

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

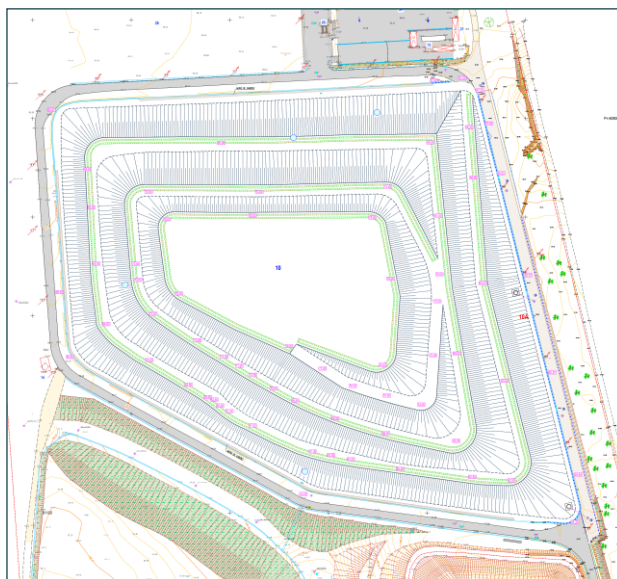
PEÇAS ESCRITAS E PEÇAS DESENHADAS

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA

R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C

ED. NICO, LOJA 2

2410-140 LEIRIA

geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

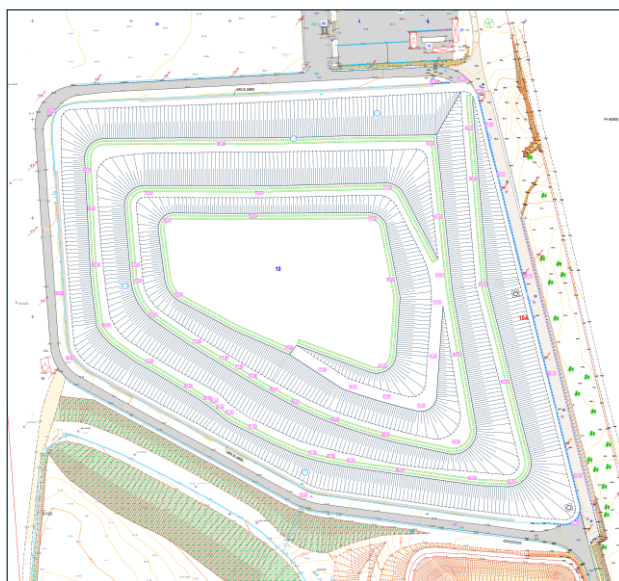
PEÇAS ESCRITAS

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA
R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C
ED. NICO, LOJA 2
2410-140 LEIRIA
geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

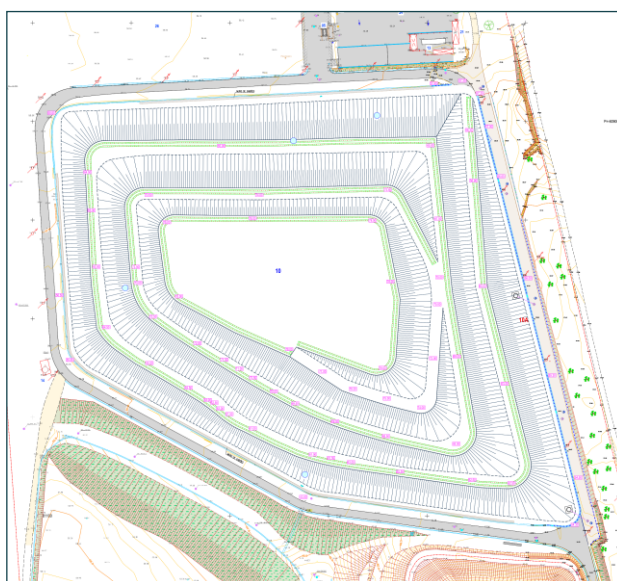
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA
R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C
ED. NICO, LOJA 2
2410-140 LEIRIA
geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

