

Tipo de verificação	
	Estado limite último da capacidade resistente em compressão da interface calda-maciço das ancoragens
	Estado limite último de resistência à flexão das pranchas de madeira
	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte das pranchas de madeira
Estabilização de taludes	
Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	Estado limite último de estabilidade dos taludes em meio contínuo e em meio descontínuo
	Estado limite último de resistência à tração da armadura das pregagens
	Estado limite último da capacidade resistente em compressão da interface calda-maciço das pregagens
	Estado limite último de resistência à flexão do revestimento em betão projetado armado com rede eletrossoldada
	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado armado com rede eletrossoldada
Verificação da Segurança ao Estado Limite de Utilização (ELS)	Deslocamentos e convergências da secção das galerias subterrâneas
	Deslocamentos das estruturas de contenção
	Assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência das escavações

## 11 PROJETO DE RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

Face ao baixo recobrimento do túnel de ligação entre o corpo da Estação de Infante Santo e as escadas de acesso à mesma, conjugado com a existência à superfície de um edifício com fundações superficiais, será necessário prever o recalçamento das referidas fundações, de modo a minimizar a ocorrência de assentamentos excessivos, garantindo a sua segurança estrutural.

Serão realizados poços que permitam aferir melhor as características das fundações (cota, geometria e materiais) bem como as características do maciço de fundação onde estas assentam. Assim, a solução a adotar para o recalçamento das fundações poderá ser otimizada ou alterada consoante os resultados obtidos.

O projeto de recalçamento será baseado em modelos numéricos que permitem avaliar o desempenho da solução e o dimensionamento dos elementos estruturais.

Será realizado um modelo de interação solo-estrutura, em estado plano de deformação, com recurso ao programa Plaxis 2D, do qual se mostra uma imagem.

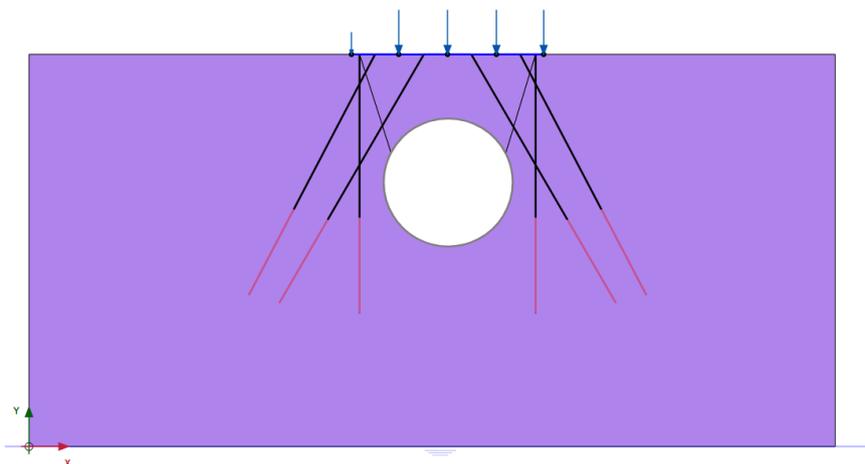


Figura 7 – Modelo de cálculo para a avaliação das deformações da solução de recalçamento

No dimensionamento dos elementos estruturais consideram-se conservativamente os esforços resultantes da assunção que as cargas aplicadas sobre as vigas de recalçamento são encaminhadas para as microestacas sem qualquer transferência de carga para o terreno de fundação.

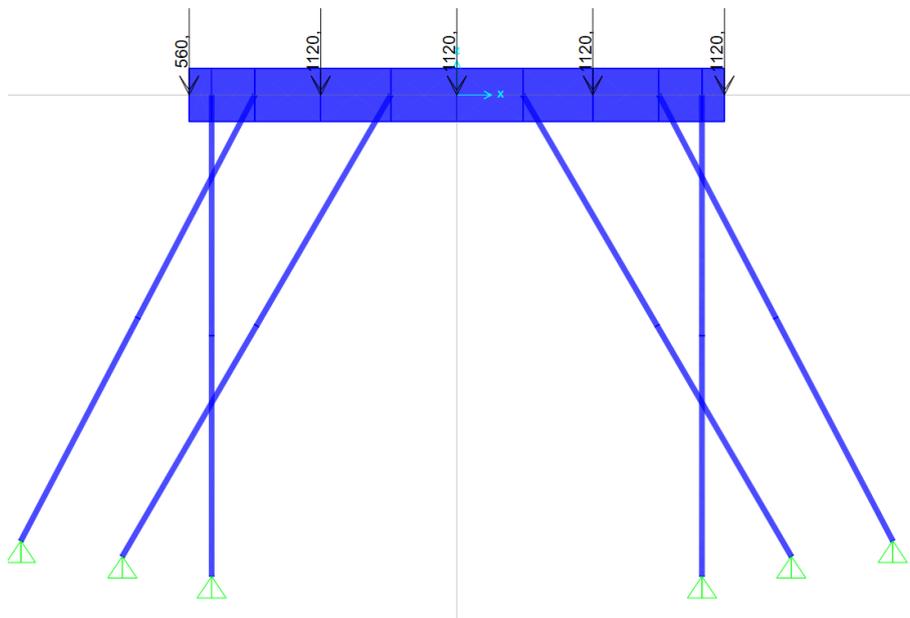


Figura 8 – Modelo de cálculo para dimensionamento dos elementos estruturais

Importa ainda referir que a estimativa de cargas em cada pilar será realizada com base nas áreas de influência determinadas nas plantas dos edifícios e considerando uma carga característica de  $12\text{kN/m}^2/\text{piso}$ .

Serão realizadas as seguintes verificações de segurança:

- Estado Limite Último de resistência à flexão e ao corte das vigas de recalçamento
- Estado Limite Último de resistência da armadura das microestacas
- Estado Limite Último de capacidade resistente em compressão da interface calda-maciço das microestacas
- Estado Limite de Utilização - assentamentos totais e diferenciais

---

## 12 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

### 12.1 Junta de contração

Serão previstas juntas de contração em zonas de transição de comportamento estrutural da estrutura, de forma a evitar efeitos localizados que poderão ser nefastos para o comportamento das zonas da estrutura.

### 12.2 Estanqueidade

A aplicação do sistema de impermeabilização descrito no ponto 7.3 acima garantirá a estanqueidade da estação.

As juntas de contração serão munidas de lâminas de estanqueidade tipo *Waterstop* em PVC.

## 13 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

### 13.1 Enquadramento

O recurso à instrumentação e observação permitirá prever o controlo proactivo e sistemático dos trabalhos através de um plano de monitorização dos parâmetros que influenciam o desenvolvimento da obra, com o fim de verificar as hipóteses de projeto e, onde necessário, adaptá-lo antecipadamente de forma a garantir, sem subestimar a segurança, o cumprimento dos tempos de execução, a gestão das aleatoriedades e dos imprevistos no contexto geológico-geotécnico em que a obra se insere. Em função dos resultados obtidos, este recurso possibilita o controlo e a adaptação atempada das soluções, com consequências benéficas na minimização do risco geotécnico da obra.

De salientar ainda que a metodologia adotada no desenvolvimento deste estudo segue os princípios correntes aplicados neste tipo de intervenção.

O sistema de monitorização será robusto e capaz de garantir a durabilidade adequada, sendo constituído por instrumentos de provada confiabilidade e de uso corrente em obras similares.

Toda a instrumentação terá que ser adequadamente protegida para evitar que seja danificada durante a execução da obra.

A realização de leituras topográficas pressupõe o recurso a elementos de referência adequados, posicionados numa zona da obra que não sofra perturbações e a uma distância tal que o erro de leitura associado seja mínimo.

A instalação da instrumentação tem uma importância estratégica para o correto desempenho do sistema de monitorização, em particular para aqueles instrumentos que uma vez instalados não ficam acessíveis.

A instalação deverá garantir a máxima confiabilidade e êxito das operações.

As técnicas e procedimentos de instalação deverão estar sempre de acordo com as indicações dos fabricantes da instrumentação.

Toda a instrumentação deverá ser instalada com a devida antecedência em relação ao início das obras para se conseguir adequadas leituras de referência.

A redundância da instrumentação é importante para aumentar a confiança no sistema e permitir um controlo cruzado.

Sempre que possível serão adotados sistemas de leitura automatizada dos dispositivos de monitorização, nomeadamente, estações totais.

No enquadramento anterior, o sistema de observação foi definido para as diferentes obras que compõem o projeto, sendo o acompanhamento realizado através da monitorização dos seguintes dispositivos:

- Prisma topográfico (edifícios)
- Prisma topográfico (contenções)
- Prisma topográfico (pavimentos)
- Extensómetro multiponto
- Inclínometro

- Piezómetro tipo Casagrande (a executar no âmbito da obra, para além dos a realizar no âmbito da campanha de prospeção)
- Fissurómetro (edifícios)
- Prisma topográfico para medição de deslocamentos e de convergência (no intradorso do suporte primário)
- Sismógrafo (edifícios)
- Níveis líquidos (edifícios – obra de recalçamento)
- Clinómetro (edifícios)
- Extensómetro de corda vibrante (estruturas enterradas)

## 13.2 Grandezas a medir

De um modo geral as grandezas a medir serão:

- Medições de deslocamentos e de convergências no interior dos túneis NATM da Estação de Infante Santo recorrendo a prismas topográficos;
- Medição de deslocamentos verticais e horizontais em edifícios, muros e contenções, através de prismas;
- Medição de deslocamentos verticais e distorções em edifícios, através de níveis líquidos;
- Medição da inclinação dos edifícios recorrendo a clinómetros;
- Medição da abertura de fendas, utilizando fissurómetros;
- Medições de deslocamentos verticais internos do maciço e à superfície, com extensómetros multiponto;
- Medição de deslocamentos horizontais através de inclinómetros;
- Medições de deslocamentos utilizando prismas topográficos no pavimento;
- Medições piezométricas de água recorrendo a piezómetros;
- Medição de vibrações induzidas recorrendo a sismógrafos.

## 13.3 Escavações NATM da Estação de Infante Santo

A avaliação da evolução do comportamento dos túneis NATM da Estação de Infante Santo será realizada através do registo dos deslocamentos do suporte primário (deslocamentos e convergências) e observação de eventuais fissurações betão projetado. Para tal serão criadas secções de medição de deslocamentos e convergências, onde serão instalados prismas na abóbada e hasteais.

Em geral, no que diz respeito às grandezas a observar, as mais relevantes são as que se relacionam com a libertação do estado de tensão, a presença e escoamento de água e com as vibrações devidas ao processo de escavação.

As ações relacionadas com a presença e escoamento de água nas escavações subterrâneas serão controladas pela observação sistemática dos caudais afluentes, não sendo exepetável, situações relevantes na maior parte da extensão da obra. Quando necessário, particular destaque

assumem os furos longitudinais para geodrenos e pregagens, realizados em avanço da escavação, que permitirão antever as condições hidrogeológicas do terreno a escavar.

### 13.4 Estruturas de contenção e estabilização de taludes da Estação de Infante Santo

A avaliação da evolução do comportamento das estruturas de contenção e estabilização de taludes da Estação de Infante Santo será realizada essencialmente através do registo dos deslocamentos observados em vários níveis.

No caso das estruturas de contenção com ancoragens esta avaliação também passará pela observação da evolução da tração instalada nestes elementos.

### 13.5 Edificações

Para a observação das edificações próximas às obras será implementado um sistema de monitorização composto por:

- Prismas topográficos para o controlo dos deslocamentos verticais e horizontais das estruturas;
- Sismógrafos para o controlo das vibrações induzidas pela execução das obras;
- Clinómetros. para o controlo das inclinações;
- Fissurómetros para o controlo de eventuais fissuras presentes nas edificações.

A adoção de medidas de instrumentação e observação permitirá em fase de obra observar os movimentos ocorridos em interferências e, se necessário, tomar medidas de minimização dos movimentos das estruturas e consequentemente reduzir os riscos humanos e materiais associados a estes movimentos. Assim sendo, foram estabelecidos dois níveis de instrumentação e observação (I e II), que se diferenciam, respetivamente, pela complexidade crescente dos dispositivos instalados, pela maior quantidade de instrumentos e por limites de alerta, referência e de alarme mais restritivos:

- Instrumentação e observação Nível I – Monitorização recorrendo essencialmente a prismas;
- Instrumentação e observação Nível II – Monitorização recorrendo prismas, clinómetros, fissurómetros e sismógrafos.

Note-se que os sismógrafos devem ser instalados o mais próximo possível às fundações das edificações e que os fissurómetros devem ser instalados apenas em caso de presença de fissuras.

### 13.6 Frequência de leituras

As leituras iniciais (de referência) deverão ser efetuadas de acordo às indicações referidas nos pontos anteriores e sempre antes do começo dos trabalhos de escavação.

A frequência das leituras a adaptar na fase de construção são as que constam Tabela 17.

Tabela 17 - Frequência de leituras de dispositivos de monitorização

Frequência de leitura de dispositivos (Escavações subterrâneas)				
Tipo de instrumento	Fase de obra			
	Distância relativa à frente de escavação			
	< 20 m	20 - 60 m	60 - 100 m	> 100 m
Prisma topográfico (edifícios)	6 leituras diárias	Cada 2 dias	Semanalmente	Quinzenalmente até inferior a 2 mm/mês
Prisma topográfico (pavimentos)	6 leituras diárias			
Tilímetro	Bi-semanal	Bi-semanal		
Piezómetro elétrico	6 leituras diárias	Cada 2 dias		
Piezómetros Tipo Casagrande	Semanalmente	Semanalmente		
Fissurómetro	Bi-semanal	Bi-semanal		
Sismógrafo	1 leitura por hora	1 leitura por hora	1 leitura por hora	
Prisma de deslocamentos e convergência (túneis)	Diariamente	Cada 2 dias	Cada 2 dias	
Extensómetro de corda vibrante para estruturas enterradas	Diariamente			
Extensómetro	Diariamente			
Sensor de nível líquido	6 leituras diárias			
Inclinómetro	Semanalmente	Semanalmente	Semanalmente	
Inspeção visual – sup. primário	Diariamente			

### 13.7 Critérios de alerta, referência e alarme

Os valores associados aos limites de alerta, referência e alarme são estipulados em função dos resultados obtidos nos cálculos do projeto. São definidos, por cada parâmetro medido, como:

#### Limite de alerta

Cenário correspondente a um primeiro estágio, onde os valores medidos nos sistemas de monitorização correspondem a 80% dos valores definidos pelo projeto.

#### Limite de referência

Cenário correspondente a um segundo estágio, onde os valores medidos nos sistemas de monitorização correspondem aos valores definidos pelo projeto (100%).

#### Limite de alarme

Cenário correspondente a um terceiro estágio, onde os valores medidos nos sistemas de monitorização correspondem a 130% dos valores definidos pelo projeto.

Os critérios propostos para os deslocamentos, deverão também ser aferidos com base na variação da taxa de deformação (velocidade).

---

## 13.8 Plano de contingência

O plano de contingência servirá para definir as acções concretas a realizar e os responsáveis pelas mesmas, sempre que os limites de alerta, referência e alarme forem ultrapassados.

Para as situações em que poderá ser necessário a implementação de medidas concretas para reduzir um possível cenário de risco, serão incluídas uma lista de medidas orientadoras a considerar. Estas acções aplicam-se somente se forem ultrapassados os limites alarme.

## 14 AVALIAÇÃO DE DANOS

A avaliação de danos em interferências ao longo do traçado, assim como a definição de critérios de danos em estruturas ou infra-estruturas situadas na vizinhança da obra, encontram-se definidas no Volume 17.

A avaliação de danos será realizada de acordo com metodologia patenteada no Programa Preliminar, encontrando-se a sua articulação com o processo de análise, ilustrada na **Error! Reference source not found.**

Para otimizar o processo de avaliação de danos será utilizado o programa de cálculo automático Oasys Xdisp Pro, que permite estimar os parâmetros de deformação geométrica nos diversos tipos de interferência com base no cálculo de assentamentos através de formulações empíricas ou através de elementos finitos (importados de modelos de tensão-deformação). O programa também permite o cálculo da categoria de dano para edifícios segundo Boscardin e Cording 1989 e Burland 1995.

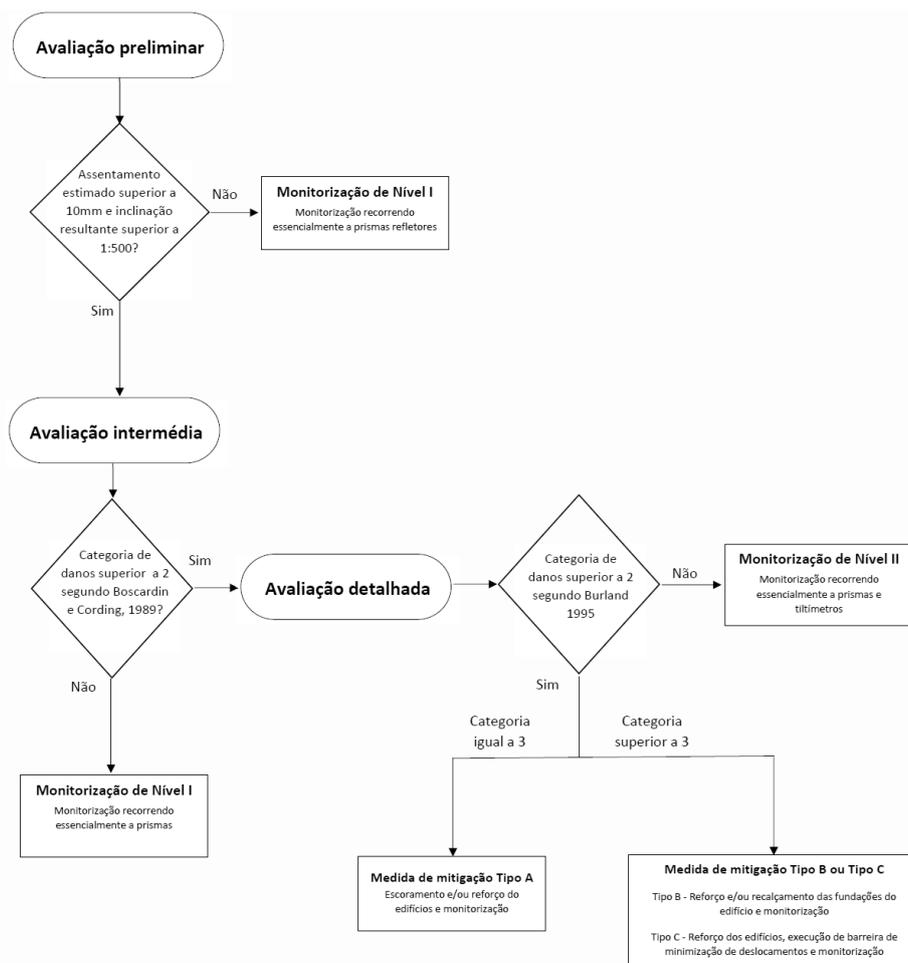


Figura 9 - Metodologia de avaliação de danos em interferências

## 14.1 Metodologia de avaliação de danos em edifícios

A classificação de danos em edifícios seguirá a metodologia indicada no Caderno de Encargos para a avaliação de danos. Esta considera as categorias de dano definidas por Burland (1995), seguindo uma metodologia que consiste na realização das seguintes três fases de avaliação:

### Fase 1 – Avaliação preliminar

Nesta fase procede-se à estimativa dos assentamentos ao longo do traçado dos túneis nas zonas confinantes com este devido à sua escavação, sem ter em consideração a presença dos edifícios, designadamente, em termos de rigidez.

