

O eixo do projeto interceta infraestruturas ferroviárias associadas à rede de comboios da empresa Infraestruturas de Portugal (IP) e da rede de elétricos da Carris. Na Tabela 9 encontra-se a lista das infraestruturas ferroviárias consideradas como mais suscetíveis.

Tabela 9 – Infraestruturas ferroviárias mais suscetíveis à ocorrência de danos

N.º	CATEGORIA	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE ESTRUTURA
1010	Linha Elétrico	Rua das Amoreiras	Via Betonada
1010b	Linha Elétrico	Rua Silva Carvalho	Via Betonada
1011	Linha Elétrico	Rua Ferreira Borges, 161	Via Betonada
1050	Linha Elétrico	Rua Silva Carvalho	Via Betonada

12.3 Medidas de mitigação

Para a fase de Projeto de Execução foi realizada uma referenciação de danos nas interferências mais suscetíveis, tendo-se concluído, nesta fase do projeto, não ser necessário realizar medidas específicas de reforço estrutural. A monitorização de cada interferência pode ter que ser reforçada função do seu nível de suscetibilidade perante a obra.

13 AVALIAÇÃO DE DANOS

A avaliação de danos em interferências ao longo do traçado, assim como a definição de critérios de danos em estruturas ou infraestruturas situadas na vizinhança da obra, encontra-se incluída no Tomo 1 – Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha.

14 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 composta por barras de cobre estanhado com 65x5x100, instalados em cada um dos lados da galeria de 30 em 30 metros, ligados através de soldadura aluminotérmica a um varão de aço de diâmetro de 12mm instalado ao longo da galeria e que por sua vez será ligado à armadura da estrutura dos toscos de 8 em 8 metros.

Registo e Controlo de Alterações

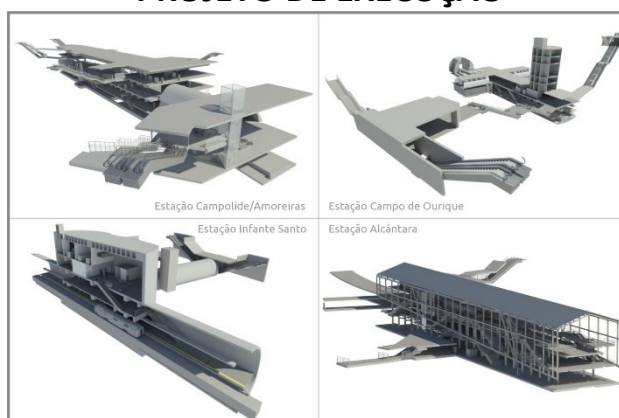
Revisão	Data	Descrição
0	2024-10-03	Emissão inicial

METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO II

VOLUME 2 – TÚNEL T84 – SUPORTE PRIMÁRIO

NOTA DE CÁLCULO

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR TUN T84 NC 087001 0
-----------------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Francisco Bernardo		2024-10-03
Revisto	Sandra Ferreira		2024-10-03
Verificado	Rui Rodrigues		2024-10-03
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-03
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-03

	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-10-03

Índice

1	INTRODUÇÃO	4
2	REGULAMENTAÇÃO	4
3	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS/GEOTÉCNICAS E HIDROLÓGICAS	4
4	AÇÕES CONSIDERADAS	5
5	COMBINAÇÕES DE AÇÕES PARA OS ESTADOS LIMITE E ABORDAGENS DE CÁLCULO	5
6	METODOLOGIA DE CÁLCULO	8
6.1	Modelos numéricos.....	8
6.2	Secções de cálculo.....	8
6.3	Modelos de interação solo-estrutura	11
6.4	Faseamento construtivo adotado nos modelos numéricos.....	13
7	VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA	16
7.1	Descrição Geral	16
7.2	Estado Limite Último de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas.....	17
7.3	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado	20
7.4	Estado limite último de resistência em flexão composta das cambotas	21
7.5	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas	21
7.6	Estado limite de utilização – deslocamentos e convergências da secção.....	22
7.7	Estado limite de utilização dos assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação subterrânea	22
8	RESULTADOS DAS VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA	22
8.1	Estado limite último de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas.....	23
8.2	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas	25

8.3	Estado limite último de resistência em flexão composta das cambotas	28
8.4	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas	29
8.5	Estado limite último de resistência à tracção da armadura das pregagens	30
8.6	Estado limite de utilização – deslocamentos e convergências da secção.....	31
8.7	Estado limite de utilização dos assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação subterrânea.....	32

Índice de Figuras

Figura 1 - Suporte Tipo B1	9
Figura 2 - Suporte Tipo B2	10
Figura 3 - Suporte Tipo C1	11
Figura 4 - Suporte Tipo D.....	11
Figura 5 - Suporte Tipo B1	12
Figura 6 - Suporte Tipo B2	12
Figura 7 - Suporte Tipo C1	13
Figura 8 - Suporte Tipo D.....	13
Figura 9 - Evolução do ganho de resistência e de rigidez do betão projetado considerada (fib Model Code 2010).....	17
Figura 10 - Parâmetros de modelação da contribuição das fibras metálicas (segundo Bekeart Moment Capacity).....	19
Figura 11 - Capacidade resistente com a inclusão de fibras metálicas (segundo Bekaert)	20

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Coeficientes de redução	6
Tabela 2 - Coeficientes parciais de segurança utilizados nas ações.....	6
Tabela 3 - Coeficientes parciais de segurança utilizados na minoração das propriedades do terreno	7
Tabela 4 - Coeficientes parciais de segurança relativos aos materiais para os estados limites últimos.....	7
Tabela 5 – Combinações de ações consideradas nas verificações de segurança	16
Tabela 6 – Verificações de segurança associadas ao suporte primário	16

1 INTRODUÇÃO

O presente documento diz respeito ao desenvolvimento, ao nível de **Projeto de Execução, da Memória Descritiva e Justificativa dos túneis**, no âmbito do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, que é parte integrante do **Tomo II – Estruturas do Volume 2 – Túnel T84**.

2 REGULAMENTAÇÃO

As regulamentações adotadas são as descritas na Memória Descritiva e Justificativa, integrada neste mesmo Volume.

3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS/GEOTÉCNICAS E HIDROLÓGICAS

O dimensionamento do suporte primário foi condicionado pela parametrização geotécnica do maciço interessado indicada Quadro 1.

A descrição das características do maciço atravessado pelo túnel de via encontra-se no Tomo I – Volume 6 – Estudo Geológico Geotécnico.

Quadro 1 - Características geológico-geotécnicas e parâmetros geotécnicos

Unidade	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	c_u (kPa)	E_u (MPa)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)	K_0	k (m/s)	ν	σ (MPa) [rocha]	E' (GPa) [rocha]
ATERRO, At	18	20	---	---	0	28	8	0,5	10 ⁻⁵	0,35	---	---
ALUVIÃO, a(ar)	19	21	---	---	0	34	50	0,5	10 ⁻⁵	0,30	---	---
ALUVIÃO, a(ag)	17	19	10	10	0	28	4	0,5	10 ⁻⁸	0,46	---	---
ALUVIÃO, a(cg)	20	22	---	---	0	35	75	0,5	10 ⁻⁴	0,30	---	---
MIOCÉNICO, M(ag)a NSPT > 50	22	23	350	100	10	33	60	1,0	10 ⁻⁸	0,33	---	---
MIOCÉNICO, M(ag)b NSPT < 50	21	22	180	40	5	28	20	1,0	10 ⁻⁸	0,38	---	---
MIOCÉNICO M(cal)	24	24	---	---	100	34	400	0,8	10 ⁻⁵	0,25	---	---
OLIGOCÉNICO, Φ	20	22	400	150	15	30	75	1,2	10 ⁻⁷	0,30		
BASALTO, β	26	26	---	---	200	40	2000	0,8	10 ⁻⁷	0,26	20	12
BASALTO, $\beta_{w5,w4/5}$	21	23	---	---	50	35	250	0,7	10 ⁻⁶	0,28	---	---
TUFOS, τ	20	21	---	---	60	35	120	1,0	10 ⁻⁷	0,27	---	---
CALCÁRIO, Cc1a	23	23	---	---	50	32	60	0,8	10 ⁻⁷	0,23	---	---
CALCÁRIO, Cc1b	24	24	---	---	90	38	325	0,8	10 ⁻⁷	0,21	9	3
CALCÁRIO, Cc1c	25	25	---	---	300	42	4000	0,8	10 ⁻⁶	0,21	50	27,5
CALCÁRIO, Cc1d	24	24	---	---	120	40	600	0,8	10 ⁻⁷	0,21	12	6

Unidade	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	c_u (kPa)	E_u (MPa)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)	K_0	k (m/s)	ν	σ (MPa) [rocha]	E' (GPa) [rocha]
CALCÁRIO DE CANEÇAS	23	23	---	---	100	35	200	0,8	10 ⁻⁷	0,25	5	1,5

4 AÇÕES CONSIDERADAS

As ações consideradas são as apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Ações de dimensionamento

Ações	Valor/Observação
CARGAS PERMANENTES	–
Peso próprio	$\gamma_{\text{betão}} = 25 \text{ kN/m}^3$
AÇÕES DO SOLO	–
Peso de Terras	Carregamento resultante do peso de terras atuante em cada secção de cálculo. Adotaram-se os pesos específicos definidos na parametrização geotécnica (ver Tomo II – Volume 2 – Estudo Geológico Geotécnico).
Impulsos do solo	Adotaram-se os coeficientes de impulso horizontal definidos na parametrização geotécnica (ver Tomo II – Volume 2 – Estudo Geológico Geotécnico).
IMPULSOS DE ÁGUA	–
Impulsos hidrostáticos	$\gamma_{\text{água}} = 10 \text{ kN/m}^3$ Nível freático definido para cada secção de cálculo. Adotaram-se os níveis definidos nos estudos hidrogeológicos (ver Tomo II – Volume 2 – Estudo Geológico Geotécnico).
SOBRECARGAS Á SUPERFÍCIE	–
Carga de ocupação à superfície	10 kN/m ²

5 COMBINAÇÕES DE AÇÕES PARA OS ESTADOS LIMITE E ABORDAGENS DE CÁLCULO

As combinações de ações baseiam-se nas regras definidas na NP EN 1990. Consideram-se as seguintes combinações de ações:

Combinação fundamental geral:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Em que:

E_d - valor de cálculo do efeito das ações;

- $\gamma_{G,j}$ – coeficiente parcial relativo à ação permanente j;
- $G_{k,j}$ – valor característico da ação permanente j;
- $\gamma_{Q,1}$ – coeficiente parcial relativo à ação variável de base de combinação 1;
- $Q_{k,1}$ - valor característico da ação variável de base de combinação 1;
- $\gamma_{Q,i}$ – coeficiente parcial relativo à ação variável i;
- $\psi_{0,i}$ – coeficiente para a determinação do valor de combinação de uma ação variável;
- $Q_{k,i}$ - valor característico da ação variável acompanhante i.

Combinação característica:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Em que:

- E_d - valor de cálculo do efeito das ações;
- $G_{k,j}$ – valor característico da ação permanente j;
- $\psi_{2,i}$ – coeficiente para a determinação do valor quase-permanente de uma ação variável;
- $Q_{k,i}$ - valor característico da ação variável acompanhante i.

Os coeficientes de redução ψ adotados são os definidos no Tabela 1:

Tabela 1 - Coeficientes de redução

Ação	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas	0,70	0,50	0,30

Em Portugal, as verificações respeitantes a estados limites últimos de rotura estrutural ou de rotura do terreno (STR/GEO) em situações persistentes ou transitórias devem ser efetuadas utilizando a Abordagem de Cálculo 1.

Assim, no presente projeto considerou-se a abordagem de cálculo 1 nos seguintes elementos:

- Combinação 1: A1 "+" M1 "+" R1(caso geral)
- Combinação 2: A2 "+" M2 "+" R1(caso geral)

Para a verificação da segurança aos estados limite serão considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações, de acordo com o estipulado nas normas NP EN1990 e NP EN1991 (Tabela 2) e aos materiais, segundo os regulamentos correspondentes a cada um destes estados limites (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 2 - Coeficientes parciais de segurança utilizados nas ações

Ação		Símbolo	STR/GEO	
			A1	A2
Permanentes	Desfavorável	γ_G	1,35	1,00
	Favorável		1,00	1,00

Variável	Desfavorável	γ_Q	1,50	1,30
	Favorável		0,00	0,00

Tabela 3 - Coeficientes parciais de segurança utilizados na minoração das propriedades do terreno

Parâmetro do solo	Símbolo	STR/GEO	
		M1	M2
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesão em tensões efetivas	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistência ao corte não drenada	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso volúmico	γ_V	1,00	1,00

Tabela 4 - Coeficientes parciais de segurança relativos aos materiais para os estados limites últimos

Material	Símbolo	Situações persistentes e transitórias
Betão	γ_c	1,50
Aço para cambotas metálicas e pregagens expansivas	γ_s	1,15

Os valores dos coeficientes parciais dos materiais para a verificação dos estados limites de utilização são iguais à unidade.

A verificação de segurança em relação aos estados limites últimos estruturais é garantida com base na seguinte condição:

$$S_d \leq R_d$$

em que S_d e R_d se designam respetivamente os valores de dimensionamento do esforço atuante e do esforço resistente.

Na consideração de um estado de limite de rotura ou de deformação excessiva de um elemento estrutural ou do terreno (STR ou GEO) deve ser feita a verificação de que:

$$E_d \leq R_d$$

em que E_d e R_d se designam respetivamente o valor de cálculo do efeito das ações e da capacidade resistente em relação a uma ação.

Na verificação dos estados limites de utilização no terreno ou numa seção, elemento ou ligação estruturais deve ser satisfeita a expressão:

$$E_d \leq C_d$$

em que E_d e C_d se designam respetivamente o valor de cálculo do efeito das ações e o valor limite de cálculo do critério relevante de aptidão para a utilização. A avaliação dos deslocamentos verticais e horizontais para uma estrutura de contenção é realizada considerando a combinação.

6 METODOLOGIA DE CÁLCULO

A análise efetuada visou a realização de um estudo específico visando a análise de tensões e deformações experimentadas pelo maciço ao longo das várias fases de execução da obra e as situações mais condicionantes para o dimensionamento estrutural.

6.1 Modelos numéricos

Para o desenvolvimento dos modelos numéricos, utilizou-se o programa de cálculo automático Plaxis, o qual permite a produção automatizada de um malha de elementos finitos, triangulares de quinze nós, tendo esta sido refinada a zona próxima da escavação. A modelação numérica foi efectuada considerando um estado plano de deformação, com um campo gravítico de tensões. O comportamento mecânico do terreno foi simulado por uma lei de comportamento elástico linear perfeitamente plástico, sendo a rotura controlada pelo critério de Mohr-Coulomb, admitindo todos os materiais como isotrópicos.

As fronteiras foram definidas de modo a abranger a quase totalidade da zona onde se faz sentir a alteração do estado de tensão e deformação causada pela abertura das escavações. Em cada fase de escavação foram retirados os elementos correspondentes e, subsequentemente instaladas as medidas de suporte primário preconizadas, de modo a reproduzir um faseamento construtivo previsto em fase de construção.

A sequência de construção foi simulada mediante a remoção, introdução de elementos e a alteração das suas propriedades. O efeito tridimensional associado ao avanço da frente de escavação, foi modelado através da descompressão dos elementos localizados na secção do túnel a escavar em cada fase.

A determinação do fator de descompressão que simula o avanço da frente de escavação, depende de numerosos fatores (modelos constitutivos dos materiais, estado de tensão inicial, rigidez do suporte, pré-suporte da frente, etc.) que apenas podem ser equacionados com precisão recorrendo a modelos tridimensionais, apenas desenvolvidos em fases avançadas de projeto, devido ao tempo necessário para os desenvolver e calibrar.

Não obstante, através de retroanálises realizadas em projetos de escavações em método mineiro, considerou-se que o fator de descompressão varia entre 40% a 80%, pelo que as análises realizadas neste Projeto de Execução em modelos numéricos bidimensionais contemplam 40%, 60% e 80% de descompressão.

6.2 Secções de cálculo

Nas análises tensão-deformação realizadas, consideraram-se secções de cálculo ao longo do eixo do projeto. As secções selecionadas são representativas das principais condicionantes identificadas nesta fase de estudo.

O Quadro 3 apresenta o ponto quilométrico de cada secção de cálculo desenvolvida e o tipo de suporte considerado em cada secção.

Quadro 3 – Secções de cálculo seleccionadas

Localização	Secção tipo
PK 0+250	B2
PK 0+500	B1
PK 1+250	C1
PK 1+800	D
PK 2+350	B1
PK 2+950	B2
PK 3+110	D
PK 3+720	D

Na Figura 1 a Figura 4 apresentam-se as características do suporte primário de cada secção tipo.

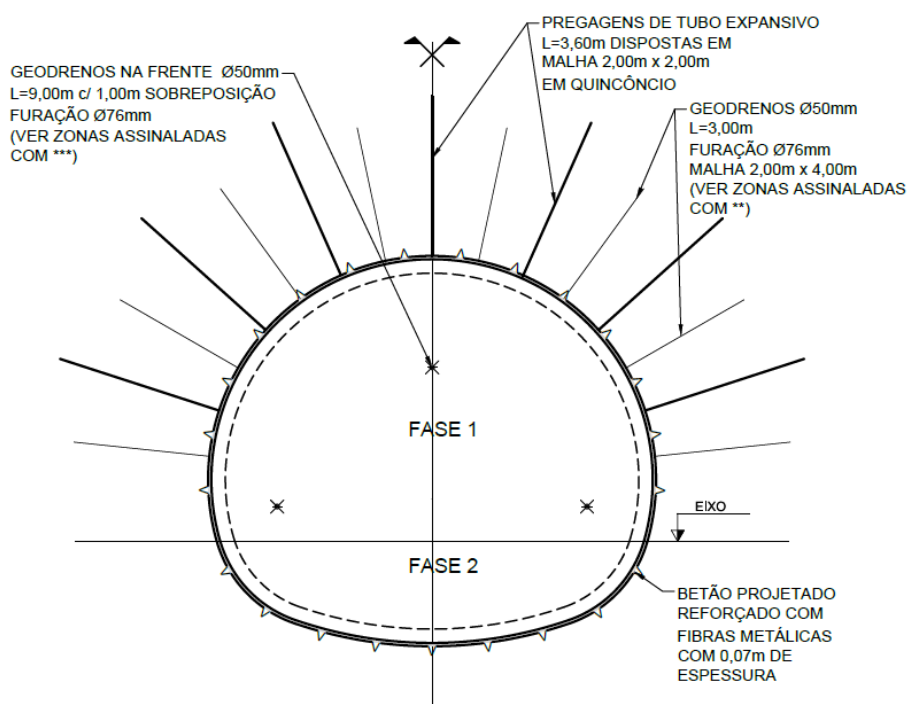


Figura 1 - Suporte Tipo B1

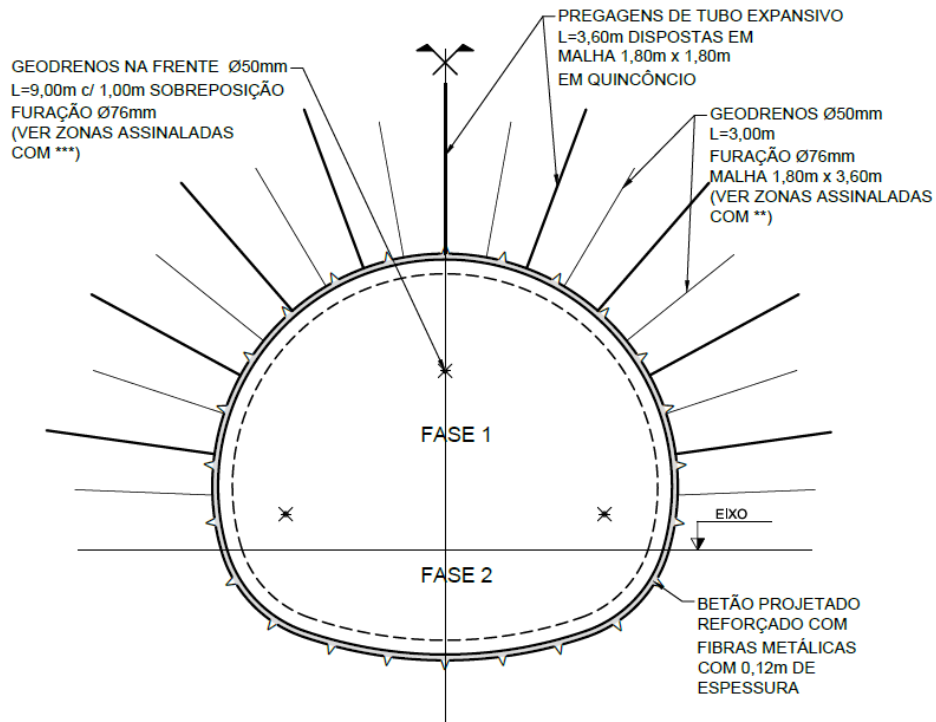


Figura 2 - Suporte Tipo B2

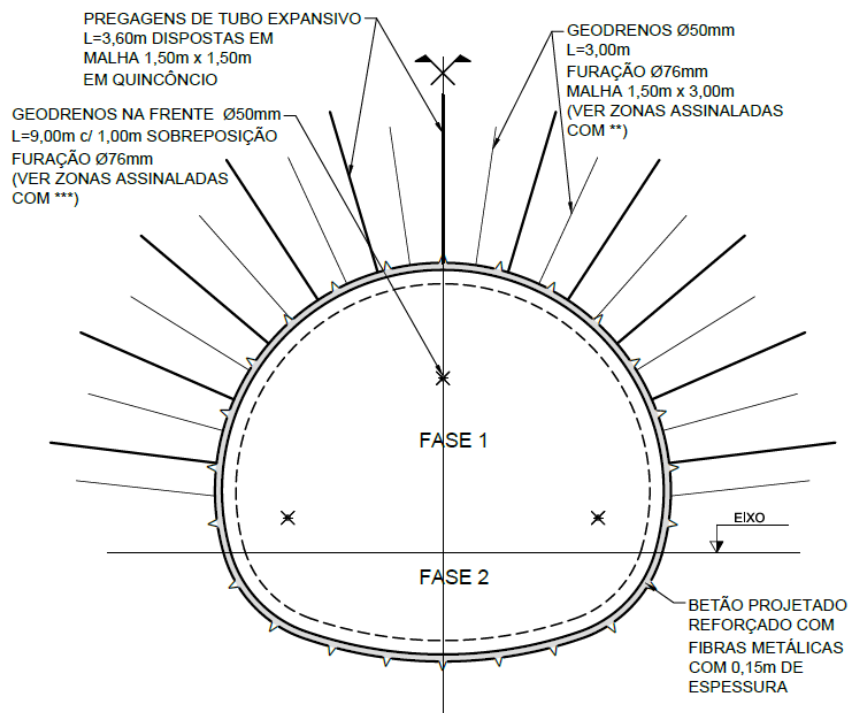


Figura 3 - Suporte Tipo C1

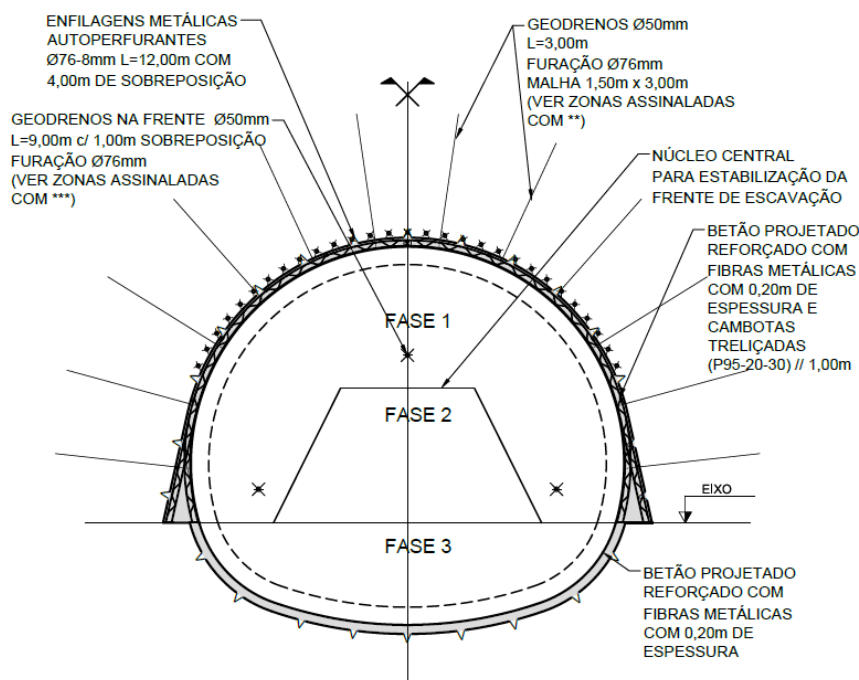


Figura 4 - Suporte Tipo D

6.3 Modelos de interação solo-estrutura

Na modelação do suporte primário foram utilizados elementos estruturais com as propriedades de resistência, inércia e deformabilidade, representativas dos diversos elementos de suporte. Estes elementos encontram-se dispostos no contorno da escavação, e a sua simulação permite a avaliação dos esforços actuantes ao longo dos mesmos.

O betão projetado e as cambotas treliçadas a aplicar no contorno da escavação, foram modelados através de elementos *plate* com comportamento elástico-plástico perfeito, com as propriedades mecânicas representativas da sua resistência e deformabilidade com uma idade $\leq 1, 7$ e 28 dias, consoante o avanço das fases de escavação

As pregagens previstas no contorno da escavação foram modeladas através de elementos plásticos. A área de influência das pregagens adoptadas nas análises numéricas, reflecte a densidade da malha de pregagens a aplicar nas diferentes zonas da escavação.

Os modelos de cálculo bidimensionais adotados para cada secção de suporte primário encontram-se ilustrados na Figura 5 a Figura 8.

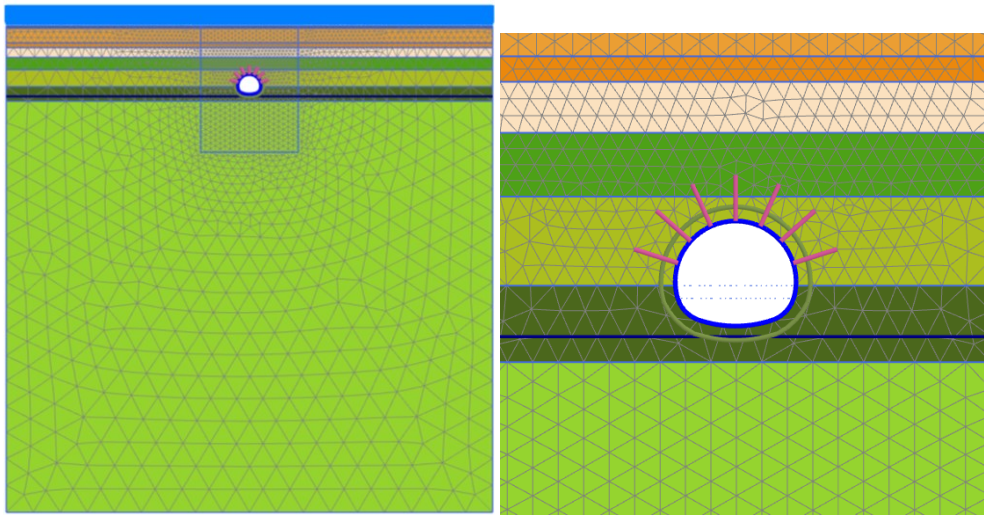


Figura 5 - Suporte Tipo B1

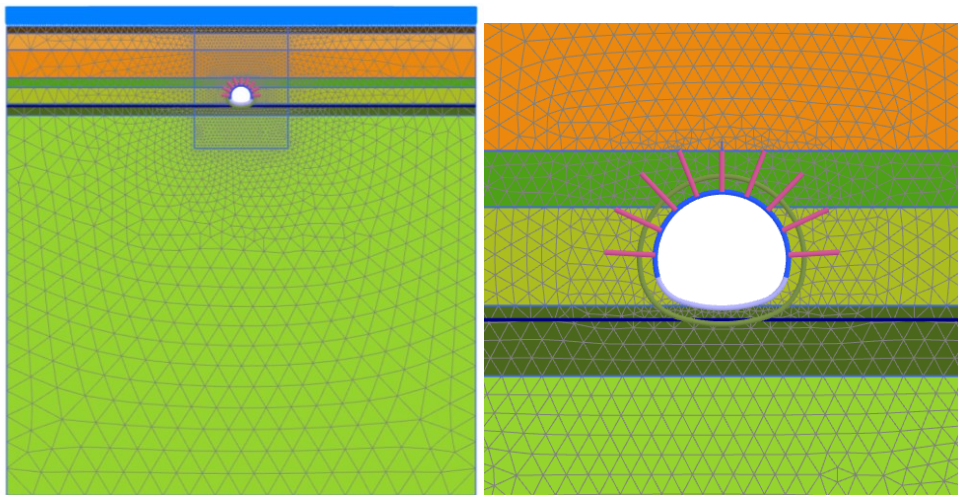


Figura 6 - Suporte Tipo B2

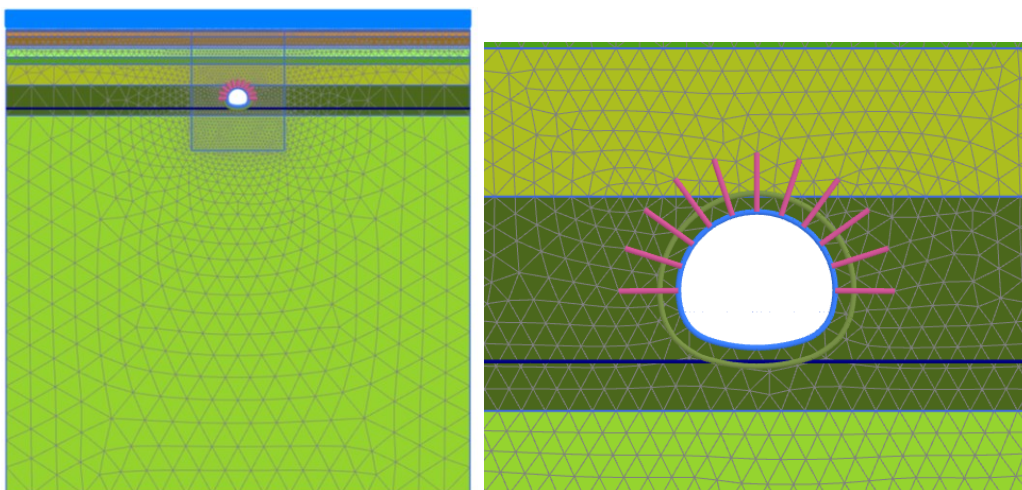


Figura 7 - Suporte Tipo C1

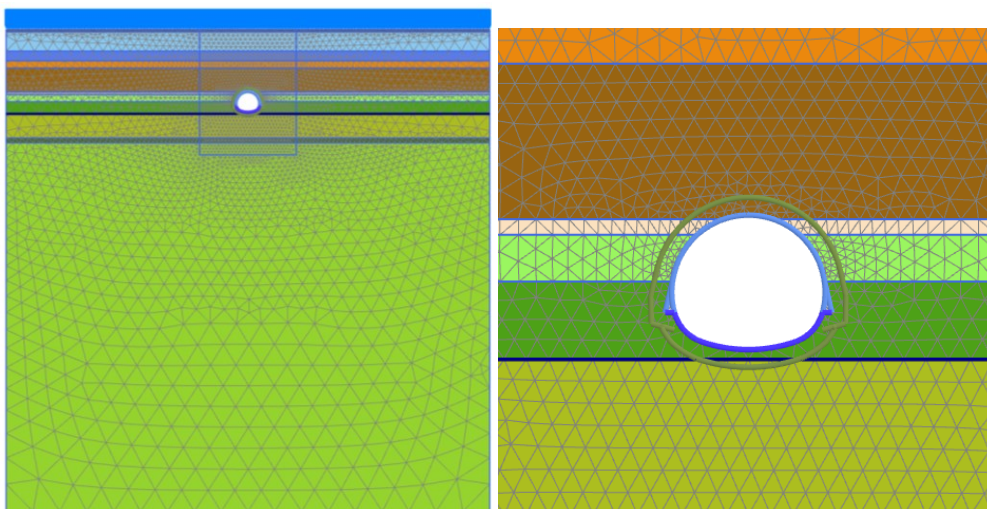


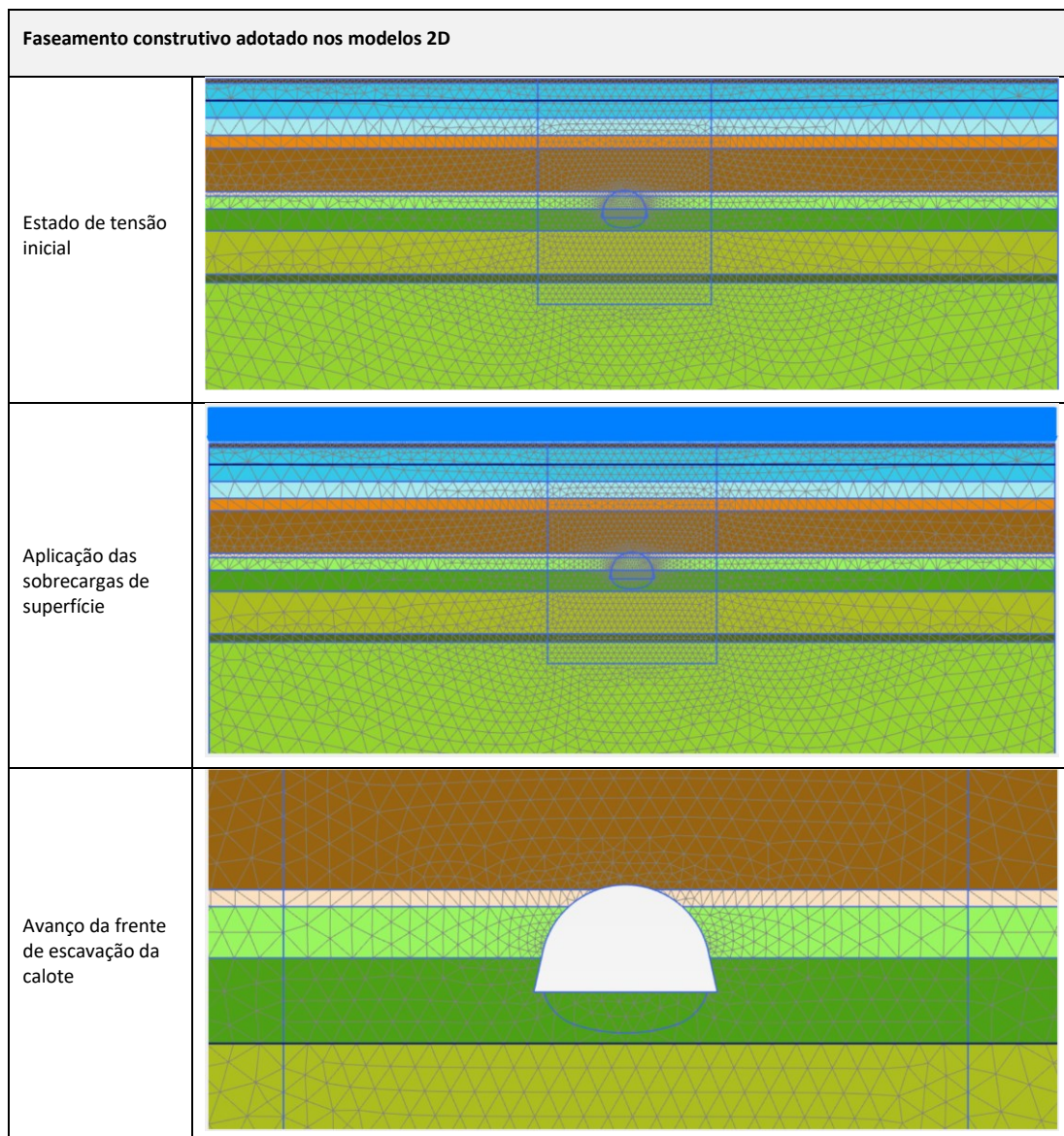
Figura 8 - Suporte Tipo D

6.4 Faseamento construtivo adotado nos modelos numéricos

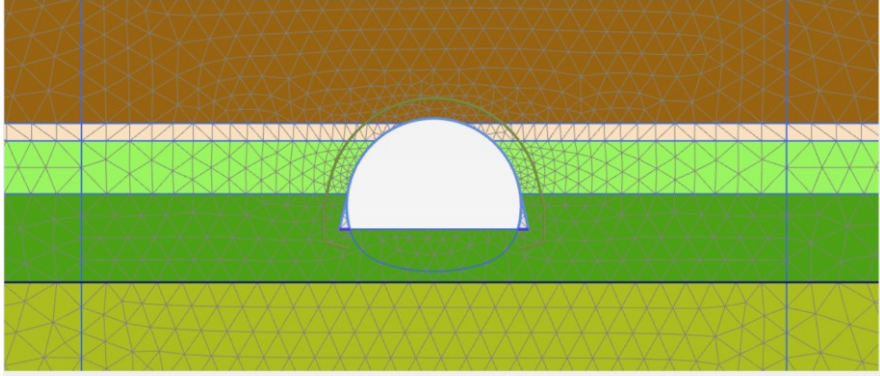
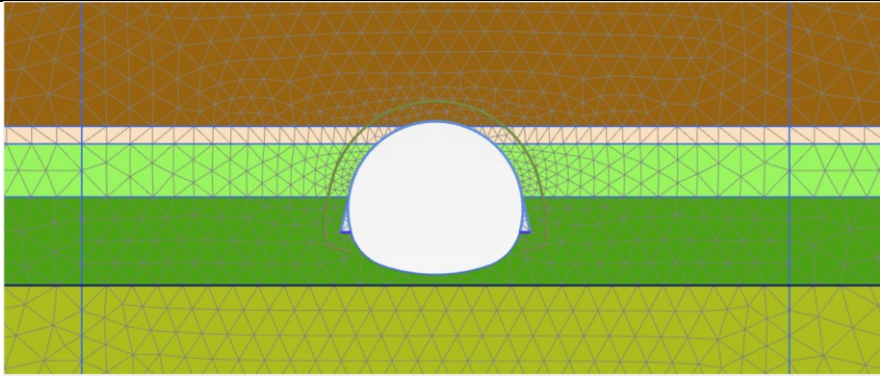
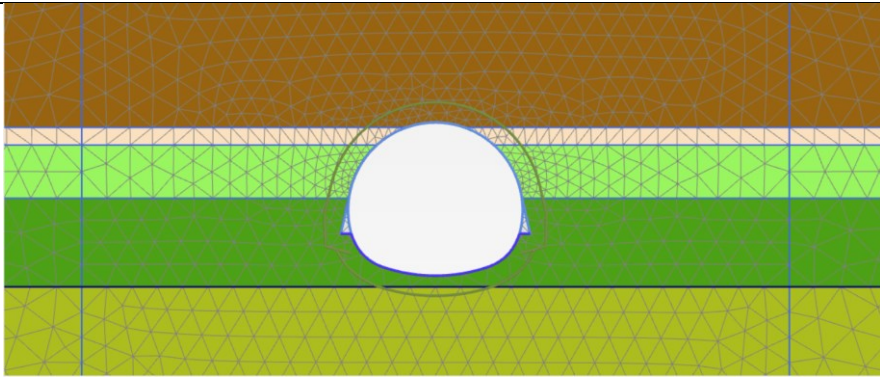
A definição de etapas de cálculo para a modelação do faseamento construtivo, permite simular a variação de tensões a que o maciço se encontra sujeito durante o processo, permitindo extrair dos modelos as grandezas relevantes para o dimensionamento nos elementos estruturais que compõem o suporte primário. Foi realizada uma zeragem dos deslocamentos após a aplicação das sobrecargas, de modo a que os deslocamentos decorrentes da sua aplicação não fossem somados aos deslocamentos resultantes da escavação.