ÍNDICE

1	ÂMBITO	2
2	INTRODUÇÃO.....	3
3	CARATERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	5
4	ESQUEMA DE ENCERRAMENTO PROPOSTO	7
5	TRABALHOS A DESENVOLVER NA EMPREITADA	9
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	9
6	DRENAGEM DE LIXIVIADOS.....	11
7	IMPERMEABILIZAÇÃO	13
8	ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES COM BIOMANTAS	14
9	HIDROSEMENTEIRA	15
9.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
9.2	PREPARAÇÃO DO SOLO.....	15
10	MODELAÇÃO TRIDIMENSIONAL	16
11	CONCLUSÃO.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – DRENO PERIFÉRICO, EM BANQUETAS E ACESSOS E CAIXA DE REUNIÃO PARA ENCAMINHAMENTO PARA A REDE EXTERIOR.....	12
FIGURA 2 – BIOMANTAS – ESTABILIZAÇÃO DOS TALUDES	14

I ÂMBITO

A **ECOLEZÍRIA – EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS, EIM** solicitou à Hidrovia, Projetos de Engenharia Civil, Lda a **ELABORAÇÃO DO PROJETO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO.**

A empresa Ecolezíria, tem sede na Estrada Nacional 114 na localidade de Raposa, no concelho de Almeirim com o contribuinte nº504 871 650 e foi constituída em 15 de Dezembro de 2004.

Atualmente a Ecolezíria, EIM é uma empresa de capitais exclusivamente públicos, tendo como detentora do capital social a RESIURB – Associação de Municípios para o Tratamento de Resíduos Sólidos.

A Ecolezíria tem como objeto principal a recolha, tratamento e valorização de resíduos urbanos produzidos na área dos Municípios associados na RESIURB – Municípios de Almeirim, Alpiarça, Benavente, Cartaxo, Coruche e Salvaterra de Magos.

Estes municípios representam **121.289 habitantes (ERSAR2021)**, uma área geográfica de 2.356 km² e uma produção aproximada de resíduos de **63.000 toneladas/ano**. A gestão de resíduos é efetuada em várias infraestruturas a referir:

- Centro de Tratamento de Resíduos da Raposa;
- Estação de Transferência de Salvaterra de Magos;
- Estação de Transferência de Coruche;
- Ecocentro do Cartaxo.

A Ecolezíria procura de forma sustentada em termos ambientais e económicos, efetuar a gestão dos resíduos em sintonia com os municípios associados.

Com este projeto a Ecolezíria pretende desenvolver o Plano de Encerramento do aterro de acordo os requisitos técnicos constantes no Decreto Lei nº102-D/2020 de 10 de dezembro.

2 INTRODUÇÃO

De acordo com o constante no TUA, a Ecolezíria terá que submeter junto da Entidade Coordenadora CCDRLVT o plano de encerramento do aterro e o programa de manutenção e controlo pós-encerramento que deverá integrar o modo de cumprimento do disposto no Decreto Lei nº102-D/2020 de 10 de dezembro.

De acordo com o nº2 do artigo 27º o pedido de encerramento parcial ou total terá que ser submetido com uma antecedência mínima de 180 dias relativamente à data prevista para o início da operação de encerramento. O Pedido de encerramento parcial ou total terá que ser acompanhado do plano de encerramento.

Assim, o projeto que se apresenta propõe as acções a desenvolver para o encerramento, controlo e manutenção pós-encerramento, por forma a reduzir os riscos ambientais, nomeadamente:

- a) Prevenir a infiltração de águas pluviais até o interior do aterro;
- b) Promover a drenagem das águas superficiais até um corpo receptor externo ao aterro;
- c) Prevenir a erosão da cobertura final;
- d) Prevenir a fuga descontrolada de biogás;
- e) Manter a drenagem, recolhimento e tratamento das águas lixiviantes.
- f) Manter e potenciar a extração de biogás de modo a proceder ao seu aproveitamento para produzir energia.

As atividades do encerramento do aterro sanitário foram planeadas de forma a garantir:

- a) a minimização das necessidades de manutenção adicionais;
- b) a instrumentalização do aterro de modo a amortizar, a longo prazo, os impactos ambientais, como se verá mais adiante.