Sob o edifício será determinado o valor do assentamento vertical máximo,  $sv,max$ , e a rotação máxima,  $\theta,max$ . Se o valor do assentamento vertical máximo for inferior a 10 mm e a rotação máxima inferior a 1/500 Rankin (1988), os danos serão desprezáveis a ligeiros, pelo que se considera a solução de projeto adequada, não sendo necessário prosseguir para as fases seguintes.

### Fase 2 – Avaliação intermédia

Nesta fase admite-se que o edifício acompanha a deformação do terreno calculada na fase anterior e que pode ser, simplificadamente, considerado como uma viga elástica. Estima-se o valor da razão de deflexão  $DR_{max}=\Delta_{max}/L$  e da deformação horizontal média  $\epsilon_h=\delta L/L$ , onde  $\Delta_{max}$  é a deflexão relativa entre dois pontos à distância  $L$  e  $\delta L$  é a variação deste comprimento. Com base no modelo de viga elástica calculam-se as extensões máximas de tração induzidas por flexão e por corte devido a deformações de deflexão, às quais se devem adicionar as deformações horizontais do terreno,  $\epsilon_h$ . A categoria de danos é, então, avaliada por comparação dos valores obtidos com os valores obtidos com os da Tabela 18. Se a categoria de danos for superior a 2, será necessário prosseguir para a terceira fase.

Tabela 18 – Valores da deformação de tração limite em função da categoria de danos (Boscardin e Cording, 1989)

Categoria de danos	Grau normal de severidade	Valor limite da deformação de tração, $\epsilon_{lim}$ (%)
0	Desprezável	0-0,05
1	Muito ligeiro	0,05-0,075
2	Ligeiro	0,075-0,15
3	Moderado	0,15-0,3
4 e 5	Severo a muito severo	>0,3

Em situações onde a altura (H) e o comprimento (L) do edifício sejam significativamente diferentes, esta fase de apreciação deverá considerar explicitamente a razão H/L e a concavidade da deformada do terreno, recorrendo às curvas de interação entre a deflexão e a deformação horizontal média, propostas por Burland (1995).

### Fase 3 – Avaliação detalhada

Nesta fase deverá ser considerada a interação entre o terreno e o edifício, pelo que será necessário modelar o edifício e a construção do túnel e ter em conta a sua orientação em relação ao edifício, o seu tipo de fundações, a continuidade estrutural dos diferentes corpos do edifício e o estado do edifício prévio à escavação.

Com base na modelação efetuada serão estimadas as extensões máximas de tração. A categoria de danos é, então, avaliada por comparação dos valores obtidos com os da Tabela 19. Se a categoria de danos for superior a 2, será necessário conceber e validar, com base no modelo numérico desenvolvido, medidas de mitigação de danos de modo a garantir que estes sejam ligeiros (categoria 2).

Tabela 19 – Valores de deformação de tração limite em função da categoria de danos (Burland, 1995)

Categoria de danos	Grau de severidade	Valor limite da deformação de tração, $\epsilon_{lim}$ (%)	Descrição dos danos característicos	Abertura aproximada das fendas (mm)
0	Desprezável	0 - 0,05	Fissuras capilares	<0,1
1	Muito ligeiro	0,05 - 0,075	Finas fissuras facilmente reparáveis numa decoração. Danos geralmente limitados aos acabamentos de paredes interiores. Algumas fissuras em alvenarias exteriores de tijolo ou de pedra detetadas em inspeção detalhada.	<1
2	Ligeiro	0,075 - 0,15	Fissuras de fácil preenchimento. As fissuras recorrentes podem ser mascaradas por revestimentos adequados. As fissuras podem ser externamente visíveis e pode ser necessário algum tratamento para garantir a sua estanqueidade. Portas e janelas ligeiramente empenadas.	<5
3	Moderado	0,15 - 0,30	Fissuras podem requerer algum avivamento e reparação. Reparação da alvenaria exterior e possivelmente uma pequena parte da alvenaria pode ter que ser substituída. Portas e janelas empenadas. Fracturação de tubagens. Falta de proteção contra intempéries.	5 a 15 ou várias fissuras > 3
4	Severo	>0,30	Trabalhos de reparação extensos que envolvem a abertura e a substituição de secções de paredes, especialmente em portas e janelas. Caixilhos de janelas ou de portas distorcidos. Piso visivelmente inclinado. Paredes visivelmente inclinadas ou salientes. Alguma perda de sustentação em vigas. Tubagens interrompidas.	15 a 25 mas depende do número de fissuras
5	Muito severo	>0,30	Requer grandes reparações envolvendo reconstrução parcial ou completa. As vigas perdem o apoio. As paredes inclinam-se muito e exigem escoramento. As janelas partem por distorção. Perigo de instabilidade.	Geralmente > 25 mm mas depende do número de fissuras

A avaliação de danos em edifícios classificados como património de elevado valor cultural e histórico, incluirá um fator de agravamento da categoria de dano em função da suscetibilidade do edifício para tolerar os assentamentos sem apresentar danos relevantes.

O agravamento da categoria de dano (0-5) é realizado através da soma de uma pontuação (0-2), obtida segundo a Tabela 20.

*Tabela 20 – Fator de agravamento da categoria de dano para edifícios classificados*

Pontuação	Critério	
	Suscetibilidade do edifício a assentamentos e interação com edifícios adjacentes	Suscetibilidade de elementos arquitetónicos no edifício (estatuária, revestimentos, etc.)
0	Edifícios em alvenaria em que foi utilizada argamassa de cal e que não se encontram ladeados por outros edifícios. Com fachadas uniformes sem grandes aberturas particulares.	Sem elementos arquitetónicos particularmente sensíveis
1	Edifícios com estrutura sensível ou edifícios com ladeados por outros edifícios com estruturas modernas com rigidez estrutural muito superior, com uma ou mais aberturas com dimensões significativas.	Acabamentos frágeis (e.g. estatuária, revestimentos em pedra com juntas estreitas, que são suscetíveis a pequenos deslocamentos e difíceis de reparar)
2	Edifícios que pela sua constituição tendem a concentrar todos os deslocamentos num só elemento estrutural.	Acabamentos que se forem danificados terão um forte impacto no património histórico e cultural associado ao edifício (e.g. fendas em pintura a fresco)

Com base numa consulta realizada ao Atlas do Património Classificado e em Vias de Classificação da Direção Geral do Património Cultural (DGPC) a 27 de Maio de 2024, não foram identificadas interferências com a classificação de património classificado ou em vias de classificação, na zona de influência dos trabalhos de escavação da Estação de Infante Santo.

## 15 REDE DE TERRAS

A rede de terras proposta tem com objetivo garantir que as tensões de passagem e de contato de um eventual defeito, não excedem os valores regulamentares.

Todas as estruturas metálicas e massas da instalação serão ligadas a este sistema de terra.

As ligações entre os cabos da malha de terras e as varetas de aço cobreado, serão feitas por soldadura aluminotérmica.

A rede de terras será constituída pelos subsistemas que compõe a SET, existindo na estação poços de terra para os sistemas 30 kV, BT e 750 Vcc.

Nos desenhos de arquitetura encontram-se localizados os poços de terra.

Atendendo ao elevado nível freático da zona, os poços terra serão executados, na sua totalidade, com a instalação do eléctrodo de terra, na fase de Toscos. Assim, teremos:

- A execução dos negativos e/ou das furações na laje, até atingir o terreno;
- Fornecimento e instalação dos eléctrodos de cobre e enchimento com terra vegetal de boa qualidade;
- Medição da resistência de terra e sua aprovação pela Fiscalização/ Dono de Obra;
- Enchimento com o betão pobre;
- Fornecimento e instalação da tampa em chapa xadrez.

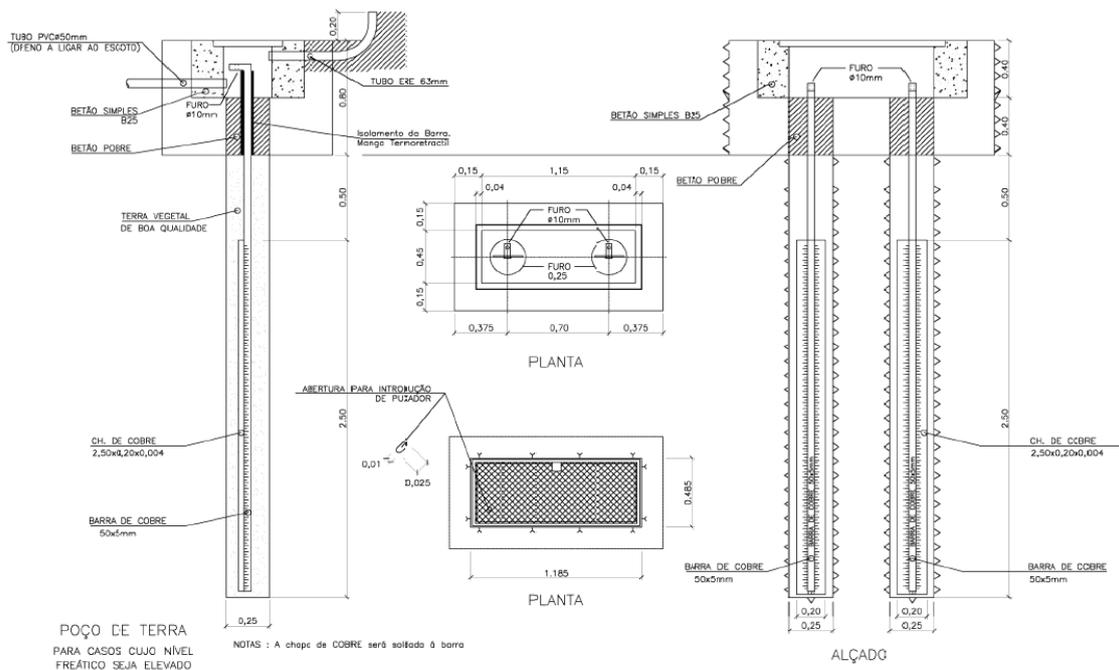


Figura 10 – Pormenores tipo dos poços de terra.

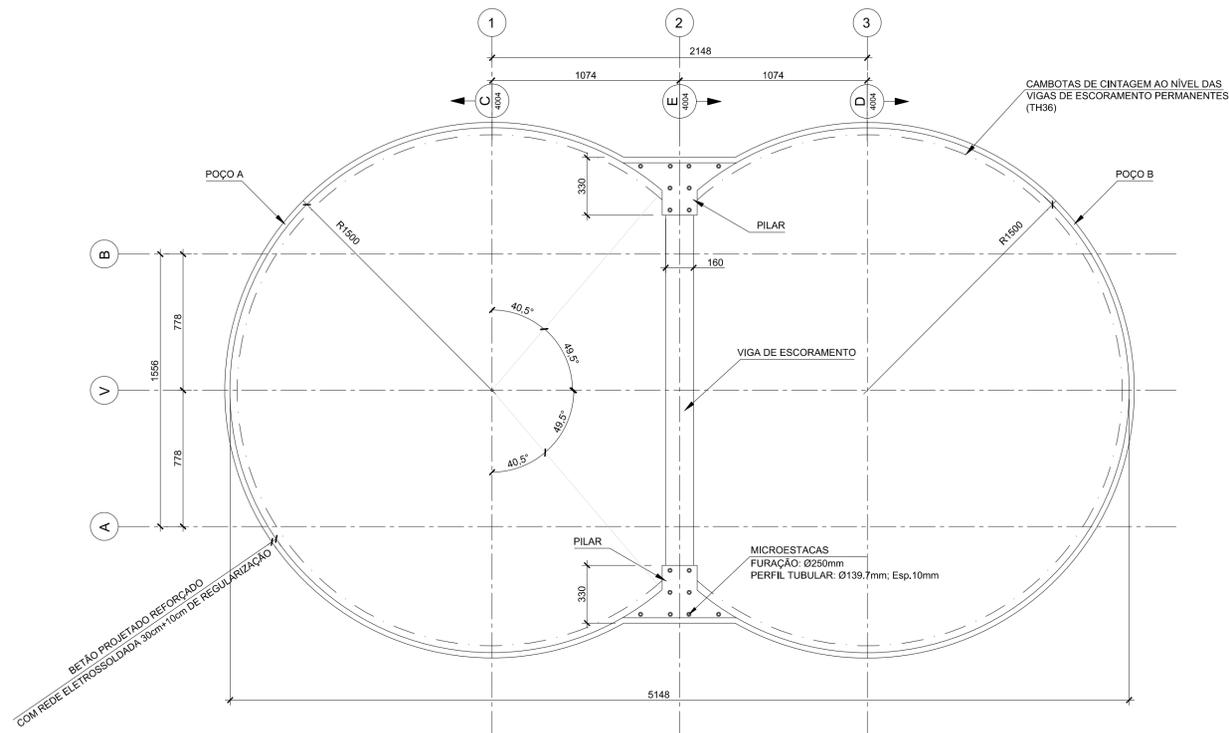
---

Os elétrodos de terra deverão assegurar uma resistência de terra sempre inferior a  $1 \Omega$ , pelo que deverá ser considerado o fornecimento de terra vegetal de boa qualidade para o enchimento dos poços terra.

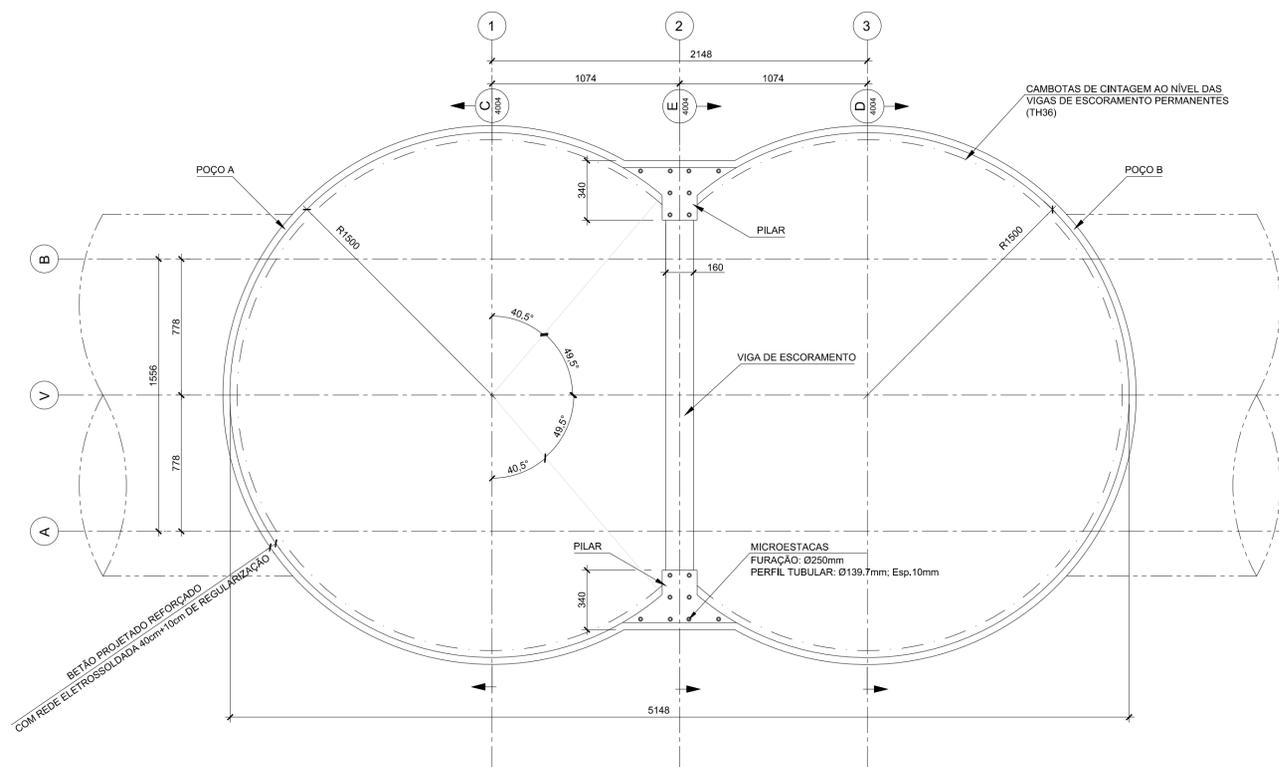
A terra vegetal deverá ser proveniente da camada superficial de terrenos de mata ou camada de terrenos agrícolas; estar isenta de pedras com dimensões superiores a 0.05 m e de materiais estranhos provenientes de incorporação de lixo; estar isenta de infestantes; apresentar uma composição uniforme, sem qualquer mistura de subsolo; ter uma textura franca; conter um teor de matéria orgânica não inferior a 4% e o PH situar-se entre os 6.5 e 7.5.