No Quadro 4 e Quadro 5 apresenta-se o faseamento construtivo adotado para o modelo bidimensional ao Pk 1+800 para a secção tipo D, tendo o faseamento adotado para as restantes secções sido semelhante.

Quadro 4 – Faseamento construtivo modelado (1/2)



Quadro 5 – Faseamento construtivo modelado (2/2)

Faseamento construtivo adotado nos modelos 2D	
Instalação do suporte primário na calote e escavação total da calote	
Avanço da frente de escavação do rebaixo	
Instalação do suporte primário no rebaixo e escavação total do rebaixo	

7 VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA

7.1 Descrição Geral

A verificação da segurança dos diversos elementos estruturais que constituem as soluções propostas foi efetuada de acordo com as disposições regulamentares, nacionais e internacionais, em vigor.

As referidas disposições regulamentares traduzem-se na aferição das dimensões médias dos elementos estruturais para um conjunto de situações de projeto a que corresponde uma expectável probabilidade de ocorrência dos estados limite.

Neste contexto, estes estados constituem limites para além dos quais a estrutura deixa de satisfazer os requisitos fundamentais de projeto, nomeadamente estados limites últimos e estados limites de utilização.

Com vista à verificação de segurança dos diversos elementos, as ações foram agrupadas nas seguintes combinações de ações:

Tabela 5 – Combinações de ações consideradas nas verificações de segurança

Verificações de segurança	Combinação
Estados Limites Últimos (ELU)	Combinações fundamentais de ações
Estado Limite de Utilização (ELS)	Combinação característica de ações

Para a verificação da segurança aos estados limites referidos foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações e aos materiais, segundo os regulamentos correspondentes a cada um destes.

Nesta fase de estudo consideraram-se relevantes as verificações da segurança aos estados limites dos elementos estruturais indicados na Tabela 6, sendo as mesmas efetuadas de acordo com as disposições das normas NP EN 1992-1, NP EN 1993-1 e NP EN 1997-1.

Tabela 6 – Verificações de segurança associadas ao suporte primário

Tipo de verificação	
Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	Estado limite último de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas
	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas
	Estado limite último de resistência em flexão composta das cambotas
	Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas
	Estado limite último de resistência à tracção da armadura das pregagens
Verificação da Segurança ao Estado Limite de Utilização (ELS)	Deslocamentos e convergências da secção do túnel
	Assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação

7.2 Estado Limite Último de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas

Como referido no ponto 6, foram produzidos modelos bidimensionais e tridimensionais com o objetivo de aferir os esforços aos quais os diversos elementos que constituem o suporte primário estarão sujeitos durante a várias etapas de construção.

Neste contexto, a análise dos esforços relativos às etapas de escavação em que o betão se encontra com idade jovem foi realizada com base nos esforços extraídos dos modelos tridimensionais. Nestes modelos, foi realizada a modelação do avanço de escavação em articulação com o ganho de resistência do betão aplicado nas fases de escavação anteriores.

A curva de ganho de resistência do betão projetado adotada para o incremento dos parâmetros de rigidez dos modelos de cálculo e para a realização das respetivas verificações de segurança foi a curva extraída do fib Model Code 2010 (Figura 9).

A adoção desta curva permite estimar a evolução dos parâmetros do betão projetado desde as idades jovens (1 hora) até aos 28 dias (672 horas). Relativamente à evolução dos parâmetros nas primeiras 24 horas, referidos na norma relativa à especificação de betão projetado (NP EN 14487-1), a curva adotada permite obter parâmetros de acordo com o ganho de resistência espectável para uma classificação J2.

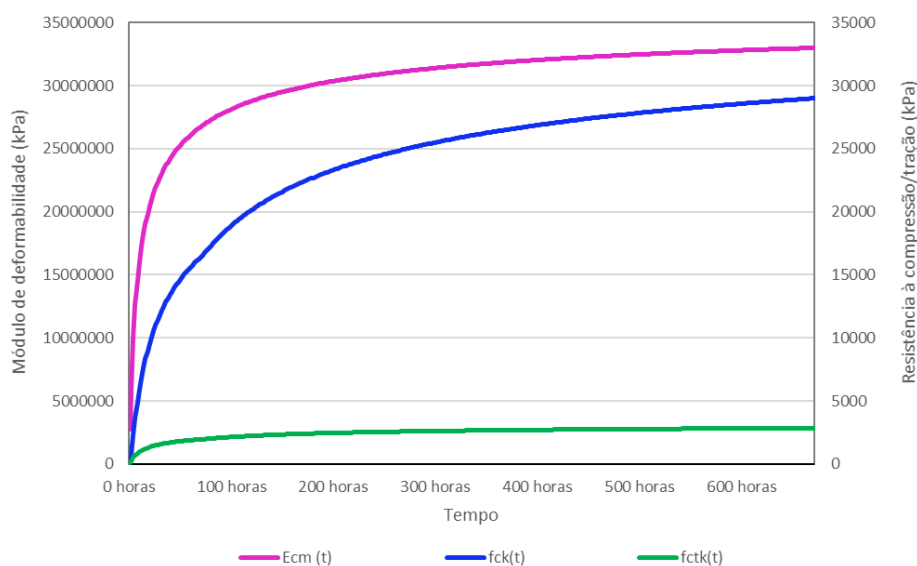


Figura 9 - Evolução do ganho de resistência e de rigidez do betão projetado considerada (fib Model Code 2010)

No dimensionamento estrutural do suporte primário também foi considerada a contribuição resultante da inclusão de fibras metálicas no betão projetado. Genericamente, as fibras metálicas conferem ao betão projetado uma ductilidade e uma homogeneidade de comportamento (resultado da distribuição homogénea das fibras), que melhora a sua performance e sua produtividade em obra, quando comparado com as soluções sem recurso a reforço ou com recurso a malha electrossoldada tradicional.

Para a verificação dos ELU para uma aplicação em suporte primário, as fibras contribuem para um incremento de capacidade resistente a baixo esforço axial. A formulação para a

determinação da capacidade resistente com a inclusão de fibras é dada pela seguinte formulação (segundo Bekeart).

$$\begin{aligned}\sigma_{1d} &= 1.0 \cdot f_{ctm} \cdot \max \{1.6m - d ; 1.0\}_{(\epsilon_{ctm} \text{ used})} \\ &= 0.5 \cdot \sigma_{2d} \quad (\epsilon_{ctm} \text{ not used}) \\ \sigma_{2d} &= \alpha_{sys} \cdot \alpha_{char} \cdot \kappa_h \cdot \alpha_{R1} \cdot f_{R1,m} / \gamma_{ct}^f \\ \sigma_{3d} &= \alpha_{sys} \cdot \alpha_{char} \cdot \kappa_h \cdot \alpha_{R3} \cdot f_{R3,m} / \gamma_{ct}^f\end{aligned}$$

σ_{2d}	is the design value of the steel fiber reinforced concrete in tension, based on $f_{R1,m}$
σ_{3d}	is the design value of the steel fiber reinforced concrete in tension, based on $f_{R4,m}$
α_{sys}	is the coefficient taking account of effects due to fibre orientation, size and load redistribution for the selected application (if applicable)
$f_{R1,m}$	is the mean residual flexural strength of steel fiber concrete according to EN 14651, at a crack mouth opening displacement of 0.5 mm
$f_{R3/4,m}$	is the mean residual flexural strength of steel fiber concrete according to EN 14651, at a crack mouth opening displacement of 2.5 / 3.5 mm
d	is the effective depth of a cross-section,
κ_h	is a coefficient to compensate for scaling effects
α_{char}	is the coefficient taking account of the variation of the material properties for the selected application
γ_{ct}^f	is the partial factor for steel fiber concrete in tension

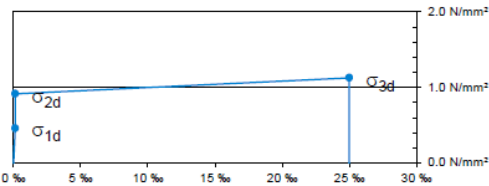
Na Figura 10 apresenta-se a aplicação da formulação acima referida na lei constitutiva que relaciona a evolução da tensão no betão reforçado com fibras com a deformação.

Steel Fibre Concrete

effective depth d	200	[mm]	
concrete class	C30/37		
characteristic strength f_{ck}	30	[N/mm ²]	
partial factor γ_c	1.50	[-]	
factor α_{cc}	0.85	[-]	
$\alpha_{R1} \cdot f_{R1m} \rightarrow \sigma_2$	0.40	[-]	(conversion factor flexion → tension)
$\alpha_{R3} \cdot f_{R3m} \rightarrow \sigma_3$	0.39	[-]	(conversion factor flexion → tension)
$f_{R1,m}$	3.82	[N/mm ²]	(according to EN 14651)
$f_{R3,m}$	4.76	[N/mm ²]	(according to EN 14651)
κ_h	1.00	[-]	
partial factor γ_{ct}^f	1.50	[-]	

Dramix® fiber type Dramix 4D 65/60BG (EN 14889-1: System '1' - Structural Use)
 recommended dosage 30 kg/m³ (recommended dosage for testing according to EN 14651)

Constitutive Law for Steel Fibre Concrete: $\sigma - \varepsilon$



$\sigma - W / \sigma - \varepsilon$

W_u	2.5	[mm]
l_{cs}	100	[mm]
ε_u	25.0	[%]

Reinforcement	Fibers Only	
yield strength f_{yk}	-	[N/mm ²]
partial factor γ_s	-	[-]

Figura 10 - Parâmetros de modelação da contribuição das fibras metálicas (segundo Bekeert Moment Capacity)

Na Figura 11 apresentam-se os parâmetros de entrada para a determinação dos diagramas de capacidade resistente para a flexão composta, considerando a inclusão das fibras metálicas. Nos diagramas de interação para a verificação do ELU de flexão composta do betão projetado, serão apresentados os limites de resistência com e sem a contribuição das fibras metálicas.

Application

reinforcement concept: **Fibers Only**

constitutive law: **Bekaert**

safety level: **ULS - Structural**

Fiber Concrete

concrete class: **C30/37**

fiber type: **4D 65/60BG**

characteristic factor: 0.90

system factor: 1.00

calculation based on: **dosage**

fiber dosage D: **25**

Reinforcement

location: top + bottom

yield strength f_{yk} : 500

E-modulus: 200 000

reinforcement class: **A_{s2}**

bar diameter $d_{s,2}$: 10

bar distance s_2 : 100

number of bars: 1

concrete cover $c_{min,2}$: 30

A_{s1}: 1; at bottom

bar diameter $d_{s,1}$: 10

bar distance s_1 : 100

number of bars: 1

concrete cover $c_{min,1}$: 30

Geometry

type: **beam type section**

section height h: 200

height h_2 : 85

section width b_2 : 200

width b_1 : 1000

width b_u : 100

Design Parameters

edit load points: **edit**

first crack strength: **used**

comp. force on cross section: **input appears in M-N-envelope**

Remarks

your own remarks: **25 kg/m³ 4D 65/60BG**

Result

bending moment m_{Rd} : n/a

corresponding strain ε_{ct} : n/a

Cross Section

M-N Envelope

Figura 11 - Capacidade resistente com a inclusão de fibras metálicas (segundo Bekaert)

A verificação do ELU de resistência em flexão composta para o betão projetado terá assim de verificar as seguintes condições:

Em compressão:

$$N_{Ed} \leq N_{max} = A \times f_{cd}$$

Em tração:

$$N_{Ed} \leq N_{min} = A \times f_{ctd}$$

Em flexão composta:

$$M_{Ed} \leq M_{max} = \pm (f_{cd} - f_{ctm}) \times \frac{I}{t}$$

$$N_{Ed} \leq N(M_{max}) = A \times (f_{cd} + f_{ctd})$$

Em que:

N_{max} – Esforço axial máximo de compressão do betão

N_{min} – Esforço axial máximo de tração do betão

A – Área da secção transversal

I – Momento de inércia da secção

f_{cd} – Resistência à compressão uniaxial do betão de projeto

f_{ctd} – Resistência à tração do betão de projeto

Para confirmar que os esforços obtidos verificam o conjunto de condições referidas anteriormente, os esforços serão apresentados em diagramas de capacidade resistente (M, N).

7.3 Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado

A verificação do ELU de resistência ao esforço transversal/corte para o betão projetado terá assim de verificar as seguintes condições:

Em compressão:

$$N_{Ed} \leq (f_{cd} \times A) - \left(\frac{9 \times V_{Ed}^2}{4 \times f_{cd} \times A} \right)$$

Em tração:

$$N_{Ed} \leq (f_{ctm} \times A) - \left(\frac{9 \times V_{Ed}^2}{4 \times f_{ctd} \times A} \right)$$

Para o esforço transversal/corte combinado com esforço axial:

$$V_{Ed} \leq \pm A \times \sqrt{-\frac{4 \times f_{cd} \times f_{ctd}}{9}}$$

Em que:

A – Área da secção transversal de betão projetado

I – Momento de inércia da secção

f_{cd} – Resistência à compressão uniaxial do betão de projeto

f_{ctd} – Resistência à tração do betão de projeto

Para a verificação da segurança para o revestimento de betão projetado para idade jovem, à semelhança do indicado no ponto 7.2, os esforços serão extraídos do modelo tridimensional a meio da secção de betão projetado do avanço anterior, aquando da execução do avanço seguinte de escavação.

Para confirmar que os esforços obtidos verificam o conjunto de condições referidas anteriormente, os esforços serão igualmente apresentados em diagramas de capacidade resistente (V, N), devidamente ajustados à idade do betão na referida fase.

7.4 Estado limite último de resistência em flexão composta das cambotas

A verificação do ELU de resistência em flexão composta das cambotas foi realizada com base nos esforços extraídos a partir dos modelos de cálculo bidimensionais.

A verificação do ELU de resistência em flexão composta para as cambotas terá assim de verificar as seguintes condições:

$$N_{Ed} \leq N_{max} = A \times f_{yd}$$

Em flexão composta:

$$M_{Ed} \leq M_{max} = \pm (2 \times f_{yd}) \times \frac{I}{t}$$

Em que:

N_{max} – Esforço axial máximo de compressão na cambota

N_{min} – Esforço axial máximo de tracção na cambota

A – Área da secção transversal da cambota

I – Momento de inércia da secção

f_{yd} – Tensão de cedência da cambota metálica

Para confirmar que os esforços obtidos verificam o conjunto de condições referidas anteriormente, os esforços serão apresentados em diagramas de capacidade resistente (M, N).

7.5 Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas

A verificação do ELU de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas foi realizada com base nos esforços extraídos a partir dos modelos de cálculo bidimensionais e tridimensionais.

A verificação do ELU de resistência ao esforço transversal/corte para as cambotas metálicas terá assim de garantir as seguintes condições:

Em compressão e tração:

$$N_{Ed} \leq (f_{yd} \times A) - \left(\frac{9 \times V_{Ed}^2}{4 \times f_{yd} \times A} \right)$$

Para esforço transversal/corte combinado com esforço axial:

$$V_{Ed} \leq \pm A \times \sqrt{-\frac{4 \times f_{yd}^2}{9}}$$

Em que:

A – Área da secção transversal da cambota metálica

I – Momento de inércia da secção

f_{yd} – Tensão de cedência da cambota metálica

Para confirmar que os esforços obtidos verificam o conjunto de condições referidas anteriormente, os esforços serão apresentados em diagramas de capacidade resistente (V , N).

7.6 Estado limite de utilização – deslocamentos e convergências da secção

A verificação do ELS dos deslocamentos e convergências da secção deverá garantir que a deformação da secção não compromete o espaço disponível para a execução do revestimento definitivo. Nesse sentido, foi estabelecido um limite de deformação de 50mm.

7.7 Estado limite de utilização dos assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação subterrânea

A verificação do ELS dos assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação subterrânea encontra-se realizada no Tomo I – Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha.

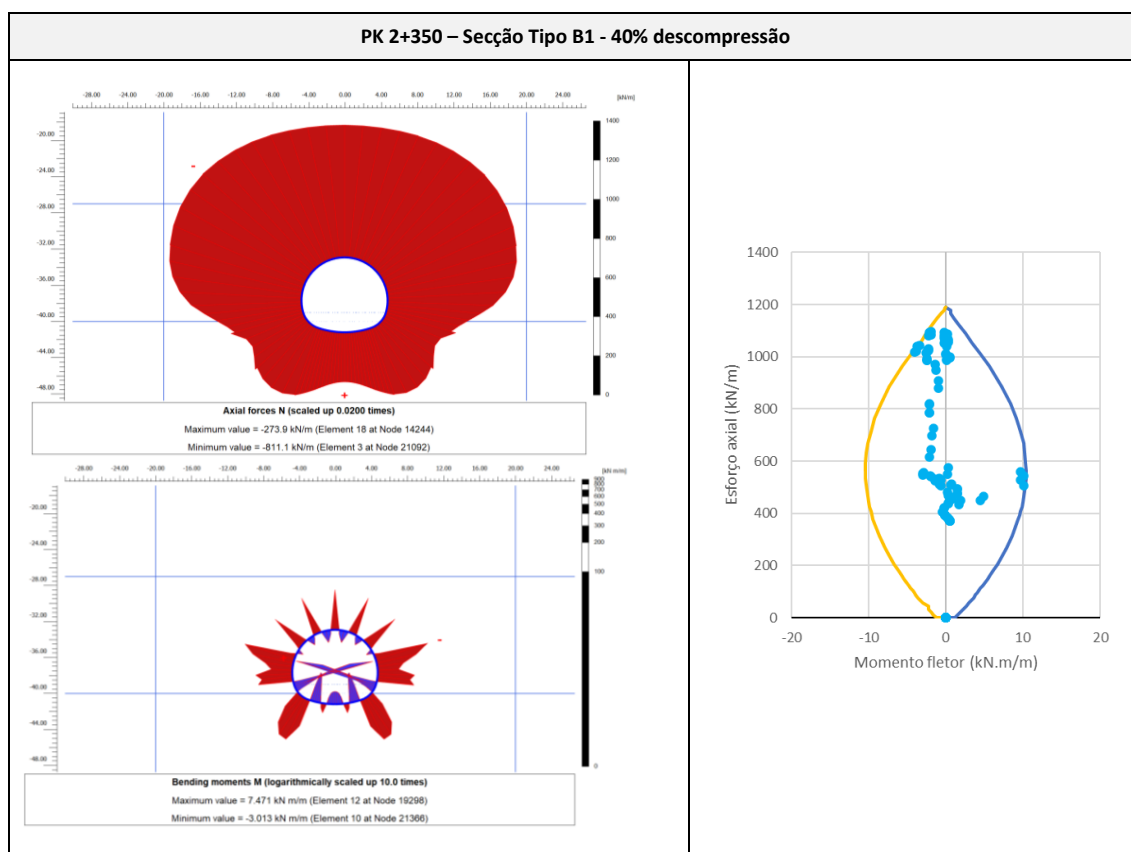
8 RESULTADOS DAS VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA

Neste capítulo apresentam-se os resultados condicionantes para o dimensionamento de cada secção tipo indicada e para cada verificação de segurança.

8.1 Estado limite último de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas

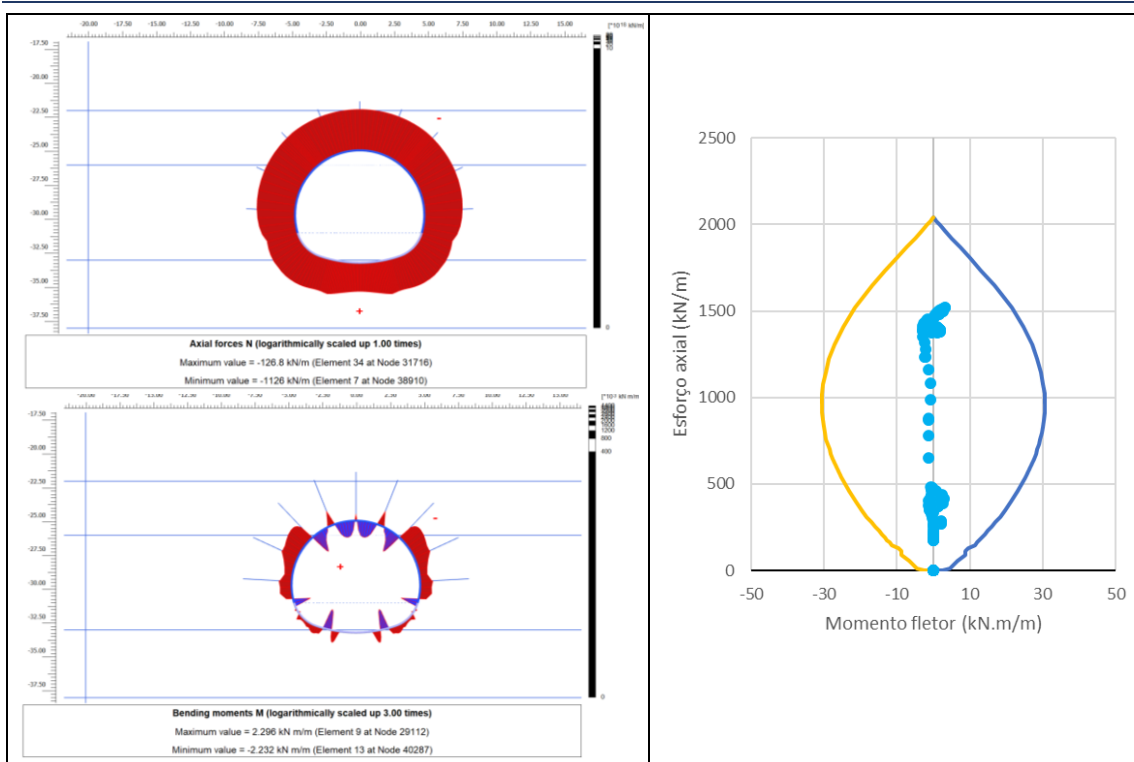
No Quadro 8 a Quadro 9 apresentam-se as verificações ao ELU de resistência em flexão composta do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas, para a fase em que a calote e o rebaixo se encontram escavados na totalidade. Os esforços apresentados nos diagramas de verificação encontram-se majorados. As correspondentes imagens ilustrativas dos esforços não-majorados extraídas do programa de cálculo, são também apresentados no mesmo conjunto de tabelas.

Quadro 6 - PK 2+350 – Secção Tipo B1

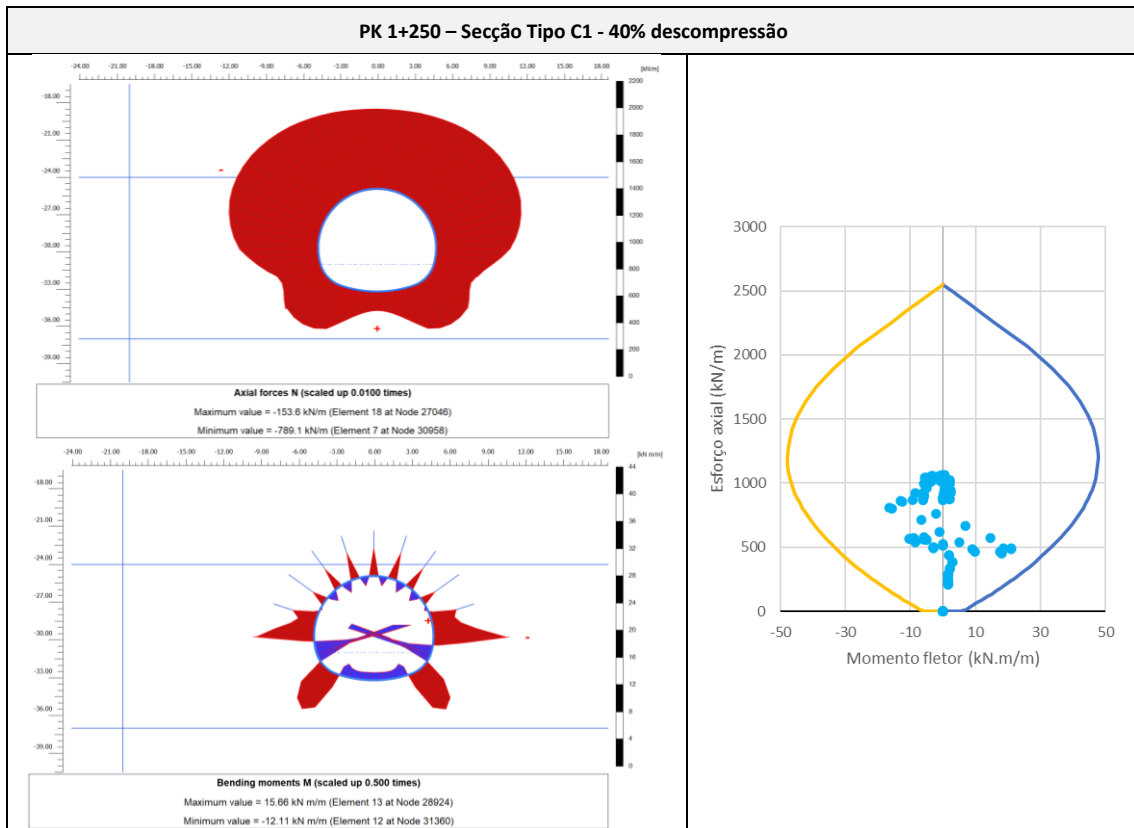


Quadro 7 - PK 0+250 – Secção Tipo B2

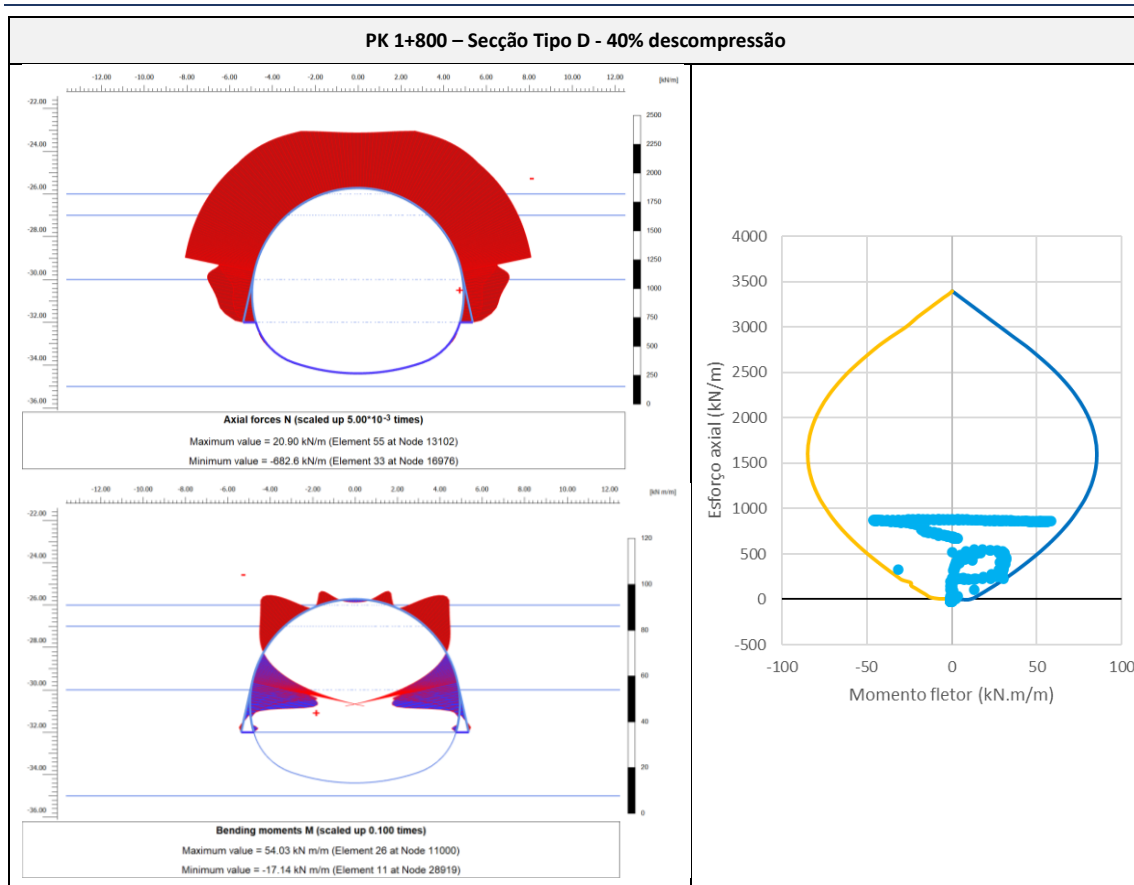




Quadro 8 - PK 1+250 – Secção Tipo C1



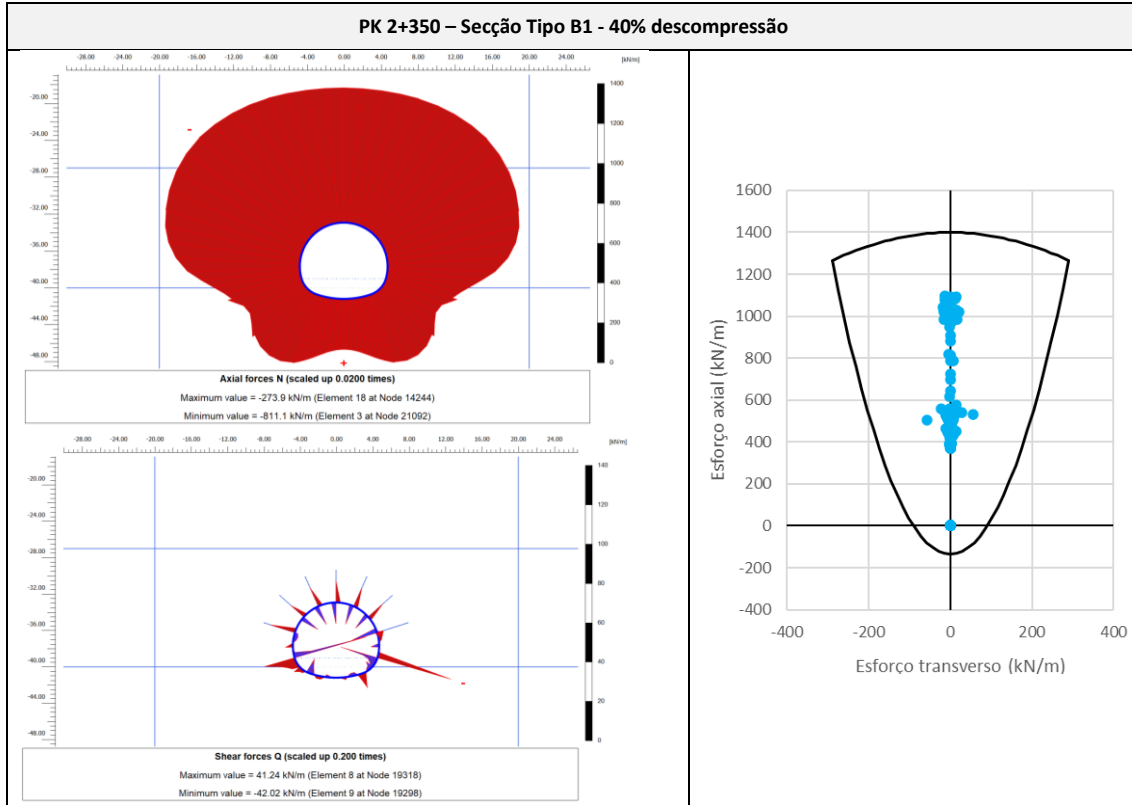
Quadro 9 - PK 1+800 – Secção Tipo D



8.2 Estado limite último de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas

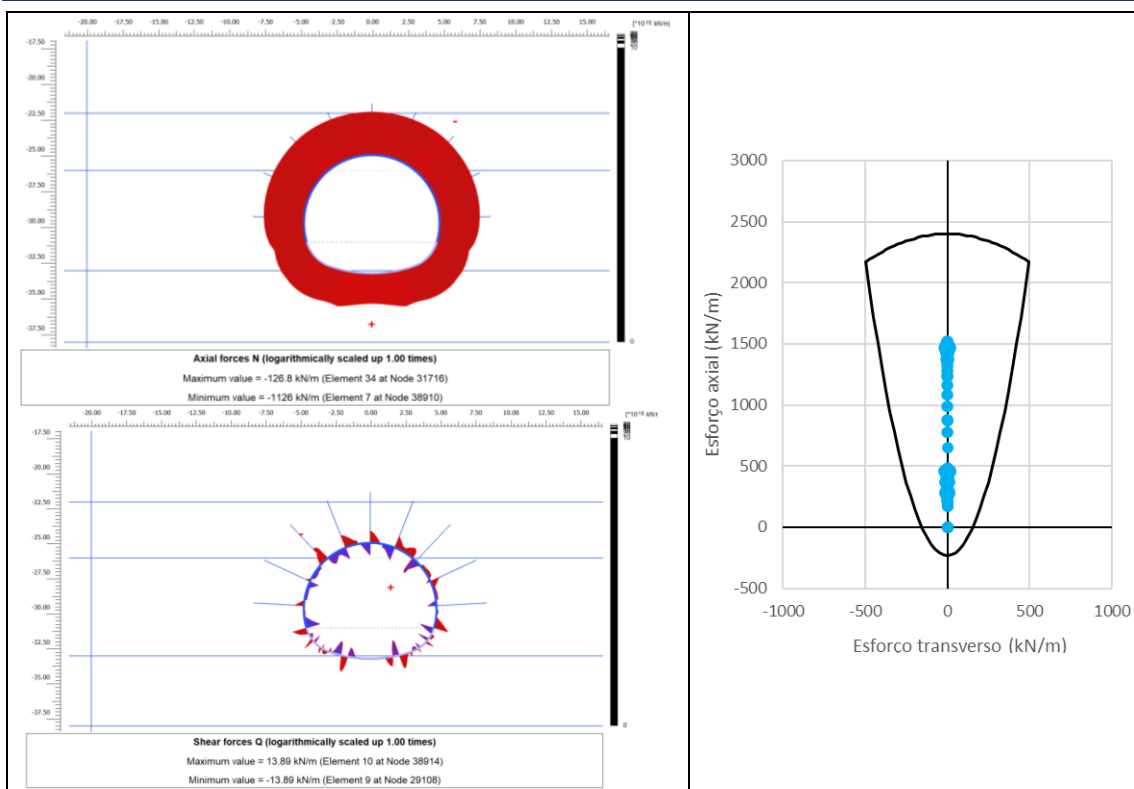
No Quadro 12 a Quadro 10 apresentam-se as verificações ao ELU de resistência ao esforço transversal/corte do revestimento em betão projetado reforçado com fibras metálicas, para a fase em que a calote e o rebaixo se encontram escavados na totalidade. Os esforços apresentados nos diagramas de verificação encontram-se majorados. Os correspondentes diagramas de esforços não-majorados são também apresentados no mesmo conjunto de tabelas.

