista descofrado. As arestas dos elementos de betão serão chanfradas a 2cmx2cm.

Todas as superfícies dos elementos enterrados em contacto com o terreno serão impermeabilizadas com aplicação de emulsão betuminosa.

Prevê-se ainda a aplicação de um sistema de drenagem no tardo das peças, composto por uma manta drenante e um geodreno na base envolto em geotêxtil, com bueiros $\phi 100\text{mm}$ afastados de 2m.

6 REGULAMENTAÇÃO

No presente projecto, as acções, as propriedades dos materiais constituintes e a verificação da segurança das novas estruturas a construir, foram definidas e realizadas de acordo com todas as normas e os regulamentos aplicáveis em vigor, nomeadamente:

- RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes, 1983;
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, 1983;
- NP EN 206-1 (2007) – Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP ENV 13670-1 (2007) – Execução de estruturas em betão – Parte 1: Regras gerais;

- LNEC E 464 (2007) – Betões – Metodologia prescritiva para uma vida útil de projecto de 50 e de 100 anos face às acções ambientais.

Nos casos em que a regulamentação acima mencionada é omissa, menos esclarecedora, desadequada ou tecnicamente menos evoluída, foram tomadas em consideração as disposições constantes nas novas especificações e normas nacionais e europeias, ou outra regulamentação aplicável, como seja:

- NP EN 1990 (2009) – Eurocódigo – Bases para o projecto de estruturas;
- NP EN 1991-1-4 (2010) – Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas - Parte 1-4: Acções gerais – Acções do Vento;
- NP EN 1991-1-5 (2009) – Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas - Parte 1-5: Acções gerais – Acções Térmicas;
- NP EN 1992-1-1 (2010) – Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- EN 1992-2 (2005) – Concrete Bridges – Design and detailing rules
- NP EN 1997-1 (2010) – Eurocódigo 7 – Projecto Geotécnico – Parte 1: Regras Gerais
- NP EN 1998-1 (2010) – Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios;
- EN 1998-2 (2005) – Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 2: Bridges;
- NP EN 1998-5 (2010) – Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspectos geotécnicos.

7 MATERIAIS

Os materiais a utilizar na execução da obra foram ditados pela necessidade de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade da obra.

1. **Betão:**

- Quadro e Muros de Suporte NP EN206-1 • C30/37 • XC4(P) • Cl0.4 • D_{max}20 • S3/S4
- Betão de Regularização NP EN206-1 • C16/20 • XC0(P) • Cl0.4 • D_{max}20 • S3

Recobrimentos nominais (NP EN 206-1):

- Quadro e Muros de Suporte 40mm

2. **Aço:**

- Aço em armaduras ordináriasA500 NR SD (E460-2010)

8 EQUIPA TÉCNICA DE PROJECTO

Chefe de Projecto:	Eng.º Tiago Mendonça
Coordenador de Projecto:	Eng.º Manuel Almeida
Concepção e Cálculo Estrutural:	Eng.º Manuel Almeida Eng.º Narciso Ferreira Eng.º João Marques
Desenho e Computação Gráfica:	António Macau

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	MATERIAIS	4
3	REGULAMENTAÇÃO	4
4	ACÇÕES E COMBINAÇÕES DE ACÇÕES	5
4.1	Acções	5
4.1.1	Acções permanentes	5
4.1.1.1	Peso próprio	5
4.1.1.2	Restantes cargas permanentes	6
4.1.1.3	Impulsos de terra	6
4.1.2	Acções variáveis	6
4.1.2.1	Sobrecargas rodoviárias regulamentares	6
4.1.2.2	Impulso do terrapleno devido à sobrecarga rodoviária	6

4.1.3	Acção Sísmica	6
4.2	Combinações de acções	7
4.2.1	Estados Limite Últimos	7
4.2.2	Estados Limite de Utilização.....	7
4.2.2.1	Estado Limite de Largura de fendas	7
4.2.3	Estado Limite de Deformação.....	8
4.2.4	Máxima compressão do betão.....	8
5	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	9
5.1	Modelação estrutural	9
5.2	Esforços e deformações.....	9
5.3	Estados limite últimos.....	10
5.3.1	Estado limite de flexão.....	10
5.3.2	Estado limite último de esforço transverso	10
5.3.3	Verificação da segurança aos estados limites últimos	11
5.4	Estados limite de utilização	11
5.4.1	Estado limite de largura de fendas	11
5.4.2	Estado limite de deformação	11
5.4.3	Máxima compressão do betão.....	11
5.5	Tensões na fundação	11

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

1 INTRODUÇÃO

A presente Verificação de Segurança refere-se ao Projecto de Execução da estrutura do túnel e muros de contenção no eixo 01, no âmbito da intervenção viária no Parque de Santa Cruz, em Carnaxide, Município de Oeiras.

A solução estrutural preconizada para a estrutura do túnel consiste num quadro fechado em betão armado com dimensões interiores livres de 5mx5.50m, com espessura dos montantes e lajes de 0.50m. São previstos muros de ala para suporte dos taludes de aterro à saída do túnel. Estes muros, de espessura variável, com 0.30m no topo e jorramento de 5%, assentam numa laje de soleira com 0.60m de espessura. Prevê-se ainda o prolongamento d muro no lado Sul através da execução de um muro de suporte de terras, igualmente de espessura variável, com 0.30m no topo e jorramento de 5%, fundado através de uma sapata com 0.60m de espessura.

2 MATERIAIS

Os materiais a utilizar na execução da obra foram ditados pela necessidade de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade da obra.

1. Betão:

- Quadro e Muros de Suporte NP EN206-1 • C30/37 • XC4(P) • Cl0.4 • D_{max}20 • S3/S4
- Betão de Regularização NP EN206-1 • C16/20 • XC0(P) • Cl0.4 • D_{max}20 • S3

Recobrimentos nominais (NP EN 206-1):

- Quadro e Muros de Suporte 40mm

2. Aço:

- Aço em armaduras ordinárias A500 NR SD (E460-2010)

3 REGULAMENTAÇÃO

No presente projecto, as acções, as propriedades dos materiais constituintes e a verificação da segurança das novas estruturas a construir, foram definidas e realizadas de acordo com todas as normas e os regulamentos aplicáveis em vigor, nomeadamente:

- RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes, 1983;
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, 1983;
- NP EN 206-1 (2007) – Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP ENV 13670-1 (2007) – Execução de estruturas em betão – Parte 1: Regras gerais;
- LNEC E 464 (2007) – Betões – Metodologia prescritiva para uma vida útil de projecto de 50 e de 100 anos face às acções ambientais.

Nos casos em que a regulamentação acima mencionada é omissa, menos esclarecedora, desadequada ou tecnicamente menos evoluída, foram tomadas em consideração as disposições constantes nas novas especificações e normas nacionais e europeias, ou outra regulamentação aplicável, como seja:

- NP EN 1990 (2009) – Eurocódigo – Bases para o projecto de estruturas;
- NP EN 1991-1-4 (2010) – Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas - Parte 1-4: Acções gerais – Acções do Vento;
- NP EN 1991-1-5 (2009) – Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas - Parte 1-5: Acções gerais – Acções Térmicas;

- NP EN 1992-1-1 (2010) – Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- EN 1992-2 (2005) – Concrete Bridges – Design and detailing rules
- NP EN 1997-1 (2010) – Eurocódigo 7 – Projecto Geotécnico – Parte 1: Regras Gerais
- NP EN 1998-1 (2010) – Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios;
- EN 1998-2 (2005) – Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 2: Bridges;
- NP EN 1998-5 (2010) – Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspectos geotécnicos.

4 ACÇÕES E COMBINAÇÕES DE ACÇÕES

4.1 Acções

Para servir de base à sua quantificação e às regras da sua combinação, as acções são classificadas como:

- Acções permanentes:

As acções permanentes consideradas são todas aquelas que assumem valor constante, ou pequenas variações em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida da estrutura.

Acções variáveis:

Estas acções assumem valores com variação em torno do seu valor médio durante a vida útil da estrutura.

Acção de acidente (Acção Sísmica):

Estas acções apresentam curta duração mas com intensidade significativa e com pequena probabilidade de ocorrência.

4.1.1 Acções permanentes

4.1.1.1 Peso próprio

O peso próprio dos elementos estruturais foi determinado a partir da geometria definida nas peças desenhadas e dos pesos específicos dos materiais que os constituem:

- Peso específico do betão $\gamma_{\text{betão}} = 25 \text{ kN/m}^3$

4.1.1.2 Restantes cargas permanentes

As restantes acções permanentes, por metro de desenvolvimento da obra e que foram consideradas no cálculo são as seguintes:

- Betuminoso (0.12 x 24 kN/m³) 2.88 kN/m²
- Peso das terras de aterro 20 kN/m³

4.1.1.3 Impulsos de terra

A acção das terras sobre os montantes laterais foi determinada com base nos coeficientes de impulso, desprezando-se o atrito entre as terras e o tardo dos muros de betão. A verificação da segurança foi efectuada para:

- Peso específico do solo $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Coeficiente de impulso em repouso $k_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$

4.1.2 Acções variáveis

As acções consideradas são aquelas específicas de pontes rodoviárias.

4.1.2.1 Sobrecargas rodoviárias regulamentares

De acordo com o RSA e para pontes rodoviárias de classe I, foram considerados dois tipos de sobrecargas:

- sobrecarga uniformemente distribuída de 4.00 kN/m², associada a uma sobrecarga transversal com distribuição linear de 50 kN/m e a uma força de frenagem de 30 kN/m;
- ou um veículo na faixa de rodagem com três eixos equidistantes de 1.50 m na direcção longitudinal, separados na direcção transversal de 2.00 m, e com uma carga de 200 kN por eixo.

4.1.2.2 Impulso do terrapleno devido à sobrecarga rodoviária

O efeito das sobrecargas devido ao tráfego no terrapleno traduz-se num impulso horizontal sobre os montantes com distribuição uniforme. O valor característico da sobrecarga é de 10 kN/m².

4.1.3 Acção Sísmica

A acção sísmica foi considerada de acordo com a norma NP EN1998-1 2010 onde foram determinadas as acelerações sísmicas de acordo com o apresentado no Anexo Nacional.

Para o Município de Oeiras, esta norma estabelece uma aceleração de 1.7m/s² para a acção sísmica tipo 2.

4.2 Combinações de acções

4.2.1 Estados Limite Últimos

Para a verificação da segurança em relação aos Estados Limite Últimos, as acções variáveis de base da combinação foram quantificadas pelos seus valores característicos (F_k) e as restantes pelos seus valores reduzidos de combinação ($\psi_0 F_k$), que têm em conta a maior probabilidade de serem excedidos se todas as acções actuarem em simultâneo.

Deste modo, os valores de cálculo dos esforços actuantes para a verificação da segurança, podendo assumir-se como linear a relação entre as acções e os esforços, foram obtidos considerando a seguinte regra fundamental, quando o sismo não é a acção base de combinação (S_{q1}):

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[S_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qik} \right]$$

No caso das combinações em que a acção sísmica é quantificada pelo seu valor F_k (acção de base da combinação), dado o seu curto período de actuação, atribui-se às acções acompanhantes os seus valores quase permanentes $\psi_2 F_k$. Deste modo, a expressão acima referida toma a seguinte forma:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} S_{Qik}$$

Assim, as combinações foram efectuadas de acordo com as seguintes expressões:

- Acção base: Sobrecargas

$$S_{sd} = \{1.5 \text{ ou } 1.0\} \times S_G + \{1.5 \text{ ou } 1.0\} \times S_{RCP} + \{1.5 \text{ ou } 0\} \times S_Q$$

- Acção base: Sismo

$$S_{sd} = 1.0 \times S_G + 1.0 \times S_{Ek}$$

- S_G - Esforços devidos às cargas permanentes;
- S_{RCP} - Esforços devidos às restantes cargas permanentes;
- S_Q - Esforços devidos às sobrecargas rodoviárias (envolvente);
- S_{Ek} - Esforços devidos à acção sísmica;

4.2.2 Estados Limite de Utilização

4.2.2.1 Estado Limite de Largura de fendas

De acordo com o EC2 – Parte2 e tendo em conta o tipo de exposição da estrutura.

A verificação da abertura de fendas nos elementos de betão armado foi efectuada, de acordo com o EC2-2, para a combinação quase-permanente de acções e para uma abertura máxima de 0.3 mm, cujos factores de segurança foram definidos conforme o RSA, por:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{G_{i,k}} + \sum_{j=1}^n \Psi_{2,j} S_{Q_{j,k}}$$

Assim, as combinações foram feitas de acordo com as seguintes expressões:

- Acção base: Sobrecargas

$$S_{sd} = 1.0 \times S_G + 1.0 \times S_{RCP} + 0.2 \times S_Q$$

4.2.3 Estado Limite de Deformação

A verificação da deformação foi efectuada para a combinação frequente de acções, cujos factores de segurança foram definidos conforme o RSA, por:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{G_{i,k}} + \Psi_{1,1} S_{Q_{1,k}} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2,j} S_{Q_{j,k}}$$

Assim, as combinações foram feitas de acordo com as seguintes expressões:

- Acção base: Sobrecargas

$$S_{sd} = 1.0 \times S_G + 1.0 \times S_{RCP} + 0.40 \times S_Q$$

A deformação foi limitada a conforme o REBAP:

- L/400 – flecha máxima a longo prazo para a combinação frequente de acções;

4.2.4 Máxima compressão do betão

A verificação da máxima compressão do betão foi efectuada para a combinação rara de acções, cujos factores de segurança foram definidos conforme o RSA, por:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{G_{i,k}} + \sum_{j=1}^n S_{Q_{j,k}}$$

Assim, as combinações foram feitas de acordo com as seguintes expressões:

- Acção base: Sobrecargas

$$S_{sd} = 1.0 \times S_G + 1.0 \times S_{RCP} + 1.00 \times S_Q$$

A máxima compressão foi limitada a $0.6f_{ck} = 0.6 \times 30 = 18 \text{MPa}$.

5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

5.1 Modelação estrutural

Os modelos estruturais criados no programa de cálculo automático SAP2000 são constituídos por um pórtico bidimensional formado por elementos de barra. As características mecânicas dos elementos e as acções foram definidas em função da geometria indicada nos desenhos de construção.

Nas figuras seguintes apresentam-se os modelos de cálculo criados no programa SAP2000.

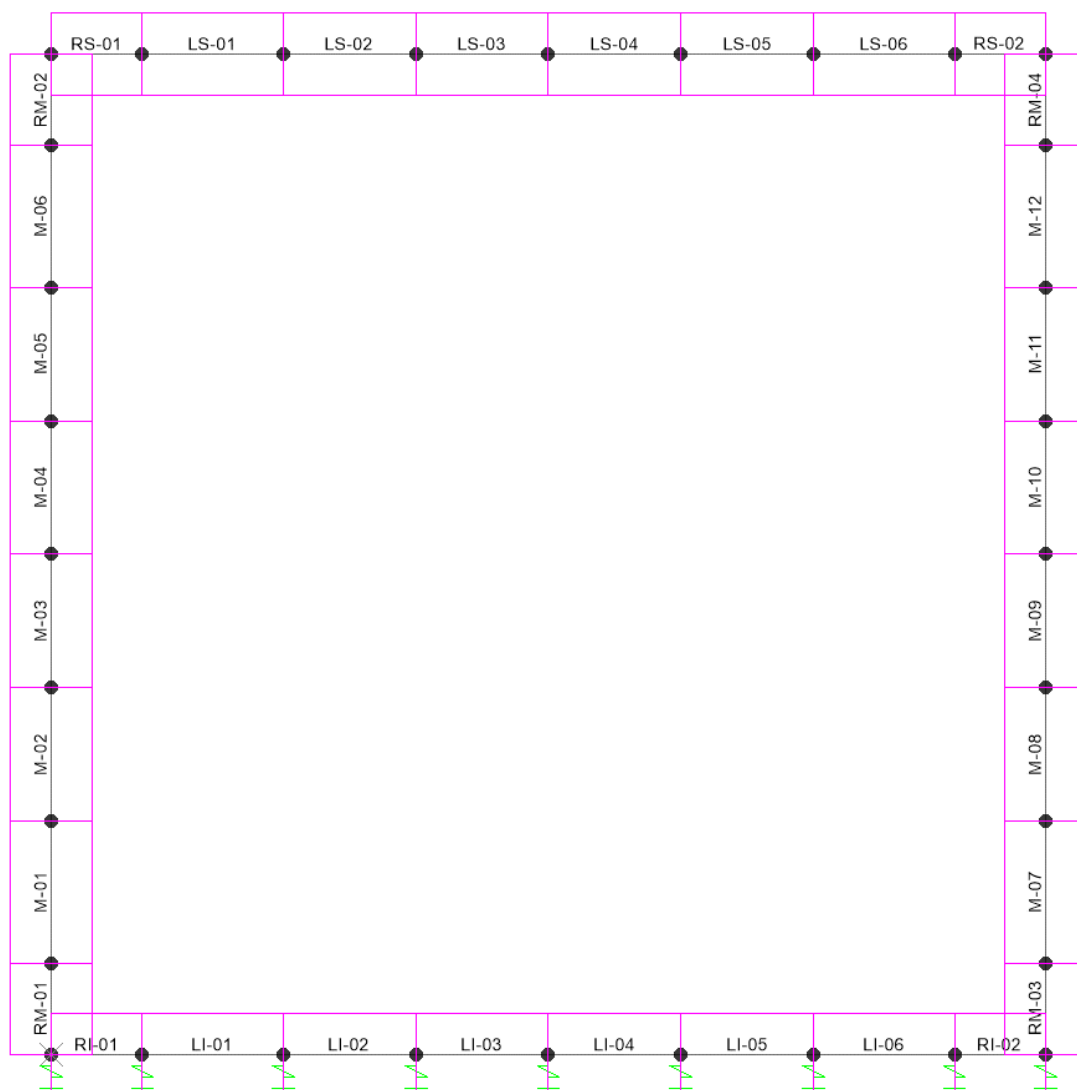


Figura 1 – Modelo estrutural do quadro.

5.2 Esforços e deformações

Os esforços característicos relativos a cada acção estão apresentados no Anexo 2.

5.3 Estados limite últimos

5.3.1 Estado limite de flexão

A verificação da resistência à flexão foi efectuada comparando os esforços máximos e mínimos de dimensionamento com os esforços resistentes.

Os esforços resistentes foram obtidos considerando as seguintes condições:

- conservação das secções planas;
- comportamento do betão traduzido pelo diagrama parábola-rectângulo com a extensão de cedência a 2.0 ‰ e a extensão máxima a 3.5 ‰. A tensão no betão a 2 ‰ é dada por $0.85f_{ck}/1.5$, sendo f_{ck} a tensão característica de resistência à compressão da classe de betão (provete cilíndrico). Despreza-se a resistência do betão à tracção;
- Diagrama simplificado de tensões-extensões para aços naturais, constituído por um troço rectilíneo de coeficiente angular igual a 200 ($E_s=200\text{GPa}$) e completado por outro troço rectilíneo, em patamar, e de ordenada igual à tensão de cálculo, conforme prescrito no REBAP. Para aços endurecidos a frio, e ainda de acordo com o REBAP, utiliza-se o diagrama sugerido pelo CEB, constituído por um troço linear com o mesmo coeficiente angular do diagrama anterior até à extensão correspondente a 0.7f seguido de um troço curvo cuja expressão analítica é a seguinte:
 - Em tracção: $\epsilon_s = \sigma_s / E_s + 0.823 * (\sigma_s / f_{syd} - 0.7)^5$
 - Em compressão: $\epsilon_s = \sigma_s / E_s + 0.823 * (\sigma_s / f_{syd} - 0.7)^5$
 - A extensão máxima em qualquer dos casos é de 10.0‰ e o seu encurtamento máximo é de 3.5 ‰;
- As armaduras sofrem a mesma deformação que o betão adjacente;

5.3.2 Estado limite último de esforço transversal

A verificação da resistência ao corte foi efectuada segundo indicado no REBAP da seguinte forma:

$$V_{rd} = V_{cd} + V_{wd}$$

$$V_{cd} = \tau_1 \times b_w \times d$$

$$V_{cd}' = V_{cd} \times \alpha$$

$\alpha = \max(0.6 \times (1.6 - d) ; 0.6)$ - Para elementos sem armadura de esforço transversal (lajes)

$\alpha = 1$ para elementos com armadura de esforço transversal (vigas)

$$V_{wd} = 0.9 \times d \times A_{sw}/s \times f_{syd}$$

$\tau_1 = 0.850$ MPa, para betão C30/37
 $f_{syd} = 435$ MPa, para aço A500NR;
 d = altura útil da secção;
 α = correção do termo V_{ed} para lajes sem armaduras de esforço transverso.

5.3.3 Verificação da segurança aos estados limites últimos

A verificação da segurança aos estados limite último de flexão e esforço transverso da laje inferior, laje superior e montantes estão presentes nos anexos 3.

A pormenorização adoptada nos desenhos de construção é aquela que permitiu otimizar os diâmetros empregues, tendo em conta a sua resistência e o comprimento *standard* fabricado.

5.4 Estados limite de utilização

5.4.1 Estado limite de largura de fendas

Os critérios de verificação deste Estado Limite foram definidos anteriormente.

A verificação da abertura de fendas foi efectuada nas secções onde a tensão nas fibras extremas excede o valor da tensão média de resistência do betão à tracção ($f_{ctm}=2900$ kPa).

A largura de fendas foi obtida pela seguinte expressão:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

- $S_{r,max}$ - Distância média final entre fendas;
- ε_{sm} - Extensão média no aço;
- ε_{cm} - Extensão média no betão;

A Verificação de segurança aos estados limites de utilização – Fendilhação estão presentes no anexo 4.

5.4.2 Estado limite de deformação

A flecha a tempo infinito foi estimada para uma humidade relativa de 70 %, tendo-se obtido o valor de 2.6 para o coeficiente de fluência.

Deformada elastica a meio-vão= 1.4mm. Assim $(1+2.6) \times 1.4 = 5.1$ mm Este valor é inferior a $L/400=13.8$ mm, o que verifica a segurança.

5.4.3 Máxima compressão do betão

Os critérios de verificação deste Estado Limite foram definidos anteriormente.

A Verificação de segurança aos estados limites de utilização – Fendilhação estão presentes no anexo 4.

5.5 Tensões na fundação

De acordo com as reacções obtidas nos apoios elásticos, assim como nas folhas de cálculo dos muros de suporte em consola, o valor da tensão máxima para a combinação rara de acções não ultrapassa o

valor de 170kPa, pelo que se considera verificada a capacidade resistente da fundação, já que de acordo com o relatório geológico-geotécnico são estimadas tensões de segurança à rotura de:

- ZG3: 400-600kPa;
- ZG2: 3MPa;
- ZG1: 10MPa.