PLANTA - POÇOS A e B - NÍVEL 50,50 A 58,50  
ESC 1:200



PLANTA - POÇOS A e B - NÍVEL 28,42 A 50,50  
ESC 1:200

**MATERIAIS:**

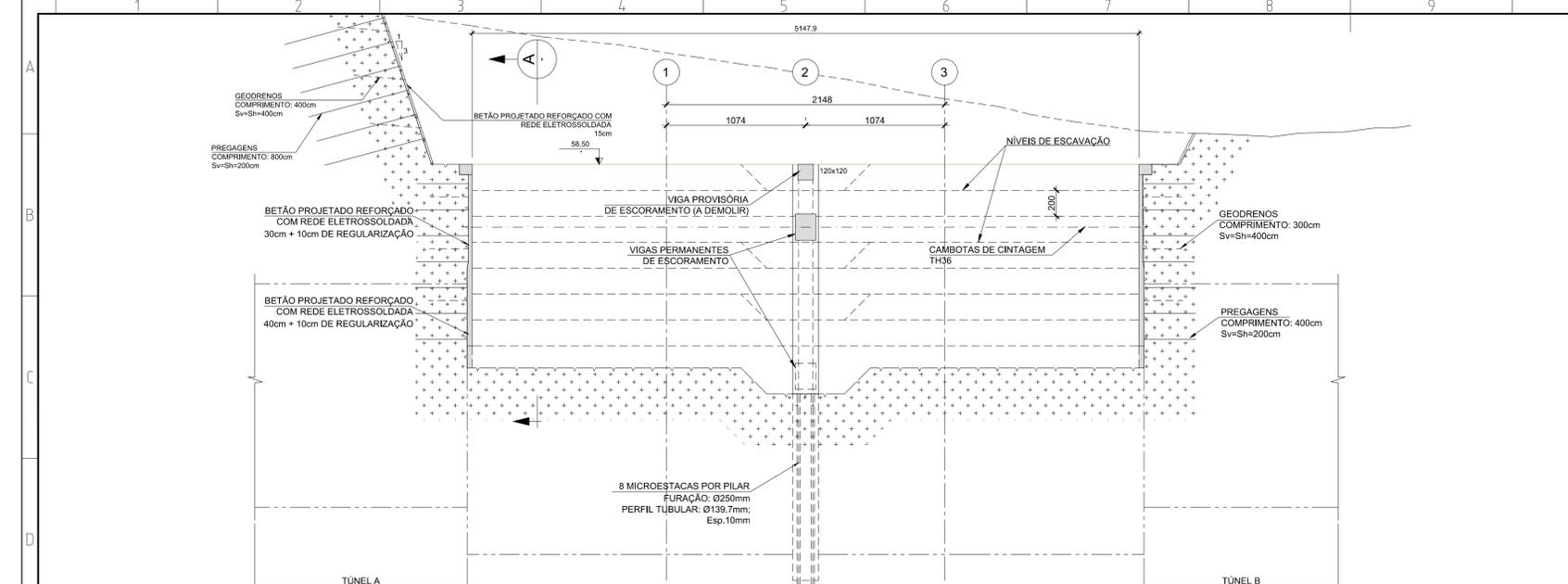
<b>BETÃO (NP EN 206-1):</b>	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0,4 D <sub>MAX</sub> 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1,0 D <sub>MAX</sub> 25 S3
<b>FIBRAS METÁLICAS:</b>	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelteza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m <sup>3</sup>
Classe de absorção de energia	E700
<b>AÇO:</b>	
Chapas e perfis metálicos	S 355 JR
Cambotas treliçadas	A500 NR
Rede eletrossoldada	A 500 ER
Enfilagens	S 355 JR
Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8
No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE, NP 1515 E NP EN 1993	
<b>PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO</b>	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
<b>FIBRA DE VIDRO:</b>	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
<b>CALDA DE CIMENTO:</b>	
f <sub>ck</sub> (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
<b>GEODRENOS:</b>	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
<b>GEOTÊXTIL DO GEODRENO:</b>	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m <sup>2</sup>
Espessura (EN ISO 9863-1)	2mm
Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m
Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80 %
Punção estática (EN ISO12236)	≥ 700 N
Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28mm
<b>Durabilidade:</b>	
Duração estimada de, no mínimo, 25 anos em terreno com 4 < PH < 9 e temperaturas < 25°C (tempo de exposição máximo de 1 semana após instalação)	

**NOTAS:**

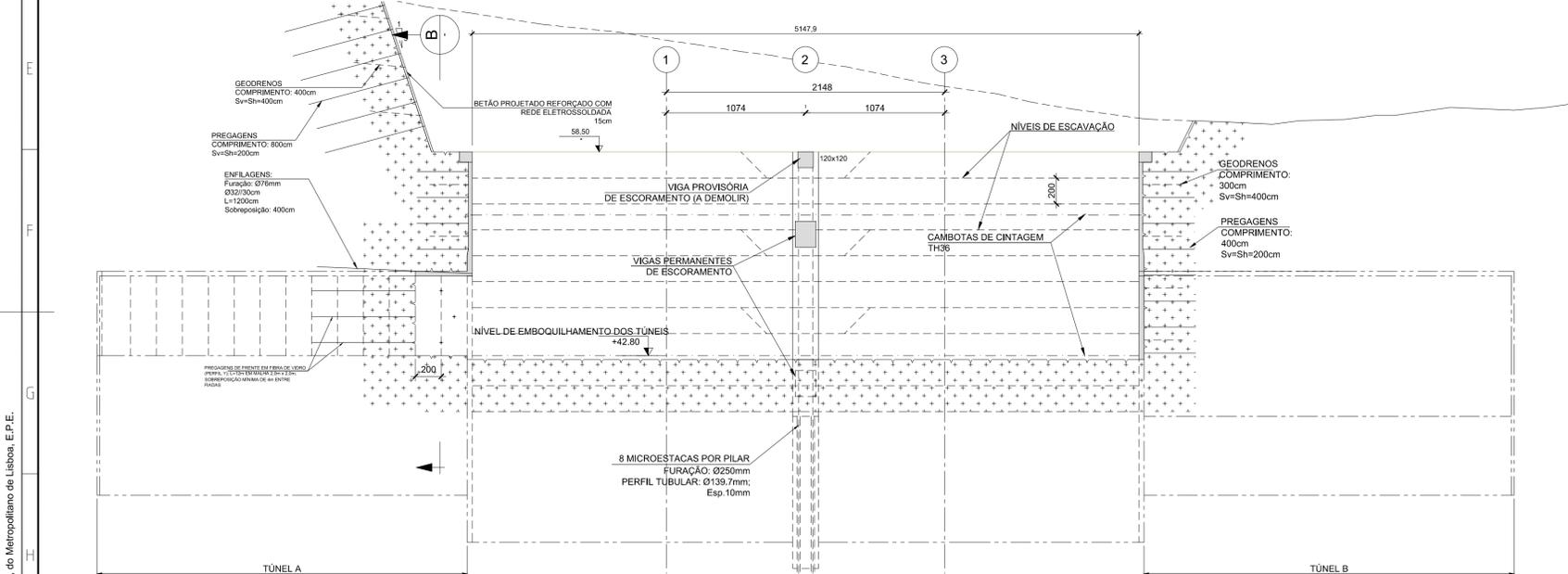
- O ganho de resistência médio do betão projetado em 24 horas deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 10$  MPa; em 3 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 24$  MPa; em 7 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 30$  MPa; em 28 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 37$  MPa.
- Caso o material da frente de escavação apresente carácter evolutivo e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
- Conforme definido, prevê-se a colocação de geodrenos nos hasteais, abóbada e frente de escavação do suporte primário. Função da realidade hidrogeológica efetivamente encontrada durante a obra, poderá existir a necessidade de realizar elementos adicionais.
- Os avanços definidos no projeto serão a confirmar, em função das reais condições geológicas e geotécnicas encontradas durante a obra e também, em função dos resultados obtidos ao nível da monitorização. Caso se justifique a solução definida pode ter que ser ajustada.

ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS RVR
		DATA	DES. VERIF.
<b>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA</b> <b>S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA</b> PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS ESTAÇÃO INFANTE SANTO CORPO DA ESTAÇÃO POÇOS A E B			
Data:			Escalas:
Aprov.:			Des. nº: 134181 F. /
Verif.:			Alter.:
Proj.:			Substituído:
Des.:			Nº SAP: Versão: Folha:
Aprov.:	RP / RVP	Identificação Empresa Proponente: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Verif.:	SCF	Escala: 1/200	
Proj.:	MSU	Folha: / /	
Des.:	LSR	Desenho nº: LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084003 0	Alter.:

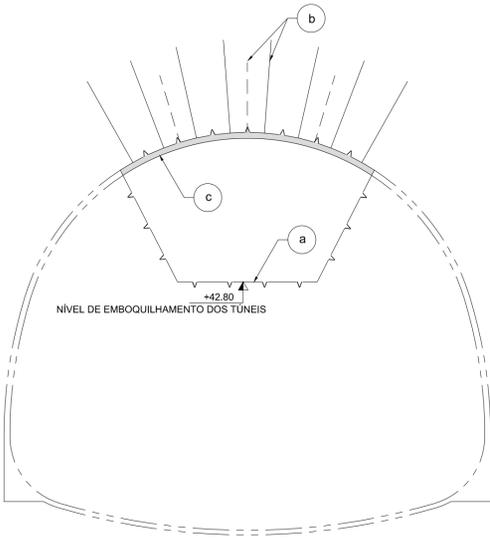




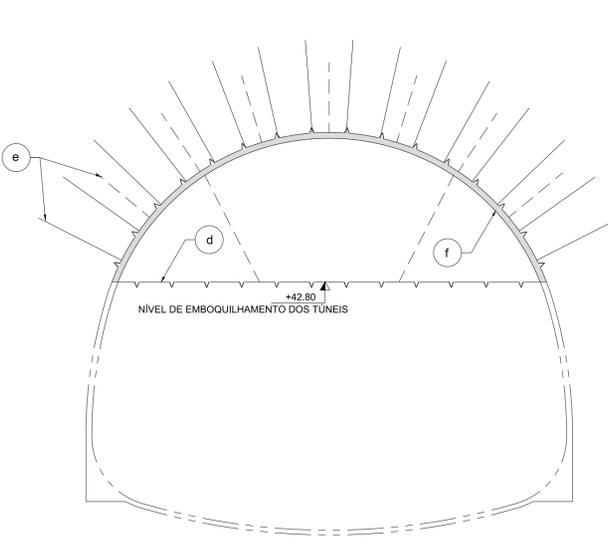
SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA - POÇOS A e B  
1:250



SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA - EMBOQUE TÚNEL  
1:250



B CORTE - ETAPAS DE AVANÇO a, b, c.  
ESC. 1:150



B CORTE - ETAPAS DE AVANÇO d, e, f.  
ESC. 1:150

**FASEAMENTO CONSTRUTIVO**

- Plataforma de trabalho à cota +58.5m
- Transporte e montagem do estaleiro em local apropriado, de modo a dar início à realização dos trabalhos.
- Demolição parcial de acessos existentes e reposição provisória dos mesmos acessos em zona exterior ao estaleiro.
- Instalação e zeragem de dispositivos de instrumentação.
- Furação, instalação e selagem dos perfis verticais metálicos da cortina de contenção provisória a executar no lado poente da obra.
- Escavação do terreno em avanços verticais de 3m. Instalação em simultâneo das pranchas de madeira entre os perfis verticais metálicos da cortina de contenção provisória.
- Execução da viga de distribuição metálica devidamente solidarizada aos perfis verticais metálicos e instalação do respetivo nível de ancoragens provisórias da cortina de contenção.
- Em simultâneo, à medida dos avanços da escavação, estabilização dos taludes provisórios com inclinação 3:1 (V:H), incluindo a execução de pregagens seladas com calda de cimento, geodrenos e revestimento com betão projetado armado com rede eletrossoldada.
- Repetição dos passos 1.3 a 1.7 até atingir a superfície desejada para a plataforma de trabalho à cota +58.5m.
- Enchimento com betão simples da área em planta delimitada pelo contorno exterior do poço central, até à cota +58.5m correspondente à plataforma de trabalho e a zona onde o terreno atual se encontra abaixo dessa cota.

- Poço central**
  - Execução de microestacas localizadas nos pilares nascente e poente do poço central.
  - Escavação e betonagem da viga de coroamento em betão armado, deixando as respetivas armaduras de espera para garantir a continuidade de armadura com a parede do poço.
  - Instalação e zeragem de dispositivos de instrumentação.
  - Escavação de uma trincheira central na zona dos pilares nascente e poente, até à cota de base da primeira viga.
  - Escavação cuidada entre microestacas, colocação da armadura e betonagem dos pilares centrais.
  - Execução da primeira viga de escoramento em betão armado.
  - Escavação do terreno do interior do poço, em avanços verticais de 2m até ao nível da próxima viga de escoramento a construir.
  - Articulada com o avanço de cada escavação, reforço do maciço com pregagens e instalação de geodrenos.
  - Aplicação de uma camada de betão projetado de regularização, na face escavada do poço central a cada 2m.
  - Aplicação sucessiva de camadas de 5cm de betão projetado reforçado com malha eletrossoldada a cada 2m (incluindo zona dos montantes), até se atingir a espessura total definida em projeto.
  - Repetição dos passos 2.3 a 2.10 até ao nível da base da calote do túnel do cais. A progressão da escavação deve estar devidamente articulada com a execução dos emboquilhamentos do túnel do cais, em particular, com a execução de enfilagens, da viga portal, de pregagens de fibra de vidro na frente de escavação associada à calote, geodrenos e betão projetado reforçado com fibras metálicas nessa mesma frente.
  - Após a conclusão da construção da calote do túnel do cais, repetição dos passos 2.3 a 2.10 até ao nível da base do 1.º rebaixo do túnel do cais.
  - Após a conclusão da construção do 1.º rebaixo do túnel do cais, repetição dos passos 2.3 a 2.10 até ao nível da base do poço central.
  - Execução da cortina de perfis verticais metálicos de contenção a realizar na zona do elevador localizado próximo da zona de interseção do poço central com o túnel de acesso.
  - Escavação do terreno para a execução da caixa de elevador em avanços verticais de 3m até à sua cota de base. Execução em simultâneo do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas. Onde indicado, colocação da viga de distribuição metálica devidamente solidarizada aos perfis verticais metálicos.

- Túnel do Cais - Lados Norte e Sul**
  - Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação.
  - Na fase em que o nível da base do poço central está à cota do nível da base da calote, escavação da região da calote superior em avanços de 2.0m (se necessário, ajustável em função das condições geológicas-geotécnicas encontradas), deixando os "side drifts". A partir do término das enfilagens, instalação de pregagens de tubo expansivo no contorno e ainda de geodrenos no contorno e na frente de escavação.
  - Imediatamente após a conclusão do avanço da escavação e antes da realização dos restantes trabalhos, execução de uma camada de 5cm em betão projetado reforçado com fibras metálicas, no contorno da superfície exposta pela escavação, para minimização da decompressão.
  - Aplicação sucessiva de camadas de 5cm de betão projetado reforçado com fibras metálicas, até se atingir a espessura total de projeto.
  - Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação.
  - A cada 4m de avanço de escavação, remoção dos "side drifts", escavação e colocação do suporte primário conforme pontos 3.3 a 3.5.
  - Progressão da escavação do poço central até à cota de nível do 1.º rebaixo.
  - Escavação da região do 1.º rebaixo em avanços de 2.0m (se necessário, ajustável em função das condições geológicas-geotécnicas encontradas), deixando um núcleo central. A partir do término das enfilagens, instalação de pregagens de tubo expansivo no contorno e ainda de geodrenos no contorno e na frente de escavação.
  - Imediatamente após a conclusão do avanço da escavação e antes da realização dos restantes trabalhos, execução de uma camada de 5cm em betão projetado reforçado com fibras metálicas, no contorno da superfície exposta pela escavação, para minimização da decompressão.
  - Aplicação sucessiva de camadas de 5cm de betão projetado reforçado com fibras metálicas, até se atingir a espessura total de projeto.
  - Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação.
  - A cada 4m de avanço de escavação, remoção do núcleo central, escavação e colocação do suporte primário nos "side drifts", conforme pontos 3.8 a 3.11.
  - Progressão da escavação do poço central até à cota +29,06m.
  - Escavação da zona associada ao 2º rebaixo, em avanços de 4.00m (se necessário, ajustável em função das condições geológicas-geotécnicas encontradas).
  - Execução do procedimento descrito nos pontos 3.8 a 3.11 até ao término das galerias, incluindo a realização do timpano.
  - Execução da soleira em betão projetado reforçado com fibras metálicas.
  - Colocação do sistema de impermeabilização e realização do revestimento definitivo.