Os objetivos deste projeto são assim, o planeamento da impermeabilização, a minimização dos impactes no ambiente, mas também a integração paisagística da célula no meio envolvente. A selagem final e integração paisagística foi desenvolvida tendo em conta o disposto na parte B do Anexo IV do Anexo II do Decreto Lei nº102-D/2020 de 10 de Dezembro na sua redação atual.

3 CARATERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

As instalações da Ecoléziria na Raposa integram as infraestruturas de tratamento de resíduos urbanos que suportam as atividades desenvolvidas pela ECOLEZÍRIA, a seguir indicadas:

- ✓ Aterro Sanitário;
- ✓ Ecocentro, com plataforma de receção e armazenamento de Resíduos Elétricos e Eletrónicos (REEE), vidro e outros valorizáveis;
- ✓ Estação de transferência que permite o encaminhamento de resíduos indiferenciados para tratamento noutra instalação, que neste momento é a Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) gerida pela RSTJ (Resitejo), com o objetivo da valorização de resíduos presentes nos resíduos indiferenciados;
- ✓ Estação de tratamento de águas lixiviantes;
- ✓ Central de valorização energética de biogás (CVE);
- ✓ Estação de transferência da recolha seletiva (papel e embalagens) com compactação;

Esta unidade, juntamente com as Estações de Transferência de Coruche e Salvaterra de Magos e o ecocentro do Cartaxo, permitem à ECOLEZÍRIA promover a gestão dos resíduos urbanos na sua área de abrangência.

As instalações contemplam ainda as seguintes infraestruturas:

- ✓ Portaria e escritório;
- ✓ Báscula;
- ✓ Captação de água;
- ✓ Oficina, armazém e estacionamento;
- ✓ Lavagem dos rodados;
- ✓ Plataforma do depósito de combustível;
- ✓ Ecocentro (vidro, metais e outros);
- ✓ Estação de transferência;

- ✓ Lixeira encerrada;
- ✓ Aterro sanitário;
- ✓ Gerador de emergência;
- ✓ Central de bombagem;
- ✓ Central de Valorização Energética (CVE);
- ✓ Queimador de biogás (desativado);
- ✓ Central hidropressora;
- ✓ Separador de hidrocarbonetos (1 e 2);
- ✓ Bacia de retenção grande;
- ✓ Estação de tratamento – ETAL;
- ✓ Osmose inversa;
- ✓ Edifício de apoio à ETAL;
- ✓ Posto de transformação (1 e 2);
- ✓ Casa do “Lixeiro”.

4 ESQUEMA DE ENCERRAMENTO PROPOSTO

De forma resumida o esquema de selagem deverá possuir a seguinte estrutura (Tabela nº1 no anexo I Decreto Lei nº102-D/2020 de 10 de Dezembro na sua redação atual).

- ✓ Camada de drenagem de gases (depende do tipo de resíduos depositados);
- ✓ Camada mineral impermeável (por exemplo de argila ou bentonite), para evitar a infiltração das águas pluviais incidentes;
- ✓ Barreira de impermeabilização artificial (só é obrigatória em aterro de resíduos perigosos);
- ✓ Camada drenante com >0,50 m;
- ✓ Cobertura final com material terroso >1.00 m;

Deste modo propõe-se que a selagem final e integração paisagística tenha a estrutura seguinte de baixo para cima:

1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's) depositados.
2. Camada de solos de regularização com 0,20m de espessura, sobre os resíduos de forma a definir as pendentes e cotas finais da cobertura;
3. Camada mineral de brita isenta de calcário (por exemplo seixo rolado) para drenagem do biogás aplicada em banquetas com 0,20 m e na cúpula com 0.30 m, protegida na sua base com geotêxtil de 300 g/m²;
4. Colocação de camada mineral impermeável – geocompósito bentonítico 5 Kg/m²
5. Colocação de uma barreira de impermeabilização constituída por uma geomembrana lisa em ambas as faces de 1,5 mm de espessura na cúpula. Para os taludes, banquetas e acessos será aplicada uma geomembrana rugosa em ambas as faces de 1.5 mm de espessura;
6. Colocação de geocomposto drenante (com geotêxteis em ambas as faces), para drenagem do subsolo na cúpula, taludes, rampa de acesso e nas banquetas do aterro;