ANEXOS DE CÁLCULO

Parque de Santa Cruz – Aquaterra MasterPlan

Obras de Arte – Eixo 01

Projecto de Execução

Verificação de Segurança



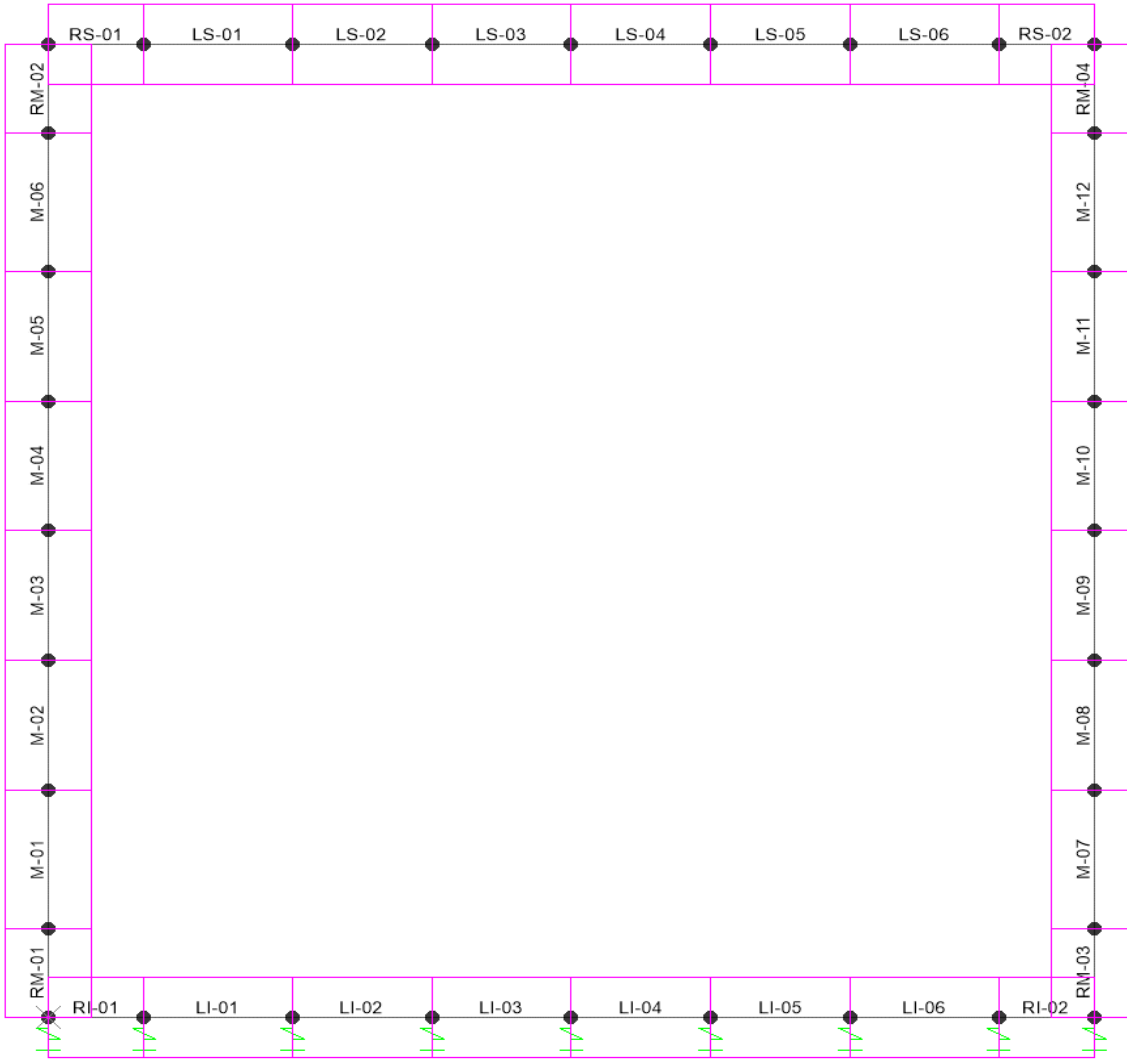
ANEXO 1 - TÚNEL NO EIXO 1

ESTRUTURA DO QUADRO

ZONA TIPO 1

Anexo 1.1 - Modelo de Cálculo

A1 - Modelo de cálculo



Anexo 1.2 - Esforços de Flexão e
Esforço Transverso

A2 - ESFORÇOS CARACTERISTICOS

Esforços característicos

Elem	station (m)	Flexão									
		case	PP	RCP	Terras-I0	20-SC_ENV	20-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-Ias	20-TERRAS-Ias
		x (m)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)
M-01	0.00	0.00	37.7	79.4	25.1	13.2	0.0	19.5	-16.8	230.0	-230.0
M-01	0.85	0.85	34.4	87.9	-66.2	14.6	0.0	6.4	-11.5	84.3	-84.3
M-02	0.00	0.85	34.4	87.9	-66.2	14.6	0.0	6.4	-11.5	84.3	-84.3
M-02	0.80	1.65	31.3	95.9	-112.6	15.9	0.0	0.0	-9.5	20.7	-20.7
M-03	0.00	1.65	31.3	95.9	-112.6	15.9	0.0	0.0	-9.5	20.7	-20.7
M-03	0.80	2.45	28.1	104.0	-124.5	17.2	0.0	0.0	-11.1	96.8	-96.8
M-04	0.00	2.45	28.1	104.0	-124.5	17.2	0.0	0.0	-11.1	96.8	-96.8
M-04	0.80	3.25	25.0	112.0	-105.5	18.6	0.0	3.6	-13.7	146.0	-146.0
M-05	0.00	3.25	25.0	112.0	-105.5	18.6	0.0	3.6	-13.7	146.0	-146.0
M-05	0.80	4.05	21.9	120.0	-59.4	19.9	0.0	8.6	-14.9	170.2	-170.2
M-06	0.00	4.05	21.9	120.0	-59.4	19.9	0.0	8.6	-14.9	170.2	-170.2
M-06	0.85	4.90	18.6	128.5	15.4	21.3	0.0	14.0	-13.1	171.0	-171.0
LI-01	0.00	0.00	4.1	-11.2	101.2	0.0	-1.9	28.4	-19.7	333.2	-333.2
LI-01	0.85	0.85	-28.8	-91.1	81.4	0.0	-15.1	21.3	-14.3	251.3	-251.3
LI-02	0.00	0.85	-28.8	-91.1	81.4	0.0	-15.1	21.3	-14.3	251.3	-251.3
LI-02	0.80	1.65	-44.5	-127.8	66.4	0.0	-21.2	12.2	-6.6	143.1	-143.1
LI-03	0.00	1.65	-44.5	-127.8	66.4	0.0	-21.2	12.2	-6.6	143.1	-143.1
LI-03	0.80	2.45	-49.2	-138.7	60.8	0.0	-23.0	5.2	0.0	26.5	-26.5
LI-04	0.00	2.45	-49.2	-138.7	60.8	0.0	-23.0	5.2	0.0	26.5	-26.5
LI-04	0.80	3.25	-44.5	-127.8	66.4	0.0	-21.2	12.2	-6.5	85.3	-85.3
LI-05	0.00	3.25	-44.5	-127.8	66.4	0.0	-21.2	12.2	-6.5	85.3	-85.3
LI-05	0.80	4.05	-28.8	-91.1	81.4	0.0	-15.1	21.2	-14.3	180.5	-180.5
LI-06	0.00	4.05	-28.8	-91.1	81.4	0.0	-15.1	21.2	-14.3	180.5	-180.5
LI-06	0.85	4.90	4.1	-11.2	101.2	0.0	-1.9	28.3	-19.6	245.1	-245.1
LS-01	0.00	0.00	0.4	-29.1	-75.9	0.0	-4.8	7.8	-14.9	123.6	-123.6
LS-01	0.85	0.85	21.9	91.3	-75.9	15.1	0.0	3.9	-11.0	69.2	-69.2
LS-02	0.00	0.85	21.9	91.3	-75.9	15.1	0.0	3.9	-11.0	69.2	-69.2
LS-02	0.80	1.65	33.9	158.5	-75.9	26.3	0.0	0.2	-7.3	18.0	-18.0
LS-03	0.00	1.65	33.9	158.5	-75.9	26.3	0.0	0.2	-7.3	18.0	-18.0
LS-03	0.80	2.45	37.9	180.9	-75.9	30.0	0.0	0.0	-7.1	33.2	-33.2
LS-04	0.00	2.45	37.9	180.9	-75.9	30.0	0.0	0.0	-7.1	33.2	-33.2
LS-04	0.80	3.25	33.9	158.5	-75.9	26.3	0.0	0.1	-7.2	84.5	-84.5
LS-05	0.00	3.25	33.9	158.5	-75.9	26.3	0.0	0.1	-7.2	84.5	-84.5
LS-05	0.80	4.05	21.9	91.3	-75.9	15.1	0.0	3.8	-10.9	135.7	-135.7
LS-06	0.00	4.05	21.9	91.3	-75.9	15.1	0.0	3.8	-10.9	135.7	-135.7
LS-06	0.85	4.90	0.4	-29.1	-75.9	0.0	-4.8	7.7	-14.8	190.1	-190.1

A2 - ESFORÇOS CARACTERISTICOS

Esforços caracteri:

Elem	station (m)	Esforço Transverso									
		case	PP	RCP	Terras-I0	20-SC_ENV	20-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-las	20-TERRAS-las
		x (m)	(kN)	(kN)	(kN)	max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)
M-01	0.00	0.00	3.9	-10.0	134.4	0.0	-1.7	17.2	-6.3	193.0	-193.0
M-01	0.85	0.85	3.9	-10.0	81.1	0.0	-1.7	13.5	-6.3	150.3	-150.3
M-02	0.00	0.85	3.9	-10.0	81.1	0.0	-1.7	13.5	-6.3	150.3	-150.3
M-02	0.80	1.65	3.9	-10.0	35.7	0.0	-1.7	10.1	-6.3	112.8	-112.8
M-03	0.00	1.65	3.9	-10.0	35.7	0.0	-1.7	10.1	-6.3	112.8	-112.8
M-03	0.80	2.45	3.9	-10.0	-5.2	0.0	-1.7	6.7	-6.3	77.8	-77.8
M-04	0.00	2.45	3.9	-10.0	-5.2	0.0	-1.7	6.7	-6.3	77.8	-77.8
M-04	0.80	3.25	3.9	-10.0	-41.5	0.0	-1.7	3.2	-6.3	45.4	-45.4
M-05	0.00	3.25	3.9	-10.0	-41.5	0.0	-1.7	3.2	-6.3	45.4	-45.4
M-05	0.80	4.05	3.9	-10.0	-73.2	0.0	-1.7	0.0	-6.5	15.6	-15.6
M-06	0.00	4.05	3.9	-10.0	-73.2	0.0	-1.7	0.0	-6.5	15.6	-15.6
M-06	0.85	4.90	3.9	-10.0	-101.9	0.0	-1.7	0.0	-10.2	13.3	-13.3
LI-01	0.00	0.00	33.5	94.0	23.3	15.6	0.0	8.3	-6.3	96.3	-96.3
LI-01	0.85	0.85	44.1	94.0	23.3	15.6	0.0	8.3	-6.3	96.3	-96.3
LI-02	0.00	0.85	14.6	45.8	18.7	7.6	0.0	11.3	-9.7	135.3	-135.3
LI-02	0.80	1.65	24.6	45.8	18.7	7.6	0.0	11.3	-9.7	135.3	-135.3
LI-03	0.00	1.65	0.9	13.6	7.0	2.3	0.0	12.0	-11.4	145.8	-145.8
LI-03	0.80	2.45	10.9	13.6	7.0	2.3	0.0	12.0	-11.4	145.8	-145.8
LI-04	0.00	2.45	-10.9	-13.6	-7.0	0.0	-2.3	11.4	-12.0	139.7	-139.7
LI-04	0.80	3.25	-0.9	-13.6	-7.0	0.0	-2.3	11.4	-12.0	139.7	-139.7
LI-05	0.00	3.25	-24.6	-45.8	-18.7	0.0	-7.6	9.7	-11.3	119.0	-119.0
LI-05	0.80	4.05	-14.6	-45.8	-18.7	0.0	-7.6	9.7	-11.3	119.0	-119.0
LI-06	0.00	4.05	-44.1	-94.0	-23.3	0.0	-15.6	6.3	-8.3	76.0	-76.0
LI-06	0.85	4.90	-33.5	-94.0	-23.3	0.0	-15.6	6.3	-8.3	76.0	-76.0
LS-01	0.00	0.00	-30.6	-171.5	0.0	0.0	-28.4	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-01	0.85	0.85	-20.0	-112.0	0.0	0.0	-18.6	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-02	0.00	0.85	-20.0	-112.0	0.0	0.0	-18.6	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-02	0.80	1.65	-10.0	-56.0	0.0	0.0	-9.3	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-03	0.00	1.65	-10.0	-56.0	0.0	0.0	-9.3	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-03	0.80	2.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-04	0.00	2.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-04	0.80	3.25	10.0	56.0	0.0	9.3	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-05	0.00	3.25	10.0	56.0	0.0	9.3	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-05	0.80	4.05	20.0	112.0	0.0	18.6	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-06	0.00	4.05	20.0	112.0	0.0	18.6	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0
LS-06	0.85	4.90	30.6	171.5	0.0	28.4	0.0	4.6	-4.6	64.0	-64.0

Anexo 1.3 - Verificação aos Estados
Limites Últimos

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_c	1.5

f_{syk} (MPa)	500	γ_s	1.15
E_s (GPa)	200	c (m)	0.05

Estado Limite Ultimo de Flexão																									
Geometria												M				N				ENV					
Elem	station	x	Secção	b_0	H	A	A_{s1}	d_1	A_{s2}	d_2	x	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ENV	ENV	ENV	ENV	ENV	
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m ²)	(cm ²)	(m)	(cm ²)	(m)	(m)	max	max	min	min	max	max	min	min	max	min	N	Mrd+	Mrd-	
												(kNm)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
LI-01	0.00	0.00	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	0.00	169.6	-153.7	61.8	-252.7	427.3	-86.4	-239.0	-244.6	427.3	-239.0	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LI-01	0.85	0.85	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	0.85	-6.6	-153.7	-96.2	-252.7	212.8	-86.4	-289.9	-244.6	212.8	-289.9	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LI-02	0.00	0.85	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	0.85	-6.6	-153.7	-96.2	-252.7	212.8	-86.4	-289.9	-244.6	212.8	-289.9	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LI-02	0.80	1.65	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	1.65	-87.5	-153.7	-184.5	-252.7	37.3	-86.4	-249.0	-244.6	37.3	-249.0	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-03	0.00	1.65	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	1.65	-87.5	-153.7	-184.5	-252.7	37.3	-86.4	-249.0	-244.6	37.3	-249.0	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-03	0.80	2.45	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	2.45	-119.2	-153.7	-206.0	-252.7	-100.5	-86.4	-153.5	-244.6	-100.5	-206.0	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-04	0.00	2.45	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	2.45	-119.2	-153.7	-206.0	-252.7	-100.5	-86.4	-153.5	-244.6	-100.5	-206.0	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-04	0.80	3.25	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	3.25	-87.5	-153.7	-184.4	-252.7	-20.5	-86.4	-191.1	-244.6	-20.5	-191.1	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-05	0.00	3.25	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	3.25	-87.5	-153.7	-184.4	-252.7	-20.5	-86.4	-191.1	-244.6	-20.5	-191.1	-86.4	211.4	-489.1	VERIFICA
LI-05	0.80	4.05	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	4.05	-6.7	-153.7	-96.1	-252.7	141.9	-86.4	-219.0	-244.6	141.9	-219.0	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LI-06	0.00	4.05	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	4.05	-6.7	-153.7	-96.1	-252.7	141.9	-86.4	-219.0	-244.6	141.9	-219.0	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LI-06	0.85	4.90	L0.50	1.00	0.50	0.5000	25.75	0.45	15.70	0.05	4.90	169.5	-153.7	61.9	-252.7	339.2	-86.4	-151.0	-244.6	339.2	-151.0	-86.4	489.1	-314.0	VERIFICA
LS-01	0.00	0.00	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	0.00	-92.9	-123.8	-170.8	-188.4	19.1	-88.9	-228.2	-158.7	19.1	-228.2	-88.9	211.9	-489.5	VERIFICA
LS-01	0.85	0.85	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	0.85	79.0	-123.8	21.0	-188.4	106.6	-82.0	-31.8	-165.6	106.6	-31.8	-82.0	210.4	-488.2	VERIFICA
LS-02	0.00	0.85	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	0.85	79.0	-123.8	21.0	-188.4	106.6	-82.0	-31.8	-165.6	106.6	-31.8	-82.0	210.4	-488.2	VERIFICA
LS-02	0.80	1.65	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	1.65	197.1	-123.8	105.7	-188.4	134.6	-75.5	98.6	-172.1	197.1	98.6	-75.5	389.6	-208.9	VERIFICA
LS-03	0.00	1.65	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	1.65	197.1	-123.8	105.7	-188.4	134.6	-75.5	98.6	-172.1	197.1	98.6	-75.5	389.6	-208.9	VERIFICA
LS-03	0.80	2.45	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	2.45	238.1	-123.8	132.4	-188.4	176.3	-69.0	109.8	-178.6	238.1	109.8	-69.0	388.3	-207.5	VERIFICA
LS-04	0.00	2.45	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	2.45	238.1	-123.8	132.4	-188.4	176.3	-69.0	109.8	-178.6	238.1	109.8	-69.0	388.3	-207.5	VERIFICA
LS-04	0.80	3.25	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	3.25	197.0	-123.8	105.8	-188.4	201.1	-62.5	32.2	-185.0	201.1	32.2	-62.5	387.0	-206.0	VERIFICA
LS-05	0.00	3.25	L0.50	1.00	0.50	0.5000	20.10	0.45	10.05	0.05	3.25	197.0	-123.8	105.8	-188.4	201.1	-62.5	32.2	-185.0	201.1	32.2	-62.5	387.0	-206.0	VERIFICA
LS-05	0.80	4.05	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	4.05	78.9	-123.8	21.1	-188.4	173.1	-56.1	-98.3	-191.5	173.1	-98.3	-56.1	204.6	-483.3	VERIFICA
LS-06	0.00	4.05	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	4.05	78.9	-123.8	21.1	-188.4	173.1	-56.1	-98.3	-191.5	173.1	-98.3	-56.1	204.6	-483.3	VERIFICA
LS-06	0.85	4.90	L0.50	1.00	0.50	0.5000	10.05	0.45	25.75	0.05	4.90	-93.0	-123.8	-170.6	-188.4	85.5	-49.2	-294.7	-198.4	85.5	-294.7	-49.2	203.0	-481.9	VERIFICA

A3 - ELU Lajes

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	τ_1 (MPa)	0.85
E_{cm} (GPa)	33.0	τ_2 (MPa)	6.00

f_{syk} (MPa)	500
E_s (GPa)	200

Estado Limite Ultimo de Esforço Transverso												
Elem	x (m)	b_0 (m)	d (m)	ELU-SC		ELU-SISMO		V_{cd} (kN)	A_{sw}/S (cm ² /m)	V_{wd} (kN)	V_{Rd} (kN)	
				max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)					
LI-01	0.00	1.00	0.45	239.4	141.3	247.0	54.5	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LI-01	0.85	1.00	0.45	253.7	151.9	257.6	65.1	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LI-02	0.85	1.00	0.45	135.2	64.5	214.4	-56.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-02	1.65	1.00	0.45	148.7	74.5	224.4	-46.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-03	1.65	1.00	0.45	50.4	4.4	167.3	-124.3	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-03	2.45	1.00	0.45	63.9	14.4	177.3	-114.3	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-04	2.45	1.00	0.45	-14.4	-63.9	108.2	-171.2	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-04	3.25	1.00	0.45	-4.4	-50.4	118.2	-161.2	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-05	3.25	1.00	0.45	-74.6	-148.6	29.9	-208.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-05	4.05	1.00	0.45	-64.6	-135.1	39.9	-198.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LI-06	4.05	1.00	0.45	-151.9	-253.7	-85.4	-237.4	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LI-06	4.90	1.00	0.45	-141.3	-239.3	-74.7	-226.8	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LS-01	0.00	1.00	0.45	-195.2	-322.4	-138.1	-266.2	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LS-01	0.85	1.00	0.45	-125.1	-213.0	-68.0	-196.0	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LS-02	0.85	1.00	0.45	-125.1	-213.0	-68.0	-196.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-02	1.65	1.00	0.45	-59.1	-109.9	-2.0	-130.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-03	1.65	1.00	0.45	-59.1	-109.9	-2.0	-130.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-03	2.45	1.00	0.45	6.9	-6.9	64.0	-64.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-04	2.45	1.00	0.45	6.9	-6.9	64.0	-64.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-04	3.25	1.00	0.45	109.9	59.1	130.0	2.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-05	3.25	1.00	0.45	109.9	59.1	130.0	2.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-05	4.05	1.00	0.45	213.0	125.1	196.0	68.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
LS-06	4.05	1.00	0.45	213.0	125.1	196.0	68.0	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
LS-06	4.90	1.00	0.45	322.4	195.2	266.2	138.1	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_e	1.5

f_{syk} (MPa)	500	γ_s	1.15
E_s (GPa)	200	c (m)	0.05

Estado Limite Ultimo de Flexão																																
Geometria												N				M				N				M				ENV				
Elem	station (m)	x (m)	Seção	b0 (m)	H (m)	A (m ²)	As1 (cm ²)	d1 (m)	As2 (cm ²)	d2 (m)	x (m)	max (kN)	max (kNm)	min (kN)	min (kNm)	max (kN)	max (kNm)	min (kN)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	Mrd+ (kNm)	Mrd- (kNm)	VERIFICA				
M-01	0.00	0.00	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	0.00	-295.0	240.9	-466.6	117.0	-237.8	372.2	-365.9	-87.8	372.2	-87.8	-237.8	517.2	-244.7	VERIFICA							
M-01	0.85	0.85	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	0.85	-284.3	107.3	-452.3	39.0	-227.2	140.5	-355.3	-28.2	140.5	-28.2	-227.2	515.3	-242.4	VERIFICA							
M-02	0.00	0.85	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	0.85	-284.3	107.3	-452.3	39.0	-227.2	140.5	-355.3	-28.2	140.5	-28.2	-227.2	515.3	-242.4	VERIFICA							
M-02	0.80	1.65	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	1.65	-274.3	43.6	-438.8	0.5	-217.2	35.4	-345.3	-6.1	43.6	-6.1	-217.2	240.2	-341.2	VERIFICA							
M-03	0.00	1.65	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	1.65	-274.3	43.6	-438.8	0.5	-217.2	35.4	-345.3	-6.1	43.6	-6.1	-217.2	240.2	-341.2	VERIFICA							
M-03	0.80	2.45	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	2.45	-264.3	36.2	-425.3	-9.1	-207.2	104.5	-335.3	-89.2	104.5	-89.2	-207.2	238.1	-339.2	VERIFICA							
M-04	0.00	2.45	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	2.45	-264.3	36.2	-425.3	-9.1	-207.2	104.5	-335.3	-89.2	104.5	-89.2	-207.2	238.1	-339.2	VERIFICA							
M-04	0.80	3.25	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	3.25	-254.3	75.8	-411.8	11.0	-197.2	177.4	-325.3	-114.5	177.4	-114.5	-197.2	235.9	-337.1	VERIFICA							
M-05	0.00	3.25	L0.50	1	0.50	0.5000	10.05	0.45	15.70	0.05	3.25	-254.3	75.8	-411.8	11.0	-197.2	177.4	-325.3	-114.5	177.4	-114.5	-197.2	235.9	-337.1	VERIFICA							
M-05	0.80	4.05	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	4.05	-244.3	154.2	-398.3	60.3	-187.2	252.7	-315.3	-87.6	252.7	-87.6	-187.2	507.9	-233.7	VERIFICA							
M-06	0.00	4.05	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	4.05	-244.3	154.2	-398.3	60.3	-187.2	252.7	-315.3	-87.6	252.7	-87.6	-187.2	507.9	-233.7	VERIFICA							
M-06	0.85	4.90	L0.50	1	0.50	0.5000	25.75	0.45	10.05	0.05	4.90	-233.7	272.3	-384.0	142.8	-176.6	333.5	-304.7	-8.4	333.5	-8.4	-176.6	506.0	-231.4	VERIFICA							