Quadro 10 - PK 2+350 – Secção Tipo B1

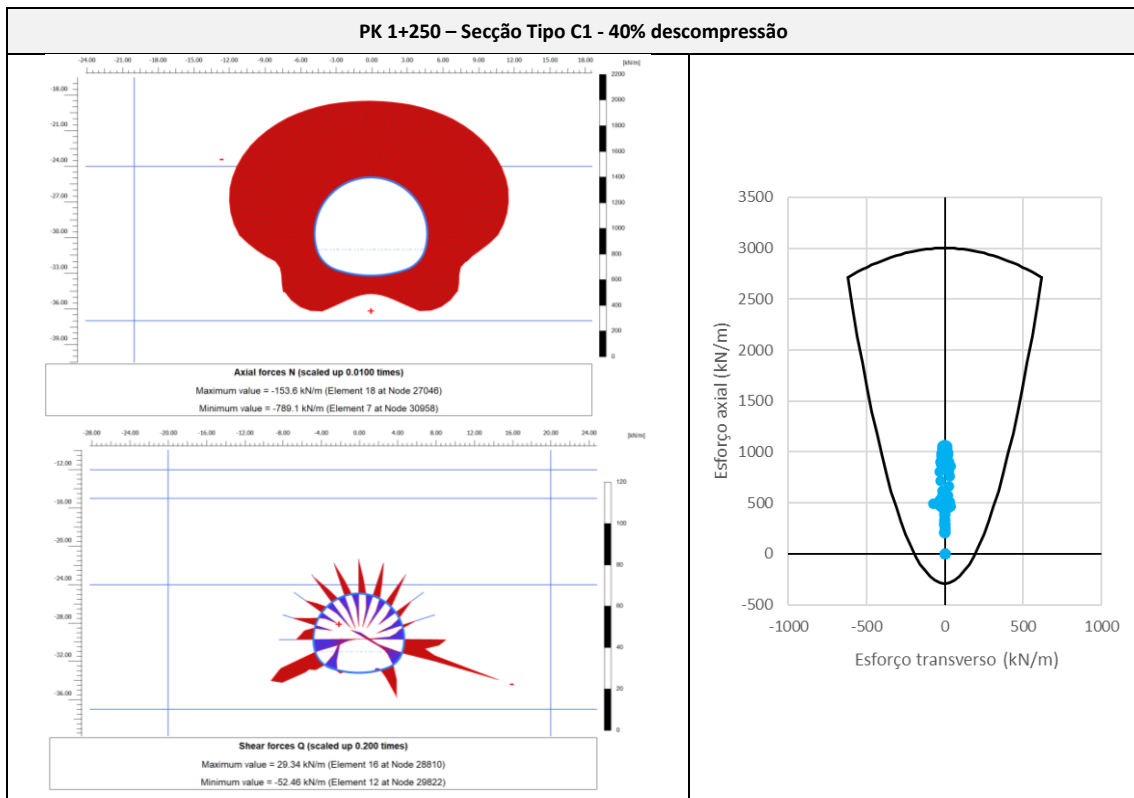


Quadro 11 - PK 0+250 – Secção Tipo B2

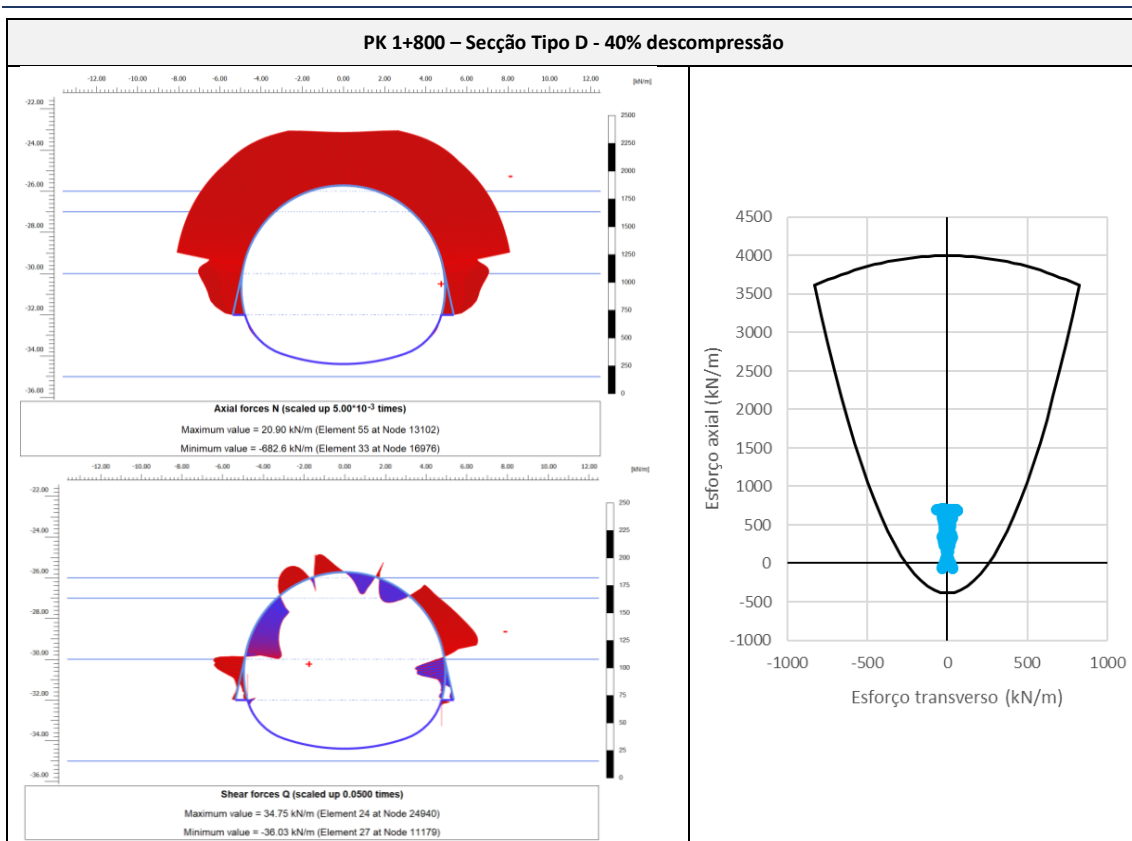




Quadro 12 - PK 1+250 – Secção Tipo C1



Quadro 13 - PK 1+800 – Secção Tipo D

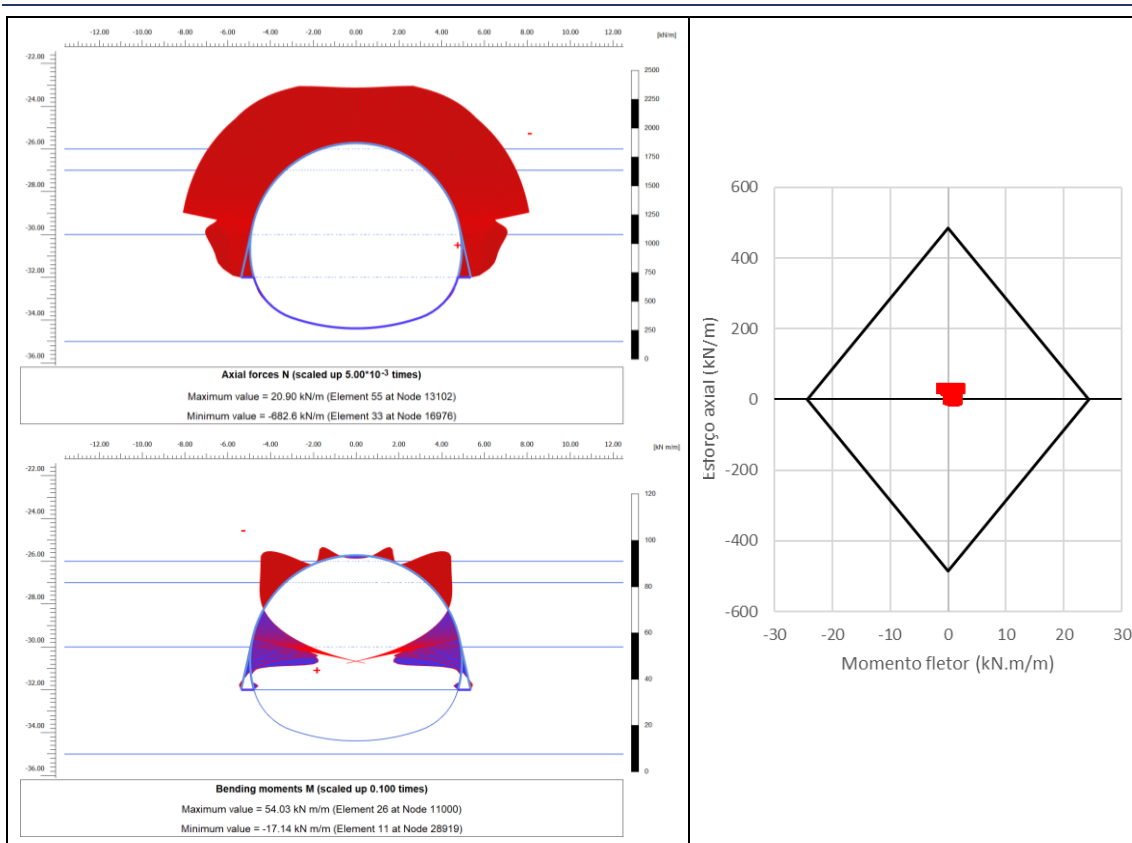


8.3 Estado limite último de resistência em flexão composta das cambotas

No Quadro 14 apresentam-se as verificações ao ELU de resistência em flexão composta das cambotas metálicas, para a fase em que a calote e o rebaixo se encontram escavados na totalidade. Os esforços apresentados nos diagramas de verificação encontram-se majorados.

Quadro 14 - PK 1+800 – Secção Tipo D

PK 1+800 – Secção Tipo D - 40% descompressão

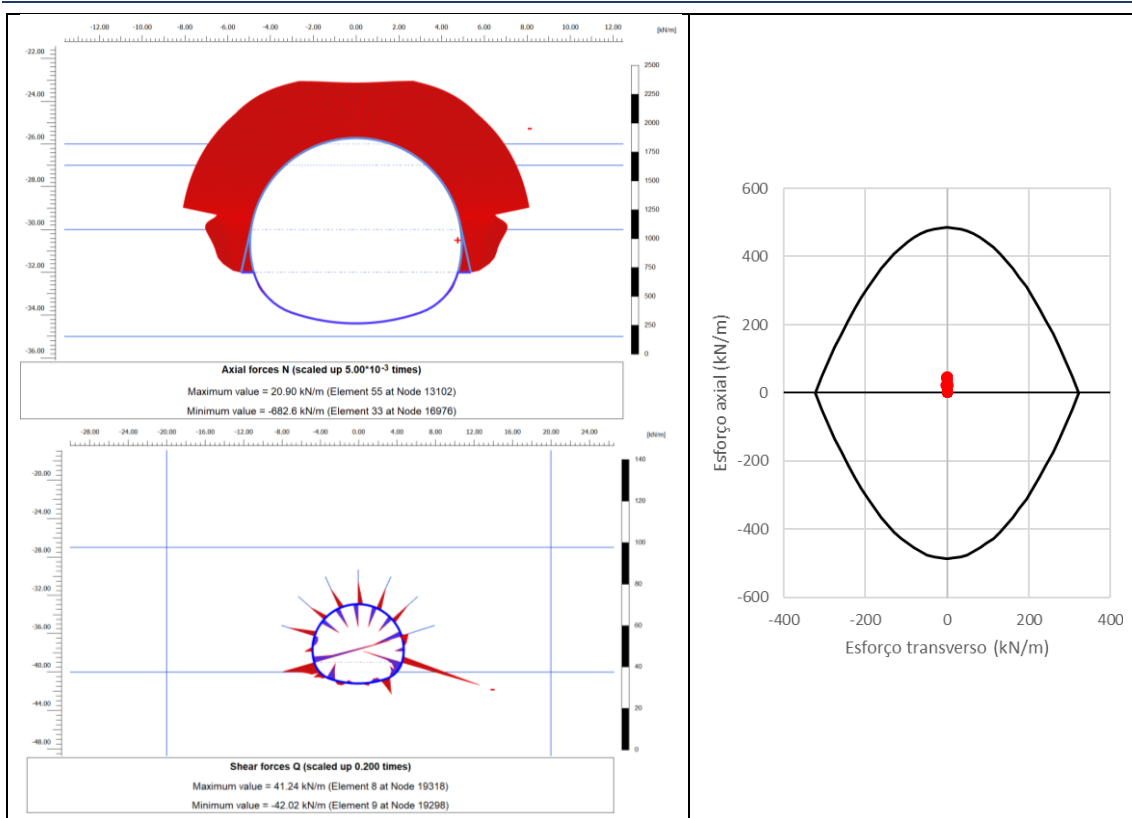


8.4 Estado limite último de resistência ao esforço transverso/corte das cambotas

No Quadro 15 apresentam-se as verificações ao ELU de resistência ao esforço transversal/corte das cambotas metálicas, para a fase em que a calote e o rebaixo se encontram escavados na totalidade. Os esforços apresentados nos diagramas de verificação encontram-se majorados.

Quadro 15 - PK 1+800 – Secção Tipo D

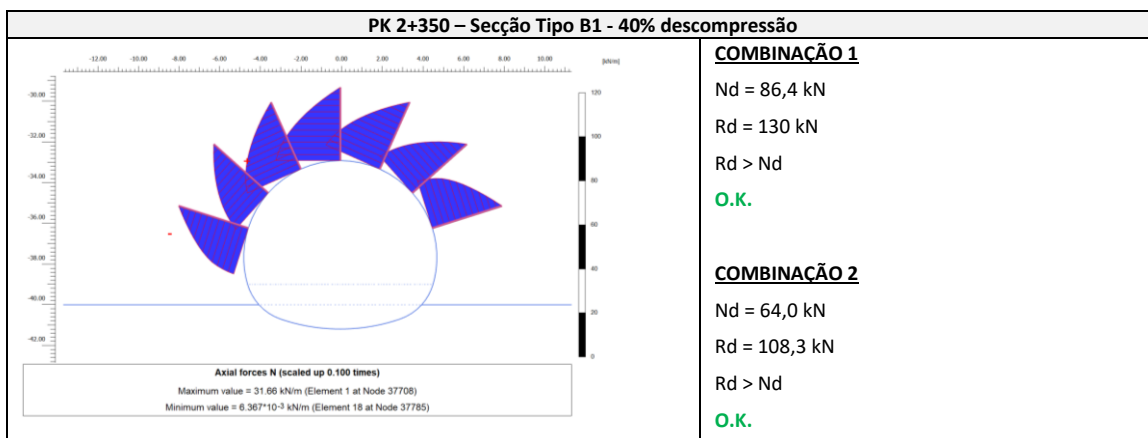
PK 1+800 – Secção Tipo D - 40% descompressão



8.5 Estado limite último de resistência à tracção da armadura das pregagens

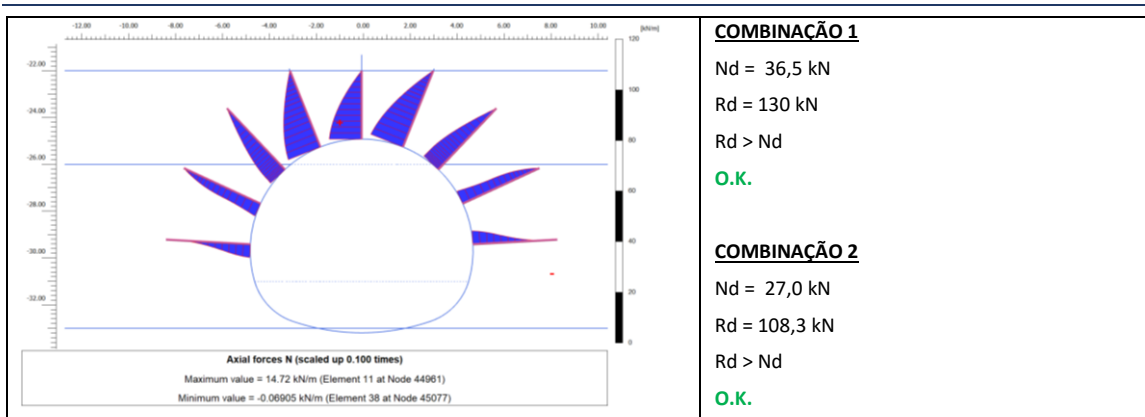
Na Quadro 16 a Quadro 18 apresentam-se as verificações ao ELU à tracção da armadura das pregagens, para a fase em que a secção se encontra escavada na totalidade.

Quadro 16 - PK 2+350 – Secção Tipo B1

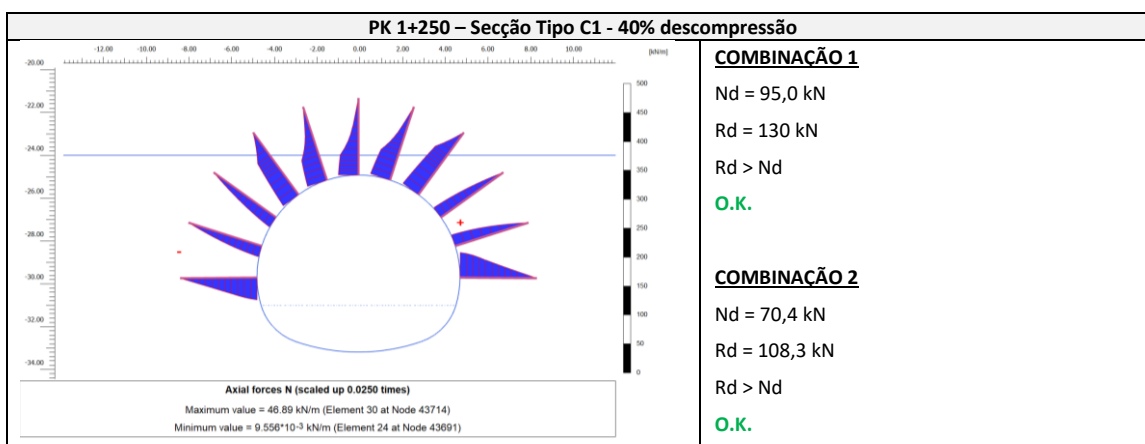


Quadro 17 - PK 0+250 – Secção Tipo B2

PK 0+250 – Secção Tipo B2 - 40% descompressão



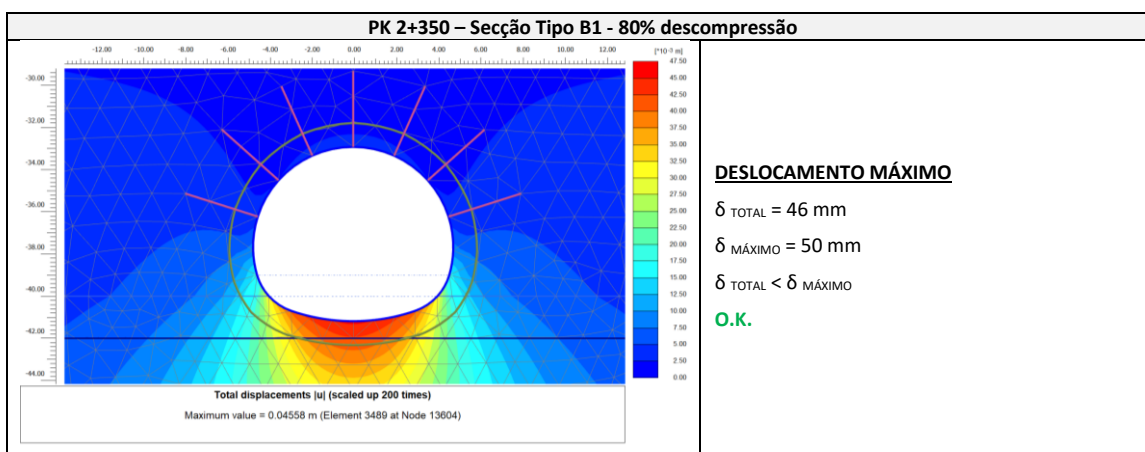
Quadro 18 - PK 1+250 – Secção Tipo C1



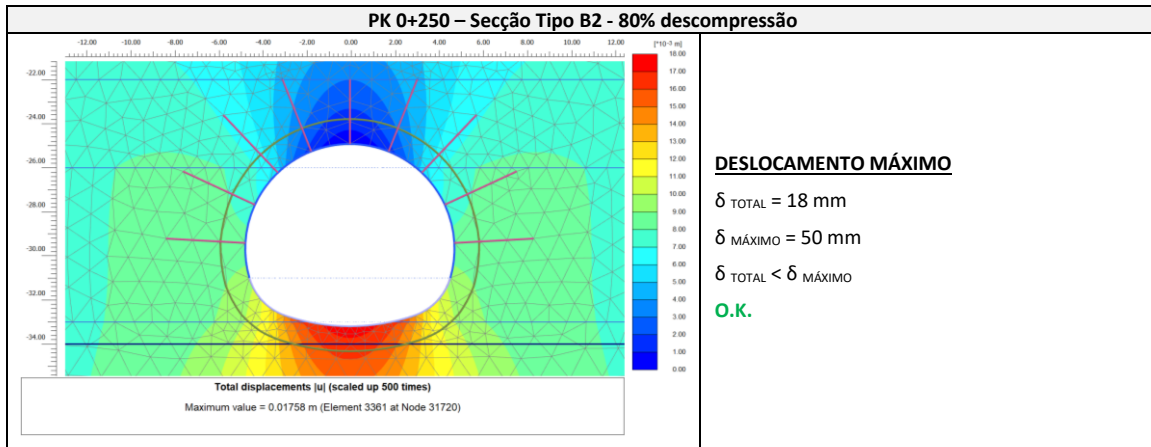
8.6 Estado limite de utilização – deslocamentos e convergências da secção

No Quadro 19 a Quadro 21 apresentam-se as convergências estimadas para cada secção de cálculo.

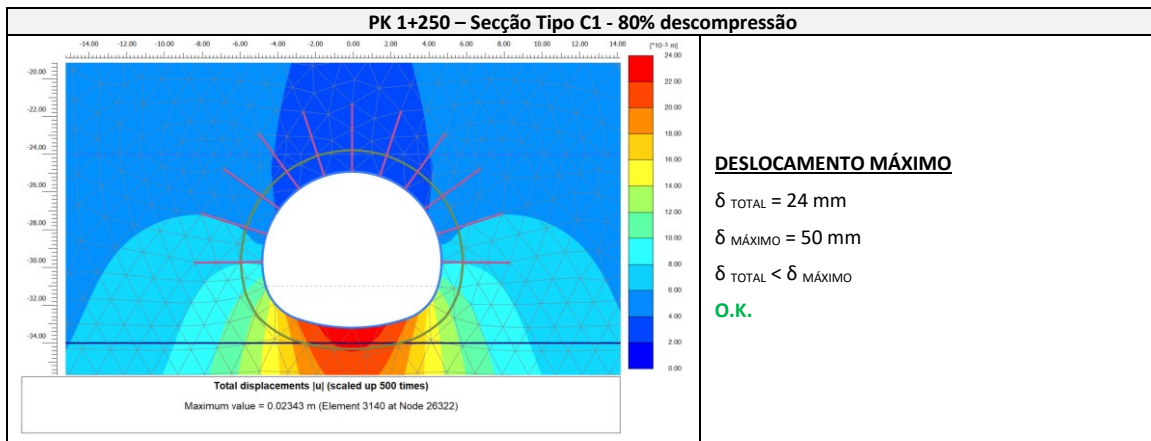
Quadro 19 - PK 2+350 – Secção Tipo B1



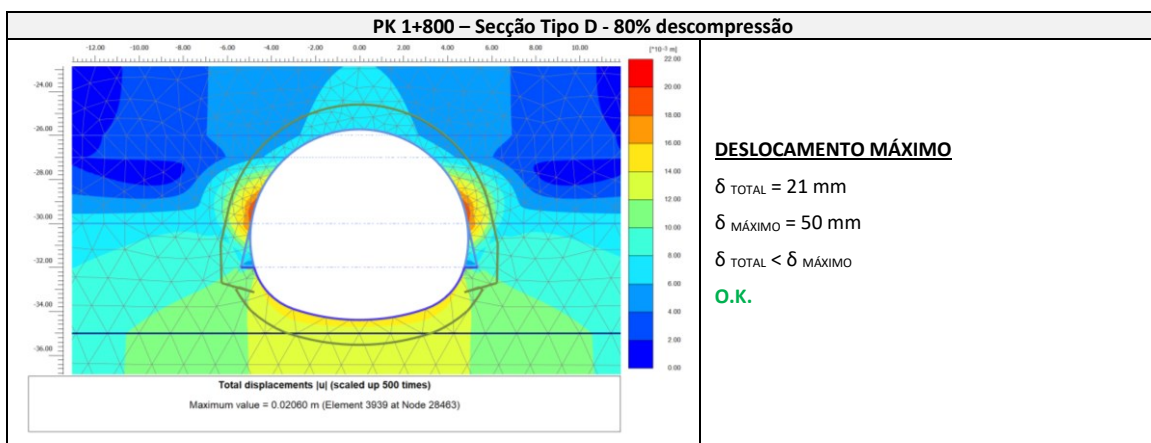
Quadro 20 - PK 0+250 – Secção Tipo B2



Quadro 21 - PK 1+250 – Secção Tipo C1



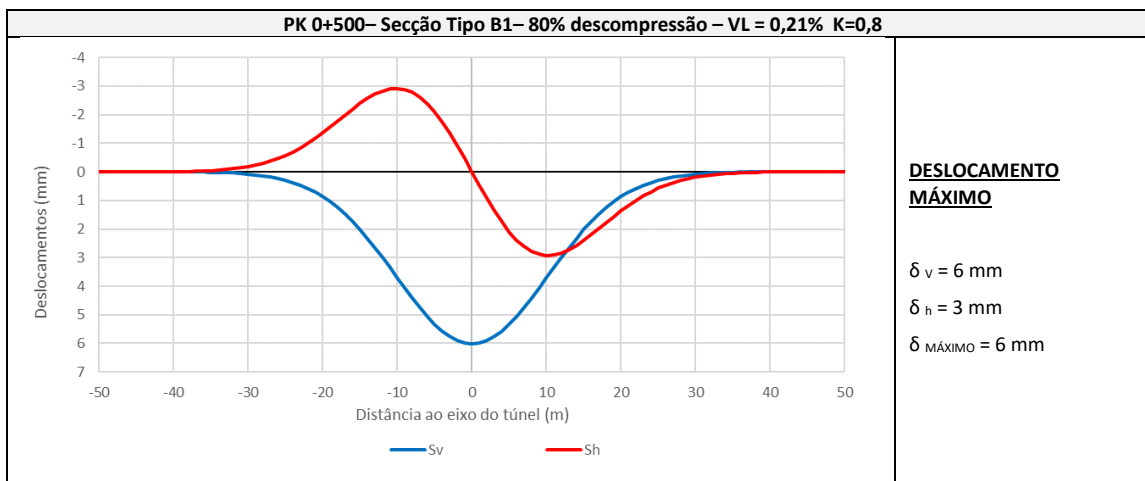
Quadro 22 - PK 1+800 – Secção Tipo D



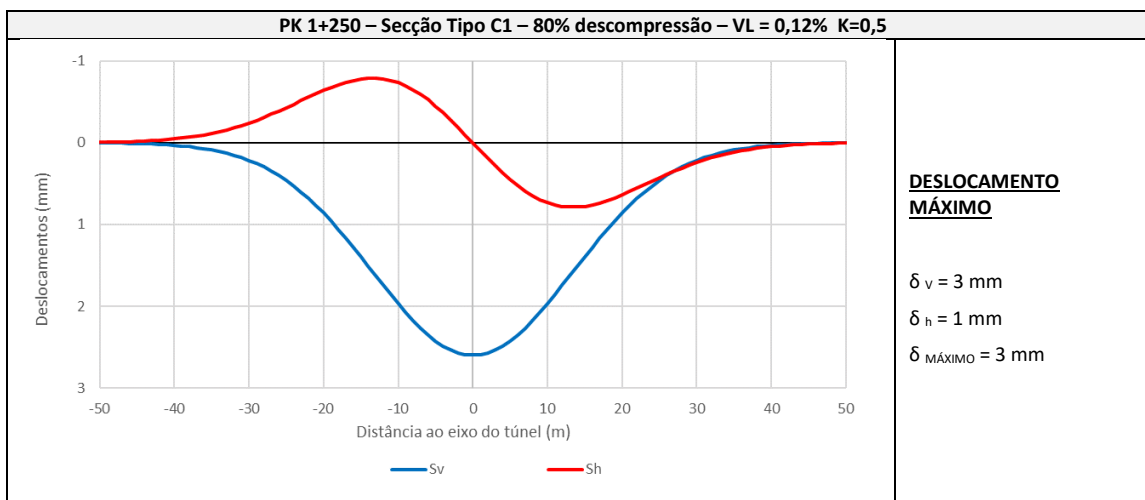
8.7 Estado limite de utilização dos assentamentos das estruturas localizadas na zona de influência da escavação subterrânea

No Quadro 23 a Quadro 27 apresentam-se os assentamentos estimados à superfície para cada secção de cálculo.

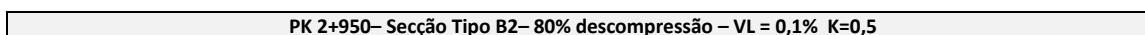
Quadro 23 - PK 0+500– Secção Tipo B1

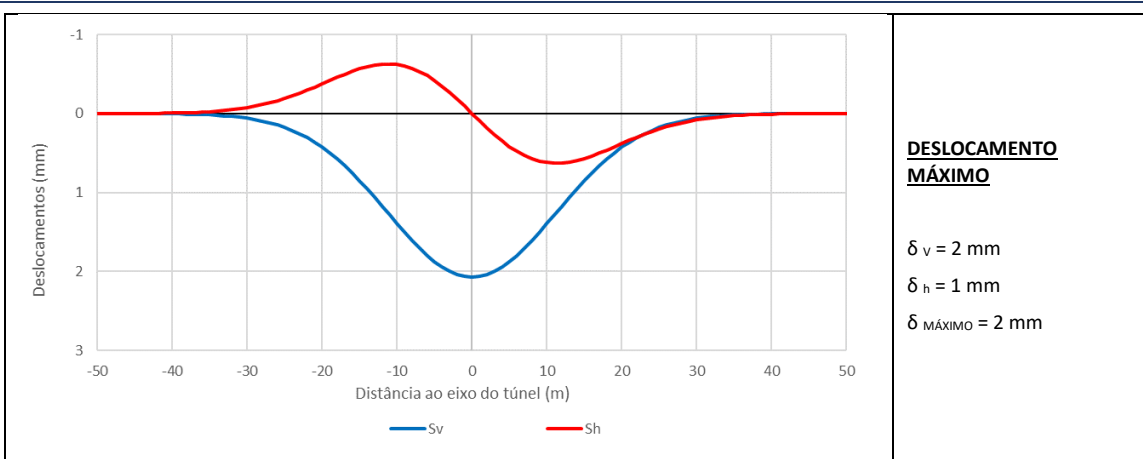


Quadro 24 - PK 1+250 – Secção Tipo C1

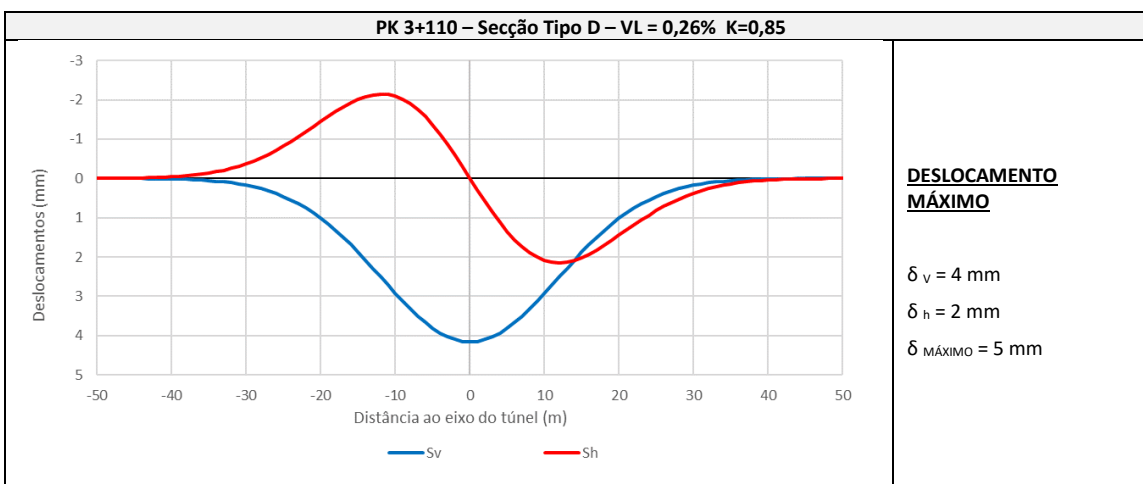


Quadro 25 - PK 2+950– Secção Tipo B2

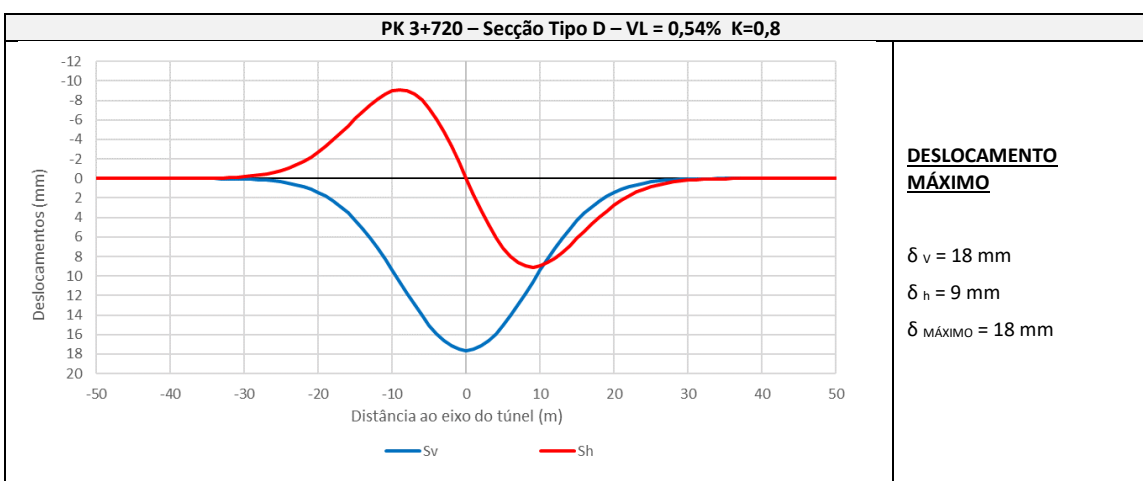




Quadro 26 - PK 3+110 – Secção Tipo D

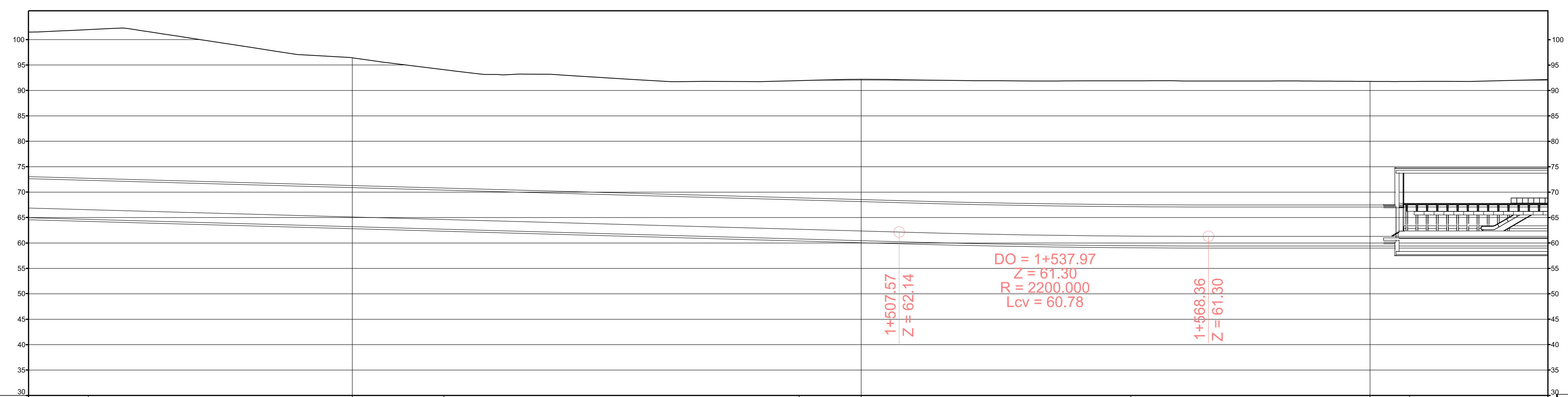


Quadro 27 - PK 3+720 – Secção Tipo D



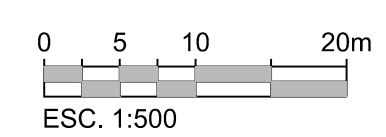


PLANTA 84° TROÇO - 1/4
ESC. 1:500



QUILOMETRAGEM	1+348	Km 1+400	1+418	1+488	Km 1+500	1+553	Km 1+600	1+608
COTA DO TERRENO		96,786			92,301		92,000	
COTA DA RASANTE		65,112			62,349		61,300	
SECÇÃO TIPO	TV - B2*			TV - B2				
EXTENSÃO	108,2			190,0				
MÉTODO DE ESCAVAÇÃO	M							

PERFIL LONGITUDINAL
Escala 1:500

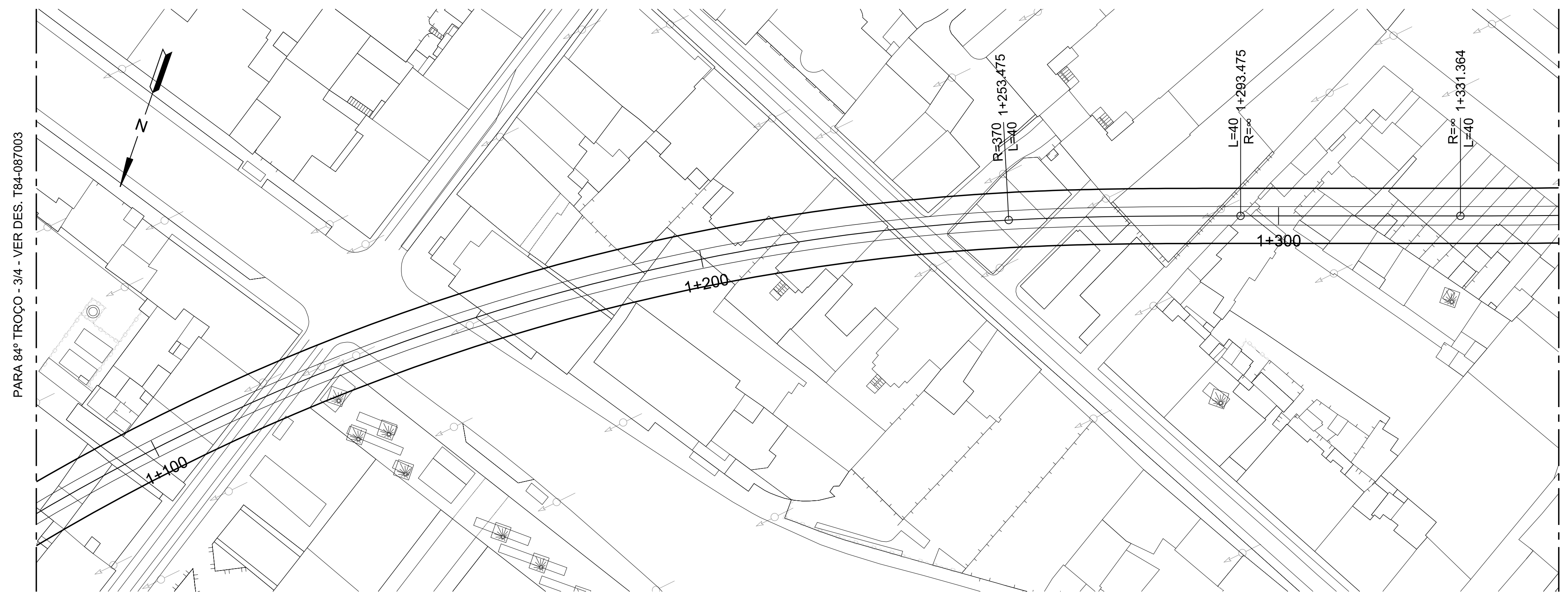


NOTAS:

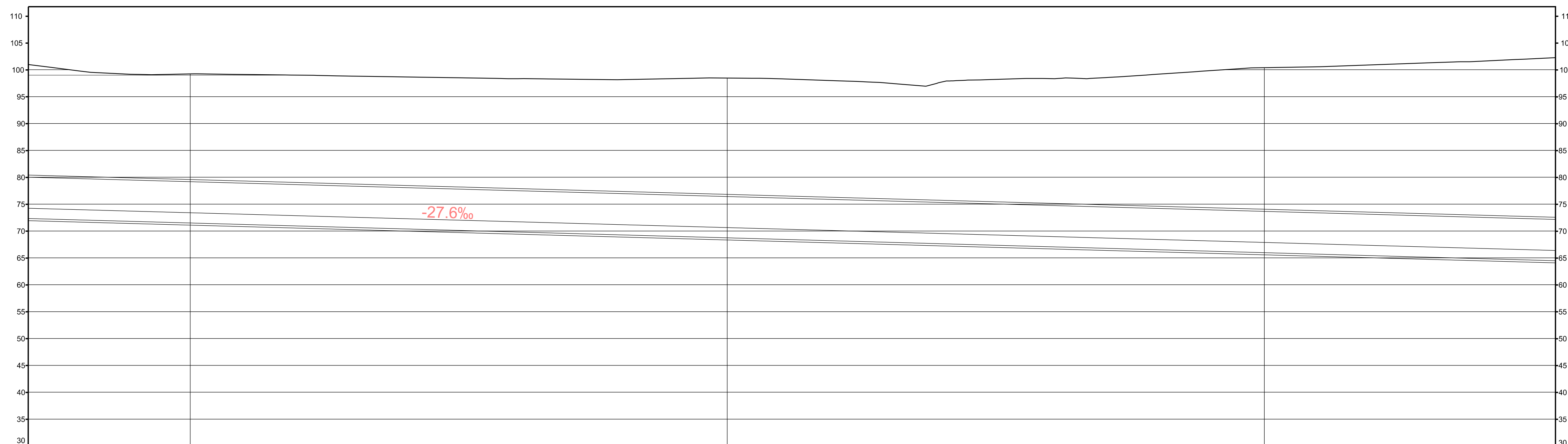
- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
- Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.