**MATERIAIS:**

<b>BETÃO (NP EN 206-1):</b>	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0,4 D <sub>MAX</sub> 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1,0 D <sub>MAX</sub> 25 S3
<b>FIBRAS METÁLICAS:</b>	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelleza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m³
Classe de absorção de energia	E700
<b>AÇO:</b>	
Chapas e perfis metálicos	S 355 JR
Câmbotas treliçadas	A500 NR
Rede eletrossoldada	A 500 ER
Enfilagens	S 355 JR
Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8
No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE, NP 1515 E NP EN 1993	
<b>PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO</b>	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
<b>FIBRA DE VIDRO:</b>	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
<b>CALDA DE CIMENTO:</b>	
f <sub>ck</sub> (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
<b>GEODRENOS:</b>	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
<b>GEOTÉXTIL DO GEODRENO:</b>	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m²
Espessura (EN ISO 9863-1)	2mm
Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m
Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80 %
Punção estática (EN ISO12236)	≥ 700 N
Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28mm
Durabilidade: Duração estimada de, no mínimo, 25 anos em terreno com 4 < PH < 9 e temperaturas < 25°C (tempo de exposição máximo de 1 semana após instalação)	

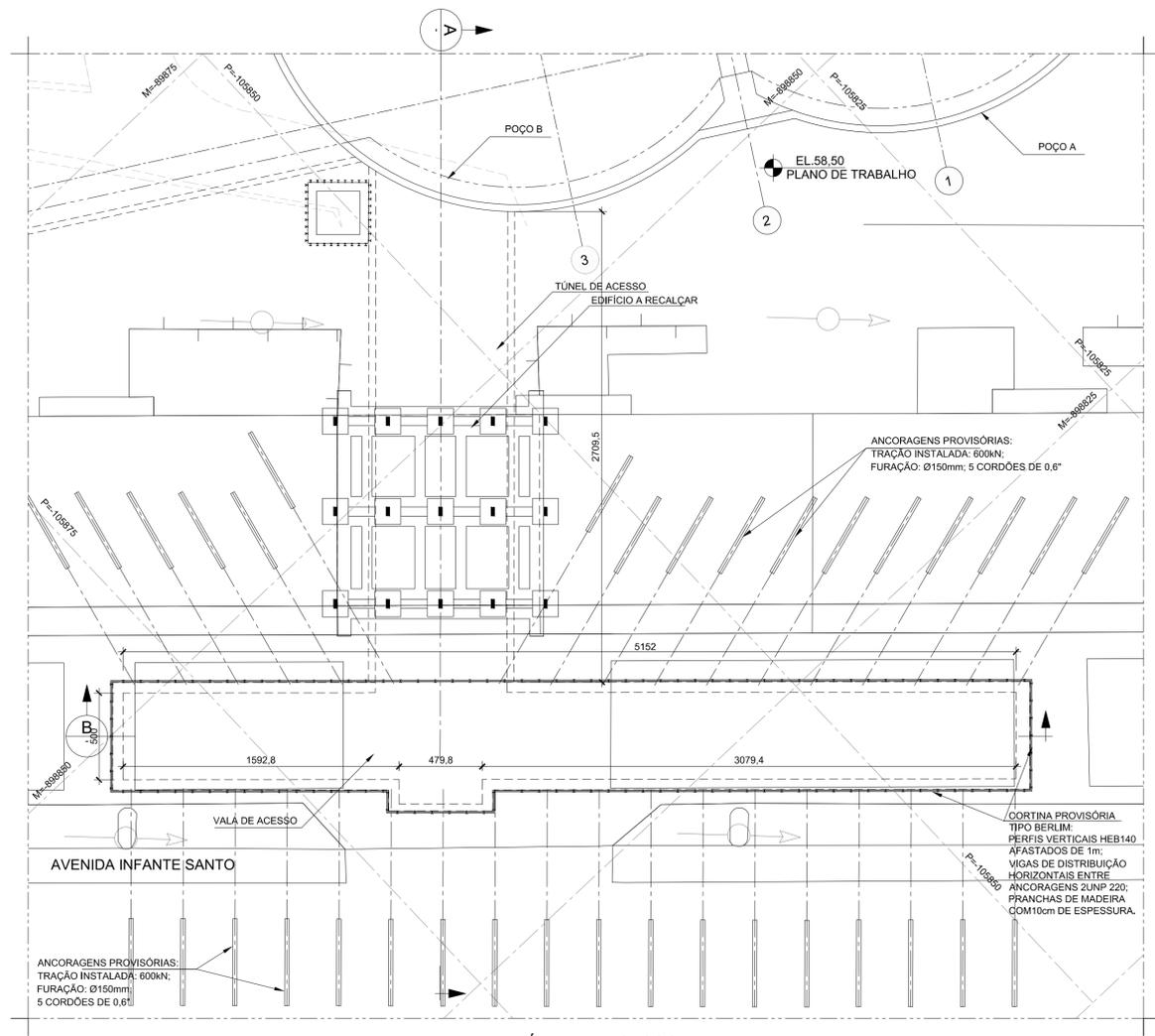
**NOTAS:**

- O ganho de resistência médio do betão projetado em 24 horas deverá ser superior a f<sub>ck, cube</sub> > 10 MPa; em 3 dias deverá ser superior a f<sub>ck, cube</sub> > 24 MPa; em 7 dias deverá ser superior a f<sub>ck, cube</sub> > 30 MPa; em 28 dias deverá ser superior a f<sub>ck, cube</sub> > 37 MPa.
- Caso o material da frente de escavação apresente carácter evolutivo e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
- Conforme definido, prevê-se a colocação de geodrenos nos hasteais, abóbada e frente de escavação do suporte primário. Função da realidade hidrogeológica efetivamente encontrada durante a obra, poderá existir a necessidade de realizar elementos adicionais.
- Os avanços definidos no projeto serão a confirmar, em função das reais condições geológicas e geotécnicas encontradas durante a obra e também, em função dos resultados obtidos ao nível da monitorização. Caso se justifique a solução definida pode ter que ser ajustada.

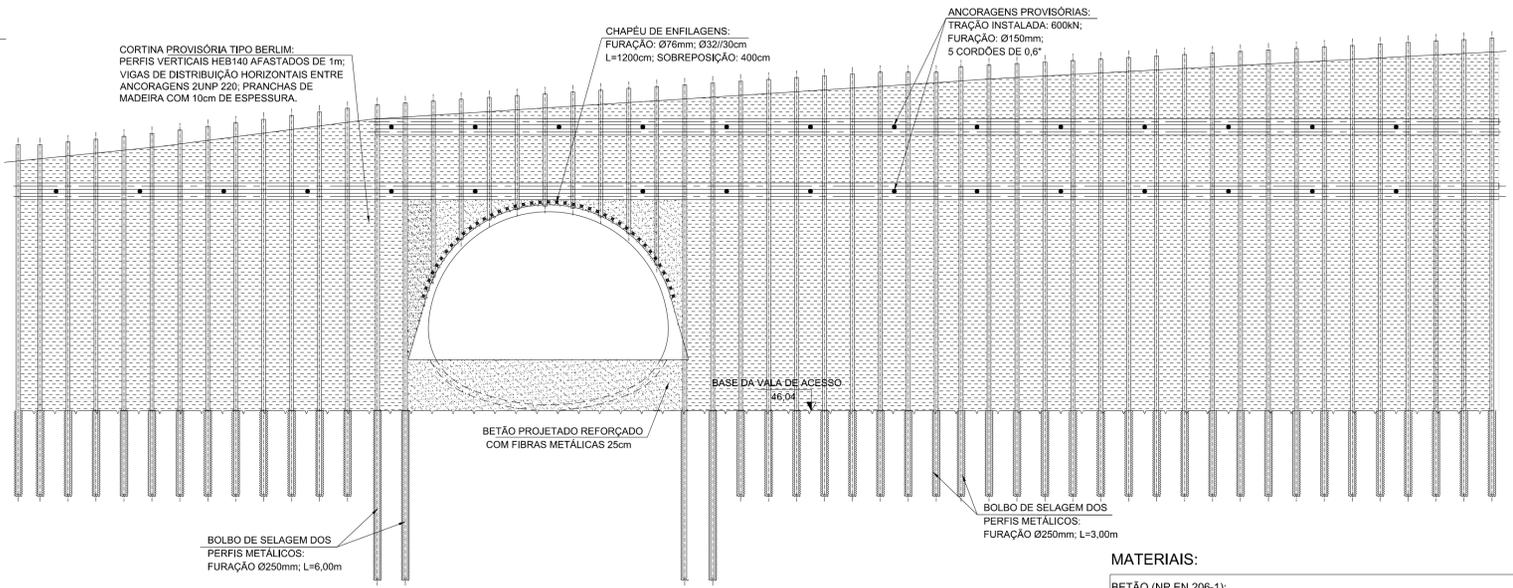
ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS RVR
		DATA	DES. VERIF.

<b>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA</b>		
S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		
Data:	PROJETO DE EXECUÇÃO	
Aprov.	ESTRUTURAS	
Verif.	ESTAÇÃO INFANTE SANTO	
Proj.	CORPO DA ESTAÇÃO	
Des.	MÉTODO CONTRUTIVO	
	POÇOS A E B / TÚNEL CALOTE	
Escalas:	Des. nº	F. /
	134183	
	Alter.	
	Substituído	
	Substituído	
	Nº SAP	Versão
		Folha
Aprov. RP / RVP	Identificação Empresa Proponente	
Verif. S/CF	COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Proj. MSU	Escalas:	Folha:
Des. LSR	1/150	
	1/250	
Desenho nº	Alter.	
LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084006 0	0	

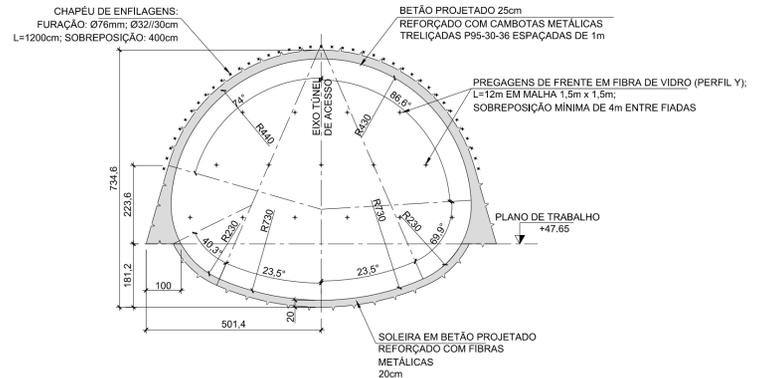




PLANTA - TÚNEL DE ACESSO  
1:200



B CORTE  
ESC. 1:125



SECÇÃO TÍPICA - TÚNEL DE ACESSO  
1:100

**MATERIAIS:**

<b>BETÃO (NP EN 206-1):</b>	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0.4 D <sub>MAX</sub> 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1.0 D <sub>MAX</sub> 25 S3
<b>FIBRAS METÁLICAS:</b>	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelteza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m <sup>3</sup>
Classe de absorção de energia	E700
<b>AÇO:</b>	
Chapas e perfis metálicos	S 355 JR
Cambotas treliçadas	A500 NR
Rede eletrossoldada	A 500 ER
Enfiagens	S 355 JR
Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8
No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE, NP 1515 e NP EN 1993	
<b>PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO</b>	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
<b>FIBRA DE VIDRO:</b>	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
<b>CALDA DE CIMENTO:</b>	
f <sub>ck</sub> (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
<b>GEODRENOS:</b>	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
<b>GEOTÊXTIL DO GEODRENO:</b>	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m <sup>2</sup>
Espessura (EN ISO 9863-1)	2mm
Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m
Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80 %
Punçoamento estático (EN ISO 12236)	≥ 700 N
Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28mm
Durabilidade: Duração estimada de, no mínimo, 25 anos em terreno com 4 < PH < 9 e temperaturas < 25°C (tempo de exposição máximo de 1 semana após instalação)	

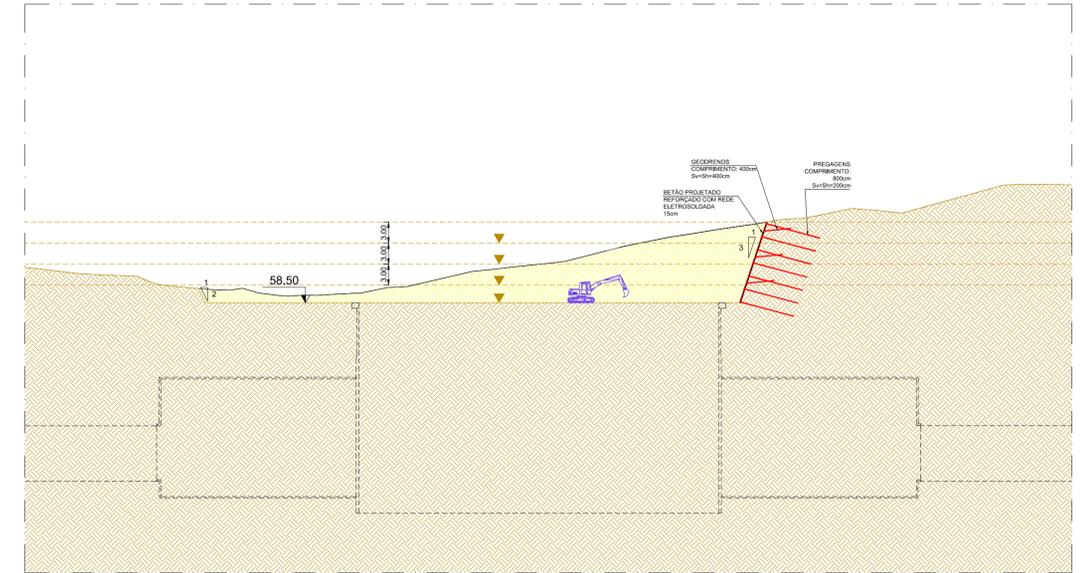
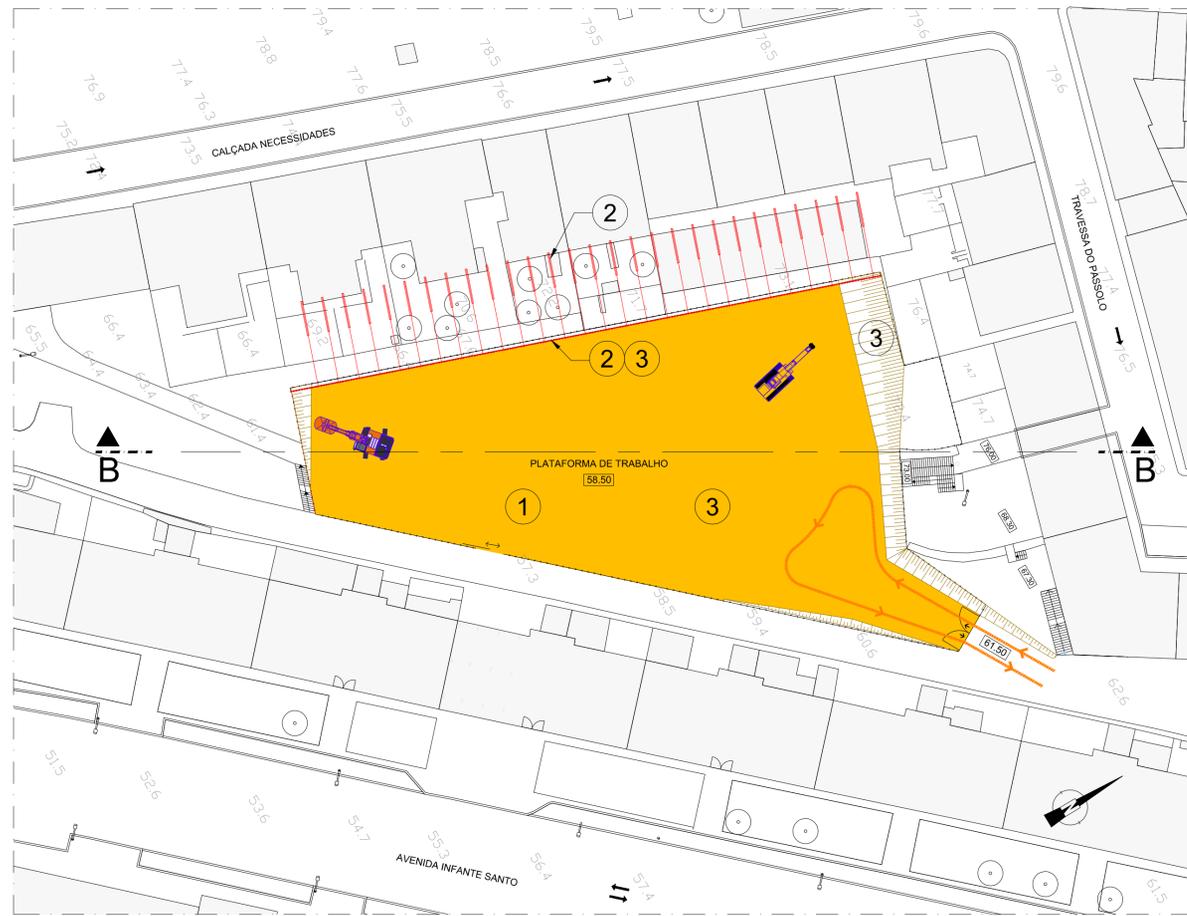
**NOTAS:**

- O ganho de resistência médio do betão projetado em 24 horas deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 10$  MPa; em 3 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 24$  MPa; em 7 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 30$  MPa; em 28 dias deverá ser superior a  $f_{ck, cube} > 37$  MPa.
- Caso o material da frente de escavação apresente carácter evolutivo e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
- Conforme definido, prevê-se a colocação de geodrenos nos hasteais, abóbada e frente de escavação do suporte primário. Função da realidade hidrogeológica efetivamente encontrada durante a obra, poderá existir a necessidade de realizar elementos adicionais.
- Os avanços definidos no projeto serão a confirmar, em função das reais condições geológicas e geotécnicas encontradas durante a obra e também, em função dos resultados obtidos ao nível da monitorização. Caso se justifique a solução definida pode ter que ser ajustada.

ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS RVR
		DATA	DES. VERIF.
<b>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA</b> <b>S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA</b> PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS ESTAÇÃO INFANTE SANTO TÚNEL DE ACESSO VALA E TÚNEL PLANTA E CORTES		 Identificação Empresa Proponente: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: Folha: 1/125	
Des.	LSR	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084009 0
Alter.			

Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editadas do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.





Corte: B-B

### Execução da plataforma de trabalho à cota 58.50

- 1 - Demolições e desvios de serviços afetados
- 2 - Furação e Instalação de perfis metálicos para berlinese
- 3 - Escavação em avanços de 3.00m;  
Suporte de taludes com betão projetado, pregagens e geodrenos;  
Colocação de pranchas de madeira entre perfís;  
Execução de ancoragens

Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

ALTERAÇÕES		DATA		DES.		VERIF.	
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR			

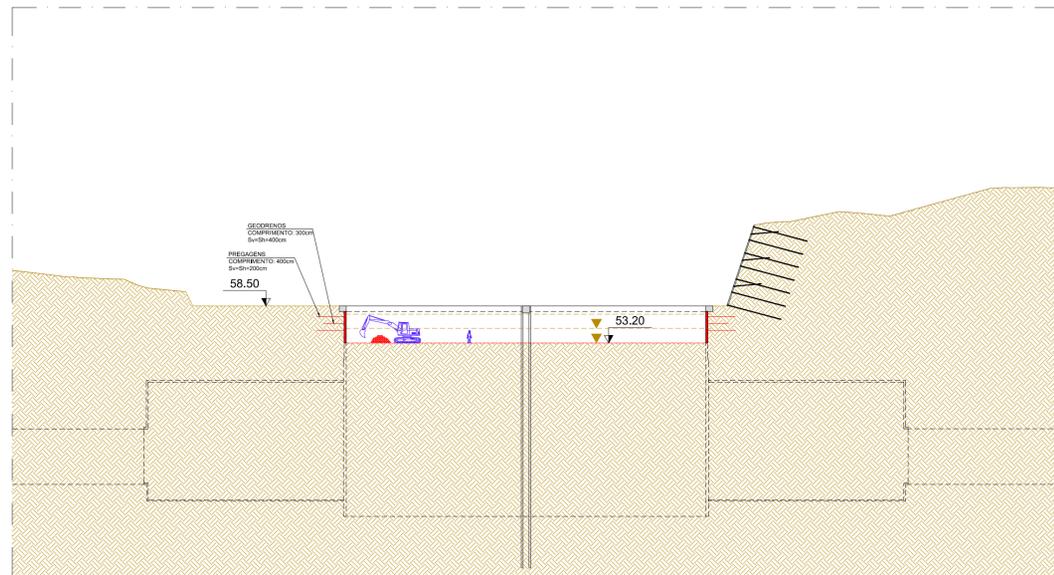
  

<b>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA</b> <b>S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA</b> PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS ESTAÇÃO INFANTE SANTO METODOLOGIA DE EXECUÇÃO POÇO E GALERIA DO CAIS		
Data:	Des. nº	134187
Aprov.:	Alter.:	
Verif.:	Substituído:	
Proj.:	Nº SAP	
Des.:	Verão	
	Folha	