A3 - ELU Montante

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	τ_1 (MPa)	0.85
E_{cm} (GPa)	33.00	τ_2 (MPa)	6.00

f_{syk} (MPa)	500
E_s (GPa)	200

Estado Limite Ultimo de Esforço Transverso												
Elem	x (m)	b_0 (m)	d (m)	ELU-SC		ELU-SISMO		V_{cd} (kN)	A_{sw}/S (cm ² /m)	V_{wd} (kN)	V_{Rd} (kN)	
				max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)					
M-01	0.00	1.00	0.45	199.0	116.4	321.3	-64.7	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
M-01	0.85	1.00	0.45	121.5	63.1	225.3	-75.3	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
M-02	0.85	1.00	0.45	121.5	63.1	225.3	-75.3	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-02	1.65	1.00	0.45	55.0	17.6	142.3	-83.2	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-03	1.65	1.00	0.45	55.0	17.6	142.3	-83.2	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-03	2.45	1.00	0.45	-1.3	-27.2	66.5	-89.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-04	2.45	1.00	0.45	-1.3	-27.2	66.5	-89.1	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-04	3.25	1.00	0.45	-42.8	-76.1	-2.1	-93.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-05	3.25	1.00	0.45	-42.8	-76.1	-2.1	-93.0	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-05	4.05	1.00	0.45	-79.3	-119.3	-63.7	-94.9	263.93	0.0	0.00	263.93	VERIFICA
M-06	4.05	1.00	0.45	-79.3	-119.3	-63.7	-94.9	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA
M-06	4.90	1.00	0.45	-108.0	-163.5	-94.7	-121.3	263.93	12.5	220.11	484.03	VERIFICA

Anexo 1.4 - Verificação aos Estados
Limites de Serviço

ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90	f_{syk} (MPa)	500.0	γ_s	1.15	E_s/E_{cm}	15
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_c	1.5	E_s (GPa)	200	c (m)	0.05	k_1	0.8

Elem	station (m)	x (m)	Geometria			Armaduras				x (m)	FREQ.		RARA	
			Secção	b_0 (m)	H (m)	A_{s1} (cm ²)	d_1 (m)	A_{s2} (cm ²)	d_2 (m)		max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)
M-01	0.00	0.00	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	0.00	155.2	135.5	174.8	125.4
M-01	0.85	0.85	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	0.85	64.5	51.6	77.1	44.7
M-02	0.00	0.85	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	0.85	64.5	51.6	77.1	44.7
M-02	0.80	1.65	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	1.65	21.0	10.9	30.5	5.2
M-03	0.00	1.65	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	1.65	21.0	10.9	30.5	5.2
M-03	0.80	2.45	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	2.45	14.5	3.2	24.9	-3.5
M-04	0.00	2.45	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	2.45	14.5	3.2	24.9	-3.5
M-04	0.80	3.25	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	3.25	40.4	26.0	53.7	17.8
M-05	0.00	3.25	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	15.70	0.05	3.25	40.4	26.0	53.7	17.8
M-05	0.80	4.05	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	4.05	94.0	76.6	111.1	67.7
M-06	0.00	4.05	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	4.05	94.0	76.6	111.1	67.7
M-06	0.85	4.90	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	10.05	0.05	4.90	176.6	157.3	197.8	149.4
LI-01	0.00	0.00	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	0.00	105.5	85.5	122.5	72.5
LI-01	0.85	0.85	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	0.85	-30.0	-50.3	-17.2	-68.0
LI-02	0.00	0.85	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	0.85	-30.0	-50.3	-17.2	-68.0
LI-02	0.80	1.65	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	1.65	-100.9	-116.9	-93.6	-133.6
LI-03	0.00	1.65	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	1.65	-100.9	-116.9	-93.6	-133.6
LI-03	0.80	2.45	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	2.45	-124.9	-136.2	-121.8	-150.0
LI-04	0.00	2.45	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	2.45	-124.9	-136.2	-121.8	-150.0
LI-04	0.80	3.25	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	3.25	-101.0	-116.9	-93.6	-133.5
LI-05	0.00	3.25	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	3.25	-101.0	-116.9	-93.6	-133.5
LI-05	0.80	4.05	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	4.05	-30.0	-50.3	-17.3	-67.9
LI-06	0.00	4.05	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	4.05	-30.0	-50.3	-17.3	-67.9
LI-06	0.85	4.90	L0.50	1.00	0.50	25.75	0.45	15.70	0.05	4.90	105.4	85.5	122.4	72.6
LS-01	0.00	0.00	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	0.00	-101.5	-112.5	-96.8	-124.3
LS-01	0.85	0.85	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	0.85	45.0	33.0	56.4	26.5
LS-02	0.00	0.85	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	0.85	45.0	33.0	56.4	26.5
LS-02	0.80	1.65	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	1.65	127.2	113.7	143.1	109.3
LS-03	0.00	1.65	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	1.65	127.2	113.7	143.1	109.3
LS-03	0.80	2.45	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	2.45	155.0	140.2	173.0	135.9
LS-04	0.00	2.45	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	2.45	155.0	140.2	173.0	135.9
LS-04	0.80	3.25	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	3.25	127.2	113.7	143.0	109.4
LS-05	0.00	3.25	L0.50	1.00	0.50	20.10	0.45	10.05	0.05	3.25	127.2	113.7	143.0	109.4
LS-05	0.80	4.05	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	4.05	45.0	33.1	56.3	26.5
LS-06	0.00	4.05	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	4.05	45.0	33.1	56.3	26.5
LS-06	0.85	4.90	L0.50	1.00	0.50	10.05	0.45	25.75	0.05	4.90	-101.5	-112.4	-96.9	-124.2

ANEXO 1 - TÚNEL NO EIXO 1

MUROS

ZONA TIPO 2

Anexo 1.1 - Modelo de Cálculo



Anexo 1.2 - Esforços de Flexão e
Esforço Transverso

A2 - ESFORÇOS CARACTERISTICOS

Esforços característicos

Elem	station (m)	Flexão									
		case	PP	RCP	Terras-I0	20-SC_ENV	20-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-Ias	20-TERRAS-Ias
		x (m)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)
M-01	0.00	0.00	0.0	0.0	167.2	0.0	0.0	51.6	0.0	260.2	-260.2
M-01	0.80	0.80	0.0	0.0	98.0	0.0	0.0	36.1	0.0	171.2	-171.2
M-02	0.00	0.80	0.0	0.0	98.0	0.0	0.0	36.1	0.0	171.2	-171.2
M-02	0.80	1.60	0.0	0.0	51.1	0.0	0.0	23.4	0.0	103.8	-103.8
M-03	0.00	1.60	0.0	0.0	51.1	0.0	0.0	23.4	0.0	103.8	-103.8
M-03	0.80	2.40	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	13.4	0.0	55.5	-55.5
M-04	0.00	2.40	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	13.4	0.0	55.5	-55.5
M-04	0.80	3.20	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	6.2	0.0	23.8	-23.8
M-05	0.00	3.20	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	6.2	0.0	23.8	-23.8
M-05	0.80	4.00	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.7	0.0	6.1	-6.1
M-06	0.00	4.00	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.7	0.0	6.1	-6.1
M-06	0.90	4.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LI-01	0.00	0.00	-21.2	0.0	185.3	0.0	0.0	53.9	0.0	274.7	-274.7
LI-01	0.85	0.85	-37.3	0.0	149.1	0.0	0.0	43.4	0.0	207.2	-207.2
LI-02	0.00	0.85	-37.3	0.0	149.1	0.0	0.0	43.4	0.0	207.2	-207.2
LI-02	0.80	1.65	-43.6	0.0	121.7	0.0	0.0	35.4	0.0	140.2	-140.2
LI-03	0.00	1.65	-43.6	0.0	121.7	0.0	0.0	35.4	0.0	140.2	-140.2
LI-03	0.80	2.45	-45.2	0.0	111.4	0.0	0.0	32.4	0.0	83.5	-83.5
LI-04	0.00	2.45	-45.2	0.0	111.4	0.0	0.0	32.4	0.0	83.5	-83.5
LI-04	0.80	3.25	-43.6	0.0	121.7	0.0	0.0	35.4	0.0	42.2	-42.2
LI-05	0.00	3.25	-43.6	0.0	121.7	0.0	0.0	35.4	0.0	42.2	-42.2
LI-05	0.80	4.05	-37.3	0.0	149.1	0.0	0.0	43.4	0.0	16.3	-16.3
LI-06	0.00	4.05	-37.3	0.0	149.1	0.0	0.0	43.4	0.0	16.3	-16.3
LI-06	0.85	4.90	-21.2	0.0	185.3	0.0	0.0	53.9	0.0	3.0	-3.0

A2 - ESFORÇOS CARACTERISTICOS

Esforços caracteri:

Elem	station (m)	Esforço Transverso									
		case	PP	RCP	Terras-I0	20-SC_ENV	20-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-SC_ENV	20-TERRAS-las	20-TERRAS-las
		x (m)	(kN)	(kN)	(kN)	max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)
M-01	0.00	0.00	0.0	0.0	102.4	0.0	0.0	21.1	0.0	125.7	-125.7
M-01	0.80	0.80	0.0	0.0	71.7	0.0	0.0	17.6	0.0	97.2	-97.2
M-02	0.00	0.80	0.0	0.0	71.7	0.0	0.0	17.6	0.0	97.2	-97.2
M-02	0.80	1.60	0.0	0.0	46.4	0.0	0.0	14.2	0.0	71.8	-71.8
M-03	0.00	1.60	0.0	0.0	46.4	0.0	0.0	14.2	0.0	71.8	-71.8
M-03	0.80	2.40	0.0	0.0	26.7	0.0	0.0	10.8	0.0	49.5	-49.5
M-04	0.00	2.40	0.0	0.0	26.7	0.0	0.0	10.8	0.0	49.5	-49.5
M-04	0.80	3.20	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0	7.3	0.0	30.4	-30.4
M-05	0.00	3.20	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0	7.3	0.0	30.4	-30.4
M-05	0.80	4.00	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	3.9	0.0	14.3	-14.3
M-06	0.00	4.00	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	3.9	0.0	14.3	-14.3
M-06	0.90	4.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LI-01	0.00	0.00	13.5	0.0	42.6	0.0	0.0	15.4	-3.0	79.4	-79.4
LI-01	0.85	0.85	24.2	0.0	42.6	0.0	0.0	15.4	-3.0	79.4	-79.4
LI-02	0.00	0.85	2.9	0.0	34.3	0.0	0.0	16.2	-6.3	83.7	-83.7
LI-02	0.80	1.65	12.9	0.0	34.3	0.0	0.0	16.2	-6.3	83.7	-83.7
LI-03	0.00	1.65	-2.9	0.0	12.8	0.0	0.0	13.8	-10.0	70.9	-70.9
LI-03	0.80	2.45	7.1	0.0	12.8	0.0	0.0	13.8	-10.0	70.9	-70.9
LI-04	0.00	2.45	-7.1	0.0	-12.8	0.0	0.0	10.0	-13.8	51.7	-51.7
LI-04	0.80	3.25	2.9	0.0	-12.8	0.0	0.0	10.0	-13.8	51.7	-51.7
LI-05	0.00	3.25	-12.9	0.0	-34.3	0.0	0.0	6.3	-16.2	32.4	-32.4
LI-05	0.80	4.05	-2.9	0.0	-34.3	0.0	0.0	6.3	-16.2	32.4	-32.4
LI-06	0.00	4.05	-24.2	0.0	-42.6	0.0	0.0	3.0	-15.4	15.6	-15.6
LI-06	0.85	4.90	-13.5	0.0	-42.6	0.0	0.0	3.0	-15.4	15.6	-15.6

Anexo 1.3 - Verificação aos Estados
Limites Últimos

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_c	1.5

f_{syk} (MPa)	500	γ_s	1.15
E_s (GPa)	200	c (m)	0.05

Estado Limite Ultimo de Flexão																									
Geometria												M				N				ENV					
Elem	station (m)	x (m)	Secção	b_0 (m)	H (m)	A (m ²)	Armaduras				x (m)	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ENV	ENV	ENV	ENV	ENV	
							A_{s1} (cm ²)	d_1 (m)	A_{s2} (cm ²)	d_2 (m)		max (kNm)	max (kN)	min (kNm)	min (kN)	max (kNm)	max (kN)	min (kNm)	min (kN)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	N (kN)	Mrd+ (kNm)
LI-01	0.00	0.00	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	0.00	302.3	-115.3	164.1	-189.2	438.8	-115.3	-110.7	-115.3	438.8	-110.7	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA
LI-01	0.85	0.85	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	0.85	216.0	-115.3	111.8	-189.2	319.0	-115.3	-95.4	-115.3	319.0	-95.4	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA
LI-02	0.00	0.85	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	0.85	216.0	-115.3	111.8	-189.2	319.0	-115.3	-95.4	-115.3	319.0	-95.4	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA
LI-02	0.80	1.65	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	1.65	158.6	-115.3	78.1	-189.2	218.4	-115.3	-62.1	-115.3	218.4	-62.1	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-03	0.00	1.65	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	1.65	158.6	-115.3	78.1	-189.2	218.4	-115.3	-62.1	-115.3	218.4	-62.1	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-03	0.80	2.45	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	2.45	138.0	-115.3	66.2	-189.2	149.7	-115.3	-17.3	-115.3	149.7	-17.3	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-04	0.00	2.45	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	2.45	138.0	-115.3	66.2	-189.2	149.7	-115.3	-17.3	-115.3	149.7	-17.3	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-04	0.80	3.25	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	3.25	158.6	-115.3	78.1	-189.2	120.3	-115.3	35.9	-115.3	158.6	35.9	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-05	0.00	3.25	L0.60	1.00	0.60	0.6000	10.05	0.55	10.05	0.05	3.25	158.6	-115.3	78.1	-189.2	120.3	-115.3	35.9	-115.3	158.6	35.9	-115.3	267.3	-267.3	VERIFICA
LI-05	0.80	4.05	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	4.05	216.0	-115.3	111.8	-189.2	128.1	-115.3	95.5	-115.3	216.0	95.5	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA
LI-06	0.00	4.05	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	4.05	216.0	-115.3	111.8	-189.2	128.1	-115.3	95.5	-115.3	216.0	95.5	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA
LI-06	0.85	4.90	L0.60	1.00	0.60	0.6000	25.75	0.55	10.05	0.05	4.90	302.3	-115.3	164.1	-189.2	167.1	-115.3	161.0	-115.3	302.3	161.0	-115.3	612.2	-267.3	VERIFICA

A3 - ELU Lajes

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	τ_1 (MPa)	0.85
E_{cm} (GPa)	33.0	τ_2 (MPa)	6.00

f_{syk} (MPa)	500
E_s (GPa)	200

Estado Limite Ultimo de Esforço Transverso												
Elem	x (m)	b_0 (m)	d (m)	ELU-SC		ELU-SISMO		V_{cd} (kN)	A_{sw}/S (cm ² /m)	V_{wd} (kN)	V_{Rd} (kN)	
				max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)					
LI-01	0.00	1.00	0.55	98.9	51.6	135.6	-23.3	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-01	0.85	1.00	0.55	113.2	62.2	146.2	-12.7	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-02	0.85	1.00	0.55	74.5	27.7	120.9	-46.6	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-02	1.65	1.00	0.55	88.0	37.7	130.9	-36.6	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-03	1.65	1.00	0.55	34.0	-5.1	80.8	-61.0	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-03	2.45	1.00	0.55	47.5	4.9	90.8	-51.0	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-04	2.45	1.00	0.55	-4.9	-47.5	31.8	-71.6	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-04	3.25	1.00	0.55	5.1	-34.0	41.8	-61.6	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-05	3.25	1.00	0.55	-37.7	-88.0	-14.8	-79.5	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-05	4.05	1.00	0.55	-27.7	-74.5	-4.8	-69.5	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-06	4.05	1.00	0.55	-62.2	-113.2	-51.1	-82.4	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA
LI-06	4.90	1.00	0.55	-51.6	-98.9	-40.5	-71.7	294.53	0.0	0.00	294.53	VERIFICA

A3 - ELU Montante

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_c	1.5

f_{syk} (MPa)	500	γ_s	1.15
E_s (GPa)	200	c (m)	0.05

Estado Limite Ultimo de Flexão																									
Geometria												N				M				ENV					
Elem	station (m)	x (m)	Secção	b0 (m)	H (m)	A (m ²)	Armaduras				case	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SC	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ELU-SISMO	ENV	ENV	ENV	ENV	ENV	
							As1 (cm ²)	d1 (m)	As2 (cm ²)	d2 (m)		x (m)	max (kN)	max (kNm)	min (kN)	min (kNm)	max (kN)	max (kNm)	min (kN)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)	
M-01	0.00	0.00	L0.55	1	0.545	0.5450	25.75	0.50	10.05	0.05	0.00	-61.3	303.2	-82.7	167.2	-61.3	427.4	-61.3	-92.9	427.4	-92.9	-61.3	536.0	-226.8	VERIFICA
M-01	0.80	0.80	L0.51	1	0.505	0.5050	25.75	0.46	10.05	0.05	0.80	-51.3	186.5	-69.2	98.0	-51.3	269.2	-51.3	-73.2	269.2	-73.2	-51.3	488.1	-205.8	VERIFICA
M-02	0.00	0.80	L0.51	1	0.505	0.5050	25.75	0.46	10.05	0.05	0.80	-51.3	186.5	-69.2	98.0	-51.3	269.2	-51.3	-73.2	269.2	-73.2	-51.3	488.1	-205.8	VERIFICA
M-02	0.80	1.60	L0.47	1	0.465	0.4650	10.05	0.42	10.05	0.05	1.60	-41.3	104.1	-55.7	51.1	-41.3	155.0	-41.3	-52.7	155.0	-52.7	-41.3	185.2	-185.2	VERIFICA
M-03	0.00	1.60	L0.47	1	0.465	0.4650	10.05	0.42	10.05	0.05	1.60	-41.3	104.1	-55.7	51.1	-41.3	155.0	-41.3	-52.7	155.0	-52.7	-41.3	185.2	-185.2	VERIFICA
M-03	0.80	2.40	L0.43	1	0.425	0.4250	10.05	0.38	10.05	0.05	2.40	-31.3	50.2	-42.2	22.2	-31.3	77.8	-31.3	-33.3	77.8	-33.3	-31.3	165.0	-165.0	VERIFICA
M-04	0.00	2.40	L0.43	1	0.425	0.4250	10.05	0.38	10.05	0.05	2.40	-31.3	50.2	-42.2	22.2	-31.3	77.8	-31.3	-33.3	77.8	-33.3	-31.3	165.0	-165.0	VERIFICA
M-04	0.80	3.20	L0.39	1	0.385	0.3850	10.05	0.34	10.05	0.05	3.20	-21.3	18.8	-28.7	7.0	-21.3	30.8	-21.3	-16.8	30.8	-16.8	-21.3	145.2	-145.2	VERIFICA
M-05	0.00	3.20	L0.39	1	0.385	0.3850	10.05	0.34	10.05	0.05	3.20	-21.3	18.8	-28.7	7.0	-21.3	30.8	-21.3	-16.8	30.8	-16.8	-21.3	145.2	-145.2	VERIFICA
M-05	0.80	4.00	L0.35	1	0.345	0.3450	10.05	0.30	10.05	0.05	4.00	-11.3	4.0	-15.2	1.0	-11.3	7.2	-11.3	-5.1	7.2	-5.1	-11.3	125.8	-125.8	VERIFICA
M-06	0.00	4.00	L0.35	1	0.345	0.3450	10.05	0.30	10.05	0.05	4.00	-11.3	4.0	-15.2	1.0	-11.3	7.2	-11.3	-5.1	7.2	-5.1	-11.3	125.8	-125.8	VERIFICA
M-06	0.90	4.90	L0.3	1	0.3	0.3000	10.05	0.25	10.05	0.05	4.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.5	-104.5	VERIFICA

A3 - ELU Montante

Combinações Fundamentais - Estado Limite Ultimo de Flexão e Esforço Transverso

f_{ck} (MPa)	30.00	τ_1 (MPa)	0.85
E_{cm} (GPa)	33.00	τ_2 (MPa)	6.00

f_{syk} (MPa)	500
E_s (GPa)	200

Estado Limite Ultimo de Esforço Transverso												
Elem	x (m)	b_0 (m)	d (m)	ELU-SC		ELU-SISMO		V_{cd} (kN)	A_{sw}/S (cm ² /m)	V_{wd} (kN)	V_{Rd} (kN)	
				max (kN)	min (kN)	max (kN)	min (kN)					
M-01	0.00	1.00	0.50	169.8	102.4	228.1	-23.3	278.96	0.0	0.00	278.96	VERIFICA
M-01	0.80	1.00	0.46	123.2	71.7	168.9	-25.5	265.70	0.0	0.00	265.70	VERIFICA
M-02	0.80	1.00	0.46	123.2	71.7	168.9	-25.5	265.70	0.0	0.00	265.70	VERIFICA
M-02	1.60	1.00	0.42	84.0	46.4	118.2	-25.4	250.81	0.0	0.00	250.81	VERIFICA
M-03	1.60	1.00	0.42	84.0	46.4	118.2	-25.4	250.81	0.0	0.00	250.81	VERIFICA
M-03	2.40	1.00	0.38	52.1	26.7	76.2	-22.8	234.28	0.0	0.00	234.28	VERIFICA
M-04	2.40	1.00	0.38	52.1	26.7	76.2	-22.8	234.28	0.0	0.00	234.28	VERIFICA
M-04	3.20	1.00	0.34	27.6	12.3	42.7	-18.0	216.13	0.0	0.00	216.13	VERIFICA
M-05	3.20	1.00	0.34	27.6	12.3	42.7	-18.0	216.13	0.0	0.00	216.13	VERIFICA
M-05	4.00	1.00	0.30	10.5	3.5	17.8	-10.8	196.34	0.0	0.00	196.34	VERIFICA
M-06	4.00	1.00	0.30	10.5	3.5	17.8	-10.8	196.34	0.0	0.00	196.34	VERIFICA
M-06	4.90	1.00	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	172.13	0.0	0.00	172.13	VERIFICA