ALTERAÇÕES							
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS	RVR			
		DATA	DES.	VERIF.			
Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS 84° TROÇO TÚNEL 1/4 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL			 Escalas: Des. nº 133517 F. / / Alter. _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____		
Aprov. RP Verif. RVR Proj. FAB Des. TNC		 Identificação Empresa Promotora: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1:500 Folha: _____			Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087001 0 Alter. 0		

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.

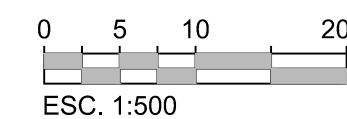


PLANTA 84° TROÇO - 2/4
ESC. 1:500



QUILOMETRAGEM	079	1+092	Km 1+100	1+153	Km 1+200	1+213	1+271	Km 1+300	1+310	1+348
COTA DO TERRENO			99,076		98,008			100,351		
COTA DA RASANTE			73,401		70,638			67,875		
SECÇÃO TIPO			TV - B1*				TV - C1			
EXTENSÃO			134,4				96,4			
MÉTODO DE ESCAVAÇÃO			NATM				NATM			

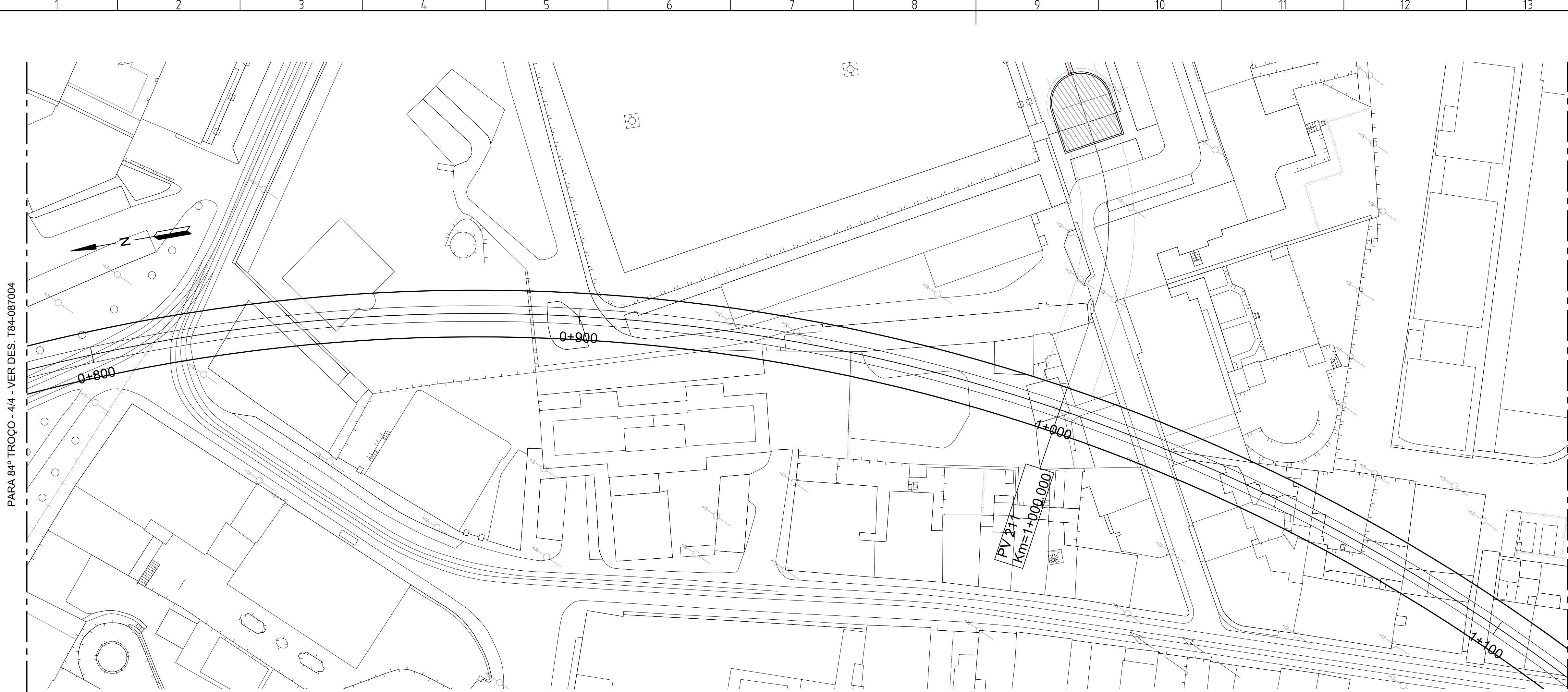
PERFIL LONGITUDINAL
Escala 1:500



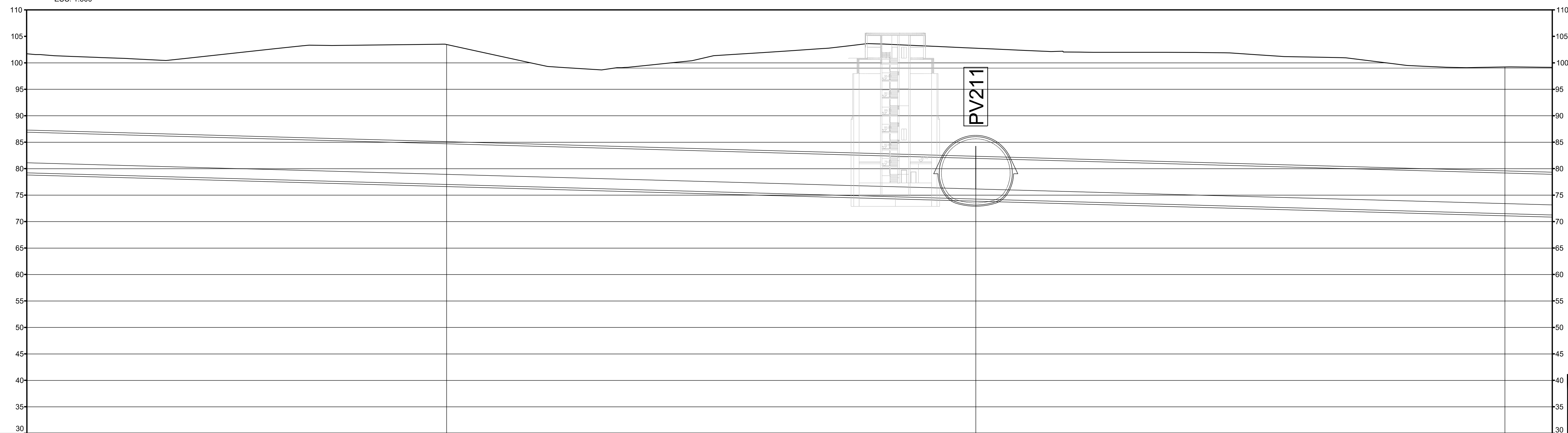
NOTAS:

- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
- Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.

ALTERAÇÕES							
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS	RVR			
		DATA	DES.	VERIF.			
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO				Estruturas 84° TROÇO TUNEL 2/4 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL			
Data:		Escalas:	Des. nº	133518	F. /		
Aprov.:			Alter.:				
Verif.:			Substituído				
Proj.:			Nº SAP		Versão		
Des.:					Folha		
				Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. S.C.M. / TALPROJECTO			
Aprov.:	RP	Escalas:	1:500	Folha:			
Verif.:	RVR						
Proj.:	FAB						
Des.:	TNC	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087002 0	Alter.:	0		



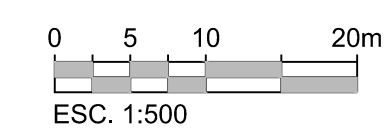
PLANTA 84° TROÇO - 3/4
ESC. 1:500



- NOTAS:**
- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
 - Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.

QUILOMETRAGEM	Km 0+900		0+917	0+991	Km 1+000		1+008	1+019	1+079	1+092	Km 1+100
COTA DO TERRENO	103,268				103,018						99,076
COTA DA RASANTE	78,927				76,164						73,401
SECÇÃO TIPO	TV - D				PV 211	D		TV - C1			
EXTENSÃO	238,9				16,1	10,9		60,0			
MÉTODO DE ESCAVAÇÃO	NATM				NATM			NATM			

PERFIL LONGITUDINAL
Escala 1:500

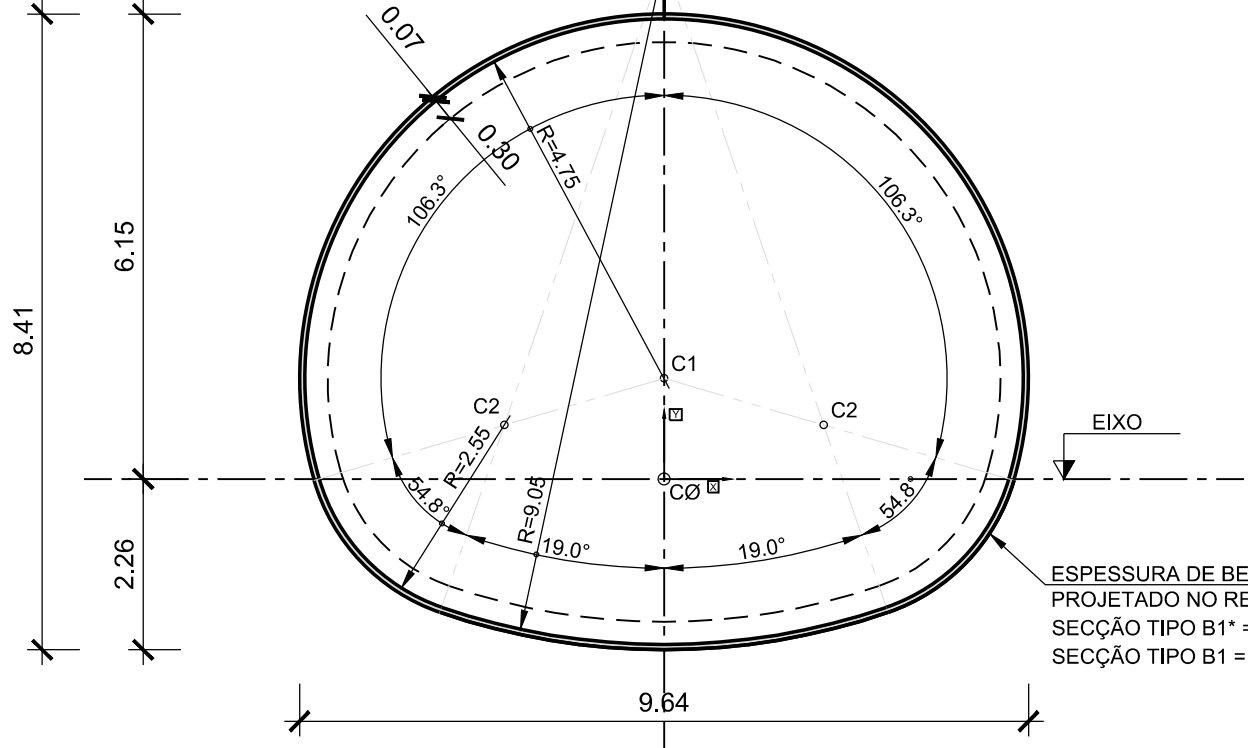


ALTERAÇÕES		DATA	DES.	VERIF.
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS	RVR

Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS 84° TROÇO TÚNEL 3/4 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL		 Des. nº 133519 F. / / Alter. _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____	
Escalas: 1:500 Des. TNC		Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: 1:500 Folha: _____ Alter. 0	

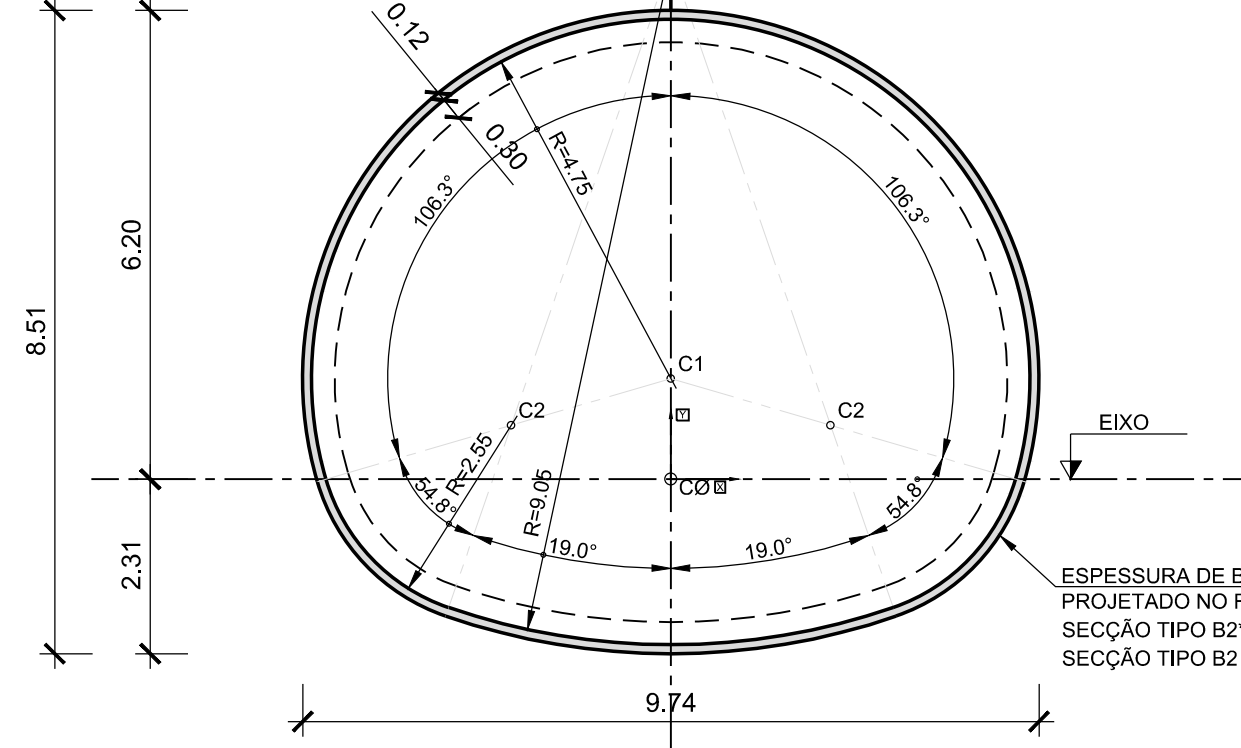
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editadas do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



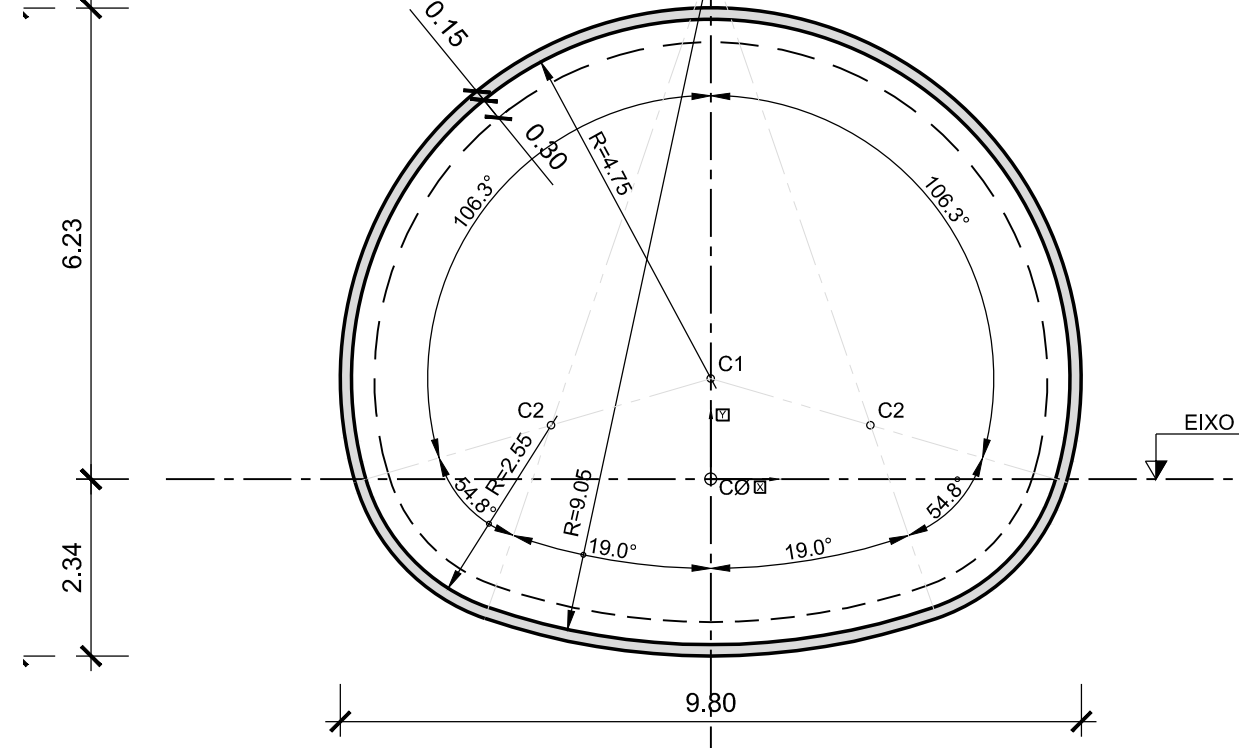
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-B1 E TV-B1*
ESC. 1:100

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



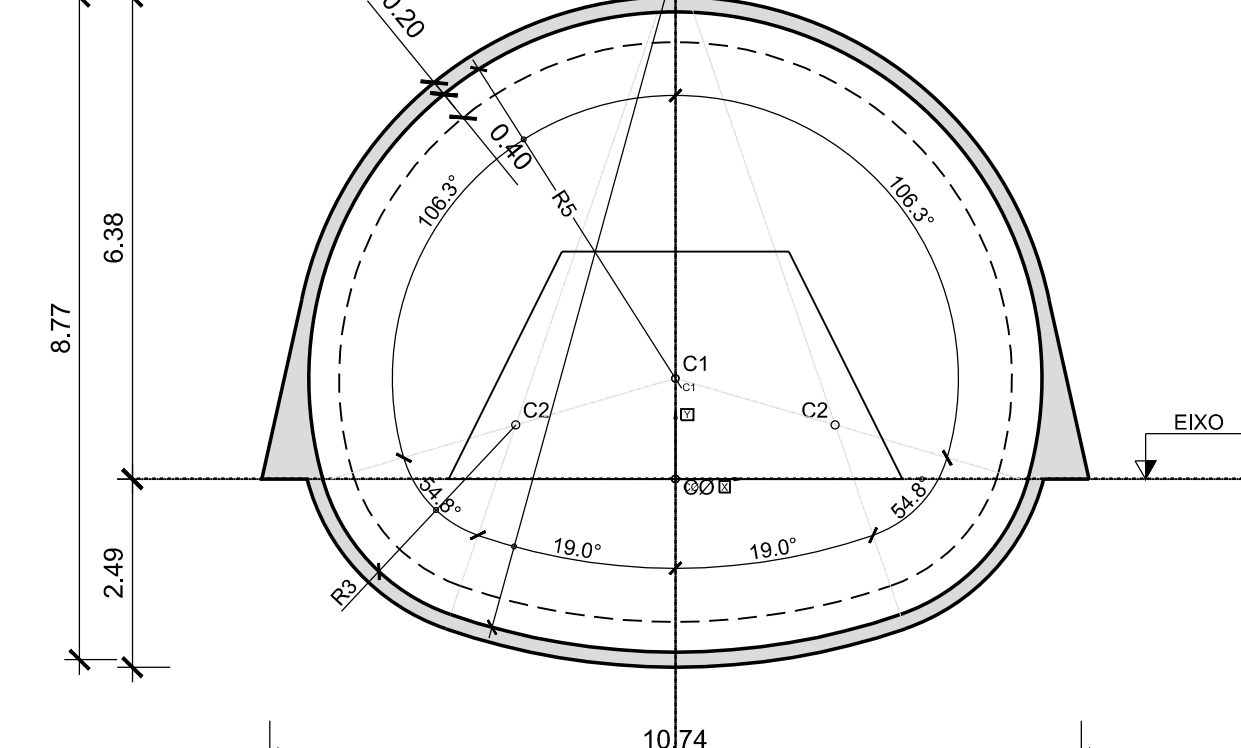
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-B2 E TV-B2*
ESC. 1:100

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86

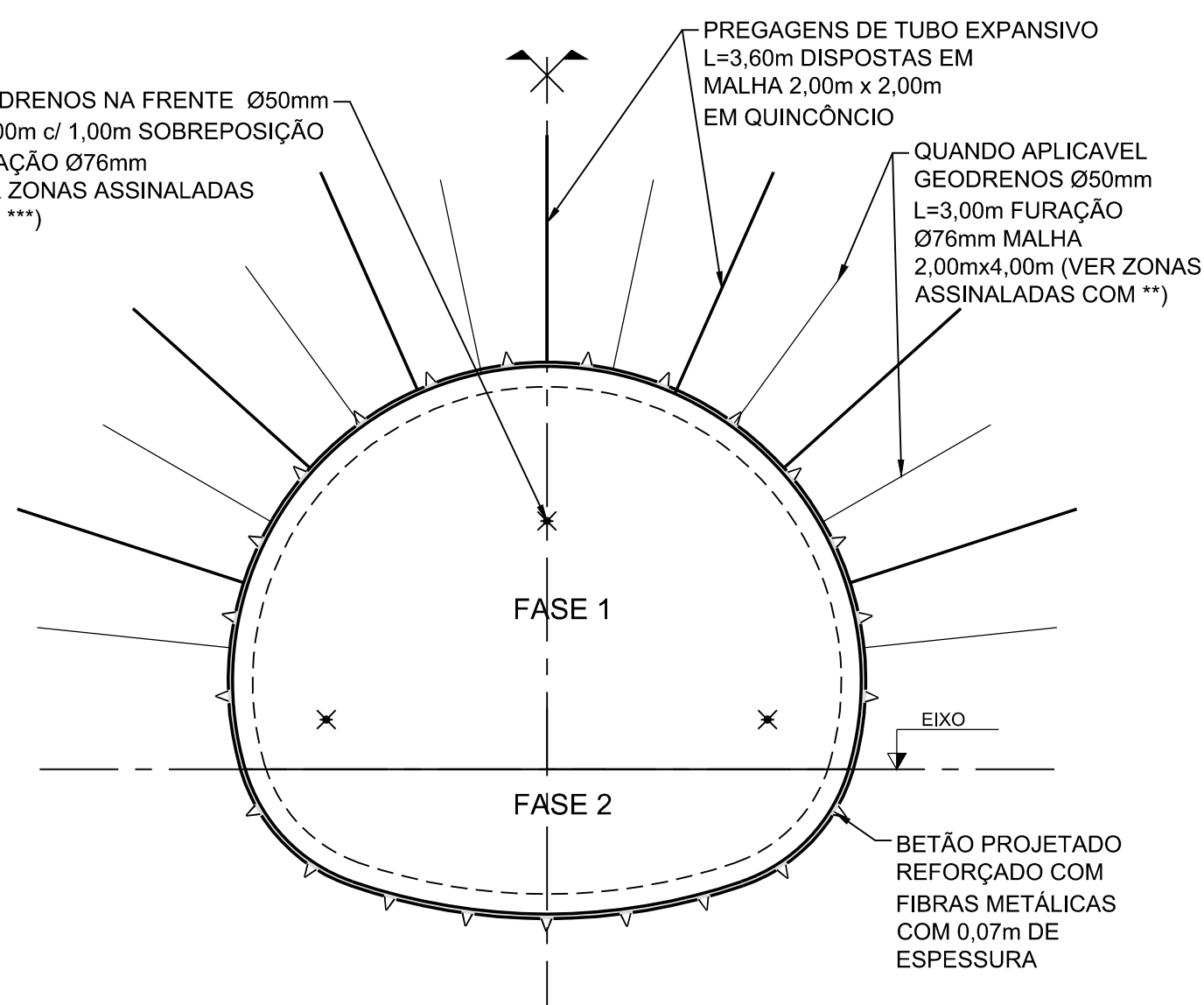


DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-C1
ESC. 1:100

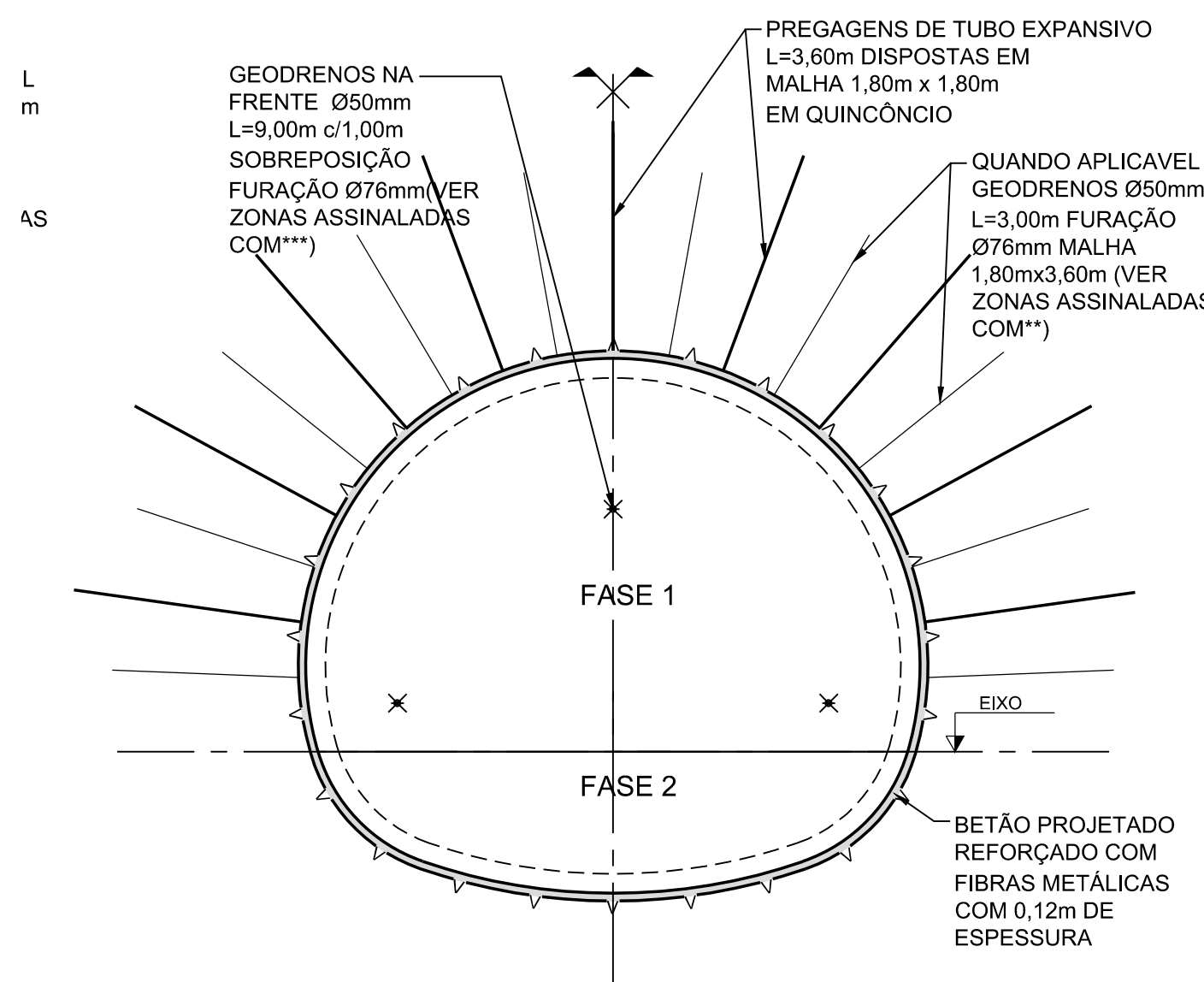
PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



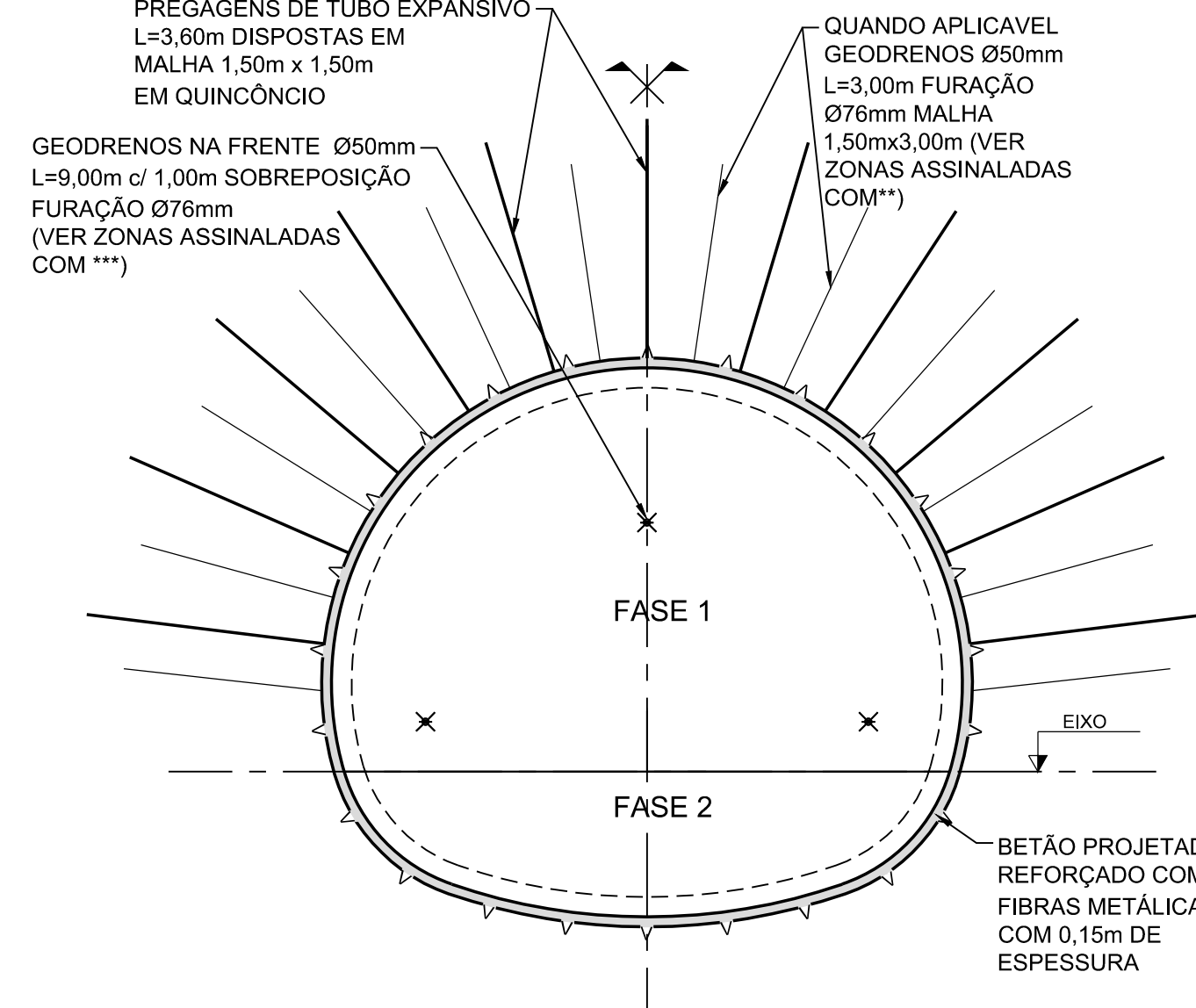
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



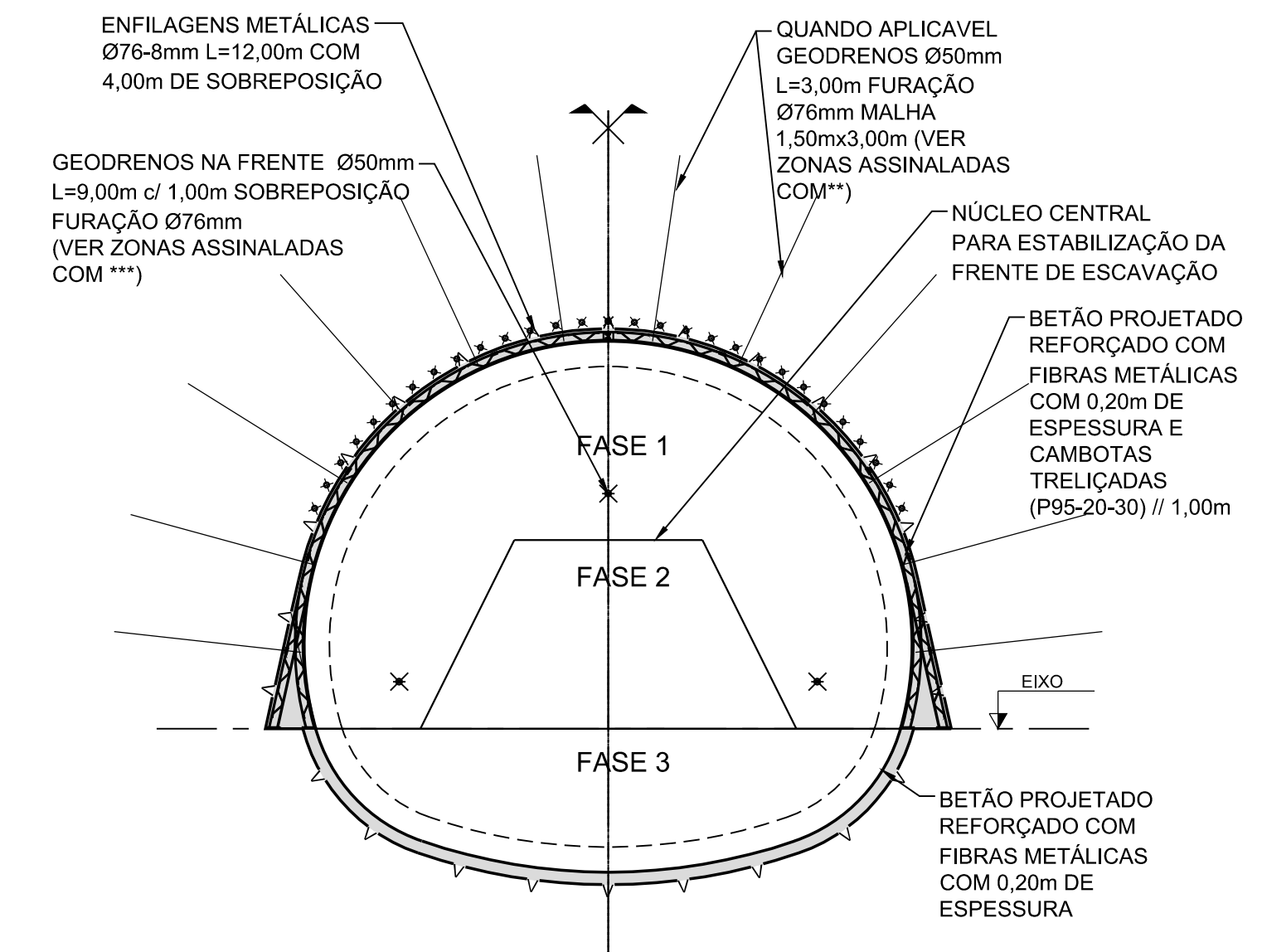
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B1
ESC. 1:100



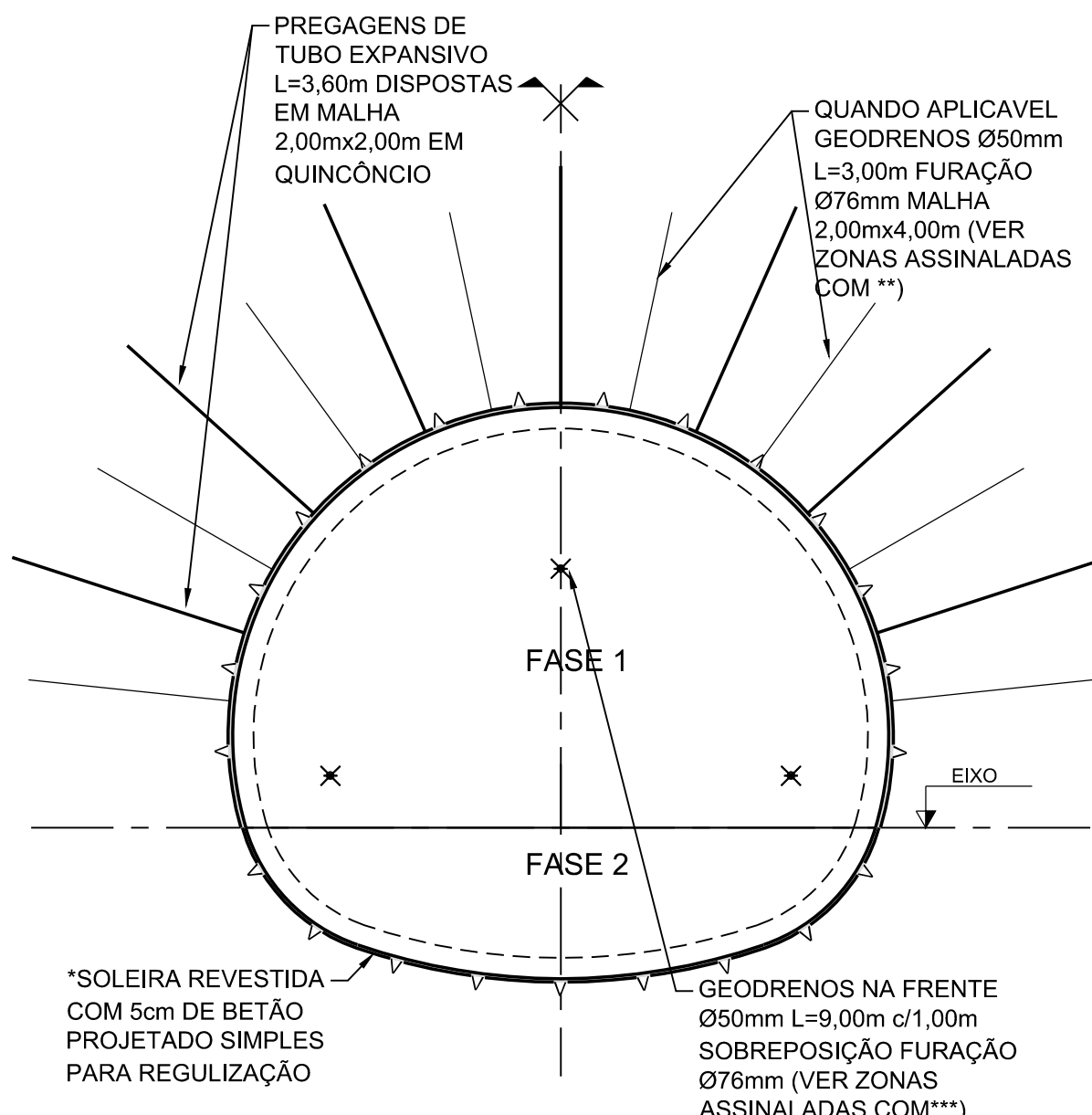
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B2
ESC. 1:100