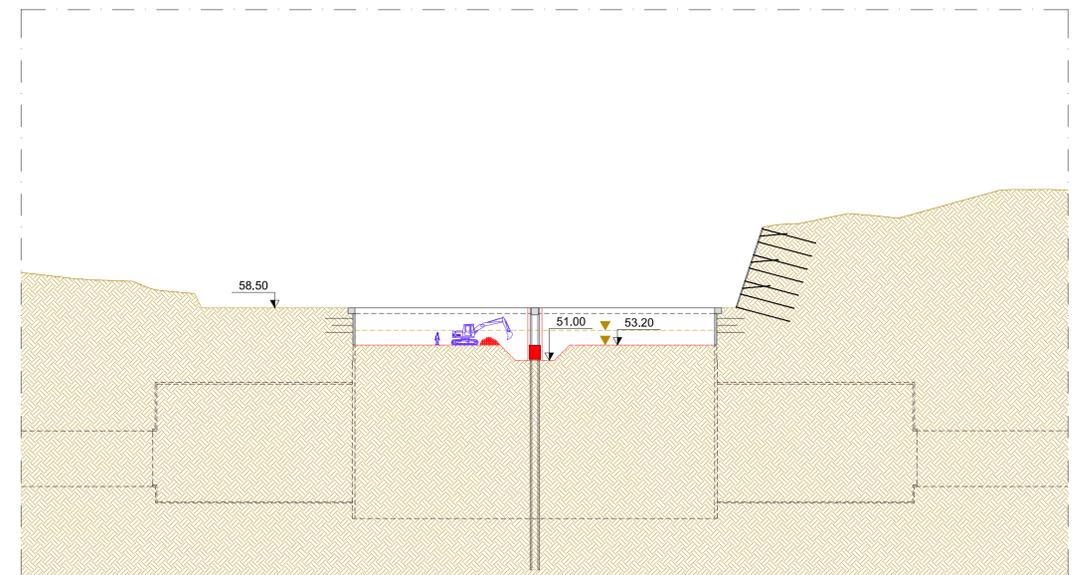
		Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO
Aprov.:	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084900 0
Verif.:	Alter.:	0
Proj.:	Escalas:	S/E
Des.:	Folha:	





Corte: B-B

6 - Escavação geral e suporte provisório, em avanços de cerca 2.00m, até ao nível aproximado 53.20

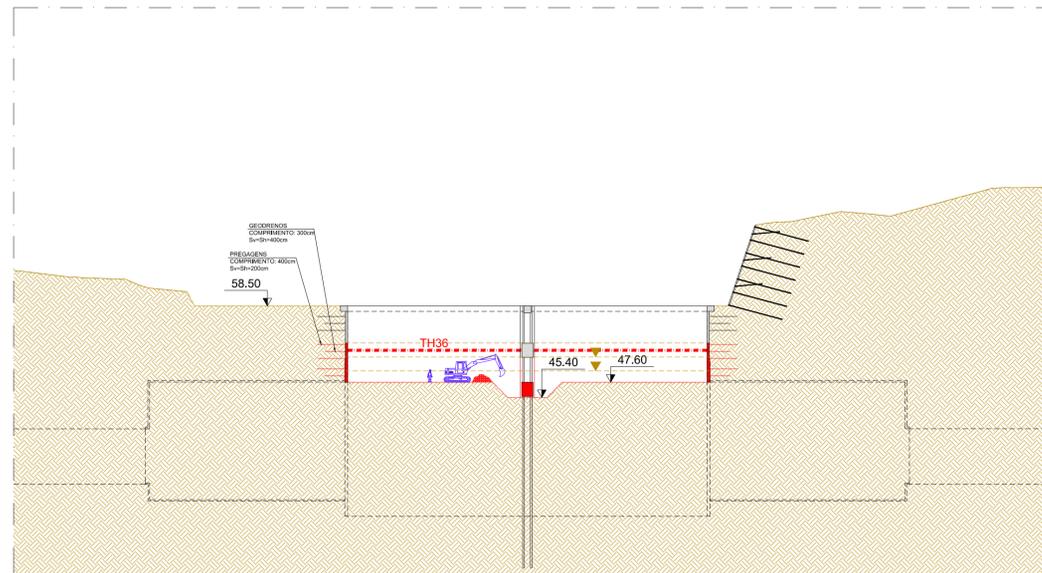


Corte: B-B

7 - Escavação de trincheira central na zona entre os pilares, até ao nível aproximado 51.00 e execução do suporte primário

8 - Impermeabilização localizada

9 - Execução dos pilares e da 2ª viga de escoramento

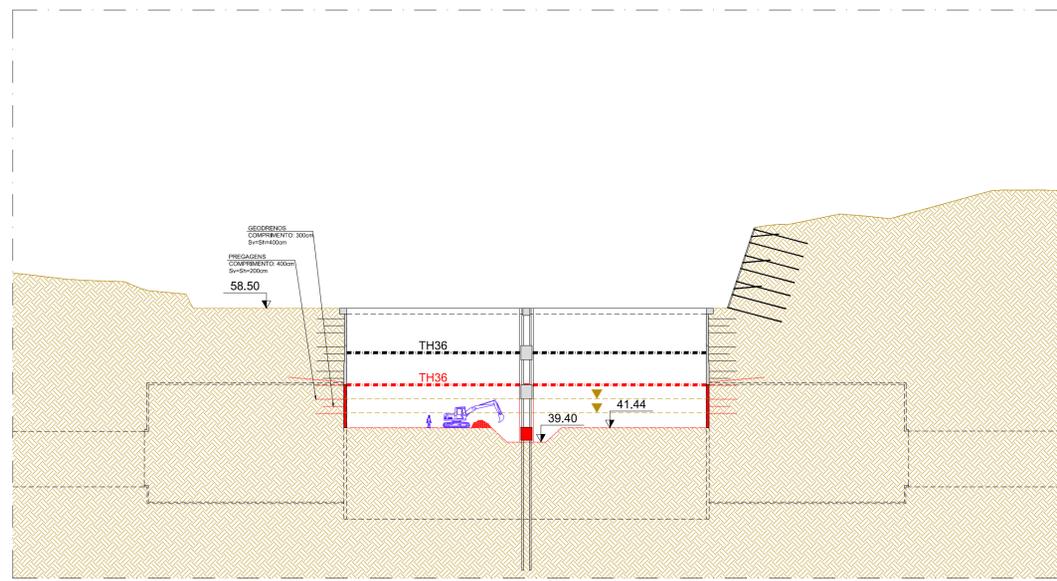


Corte: B-B

10 - Repetição dos passos 6 a 9, até à cota aproximada 45.40, para execução da 3ª viga de escoramento e pilares

11 - Instalação de cambota TH36 (provisória)

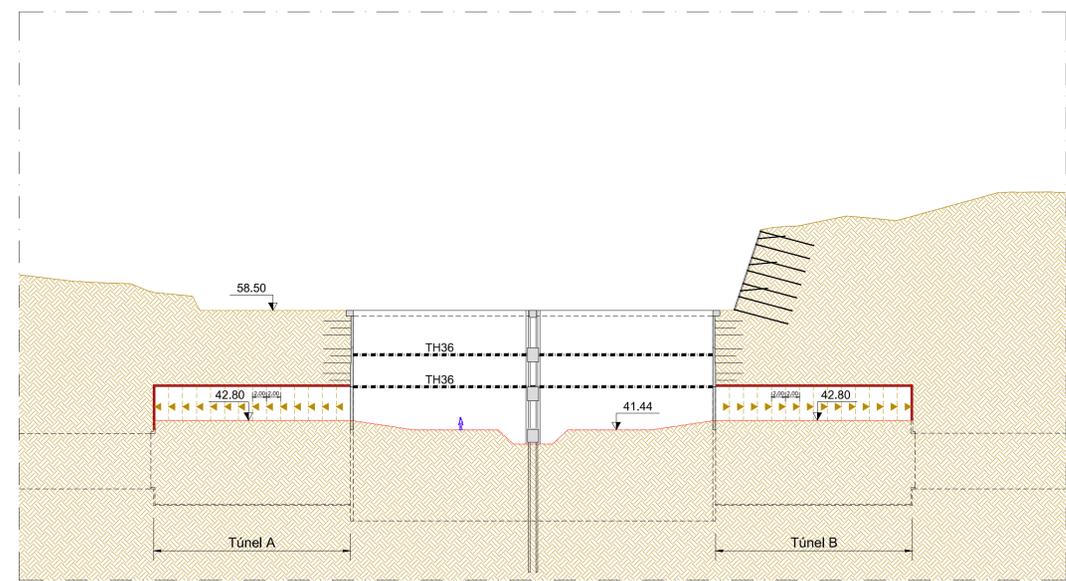
ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Metropolitano de Lisboa	
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TAS	RVR	
DATA	DES.	VERIF.			
Data:	PROJETO DE EXECUÇÃO			Escala: Des. nº 134189 F. / /	
Aprov.:	ESTRUTURAS			Alter.:	
Verif.:	ESTAÇÃO INFANTE SANTO			Substituído:	
Proj.:	METODOLOGIA DE EXECUÇÃO			Nº SAP:	
Des.:	POÇO E GALERIA DO CAIS			Versão:	
					Folha:
Aprov. RP 05/07/2024		MOTAENCIL ENGENHARIA		COBA JET JLCM	
Verif. RVR 05/07/2024		Identificação Empresa Proponente		Escala: S/E	
Proj. 05/07/2024		COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO		Folha: / /	
Des. 05/07/2024		Desenho nº LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084902 0		Alter.:	



Corte: B-B

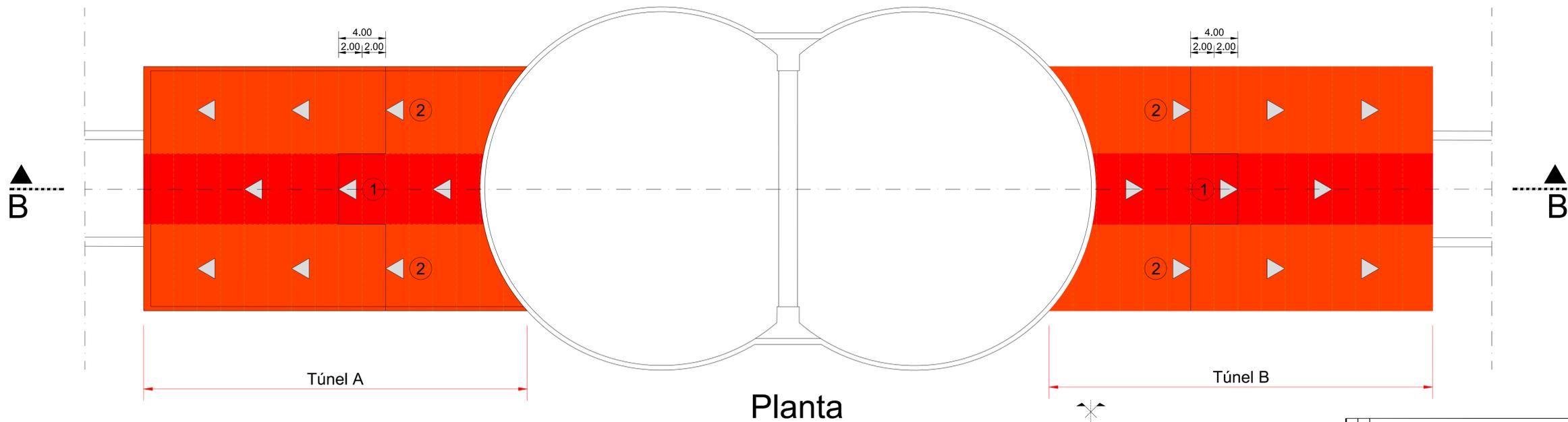
12 - Repetição dos passos 6 a 11, até à cota aproximada 39.40, para execução da 4ª viga de escoramento e pilares

13 - Execução dos tratamentos de emboquilhamentos da galeria do cais (lados A e B)



Corte: B-B

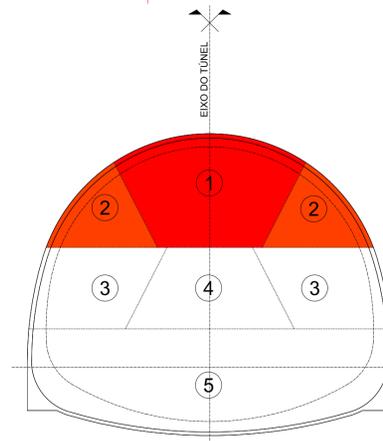
14 - Execução da abóbadas da galeria do cais (lados A e B)



Planta

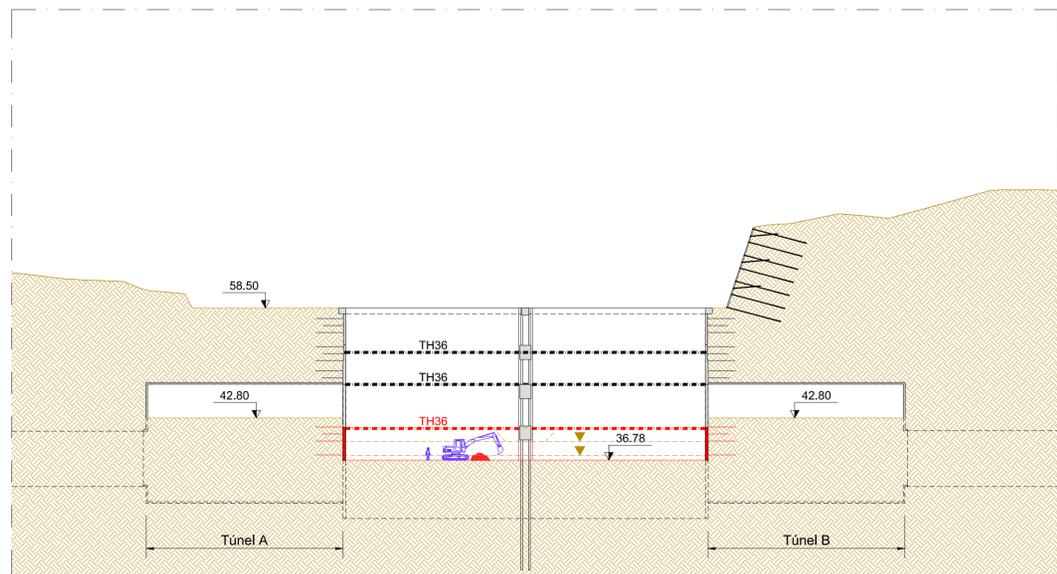
- ① - Abóbada central: Avanços de 2.00m, deixando os side drifts laterais
- ② - Side drifts laterais: Avanços de 2.00m, após 4.00m de avanço da abóbada central:

- ① - Abóbada central
- ② - Side Drift laterais
- ③ - 1º Rebaixo das Bancadas Laterais
- ④ - 1º Rebaixo da Bancada Central
- ⑤ - 2º Rebaixo (Soleira)



Secção Tipo do Túnel A e B

ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC RVR
DATA	DES.	VERIF.	
<p>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA</p> <p>PROJETO DE EXECUÇÃO</p> <p>ESTRUTURAS ESTAÇÃO INFANTE SANTO METODOLOGIA DE EXECUÇÃO POÇO E GALERIA DO CAIS</p>			
<p>Escalas: Des. nº 134190 F. / /</p> <p>Alter.:</p> <p>Substituído</p> <p>Nº SAP</p> <p>Versão</p> <p>Folha</p>		<p>MOTAENCIL ENGENHARIA</p> <p>COBA JET JLCM</p>	
<p>Aprov. RP 05/07/2024</p> <p>Verif. RVR 05/07/2024</p> <p>Proj. 05/07/2024</p> <p>Des. 05/07/2024</p>	<p>Identificação Empresa Proponente: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO</p> <p>Escalas: S/E</p> <p>Folha: / /</p>	<p>Desenho nº LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084903 0</p> <p>Alter.   0                                </p>	

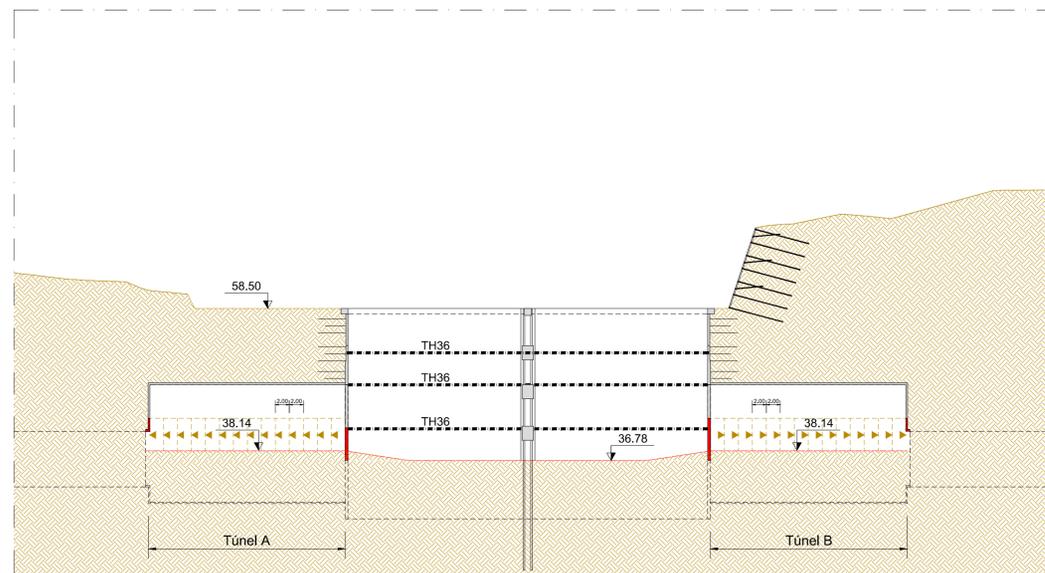


Corte: B-B

15 - Escavação geral e suporte provisório, em avanços de 2.00m, até ao nível de trabalho do 1º rebaixo dos túneis do cais, nível 36.78