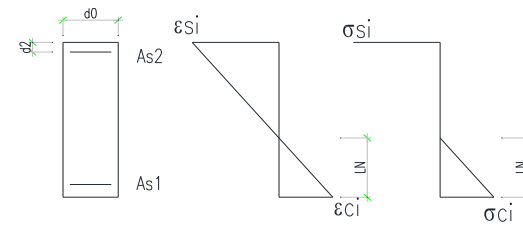
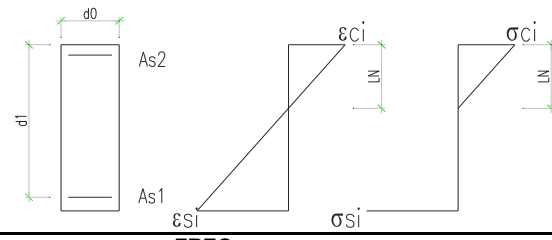
Anexo 1.4 - Verificação aos Estados
Limites de Serviço

ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO

f_{ck} (MPa)	30.00	f_{ctm} (MPa)	2.90	f_{syk} (MPa)	500.0	γ_s	1.15	E_g/E_{cm}	15
E_{cm} (GPa)	33.00	γ_c	1.5	E_g (GPa)	200	c (m)	0.05	k_1	0.8

Elem	station (m)	x (m)	Geometria			Armaduras				x (m)	FREQ.		RARA	
			Secção	b_0 (m)	H (m)	A_{s1} (cm ²)	d_1 (m)	A_{s2} (cm ²)	d_2 (m)		max (kNm)	min (kNm)	max (kNm)	min (kNm)
M-01	0.00	0.00	L0.55	1.00	0.55	25.75	0.50	10.05	0.05	0.00	187.9	167.2	218.9	167.2
M-01	0.80	0.80	L0.51	1.00	0.51	25.75	0.46	10.05	0.05	0.80	112.4	98.0	134.1	98.0
M-02	0.00	0.80	L0.51	1.00	0.51	25.75	0.46	10.05	0.05	0.80	112.4	98.0	134.1	98.0
M-02	0.80	1.60	L0.47	1.00	0.47	10.05	0.42	10.05	0.05	1.60	60.5	51.1	74.5	51.1
M-03	0.00	1.60	L0.47	1.00	0.47	10.05	0.42	10.05	0.05	1.60	60.5	51.1	74.5	51.1
M-03	0.80	2.40	L0.43	1.00	0.43	10.05	0.38	10.05	0.05	2.40	27.6	22.2	35.7	22.2
M-04	0.00	2.40	L0.43	1.00	0.43	10.05	0.38	10.05	0.05	2.40	27.6	22.2	35.7	22.2
M-04	0.80	3.20	L0.39	1.00	0.39	10.05	0.34	10.05	0.05	3.20	9.5	7.0	13.2	7.0
M-05	0.00	3.20	L0.39	1.00	0.39	10.05	0.34	10.05	0.05	3.20	9.5	7.0	13.2	7.0
M-05	0.80	4.00	L0.35	1.00	0.35	10.05	0.30	10.05	0.05	4.00	1.7	1.0	2.8	1.0
M-06	0.00	4.00	L0.35	1.00	0.35	10.05	0.30	10.05	0.05	4.00	1.7	1.0	2.8	1.0
M-06	0.90	4.90	L0.3	1.00	0.30	10.05	0.25	10.05	0.05	4.90	0.0	0.0	0.0	0.0
LI-01	0.00	0.00	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	0.00	185.6	164.1	218.0	164.1
LI-01	0.85	0.85	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	0.85	129.2	111.8	155.2	111.8
LI-02	0.00	0.85	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	0.85	129.2	111.8	155.2	111.8
LI-02	0.80	1.65	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	1.65	92.3	78.1	113.5	78.1
LI-03	0.00	1.65	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	1.65	92.3	78.1	113.5	78.1
LI-03	0.80	2.45	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	2.45	79.2	66.2	98.6	66.2
LI-04	0.00	2.45	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	2.45	79.2	66.2	98.6	66.2
LI-04	0.80	3.25	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	3.25	92.3	78.1	113.5	78.1
LI-05	0.00	3.25	L0.60	1.00	0.60	10.05	0.55	10.05	0.05	3.25	92.3	78.1	113.5	78.1
LI-05	0.80	4.05	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	4.05	129.2	111.8	155.2	111.8
LI-06	0.00	4.05	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	4.05	129.2	111.8	155.2	111.8
LI-06	0.85	4.90	L0.60	1.00	0.60	25.75	0.55	10.05	0.05	4.90	185.6	164.1	218.0	164.1

A4 - ELS



Elem	FREQ_max																FREQ_min																RARA_max				RARA_min			
	max	M_cr	LN	I ₂	W _{inf2}	W _{sup2}	σ _s	σ _c	h _{cef}	k ₂	φ _{eq}	ρ _{eff}	S _{r,max}	k _t	ε _{sm} -ε _{cm}	w _k	min	M_cr	LN	I ₂	W _{inf2}	W _{sup2}	σ _s	σ _c	h _{cef}	k ₂	φ _{eq}	ρ _{eff}	S _{r,max}	k _t	ε _{sm} -ε _{cm}	w _k	max	σ _c	0.6 f _{ck}	min	σ _c	0.6 f _{ck}		
	(kNm)	(kNm)	(m)	(m ⁴)	(m ³)	(m ³)	(MPa)	(MPa)	(m)		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(kNm)	(kNm)	(m)	(m ⁴)	(m ³)	(m ³)	(MPa)	(MPa)	(m)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	(kNm)	(MPa)	(MPa)					
M-01	187.9	143.4	0.161	0.006	0.017	0.035	165	-5.3	0.13	0.84	16	0.02	391	0.40	0.001	0.20	0.0	-143.4	0.108	0.003	0.007	0.025	0	0.0	0.13	0.86	16	0.01	750	0.40	0.000	-	218.9	-6.2	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-01	112.4	123.1	0.153	0.005	0.016	0.031	108	-3.6	0.12	0.83	16	0.02	377	0.40	0.000	-	0.0	-123.1	0.103	0.002	0.006	0.022	0	0.0	0.13	0.84	16	0.01	741	0.40	0.000	-	134.1	-4.3	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-02	112.4	123.1	0.153	0.005	0.016	0.031	108	-3.6	0.12	0.83	16	0.02	377	0.40	0.000	-	0.0	-123.1	0.103	0.002	0.006	0.022	0	0.0	0.13	0.84	16	0.01	741	0.40	0.000	-	134.1	-4.3	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-02	60.5	104.4	0.098	0.002	0.006	0.019	157	-3.2	0.12	0.83	16	0.01	722	0.40	0.000	-	0.0	-104.4	0.098	0.002	0.006	0.019	0	0.0	0.12	0.83	16	0.01	722	0.40	0.000	-	74.5	-4.0	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-03	60.5	104.4	0.098	0.002	0.006	0.019	157	-3.2	0.12	0.83	16	0.01	722	0.40	0.000	-	0.0	-104.4	0.098	0.002	0.006	0.019	0	0.0	0.12	0.83	16	0.01	722	0.40	0.000	-	74.5	-4.0	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-03	27.6	87.2	0.092	0.001	0.005	0.016	80	-1.7	0.11	0.83	16	0.01	670	0.40	0.000	-	0.0	-87.2	0.092	0.001	0.005	0.016	0	0.0	0.11	0.83	16	0.01	670	0.40	0.000	-	35.7	-2.2	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-04	27.6	87.2	0.092	0.001	0.005	0.016	80	-1.7	0.11	0.83	16	0.01	670	0.40	0.000	-	0.0	-87.2	0.092	0.001	0.005	0.016	0	0.0	0.11	0.83	16	0.01	670	0.40	0.000	-	35.7	-2.2	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-04	9.5	71.6	0.087	0.001	0.005	0.013	31	-0.7	0.10	0.83	16	0.01	619	0.40	0.000	-	0.0	-71.55	0.087	0.001	0.005	0.013	0	0.0	0.10	0.83	16	0.01	619	0.40	0.000	-	13.2	-1.0	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-05	9.5	71.6	0.087	0.001	0.005	0.013	31	-0.7	0.10	0.83	16	0.01	619	0.40	0.000	-	0.0	-71.55	0.087	0.001	0.005	0.013	0	0.0	0.10	0.83	16	0.01	619	0.40	0.000	-	13.2	-1.0	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-05	1.7	57.5	0.080	0.001	0.004	0.011	6	-0.2	0.09	0.83	16	0.01	568	0.40	0.000	-	0.0	-57.46	0.080	0.001	0.004	0.011	0	0.0	0.09	0.83	16	0.01	568	0.40	0.000	-	2.8	-0.3	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-06	1.7	57.5	0.080	0.001	0.004	0.011	6	-0.2	0.09	0.83	16	0.01	568	0.40	0.000	-	0.0	-57.46	0.080	0.001	0.004	0.011	0	0.0	0.09	0.83	16	0.01	568	0.40	0.000	-	2.8	-0.3	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
M-06	0.0	43.4	0.073	0.001	0.003	0.008	0	0.0	0.08	0.83	16	0.01	511	0.40	0.000	-	0.0	-43.45	0.073	0.001	0.003	0.008	0	0.0	0.08	0.83	16	0.01	511	0.40	0.000	-	0.0	0.0	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-01	185.6	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	146	-4.4	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	0.17	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	218.0	-5.2	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-01	129.2	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	102	-3.1	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	155.2	-3.7	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-02	129.2	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	102	-3.1	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	155.2	-3.7	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-02	92.3	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	179	-3.1	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.001	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	113.5	-3.9	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-03	92.3	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	179	-3.1	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.001	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	113.5	-3.9	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-03	79.2	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	154	-2.7	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	98.6	-3.4	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-04	79.2	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	154	-2.7	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	98.6	-3.4	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-04	92.3	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	179	-3.1	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.001	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	113.5	-3.9	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-05	92.3	173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	179	-3.1	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.001	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	113.5	-3.9	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-05	129.2	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	102	-3.1	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	155.2	-3.7	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-06	129.2	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	102	-3.1	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	-	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	155.2	-3.7	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA
LI-06	185.6	173.8	0.171	0.007	0.019	0.042	146	-4.4	0.13	0.85	16	0.02	396	0.40	0.000	0.17	0.0	-173.8	0.115	0.003	0.008	0.029	0	0.0	0.13	0.87	16	0.01	759	0.40	0.000	-	218.0	-5.2	-18	VERIFICA	0.0	0.0	-18	VERIFICA

ANEXO 1 - TÚNEL NO EIXO 1

MUROS EM CONSOLA

ZONA TIPO 3

MURO EM CONSOLA-h=5m

Verifica 192.21 2.09

PARTE 1/5

DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA

Sapata

- X1 = 0.50 m
- X2 = 0.30 m
- X3 = 0.22 m
- X4 = 2.23 m
- X5 = 0.00 m
- X6 = 0.00 m
- X7 = 10.00 m
- X8 = 10.00 m

parede= 5%

B = 3.25 m

- Y1 = 0.00 m
- Y2 = 4.00 m
- Y3 = 0.40 m
- Y4 = 0.60 m
- Y5 = 0.00 m
- Y6 = 4.40 m

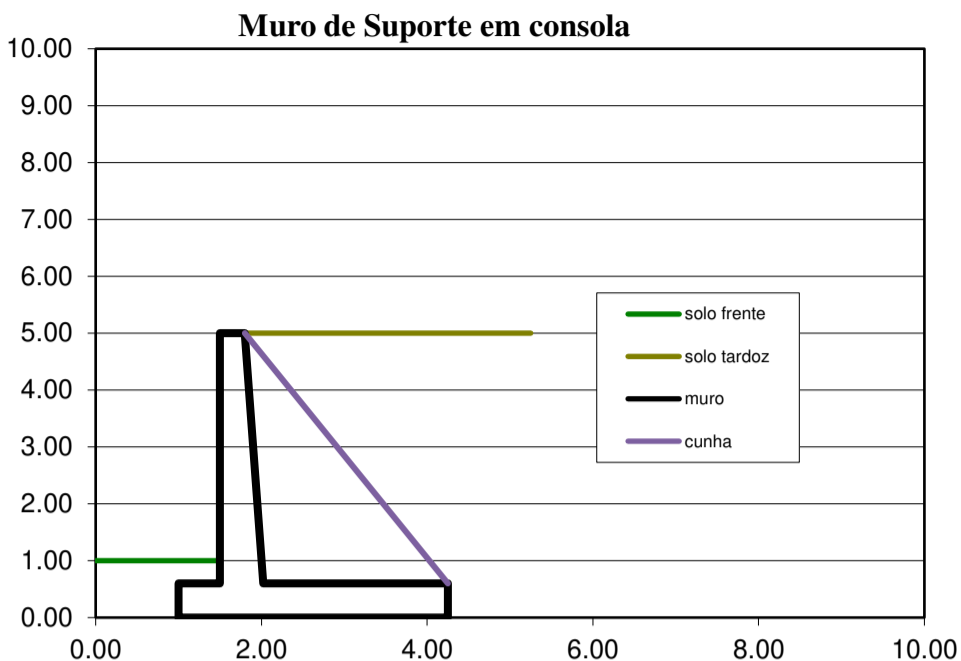
H/d= 0.65

H = 5.00 m

i tardoz = 0 graus 0.00 rad i frente = 0 graus 0.00 rad
 = 0.00 graus 0.00 rad

1 = 1.06 rad 60.89 graus
 2 = 0.51 rad 29.11 graus
 = 2.08 rad 119.1 graus

b = 2.45 m



CARACTERÍSTICAS DO SOLO

$\gamma_{solo} = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 35$

$\gamma_{betão} = 25 \text{ kN/m}^3$

impulso passivo **Sim**

Conjunto M1

$\phi d = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 23.3 \text{ graus}$ 0.407 rad
 $\delta p = 0.67$

(EQU) e Conjunto M2

$\gamma_{\phi} = 1.25$
 $\phi_d = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 19.5 \text{ graus}$ 0.340 rad
 $\delta p = 0.67$

coeficientes de impulso

M1 (EQU) e M2
 $ka = 0.620$ 0.654
 $kah = 0.271$ 0.343
 $kav = -0.558$ -0.557
 $Kp = 9.948$ 5.719
 $Kph = 4.344$ 2.497
 $Kpv = -8.950$ -5.145
 $Ko = 0.426$ 0.511

Acção sobrecarga

SC1 = 10 kN/m² SC3 = 0 kN/m força no topo do muro
 SC2 = 0 kN/m
 h' = 0 m
 d' = -4.12 m
 q' = 0 kN/m²
 d'' = -2.30 m

Terreno tipo **C** Smax 1.60
 sismo tipo 1 1.30 a_{gr} (m/s²) 1.50 γ_l 1.00
 tipo 2 2.30 a_{gr} (m/s²) 1.70 γ_l 1.00
 Zona **Continente** S 1.46

Acção sísmica

$\phi = 35 \text{ graus}$ 0.611 rad coeficientes de impulso
 $\gamma_{\phi,M} = 1.1$
 $\phi_d = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad $ka = 0.633$
 $\delta = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad $kah = 0.301$
 $\delta = 1.00 \text{ graus}$ 0.378 rad $kav = -0.557$
 $\delta p = 21.6$ $Kp = 7.672$
 $\delta p = 0.67$ $Ko = 0.463$

Classe de importância

II
 $a_g = 1.70$ Ac. máx nom Impulso activo
 $\alpha = 0.17$ a_g/g $Ia_{base} = 158.3 \text{ kN/m}$
 $r = 1.0$ Parâmetro $Ia h = 75.3 \text{ kN/m}$
 $K_h = 0.253$ Coef sísmico $Ia v = -139.2 \text{ kN/m}$
 $K_v = 0.127$

cas 1+K_v
 $A = 12.7 \text{ graus}$ 0.221 rad
 $A = 23.1 \text{ kN/m}^3$
 $kasA = 1.054$
 $kashA = 0.50$
 $kasvA = -0.93$
 $IsA = 304.4 \text{ kN/m}$
 $IsA h = 144.8 \text{ kN/m}$
 $IsA v = -268 \text{ kN/m}$
 $is h = 69.5 \text{ kN/m}$ à 1/2 da altura do muro
 $is v = -128.5 \text{ kN/m}$ à 1/2 da altura do muro

Cas 1-K_v
 $B = 16.2 \text{ graus}$ 0.282 rad
 $B = 18.2 \text{ kN/m}^3$
 $kasB = 1.30$
 $kashB = 0.62$
 $kasvB = -1.14$
 $IsB = 294.8 \text{ kN/m}$
 $IsA h = 140.3 \text{ kN/m}$
 $IsA v = -259.3 \text{ kN/m}$
 $is h = 64.98 \text{ kN/m}$
 $is v = -120.12 \text{ kN/m}$

MURO EM CONSOLA-h=5m

PARTE 2/5

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (EQU) E DESLIZAMENTO (GEO).

	(EQU)								(GEO)					
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	33.00	0.65	0.9	29.70	-----	-----	19.31	-----	1.00	33.00	-----	-----	21.45	-----
Wb2 =	12.10	0.87	0.9	10.89	-----	-----	9.51	-----	1.00	12.10	-----	-----	10.57	-----
Wb3 =	48.75	1.63	0.9	43.88	-----	-----	71.30	-----	1.00	48.75	-----	-----	79.22	-----
Wb4 =	0.00	0.00	0.9	0.00	-----	-----	0.00	-----	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	98.12	1.62	0.9	88.31	-----	-----	142.76	-----	1.00	98.12	-----	-----	158.63	-----
Ws2 =	4.00	0.25	0.9	3.60	-----	-----	0.90	-----	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	85.81	1.67	1.1	-----	-----	94.39	-----	157.32	1.00	-----	-----	85.81	-----	143.01
Iav =	139.29	2.43	1.1	153.22	-----	-----	372.84	-----	1.00	139.29	-----	-----	338.95	-----
Iph =	8.32	0.33	0.9	-----	7.49	-----	0.83	-----	1.00	-----	8.32	-----	2.77	-----
Ipv =	17.15	0.00	0.9	15.43	-----	-----	-----	-----	1.00	17.15	-----	-----	0.00	-----
Isc1h =	17.16	2.50	1.5	-----	-----	25.74	-----	64.36	1.30	-----	-----	22.31	-----	55.78
Isc1v =	27.86	2.03	1.5	41.79	-----	-----	84.62	-----	1.30	36.22	-----	-----	73.34	-----
Isc2h =	0.00	0.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.5	0.00	-----	-----	-----	0.00	1.30	0.00	-----	-----	-----	0.00
Fsc3 =	0.00	5.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
$\Sigma =$				386.82	7.49	120.13	702.07	221.67		388.63	8.32	108.12	685.92	198.79

Verificação do derrubamento

$\Sigma M_{est} = 702.1 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 221.7 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 3.17 \text{ VERIFICA}$

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.56 \text{ rad}$
 $\Sigma F_{est} = 226.02 \text{ kN/m}$
 $\gamma_{R:v} = 1$
 $\Sigma F_{derr} = 108.12 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.09 \text{ VERIFICA}$

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (Sismo)

	SISMO							
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	33.0	0.65	1.00	33.00	-----	-----	21.45	-----
Wb2 =	12.1	0.87	1.00	12.10	-----	-----	10.57	-----
Wb3 =	48.8	1.63	1.00	48.75	-----	-----	79.22	-----
Wb4 =	0.0	0.00	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	98.1	1.62	1.00	98.12	-----	-----	158.63	-----
Ws2 =	4.0	0.25	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	75.3	1.67	1.00	-----	-----	75.31	-----	125.51
Iav =	-139.2	2.43	1.00	139.21	-----	-----	338.75	-----
Ip =	-25.6	0.33	1.00	-----	25.57	-----	-2.84	-----
is h =	69.5	2.50	1.00	-----	-----	69.51	-----	173.78
is v =	128.5	2.03	1.00	128.50	-----	-----	260.21	-----
$\Sigma =$				463.68	25.57	144.82	866.98	299.29

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.64 \text{ rad}$

$\Sigma F_{est} = 320.7 \text{ kN/m}$
 $\Sigma F_{derr} = 144.82 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.21 \text{ VERIFICA}$

Verificação do derrubamento

36.47 graus

$\Sigma M_{est} = 867.0 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 299.3 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 2.90 \text{ VERIFICA}$

MURO EM CONSOLA-h=5m

PARTE 3/5

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO SOLO

	Conjunto A1					Conjunto A2			
	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.98	33.00	1.35	44.6	43.44	33.00	1.0	33.0	32.18
Wb2 =	0.75	12.10	1.35	16.3	12.28	12.10	1.0	12.1	9.10
Wb3 =	0.00	48.75	1.35	65.8	0.00	48.75	1.0	48.8	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.35	0.0	0.00	0.00	1.0	0.0	0.00
Ws1 =	0.01	98.12	1.35	132.5	1.10	98.12	1.0	98.1	0.82
Ws2 =	1.38	4.00	1.35	5.4	7.43	4.00	1.0	4.0	5.50
Iah =	1.67	67.65	1.35	-----	152.22	85.81	1.0	-----	143.01
Iav =	-0.81	139.39	1.35	188.2	-152.11	139.29	1.0	139.3	-112.60
Iph =	0.33	14.48	1.00	-----	-4.83	8.32	1.0	-----	-2.77
Ipv =	1.63	29.83	1.00	-----	-48.48	17.15	1.0	-----	-27.87
Isc1h =	2.50	13.53	1.50	-----	50.74	17.16	1.3	-----	55.78
Isc1v =	-0.40	27.88	1.50	41.8	-16.73	27.86	1.3	36.2	-14.49
Isc2h =	0.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.50	0.0	0.00	0.00	1.3	0.0	0.00
Fsc3 =	5.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
			$\Sigma =$	494.55	45.06		$\Sigma =$	371.48	88.65

Verificação da tensão no solo - Comb 1

M = $\Sigma M_c = 45.06$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 494.55$ kN/m

e = 0.09 m
 B/6 = 0.54 m
 B = 3.25 m
 d = 3.25 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 126.57$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 177.77$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 161.21$ kN/m²
 qref = 164.97 kN/m²
 qref,z = 164.97 kN/m²

substituição de solos
 L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

Verificação da tensão no solo - Comb 2

M = $\Sigma M_c = 88.65$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 371.48$ kN/m

e = 0.24 m
 B/6 = 0.54 m
 B = 3.25 m
 d = 3.25 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 63.94$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 164.66$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 133.98$ kN/m²
 qref = 139.48 kN/m²
 qref,z = 139.48 kN/m²

SISMO

	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.98	33.00	1.00	33.0	32.18
Wb2 =	0.75	12.10	1.00	12.1	9.10
Wb3 =	0.00	48.75	1.00	48.8	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.00	0.0	0.00
Ws1 =	0.01	98.12	1.00	98.1	0.82
Ws2 =	1.38	4.00	1.00	4.0	5.50
Iah =	1.67	75.31	1.00	-----	125.51
Iav =	-0.81	139.21	1.00	139.2	-112.53
Ip =	0.33	-25.57	1.00	-----	-8.52
is h =	2.50	69.51	1.00	-----	173.78
is v =	-0.40	128.50	1.00	128.5	-51.40
			$\Sigma =$	463.68	174.43