7. Colocação em taludes e banquetas de uma geogrelha de estabilização com uma resistência mínima de 80KN/m ancorada por valas de amarração;
8. Execução de trincheiras drenantes (com uma secção de 1,0 x1,0 m), envolvidas em geotêxtil de 300 g/m² na cúpula e taludes e banquetas, para encaminhamento das águas pluviais para a valeta periférica;
9. Colocação de uma camada de terra de reserva, com espessura de 0,70 m;
10. Colocação de uma camada de terra vegetal com 0,30 m de espessura;
11. Nos acessos à cúpula a camada vegetal deverá ser substituída por Tout-venant devidamente compactado para facilitar o acesso à cobertura para operações de manutenção.
12. Colocação em taludes de biomanta antierosiva, retentora de sedimentos para fixação hidrossementeira tipo “Biomanta Fibrax 3000 BF” ou equivalente;
13. Plantação com prado de sequeiro por hidrossementeira de uma mistura de gramíneas e leguminosas, por exemplo com Lolium Perenne; Dactylis glomerata, Cynodon dactylon, Festuca arundinacea, Lolium multiflorum, Trifolium repens, Trifolium pratense.

O projeto de execução relativo à selagem e encerramento do aterro sanitário da Ecolezíria contemplará o recobrimento vegetal, visando a diluição da instalação na sua envolvente e a eliminação dos potenciais incómodos.

Todos os trabalhos de captação, recolha e encaminhamentos do biogás para a CVE serão da responsabilidade da empresa responsável pelo sistema da CVE. Esta empresa será responsável pela criação de novos poços de extração de biogás (horizontais e verticais) e a sua ligação, bem como o planeamento de todo o conjunto de tubagens e a sua colocação sobre o sistema de impermeabilização previstos neste plano de encerramento.

5 TRABALHOS A DESENVOLVER NA EMPREITADA

5.1 Considerações gerais

Os trabalhos globais de encerramento a desenvolver serão os necessários ao cumprimento dos requisitos aplicáveis nos termos da legislação e das licenças em vigor, designadamente as seguintes tarefas de acordo com as peças desenhadas do projeto de execução:

- a. Modelação/movimentação de resíduos e terras onde necessário, procurando-se minimizar ao máximo a remoção de resíduos para evitar odores;
- b. Reperfilamento de taludes e banquetas onde existam resíduos e/ou terras em excesso, designadamente sobre a valeta periférica da célula para permitir a soldadura de arranque da geomembrana da selagem, execução de um dreno perimetral interno de escoamento de lixiviados e reposição da funcionalidade da valeta pluvial periférica;
- c. Execução de drenos de drenagem de águas lixiviantes nas banquetas;
- d. Execução de caixas e tubagens de ligação para remoção de todas as águas lixiviantes para a rede de drenagem existente na periferia da célula;
- e. Execução de valas de ancoragem para os geossintéticos;
- f. Fornecimento e aplicação de terras adequadas em taludes, banquetas e plataformas, isentas de pedras e materiais pontiagudos, para regularização de toda a superfície da célula e a sua preparação para a receção dos geossintéticos do complexo de impermeabilização final;
- g. Execução de camada drenante de biogás na cúpula e nas banquetas;
- h. Fornecimento e aplicação de barreira de impermeabilização com geossintéticos de acordo com a estratigrafia proposta – na plataforma superior, nas banquetas e nos taludes, observando as especificações técnicas dos materiais, aplicação e os pormenores construtivos;
- i. Reposição da rede de drenagem pluvial perimetral em funcionamento;

- j. Execução da rede de drenagem final de águas pluviais através de trincheiras drenantes na cúpula, banquetas, taludes e na periferia da célula com ligações à valeta periférica complementadas por camada drenante sintética através da aplicação de georede com geotêxtil em ambas as faces em toda a área do aterro;
- k. Fornecimento e aplicação de grelha de reforço nos taludes para estabilização dos solos;
- l. Fornecimento e aplicação de camadas de solos - 0.70 m de solos selecionados e 0.30 m de terra vegetal.
- m. Realização de hidrossementeira de acordo com o projeto;
- n. Colocação de marcas superficiais para controlo dos assentamentos;
- o. Limpezas gerais.