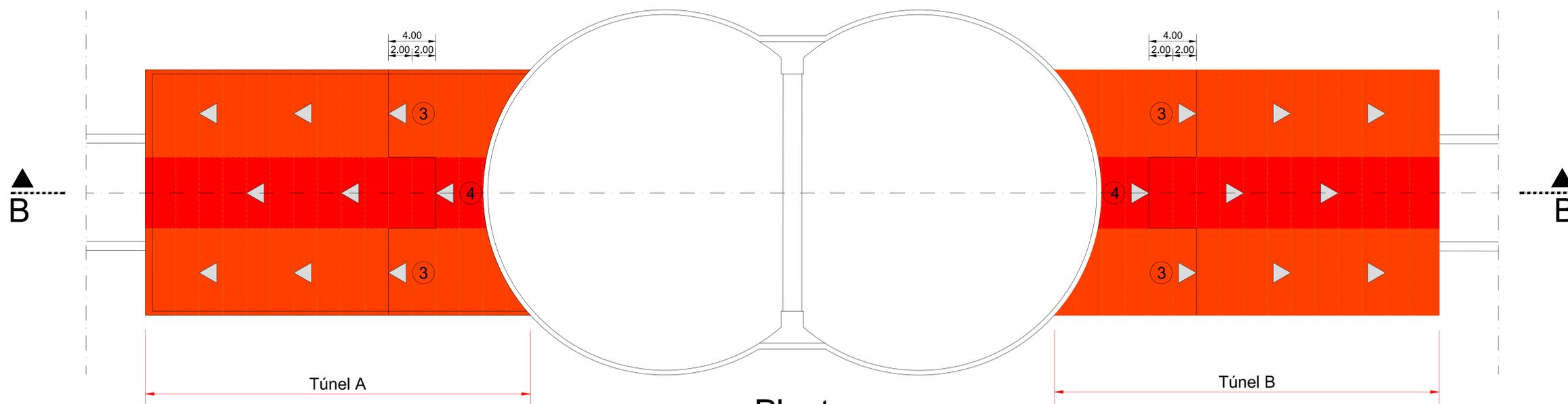
16 - Instalação de cambota TH36 (provisória)

17 - Impermeabilização localizada e execução dos pilares



Corte: B-B

18 - Execução do 1º rebaixo da galeria do cais (lados A e B)

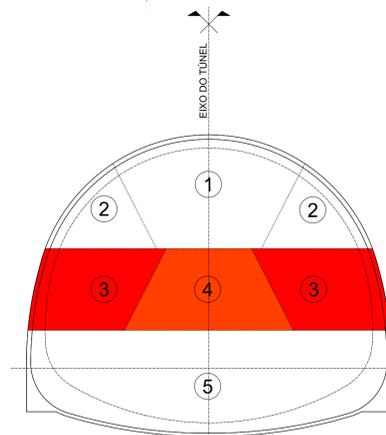


Planta

③ - 1º Rebaixo das Bancadas Laterais: Avanços de 2.00m, deixando a bancada central

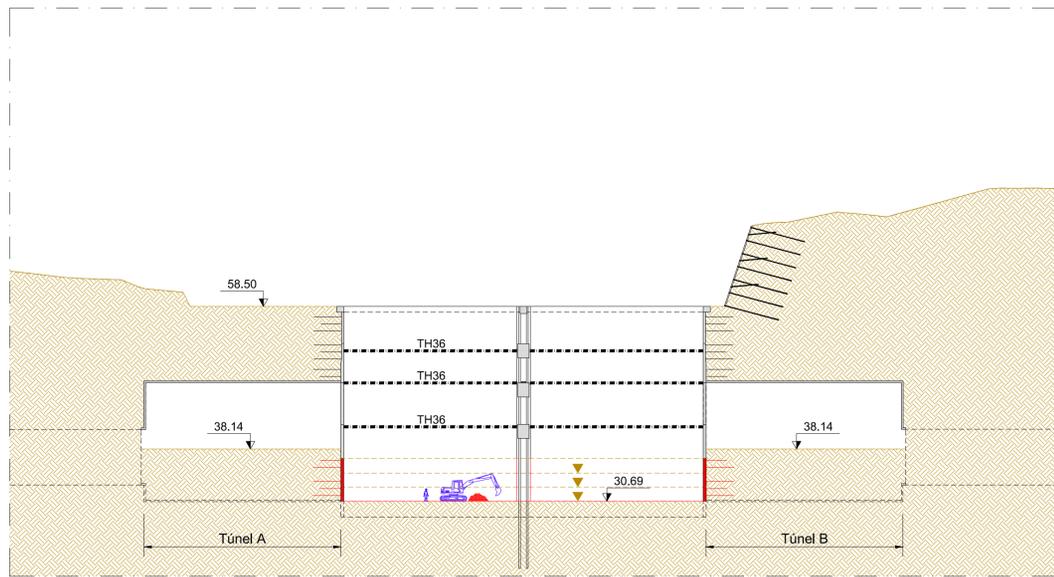
④ - 1º Rebaixo da Bancada Central: Avanços de 2.00m, após 4.00m de avanço das bancadas laterais

- ① - Abóbada central
- ② - Side Drift laterais
- ③ - 1º Rebaixo das Bancadas Laterais
- ④ - 1º Rebaixo da Bancada Central
- ⑤ - 2º Rebaixo (Soleira)



Secção Tipo do Túnel A e B

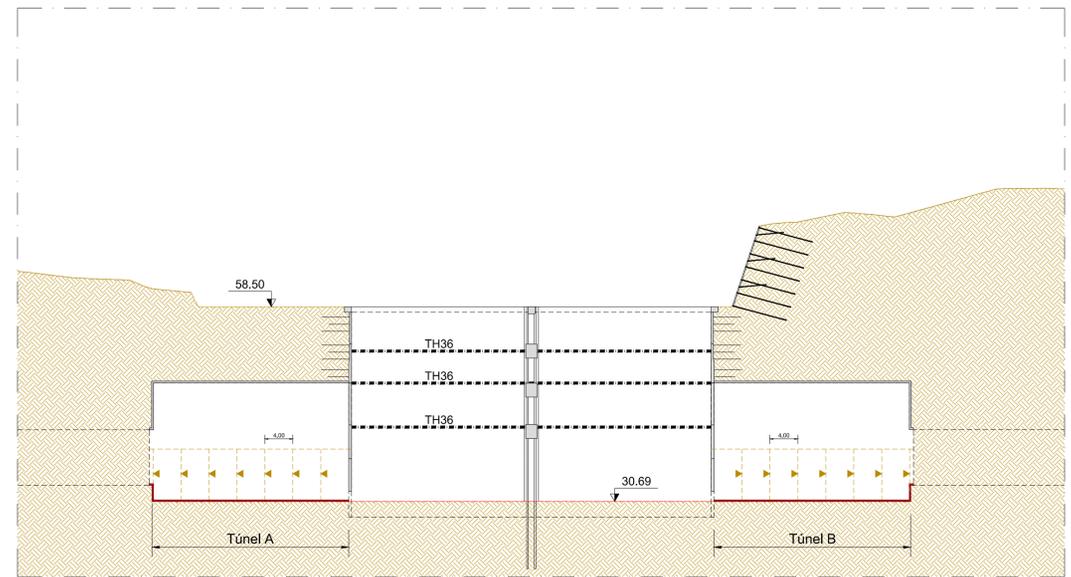
ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Metropolitano de Lisboa	
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
Data:	PROJETO DE EXECUÇÃO			Escala: Des. nº 134191 F. / /	
Aprov.:	ESTRUTURAS			Alter.:	
Verif.:	ESTACÇÃO INFANTE SANTO			Substituído	
Proj.:	METODOLOGIA DE EXECUÇÃO			Nº SAP	
Des.:	POÇO E GALERIA DO CAIS			Versão	
		MOTAENCIL ENGENHARIA		JET	
		COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO		Folha	
Aprov.:	RP	05/07/2024	Identificação Empresa Proprietária		
Verif.:	RVR	05/07/2024	COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO		
Proj.:		05/07/2024	Escala: S/E		
Des.:		05/07/2024	Folha: / /		
		Desenho nº LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084904 0		Alter.:	
				0	



Corte: B-B

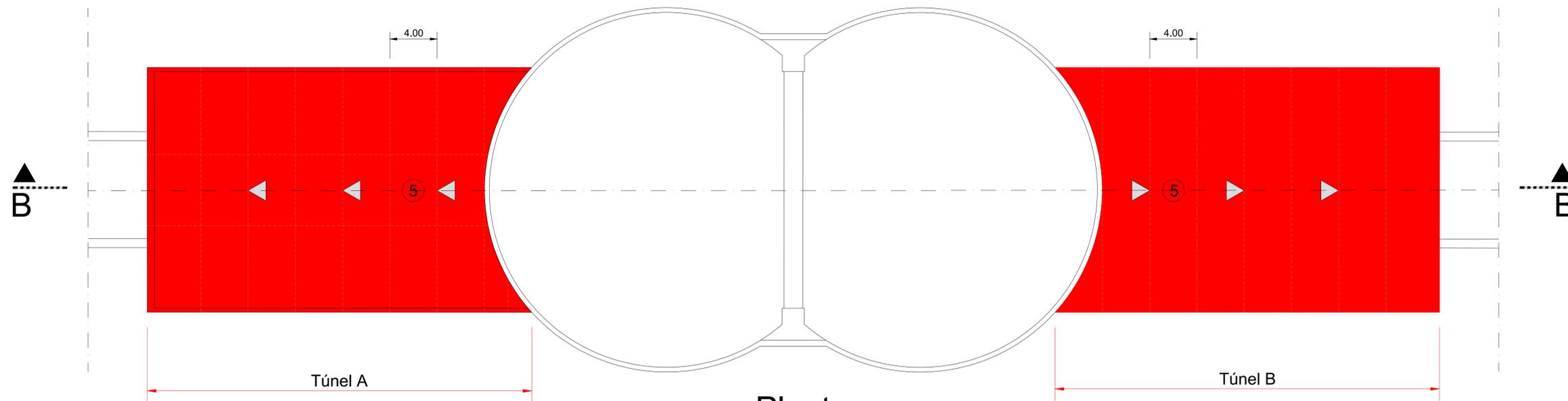
19 - Escavação geral e suporte provisório, em avanços de 2.00m, até ao nível de trabalho do 2º rebaixo dos túneis do cais, nível 30.69

20 - Impermeabilização localizada e execução dos pilares



Corte: B-B

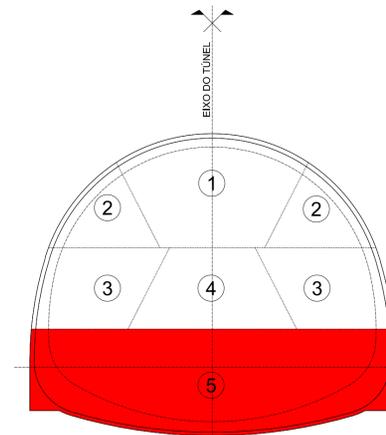
21 - Execução do 2º rebaixo da galeria do cais (lados A e B)



Planta

⑤ - 2º Rebaixo: Avanços de 4.00m e execução da soleira

- ① - Abóbada central
- ② - Side Drift laterais
- ③ - 1º Rebaixo das Bancadas Laterais
- ④ - 1º Rebaixo da Bancada Central
- ⑤ - 2º Rebaixo (Soleira)

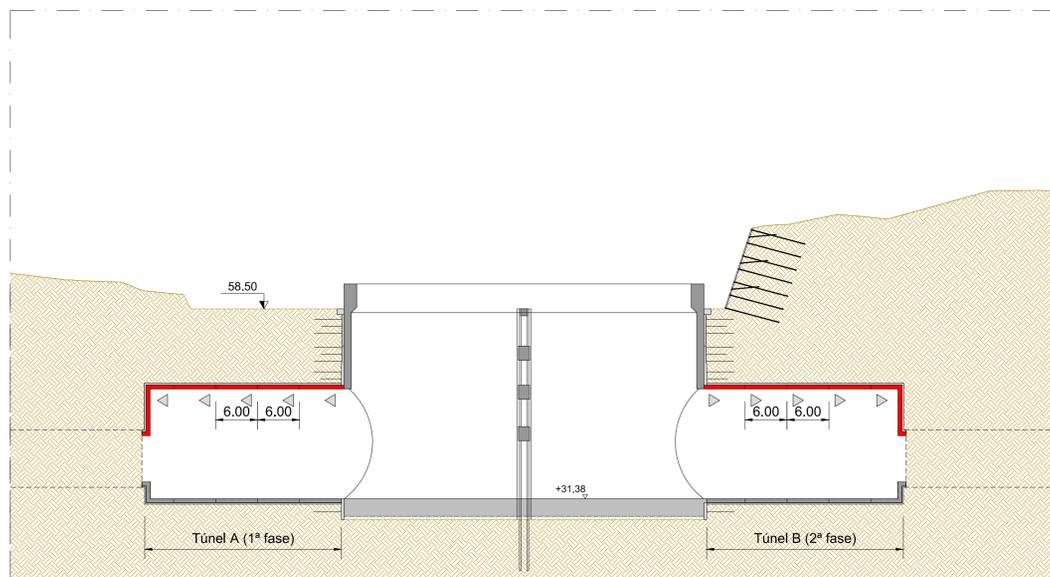


Secção Tipo do Túnel A e B

ALTERAÇÕES					
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR	
Data:		Des. nº 134192		F. / /	
Aprov.:		Estruturas		Escala:	
Verif.:		ESTACÇÃO INFANTE SANTO		Alter.:	
Proj.:		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO		Substituído	
Des.:		POÇO E GALERIA DO CAIS		Nº SAP	
				Versão	
				Folha	
Aprov. RP 05/07/2024		MOTAENÇIL ENGENHARIA		COBA JET JLCM	
Verif. RVR 05/07/2024		Identificação Empresa Proprietária		Escala:	
Proj. 05/07/2024		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Folha:	
Des. 05/07/2024		Desenho nº LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084905 0		S/E	
		Alter.:		0	

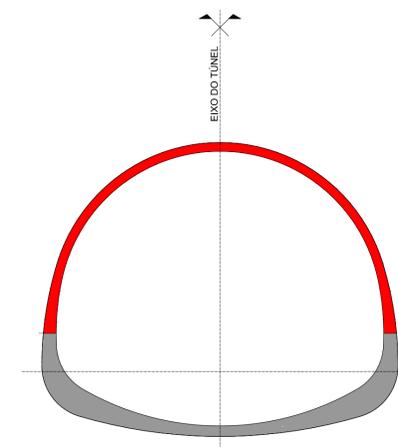




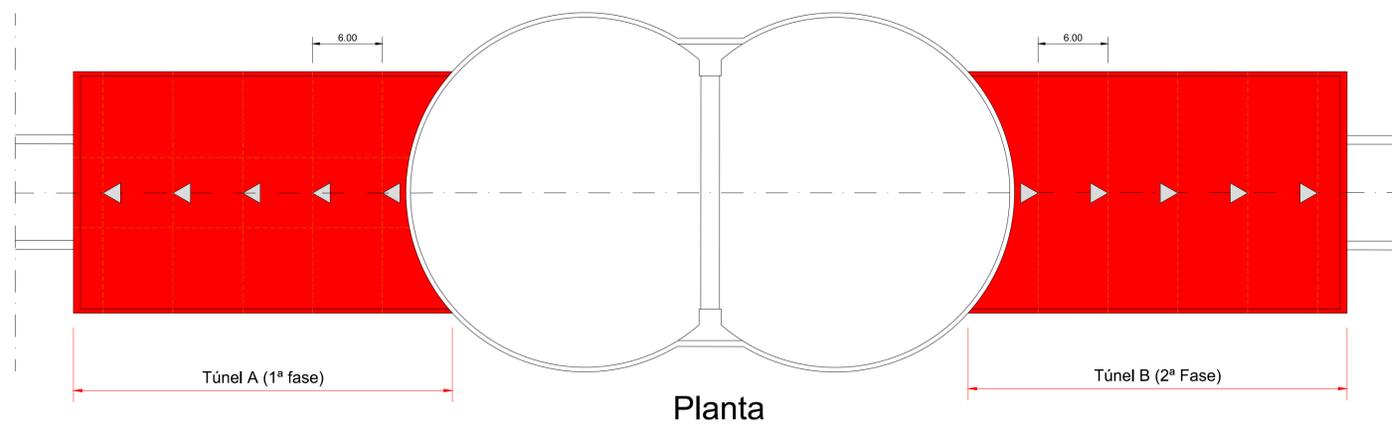


Corte: B-B

26 - Colocação do sistema de impermeabilização e execução do revestimento definitivo da abóbada dos tuneis A e B, com avanços de 6.00m



Secção Tipo do Túnel A e B



Planta

ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA		MOTACIL ENGENHARIA	
0 EMISSÃO INICIAL		S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Metropolitano de Lisboa	
		PROJETO DE EXECUÇÃO		Escalas: Des. nº 134195 F. / /	
		ESTRUTURAS		Alter.:	
		ESTAÇÃO INFANTE SANTO		Substituído	
		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO		Nº SAP	
		POÇO E GALERIA DO CAIS		Versão	
				Folha	
Aprov. RP 05/07/2024		Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: S/E	
Verif. RVR 05/07/2024				Folha: / /	
Proj. 05/07/2024					
Des. 05/07/2024		Desenho nº LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084908 0		Alter.:	





Metropolitano de Lisboa

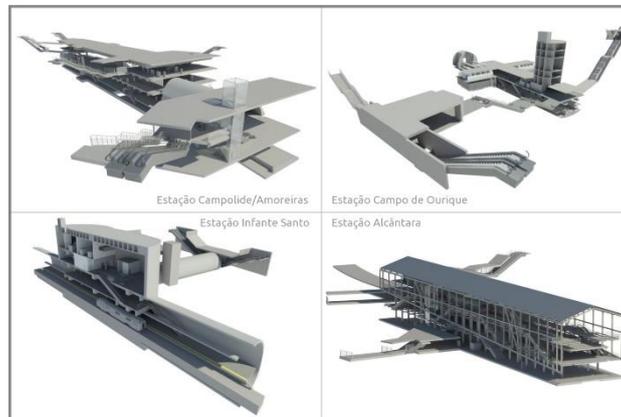


# METRO DE LISBOA

## PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

### EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

#### PROJETO DE EXECUÇÃO



### TOMO V – ESTAÇÕES

### VOLUME 3 – ESTAÇÃO INFANTE SANTO

### MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA. ESTRUTURAS

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR EST IS MD 084001 0
----------------	-------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Sofia Casanova Afonso Guerreiro Marta Borges João Canha		2024-10-10
Revisto / Verificado	Rui Rodrigues Gonçalo Mateus Sandra Ferreira Cristina Costa		2024-10-10
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-10-10

## Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO.....	5
2	SISTEMA DE UNIDADES.....	5
3	REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA.....	5
4	DADOS DE ENTRADA.....	6
4.1	Documentos do programa preliminar.....	6
4.2	Estudo Prévio apresentado em fase de concurso.....	7
4.3	Levantamento topográfico complementar.....	7
5	CONDICIONAMENTOS AO PROJETO.....	7
5.1	Traçado.....	7
5.2	Geológicos e Geotécnicos.....	7
5.3	Desvios de Circulação.....	7
5.4	Ocupação de Superfície e de Subsolo.....	8
5.5	Interferências.....	8
5.6	Implantação.....	8
5.7	Segurança.....	9
5.8	Arquitetónicos.....	9
5.9	Compatibilidade com as Outras Especialidades.....	9
5.10	Ambiente.....	9
6	MODELO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO.....	10
7	MATERIAIS.....	11
8	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO.....	13
8.1	Tempo de vida útil.....	13
8.2	Classificação da obra de acordo com a sua importância.....	13
8.3	Classificação do Tipo de Terreno segundo a NP EN 1998.....	13
8.4	Classe de inspeção.....	15
8.5	Classe de fiabilidade.....	15
8.6	Categoria Geotécnica.....	16
8.7	Critérios de Estanqueidade em Estruturas Subterrâneas.....	16
8.7.1	Estações subterrâneas.....	16
8.7.2	Requisitos legais de proteção de águas subterrâneas.....	17
9	SITUAÇÕES DE PROJETO.....	17

9.1	Persistentes.....	17
9.2	Transitórias.....	17
9.3	Acidentais.....	17
9.4	Sísmica.....	18
10	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO.....	18
10.1	CONCEÇÃO GERAL.....	18
10.2	ESTRUTURA DEFINITIVA EXTERIOR.....	19
10.3	ESTRUTURA DEFINITIVA INTERIOR.....	22
10.4	SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	22
11	PROJETO DE ESTRUTURAS DEFINITIVAS.....	24
11.1	Metodologia de Cálculo.....	24
11.2	Ações.....	27
11.2.1	Ações permanentes.....	27
11.2.1.1	Peso próprio (PP).....	27
11.2.1.2	Restantes cargas permanentes (RCP).....	27
11.2.1.3	Fluência e Retração (Ret).....	27
11.2.1.4	Impulso de Terras ( $I_t$ ).....	27
11.2.1.5	Impulso Hidrostático ( $I_w$ ).....	28
11.2.2	Ações Variáveis.....	28
11.2.2.1	Sobrecargas de utilização (SC).....	28
11.2.2.2	Varição Uniforme da Temperatura (DTu).....	29
11.2.3	Ação Sísmica.....	29
11.2.4	Ações Acidentais.....	34
11.2.5	Incêndio.....	34
11.2.6	Movimentos das Fundações.....	34
11.2.7	Descarrilamento.....	34
11.3	Combinações de Ações.....	35
11.3.1	Combinação de Ações para os Estados Limites Últimos (ELU).....	35
11.3.2	Combinação de Ações para os Estados Limites de Serviço (ELS).....	36
11.3.3	Coeficientes Parciais das Ações.....	36
11.3.4	Coeficientes Parciais dos Materiais.....	37
11.4	Crítérios de Verificação da Segurança.....	37
11.4.1	Verificação do Estado limite de levantamento global (UPL).....	37
11.4.2	Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU).....	38
11.4.3	Verificação da Segurança aos Estados Limites de Utilização (ELS).....	38

---

11.4.4	Verificação da Resistência ao fogo.....	39
11.5	DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	39
11.5.1	Junta de contração.....	39
11.5.2	Estanqueidade.....	39
12	REDE DE TERRAS.....	40

## 1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente documento diz respeito ao desenvolvimento, ao nível de **Projeto de Execução**, da **Memória Descritiva e Justificativa da obra da Estação Infante Santo** focando as **Estruturas definitivas**, no âmbito do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, que é parte integrante do **Tomo V – Estações do Volume 3 – Estação Infante Santo**.

## 2 SISTEMA DE UNIDADES

O sistema de unidades utilizado na elaboração do Projeto é o Sistema Internacional de Unidades (SI). As principais unidades utilizadas são as seguintes:

- Comprimento: metro (m).
- Força: quilonewton (kN).
- Momento: quilonewton metro (kN.m).
- Tensão no terreno: quilonewton por metro quadrado (kN/m<sup>2</sup>) ou quilopascals (kPa).
- Tensão nos elementos estruturais: newton por milímetro quadrado (N/mm<sup>2</sup>) ou megapascals (MPa).
- Peso específico: quilonewton por metro cúbico (kN/m<sup>3</sup>).

## 3 REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA

O Projeto será desenvolvido de acordo com a regulamentação nacional em vigor, ou europeia em caso de omissão, destacando-se as seguintes normas:

- NP EN 1990 – Bases para projetos de estruturas (EC0);
- NP EN 1991 – Bases de projeto e ações em estruturas (EC1);
- NP EN 1992 – Projeto de Estruturas de Betão (EC2);
- NP EN 1993 – Projeto de Estruturas de Aço (EC3);
- NP EN 1994 – Projeto de Estruturas mistas Aço-Betão (EC4);
- NP EN 1997 – Projeto Geotécnico (EC7);
- NP EN 1998 – Projeto de Estruturas para Resistência aos Sismos (EC8);
- fib Model Code 2010 for Concrete Structures;
- Normas de Projeto de estruturas do Metropolitano de Lisboa.

Serão ainda consideradas as seguintes normas de execução:

- NP EN 206 – Betão: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP EN 13670-1 – Execução de estruturas de betão. Parte 1: Regras Gerais;
- NP EN 14199 – Execução de obras geotécnicas especiais: Microestacas;
- NP EN 1537 – Execução de obras geotécnicas especiais: Ancoragens no terreno;

- EN ISO 22447-5 – Geotechnical investigation and testing – Testing of geotechnical structures – Part 5: Testing of grouted anchors;
- EN 1536 – Execution of Special Geotechnical Works: Bored piles;
- EN 14490 – Execution of Special Geotechnical Works: Soil nailing;
- NP EN 197-1 – Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes;
- NP EN 197-2 – Cimento. Parte 2: Avaliação de conformidade;
- NP EN 13251 – Geotêxteis e produtos relacionados. Características requeridas para a utilização em obras de terraplenagem, fundações e estruturas de suporte;
- NP EN 14487-1 – Betão projetado. Parte 1: Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14487-2 – Betão projetado. Parte 2: Execução;
- NP EN 14889-1 – Fibras para betão – Parte 1: Fibras de aço – Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14488-5 – Ensaio do betão projetado – Parte 5: Determinação da capacidade de absorção de energia de provetes de lajes reforçadas com fibras;
- NP EN 445 – Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio;
- NP EN 446 – Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Procedimentos para injeção;
- NP EN 447 – Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Especificações para caldas correntes.

## 4 DADOS DE ENTRADA

Os documentos considerados como elementos de entrada associados à obra foram os seguintes:

### 4.1 Documentos do programa preliminar

- Procedimento – Proc. n.º 125/2022-DLO/ML;
- Programa Preliminar, Tomo IV – Estruturas, Volume 3 – Estações, 3 – Estação Infante Santo:
  - Memória Descritiva e Justificativa – “LVSSA ML PP STR EST EIS MD 084000 0”;
  - Peças Desenhadas (“LVSSA ML PP STR EST EIS DW 084001 A” a “LVSSA ML PP STR EST EIS DW 084115 0”);

- Respostas aos Esclarecimentos do procedimento “Resposta Esclarecimentos\_Proc. 125\_2022”

## 4.2 Estudo Prévio apresentado em fase de concurso

- Memória Descritiva e Justificativa da Estação: Tomo IV – Volume 3 – Estações “LVSSA CBJ EP STR EST EIS MD 084000 0” e “LVSSA CBJ EP STR EST EIS MD 084001 0”;
- Notas de cálculo: Tomo IV – Volume 3 – Estações “LVSSA CBJ EP STR EST EIS MD 084002 0”, “LVSSA CBJ EP STR EST EIS MD 084003 0” e “LVSSA CBJ EP STR EST EIS MD 084004 0”;
- Peças desenhadas da estação: Tomo IV – Volume 3 – Estações “LVSSA CBJ EP STR EST EIS DW 084000 0” a “LVSSA CBJ EP STR EST EIS DW 084151 0”; “LVSSA CBJ EP STR EST EIS DW 084900 0” a “LVSSA CBJ EP STR EST EIS DW 084909 0”;
- Estudo Geológico – Geotécnico: Tomo II – Volume 2

## 4.3 Levantamento topográfico complementar

Onde considerado relevante, serão previstos trabalhos de levantamento topográfico clássico, que servirão de elemento base para a elaboração do Projeto.

# 5 CONDICIONAMENTOS AO PROJETO

## 5.1 Traçado

A solução estrutural adotada e os processos e faseamentos construtivos previstos encontram-se compatibilizados com o projeto do traçado da linha definido no Programa Preliminar e Estudo Prévio.

O traçado da via, bem como a proximidade junto a um eixo rodoviário crítico para a mobilidade urbana, onde qualquer interrupção ou o desvio ainda que temporário causariam transtornos muito significativos, foram aspetos chave que condicionaram a implantação da estação Infante Santo.

A profundidade a que está colocado o P.B.V. (Plano Base da Via) relativamente à superfície foi parte condicionante da solução estrutural bem como do faseamento construtivo.

## 5.2 Geológicos e Geotécnicos

Os condicionamentos Geológicos e Geotécnicos, encontram-se descritos no Estudo Geológico-Geotécnico (Tomo I – Volume 6 do Projeto de Execução).

## 5.3 Desvios de Circulação

Ao longo da duração da obra os estaleiros e áreas reservadas para acesso às obras, que interfiram com a circulação existente, serão demarcadas como áreas temporárias de ocupação com os consequentes desvios de trânsito.

Os desvios de circulação serão objeto de projeto autónomo, apresentado no Capítulo 09 deste Volume.

Os estaleiros são objeto de projeto autónomo, apresentado no Tomo I – Geral, Volume 9 – Estaleiros ao Longo da Linha.

Tendo em conta a localização da estação Infante Santo e dos seus respetivos acessos, não se prevê a interrupção da circulação pedonal e rodoviária nas vias principais, nem a necessidade de ocupações temporárias de arruamentos para circulação do tráfego afeto à obra com exceção dos arruamentos locais acessíveis pela Av. Infante Santo (passagem pelo pórtico do edifício sito no número 59), destinados maioritariamente a estacionamento. Os arruamentos locais serão temporariamente suprimidos para a construção do poço central da estação e posteriormente repostos no âmbito da requalificação à superfície destes espaços exteriores.

## 5.4 Ocupação de Superfície e de Subsolo

A execução a céu aberto de parte dos acessos da estação e do arranque do poço vertical interfere com as redes de infraestruturas existentes no subsolo (águas, esgotos, eletricidade, telecomunicações e gás). As infraestruturas serão objeto de desvios provisórios/definitivos ou eventual suspensão, de modo a compatibilizar-se a solução com o faseamento construtivo proposto, nomeadamente entre o Edifício Infante Santo n.º 59 e o túnel subterrâneo de acesso.

Face à indisponibilidade de informação das condições de fundação das sapatas do edifício, não é possível prever com rigor a necessidade de uma intervenção especial sobre o edificado existente.

A solução proposta para intervenção de recalçamento deste edifício encontra-se apresentada nos desenhos LVSSA MSA AP STR EST IS DW 084130 a 084140 e será validada e desenvolvida em pormenor após resultados da campanha complementar de prospeção, que prevê a execução de poços no local para aferir a profundidade enterrada das ditas sapatas.

Os serviços afetados são objeto de projeto autónomo, apresentado no Capítulo 02 – Serviços Afetados, deste Volume.

Está ainda prevista a ocupação temporária do logradouro municipal para a implantação do estaleiro, cuja entrada e saída de camiões se fará pelo passeio a norte dos edifícios, junto ao parque infantil e a entrada e saída de obra pela passagem inferior do edifício.

## 5.5 Interferências

As interferências resultantes da construção da Estação de Infante Santo, necessidade de demolições, reforço de edifícios e contenções, encontram-se retratadas no Tomo I – Geral, Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha e Volume 27 – Demolições ao Longo da Linha, deste Projeto de Execução.

As principais interferências serão objeto de estudo autónomo, apresentado nos desenhos de identificação de interferências.

No volume 17 do Tomo I – Interferências ao longo da linha, serão apresentadas as interferências associadas à Estação de Infante Santo em estudo, sendo indicadas aquelas que não serão objeto de trabalhos de demolição e às quais se prevê, nesta fase de estudo, que possam ser induzidos assentamentos com relevância.

Onde aplicável, serão apresentados neste volume os projetos de demolição e reforço de edifícios afetados pela execução da Estação de Infante Santo.

## 5.6 Implantação

A implantação da obra respeita integralmente os requisitos definidos no Programa Preliminar, tendo os mesmos sido também desenvolvidos em fases de Estudo Prévio e de Anteprojecto.

Tendo em conta o recobrimento da estação, será efetuado um levantamento cuidadoso das interferências identificadas de modo a mitigar os danos associados à execução da obra.

A implantação do corpo principal da estação será realizada por dois poços localizados em paralelo ao eixo da Av. Infante Santo.

Sobre a área da escavação a céu aberto será previsto estacionamento para cumprir o previsto no caderno de encargos deste procedimento.

A partir do poço central existe uma galeria de acesso que liga à Avenida Infante Santo, a mesma divide-se em dois acessos, um com escada fixa e outro com escadas mecânicas.

No conjunto do estacionamento existe uma escada de acesso, que conta com um elevador e uma escada fixa à cota +57,30 m.

## 5.7 Segurança

A atividade de prevenção de riscos profissionais tem uma matriz de referência baseada num conjunto de princípios gerais de prevenção:

1. Evitar os riscos;
2. Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
3. Combater os riscos na origem;
4. Adaptar o trabalho ao trabalhador;
5. Ter em conta o estado de evolução técnica;
6. Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
7. Planificar a prevenção;
8. Dar prioridade à prevenção coletiva em relação à individual;
9. Dar formação e instruções adequadas aos trabalhadores.

Estes princípios que devem nortear a ação de todos os intervenientes durante todo o processo de construção serão respeitados no desenvolvimento do presente Projeto, procedendo-se à elaboração do respetivo Plano de Segurança e Saúde.

## 5.8 Arquitetónicos

O presente Projeto procura atingir as soluções técnicas mais adequadas e que estão compatibilizadas com o Projeto de Arquitetura (Tomo III – Arquitetura, Volume 1 – Estações).

## 5.9 Compatibilidade com as Outras Especialidades

O Projeto está compatibilizado com o projeto de Arquitetura e com as restantes especialidades.

O presente Projeto de Execução encontra-se compatibilizado com os requisitos técnicos do ML, como o caderno de encargos técnico e os demais requisitos definidos no procedimento.

## 5.10 Ambiente

O projeto do “Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara” está sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental, tendo sido desenvolvido um Estudo de Impacte Ambiental e emitida uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) que determina uma Decisão Favorável

Condicionada ao cumprimento dos termos e condições expressas na DIA (processo de AIA n.º 3462), na qual se identificam as medidas de minimização gerais a implementar em fase de construção, a serem complementadas em fase do Projeto de Execução com a realização do Relatório de Conformidade Ambiental com o Projeto de Execução (RECAPE).

## 6 MODELO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO

O modelo geológico assentou na informação do Programa Preliminar patenteado a concurso. Na Figura 1 apresenta-se imagem do modelo adotado para a Estação de Infante Santo que está a ser reavaliado e refinado com base nos resultados da campanha de prospeção complementar em curso.

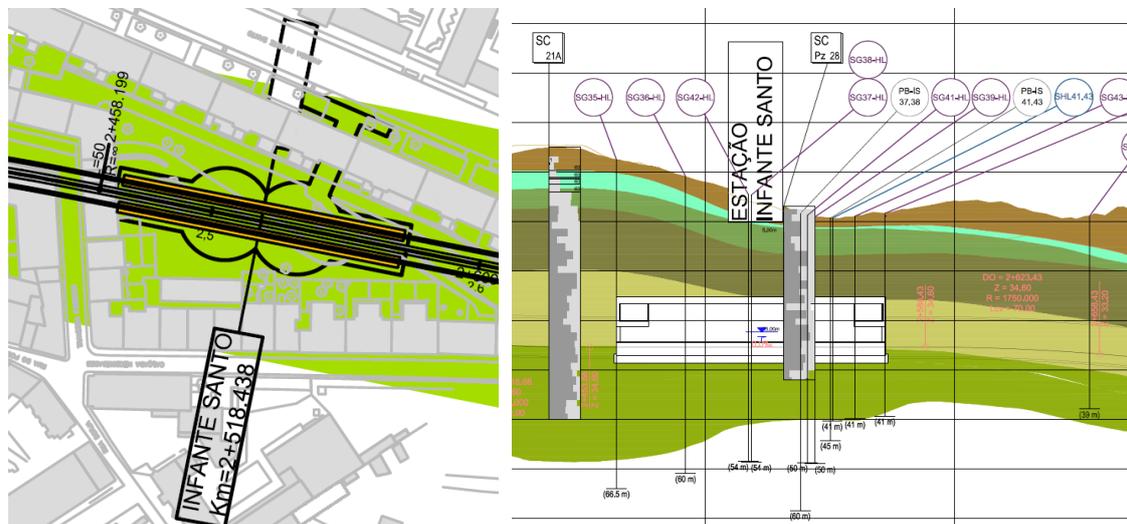


Figura 1 – Modelo geológico-geotécnico na zona da estação de Infante Santo

As unidades atravessadas, representadas em perfil, são as indicadas na Figura 2.

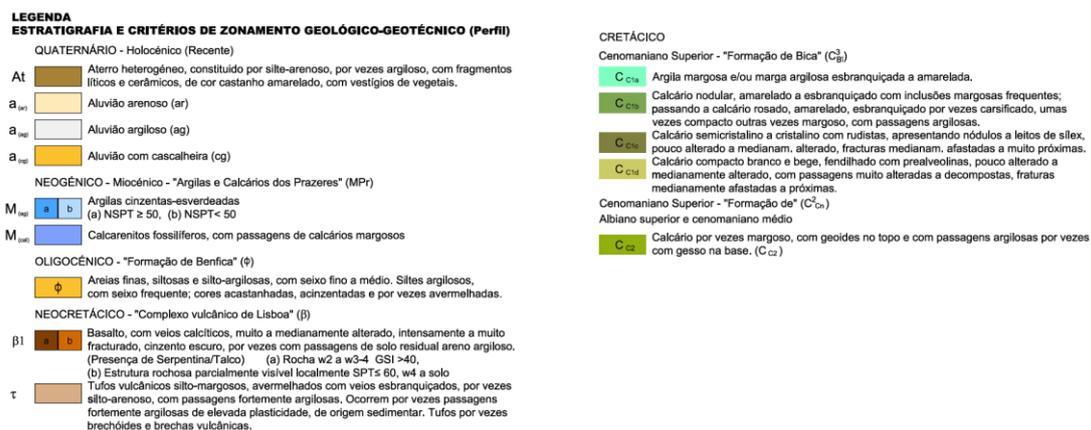


Figura 2 – Legenda das unidades representadas no Perfil longitudinal – Geologia / Geotécnia

Conforme se ilustra acima na Figura 2, a Estação Infante Santo está prevista ser construída a uma profundidade média de cerca de 35 m sendo o meio envolvente caracterizado por um maciço rochoso constituído predominantemente por Calcários da formação da Bica na zona da abóbada e hasteais e por calcários da formação de Caneças na zona da soleira da estação.