Verificação da tensão no solo - Sismo

M = $\Sigma M_c = 174.43$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 463.68$ kN/m

e = 0.38 m
 B/6 = 0.54 m
 B = 3.25 m
 d = 3.25 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 43.59$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 241.75$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 185.65$ kN/m²
 qref = 192.21 kN/m²
 qref,z = 192.21 kN/m²

substituição de solos

L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

0.000

MURO EM CONSOLA-h=5m

PARTE 4/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE ÚLTIMO

H' =	4.40 m	BETÃO	C30/37	AÇO	A500
		$f_{ck} =$	30 000 kPa	$f_{syd} =$	435 000 kPa
		$f_{ctk0.05} =$	2 000 kPa	$\rho_w =$	0.08
		$f_{cd} =$	20 000 kPa	$\theta =$	30
		$\tau_{rk} =$	333 kPa		
		$\kappa_1 =$	0.150	K0=	0.426 (A1)
		Crd,c =	0.120	K0=	0.511 (A2)
		$E_{c,28} =$	32 000 000 kPa		

DADOS
 Betão **C30/37**
 Aço **A500**
 rec = **0.05** cm

Conjunto A1

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{lai} (m)	I _{sc1i} (kN/m)	b _{lsc1i} (m)	I _{sc2i} (kN/m)	b _{lsc2i} (m)	F _{sc3i} (kN/m)	b _{lsc3i} (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.47	9.17	0.49	6.25	0.73	0.00	0.00	0.00	1.47	12.93	21.76
3	2.93	36.69	0.98	12.51	1.47	0.00	0.00	0.00	2.93	75.95	68.30
4	4.40	82.56	1.47	18.76	2.20	0.00	0.00	0.00	4.40	225.38	139.59

Conjunto A2

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{lai} (m)	I _{sc1i} (kN/m)	b _{lsc1i} (m)	I _{sc2i} (kN/m)	b _{lsc2i} (m)	F _{sc3i} (kN/m)	b _{lsc3i} (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.47	11.00	0.49	7.50	0.73	0.00	0.00	0.00	1.47	12.53	20.75
3	2.93	43.99	0.98	15.00	1.47	0.00	0.00	0.00	2.93	71.61	63.49
4	4.40	98.99	1.47	22.50	2.20	0.00	0.00	0.00	4.40	209.52	128.23

Sismo

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{lai} (m)	$\Delta_{is,i}$ (kN/m)	b $\Delta_{is,i}$ (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.47	6.48	0.49	20.39	0.73	18.12	26.87
3	2.93	25.92	0.98	40.78	1.47	85.15	66.70
4	4.40	58.32	1.47	61.17	2.20	220.11	119.49

Dimensionamento à flexão - Env

	yi (m)	h (m)	d (m)	M _{Sd} (kNm/m)	μ -----	w -----	As (cm ² /m)	As mín (cm ² /m)	afast (m)	ϕ (mm)	As adop (cm ² /m)
1	0.00	0.30	0.25	0.00	0.000	-0.001	0.00	5.00	0.20	12	5.65
2	1.47	0.37	0.32	18.12	0.009	0.009	1.27	6.47	0.20	16	10.05
3	2.93	0.45	0.40	85.15	0.027	0.027	4.94	7.93	0.10	16	20.11
4	4.40	0.52	0.47	225.38	0.051	0.051	11.05	9.40	0.10	16	20.11

Dimensionamento ao esforço transversal - Resistencia sem armadura de esforço transversal

	yi (m)	h (m)	d (m)	k	ρ_l	σ_{cp} (MPa)	V _{Sd} (kN/m)	V _{rdc} (kN/m)	V _{rdc, min} (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.30	0.25	1.89	0.00	0.00	0.00	107.6	125.0	ok
2	1.47	0.37	0.32	1.79	0.00	0.03	26.87	147.5	149.6	ok
3	2.93	0.45	0.40	1.71	0.01	0.06	68.30	205.3	173.7	ok
4	4.40	0.52	0.47	1.65	0.00	0.09	139.59	224.3	197.5	ok

Dimensionamento ao esforço transversal - Determinação da armadura de esforço transversal

	yi (m)	d (m)	z (m)	As/s (cm ² /m)	nº ramos (ramos/m)	afast_vert. (m)	ϕ (mm)	As/s (cm ² /m)	Vrd,s (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.25	0.23	-	-	-	-	-	-	ok
2	1.47	0.32	0.29	-	-	-	-	-	-	ok
3	2.93	0.40	0.36	-	-	-	-	-	-	ok
4	4.40	0.47	0.42	-	-	-	-	-	-	ok

MURO EM CONSOLA-h=5m

PARTE 5/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE DE SERVIÇO - FENDILHAÇÃO

BETÃO	C30/37	AÇO	A500
Ec	32 000 000 (KN/m2):	f _{syd} =	435 000 kPa
fctm	2 000 (KN/m2):	ρ w =	0.08
		Es =	200 000 000 kPa
rec =	0.05 cm	(Es/Ec):	6.25

Fase não Fendilhada

	yi (m)	Mcqp (kNm/m)	h (m)	b (m)	d (m)	As1 (Trac) (m ²)	As2 (Comp) (m ²)	d1 (m)	d2 (m)	XLN (m)	I (m ⁴)	vinf. (m)	Mcr (kNm)
1	0.00	0.00	0.30	1.00	0.250	05.7E-04	0.00	0.05	0.05	0.15	0.00	0.15	30.94
2	1.47	9.07	0.37	1.00	0.323	10.1E-04	0.00	0.05	0.05	0.19	0.00	0.19	48.68
3	2.93	54.22	0.45	1.00	0.397	20.1E-04	0.00	0.05	0.05	0.23	0.01	0.22	71.88
4	4.40	162.36	0.52	1.00	0.470	20.1E-04	0.00	0.05	0.05	0.26	0.01	0.26	96.86

kt	0.40	0,6 para acções de curta duração 0,4 para acções de longa duração	(Es/Ec):	6.25	k ₁	0.80	0,8 para varões de alta aderência 1,6 para varões lisos	k ₂	0.50	0,5 para flexão simples 1 para tracção simples simples	k ₃	3.40	valor recomendado	k ₄	0.43	valor recomendado
----	------	--	----------	------	----------------	------	--	----------------	------	---	----------------	------	-------------------	----------------	------	-------------------

Fase Fendilhada

	Betão		Aço		φ	c(recob.) (m)	Srm		esm				Wk (mm)
	XLN2 (m)	Comp. (MPa)	Tracção (MPa)	Ac,eff (m ²)			rr (-)	Srm (mm)	σs (MPa)	σbetão (MPa)	σsr (MPa)	e _{sm} -e _{cm}	
1	0.141	0.0	0.0	0.053	12	0.050	0.011	362	0.0	4.4	21.25	0.00	Não fendilha
2	0.171	-0.8	4.7	0.068	16	0.050	0.015	353	4.7	4.5	25.04	0.00	Não fendilha
3	0.199	-3.4	20.9	0.082	16	0.050	0.024	282	20.9	4.5	27.65	0.00	Não fendilha
4	0.095	-7.5	184.5	0.125	16	0.050	0.016	339	184.5	4.5	110.09	0.00	0.229

DIMENSIONAMENTO DA SAPATA

DADOS		BETÃO	C30/37
Betão	C30/37	f _{ck} =	30 000 kPa
Aço	A500	f _{ctm} =	2 800 kPa
recobrimento =	0.05 cm	f _{cd} =	20 000 kPa
		τ ₁ =	850 kPa
AÇO	A500	τ ₂ =	6 000 kPa
f _{syd} =	435 000 kPa	E _{c,28} =	32 000 000 kPa
e _{yy} =	2.17 10 ⁻³		

L =	0.76	m
A =	3.25	m

	σ _{máx}	σ ₂	Msd
	kN/m ²	kN/m ²	kNm/m
A1	177.77	165.79	50.19
A2	164.66	141.11	45.29
Sismo	185.65	195.41	54.56

	M _{Sd} (kNm)	h (m)	d (m)	μ	w	As (cm ²)	As mín (cm ²)
arm. sup.	225.38	0.60	0.55	0.037	0.038	9.60	8.25
arm. inf.	54.56	0.60	0.55	0.009	0.009	2.26	8.25

MURO EM CONSOLA-h=4m

Verifica 142.33 2.21

PARTE 1/5

DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA

Sapata

- X1 = 0.50 m
- X2 = 0.30 m
- X3 = 0.17 m
- X4 = 1.73 m
- X5 = 0.00 m
- X6 = 0.00 m
- X7 = 10.00 m
- X8 = 10.00 m

parede= 5%

B = 2.70 m

- Y1 = 0.00 m
- Y2 = 3.00 m
- Y3 = 0.40 m
- Y4 = 0.60 m
- Y5 = 0.00 m
- Y6 = 3.40 m

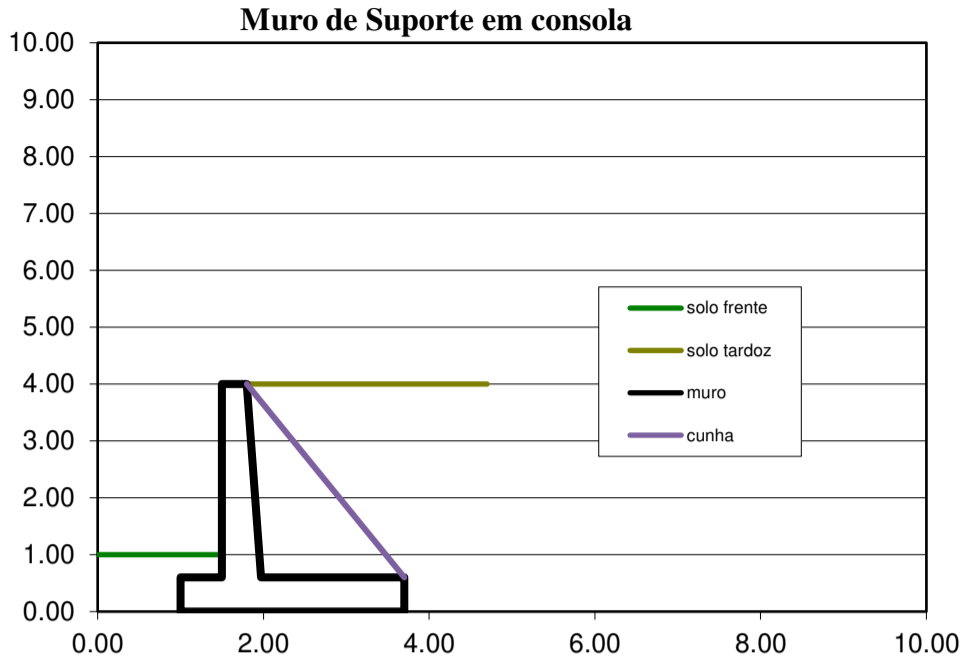
H/d= 0.68

H = 4.00 m

i tardoz = 0 graus 0.00 rad i frente = 0 graus 0.00 rad
 = 0.00 graus 0.00 rad

1 = 1.06 rad 60.80 graus
 2 = 0.51 rad 29.20 graus
 = 2.08 rad 119.2 graus

b = 1.90 m



CARACTERÍSTICAS DO SOLO

$\gamma_{solo} = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 35$

$\gamma_{betão} = 25 \text{ kN/m}^3$

impulso passivo **Sim**

Conjunto M1

$\phi d = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 23.3 \text{ graus}$ 0.407 rad
 $\delta p = 0.67$

(EQU) e Conjunto M2

$\gamma_{\phi} = 1.25$
 $\phi_d = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 19.5 \text{ graus}$ 0.340 rad
 $\delta p = 0.67$

coeficientes de impulso

M1 (EQU) e M2
 $ka = 0.622$ 0.656
 $kah = 0.271$ 0.343
 $kav = -0.560$ -0.559
 $Kp = 9.948$ 5.719
 $Kph = 4.330$ 2.489
 $Kpv = -8.957$ -5.149
 $Ko = 0.426$ 0.511

Acção sobrecarga

SC1 = 10 kN/m² SC3 = 0 kN/m força no topo do muro
 SC2 = 0 kN/m
 h' = 0 m
 d' = -5.12 m
 q' = 0 kN/m²
 d'' = -2.86 m

Terreno tipo **C** Smax 1.60
 sismo tipo 1 1.30 a_{gr} (m/s²) 1.50 γ_l 1.00
 tipo 2 2.30 a_{gr} (m/s²) 1.70 γ_l 1.00
 Zona **Continente** S 1.46
 Classe de importância **II**

Acção sísmica

$\phi = 35 \text{ graus}$ 0.611 rad **coeficientes de impulso**
 $\gamma_{\phi,M} = 1.1$
 $\phi_d = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad
 $\delta = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad
 $\delta = 1.00 \text{ graus}$ 0.378 rad
 $\delta p = 21.6$
 $\delta p = 0.67$

a_g = 1.70 Ac. máx nom Impulso activo
 $\alpha = 0.17$ a_g/g Ia_base = 101.6 kN/m
 r = 1.0 Parâmetro Ia h = 48.2 kN/m
 K_h = 0.253 Coef sísmico Ia v = -89.4 kN/m
 K_v = 0.127

cas 1+K_v
 $A = 12.7 \text{ graus}$ 0.221 rad
 $A = 23.1 \text{ kN/m}^3$
 kasA = 1.058
 kashA = 0.50
 kasvA = -0.93
 IsA = 195.4 kN/m
 IsA h = 92.7 kN/m
 IsA v = -172 kN/m
 is h = 44.5 kN/m à 1/2 da altura do muro
 is v = -82.6 kN/m à 1/2 da altura do muro

Cas 1-K_v
 $B = 16.2 \text{ graus}$ 0.282 rad
 $B = 18.2 \text{ kN/m}^3$
 kasB = 1.30
 kashB = 0.62
 kasvB = -1.15
 IsB = 189.4 kN/m
 IsA h = 89.9 kN/m
 IsA v = -166.7 kN/m
 is h = 41.67 kN/m
 is v = -77.32 kN/m

MURO EM CONSOLA-h=4m

PARTE 2/5

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (EQU) E DESLIZAMENTO (GEO).

	(EQU)								(GEO)					
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	25.50	0.65	0.9	22.95	-----	-----	14.92	-----	1.00	25.50	-----	-----	16.58	-----
Wb2 =	7.23	0.86	0.9	6.50	-----	-----	5.57	-----	1.00	7.23	-----	-----	6.19	-----
Wb3 =	40.50	1.35	0.9	36.45	-----	-----	49.21	-----	1.00	40.50	-----	-----	54.68	-----
Wb4 =	0.00	0.00	0.9	0.00	-----	-----	0.00	-----	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	58.82	1.43	0.9	52.94	-----	-----	75.88	-----	1.00	58.82	-----	-----	84.31	-----
Ws2 =	4.00	0.25	0.9	3.60	-----	-----	0.90	-----	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	54.92	1.33	1.1	-----	-----	60.41	-----	80.55	1.00	-----	-----	54.92	-----	73.23
Iav =	89.46	2.07	1.1	98.41	-----	-----	203.38	-----	1.00	89.46	-----	-----	184.89	-----
Iph =	8.30	0.33	0.9	-----	7.47	-----	0.83	-----	1.00	-----	8.30	-----	2.77	-----
Ipv =	17.16	0.00	0.9	15.45	-----	-----	-----	-----	1.00	17.16	-----	-----	0.00	-----
Isc1h =	13.73	2.00	1.5	-----	-----	20.60	-----	41.19	1.30	-----	-----	17.85	-----	35.70
Isc1v =	22.37	1.75	1.5	33.55	-----	-----	58.71	-----	1.30	29.07	-----	-----	50.88	-----
Isc2h =	0.00	0.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.5	0.00	-----	-----	-----	0.00	1.30	0.00	-----	-----	-----	0.00
Fsc3 =	0.00	4.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
			$\Sigma =$	269.84	7.47	81.01	409.39	121.74		271.74	8.30	72.77	401.28	108.93

Verificação do derrubamento

$\Sigma M_{est} = 409.4 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 121.7 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 3.36 \text{ VERIFICA}$

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.56 \text{ rad}$
 $\Sigma F_{est} = 160.52 \text{ kN/m}$
 $\gamma_{R:v} = 1$
 $\Sigma F_{derr} = 72.77 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.21 \text{ VERIFICA}$

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (Sismo)

	SISMO							
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	25.5	0.65	1.00	25.50	-----	-----	16.58	-----
Wb2 =	7.2	0.86	1.00	7.23	-----	-----	6.19	-----
Wb3 =	40.5	1.35	1.00	40.50	-----	-----	54.68	-----
Wb4 =	0.0	0.00	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	58.8	1.43	1.00	58.82	-----	-----	84.31	-----
Ws2 =	4.0	0.25	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	48.2	1.33	1.00	-----	-----	48.20	-----	64.26
Iav =	-89.4	2.07	1.00	89.42	-----	-----	184.80	-----
Ip =	-25.6	0.33	1.00	-----	25.57	-----	-2.84	-----
is h =	44.5	2.00	1.00	-----	-----	44.53	-----	89.06
is v =	82.6	1.75	1.00	82.62	-----	-----	144.59	-----
			$\Sigma =$	308.09	25.57	92.73	489.30	153.32

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.64 \text{ rad}$

$\Sigma F_{est} = 221.7 \text{ kN/m}$
 $\Sigma F_{derr} = 92.73 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.39 \text{ VERIFICA}$

Verificação do derrubamento

36.47 graus

$\Sigma M_{est} = 489.3 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 153.3 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 3.19 \text{ VERIFICA}$

MURO EM CONSOLA-h=4m

PARTE 3/5

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO SOLO

	Conjunto A1					Conjunto A2			
	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.70	25.50	1.35	34.4	24.10	25.50	1.0	25.5	17.85
Wb2 =	0.49	7.23	1.35	9.8	4.81	7.23	1.0	7.2	3.56
Wb3 =	0.00	40.50	1.35	54.7	0.00	40.50	1.0	40.5	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.35	0.0	0.00	0.00	1.0	0.0	0.00
Ws1 =	-0.08	58.82	1.35	79.4	-6.62	58.82	1.0	58.8	-4.90
Ws2 =	1.10	4.00	1.35	5.4	5.94	4.00	1.0	4.0	4.40
Iah =	1.33	43.29	1.35	-----	77.92	54.92	1.0	-----	73.23
Iav =	-0.72	89.54	1.35	120.9	-86.63	89.46	1.0	89.5	-64.11
Iph =	0.33	14.43	1.00	-----	-4.81	8.30	1.0	-----	-2.77
Ipv =	1.35	29.86	1.00	-----	-40.30	17.16	1.0	-----	-23.17
Isc1h =	2.00	10.82	1.50	-----	32.47	13.73	1.3	-----	35.70
Isc1v =	-0.40	22.39	1.50	33.6	-13.43	22.37	1.3	29.1	-11.63
Isc2h =	0.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.50	0.0	0.00	0.00	1.3	0.0	0.00
Fsc3 =	4.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
			$\Sigma =$	338.12	-6.55		$\Sigma =$	254.58	28.16

Verificação da tensão no solo - Comb 1

M = $\Sigma M_c = -6.55$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 338.12$ kN/m

e = 0.02 m
 B/6 = 0.45 m
 B = 2.70 m
 d = 2.70 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 119.83$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 130.62$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 127.05$ kN/m²
 qref = 127.93 kN/m²
 qref,z = 127.93 kN/m²

Verificação da tensão no solo - Comb 2

M = $\Sigma M_c = 28.16$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 254.58$ kN/m

e = 0.11 m
 B/6 = 0.45 m
 B = 2.70 m
 d = 2.70 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 71.11$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 117.47$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 102.71$ kN/m²
 qref = 105.88 kN/m²
 qref,z = 105.88 kN/m²

SISMO

	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.70	25.50	1.00	25.5	17.85
Wb2 =	0.49	7.23	1.00	7.2	3.56
Wb3 =	0.00	40.50	1.00	40.5	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.00	0.0	0.00
Ws1 =	-0.08	58.82	1.00	58.8	-4.90
Ws2 =	1.10	4.00	1.00	4.0	4.40
Iah =	1.33	48.20	1.00	-----	64.26
Iav =	-0.72	89.42	1.00	89.4	-64.08
Ip =	0.33	-25.57	1.00	-----	-8.52
is h =	2.00	44.53	1.00	-----	89.06
is v =	-0.40	82.62	1.00	82.6	-33.05
			$\Sigma =$	308.09	68.58

Verificação da tensão no solo - Sismo

M = $\Sigma M_c = 68.58$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 308.09$ kN/m

e = 0.22 m
 B/6 = 0.45 m
 B = 2.70 m
 d = 2.70 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 57.66$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 170.55$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 136.64$ kN/m²
 qref = 142.33 kN/m²
 qref,z = 142.33 kN/m²

substituição de solos

L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

0.000

MURO EM CONSOLA-h=4m

PARTE 4/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE ÚLTIMO

H' =	3.40 m	BETÃO	C30/37	AÇO	A500
		$f_{ck} =$	30 000 kPa	$f_{syd} =$	435 000 kPa
		$f_{ctk0.05} =$	2 000 kPa	$\rho_w =$	0.08
		$f_{cd} =$	20 000 kPa	$\theta =$	30
		$\tau_{rk} =$	333 kPa		
		$\kappa_1 =$	0.150	$K_0 =$	0.426 (A1)
		$Crd,c =$	0.120	$K_0 =$	0.511 (A2)
		$E_{c,28} =$	32 000 000 kPa		

DADOS
 Betão **C30/37**
 Aço **A500**
 rec = **0.05** cm

Conjunto A1

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	I_{sc1i} (kN/m)	b_{lsc1i} (m)	I_{sc2i} (kN/m)	b_{lsc2i} (m)	F_{sc3i} (kN/m)	b_{lsc3i} (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.13	5.48	0.38	4.83	0.57	0.00	0.00	0.00	1.13	6.90	14.64
3	2.27	21.91	0.76	9.67	1.13	0.00	0.00	0.00	2.27	38.78	44.08
4	3.40	49.29	1.13	14.50	1.70	0.00	0.00	0.00	3.40	112.39	88.30

Conjunto A2

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	I_{sc1i} (kN/m)	b_{lsc1i} (m)	I_{sc2i} (kN/m)	b_{lsc2i} (m)	F_{sc3i} (kN/m)	b_{lsc3i} (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.13	6.57	0.38	5.79	0.57	0.00	0.00	0.00	1.13	6.75	14.10
3	2.27	26.27	0.76	11.59	1.13	0.00	0.00	0.00	2.27	36.92	41.33
4	3.40	59.10	1.13	17.38	1.70	0.00	0.00	0.00	3.40	105.40	81.70

Sismo

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	$\Delta_{is,i}$ (kN/m)	$b\Delta_{is,i}$ (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.13	3.87	0.38	12.62	0.57	8.61	16.49
3	2.27	15.48	0.76	25.23	1.13	40.29	40.71
4	3.40	34.82	1.13	37.85	1.70	103.81	72.67