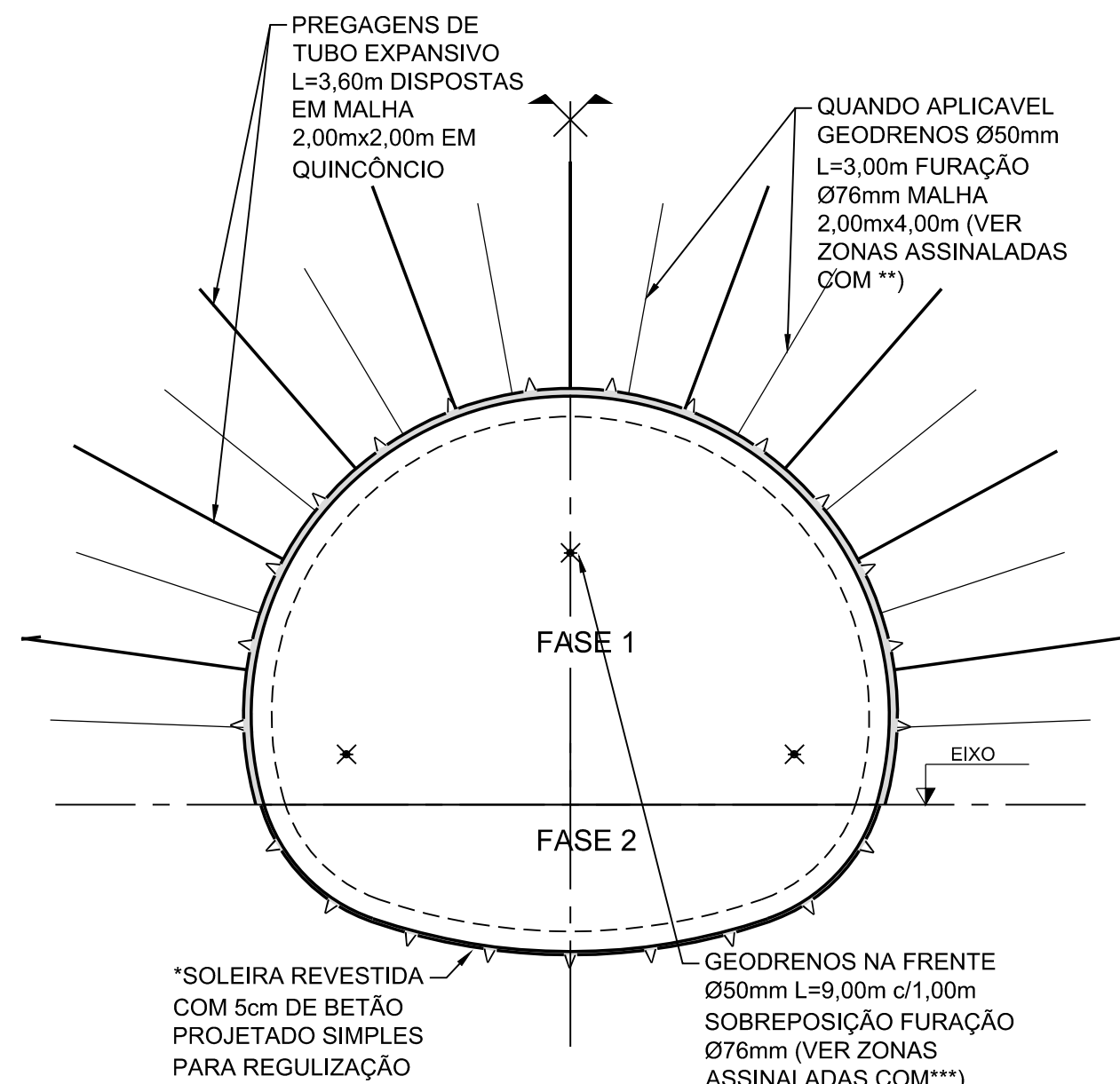
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-C1
ESC. 1:100



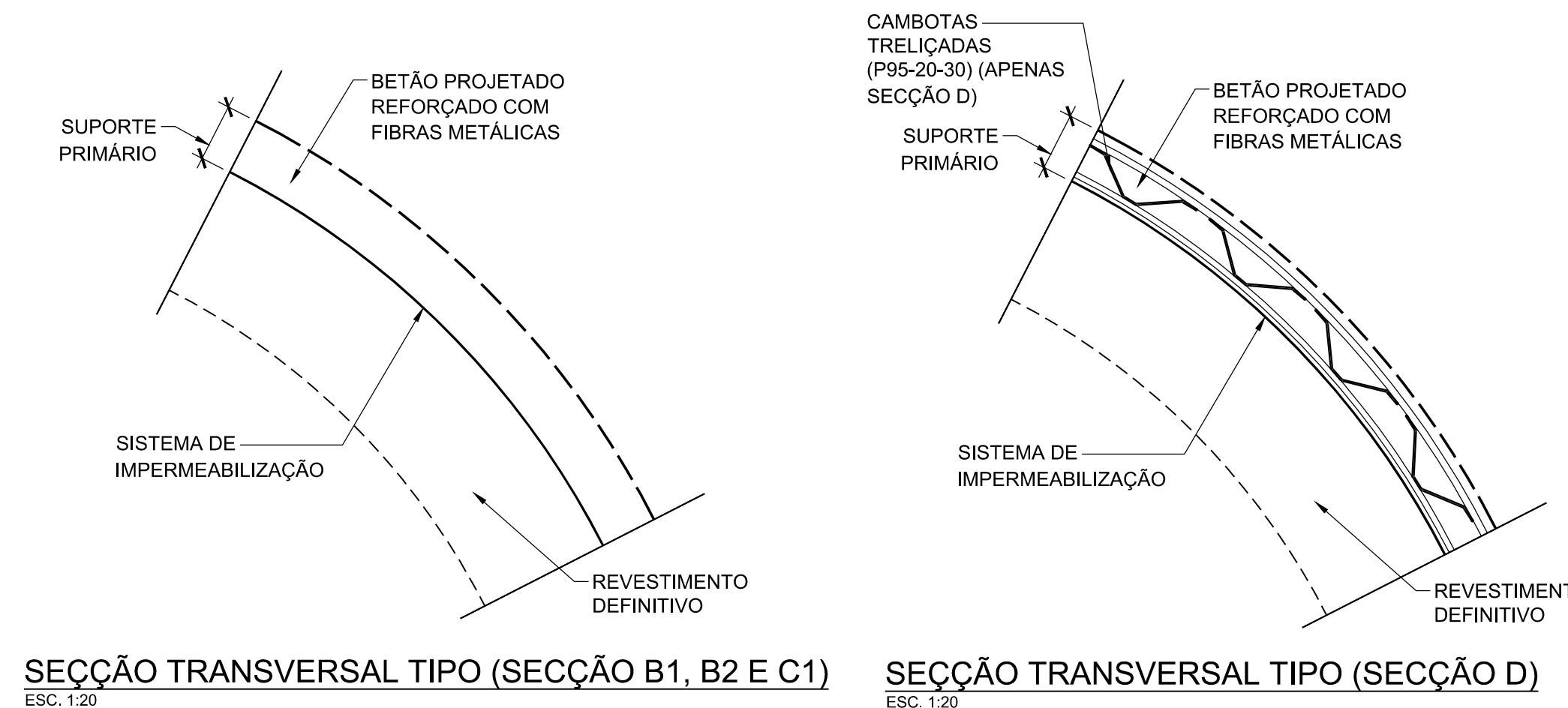
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B1*
ESC. 1:100



DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B2*
ESC. 1:100



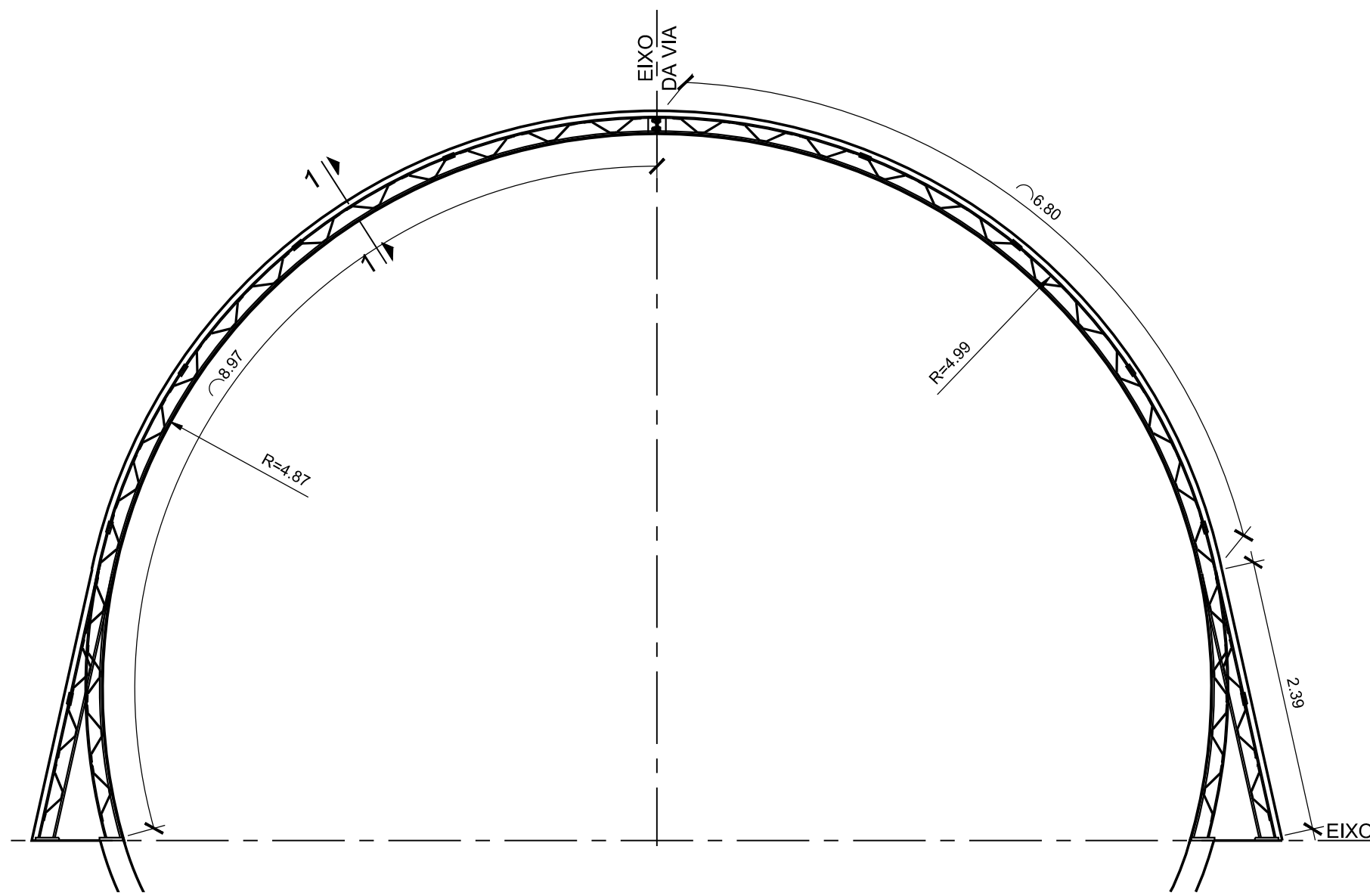
SECÇÃO TRANSVERSAL TIPO (SECÇÃO B1, B2 E C1)
ESC. 1:20

SECÇÃO TRANSVERSAL TIPO (SECÇÃO D)
ESC. 1:20

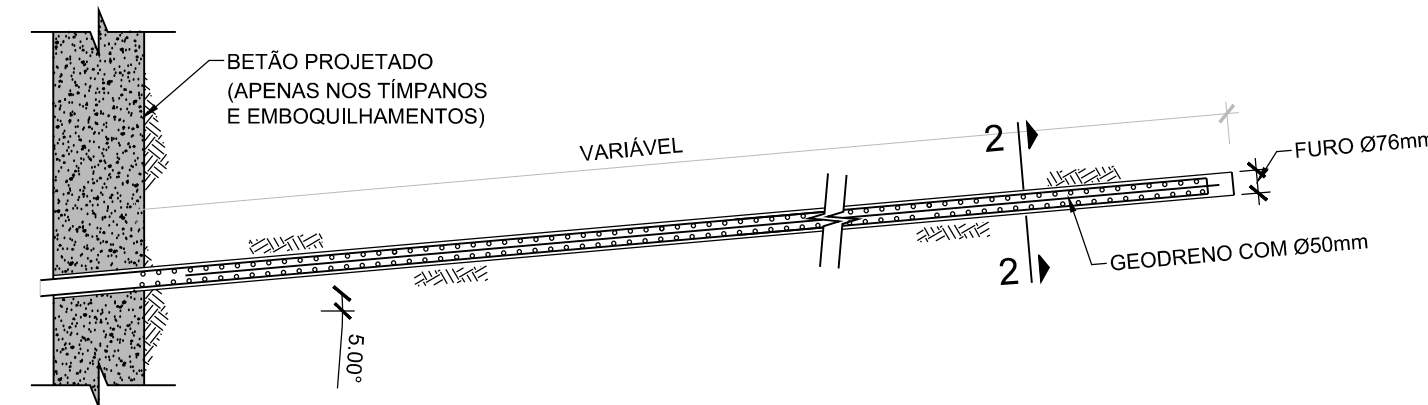
NOTAS:

- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
- Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.

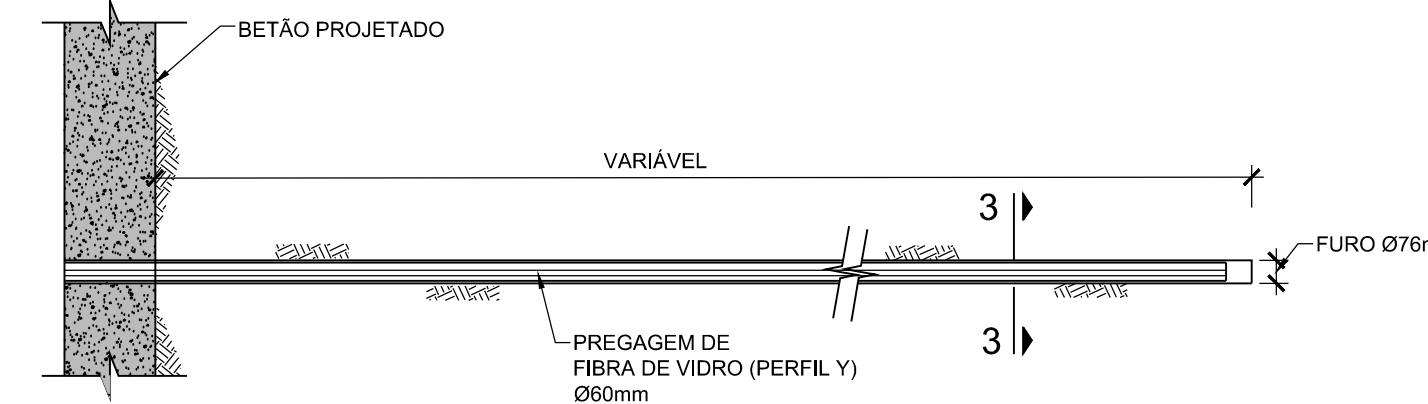
ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA	
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS RVR
	DATA	DES.	VERIF.
Data:		Estruturas	
Aprov.		TROÇOS 81, 82, 83, 84 e 85	
Verif.		Escala: Des. nº 133521 F. /	
Proj.		Substituído	
Des.		Nº SAP	
Versão		Folha	
		MOTAENÇIL ENGENHARIA	
		COBA JET JLCM	
Aprov. RP		Identificação Empresa Proponente	
Verif. RVR		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Proj. FAB		Escala: 1/100 1/20	
Des. TNC		Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087005 0	
		Alter. 0	



PORMENOR TIPO - CAMBOTA DA SEÇÃO TV-D
ESC. 1:50



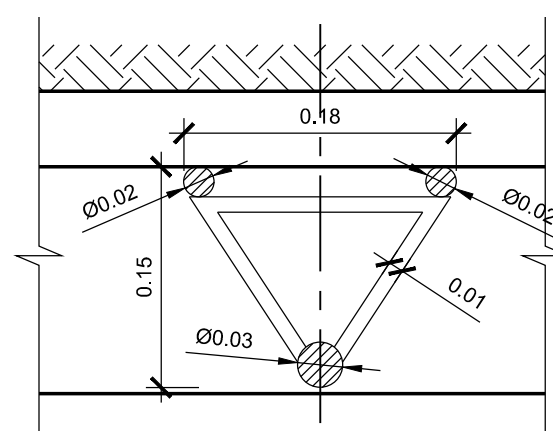
PORMENOR DE EXECUÇÃO DOS GEODRENOS NA FRENTE DE ESCAVAÇÃO, EMBOQUILHAMENTOS E TÍMPANOS
ESC. 1:100



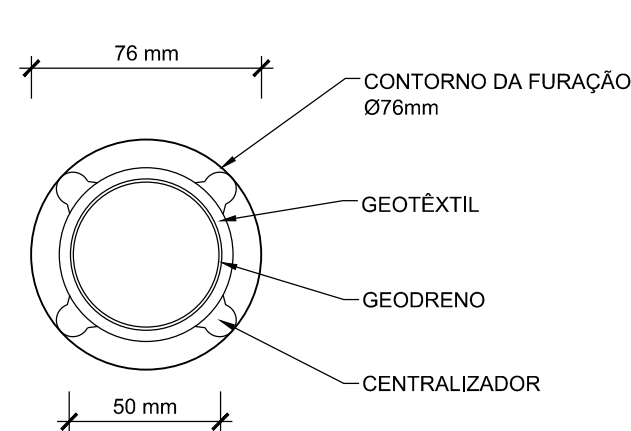
PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS PREGAGENS DE FIBRA DE VIDRO NOS EMBOQUILHAMENTOS E TÍMPANOS
ESC. 1:100

MATERIAIS:

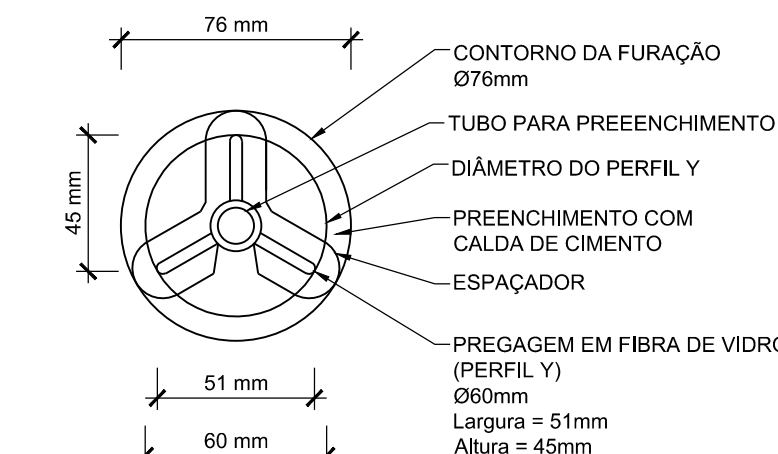
BETÃO (NP EN 206-1):	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0.4 D _{MAX} 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1.0 D _{MAX} 25 S3
FIBRAS METÁLICAS:	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelteza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m ³
Classe de absorção de energia	E700
AÇO:	
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	
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
FIBRA DE VIDRO:	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
CALDA DE CIMENTO:	
f _{ck} (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
GEODRENOS:	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
GEOTÊXTIL DO GEODRENO:	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m ²
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)	



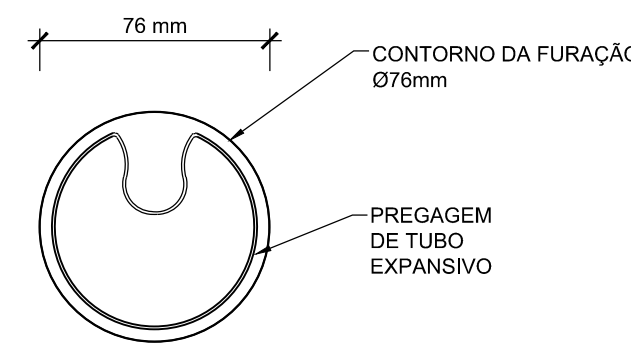
CORTE 1-1
ESC. 1:5



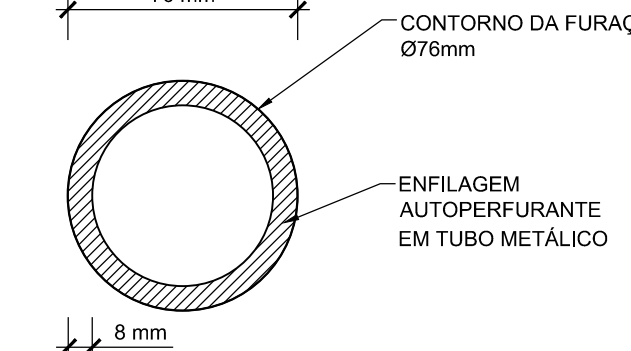
CORTE 2-2
ESC. 1:2,5



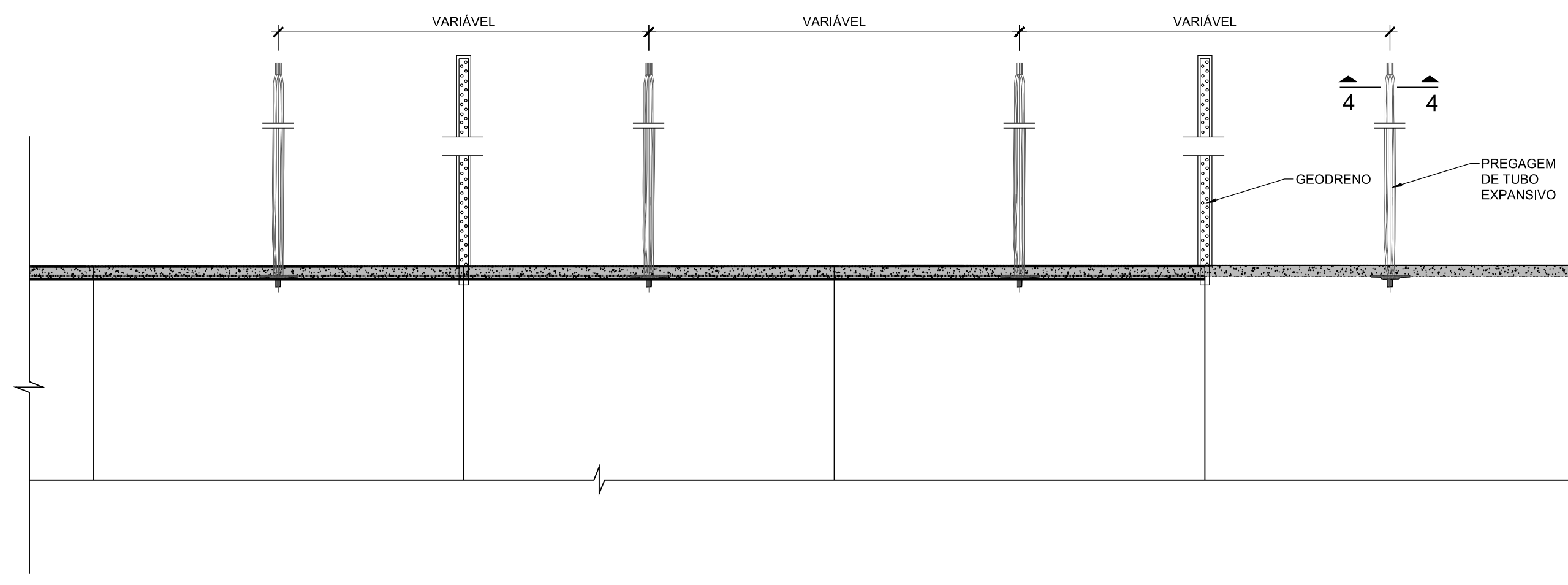
CORTE 3-3
ESC. 1:2,5



CORTE 4-4
ESC. 1:2,5

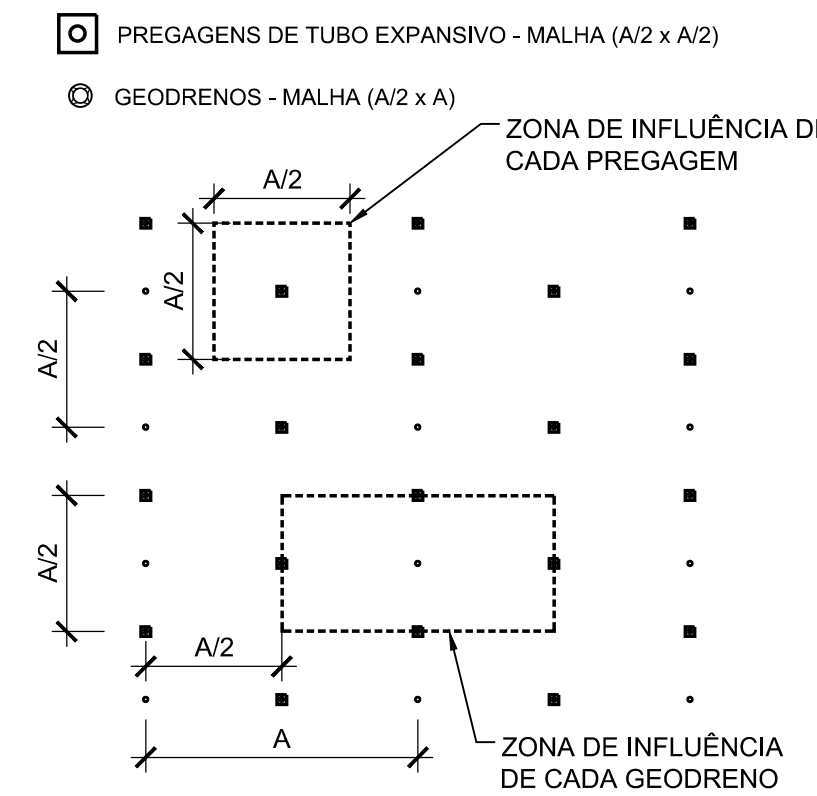


CORTE 5-5
ESC. 1:2,5

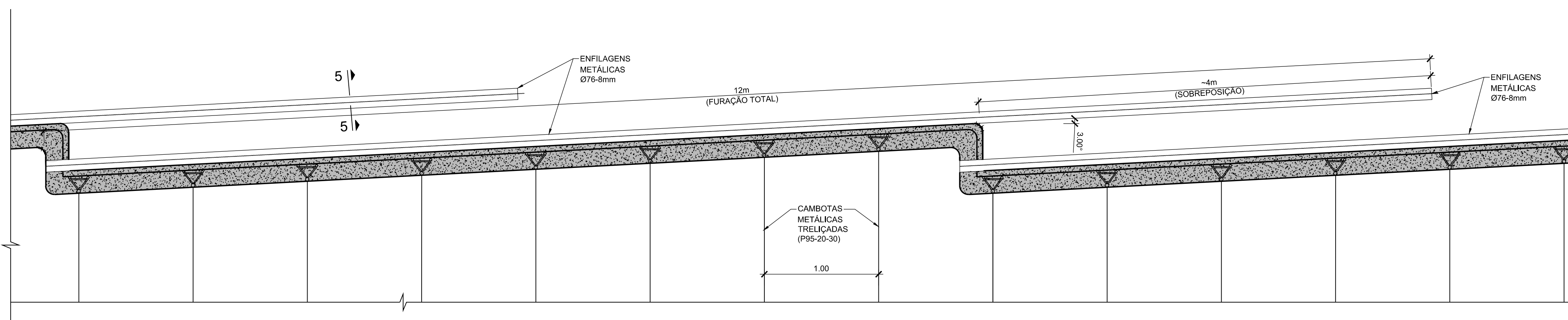


PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS PREGAGENS EXPANSIVAS E GEODRENOS - SECÇÕES TV-B1, TV-B2, TV-C1, TV-B1* E TV-B2*
ESC. 1:100

LEGENDA



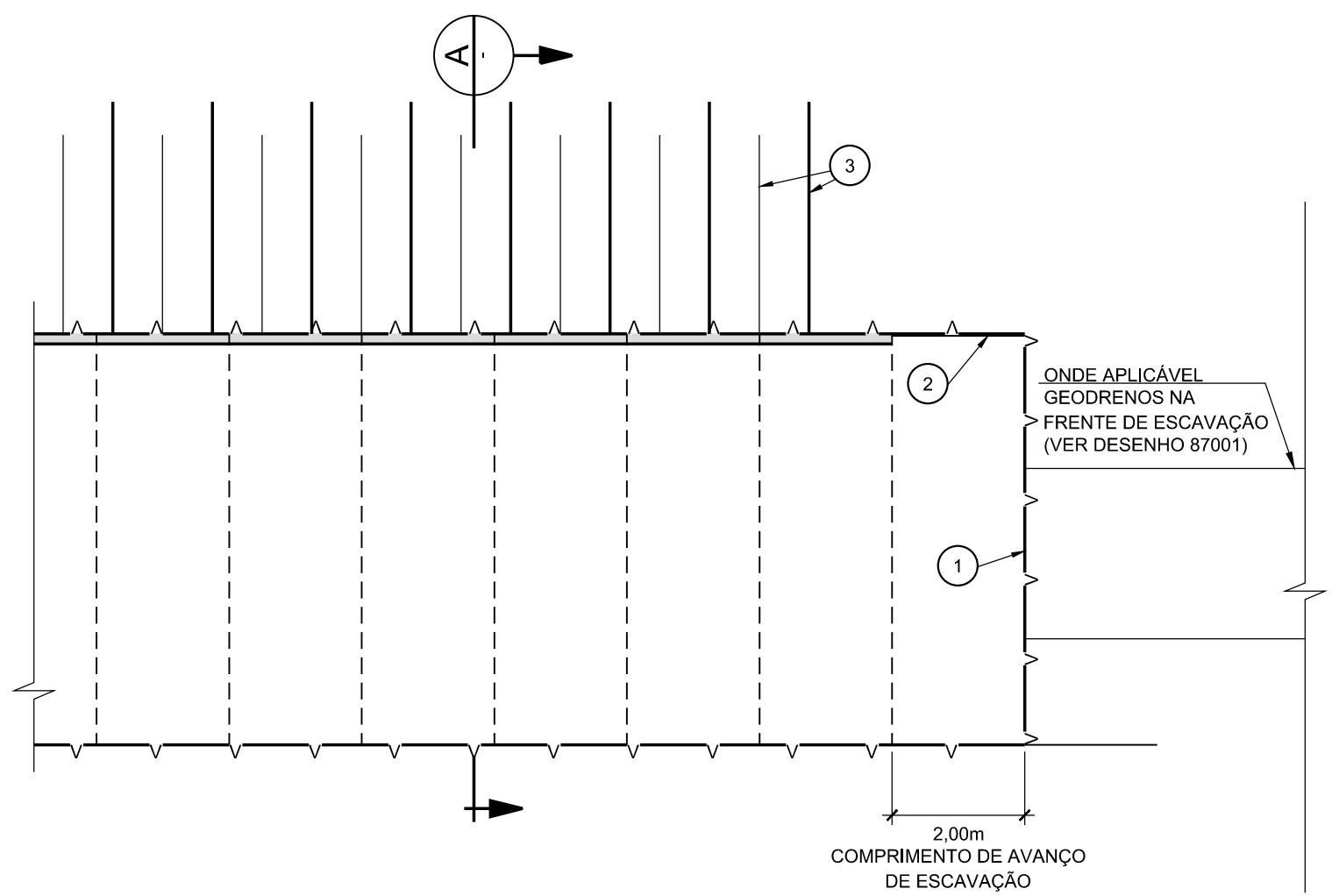
DISPOSIÇÃO DA MALHA DE PREGAGENS E GEODRENOS
ESC. 1:100



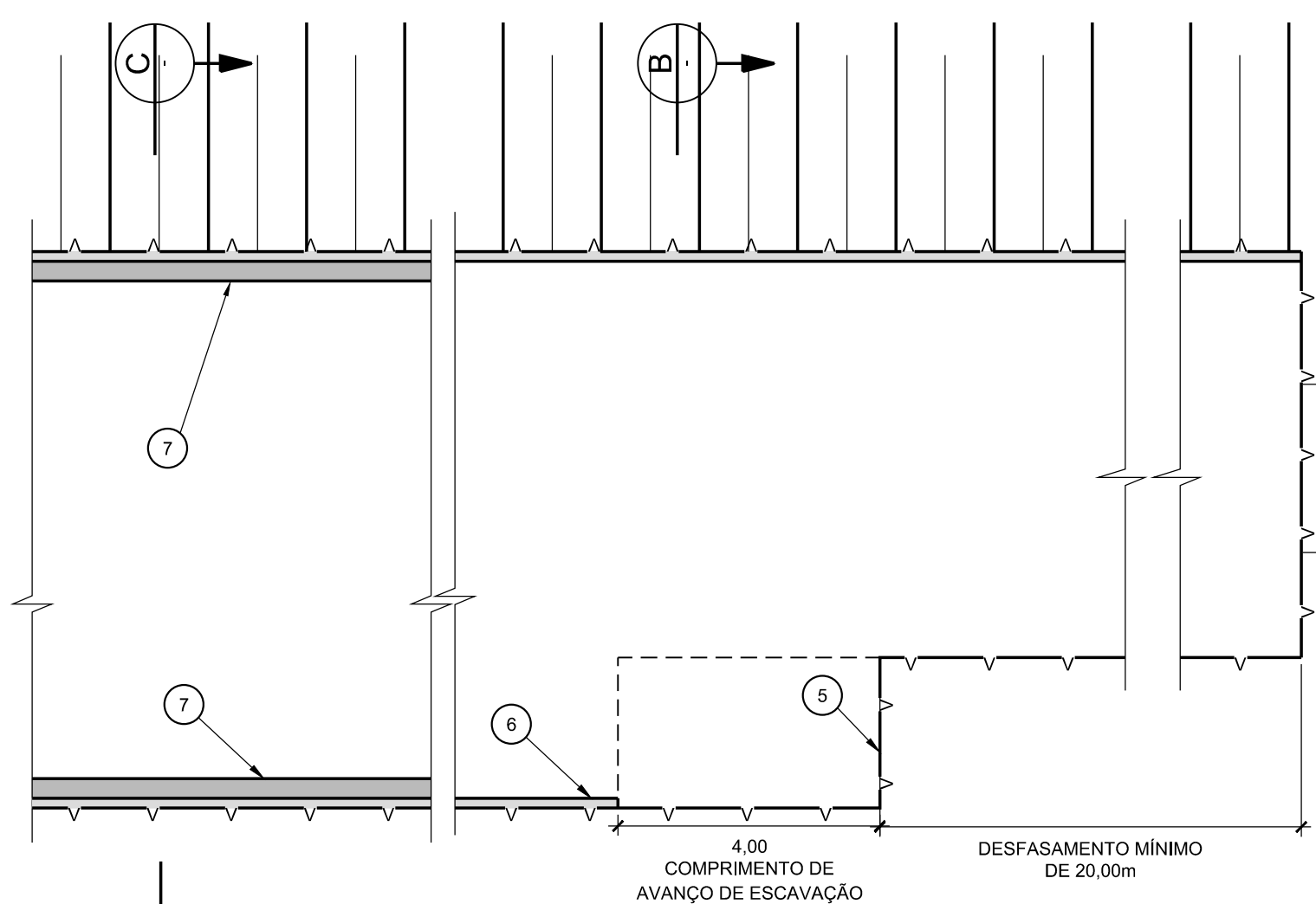
PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS ENFILAGENS - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100

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

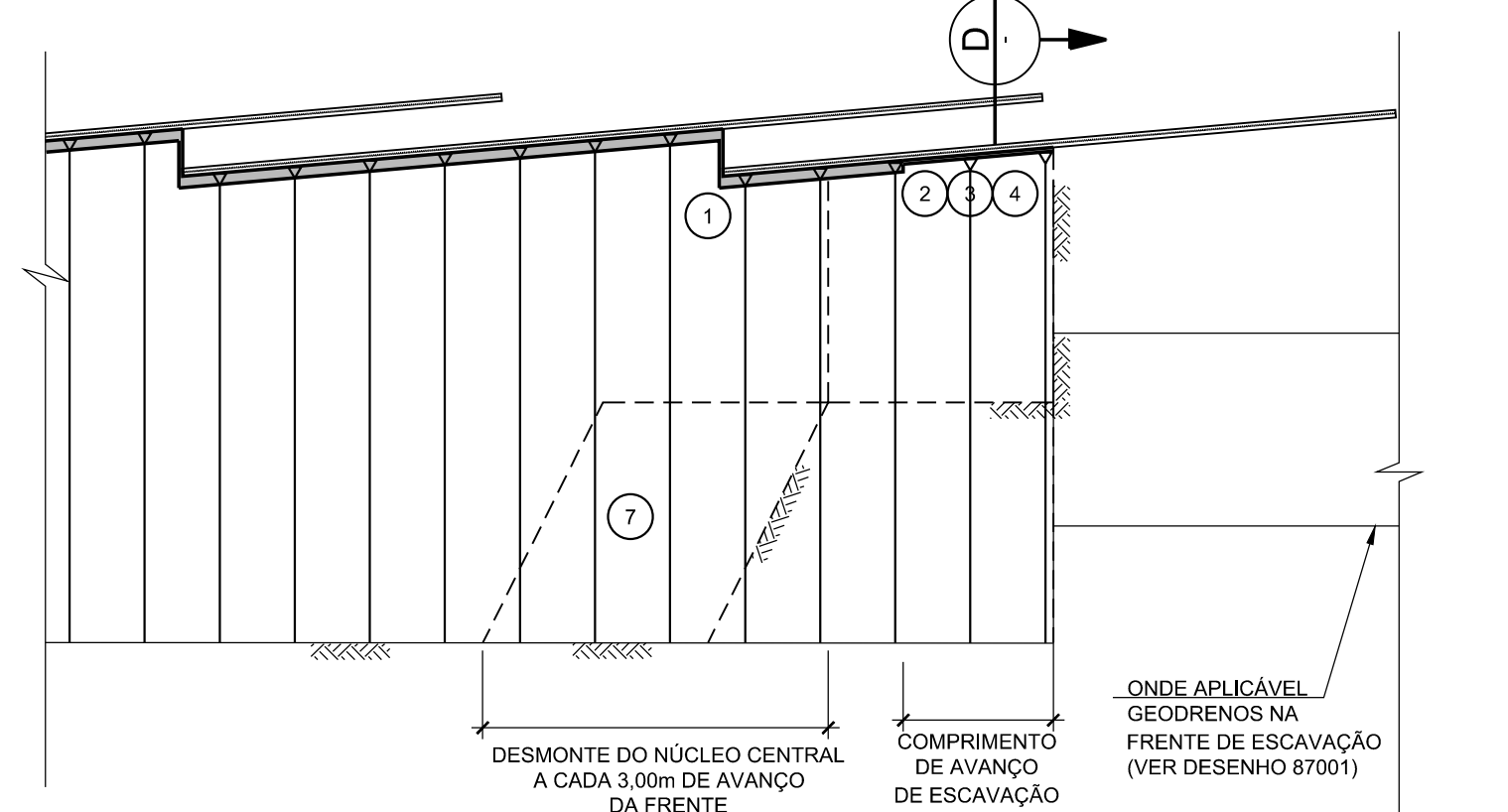
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS TROÇOS 81, 82, 83, 84 E 85 TÚNEL SECÇÃO TIPO D, CAMBOTA		
Data: Aprov. Verif. Proj. Des.	Escalas: Des. nº 133522 F. / Alter. Substituído Nº SAP Versão	
Aprov. RP Verif. RVR Proj. FAB Des. TNC	Identificação Empresa Proponente: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: AS INDICADAS Folha:	Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087006 0 Alter. 0