Mais especificamente, a zona dos hasteais e da abóbada, na sua metade norte, é dominada pela presença dos calcários CC1d (calcário compacto branco, fendilhado), senda metade norte da abóbada dominada pela presença da unidade CC1c (calcário semi-cristalino a cristalino com rudistas). Ambas as unidades assinaladas integram a Formação dos Calcários da Bica, de idade cretácica. Na zona da soleira ocorrem ao longo de toda a extensão da Estação de Infante Santo, calcários da Formação de Caneças (calcários por vezes margosos).

Relativamente à presença de água subterrânea, consideram-se na envolvente da obra as seguintes posições para o nível de água:

- Do pk 1+750 a pk 2+600, nível de água em variação entre as cotas +70,00 m e +40,00 m;
- Do pk 2+600 a 3+150, nível de água em variação entre as cotas +40,00 m e +2,50 m;

Os níveis de água anteriores são indicados sem prejuízo da possível existência local de níveis de água suspensos.

Sendo a Estação de Infante Santo ao km 2+518.438, conclui-se que o nível de água a considerar no projeto da estação se localiza perto da cota +40 m.

## 7 MATERIAIS

As características dos materiais adotados para as estruturas definitivas da estação encontram-se apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 1 – Estruturas definitivas. Características dos materiais – Betão

Materiais	Localização	Classe de Resistência	Classe de exposição	Cl. teor de cloretos	D <sub>max</sub> (mm)	Classe de Consistência
Betão ( <i>in situ</i> )	Regularização	C12/15	X0	CL 1,00	≤ 25	S3
	Estrutura interior em ambiente seco (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37	XC1	CL 0,40	D <sub>inf</sub> =20 D <sub>sup</sub> =25	S4
	Estrutura interior em zonas húmidas – zonas com sanitários (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37	XC3	CL 0,40	D <sub>inf</sub> =20 D <sub>sup</sub> =25	S4
	Estrutura exterior (revestimento definitivo das galerias, paredes de contenção periférica, laje de fundo do poço principal, laje de cobertura e elementos expostos à intempérie)	C30/37	XC4	CL 0,40	≤ 25	S3
	Enchimento	C20/25	X0	CL 1,00	≤ 25	S3

**Notas:**

As betonilhas de enchimento a realizar para o assentamento dos revestimentos dos pisos e para a formação de penderes nas lajes internas deverão ter um peso específico máximo de 15 kN/m<sup>3</sup>.

Tabela 2 – Estruturas definitivas. Características dos Materiais – Aço estrutural

Materiais	Localização	Classe de resistência
<b>Aço Estrutural</b>	Armaduras ordinárias	A500 NR SD
	Malha eletrossoldada	A500 EL
	Estruturas metálicas (chapas e perfis)	S355 JR
	Parafusos / Pernos	Classe 8.8/10.9
	Porcas	Classe 8/10

Tabela 3 – Estruturas definitivas. Recobrimentos nominais das armaduras

Recobrimentos Nominais (*) (**)		
	Elemento	Recobrimento nominal
<b>Recobrimentos a Garantir de Acordo com Exigências de Resistência ao Fogo e Durabilidade dos Materiais</b>  <b>Vida Útil Considerada: 100 Anos</b> <b>Estabilidade ao Fogo: R120</b>	lajes elevadas e escadas	40 mm
	Paredes interiores	40 mm
	Pilares e Vigas	45 mm
	Revestimento definitivo das galerias	45 mm
	Laje de fundo do poço principal	45 mm
	Lajes de cobertura enterradas	45 mm
	Paredes de contenção definitiva	50 mm

(\*) – Recobrimento mínimo + Margem de cálculo para as tolerâncias de execução = Recobrimento nominal.

(\*\*) – Em elementos inferiores a 0.25 m o recobrimento é reduzido em 0.005 m, devendo ser garantidos os recobrimentos mínimos definidos na EN 10080.

Tabela 4 – Características do material do sistema de impermeabilização

<b>BARREIRA GEOSINTÉTICA</b>	MATERIAL	PVC – P (POLICLORETO DE VINIL)
	ESPESSURA (EN 1849 - 2)	DE ACORDO COM C.E.
	MASSA POR UNIDADE DE ÁREA (EN 1849-2)	2,56 KG/M2
	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO ( EN ISO 527)	16 MPA (DIREÇÃO TRANSVERSAL)
		17 MPA (DIREÇÃO LONGITUDINAL)
	EXTENSÃO PARA A CARGA MÁXIMA (EN ISO 527)	> 300 %
	PUNÇOAMENTO ESTÁTICO (EN ISO 12236)	2,35 KN
	EXPANSÃO TÉRMICA (ASTM D696-91)	<130 X 10 <sup>-6</sup> (+/-50X10 <sup>-6</sup> ) 1/K
	RESISTÊNCIA À DEGRADAÇÃO MICROBIOLÓGICA (EN 12225)	<15 %
	RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO (EN 14575)	<10 %
	RESISTÊNCIA QUÍMICA (EN 14414)	INEXISTÊNCIA DE SINAIS DE DEGRADAÇÃO; PROPRIEDADES INALTERADAS
REAÇÃO AO FOGO (EN ISO 13501-1 E EN ISO 11925-2)	CLASSE E	

## 8 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

### 8.1 Tempo de vida útil

Tendo em conta o preconizado no ponto 2.3 do Anexo Nacional da NP EN 1990, a estrutura é classificada com sendo uma estrutura de categoria do tempo de vida útil de projeto 5, a qual corresponde um valor indicativo de tempo de vida útil de projeto de 100 anos.

### 8.2 Classificação da obra de acordo com a sua importância

A classificação da obra de acordo com a sua importância é realizada de acordo com o especificado no Anexo Nacional da EN 1990.

Tendo em conta a definição das classes de consequências apresentada no quadro B.1 da EN 1990, as Estações e Poços de Ventilação são parte integrante de uma infraestrutura cujo colapso representa “consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais muito importantes”, pelo que classificam-se como sendo da classe de consequência CC3.

### 8.3 Classificação do Tipo de Terreno segundo a NP EN 1998

No que se refere à sismicidade, os sismos que afetam o território nacional têm duas fontes de geração distintas:

- Sismicidade interplaca - associada à fronteira das placas Eurasiática e Africana, gerada na Zona de fratura Açores-Gibraltar, com registo de sismos de magnitudes elevadas (1755 e 1969);
- Sismicidade intraplaca - associada a movimentos ao longo de estruturas de ressonância no interior da placa Eurasiática resultantes da acumulação de tensões e desenvolvimento de deformações, originando sismos de magnitudes moderadas (1909).

Considerando todos os sismos históricos e instrumentais registados, segundo dados compilados e interpretados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG), as intensidades sísmicas terão atingido na zona em estudo o valor IX, segundo a escala de Mercalli modificada.

De acordo com o estipulado na norma NP EN 1998-1: 2010 (EC8) e no respetivo Anexo Nacional NA, por afetação simultânea do território com perturbações dinâmicas com origem interplacas e intraplacas, a zona em análise encontra-se localizada nas Zonas Sísmicas classificadas como 1.3 e 2.3, para a Ação Sísmica Tipo 1 e Ação Sísmica Tipo 2, respetivamente.

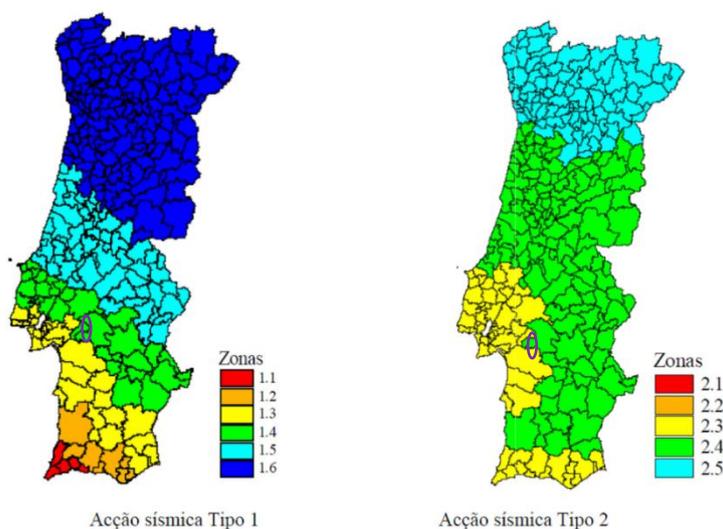


Figura 3 – Zonamento sísmico do território nacional de acordo com o Anexo Nacional NA da NPEN 1998-1:2010

Os valores da aceleração máxima de referência de projeto, para cada uma das zonas sísmicas em função dos dois tipos de atividade sísmica a considerar, são os indicados na tabela seguinte.

Tabela 5 – Aceleração máxima de referência de projeto  $a_{gR}$  ( $m/s^2$ ) nas várias zonas sísmicas

Ação sísmica tipo 1 (afastada)		Ação sísmica tipo 2 (próxima)	
Zona Sísmica	$a_{gR}$ ( $m/s^2$ )	Zona Sísmica	$a_{gR}$ ( $m/s^2$ )
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	---	---

De acordo com este zonamento sísmico, os valores de aceleração máxima de referência a considerar na obra,  $a_{gR}$ , correspondentes a um período de retorno de 475 anos, são de  $1,5 m/s^2$  (Zona Sísmica 1.3 e Ação Sísmica Tipo 1) e de  $1,7 m/s^2$  (Zona Sísmica 2.3 e Ação Sísmica Tipo 2). Visando ter em conta a influência das condições locais do terreno na ação sísmica, o EC8 considera os tipos de terreno indicados na Tabela abaixo, para definição dos espectros de resposta elásticos a utilizar em cada zona sísmica.

Tabela 6 – Tipos de Terreno segundo o EC8

Classe de solo	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$V_{s,30}$ (m/s)	NSPT	$C_u$ (kPa)
A	Rocha ou formação geológica rochosa, que inclua, no máximo 5m de material mais fraco à superfície	> 800	-	-
B	Depósitos de areia muito densa, cascalho ou argila muito rija com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas em profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia de densidade média a elevada, de cascalho ou de argila dura, com espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Depósitos soltos de solos não coesivos (com ou sem ocorrência de algumas camadas coesivas brandas), ou de solos coesivos predominantemente de fraca a média consistência	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um nível aluvionar superficial com $V_s < 360$ m/s e espessura variando entre 5 e 20 m, sobrejacente a um nível mais rígido (com $V_s > 800$ m/s)	< 360		
S <sub>1</sub>	Depósitos consistindo ou contendo uma camada com pelo menos 10m de espessura – de argilas ou siltes brandos com elevado índice de plasticidade (IP > 40) e elevado teor em água	< 100 (indicativo)	-	10 – 20
S <sub>2</sub>	Depósitos de solos com potencial de liquefação, ou argilas sensíveis, ou outros perfis não incluídos nos tipos anteriores			

A classificação do tipo de terreno segundo a NP EN 1998 será feita ponderando os valores de  $N_{SPT}$  das sondagens, da coesão não drenada,  $S_u$  e das medições da velocidade das ondas de corte,  $V_s$  (m/s), obtidas diretamente dos resultados dos ensaios *in situ* (quando existentes), como os “crosshole” e SCPTu. Na fase de Projeto de Execução recorre-se à informação existente em particular aos ensaios existentes, ou seja, ensaios SPT’s.

Assim, e tendo em conta as características das unidades geológicas presentes na zona de intervenção, considera-se que em geral as formações rochosas do Complexo Carbonatado correspondem a terrenos do tipo A.

## 8.4 Classe de inspeção

De acordo com a norma NP EN 13670 – 1 anexo G, quadro G.1, a estrutura da estação enquadra-se na classe de inspeção 3, para betão moldado.

## 8.5 Classe de fiabilidade

A Classe de Fiabilidade é definida de acordo com o anexo nacional da NP EN 1990. Tendo em conta que a obra definitiva é da classe de consequência CC3, de acordo com o ponto B.3.2 do Anexo B, fixa-se a classe de fiabilidade RC3 para a obra.

De acordo com a NP EN 1990, a classe de fiabilidade RC3 pode ser garantida através da combinação das medidas definidas nas alíneas c), d) e e) do ponto 2.2 (5), nomeadamente:

- c) medidas relacionadas com a gestão da qualidade;

d) medidas destinadas a reduzir erros de projeto e de construção da estrutura, e erros humanos grosseiros;

e) outras medidas relacionadas com as seguintes questões de projeto:

- os requisitos gerais;
- o grau de robustez (integridade estrutural);
- a durabilidade, incluindo a escolha do tempo de vida útil de projeto;
- a extensão e a qualidade das prospeções preliminares dos solos e as possíveis influências ambientais;
- o rigor dos modelos mecânicos utilizados;
- as disposições construtivas.

No presente projeto, encontram-se implementadas as medidas indicadas nas alíneas c) e d) acima, de acordo com o preconizado na alínea (b) do ponto B.1 e os procedimentos definidos nos pontos B.4 e B.5 do anexo B do ECO, nomeadamente:

- Nível de supervisão de projeto, DSL3, compatível com a classe de fiabilidade RC3, traduz-se num requisito de supervisão alargada, realizada por uma entidade distinta da que elaborou o Projeto;
- Nível de inspeção durante a execução, IL3, compatível com a classe de fiabilidade RC3, traduz-se num requisito de inspeção alargada, realizada por terceiros (Fiscalização da Empreitada de Construção).

Complementarmente, tendo em consideração a fixação do tempo de vida útil de projeto de 100 anos, o plano de prospeção geológico-geotécnica complementar previsto para a empreitada, a robustez das estruturas definitivas (nomeadamente a não integração e consideração de estruturas de contenção provisória nas estruturas definitivas) e outras disposições construtivas, tais como a adoção de sistemas de impermeabilização, conjugadas com as especificações técnicas que integram as Cláusulas Técnicas do Caderno de Encargos, garante-se também a classe de fiabilidade RC3 no que se refere ao cumprimento das medidas indicadas da alínea e) acima. Nas situações omissas, que forem posteriormente identificadas, poderão ser elaboradas especificações técnicas e ensaios de verificação complementares aos já previstos no CE.

## 8.6 Categoria Geotécnica

A NP EN 1997-1:2010 estabelece-se a Categoria Geotécnica (CG1, CG2 ou CG3) do projeto em função da sua complexidade e classe de consequências.

Tendo em conta a definição das classes de consequências apresentada no quadro B.1 da NP EN 1990, a estação EIS faz parte integrante de uma infraestrutura cujo colapso representa “consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais importantes” (CC3), considera-se ainda que o grau de complexidade do projeto geotécnico é elevado. Assim, para uma classe de consequências CC2, para uma complexidade do projeto geotécnico média, atribui-se a Categoria Geotécnica 3 (CG3) à Estação de Infante Santo.

## 8.7 Critérios de Estanqueidade em Estruturas Subterrâneas

### 8.7.1 Estações subterrâneas

A estação subterrânea apresenta desempenho correspondente à classe 2 de BTS (2010)(1) complementada com as recomendações STUVA (Haack, 1991(2)) para a mesma classe.

O sistema de revestimento garante que a superfície interior se mantenha essencialmente seca, admitindo-se apenas, como manifestações de humidade, a existência de pequenas manchas isoladas. O contacto de mão seca com a mancha não deverá detetar água superficial. Igualmente

um papel colocado sobre a mancha não deverá apresentar alteração cromática por via de absorção de água.

Esta exigência limita o influxo médio (espacial) diário de água a 0,1 litros/m<sup>2</sup> em troços com comprimento de referência de 10 m e a 0,05 litros/m<sup>2</sup> em troços com comprimento de referência de 100 m. Para aplicação do primeiro limite, os troços de 10 m deverão ser pontuais, com caráter esporádico.

De forma a cumprir estas exigências de estanqueidade prevê-se, na estação, a aplicação de sistema de impermeabilização com recurso a uma barreira geossintética constituída por uma geomembrana impermeabilizante (policloreto de vinil) com 2 mm de espessura protegida com geotêxtil (polipropileno), de acordo com a especificação RT026 do ML/peças desenhadas.

Para a circunscrição dos eventuais defeitos do sistema de impermeabilização e dos trabalhos de reparação será efetuada a compartimentação transversal e, se necessário, longitudinal do sistema de impermeabilização. A área máxima de cada compartimento será de 250 m<sup>2</sup>. A compartimentação transversal será conseguida pela solidarização de perfis extrudidos flexíveis à geomembrana impermeabilizante ao longo do perímetro das galerias e do poço. Para a eventual compartimentação longitudinal, em troços localizados, os perfis serão colocados segundo o eixo da galeria num alinhamento superior (abóbada) e em alinhamentos inferiores (juntas de betonagem no arranque dos hasteais).

No poço principal aplicam-se os princípios acima enunciados relativamente à compartimentação do sistema de impermeabilização, com as devidas adaptações.

## 8.7.2 Requisitos legais de proteção de águas subterrâneas

Regra geral a Lei de Proteção da Água exige que os níveis de água existentes no subsolo sejam mantidos e que a água subterrânea seja mantida sem contaminação; uma consequência direta do cumprimento destas exigências é a impossibilidade de rebaixamento permanente do lençol freático, sempre que possível.

Assim, qualquer desvio de água subterrânea deve ser limitado ao período de construção e os volumes desviados devem ser limitados por forma a garantir a plena recuperação do nível inicial do lençol freático.

## 9 SITUAÇÕES DE PROJETO

### 9.1 Persistentes

No dimensionamento estrutural da estação, serão consideradas as situações de projeto persistentes, correspondentes a condições normais de utilização, nomeadamente em cenários de estado limite último e estado limite de serviço.

### 9.2 Transitórias

No dimensionamento estrutural e geotécnico das contenções provisórias serão consideradas as situações de projeto transitórias, correspondentes a condições temporárias e outras condições relacionadas com o faseamento construtivo da obra.

### 9.3 Acidentais

No dimensionamento da estrutura definitiva serão consideradas as situações de projeto acidentais, correspondentes a condições excecionais aplicáveis às estruturas, nomeadamente a ação do incêndio.