Dimensionamento à flexão - Env

	y_i (m)	h (m)	d (m)	M_{Sd} (kNm/m)	μ -----	w -----	As (cm ² /m)	$As\ mín$ (cm ² /m)	$afast$ (m)	ϕ (mm)	$As\ adop$ (cm ² /m)
1	0.00	0.30	0.25	0.00	0.000	-0.001	0.00	5.00	0.20	12	5.65
2	1.13	0.36	0.31	8.61	0.005	0.004	0.57	6.13	0.10	12	11.31
3	2.27	0.41	0.36	40.29	0.015	0.016	2.64	7.27	0.10	12	11.31
4	3.40	0.47	0.42	112.39	0.032	0.032	6.19	8.40	0.10	12	11.31

Dimensionamento ao esforço transversal - Resistência sem armadura de esforço transversal

	y_i (m)	h (m)	d (m)	k	ρ_l	σ_{cp} (MPa)	V_{Sd} (kN/m)	V_{rdc} (kN/m)	$V_{rdc, min}$ (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.30	0.25	1.89	0.00	0.00	0.00	107.6	125.0	ok
2	1.13	0.36	0.31	1.81	0.00	0.03	16.49	149.4	144.1	ok
3	2.27	0.41	0.36	1.74	0.00	0.05	44.08	162.6	162.8	ok
4	3.40	0.47	0.42	1.69	0.00	0.07	88.30	175.3	181.3	ok

Dimensionamento ao esforço transversal - Determinação da armadura de esforço transversal

	y_i (m)	d (m)	z (m)	As/s (cm ² /m)	nº ramos (ramos/m)	$afast_{vert.}$ (m)	ϕ (mm)	As/s (cm ² /m)	$V_{rd,s}$ (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.25	0.23	-	-	-	-	-	-	ok
2	1.13	0.31	0.28	-	-	-	-	-	-	ok
3	2.27	0.36	0.33	-	-	-	-	-	-	ok
4	3.40	0.42	0.38	-	-	-	-	-	-	ok

MURO EM CONSOLA-h=4m

PARTE 5/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE DE SERVIÇO - FENDILHAÇÃO

BETÃO	C30/37	AÇO	A500
Ec	32 000 000 (KN/m2):	f _{syd} =	435 000 kPa
fctm	2 000 (KN/m2):	ρ w =	0.08
		Es =	200 000 000 kPa
rec =	0.05 cm	(Es/Ec):	6.25

Fase não Fendilhada

	yi (m)	Mcqp (kNm/m)	h (m)	b (m)	d (m)	As1 (Trac) (m ²)	As2 (Comp) (m ²)	d1 (m)	d2 (m)	XLN (m)	I (m ⁴)	vinf. (m)	Mcr (kNm)
1	0.00	0.00	0.30	1.00	0.250	05.7E-04	0.00	0.05	0.05	0.15	0.00	0.15	30.94
2	1.13	4.81	0.36	1.00	0.307	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.18	0.00	0.18	44.67
3	2.27	27.51	0.41	1.00	0.363	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.21	0.01	0.21	59.84
4	3.40	80.51	0.47	1.00	0.420	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.24	0.01	0.23	77.16

kt	0.40	0,6 para acções de curta duração 0,4 para acções de longa duração	(Es/Ec):	6.25	k ₁	0.80	0,8 para varões de alta aderência 1,6 para varões lisos
					k ₂	0.50	0,5 para flexão simples 1 para tracção simples simples
					k ₃	3.40	valor recomendado
					k ₄	0.43	valor recomendado

Fase Fendilhada

	Betão		Aço		Srm			esm				Wk (mm)	
	XLN2 (m)	Comp. (MPa)	Tracção (MPa)	φ (mm)	c(recob.) (m)	Ac,eff (m ²)	rr (-)	Srm (mm)	σs (MPa)	σbetão (MPa)	σsr (MPa)		e _{sm} -e _{cm}
1	0.141	0.0	0.0	12	0.050	0.053	0.011	362	0.0	4.4	21.25	0.00	Não fendilha
2	0.164	-0.5	2.6	12	0.050	0.064	0.018	286	2.6	4.4	23.75	0.00	Não fendilha
3	0.186	-2.1	12.6	12	0.050	0.076	0.015	307	12.6	4.6	27.36	0.00	Não fendilha
4	0.069	-5.7	179.7	12	0.050	0.125	0.009	395	179.7	5.5	172.24	0.00	0.213

DIMENSIONAMENTO DA SAPATA

DADOS			BETÃO	C30/37
Betão	C30/37		f _{ck} =	30 000 kPa
Aço	A500		f _{ctm} =	2 800 kPa
recobrimento =	0.05 cm		f _{cd} =	20 000 kPa
			τ ₁ =	850 kPa
AÇO	A500		τ ₂ =	6 000 kPa
f _{syd} =	435 000 kPa		E _{c,28} =	32 000 000 kPa
e _{yy} =	2.17 10 ⁻³			

L =	0.74 m
A =	2.70 m

	σ _{máx}	σ ₂	Msd
	kN/m ²	kN/m ²	kNm/m
A1	130.62	127.69	35.02
A2	117.47	104.85	30.59
Sismo	136.64	139.82	37.19

	M _{Sd} (kNm)	h (m)	d (m)	μ	w	As (cm ²)	As mín (cm ²)
arm. sup.	112.39	0.60	0.55	0.019	0.019	4.91	8.25
arm. inf.	37.19	0.60	0.55	0.006	0.006	1.46	8.25

MURO EM CONSOLA-h=3m

Verifica 117.82 2.43

PARTE 1/5

DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA

Sapata

- X1 = 0.50 m
- X2 = 0.30 m
- X3 = 0.12 m
- X4 = 1.23 m
- X5 = 0.00 m
- X6 = 0.00 m
- X7 = 10.00 m
- X8 = 10.00 m

parede= 5%

B = 2.15 m

- Y1 = 0.00 m
- Y2 = 2.00 m
- Y3 = 0.40 m
- Y4 = 0.60 m
- Y5 = 0.00 m
- Y6 = 2.40 m

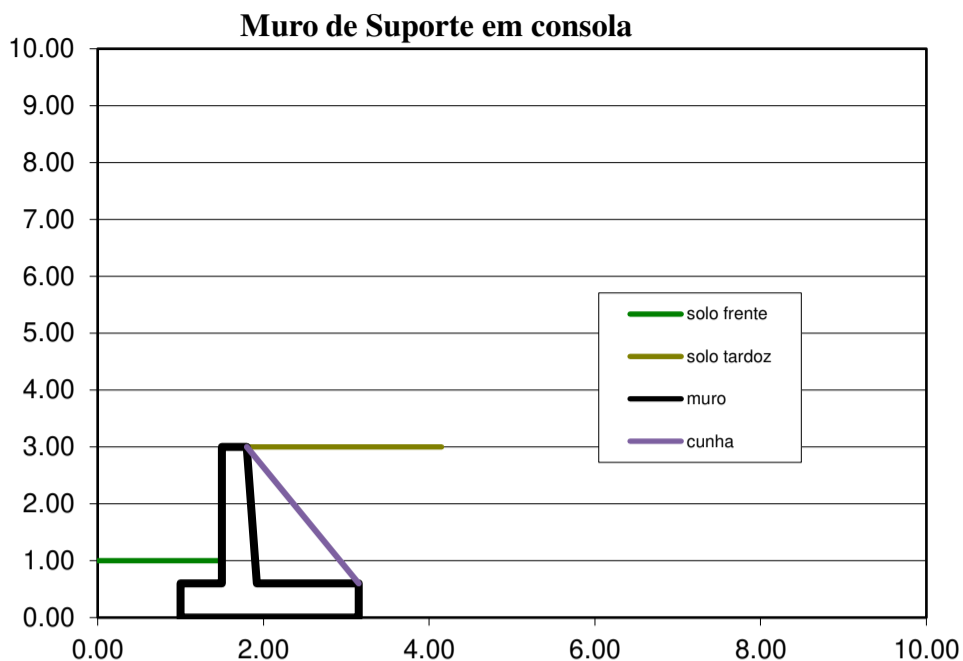
H/d= 0.72

H = 3.00 m

i tardoz = 0 graus 0.00 rad i frente = 0 graus 0.00 rad
= 0.00 graus 0.00 rad

1 = 1.06 rad 60.64 graus
2 = 0.51 rad 29.36 graus
= 2.08 rad 119.4 graus

b = 1.35 m



CARACTERÍSTICAS DO SOLO

$\gamma_{solo} = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 35$

$\gamma_{betão} = 25 \text{ kN/m}^3$

impulso passivo **Sim**

Conjunto M1

$\phi d = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 23.3 \text{ graus}$ 0.407 rad
 $\delta p = 0.67$

(EQU) e Conjunto M2

$\gamma_{\phi} = 1.25$
 $\phi_d = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 19.5 \text{ graus}$ 0.340 rad
 $\delta p = 0.67$

coeficientes de impulso

M1 (EQU) e M2
ka= 0.625 0.659
kah= 0.270 0.343
kav= -0.563 -0.563
Kp = 9.948 5.719
Kph = 4.305 2.475
Kpv = -8.969 -5.156
Ko = 0.426 0.511

Acção sobrecarga

SC1 = 10 kN/m² SC3 = 0 kN/m força no topo do muro
SC2 = 0 kN/m
h' = 0 m
d' = -6.12 m
q' = 0 kN/m²
d'' = -3.44 m

Terreno tipo **C** Smax 1.60
sismo tipo 1 1.30 a_{gr} (m/s²) 1.50 γ_l 1.00
tipo 2 2.30 a_{gr} (m/s²) 1.70 γ_l 1.00
Zona **Continente** S 1.46
Classe de importância **II**

Acção sísmica

$\phi = 35 \text{ graus}$ 0.611 rad **coeficientes de impulso**
 $\gamma_{\phi M} = 1.1$
 $\phi_d = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad ka= 0.638
 $\delta = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad kah= 0.301
 $\delta = 1.00 \text{ graus}$ 0.378 rad kav= -0.563
Kp = 7.672
Ko = 0.463

a_g = 1.70 Ac. máx nom Impulso activo
 $\alpha = 0.17$ a_g/g Ia_base = 57.4 kN/m
r = 1.0 Parâmetro Ia h = 27.1 kN/m
K_h = 0.253 Coef sísmico Ia v = -50.6 kN/m
K_v = 0.127

$\delta p = 21.6$
 $\delta p = 0.67$ cas 1+K_v
A = 12.7 graus 0.221 rad
A = 23.1 kN/m³
kasA= 1.064
kashA= 0.50
kasvA= -0.94
IsA = 110.6 kN/m
IsA h= 52.2 kN/m
IsA v= -98 kN/m
is h= 25.1 kN/m à 1/2 da altura do muro
is v= -46.9 kN/m à 1/2 da altura do muro

Cas 1-K_v
B = 16.2 graus 0.282 rad
B = 18.2 kN/m³
kasB= 1.31
kashB= 0.62
kasvB= -1.16
IsB = 107.3 kN/m
IsA h= 50.6 kN/m
IsA v= -94.6 kN/m
is h= 23.53 kN/m
is v= -43.96 kN/m

MURO EM CONSOLA-h=3m

PARTE 2/5

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (EQU) E DESLIZAMENTO (GEO).

	(EQU)								(GEO)					
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	18.00	0.65	0.9	16.20	-----	-----	10.53	-----	1.00	18.00	-----	-----	11.70	-----
Wb2 =	3.60	0.84	0.9	3.24	-----	-----	2.72	-----	1.00	3.60	-----	-----	3.02	-----
Wb3 =	32.25	1.08	0.9	29.03	-----	-----	31.20	-----	1.00	32.25	-----	-----	34.67	-----
Wb4 =	0.00	0.00	0.9	0.00	-----	-----	0.00	-----	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	29.52	1.25	0.9	26.57	-----	-----	33.21	-----	1.00	29.52	-----	-----	36.90	-----
Ws2 =	4.00	0.25	0.9	3.60	-----	-----	0.90	-----	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	30.90	1.00	1.1	-----	-----	33.99	-----	33.99	1.00	-----	-----	30.90	-----	30.90
Iav =	50.65	1.70	1.1	55.71	-----	-----	94.71	-----	1.00	50.65	-----	-----	86.10	-----
Iph =	8.25	0.33	0.9	-----	7.42	-----	0.82	-----	1.00	-----	8.25	-----	2.75	-----
Ipv =	17.19	0.00	0.9	15.47	-----	-----	-----	-----	1.00	17.19	-----	-----	0.00	-----
Isc1h =	10.30	1.50	1.5	-----	-----	15.45	-----	23.17	1.30	-----	-----	13.39	-----	20.08
Isc1v =	16.88	1.48	1.5	25.32	-----	-----	37.35	-----	1.30	21.95	-----	-----	32.37	-----
Isc2h =	0.00	0.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.5	0.00	-----	-----	-----	0.00	1.30	0.00	-----	-----	-----	0.00
Fsc3 =	0.00	3.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
$\Sigma =$				175.13	7.42	49.44	211.45	57.16		177.15	8.25	44.29	208.51	50.98

Verificação do derrubamento

$\Sigma M_{est} = 211.4 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 57.2 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 3.70 \text{ VERIFICA}$

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.56 \text{ rad}$

 $\Sigma F_{est} = 107.48 \text{ kN/m}$
 $\gamma_{R:v} = 1$
 $\Sigma F_{derr} = 44.29 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.43 \text{ VERIFICA}$

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (Sismo)

	SISMO							
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	18.0	0.65	1.00	18.00	-----	-----	11.70	-----
Wb2 =	3.6	0.84	1.00	3.60	-----	-----	3.02	-----
Wb3 =	32.3	1.08	1.00	32.25	-----	-----	34.67	-----
Wb4 =	0.0	0.00	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	29.5	1.25	1.00	29.52	-----	-----	36.90	-----
Ws2 =	4.0	0.25	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	27.1	1.00	1.00	-----	-----	27.11	-----	27.11
Iav =	-50.6	1.70	1.00	50.63	-----	-----	86.08	-----
Ip =	-25.6	0.33	1.00	-----	25.57	-----	-2.84	-----
is h =	25.1	1.50	1.00	-----	-----	25.10	-----	37.64
is v =	46.9	1.48	1.00	46.87	-----	-----	69.14	-----
$\Sigma =$				184.88	25.57	52.20	239.67	64.75

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.64 \text{ rad}$

$\Sigma F_{est} = 143.3 \text{ kN/m}$
 $\Sigma F_{derr} = 52.20 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.74 \text{ VERIFICA}$

Verificação do derrubamento

36.47 graus

$\Sigma M_{est} = 239.7 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 64.8 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 3.70 \text{ VERIFICA}$

MURO EM CONSOLA-h=3m

PARTE 3/5

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO SOLO

	Conjunto A1					Conjunto A2			
	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.43	18.00	1.35	24.3	10.33	18.00	1.0	18.0	7.65
Wb2 =	0.24	3.60	1.35	4.9	1.14	3.60	1.0	3.6	0.85
Wb3 =	0.00	32.25	1.35	43.5	0.00	32.25	1.0	32.3	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.35	0.0	0.00	0.00	1.0	0.0	0.00
Ws1 =	-0.18	29.52	1.35	39.9	-6.97	29.52	1.0	29.5	-5.17
Ws2 =	0.83	4.00	1.35	5.4	4.46	4.00	1.0	4.0	3.30
Iah =	1.00	24.34	1.35	-----	32.86	30.90	1.0	-----	30.90
Iav =	-0.63	50.71	1.35	68.5	-42.79	50.65	1.0	50.6	-31.65
Iph =	0.33	14.35	1.00	-----	-4.78	8.25	1.0	-----	-2.75
Ipv =	1.08	29.90	1.00	-----	-32.14	17.19	1.0	-----	-18.47
Isc1h =	1.50	8.11	1.50	-----	18.26	10.30	1.3	-----	20.08
Isc1v =	-0.40	16.90	1.50	25.4	-10.14	16.88	1.3	21.9	-8.78
Isc2h =	0.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.50	0.0	0.00	0.00	1.3	0.0	0.00
Fsc3 =	3.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
			$\Sigma =$	211.77	-29.78		$\Sigma =$	159.96	-4.05

Verificação da tensão no solo - Comb 1

M = $\Sigma M_c = -29.78$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 211.77$ kN/m

e = 0.14 m
 B/6 = 0.36 m
 B = 2.15 m
 d = 2.15 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 59.84$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 137.15$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 113.32$ kN/m²
 qref = 117.82 kN/m²
 qref,z = 117.82 kN/m²

Verificação da tensão no solo - Comb 2

M = $\Sigma M_c = -4.05$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 159.96$ kN/m

e = 0.03 m
 B/6 = 0.36 m
 B = 2.15 m
 d = 2.15 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 69.15$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 79.65$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 76.19$ kN/m²
 qref = 77.03 kN/m²
 qref,z = 77.03 kN/m²

SISMO

	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.43	18.00	1.00	18.0	7.65
Wb2 =	0.24	3.60	1.00	3.6	0.85
Wb3 =	0.00	32.25	1.00	32.3	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.00	0.0	0.00
Ws1 =	-0.18	29.52	1.00	29.5	-5.17
Ws2 =	0.83	4.00	1.00	4.0	3.30
Iah =	1.00	27.11	1.00	-----	27.11
Iav =	-0.63	50.63	1.00	50.6	-31.65
Ip =	0.33	-25.57	1.00	-----	-8.52
is h =	1.50	25.10	1.00	-----	37.64
is v =	-0.40	46.87	1.00	46.9	-18.75
			$\Sigma =$	184.88	12.46

Verificação da tensão no solo - Sismo

M = $\Sigma M_c = 12.46$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 184.88$ kN/m

e = 0.07 m
 B/6 = 0.36 m
 B = 2.15 m
 d = 2.15 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 69.82$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 102.16$ kN/m²
 $\sigma_{\text{éd}} = 91.74$ kN/m²
 qref = 94.08 kN/m²
 qref,z = 94.08 kN/m²

substituição de solos

L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

0.000

MURO EM CONSOLA-h=3m

PARTE 4/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE ÚLTIMO

H' =	2.40 m	BETÃO	C30/37	AÇO	A500
		$f_{ck} =$	30 000 kPa	$f_{syd} =$	435 000 kPa
		$f_{ctk0.05} =$	2 000 kPa	$\rho_w =$	0.08
		$f_{cd} =$	20 000 kPa	$\theta =$	30
		$\tau_{rk} =$	333 kPa		
		$\kappa_1 =$	0.150	K0=	0.426 (A1)
		Crd,c =	0.120	K0=	0.511 (A2)
		$E_{c,28} =$	32 000 000 kPa		

DADOS
 Betão **C30/37**
 Aço **A500**
 rec = **0.05** cm

Conjunto A1

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{Iai} (m)	I _{sc1i} (kN/m)	b _{Isc1i} (m)	I _{sc2i} (kN/m)	b _{Isc2i} (m)	F _{sc3i} (kN/m)	b _{Isc3i} (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.80	2.73	0.27	3.41	0.40	0.00	0.00	0.00	0.80	3.03	8.80
3	1.60	10.92	0.53	6.82	0.80	0.00	0.00	0.00	1.60	16.05	24.97
4	2.40	24.56	0.80	10.23	1.20	0.00	0.00	0.00	2.40	44.95	48.51

Conjunto A2

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{Iai} (m)	I _{sc1i} (kN/m)	b _{Isc1i} (m)	I _{sc2i} (kN/m)	b _{Isc2i} (m)	F _{sc3i} (kN/m)	b _{Isc3i} (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.80	3.27	0.27	4.09	0.40	0.00	0.00	0.00	0.80	3.00	8.59
3	1.60	13.09	0.53	8.18	0.80	0.00	0.00	0.00	1.60	15.49	23.72
4	2.40	29.45	0.80	12.27	1.20	0.00	0.00	0.00	2.40	42.70	45.40

Sismo

	yi (m)	I _{ai} (kN/m)	b _{Iai} (m)	$\Delta_{is,i}$ (kN/m)	b $\Delta_{is,i}$ (m)	M _{Sd} (kNm/m)	V _{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.80	1.93	0.27	6.69	0.40	3.19	8.62
3	1.60	7.71	0.53	13.38	0.80	14.82	21.09
4	2.40	17.35	0.80	20.08	1.20	37.97	37.42

Dimensionamento à flexão - Env

	yi (m)	h (m)	d (m)	M _{Sd} (kNm/m)	μ -----	w -----	As (cm ² /m)	As mín (cm ² /m)	afast (m)	ϕ (mm)	As adop (cm ² /m)
1	0.00	0.30	0.25	0.00	0.000	-0.001	0.00	5.00	0.20	12	5.65
2	0.80	0.34	0.29	3.19	0.002	0.001	0.14	5.80	0.10	12	11.31
3	1.60	0.38	0.33	16.05	0.007	0.007	1.08	6.60	0.10	12	11.31
4	2.40	0.42	0.37	44.95	0.016	0.017	2.90	7.40	0.10	12	11.31

Dimensionamento ao esforço transversal - Resistencia sem armadura de esforço transversal

	yi (m)	h (m)	d (m)	k	ρ_l	σ_{cp} (MPa)	V _{Sd} (kN/m)	V _{rdc} (kN/m)	V _{rdc, min} (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.30	0.25	1.89	0.00	0.00	0.00	107.6	125.0	ok
2	0.80	0.34	0.29	1.83	0.00	0.02	8.80	145.4	138.5	ok
3	1.60	0.38	0.33	1.78	0.00	0.04	24.97	154.9	151.8	ok
4	2.40	0.42	0.37	1.74	0.00	0.05	48.51	164.1	165.0	ok

Dimensionamento ao esforço transversal - Determinação da armadura de esforço transversal

	yi (m)	d (m)	z (m)	As/s (cm ² /m)	nº ramos (ramos/m)	afast_vert. (m)	ϕ (mm)	As/s (cm ² /m)	Vrd,s (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.25	0.23	-	-	-	-	-	-	ok
2	0.80	0.29	0.26	-	-	-	-	-	-	ok
3	1.60	0.33	0.30	-	-	-	-	-	-	ok
4	2.40	0.37	0.33	-	-	-	-	-	-	ok

MURO EM CONSOLA-h=3m

PARTE 5/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE DE SERVIÇO - FENDILHAÇÃO

BETÃO	C30/37	AÇO	A500
Ec	32 000 000 (KN/m2):	f _{syd} =	435 000 kPa
fctm	2 000 (KN/m2):	ρ w =	0.08
		Es =	200 000 000 kPa
rec =	0.05 cm	(Es/Ec):	6.25

Fase não Fendilhada

	yi (m)	Mcqp (kNm/m)	h (m)	b (m)	d (m)	As1 (Trac) (m ²)	As2 (Comp) (m ²)	d1 (m)	d2 (m)	XLN (m)	I (m ⁴)	vinf. (m)	Mcr (kNm)
1	0.00	0.00	0.30	1.00	0.250	05.7E-04	0.00	0.05	0.05	0.15	0.00	0.15	30.94
2	0.80	2.09	0.34	1.00	0.290	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.17	0.00	0.17	40.61
3	1.60	11.28	0.38	1.00	0.330	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.19	0.00	0.19	50.65
4	2.40	31.93	0.42	1.00	0.370	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.21	0.01	0.21	61.76

kt	0.40	0,6 para acções de curta duração 0,4 para acções de longa duração	(Es/Ec):	6.25	k ₁	0.80	0,8 para varões de alta aderência 1,6 para varões lisos
					k ₂	0.50	0,5 para flexão simples 1 para tracção simples simples
					k ₃	3.40	valor recomendado
					k ₄	0.43	valor recomendado