6 DRENAGEM DE LIXIVIADOS

A drenagem dos lixiviados do aterro é realizada atualmente de duas formas:

- Camada drenante do fundo dos alvéolos da célula, com drenos perfurados e poços de recolha;
- Camada drenante na zona da reengenharia da célula;
- Dreno periférico em parte significativa do aterro (tardoz do muro de gabião);

Com o passar dos tempos estes sistemas de drenagem encontram-se colmatados pelo que se propõe para a remoção de lixiviados na base dos taludes e na periferia da célula do aterro a construção de drenos em PEAD PE100 PN10 DN200 ranhurado (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120°), envolvido em brita não calcária e geotêxtil de 200 g/m² que encaminhará por meio de caixas de visita e coletores à rede existente de recolha de lixiviados.



Figura 1 – Dreno periférico, em banquetas e acessos e caixa de reunião para encaminhamento para a rede exterior

Os poços de lixiviados construídos em anéis perfurados, durante à exploração do aterro deverão ser cobertos com anéis não perfurados acima da última camada de resíduos. Propõe-se assim, que a parte terminal destes poços seja em anéis estanques $\varnothing$ 2.00 m com cerca de 1.0 m acima da cobertura final do aterro. Todos os poços de lixiviados deverão ser selados e possuir drenagem de biogás sendo a sua ligação da responsabilidade da empresa responsável pela extracção do biogás.

Todos os lixiviados recolhidos no aterro, devem ser encaminhados através dos coletores existentes para a ETAL.

7 IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização será realizada com recurso à instalação de geomembrana em PEAD com 1,5 mm de espessura, rugosa nos taludes e banquetas e lisa na cúpula.

A geomembrana será ancorada em banquetas e interligada ao sistema de impermeabilização basal na zona periférica da célula, conforme pormenores do projeto.

Sobre o sistema de impermeabilização será aplicado geocomposto drenante (com geotêxteis em ambas as faces), para drenagem do subsolo na cúpula, taludes, rampa de acesso e nas banquetas do aterro.

Nos taludes e banquetas está ainda previsto instalar uma geogrelha de estabilização com uma resistência 80KN/m ancorada por valas de amarração, para aumentar a estabilidade do sistema de cobertura.

Na cúpula, banquetas e acessos está previsto aplicar trincheiras drenantes envolvidas em geotêxtil de 300 g/m² para melhorar a drenagem das águas pluviais da cobertura e a sua condução até à periferia da célula.

Após estes trabalhos serão realizados os arranjos paisagísticos que incluem a colocação de 0.70 m de terras e 0.30 m de terra vegetal. Nos taludes será aplicado um sistema de reforço para fixação da hidrosementeira com se verá no capítulo seguinte.

8 ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES COM BIOMANTAS

Para evitar instabilidade dos taludes deverá ser utilizado um sistema biomantas anti erosiva e retentora de sedimentos.

Este sistema permite uma proteção imediata contra o efeito dos agentes erosivos, processos de deslocamento e mobilização de partículas como áreas recém terraplenadas não estabilizadas ou seja áreas com recobrimento deficiente da vegetação para proteção dos dispositivos de drenagem.

As biomantas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície que se deseja proteger com finalidades estéticas, ambientais e para estabilização de solos. A composição, degradabilidade, gramatura, e resistência das biomantas é variável e deve adequar-se às necessidades dos projetos de recuperação e proteção ambiental.



Figura 2 – Biomantas – estabilização dos taludes

9 HIDROSEMENTEIRA

9.1 *Considerações gerais*

Após a colocação da biomanta e da terra vegetal na cúpula, banquetas e taludes deverá ser efetuada uma hidrossementeira de prado de sequeiro.

O método de hidrossementeira deverá consistir na sementeira mecânica de uma mistura de sementes (herbáceas e/ou arbustivas), fibras de madeira, fertilizantes, correctivos/aditivos biológicos do solo e água, executada através de um hidrossemeador.

Este equipamento deverá fazer uma mistura constante e homogénea de todos os componentes da hidrossementeira, os quais serão depois projetados sobre a superfície do solo.