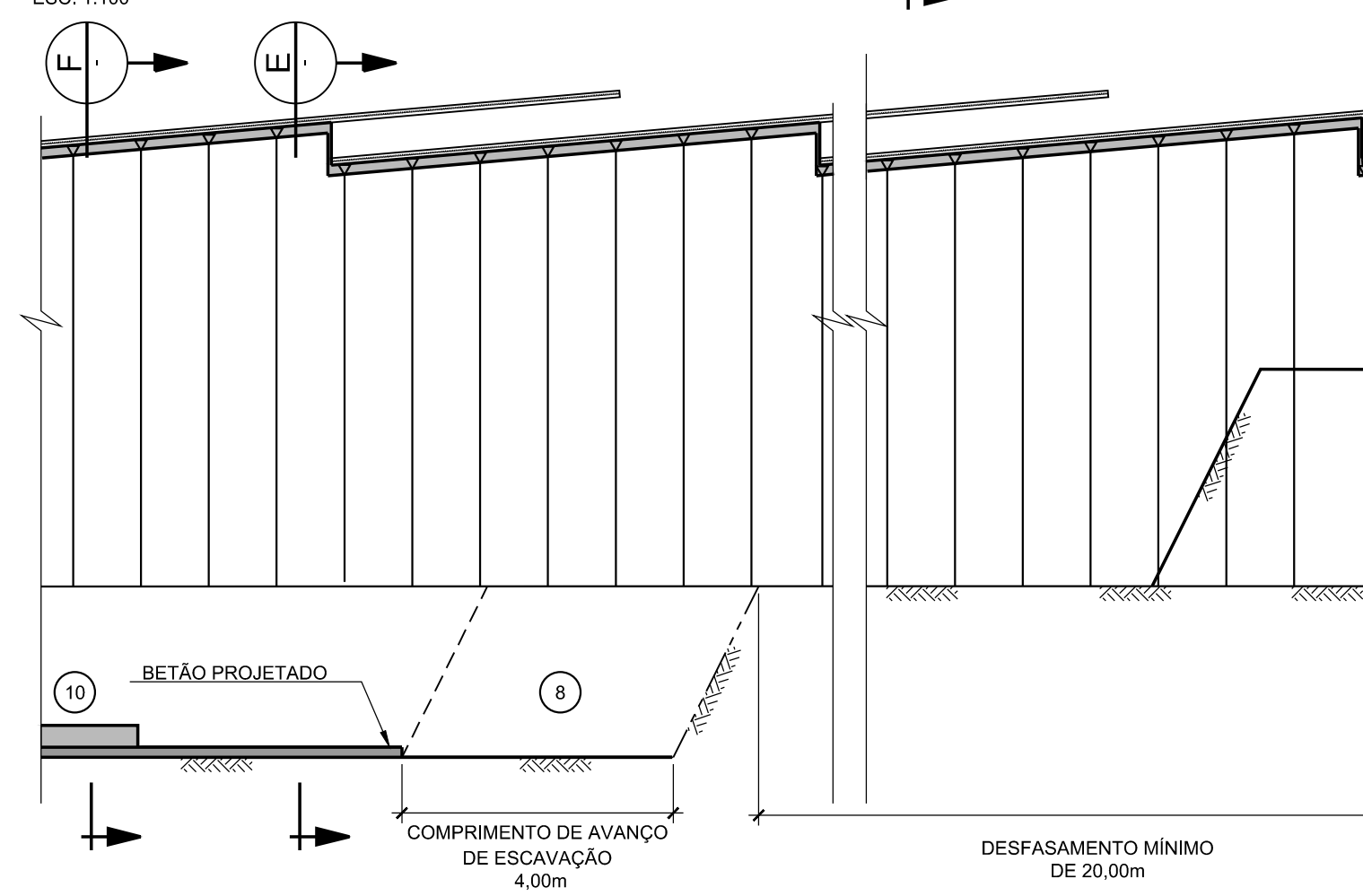
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



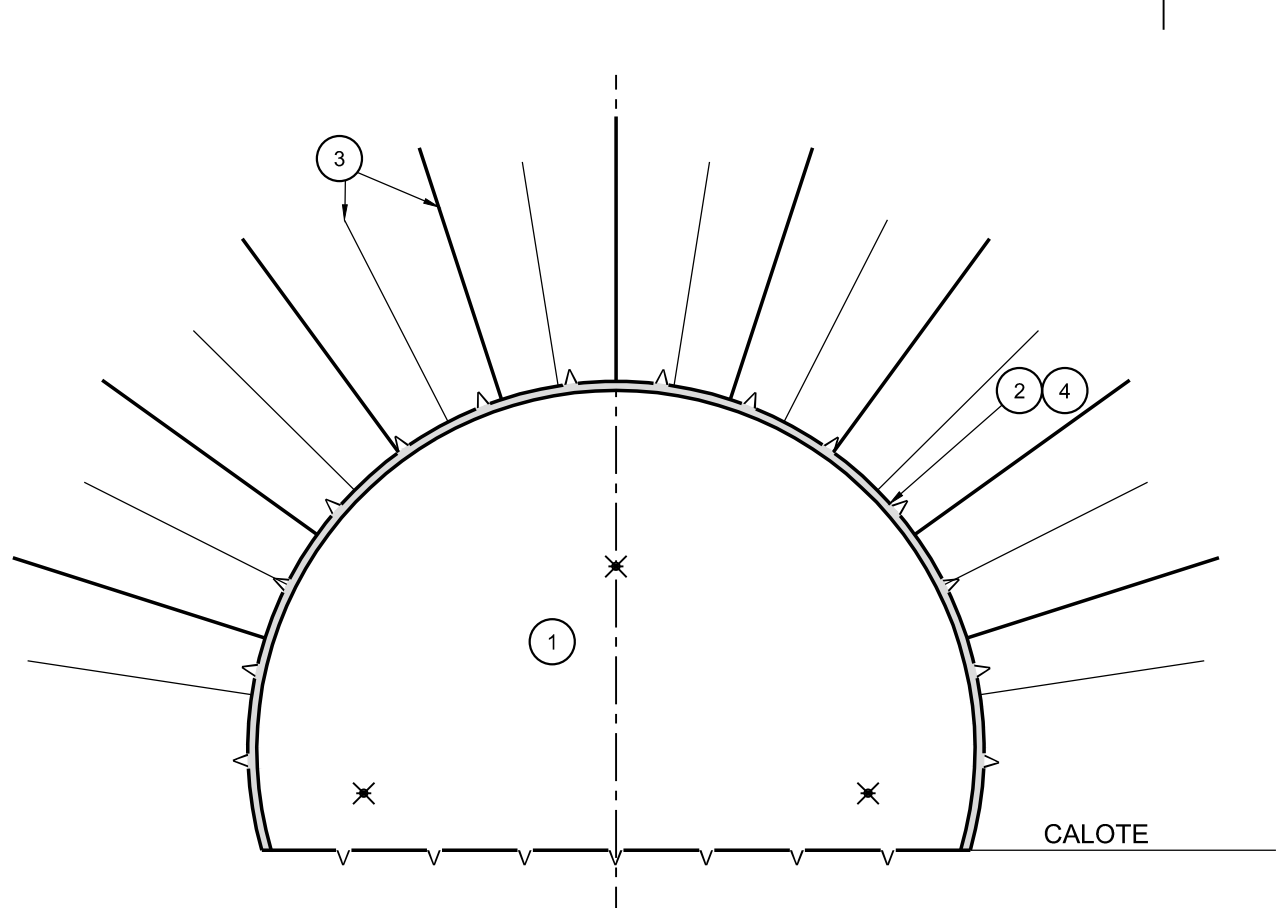
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



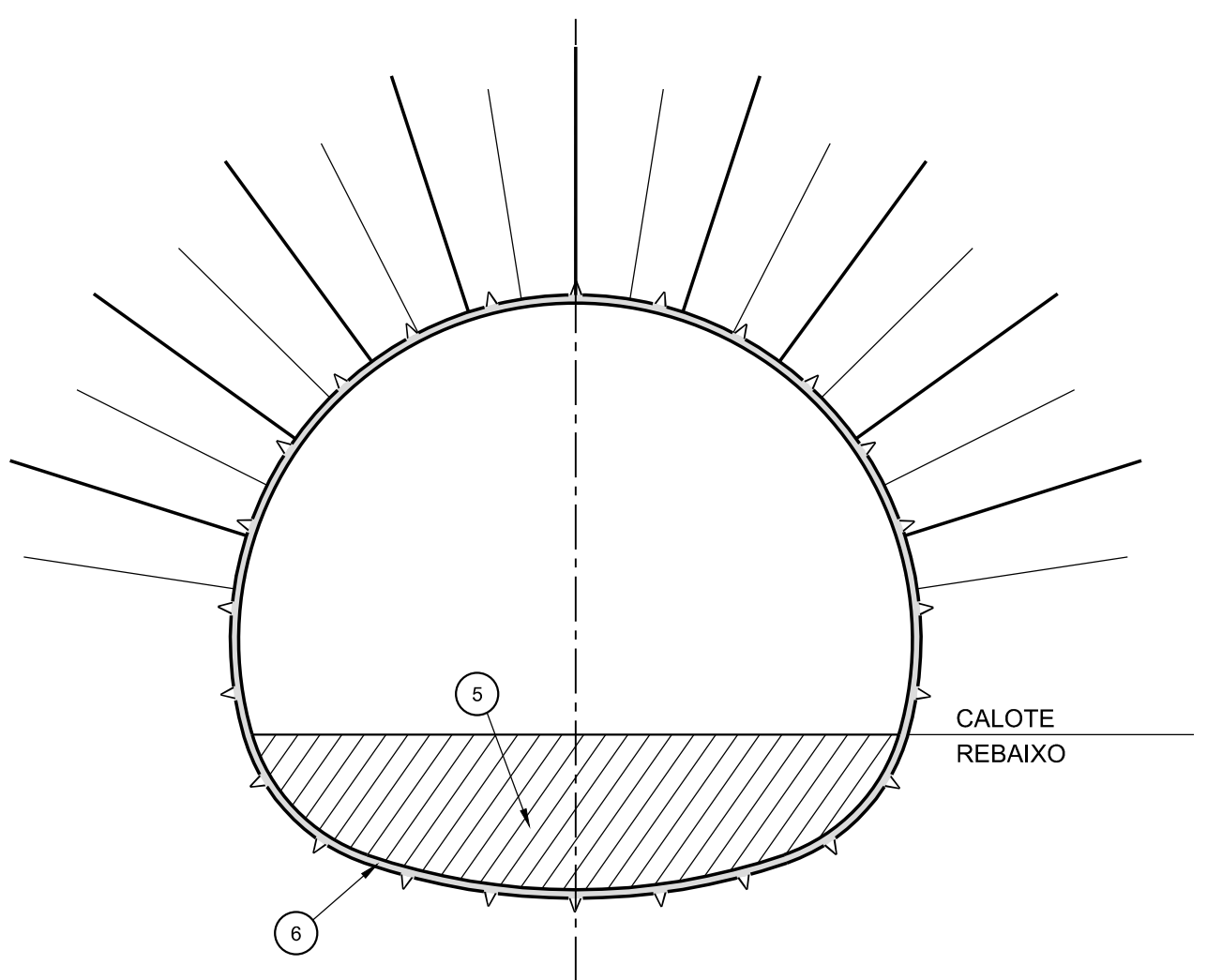
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



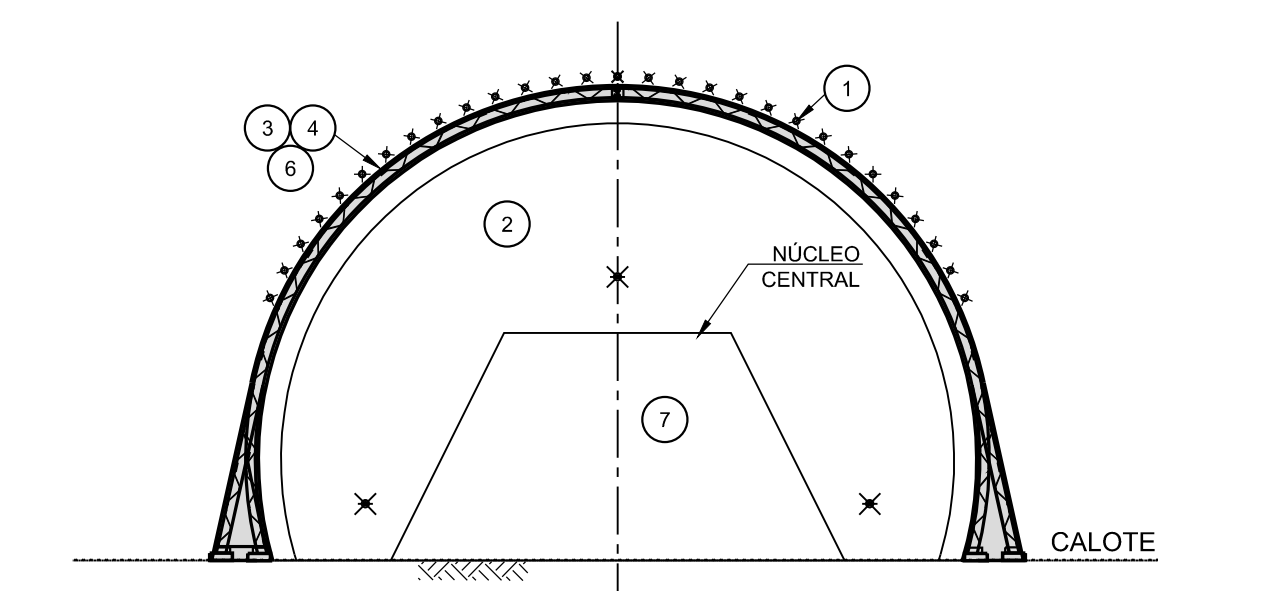
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



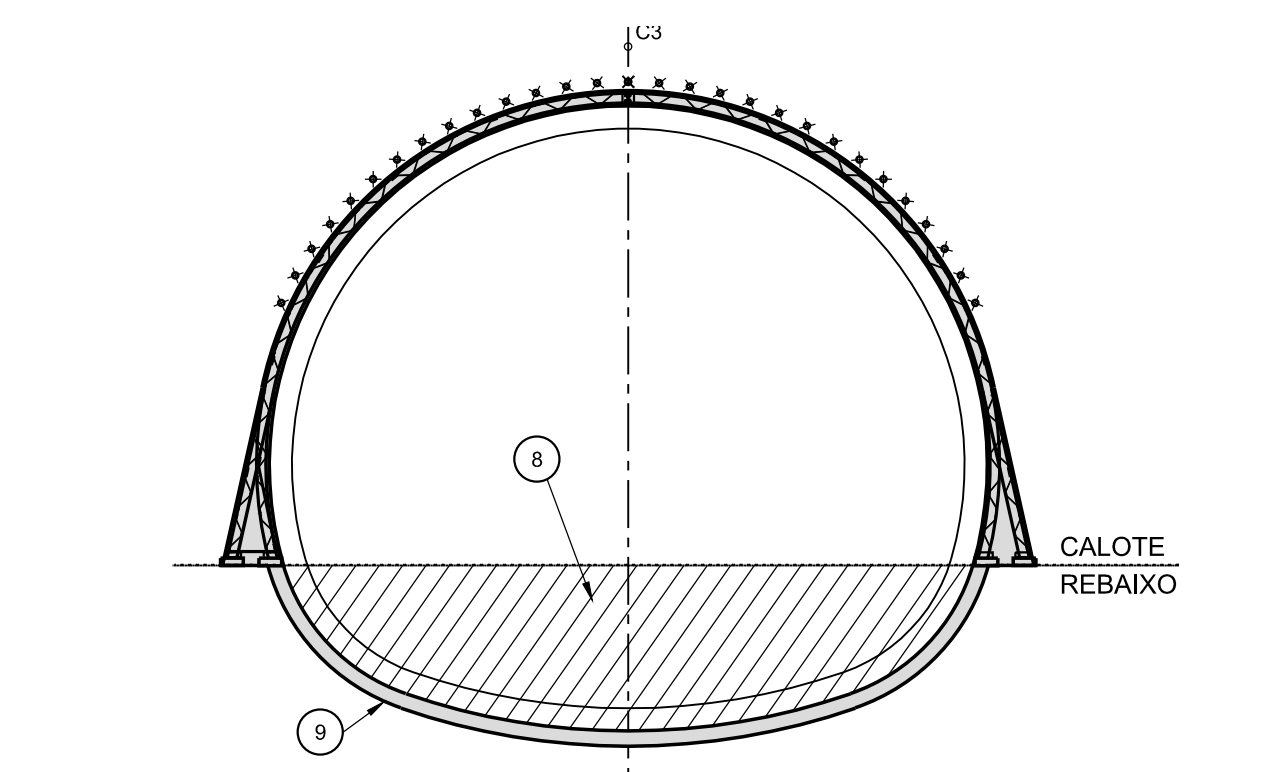
A SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



B SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1 1ª FASE
ESC. 1:100



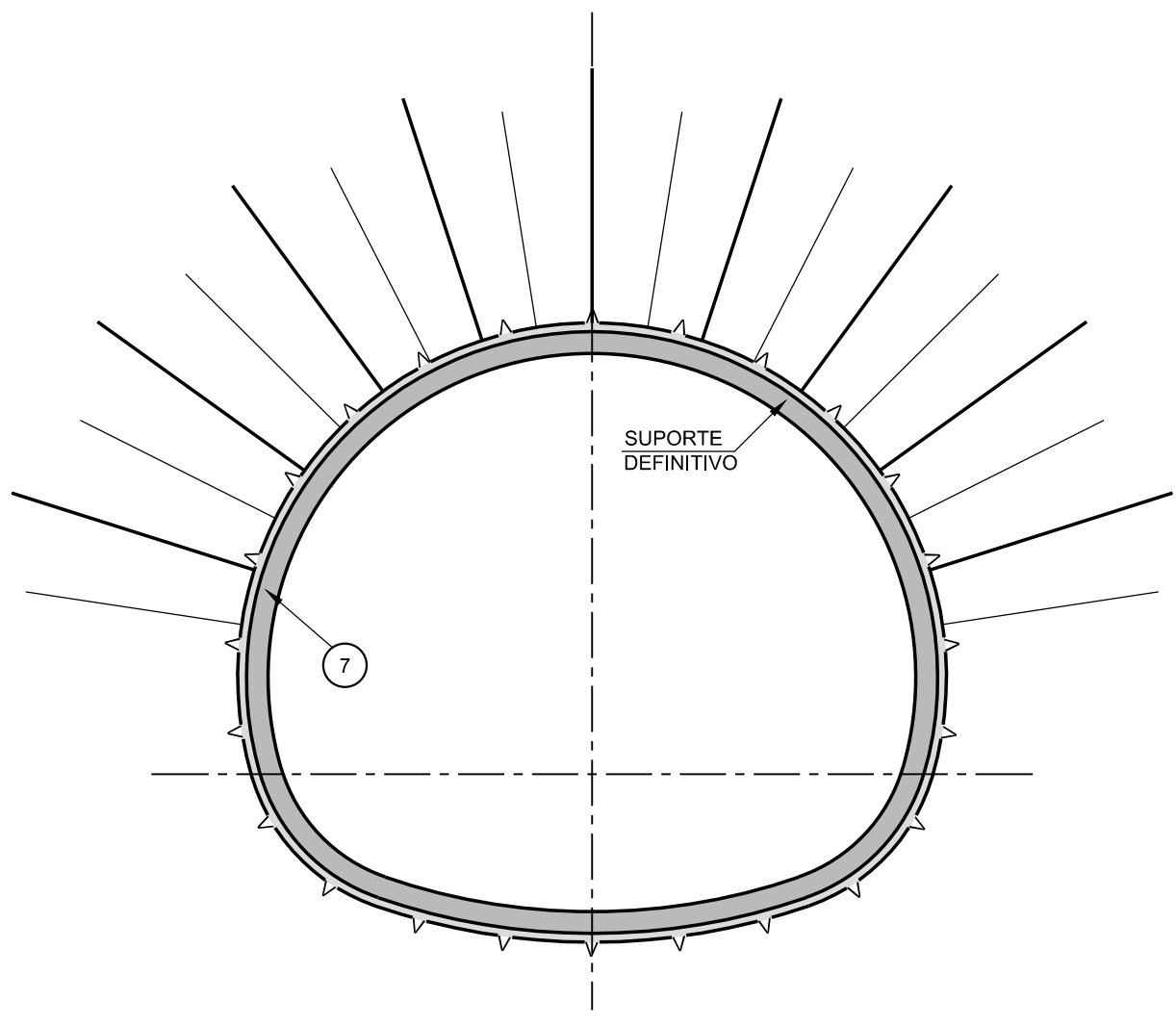
D SECÇÃO TV-D 1ª E 2ª FASES
ESC. 1:100



E SECÇÃO TV-D 3ª FASE
ESC. 1:100

MÉTODO CONSTRUTIVO - SECÇÕES B1, B1*, B2, B2* e C1

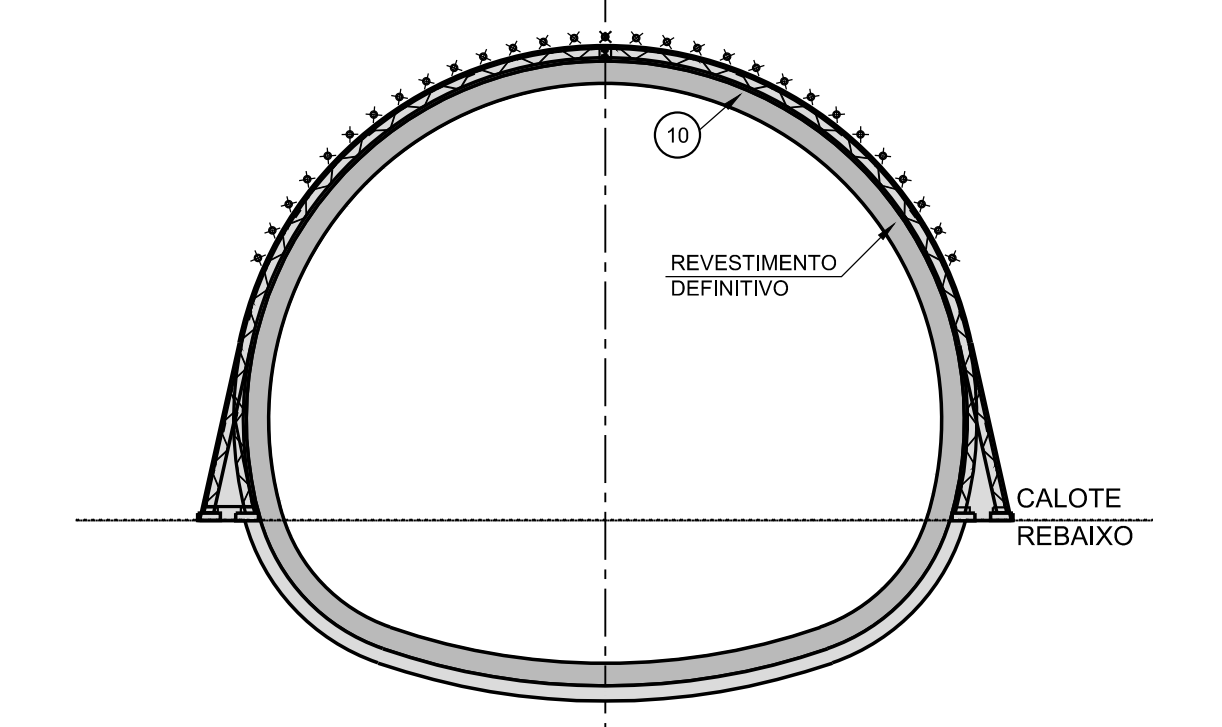
- 1a FASE**
- 1 - ESCAVAÇÃO DA FASE 1 EM AVANÇOS DE 2,00m (AJUSTÁVEL EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS ENCONTRADAS);
 - 2 - EXECUÇÃO DE UMA CAMADA DE 5cm EM BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS IMEDIATAMENTE APÓS A ESCAVAÇÃO PARA MINUIÇÃO DA DESCOMPRESSÃO E REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE
 - 3 - EXECUÇÃO DE PREGAGENS E DOS GEODRENOS (ONDE APLICÁVEL) E INSTALAÇÃO DE PRISMAS DE CONVERGÊNCIA PARA MONITORIZAÇÃO DA DEFORMAÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO;
 - 4 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
- 2a FASE**
- 5 - ESCAVAÇÃO DE AVANÇOS DE 4,00m DA 2ª FASE COM UM DESFASAMENTO MÍNIMO DE 20,00m RELATIVAMENTE À 1ª FASE;
 - 6 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
 - 7 - COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DEFINITIVO.



C SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1 2ª FASE
ESC. 1:100

MÉTODO CONSTRUTIVO - SECÇÃO D

- 1a FASE**
- 1 - EXECUÇÃO DE UM CHAPÉU TRONCOCÔNICO DE ENFILAGENS METÁLICAS;
 - 2 - ESCAVAÇÃO DA 1ª FASE EM AVANÇOS DE 2,00m (AJUSTÁVEL EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS ENCONTRADAS);
 - 3 - EXECUÇÃO DE UMA CAMADA DE 5cm EM BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS IMEDIATAMENTE APÓS A ESCAVAÇÃO PARA MINUIÇÃO DA DESCOMPRESSÃO E REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE
 - 4 - INSTALAÇÃO DE CÂMBOTAS METÁLICAS TRELICADAS A CADA 1,00m;
 - 5 - EXECUÇÃO DE GEODRENOS (ONDE APLICÁVEL) E INSTALAÇÃO DE PRISMAS DE CONVERGÊNCIA PARA MONITORIZAÇÃO DA DEFORMAÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO;
 - 6 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
- 2a FASE**
- 7 - DESMORTE DO NÚCLEO CENTRAL A CADA AVANÇO DE 3,00m;
- 3a FASE**
- 8 - ESCAVAÇÃO DA 3ª FASE EM AVANÇOS DE 4,00m RELATIVAMENTE À 1ª FASE COM UM DESFASAMENTO MÍNIMO DE 20,00m
 - 9 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
 - 10 - COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DEFINITIVO.



F SECÇÃO TV-D 3ª FASE
ESC. 1:100

MATERIAIS:

BETÃO (NP EN 206-1):	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0.4 D _{MAX} 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1.0 D _{MAX} 25 S3
FIBRAS METÁLICAS:	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelzeza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m ³
Classe de absorção de energia	E700
AÇO:	
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 B.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	
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
FIBRA DE VIDRO:	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
CALDA DE CIMENTO:	
f _{ck} (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
GEODRENOS:	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
GEOTÊXTIL DO GEODRENO:	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m
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 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)	

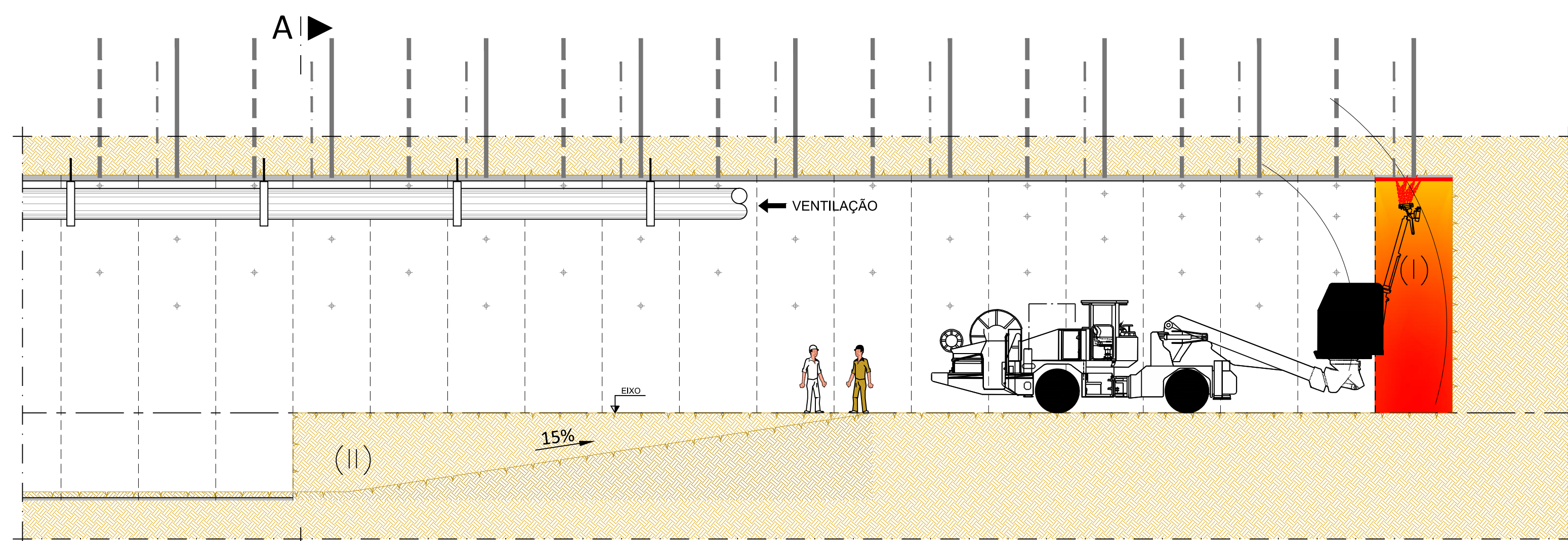
NOTAS:

1. 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.
2. Caso o material da frente de escavação apresente carácter evoluto e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
3. 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.
4. 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.
Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS TROÇOS 81, 82, 83, 84 e 85 TÚNEL SECÇÕES TIPO TV-B, TV-C E TV-D, MÉTODO CONSTRUTIVO		 Escalas: Des. nº 133523 F. / / Alter. _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____		
Aprov. RP Verif. RVR Proj. FAB Des. TNC		 Identificação Empresa Promotora: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: _____		Des. n.º LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087007 0 Alter. 0		

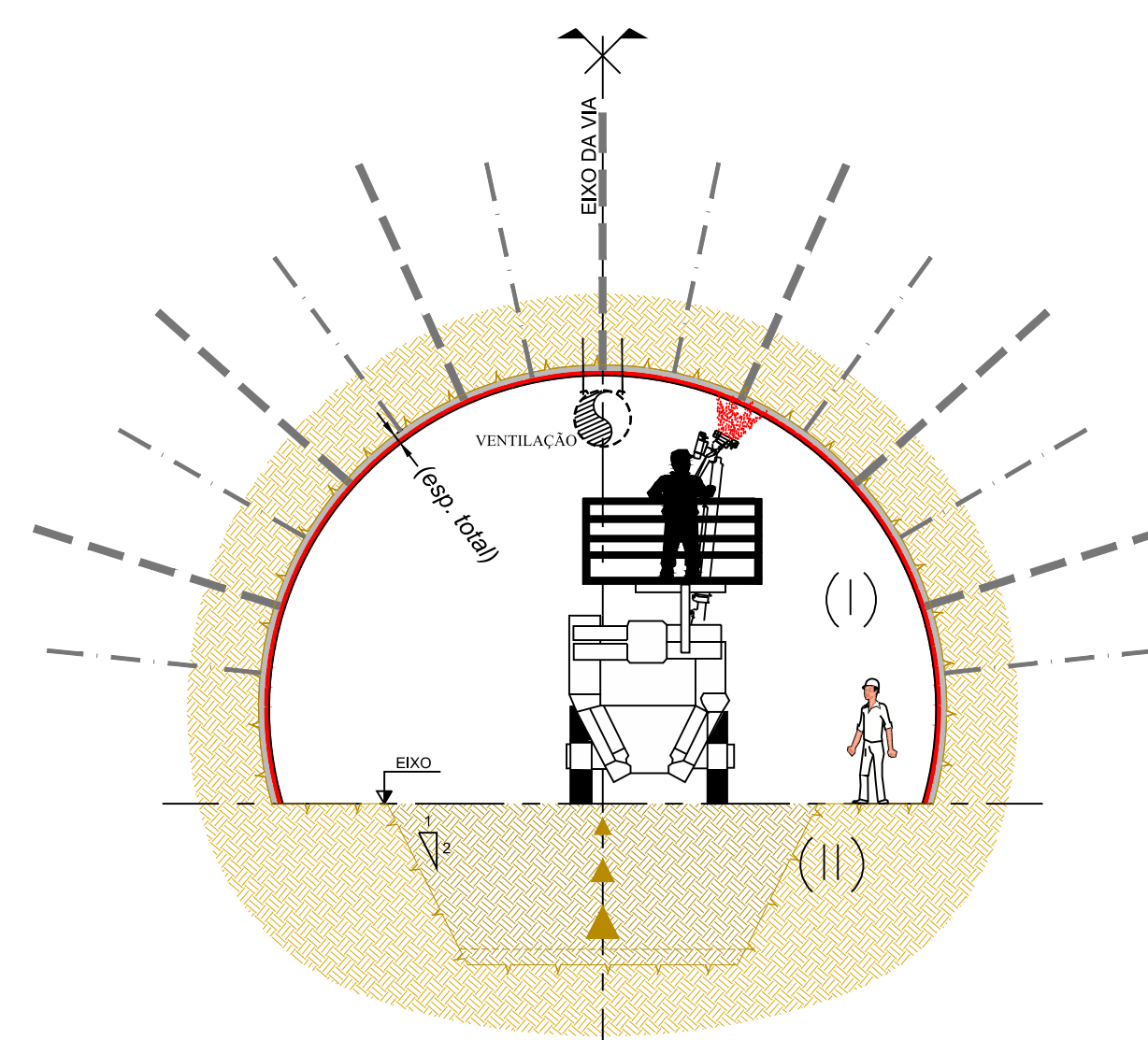
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 7: A ▶

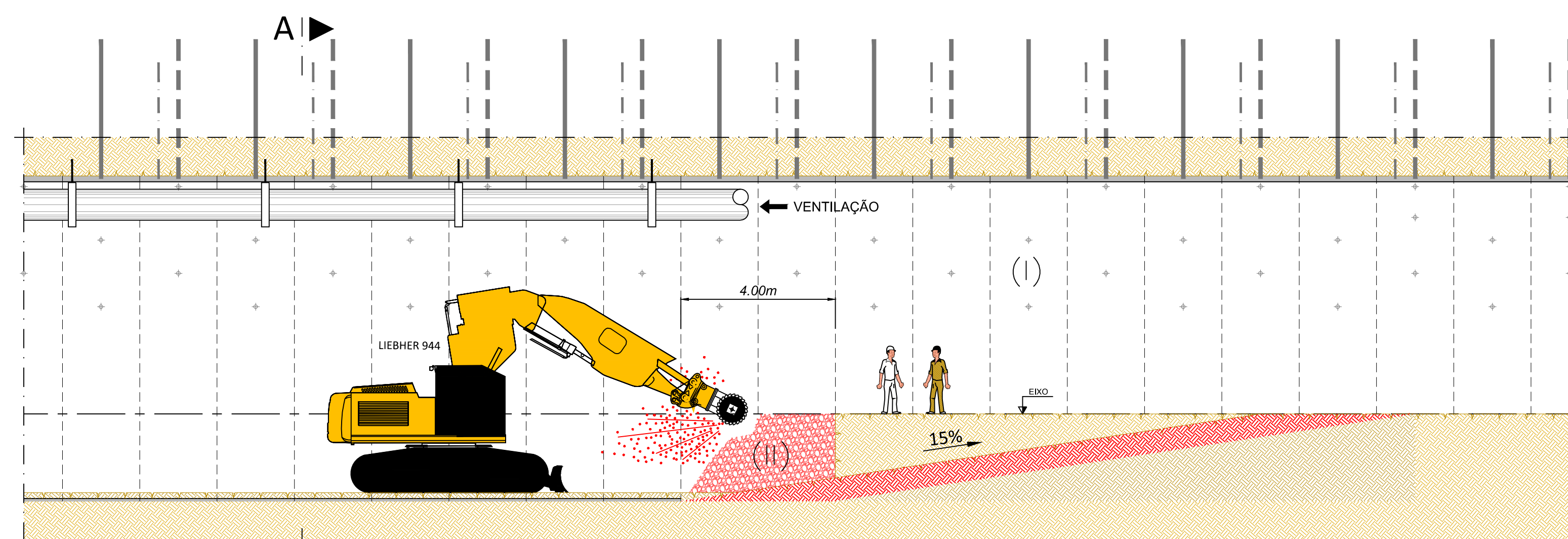
- Aplicação sucessiva de camadas de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, até atingir a espessura total de projeto.
 - Secção TV-B1: (esp. total) = 7cm
 - Secção TV-B2: (esp. total) = 12cm
 - Secção TV-C1: (esp. total) = 15cm



Corte A

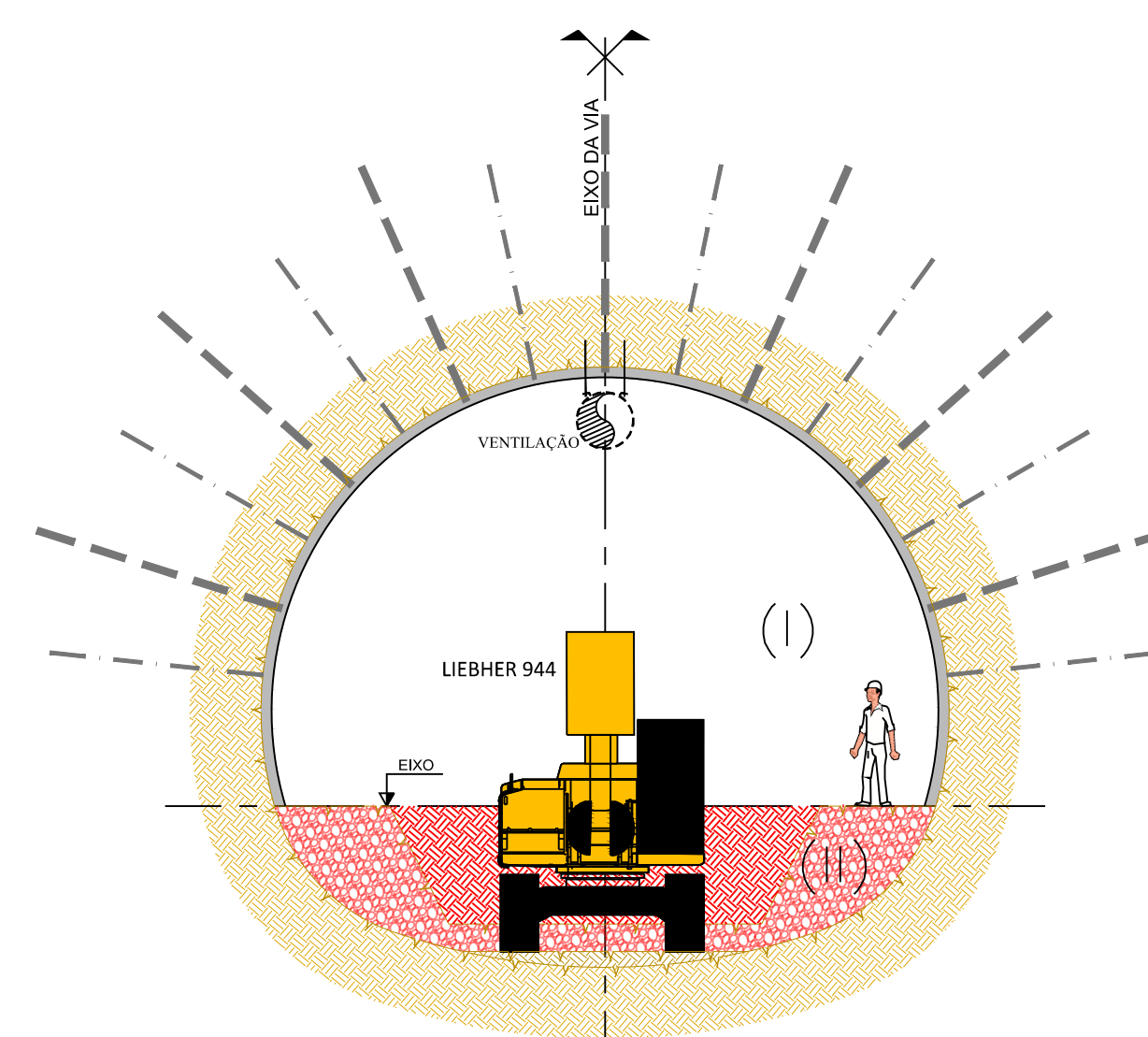
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 8: A ▶

- Escavação da soleira (II), com avanço de 4.00m e reposicionamento da rampa de acesso provisório, com escavadora do tipo Liebherr 944, com cabeça roçadora.