Fase Fendilhada

	Betão		Aço		Srm			esm				Wk (mm)	
	XLN2 (m)	Comp. (MPa)	Tracção (MPa)	φ (mm)	c(recob.) (m)	Ac,eff (m ²)	rr (-)	Srm (mm)	σs (MPa)	σbetão (MPa)	σsr (MPa)		e _{sm} -e _{cm}
1	0.141	0.0	0.0	12	0.050	0.053	0.011	362	0.0	4.4	21.25	0.00	Não fendilha
2	0.158	-0.2	1.2	12	0.050	0.061	0.019	280	1.2	4.3	22.72	0.00	Não fendilha
3	0.173	-1.0	5.6	12	0.050	0.069	0.016	294	5.6	4.5	25.21	0.00	Não fendilha
4	0.065	-2.8	81.2	12	0.050	0.118	0.010	384	81.2	5.3	157.07	0.00	Não fendilha

DIMENSIONAMENTO DA SAPATA

DADOS			BETÃO	C30/37
Betão	C30/37		f _{ck} =	30 000 kPa
Aço	A500		f _{ctm} =	2 800 kPa
recobrimento =	0.05 cm		f _{cd} =	20 000 kPa
			τ ₁ =	850 kPa
AÇO	A500		τ ₂ =	6 000 kPa
f _{syd} =	435 000 kPa		E _{c,28} =	32 000 000 kPa
e _{yy} =	2.17 10 ⁻³			

L =	0.71 m
A =	2.15 m

	σ _{máx}	σ ₂	Msd
	kN/m ²	kN/m ²	kNm/m
A1	137.15	111.62	32.42
A2	79.65	76.18	19.78
Sismo	91.74	91.48	23.10

	M _{Sd} (kNm)	h (m)	d (m)	μ	w	As (cm ²)	As mín (cm ²)
arm. sup.	44.95	0.60	0.55	0.007	0.007	1.81	8.25
arm. inf.	32.42	0.60	0.55	0.005	0.005	1.24	8.25

MURO EM CONSOLA-h=2m

Verifica 112.06 2.95

PARTE 1/5

DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA

Sapata

X1 = 0.50 m
 X2 = 0.30 m
 X3 = 0.07 m
 X4 = 0.73 m
 X5 = 0.00 m
 X6 = 0.00 m
 X7 = 10.00 m
 X8 = 10.00 m

parede= 5%

B = 1.60 m

Y1 = 0.00 m
 Y2 = 1.00 m
 Y3 = 0.40 m
 Y4 = 0.60 m
 Y5 = 0.00 m
 Y6 = 1.40 m

H/d= 0.80

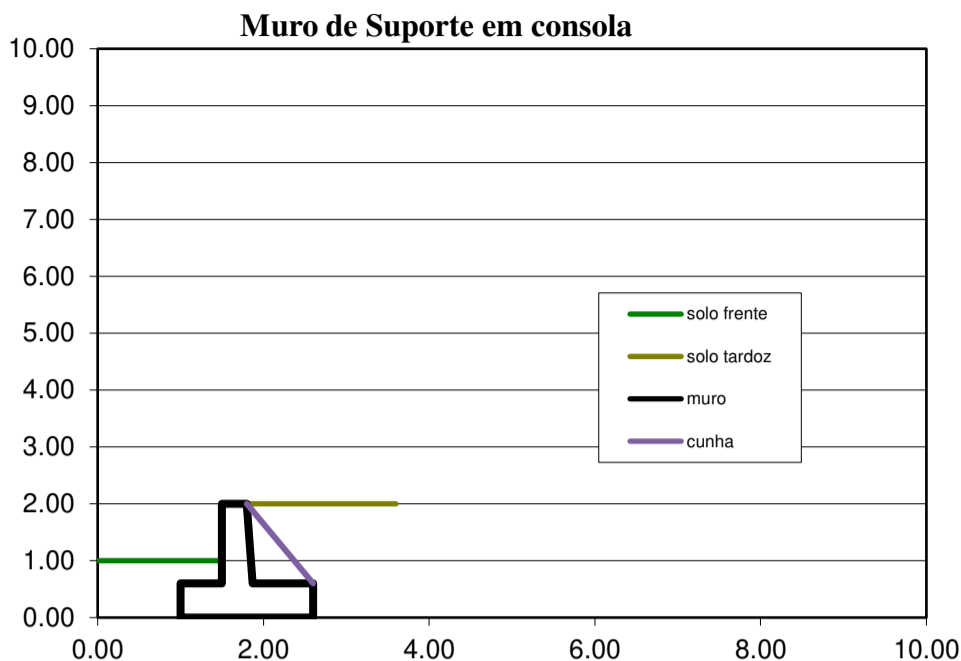
H = 2.00 m

i tardoz = 0 graus 0.00 rad
 = 0.00 graus 0.00 rad

i frente = 0 graus 0.00 rad

1 = 1.05 rad 60.26 graus
 2 = 0.52 rad 29.74 graus
 = 2.09 rad 119.7 graus

b = 0.80 m



CARACTERÍSTICAS DO SOLO

$\gamma_{solo} = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 35$

$\gamma_{betão} = 25 \text{ kN/m}^3$

impulso passivo **Sim**

Conjunto M1

$\phi d = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 35.0 \text{ graus}$ 0.611 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 23.3 \text{ graus}$ 0.407 rad
 $\delta p = 0.67$

(EQU) e Conjunto M2

$\gamma_{\phi} = 1.25$
 $\phi_d = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 29.3 \text{ graus}$ 0.511 rad
 $\delta = 1.00$
 $\delta p = 19.5 \text{ graus}$ 0.340 rad
 $\delta p = 0.67$

coeficientes de impulso

M1 (EQU) e M2
 $ka = 0.633$ 0.667
 $kah = 0.270$ 0.343
 $kav = -0.573$ -0.572
 $Kp = 9.948$ 5.719
 $Kph = 4.245$ 2.440
 $Kpv = -8.998$ -5.172
 $Ko = 0.426$ 0.511

Acção sobrecarga

SC1 = 10 kN/m² SC3 = 0 kN/m força no topo do muro
 SC2 = 0 kN/m
 h' = 0 m
 d' = -7.12 m
 q' = 0 kN/m²
 d'' = -4.07 m

Terreno tipo **C** Smax 1.60
 sismo tipo 1 1.30 a_{gr} (m/s²) 1.50 γ_l 1.00
 tipo 2 2.30 a_{gr} (m/s²) 1.70 γ_l 1.00
 Zona **Continente** S 1.46

Acção sísmica

$\phi = 35 \text{ graus}$ 0.611 rad coeficientes de impulso
 $\gamma_{\phi,M} = 1.1$
 $\phi_d = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad
 $\delta = 32.5 \text{ graus}$ 0.567 rad
 $\delta = 1.00 \text{ graus}$ 0.378 rad
 $\delta p = 21.6$
 $\delta p = 0.67$

Classe de importância

II
 $a_g = 1.70$ Ac. máx nom Impulso activo
 $\alpha = 0.17$ a_g/g Ia_base = 25.8 kN/m
 $r = 1.0$ Parâmetro Ia h = 12.0 kN/m
 $K_h = 0.253$ Coef sísmico Ia v = -22.9 kN/m
 $K_v = 0.127$

cas 1+K_v
 $A = 12.7 \text{ graus}$ 0.221 rad
 $A = 23.1 \text{ kN/m}^3$
 $kasA = 1.080$
 $kashA = 0.50$
 $kasvA = -0.96$
 $IsA = 49.9 \text{ kN/m}$
 $IsA h = 23.2 \text{ kN/m}$
 $IsA v = -44 \text{ kN/m}$
 $is h = 11.2 \text{ kN/m}$ à 1/2 da altura do muro
 $is v = -21.3 \text{ kN/m}$ à 1/2 da altura do muro

Cas 1-K_v
 $B = 16.2 \text{ graus}$ 0.282 rad
 $B = 18.2 \text{ kN/m}^3$
 $kasB = 1.33$
 $kashB = 0.62$
 $kasvB = -1.18$
 $IsB = 48.5 \text{ kN/m}$
 $IsA h = 22.6 \text{ kN/m}$
 $IsA v = -42.9 \text{ kN/m}$
 $is h = 10.56 \text{ kN/m}$
 $is v = -20.05 \text{ kN/m}$

MURO EM CONSOLA-h=2m

PARTE 2/5

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (EQU) E DESLIZAMENTO (GEO).

	(EQU)								(GEO)					
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	10.50	0.65	0.9	9.45	-----	-----	6.14	-----	1.00	10.50	-----	-----	6.83	-----
Wb2 =	1.23	0.82	0.9	1.10	-----	-----	0.91	-----	1.00	1.23	-----	-----	1.01	-----
Wb3 =	24.00	0.80	0.9	21.60	-----	-----	17.28	-----	1.00	24.00	-----	-----	19.20	-----
Wb4 =	0.00	0.00	0.9	0.00	-----	-----	0.00	-----	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	10.22	1.07	0.9	9.20	-----	-----	9.81	-----	1.00	10.22	-----	-----	10.90	-----
Ws2 =	4.00	0.25	0.9	3.60	-----	-----	0.90	-----	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	13.74	0.67	1.1	-----	-----	15.11	-----	10.07	1.00	-----	-----	13.74	-----	9.16
Iav =	22.86	1.33	1.1	25.15	-----	-----	33.53	-----	1.00	22.86	-----	-----	30.48	-----
Iph =	8.13	0.33	0.9	-----	7.32	-----	0.81	-----	1.00	-----	8.13	-----	2.71	-----
Ipv =	17.24	0.00	0.9	15.52	-----	-----	-----	-----	1.00	17.24	-----	-----	0.00	-----
Isc1h =	6.87	1.00	1.5	-----	-----	10.30	-----	10.30	1.30	-----	-----	8.93	-----	8.93
Isc1v =	11.43	1.20	1.5	17.15	-----	-----	20.57	-----	1.30	14.86	-----	-----	17.83	-----
Isc2h =	0.00	0.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.5	0.00	-----	-----	-----	0.00	1.30	0.00	-----	-----	-----	0.00
Fsc3 =	0.00	2.00	1.5	-----	-----	0.00	-----	0.00	1.30	-----	-----	0.00	-----	0.00
			$\Sigma =$	102.76	7.32	25.41	89.96	20.37		104.91	8.13	22.66	89.96	18.09

Verificação do derrubamento

$\Sigma M_{est} = 90.0 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 20.4 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 4.42 \text{ VERIFICA}$

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.56 \text{ rad}$
 $\Sigma F_{est} = 66.90 \text{ kN/m}$
 $\gamma_{R:v} = 1$
 $\Sigma F_{derr} = 22.66 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 2.95 \text{ VERIFICA}$

VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITE DE PERDA DE EQUILIBRIO (Sismo)

	SISMO							
	Força (kN/m)	braço bo (m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Fest (kN/m)	Fderr (kN/m)	Mest (kNm/m)	Mderr (kNm/m)
Wb1 =	10.5	0.65	1.00	10.50	-----	-----	6.83	-----
Wb2 =	1.2	0.82	1.00	1.23	-----	-----	1.01	-----
Wb3 =	24.0	0.80	1.00	24.00	-----	-----	19.20	-----
Wb4 =	0.0	0.00	1.00	0.00	-----	-----	0.00	-----
Ws1 =	10.2	1.07	1.00	10.22	-----	-----	10.90	-----
Ws2 =	4.0	0.25	1.00	4.00	-----	-----	1.00	-----
Iah =	12.0	0.67	1.00	-----	-----	12.04	-----	8.03
Iav =	-22.9	1.33	1.00	22.87	-----	-----	30.49	-----
Ip =	-25.6	0.33	1.00	-----	25.57	-----	-2.84	-----
is h =	11.2	1.00	1.00	-----	-----	11.20	-----	11.20
is v =	21.3	1.20	1.00	21.27	-----	-----	25.53	-----
			$\Sigma =$	94.08	25.57	23.25	92.11	19.23

Verificação do deslizamento

$tg(\delta') = 0.64 \text{ rad}$

$\Sigma F_{est} = 85.5 \text{ kN/m}$
 $\Sigma F_{derr} = 23.25 \text{ kN/m}$
 $FS_{desl} = 3.68 \text{ VERIFICA}$

Verificação do derrubamento

36.47 graus

$\Sigma M_{est} = 92.1 \text{ kNm/m}$
 $\Sigma M_{derr} = 19.2 \text{ kNm/m}$
 $FS_{derr} = 4.79 \text{ VERIFICA}$

MURO EM CONSOLA-h=2m

PARTE 3/5

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO SOLO

	Conjunto A1					Conjunto A2			
	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef. γ_f	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.15	10.50	1.35	14.2	2.13	10.50	1.0	10.5	1.58
Wb2 =	-0.02	1.23	1.35	1.7	-0.04	1.23	1.0	1.2	-0.03
Wb3 =	0.00	24.00	1.35	32.4	0.00	24.00	1.0	24.0	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.35	0.0	0.00	0.00	1.0	0.0	0.00
Ws1 =	-0.27	10.22	1.35	13.8	-3.68	10.22	1.0	10.2	-2.73
Ws2 =	0.55	4.00	1.35	5.4	2.97	4.00	1.0	4.0	2.20
Iah =	0.67	10.81	1.35	-----	9.73	13.74	1.0	-----	9.16
Iav =	-0.53	22.91	1.35	30.9	-16.50	22.86	1.0	22.9	-12.19
Iph =	0.33	14.15	1.00	-----	-4.72	8.13	1.0	-----	-2.71
Ipv =	0.80	29.99	1.00	-----	-23.99	17.24	1.0	-----	-13.79
Isc1h =	1.00	5.40	1.50	-----	8.11	6.87	1.3	-----	8.93
Isc1v =	-0.40	11.46	1.50	17.2	-6.87	11.43	1.3	14.9	-5.94
Isc2h =	0.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
Isc2v =	0.00	0.00	1.50	0.0	0.00	0.00	1.3	0.0	0.00
Fsc3 =	2.00	0.00	1.50	-----	0.00	0.00	1.3	-----	0.00
			$\Sigma =$	115.55	-32.87		$\Sigma =$	87.67	-15.53

Verificação da tensão no solo - Comb 1

M = $\Sigma M_c = -32.87$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 115.55$ kN/m

e = 0.28 m
 B/6 = 0.27 m
 B = 1.60 m
 d = 1.55 m
 B-d = 0.05 m
 $\sigma_{\min} = 0.00$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 149.42$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 112.06$ kN/m²
 qref = 112.06 kN/m²
 qref,z = 112.06 kN/m²

substituição de solos
 L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

Verificação da tensão no solo - Comb 2

M = $\Sigma M_c = -15.53$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 87.67$ kN/m

e = 0.18 m
 B/6 = 0.27 m
 B = 1.60 m
 d = 1.60 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 18.38$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 91.20$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 70.38$ kN/m²
 qref = 72.99 kN/m²
 qref,z = 72.99 kN/m²

SISMO

	braço bc (m)	Força (kN/m)	Coef.	Fvert (kN/m)	Mc (kNm/m)
Wb1 =	0.15	10.50	1.00	10.5	1.58
Wb2 =	-0.02	1.23	1.00	1.2	-0.03
Wb3 =	0.00	24.00	1.00	24.0	0.00
Wb4 =	0.00	0.00	1.00	0.0	0.00
Ws1 =	-0.27	10.22	1.00	10.2	-2.73
Ws2 =	0.55	4.00	1.00	4.0	2.20
Iah =	0.67	12.04	1.00	-----	8.03
Iav =	-0.53	22.87	1.00	22.9	-12.20
Ip =	0.33	-25.57	1.00	-----	-8.52
is h =	1.00	11.20	1.00	-----	11.20
is v =	-0.40	21.27	1.00	21.3	-8.51
			$\Sigma =$	94.08	-8.97

Verificação da tensão no solo - Sismo

M = $\Sigma M_c = -8.97$ kNm/m
 N = $\Sigma N_i = 94.08$ kN/m

e = -0.10 m
 B/6 = 0.27 m
 B = 1.60 m
 d = 1.60 m
 B-d = 0.00 m
 $\sigma_{\min} = 79.83$ kN/m²
 $\sigma_{\max} = 37.77$ kN/m²
 $\sigma_{\text{méd}} = 52.54$ kN/m²
 qref = 48.29 kN/m²
 qref,z = 48.29 kN/m²

substituição de solos

L muro = 1.00 m
 subs solos = 0.00 m
 ang = 30 °

0.000

MURO EM CONSOLA-h=2m

PARTE 4/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE ÚLTIMO

H' =	1.40 m	BETÃO	C30/37	AÇO	A500
		$f_{ck} =$	30 000 kPa	$f_{syd} =$	435 000 kPa
		$f_{ctk0.05} =$	2 000 kPa	$\rho_w =$	0.08
		$f_{cd} =$	20 000 kPa	$\theta =$	30
		$\tau_{rk} =$	333 kPa		
		$\kappa_1 =$	0.150	$K_0 =$	0.426 (A1)
		$Crd,c =$	0.120	$K_0 =$	0.511 (A2)
		$E_{c,28} =$	32 000 000 kPa		

DADOS
 Betão **C30/37**
 Aço **A500**
 rec = **0.05** cm

Conjunto A1

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	I_{sc1i} (kN/m)	b_{lsc1i} (m)	I_{sc2i} (kN/m)	b_{lsc2i} (m)	F_{sc3i} (kN/m)	b_{lsc3i} (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.47	0.93	0.16	1.99	0.23	0.00	0.00	0.00	0.47	0.89	4.24
3	0.93	3.71	0.31	3.98	0.47	0.00	0.00	0.00	0.93	4.35	10.98
4	1.40	8.36	0.47	5.97	0.70	0.00	0.00	0.00	1.40	11.53	20.24

Conjunto A2

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	I_{sc1i} (kN/m)	b_{lsc1i} (m)	I_{sc2i} (kN/m)	b_{lsc2i} (m)	F_{sc3i} (kN/m)	b_{lsc3i} (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.47	1.11	0.16	2.39	0.23	0.00	0.00	0.00	0.47	0.90	4.22
3	0.93	4.45	0.31	4.77	0.47	0.00	0.00	0.00	0.93	4.28	10.66
4	1.40	10.02	0.47	7.16	0.70	0.00	0.00	0.00	1.40	11.19	19.33

Sismo

	y_i (m)	I_{ai} (kN/m)	b_{lai} (m)	$\Delta_{is,i}$ (kN/m)	$b\Delta_{is,i}$ (m)	M_{Sd} (kNm/m)	V_{Sd} (kN/m)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.47	0.66	0.16	2.61	0.23	0.71	3.27
3	0.93	2.62	0.31	5.23	0.47	3.26	7.85
4	1.40	5.90	0.47	7.84	0.70	8.24	13.74

Dimensionamento à flexão - Env

	y_i (m)	h (m)	d (m)	M_{Sd} (kNm/m)	μ -----	w -----	As (cm ² /m)	$As\ mín$ (cm ² /m)	$afast$ (m)	ϕ (mm)	$As\ adop$ (cm ² /m)
1	0.00	0.30	0.25	0.00	0.000	-0.001	0.00	5.00	0.20	12	5.65
2	0.47	0.32	0.27	0.90	0.001	0.000	0.00	5.47	0.10	12	11.31
3	0.93	0.35	0.30	4.35	0.002	0.002	0.23	5.93	0.10	12	11.31
4	1.40	0.37	0.32	11.53	0.006	0.005	0.76	6.40	0.10	12	11.31

Dimensionamento ao esforço transversal - Resistência sem armadura de esforço transversal

	y_i (m)	h (m)	d (m)	k	ρ_l	σ_{cp} (MPa)	V_{Sd} (kN/m)	V_{rdc} (kN/m)	$V_{rdc, min}$ (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.30	0.25	1.89	0.00	0.00	0.00	107.6	125.0	ok
2	0.47	0.32	0.27	1.86	0.00	0.01	4.24	141.4	132.9	ok
3	0.93	0.35	0.30	1.82	0.00	0.02	10.98	147.0	140.7	ok
4	1.40	0.37	0.32	1.79	0.00	0.03	20.24	152.6	148.5	ok

Dimensionamento ao esforço transversal - Determinação da armadura de esforço transversal

	y_i (m)	d (m)	z (m)	As/s (cm ² /m)	nº ramos (ramos/m)	$afast_{vert.}$ (m)	ϕ (mm)	As/s (cm ² /m)	$V_{rd,s}$ (kN/m)	Ver.
1	0.00	0.25	0.23	-	-	-	-	-	-	ok
2	0.47	0.27	0.25	-	-	-	-	-	-	ok
3	0.93	0.30	0.27	-	-	-	-	-	-	ok
4	1.40	0.32	0.29	-	-	-	-	-	-	ok

MURO EM CONSOLA-h=2m

PARTE 5/5

DIMENSIONAMENTO DO MURO AOS ESTADOS LIMITE DE SERVIÇO - FENDILHAÇÃO

BETÃO	C30/37	AÇO	A500
Ec	32 000 000 (KN/m2):	f _{syd} =	435 000 kPa
fctm	2 000 (KN/m2):	ρ w =	0.08
		Es =	200 000 000 kPa
rec =	0.05 cm	(Es/Ec):	6.25

Fase não Fendilhada

	yi (m)	Mcqp (kNm/m)	h (m)	b (m)	d (m)	As1 (Trac) (m ²)	As2 (Comp) (m ²)	d1 (m)	d2 (m)	XLN (m)	I (m ⁴)	vinf. (m)	Mcr (kNm)
1	0.00	0.00	0.30	1.00	0.250	05.7E-04	0.00	0.05	0.05	0.15	0.00	0.15	30.94
2	0.47	0.61	0.32	1.00	0.273	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.16	0.00	0.16	36.75
3	0.93	3.01	0.35	1.00	0.297	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.17	0.00	0.17	42.21
4	1.40	8.08	0.37	1.00	0.320	11.3E-04	0.00	0.05	0.05	0.19	0.00	0.18	48.04

kt	0.40	0,6 para acções de curta duração 0,4 para acções de longa duração	(Es/Ec):	6.25	k ₁	0.80	0,8 para varões de alta aderência 1,6 para varões lisos
					k ₂	0.50	0,5 para flexão simples 1 para tracção simples simples
					k ₃	3.40	valor recomendado
					k ₄	0.43	valor recomendado

Fase Fendilhada

	Betão		Aço		φ	c(recob.) (m)	Srm		esm				Wk (mm)
	XLN2 (m)	Comp. (MPa)	Tracção (MPa)	Ac,eff (m ²)			rr (-)	Srm (mm)	σs (MPa)	σbetão (MPa)	σsr (MPa)	e _{sm} -e _{cm}	
1	0.141	0.0	0.0	0.053	12	0.050	0.011	362	0.0	4.4	21.25	0.00	Não fendilha
2	0.151	-0.1	0.4	0.057	12	0.050	0.020	274	0.4	4.3	21.70	0.00	Não fendilha
3	0.161	-0.3	1.7	0.062	12	0.050	0.018	282	1.7	4.4	23.13	0.00	Não fendilha
4	0.060	-0.9	23.9	0.103	12	0.050	0.011	356	23.9	5.2	141.87	0.00	Não fendilha