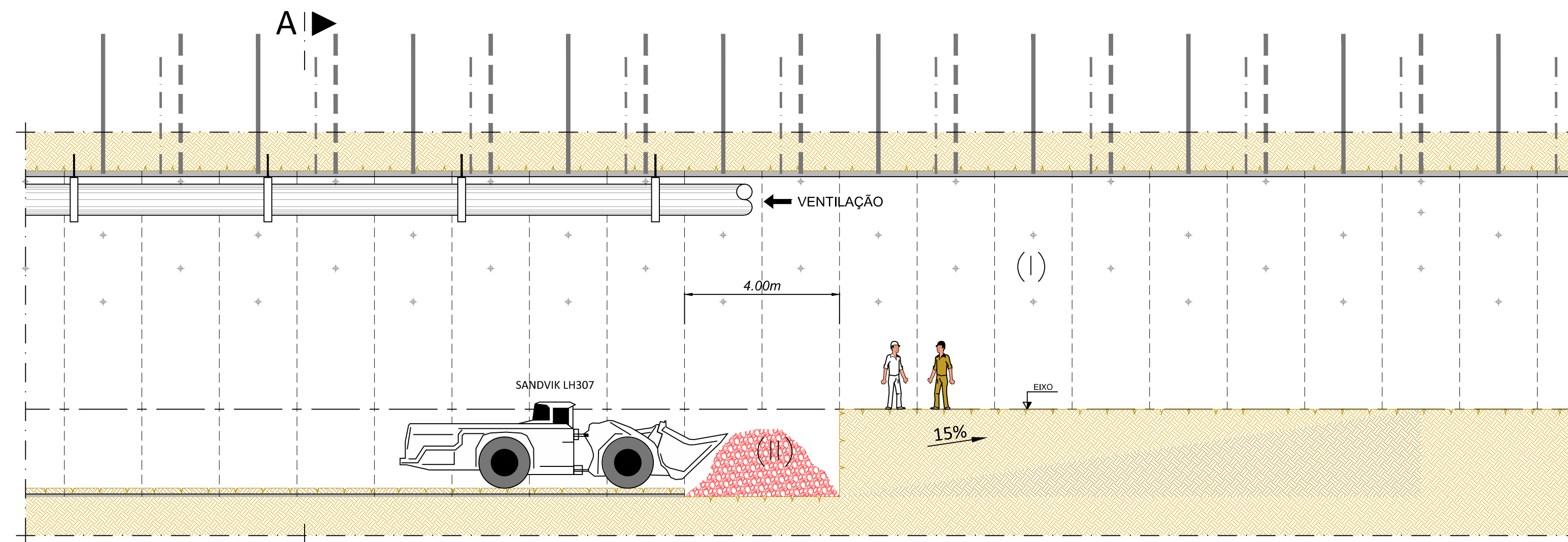


Corte A

(Escala: 1/100)

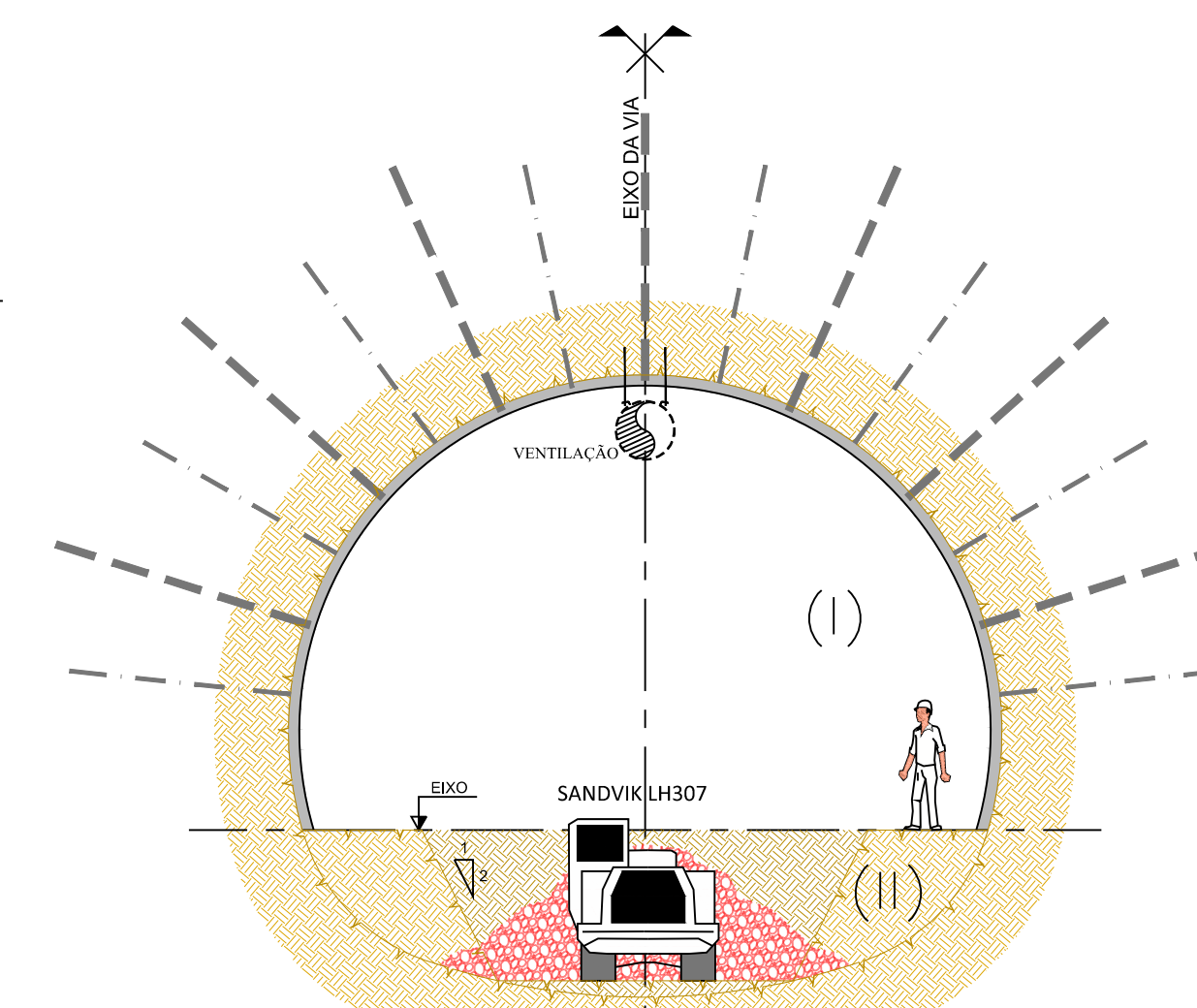
ALTERAÇÕES		0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR
DATA	DES.	VERIF.	VERIF.	DATA	DES.	VERIF.
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO						
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1						
Escalas: Des. n.º 133527 F. 4 / 6 Alter. Substituído Nº SAP Versão Folha						
Aprova. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024				Identificação Empresa Projeto: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: 4 / 6		
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087903 0						

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



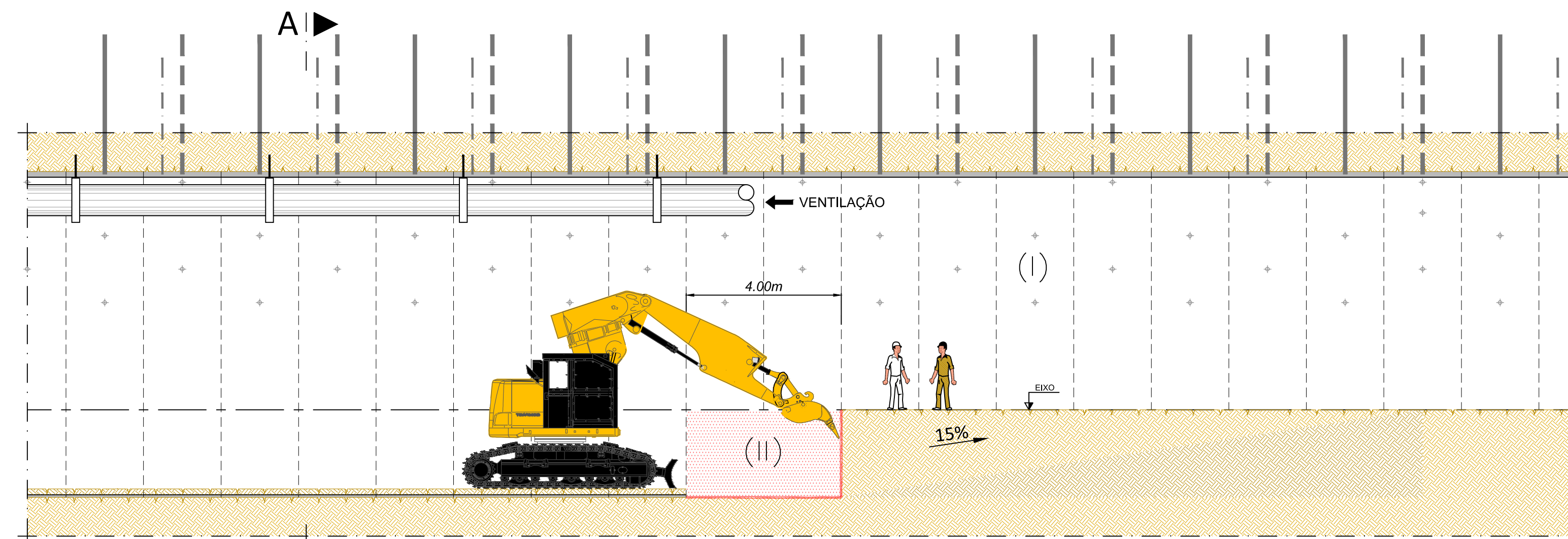
Fase 9: A ▶

- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



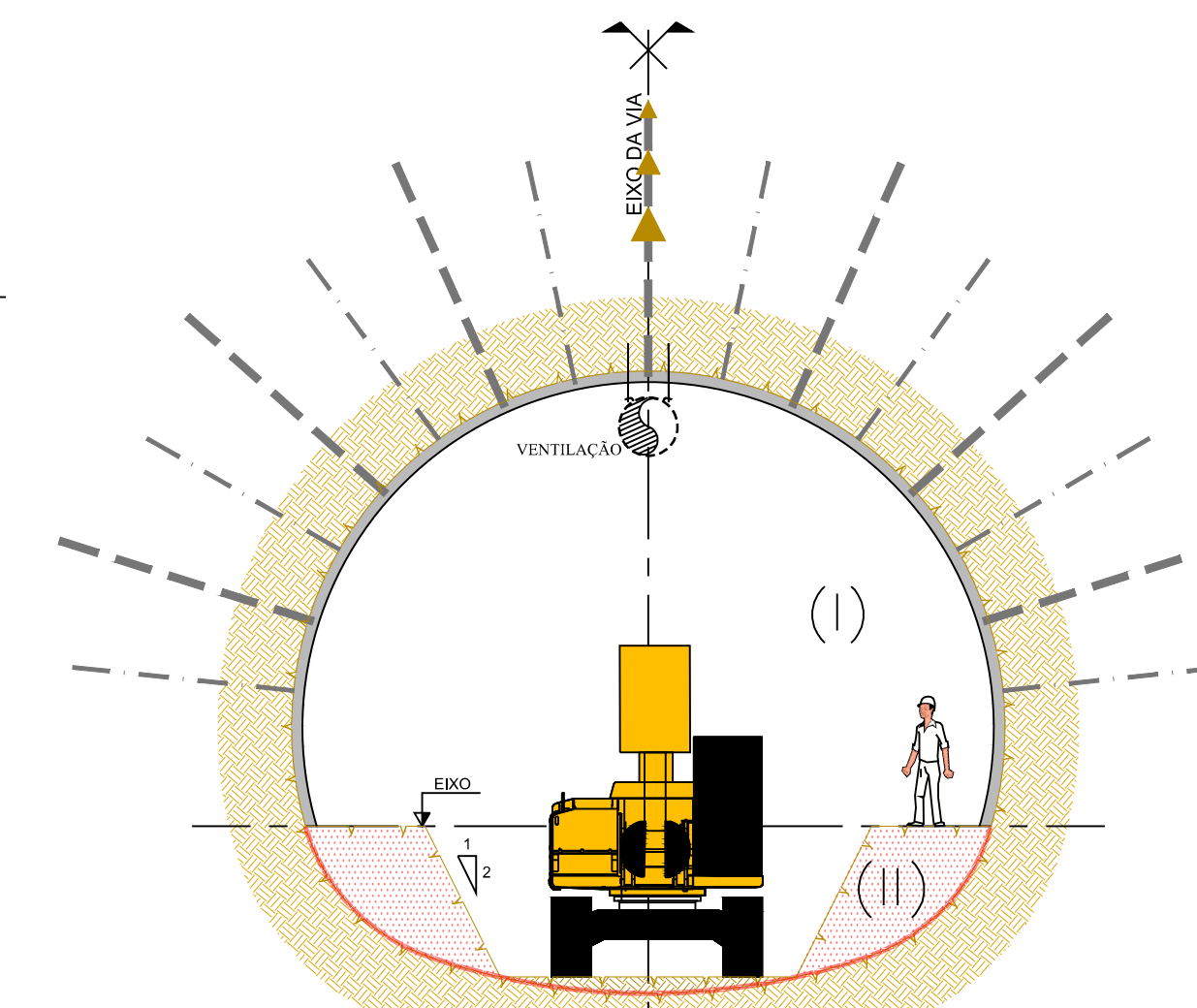
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 10: A ▶

- Saneamento do terreno.



Corte A
(Escala: 1/100)

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

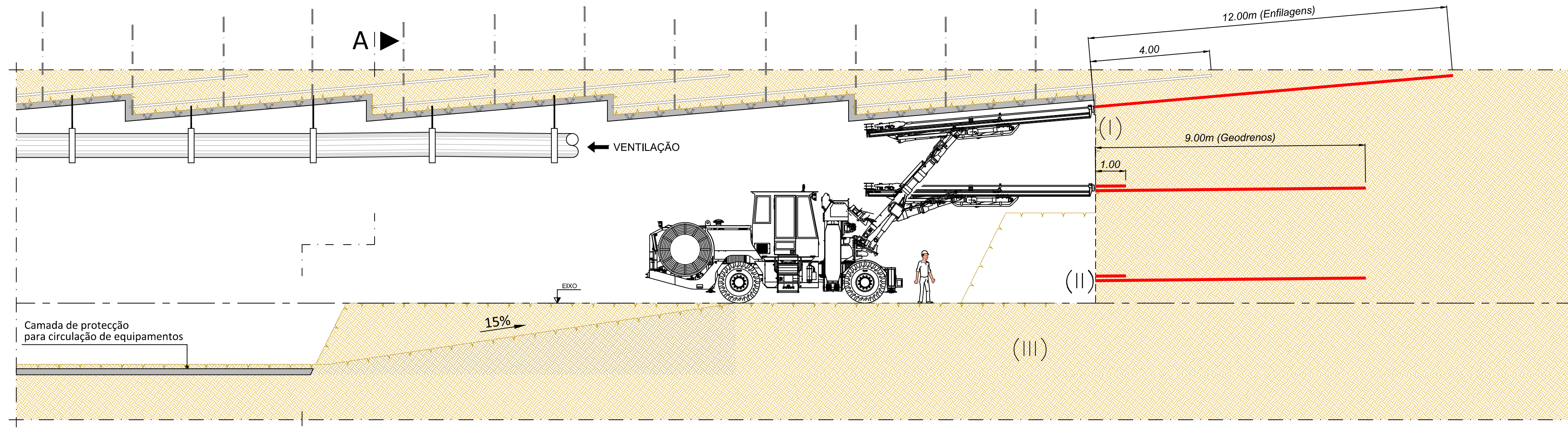
Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		
Data: Aprov. Verif. Proj. Des.	Escalas: Des. n.º 133528 F. / Alter. Substituído Nº SAP Versão Folha	

Aprov.	RP	05/07/2024	Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: 5 / 6
Verif.	RVR	05/07/2024	
Proj.	FAB	05/07/2024	
Des.	TNC	05/07/2024	

Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087904 0

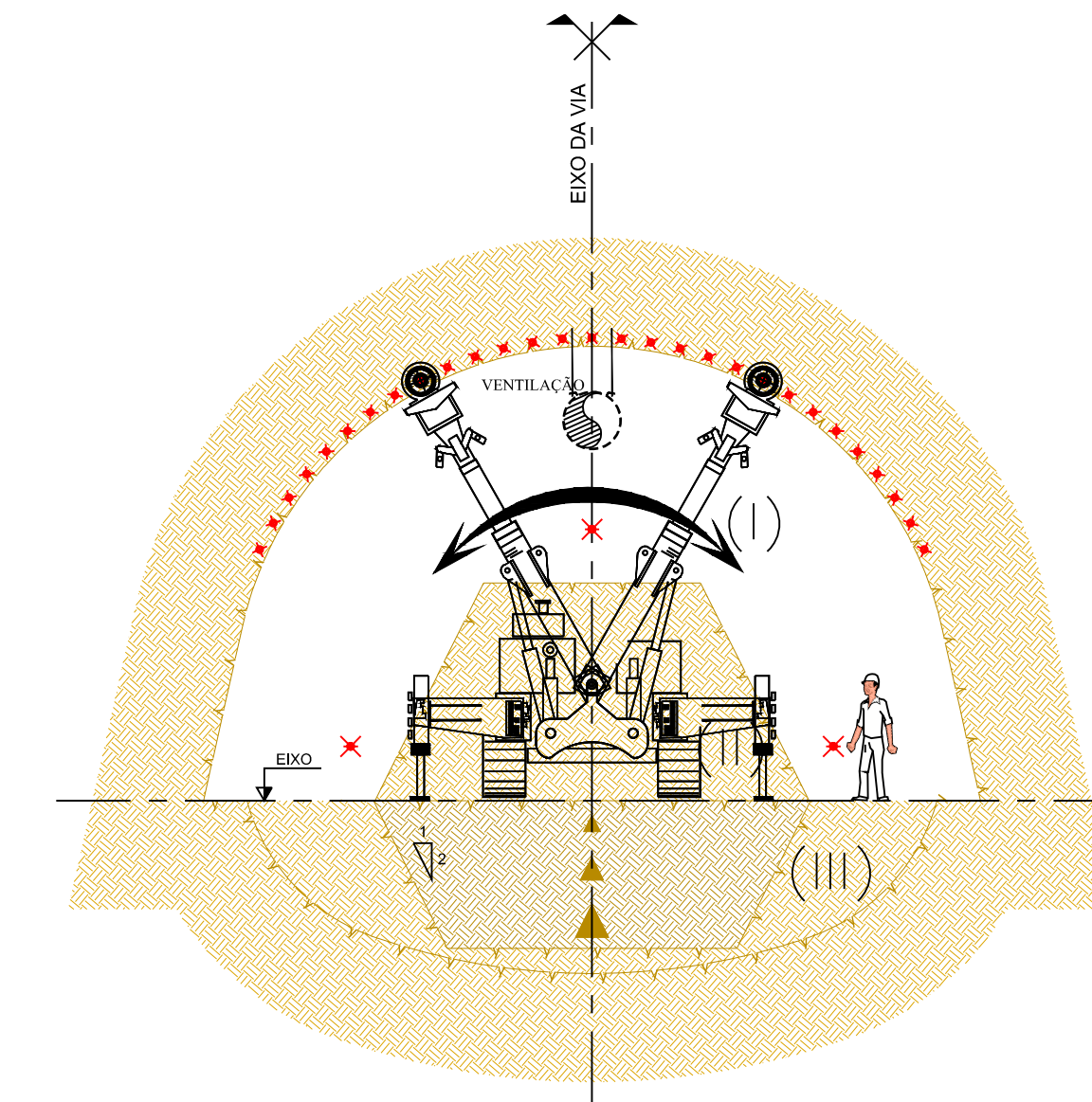
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 1:

- Execução de "guarda-chuva" com enfilagens metálicas autoperfurantes $\varnothing 76-8\text{mm}$ a cada 8.00m, com jumbo de 2 braços. (com 12.00m de comprimento e 4.00m de sobreposição).
- Execução de 3 geodrenos na frente (nas zonas assinaladas com ***) $\varnothing 50\text{mm}$ L=9,00m e furação $\varnothing 76\text{mm}$, com sobreposição de 1.00m, com jumbo de 2 braços.

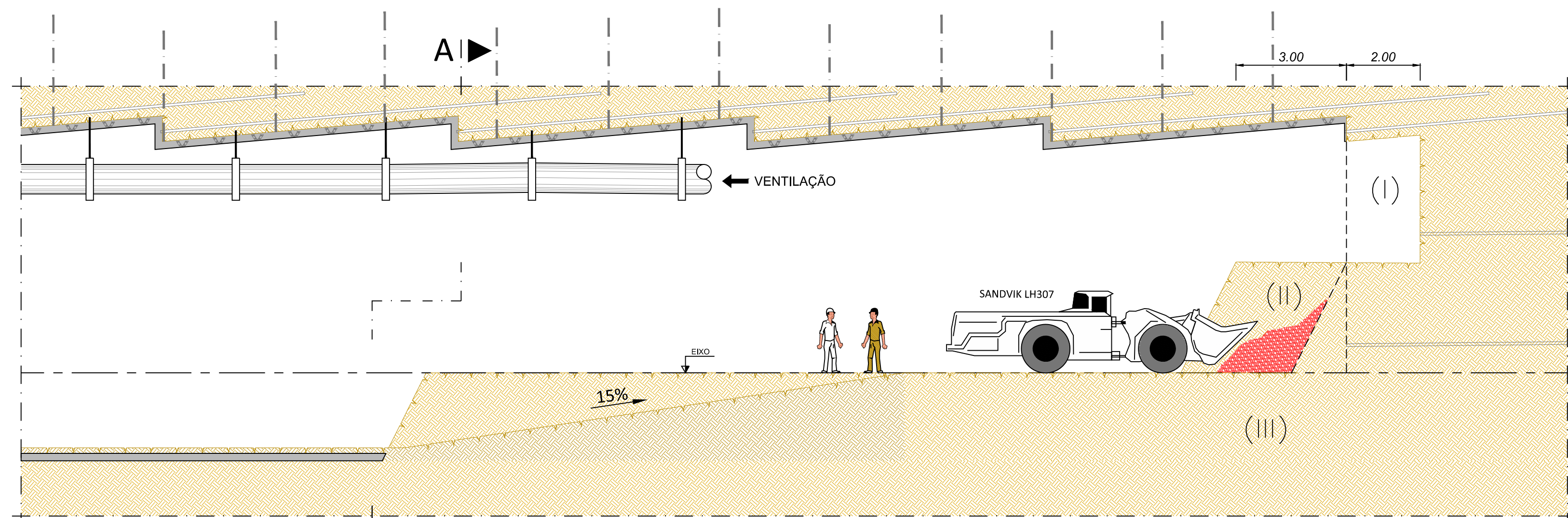


Corte A
(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA		Metropolitano de Lisboa	
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR	
Data:		Projeto de Execução		Escala: Des. n.º 133530 F. /	
Aprov.:		ESTRUTURAS		Alter.:	
Verif.:		TÚNEL DE VIA		Substituído:	
Proj.:		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO		N.º SAP:	
Des.:		SECÇÃO TIPO: TV-D		Versão:	
				Folha:	
Aprov.:		MOTAENGIL ENGENHARIA		COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO	
Verif.:		COBA		Identificação Empresa Projeção:	
Proj.:		JET		COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO	
Des.:		JLCM		Escala: 1/100	
				Folha: 1 / 8	
Des.:		Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087906 0		Alter.:	
				0	

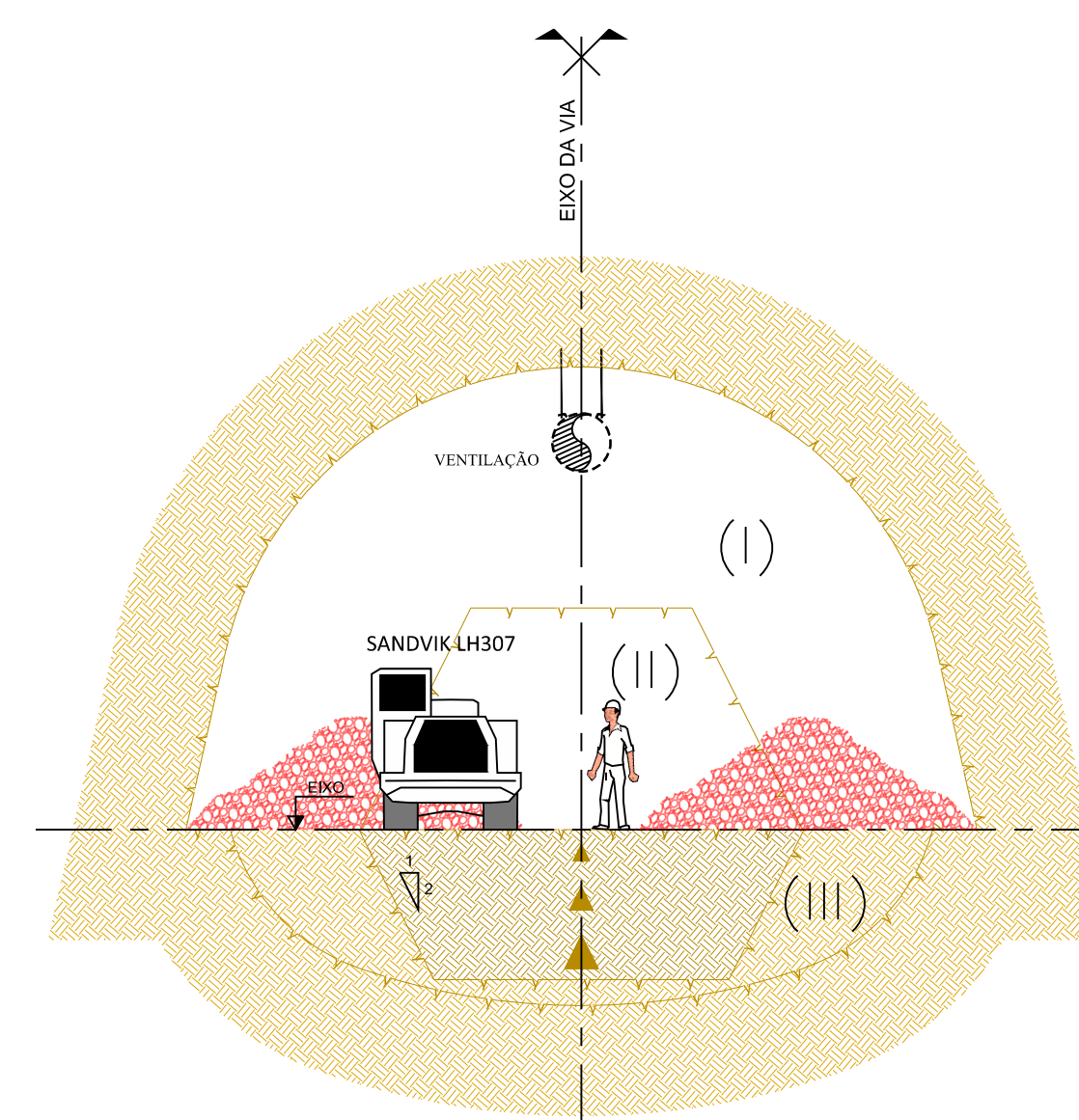
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa. E.P.E.

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 3:

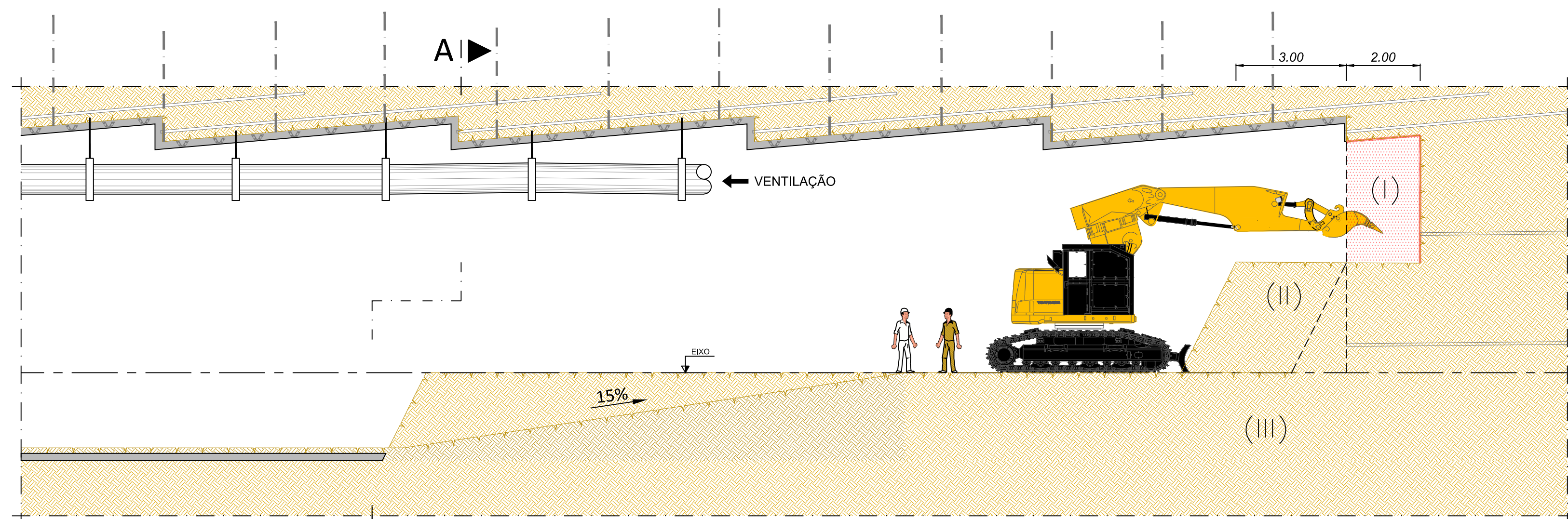
- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



Corte A

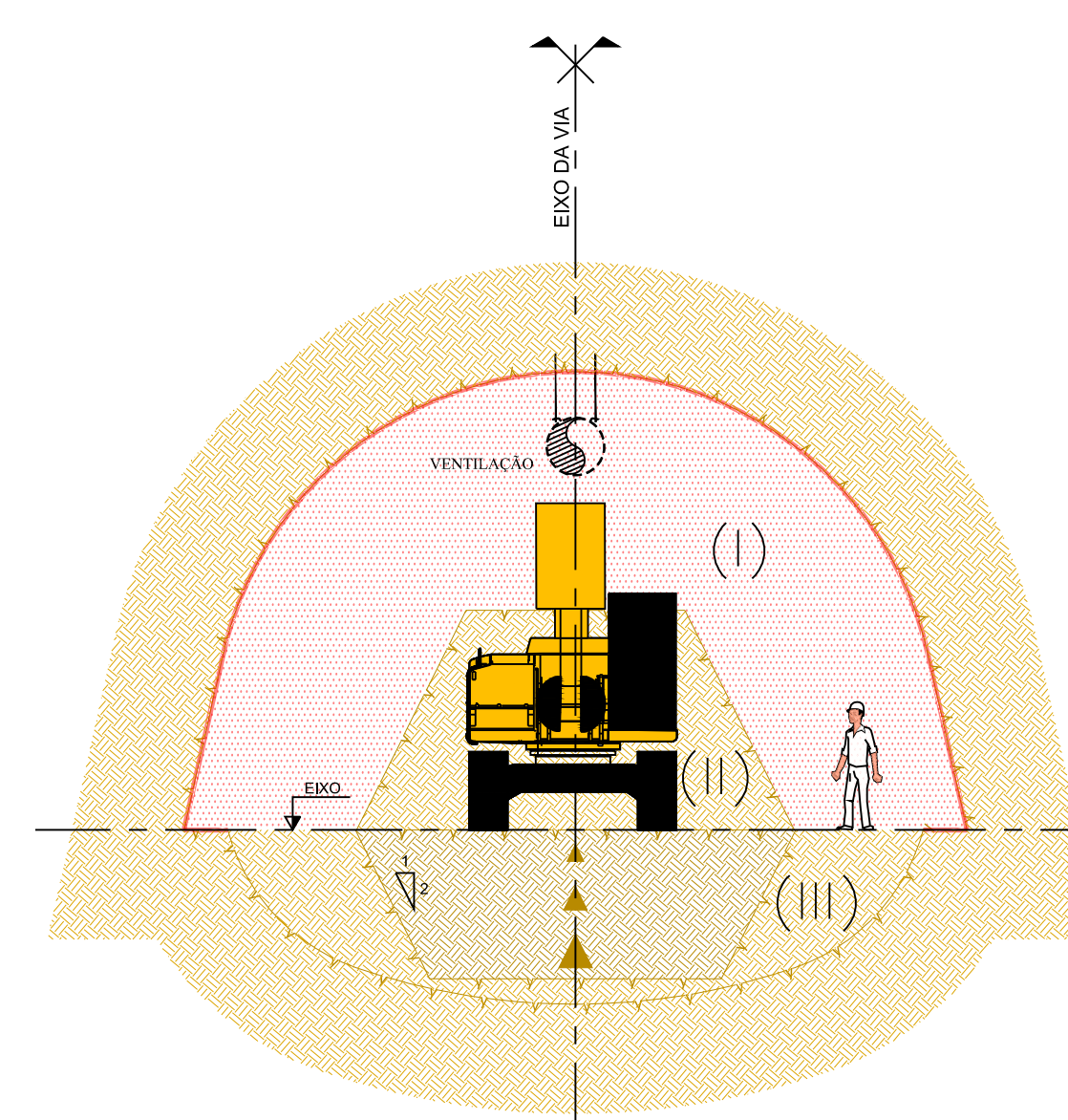
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 4:

- Saneamento do terreno.

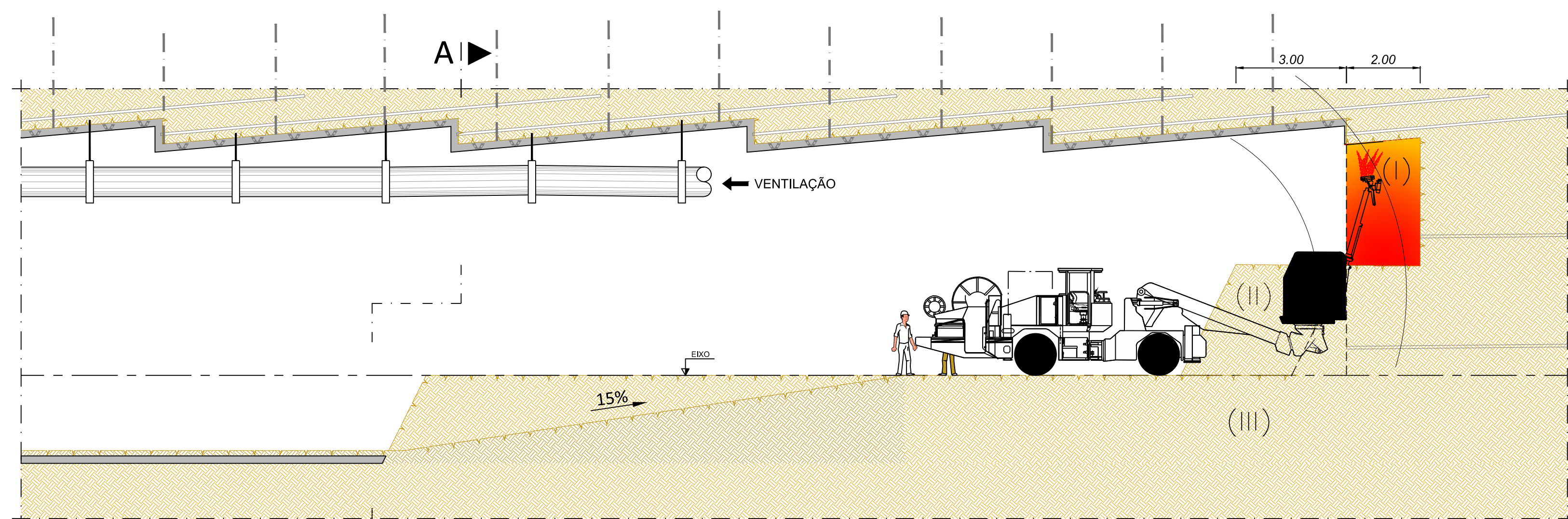


Corte A

(Escala: 1/100)

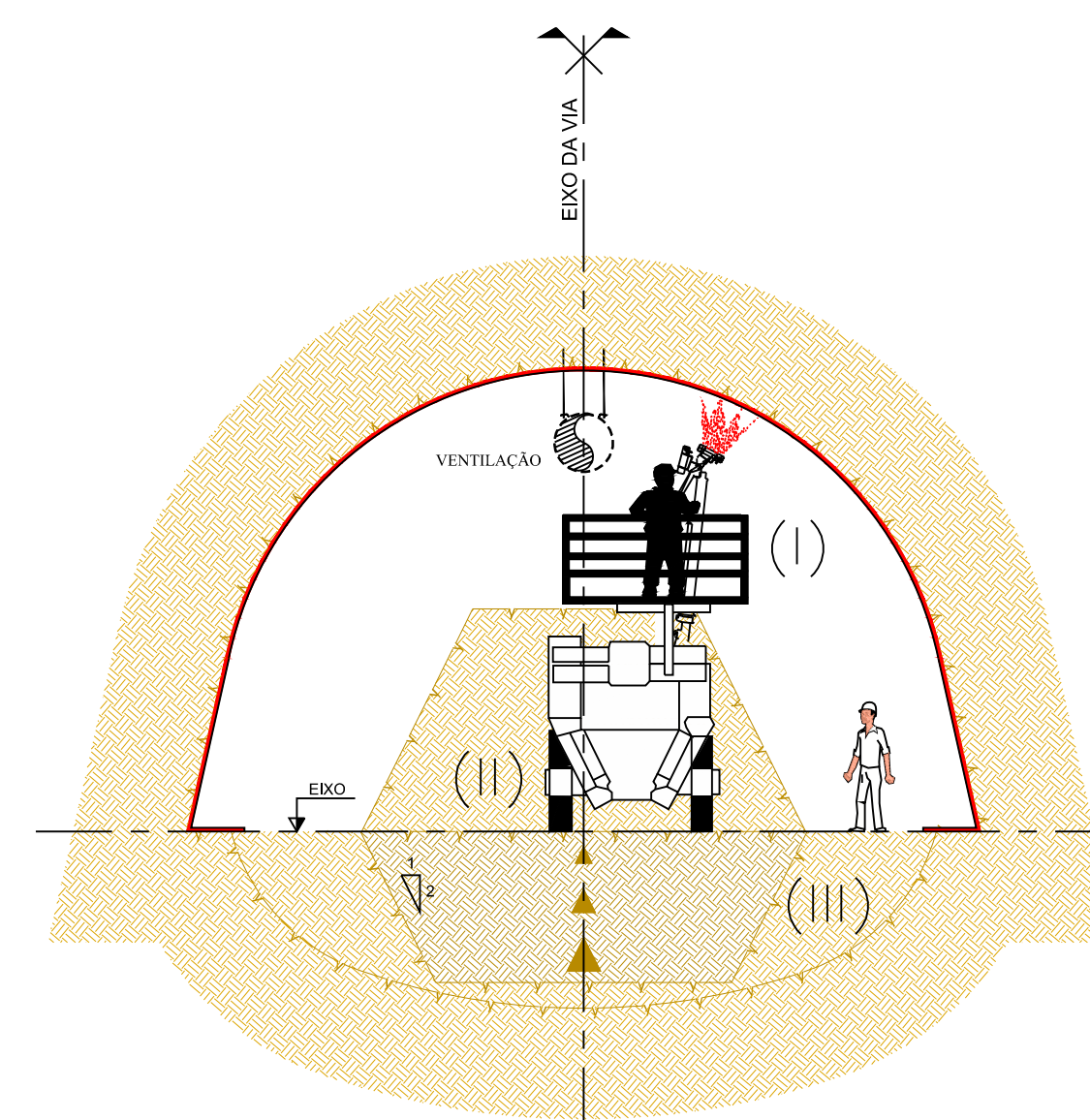
ALTERAÇÕES					
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR	
Data:		Des. n.º		133531	
Aprov.		Alter.			
Verif.		Substituído			
Proj.		N.º SAP		Versão	
Des.				Folha	
Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara		Projeto de Execução		Metropolitano de Lisboa	
ESTRUTURAS		TÚNEL DE VIA		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO	
SECÇÃO TIPO: TV-D		Escalas:		1/100	
Aprov. RVP		05/07/2024		Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087907 0	
Verif. RVR		05/07/2024		Escalas: 1/100	
Proj. FAB		05/07/2024		Folha: 2 / 8	
Des. TNC		05/07/2024		Alter. 0	

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 5:

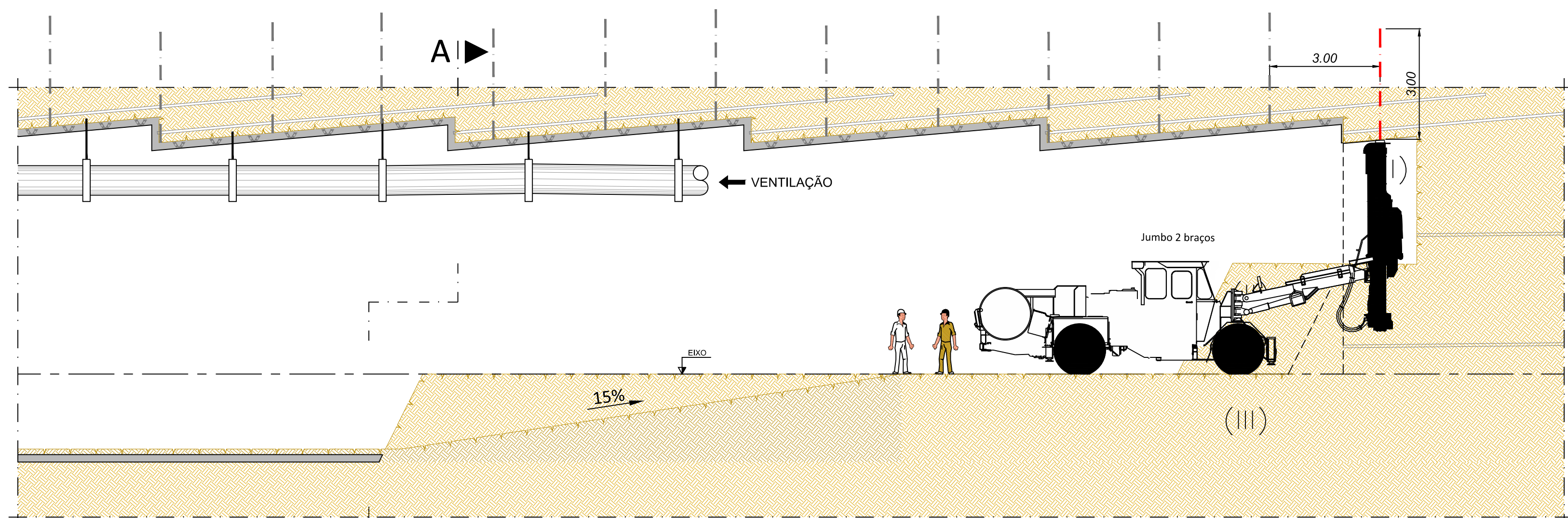
- Aplicação de camada de regularização de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, com robot de projecção.



Corte A

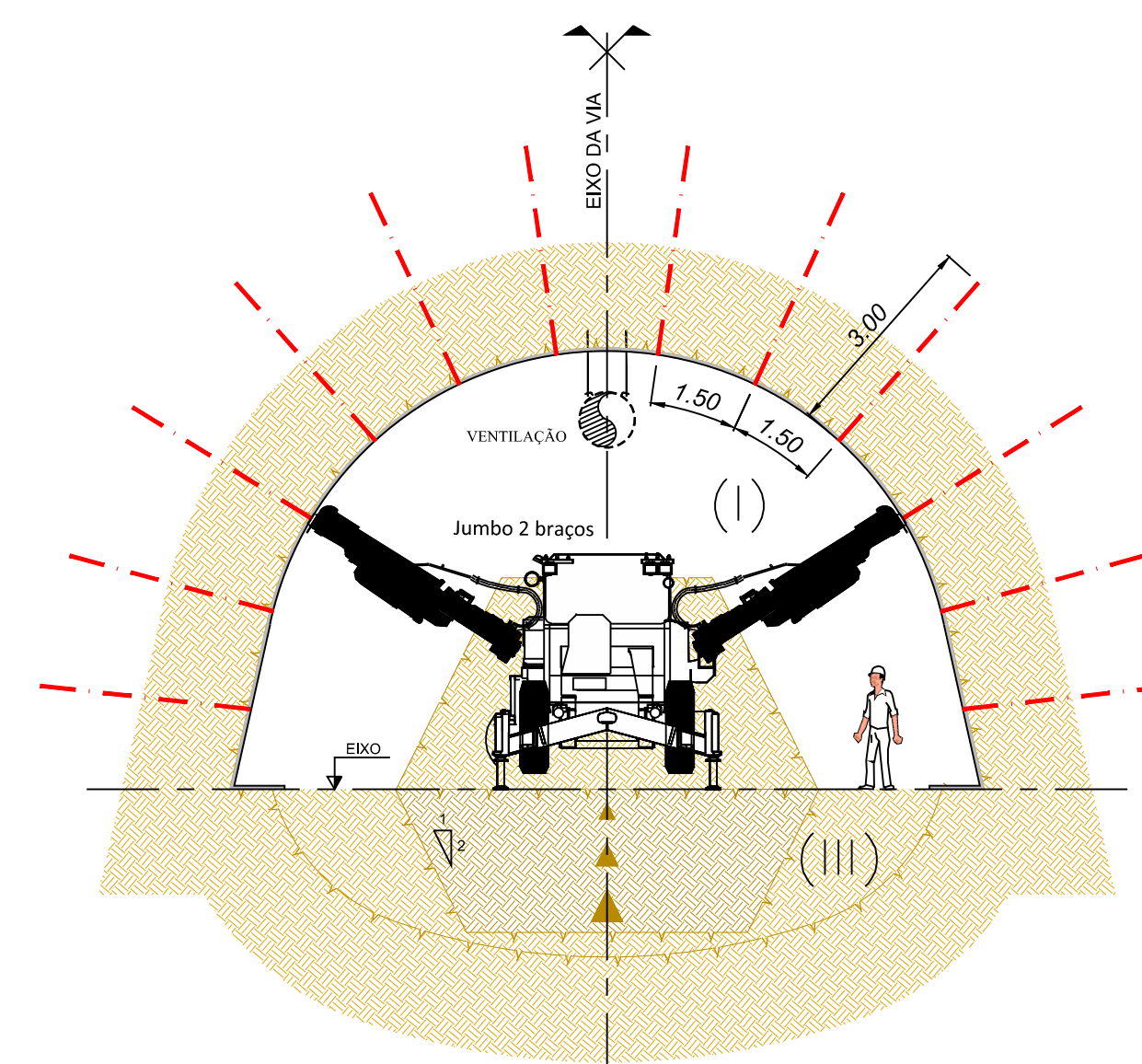
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 6:

- Execução de geodrenos Ø50mm L=3,00m furação Ø76mm, malha 1,50m x 3,00m, com jumbo de 2 braços.

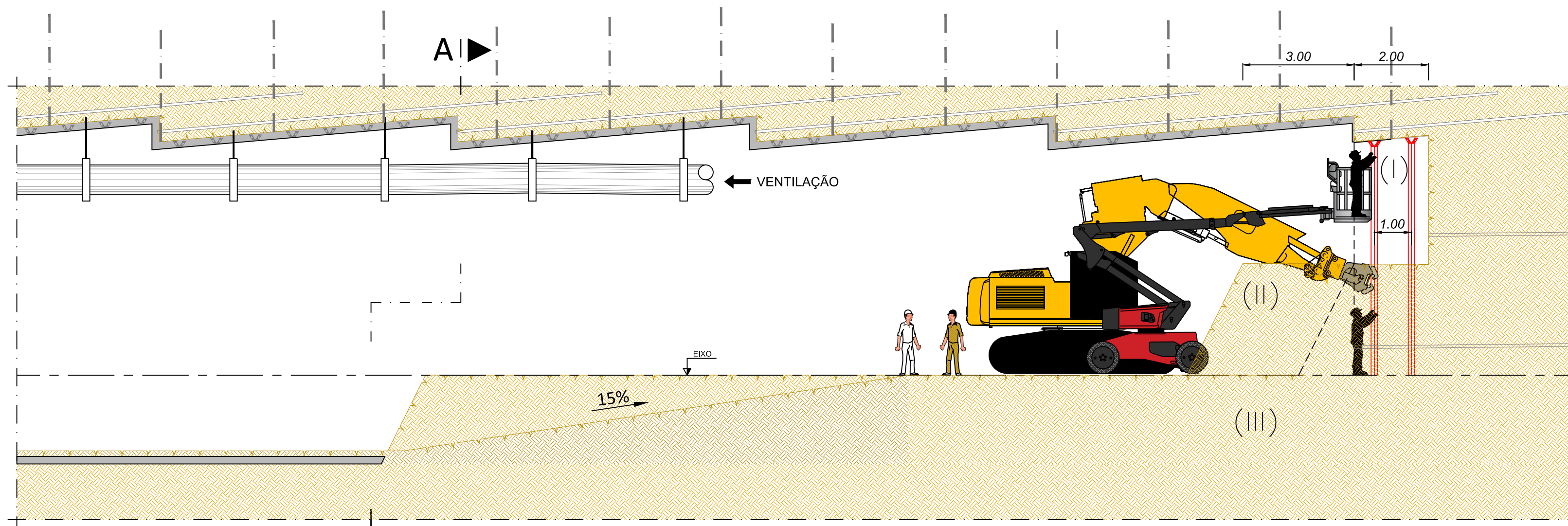


Corte A

(Escala: 1/100)

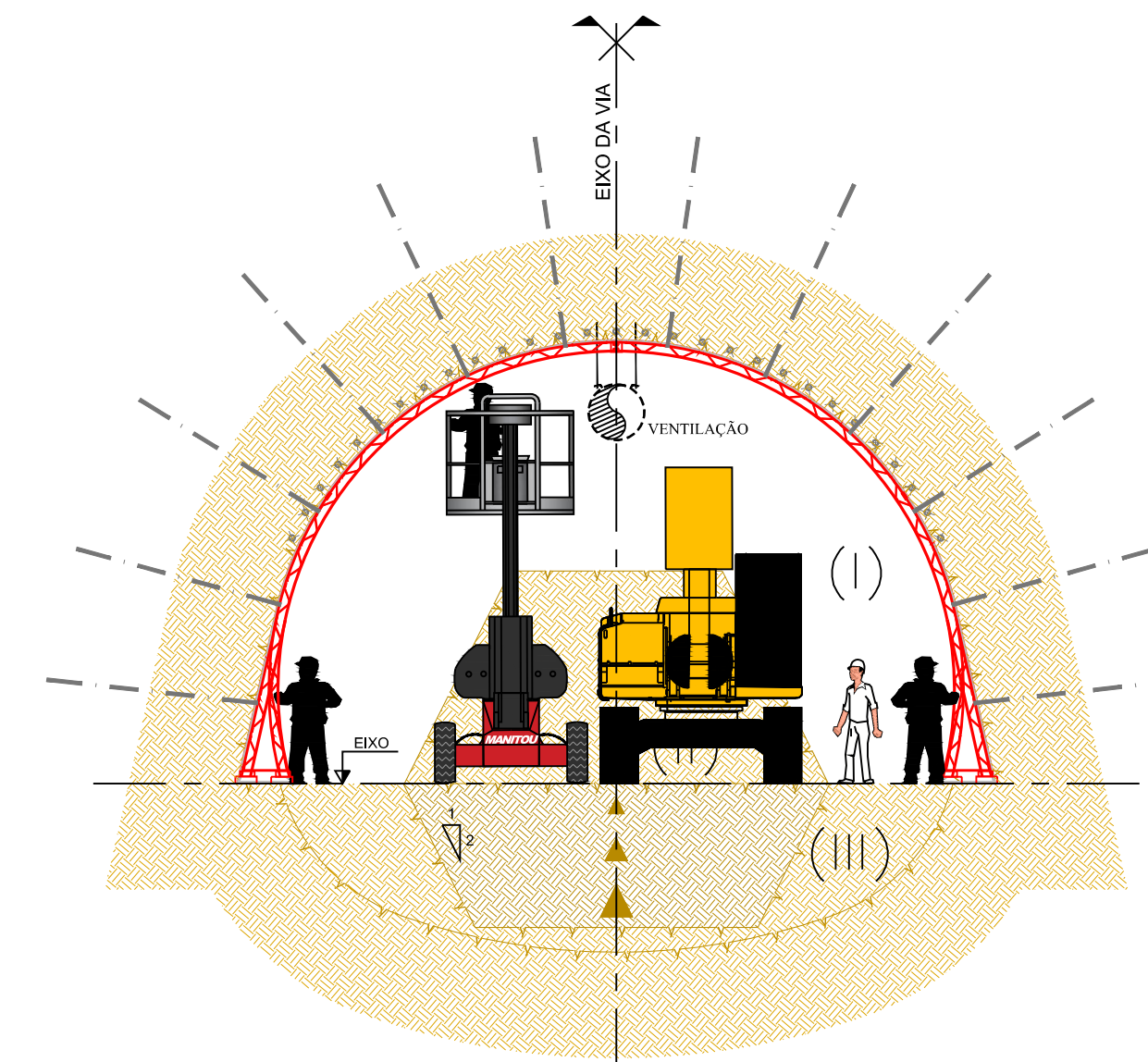
ALTERAÇÕES					
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR	
Data:		Des. n.º		133532	
Aprov.		Alter.			
Verif.		Substituído			
Proj.		N.º SAP		Versão	
Des.				Folha	
Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara		Projeto de Execução		Escala: 1/100	
Estruturas		Túnel de Via		Métodologia de Execução	
Secção Tipo: TV-D		MOTAENGL		JET. JLCM	
Aprov. RVP		05/07/2024		Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Verif. RVR		05/07/2024		Escala: 1/100	
Proj. FAB		05/07/2024		Folha: 3 / 8	
Des. TNC		05/07/2024		Desenho nº: LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087908 0	

SECÇÃO TIPO TV-D



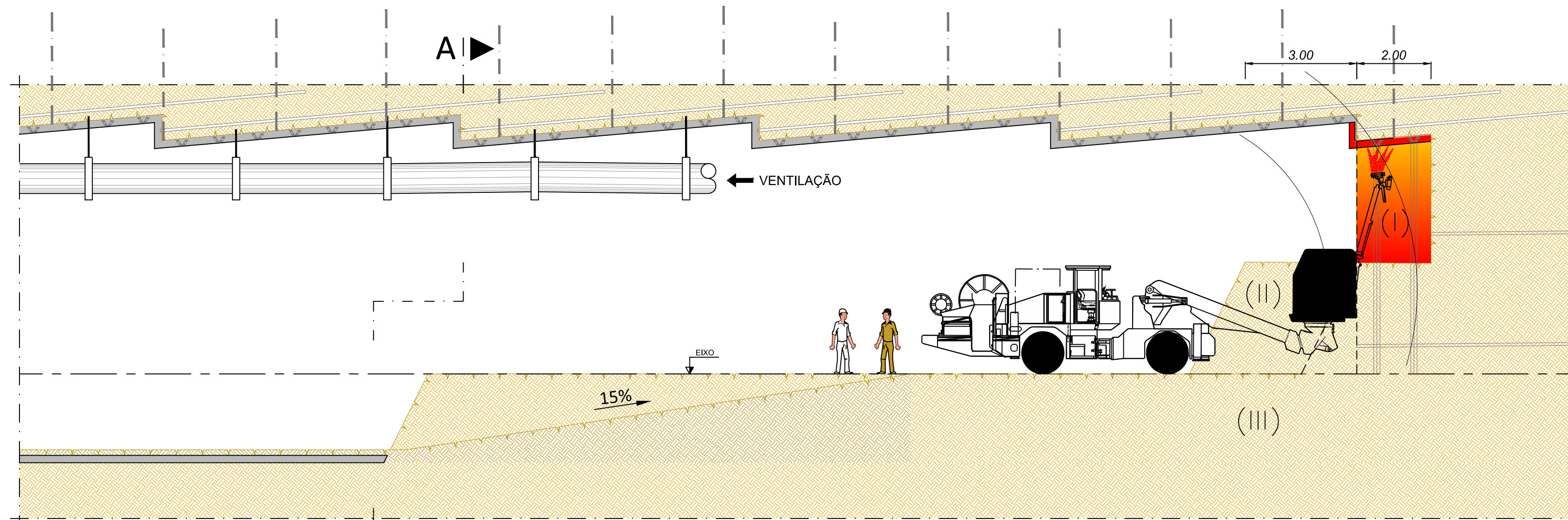
Fase 7:

- Instalação de cambotas treliçadas (P95-20-30), afastadas a 1.00m.



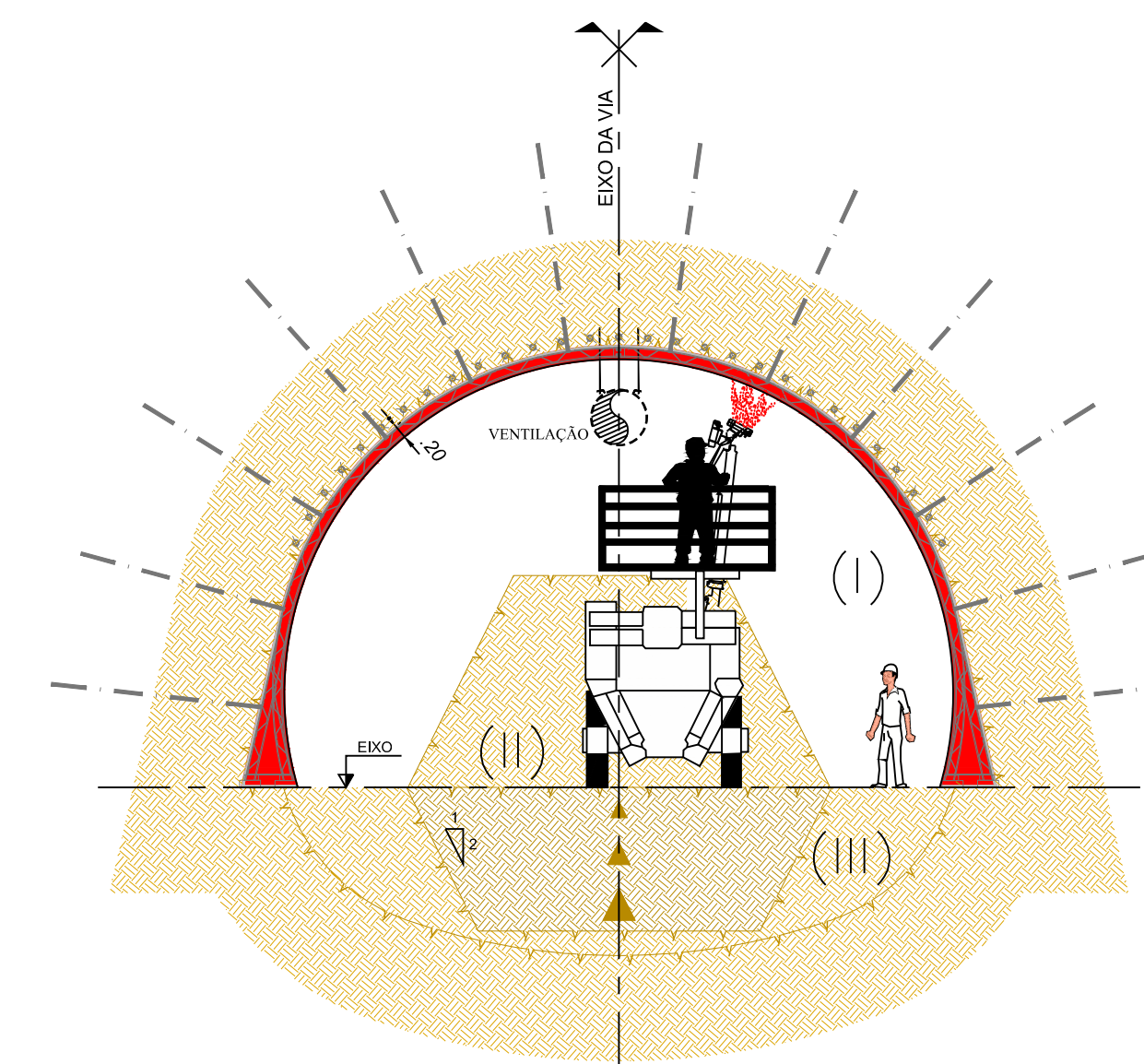
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 8:

- Aplicação sucessiva de camadas de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, com robot de projecção, até atingir a espessura de 20cm.



Corte A
(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES		03/10/2024		TNC	RVR
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	DES.	VERIF.	
0	EMIÇÃO INICIAL				

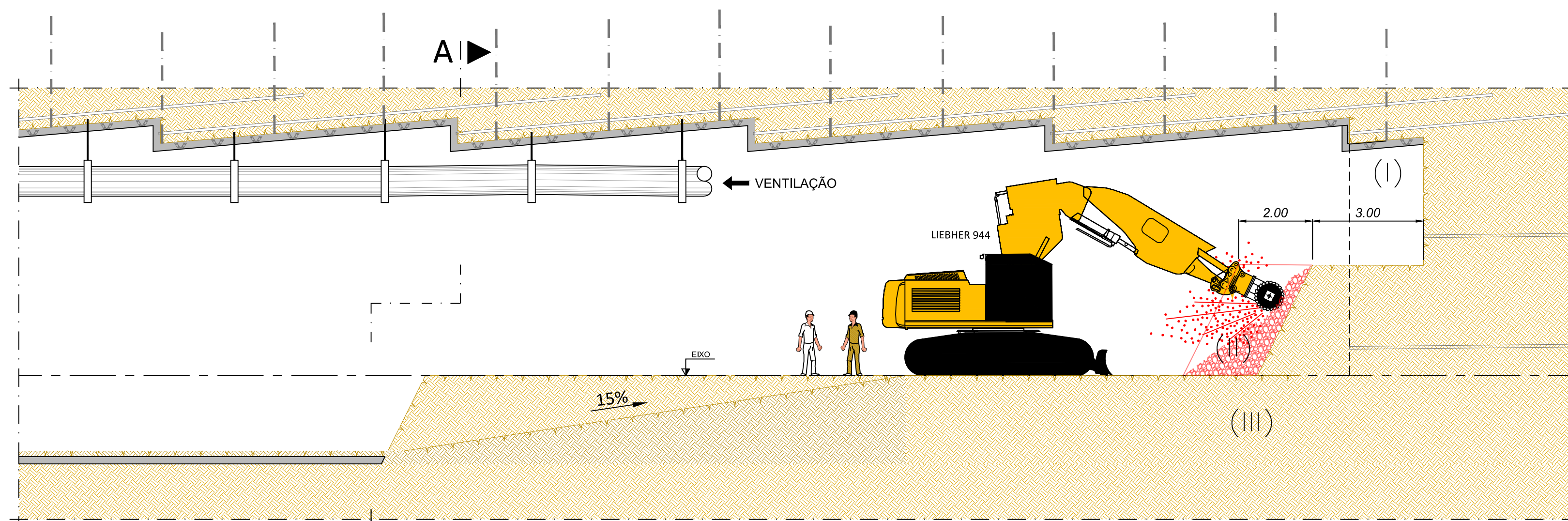
Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D		
Escalas: Des. nº: 133533 Alter.: Substituído: Nº SAP: Versão: Folha:		

APROV. RVP 05/07/2024 VERIF. RVR 05/07/2024 PROJ. FAB 05/07/2024 DES. TNC 05/07/2024	IDENTIFICAÇÃO EMPRESA PROJETISTA: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: 4 / 8	MOTACIL ENGENHARIA COBA JET SJ JLCM
---	---	---

Desenho nº: LVSSA MSA PE STR TUN T84 DW 087909 0

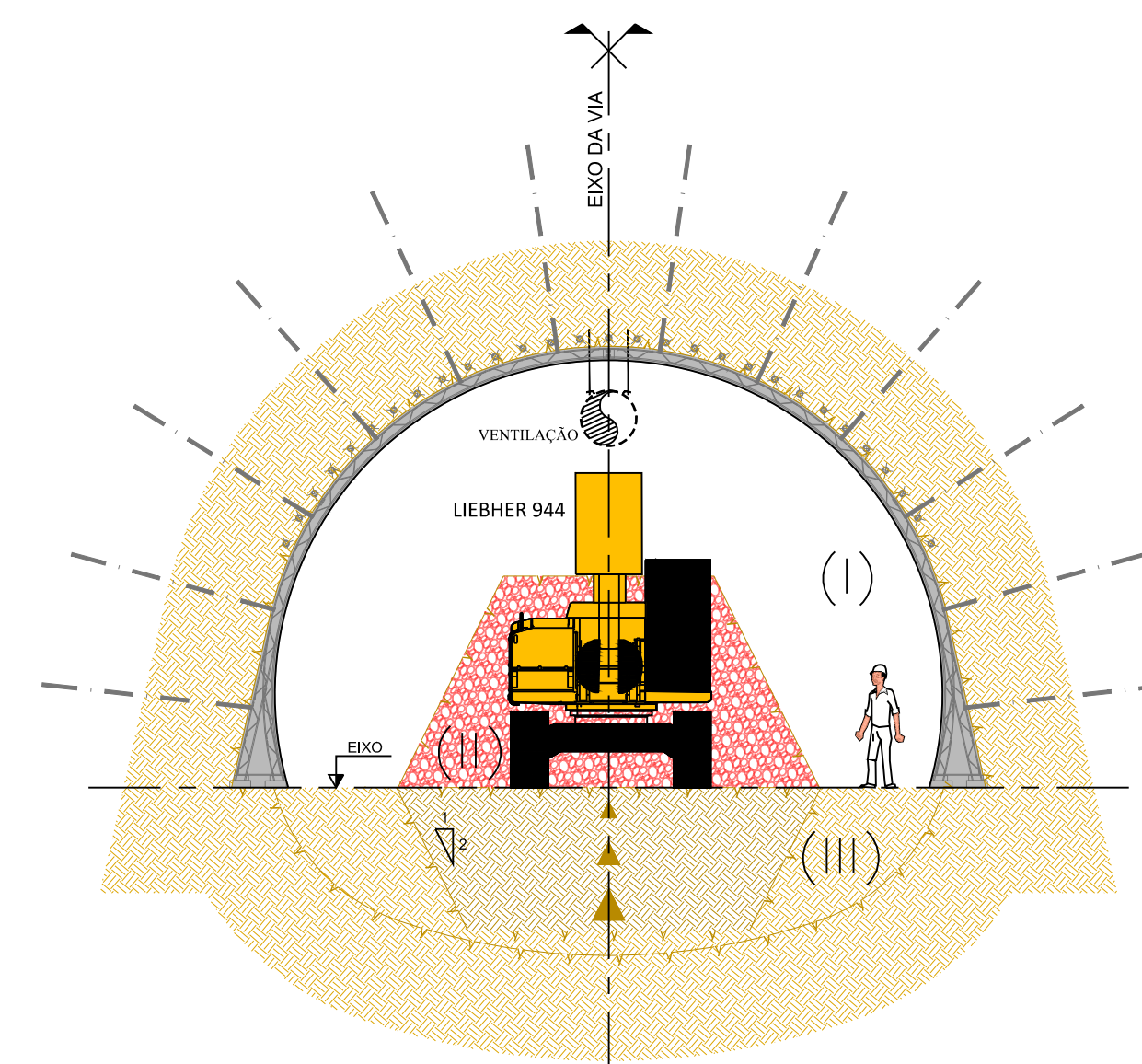
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa. E.P.E.

SECÇÃO TIPO TV-D



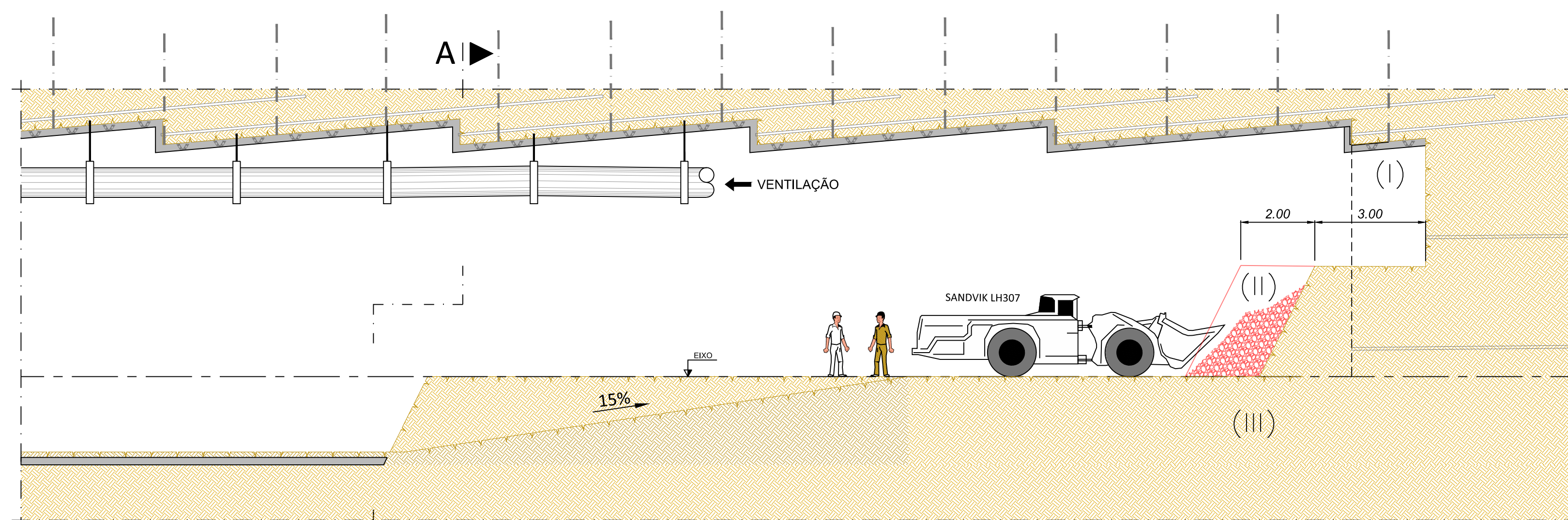
Fase 9:

- Escavação de avanço de 2.00m do núcleo (II), com escavadora do tipo LIEBHER 944, com cabeça roçadora.



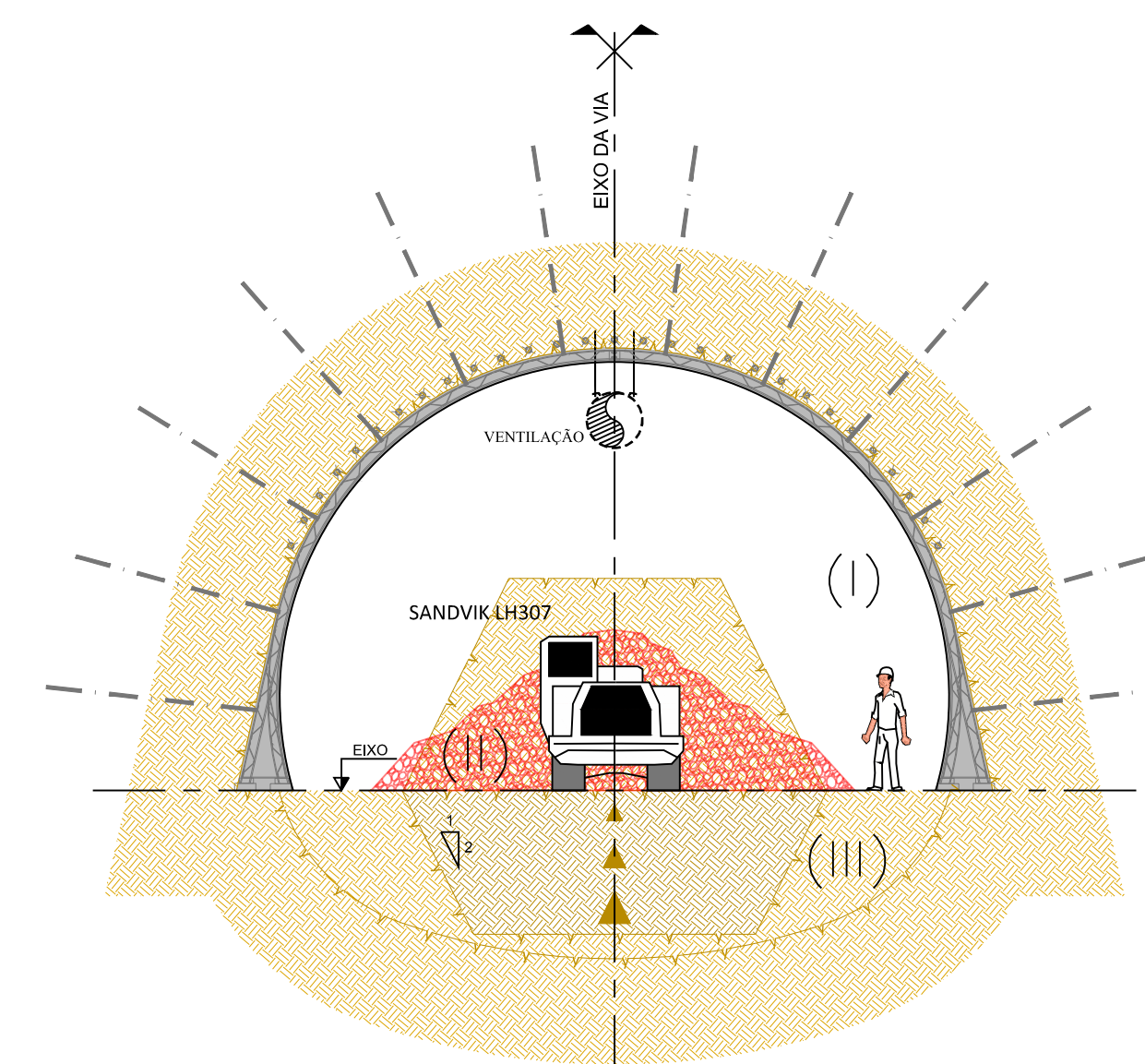
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 10:

- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



Corte A
(Escala: 1/100)

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

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D		
Des. n.º	133534	
Alter.		
Substituído		
N.º SAP		
Versão		
Folha		

Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Escalas:		1/100		Folha: 5 / 8	
Aprov.	RVP	05/07/2024					
Verif.	RVR	05/07/2024					
Proj.	FAB	05/07/2024					
Des.	TNC	05/07/2024					

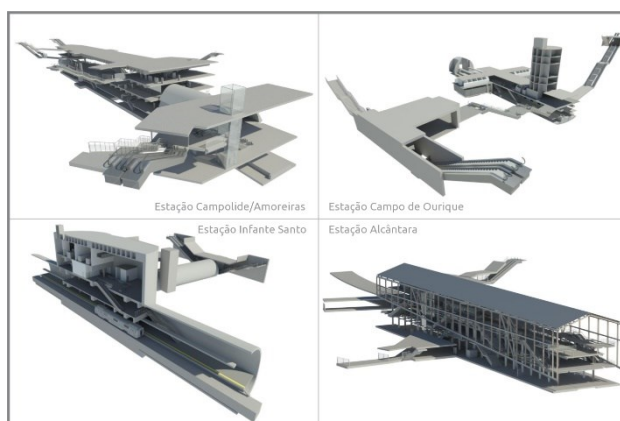
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO II

VOLUME 2 – TÚNEL T84 – REVESTIMENTO DEFINITIVO

NOTA DE CÁLCULO

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR TUN T84 NC 087002 0
-----------------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	José Alexandre		2024-09-27
Revisto	Rui Rodrigues		2024-09-27
Verificado	Rui Rodrigues		2024-09-27
Coordenador Projeto	Raúl Pistone		2024-09-27
Aprovado	Raúl Pistone		2024-09-27

	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-09-27