DIMENSIONAMENTO DA SAPATA

DADOS			BETÃO	C30/37
Betão	C30/37		f _{ck} =	30 000 kPa
Aço	A500		f _{ctm} =	2 800 kPa
recobrimento =	0.05 cm		f _{cd} =	20 000 kPa
			τ ₁ =	850 kPa
AÇO	A500		τ ₂ =	6 000 kPa
f _{syd} =	435 000 kPa		E _{c,28} =	32 000 000 kPa
e _{yy} =	2.17 10 ⁻³			

L =	0.69 m
A =	1.55 m

	σ _{máx}	σ ₂	Msd
	kN/m ²	kN/m ²	kNm/m
A1	149.42	83.24	29.88
A2	91.20	58.95	18.87
Sismo	52.54	56.40	12.63

	M _{Sd} (kNm)	h (m)	d (m)	μ	w	As (cm ²)	As mín (cm ²)
arm. sup.	11.53	0.60	0.55	0.002	0.001	0.28	8.25
arm. inf.	29.88	0.60	0.55	0.005	0.004	1.12	8.25

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

MEDIÇÕES DETALHADAS

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
06	06 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS							
	<i>Trabalhos a realizar de acordo com o projecto e satisfazendo o especificado no C.E.</i>							
06.1	- Trabalhos preparatórios e fundações especiais:							
06.1.1	- <i>Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem e esgoto de eventuais águas afluentes, carga, transporte e espalhamento em vazadouro dos produtos sobrantes, e eventual indemnização por depósito:</i>							
06.1.1.1	- Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>		1	61.63	6.50	9.00	3 605.36	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>		1	27.58	6.50	5.50	985.99	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	<i>sapatas</i>							
	P12-P13		1	18.20	7.69	3.87	541.29	
	P13-P14		1	20.00	7.15	2.89	412.98	
	P14-P15		1	22.00	6.73	2.13	315.13	
	P15-P16		1	22.00	6.43	1.59	224.92	
	P16-P17		1	13.67	6.24	1.23	104.84	
								6 190.50
06.2	- Cofragem, incluindo reaplicações:							
06.2.1	- Para betão não à vista.	m2						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08		6.50	436.02	
	Montante intradorso		1	56.18		6.50	365.17	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	laje de fundo extradorso		1	28.09		0.60	16.85	
	laje de fundo intradorso		1	27.07		0.60	16.24	
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09	3.37		94.66	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07	4.99		135.08	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	<i>sapatas</i>							
	P12-P13		2	18.20		0.60	21.84	
	P13-P14		2	20.00		0.60	24.00	
	P14-P15		2	22.00		0.60	26.40	
	P15-P16		2	22.00		0.60	26.40	
	P16-P17		2	13.67		0.60	16.40	
	<i>muros</i>							
	P12-P13		1	18.20	3.37		61.33	
	P13-P14		1	20.00	2.39		47.80	
	P14-P15		1	22.00	1.63		35.86	
	P15-P16		1	22.00	1.09		23.98	
	P16-P17		1	13.67	0.73		9.98	
								1 358.03
08.2.2	- Para betão à vista.	m2						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
	Montante extradorso		1	67.08		5.50	368.94	
	Montante intradorso		1	56.18		5.50	308.99	
	Laje de cobertura		1	61.63		5.50	338.97	
	Platibanda		1	6.50		1.29	8.39	
			1	6.50		1.77	11.51	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09	3.37		94.66	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07	4.99		135.08	
	muretes		2	28.09		1.25	70.23	
			2	27.07		1.25	67.68	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20	3.37		61.33	
	P13-P14		1	20.00	2.39		47.80	
	P14-P15		1	22.00	1.63		35.86	
	P15-P16		1	22.00	1.09		23.98	
	P16-P17		1	13.67	0.73		9.98	
	murete		2	95.87		1.25	239.68	
								1 823.06
06.3	- Betões, incluindo fornecimento e colocação:							
06.3.2	- Betão tipo C 16/20 na regularização de fundações.	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>		1	61.63	6.50	0.10	40.06	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>		1	27.58	6.50	0.10	17.93	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20	2.69	0.10	4.89	
	P13-P14		1	20.00	2.15	0.10	4.29	
	P14-P15		1	22.00	1.73	0.10	3.80	
	P15-P16		1	22.00	1.43	0.10	3.15	
	P16-P17		1	13.67	1.24	0.10	1.69	
	Caleiras 1/2 φ300		1	40.00	0.45	0.10	1.80	
								77.59
06.3.5	- Betão tipo C 30/37	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montantes		2	61.63	0.50	5.50	338.97	
	Laje de cobertura		1	61.63	0.50	6.50	200.30	
	Laje de fundo		1	61.63	0.50	6.50	200.30	
	Esquadros		2	61.63	0.30	0.30	11.09	
	Platibanda		1	6.50	0.30	1.29	2.52	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Laje de Fundo		1	27.58	6.50	0.60	107.56	
	Muro Norte (P11-P9)							
	troço constante		1	28.09	3.37	0.30	28.40	
	espessamento		1	28.09	3.37	0.17	15.95	
	murete		1	28.09	0.20	1.25	7.02	
	Muro Sul (P12-P10)							
	troço constante		1	27.07	4.99	0.30	40.52	
	espessamento		1	27.07	4.99	0.25	33.70	
	murete		1	27.07	0.20	1.25	6.77	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	sapatas							
	P12-P13		1	18.20	2.69	0.60	29.32	

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
	P13-P14		1	20.00	2.15	0.60	25.74	
	P14-P15		1	22.00	1.73	0.60	22.77	
	P15-P16		1	22.00	1.43	0.60	18.88	
	P16-P17		1	13.67	1.24	0.60	10.13	
	<i>muros - troço constante</i>							
	P12-P13		1	18.20	3.37	0.30	18.40	
	P13-P14		1	20.00	2.39	0.30	14.34	
	P14-P15		1	22.00	1.63	0.30	10.76	
	P15-P16		1	22.00	1.09	0.30	7.19	
	P16-P17		1	13.67	0.73	0.30	2.99	
	<i>muros - espessamento</i>							
	P12-P13		1	18.20	3.37	0.17	10.33	
	P13-P14		1	20.00	2.39	0.12	5.71	
	P14-P15		1	22.00	1.63	0.08	2.92	
	P15-P16		1	22.00	1.09	0.05	1.31	
	P16-P17		1	13.67	0.73	0.04	0.36	
	<i>murete</i>		1	95.87	0.20	1.25	23.97	
								1 198.23
06.4	- Aços, incluindo fornecimento e montagem:							
06.4.2	- Aço A 500 NR de ductilidade especial, especificação LNEC E 460.	kg						
			1	141 106.27			141 106.27	
								141 106.27
06.5	- Processos construtivos:							
08.5.1	- Cavaletes para montagem dos moldes e cimbramentos necessários à execução do tabuleiro, incluindo passagens de serviço, desvios provisórios, trabalhos de montagem e desmontagem, eventual sinalização provisória e estruturas de protecção.	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>		1	61.63	5.50	5.50	1 864.31	
								1 864.31
06.6	- Aterro junto a estruturas ou elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação:							
06.6.2	- Em encontros, nomeadamente do tipo perdido ou cofre, ou no tardo de montantes e muros da ala.	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08	3.25	6.50	1 417.07	
	Montante intradorso		1	56.18	3.25	6.50	1 186.80	
	sobre a laje de cobertura		1	61.63	6.50	2.50	1 001.49	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09	1.98	3.97	221.36	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07	2.79	5.59	422.94	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20	1.69	3.37	103.35	
	P13-P14		1	20.00	1.20	2.39	57.12	

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
	P14-P15		1	22.00	0.81	1.63	29.23	
	P15-P16		1	22.00	0.54	1.09	13.07	
	P16-P17		1	13.67	0.36	0.73	3.64	
								4 456.07
06.7	- Diversos:							
06.7.5	- Esgotos pluviais do tabuleiro, incluindo fornecimento e aplicação:							
06.7.5.4	- Descidas de talude, revestidas com betão, de secção semi-circular, com 0.30m de diâmetro.	m	1	40.00			40.00	40.00
06.7.5.5	- Execução de caixas de ligação das caleiras de taludes à valeta.	un	1				1.00	1.00
06.7.10	- Fornecimento e colocação de betão de agregados leves para enchimento de passeios, passadiços de serviço e separadores.	m3						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08	0.40	0.30	8.05	
	Montante intradorso		1	56.18	0.40	0.30	6.74	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09	0.40	0.30	3.37	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07	0.40	0.30	3.25	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20	0.40	0.30	2.18	
	P13-P14		1	20.00	0.40	0.30	2.40	
	P14-P15		1	22.00	0.40	0.30	2.64	
	P15-P16		1	22.00	0.40	0.30	2.64	
	P16-P17		1	13.67	0.40	0.30	1.64	
								32.91
06.7.11	- Fornecimento e colocação de lancil em passeios e/ou separadores:							
06.7.11.1	- Em lancil de betão prefabricado.	m						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08			67.08	
	Montante intradorso		1	56.18			56.18	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09			28.09	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07			27.07	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20			18.20	
	P13-P14		1	20.00			20.00	
	P14-P15		1	22.00			22.00	
	P15-P16		1	22.00			22.00	
	P16-P17		1	13.67			13.67	
								274.29
06.7.12	- Revestimento de passeios e/ou separadores, incluindo fornecimento e colocação:							
06.7.12.2	- Com argamassa esquadrelada.	m2						

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08	0.30		20.12	
	Montante intradorso		1	56.18	0.30		16.85	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09	0.30		8.43	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07	0.30		8.12	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20	0.30		5.46	
	P13-P14		1	20.00	0.30		6.00	
	P14-P15		1	22.00	0.30		6.60	
	P15-P16		1	22.00	0.30		6.60	
	P16-P17		1	13.67	0.30		4.10	
								82.29
06.7.15	- Execução de cortina drenante no tardo de montantes e/ou muros de ala, incluindo colector ou caleira de fundo:							
06.7.15.2	- Com geossintéticos.	m2						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		1	67.08		5.00	335.40	
	Montante intradorso		1	56.18		5.00	280.90	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		1	28.09		1.87	52.53	
	Muro Sul (P12-P10)		1	27.07		3.49	94.47	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1	18.20		1.87	34.03	
	P13-P14		1	20.00		0.89	17.80	
	P14-P15		1	22.00		0.13	2.86	
								818.00
06.7.16	- Bueiros em montantes e/ou muros de ala.	un						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	Montante extradorso		34				34.00	
	Montante intradorso		29				29.00	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	Muro Norte (P11-P9)		15				15.00	
	Muro Sul (P12-P10)		14				14.00	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		10				10.00	
	P13-P14		10				10.00	
	P14-P15		11				11.00	
								123.00
06.7.22	- Impermeabilização de elementos enterrados, com emulsão betuminosa do tipo ECR1, catiónica, de rotura rápida.	m2						
	Cofragem não à vista		1	1 358.03			1 358.03	
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	topo da laje de cobertura		1	61.63	6.50		400.60	
	topo da laje de fundo		1	61.63	5.50		338.97	
	<u>Zona Tipo 2 - Muros + Laje</u>							
	topo da laje de fundo		1	27.58	5.50		151.69	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	topo das sapatas							
	P12-P13		1	18.20	2.69		48.87	

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÕES DETALHADAS

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Nº de partes	Comp.	Larg.	Alt.	Quant. Parciais	Quant. Totais
	P13-P14		1	20.00	2.15		42.90	
	P14-P15		1	22.00	1.73		37.95	
	P15-P16		1	22.00	1.43		31.46	
	P16-P17		1	13.67	1.24		16.88	
								2 427.34
06.99	- Outros Trabalhos:							
06.99.01	- Execução de junta de dilatação do tipo "water-stop" de acordo com as peças desenhadas de projecto, incluindo fornecimento, colocação e todos os trabalhos, equipamentos e materiais necessários.	m						
	<u>Zona Tipo 1 - Quadro</u>							
	laje superior		2	6.50			13.00	
	laje inferior		3	6.50			19.50	
	montantes		6		6.50		39.00	
	<u>Zona Tipo 3 - Muros</u>							
	P12-P13		1			3.94	3.94	
	P13-P14		1			2.80	2.80	
	P14-P15		1			1.98	1.98	
	P15-P16		1			1.28	1.28	
	P16-P17		1			0.90	0.90	
								82.40
06.99.01	- Execução da plataforma para desvio de tráfego durante a execução dos trabalhos, incluindo todos os equipamentos, fornecimentos e trabalhos de terraplenagem, demolições e adaptações necessárias na via existente, como remoção provisória de passeios e separador central, execução de revestimento betuminoso e sinalização temporária.	vg	1				1.00	1.00

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MEDIÇÃO DE ARMADURAS

Refª ou Local	nº de partes	Quant	φ	L	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12	φ 16	φ 20	φ 25	φ 32
ZONA TIPO 2												
Muros+Laje												
<u>Laje de Fundo</u>												
<i>Armadura Inferior</i>												
Transversal	1	138	16	9.00					1242.00			
	1	138	16	7.50					1035.00			
	1	138	20	6.00						828.00		
	1	138	20	6.00						828.00		
Longitudinal	1	33	16	31.00					1023.00			
<i>Armadura Superior</i>												
Transversal	1	138	16	7.30					1007.40			
Longitudinal	1	25	16	31.00					775.00			
<i>Cantos</i>												
Transversal	2	138	16	2.00					552.00			
Longitudinal	2	2	16	31.00					124.00			
<u>Muros</u>												
<i>Armadura Interior</i>												
Transversal	1	138	16	4.05					558.90			
	1	138	16	5.50					759.00			
Longitudinal	2	12	16	31.00					744.00			
	2	7	16	31.00					434.00			
	1	3	12	30.00				90.00				
	1	8	12	30.00				240.00				
<i>Armadura Exterior</i>												
Longitudinal	2	12	16	31.00					744.00			
	2	7	16	31.00					434.00			
	1	3	12	30.00				90.00				
	1	8	12	30.00				240.00				
Topo	2	138	12	3.00				828.00				
	2	2	16	31.00					124.00			
<u>Murete</u>												
Longitudinal	2	12	10	30.00			720.00					
Transversal	2	138	12	2.00				552.00				
	2	138	16	2.00					552.00			
	2	138	10	2.00			552.00					
<u>Juntas Water-Stop</u>												
Armadura Longitudinal	3	20	12	7.00				420.00				
Armadura Transversal	3	30	10	1.50			135.00					
Subtotal (m)					0.00	0.00	1407.00	2460.00	10108.30	1656.00	0.00	0.00
Peso / m					0.22	0.40	0.62	0.89	1.58	2.47	3.88	6.31
Subtotal (kg)						0.00	868.12	2184.48	15971.11	4090.32	0.00	0.00
TOTAL (kg)											23114.03	

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

MAPA DE QUANTIDADES

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MAPA DE QUANTIDADES

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preços unit.	Totais
06	06 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS				
	<i>Trabalhos a realizar de acordo com o projecto e satisfazendo o especificado no C.E.</i>				
06.1	- Trabalhos preparatórios e fundações especiais:				
06.1.1	<i>- Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem e esgoto de eventuais águas afluentes, carga, transporte e espalhamento em vazadouro dos produtos sobranes, e eventual indemnização por depósito:</i>				
06.1.1.1	- Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3	6190.50		
06.2	- Cofragem, incluindo reaplicações:				
06.2.1	- Para betão não à vista.	m2	1358.03		
08.2.2	- Para betão à vista.	m2	1823.06		
06.3	- Betões, incluindo fornecimento e colocação:				
06.3.2	- Betão tipo C 16/20 na regularização de fundações.	m3	77.59		
06.3.5	- Betão tipo C 30/37	m3	1198.23		
06.4	- Aços, incluindo fornecimento e montagem:				
06.4.2	- Aço A 500 NR de ductilidade especial, especificação LNEC E 460.	kg	141106.27		
06.5	- Processos construtivos:				
08.5.1	- Cavaletes para montagem dos moldes e cimbramentos necessários à execução do tabuleiro, incluindo passagens de serviço, desvios provisórios, trabalhos de montagem e desmontagem, eventual sinalização provisória e estruturas de protecção.	m3	1864.31		
06.6	- Aterro junto a estruturas ou elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação:				
06.6.2	- Em encontros, nomeadamente do tipo perdido ou cofre, ou no tardo de montantes e muros da ala.	m3	4456.07		
06.7	- Diversos:				
06.7.5	<i>- Esgotos pluviais do tabuleiro, incluindo fornecimento e aplicação:</i>				
06.7.5.4	- Descidas de talude, revestidas com betão, de secção semi-circular, com 0.30m de diâmetro.	m	40.00		

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

MAPA DE QUANTIDADES

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preços unit.	Totais
06.7.5.5	- Execução de caixas de ligação das caleiras de taludes à valeta.	un	1.00		
06.7.10	- Fornecimento e colocação de betão de agregados leves para enchimento de passeios, passadiços de serviço e separadores.	m3	32.91		
06.7.11	- <i>Fornecimento e colocação de lancil em passeios e/ou separadores:</i>				
06.7.11.1	- Em lancil de betão prefabricado.	m	274.29		
06.7.12	- <i>Revestimento de passeios e/ou separadores, incluindo fornecimento e colocação:</i>				
06.7.12.2	- Com argamassa esquadrelada.	m2	82.29		
06.7.15	- <i>Execução de cortina drenante no tardo de montantes e/ou muros de ala, incluindo colector ou caleira de fundo:</i>				
06.7.15.2	- Com geossintéticos.	m2	818.00		
06.7.16	- Bueiros em montantes e/ou muros de ala.	un	123.00		
06.7.22	- Impermeabilização de elementos enterrados, com emulsão betuminosa do tipo ECR1, catiónica, de rotura rápida.	m2	2427.34		
06.99	- Outros Trabalhos:				
06.99.01	- Execução de junta de dilatação do tipo "water-stop" de acordo com as peças desenhadas de projecto, incluindo fornecimento, colocação e todos os trabalhos, equipamentos e materiais necessários.	m	82.40		
06.99.01	- Execução da plataforma para desvio de tráfego durante a execução dos trabalhos, incluindo todos os equipamentos, fornecimentos e trabalhos de terraplenagem, demolições e adaptações necessárias na via existente, como remoção provisória de passeios e separador central, execução de revestimento betuminoso e sinalização temporária.	vg	1.00		

**PARQUE DE SANTA CRUZ
AQUATERRA MASTERPLAN
CARNAXIDE - OEIRAS**

PROJECTO DE EXECUÇÃO

OBRAS DE ARTE

TÚNEL EIXO 01

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preços unit.	Totais
06	06 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS				
	<i>Trabalhos a realizar de acordo com o projecto e satisfazendo o especificado no C.E.</i>				
06.1	- Trabalhos preparatórios e fundações especiais:				
06.1.1	<i>- Escavação para abertura de fundações, incluindo implantação, entivação, escoramento, bombagem e esgoto de eventuais águas afluentes, carga, transporte e espalhamento em vazadouro dos produtos sobranes, e eventual indemnização por depósito:</i>				
06.1.1.1	- Com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)	m3	6190.50	20.00 €	123 809.94 €
06.2	- Cofragem, incluindo reaplicações:				
06.2.1	- Para betão não à vista.	m2	1358.03	50.00 €	67 901.29 €
08.2.2	- Para betão à vista.	m2	1823.06	60.00 €	109 383.34 €
06.3	- Betões, incluindo fornecimento e colocação:				
06.3.2	- Betão tipo C 16/20 na regularização de fundações.	m3	77.59	120.00 €	9 311.09 €
06.3.5	- Betão tipo C 30/37	m3	1198.23	150.00 €	179 733.97 €
06.4	- Aços, incluindo fornecimento e montagem:				
06.4.2	- Aço A 500 NR de ductilidade especial, especificação LNEC E 460.	kg	141106.27	2.50 €	352 765.67 €
06.5	- Processos construtivos:				
08.5.1	- Cavaletes para montagem dos moldes e cimbramentos necessários à execução do tabuleiro, incluindo passagens de serviço, desvios provisórios, trabalhos de montagem e desmontagem, eventual sinalização provisória e estruturas de protecção.	m3	1864.31	20.00 €	37 286.15 €
06.6	- Aterro junto a estruturas ou elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, eventual escavação em empréstimo, transporte, espalhamento e compactação:				
06.6.2	- Em encontros, nomeadamente do tipo perdido ou cofre, ou no tardo de montantes e muros da ala.	m3	4456.07	15.00 €	66 840.99 €
06.7	- Diversos:				
06.7.5	<i>- Esgotos pluviais do tabuleiro, incluindo fornecimento e aplicação:</i>				
06.7.5.4	- Descidas de talude, revestidas com betão, de secção semi-circular, com 0.30m de diâmetro.	m	40.00	30.00 €	1 200.00 €

Empreitada:	Código:
PARQUE DE SANTA CRUZ AQUATERRA MASTERPLAN CARNAXIDE - OEIRAS	3260

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Código IP	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preços unit.	Totais
06.7.5.5	- Execução de caixas de ligação das caleiras de taludes à valeta.	un	1.00	150.00 €	150.00 €
06.7.10	- Fornecimento e colocação de betão de agregados leves para enchimento de passeios, passadiços de serviço e separadores.	m3	32.91	150.00 €	4 937.22 €
06.7.11	- <i>Fornecimento e colocação de lancil em passeios e/ou separadores:</i>				
06.7.11.1	- Em lancil de betão prefabricado.	m	274.29	35.00 €	9 600.15 €
06.7.12	- <i>Revestimento de passeios e/ou separadores, incluindo fornecimento e colocação:</i>				
06.7.12.2	- Com argamassa esquadrelada.	m2	82.29	35.00 €	2 880.05 €
06.7.15	- <i>Execução de cortina drenante no tardo de montantes e/ou muros de ala, incluindo colector ou caleira de fundo:</i>				
06.7.15.2	- Com geossintéticos.	m2	818.00	40.00 €	32 719.86 €
06.7.16	- Bueiros em montantes e/ou muros de ala.	un	123.00	20.00 €	2 460.00 €
06.7.22	- Impermeabilização de elementos enterrados, com emulsão betuminosa do tipo ECR1, catiónica, de rotura rápida.	m2	2427.34	5.00 €	12 136.68 €
06.99	- Outros Trabalhos:				
06.99.01	- Execução de junta de dilatação do tipo "water-stop" de acordo com as peças desenhadas de projecto, incluindo fornecimento, colocação e todos os trabalhos, equipamentos e materiais necessários.	m	82.40	70.00 €	5 768.00 €
06.99.01	- Execução da plataforma para desvio de tráfego durante a execução dos trabalhos, incluindo todos os equipamentos, fornecimentos e trabalhos de terraplenagem, demolições e adaptações necessárias na via existente, como remoção provisória de passeios e separador central, execução de revestimento betuminoso e sinalização temporária.	vg	1.00	25 000.00 €	25 000.00 €

Total Cap. 6	1 043 884.40 €
---------------------	-----------------------