O resultado deverá ser uma manta adesiva contínua, tridimensional e porosa, que proporcione um controlo imediato da erosão e um ambiente ideal de crescimento, com todos os elementos essenciais à germinação da semente (nutrientes, humidade, temperatura) e ao desenvolvimento de uma cobertura vegetal saudável.

O tipo de aditivos deverá ser selecionado em função das características do solo onde será aplicado (taludes, banquetas e cúpula).

9.2 *Preparação do solo*

As banquetas e a cúpula deverão apresentar uma superfície com a rugosidade indispensável para permitir uma boa aderência da semente e facilitar a infiltração da água da chuva.

Sempre que o terreno se encontre compactado deverá realizar-se uma mobilização superficial por meio de escarificação até cerca de 15 cm de profundidade.

O terreno deverá estar limpo, não deve ter infestantes para não competirem com a sementeira a realizar.

10 MODELAÇÃO TRIDIMENSIONAL

Para a definição da selagem final foi efetuada uma modelação tridimensional da massa de resíduos depositada em aterro, bem como do sistema de encerramento previsto.

Desde modelo resultaram perfis que se apresentam em anexo. Trata-se de perfis longitudinais e perfis transversais com cotas finais da modelação dos resíduos e as cotas previstas para a recuperação paisagística.

Com base na modelação tridimensional determinaram-se os volumes rigorosos dos solos a colocar sobre a massa de resíduos, as áreas a impermeabilizar e solos necessários para a recuperação paisagística.

II CONCLUSÃO

De um modo genérico o encerramento da célula de deposição de resíduos industriais não perigosos deverá obedecer ao disposto no Decreto-Lei nº102-D/2020 de 10 de dezembro, nomeadamente ao constatar na Tabela nº1.

Os procedimentos de acompanhamento e controlo na fase pós-encerramento deverão obedecer disposto na Parte B do Anexo IV e na Licença Ambiental.

O acompanhamento pós-encerramento envolve:

- ✓ Manutenção da cobertura final do aterro;
- ✓ Manutenção dos sistemas de drenagem de lixiviados, águas pluviais e drenagem de biogás;
- ✓ Controlo das águas superficiais e subterrâneas;
- ✓ Controlo dos gases produzidos;
- ✓ Tratamento das águas lixiviantes;
- ✓ Controlo dos dados meteorológicos;
- ✓ Controlo dos assentamentos;

Com este projeto pretende-se dar cumprimento à legislação e ao TUA que refere que, o licenciamento do aterro deverá ser acompanhado do Plano de Encerramento e que este terá que ser submetido nas Entidades Licenciadoras com uma antecedência de 180 dias relativamente à data prevista para o início da operação de encerramento do aterro.

Leiria, 24 de setembro de 2025

A Engenheira Coordenadora de Projeto:

Cristina Maria Abreu Henriques Seco



(Engenheira Civil – IST- Ramo Hidráulica)



ANEXOS



ANEXOS



ANEXO 1

ESTABILIDADE TALUDES

S t a b i l i t y a n a l y s i s o f a s e a l i n g s y s t e m a g a i n s t s l i d i n g

P r e l i m i n a r y d e s i g n - R E V 1

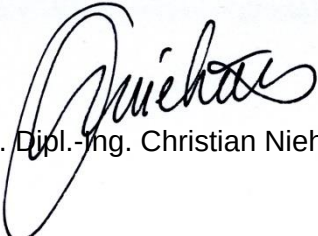
Final stage

Project: **Capping sealing system**
Landfill ECOLEZIRIA, Portugal

Client: B.B.F. – Tecnologias do Ambiente Lda.
Mr. Filipe Cascao
Av. Fernao de Magalhaes, 458 1º Dt.º
Apartado 302 – 3000-173 COIMBRA
Portugal

Proof author: BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG
Gewerbestraße 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany
Phone: ++49 - 57 43 - 93 205 - 60
Fax: ++49 - 57 43 - 93 205 - 66
E-mail: contact@bbgeo.com

Espekkamp, August 24th 2018



i.V. Dipl.-Ing. Christian Niehues



i. V. Dipl.-Ing. J. Pries

Table of contents

1	Basis for proof and references.....	3
2	Enclosures	3
3	Cause	4
4	Structure of capping sealing system	4
5	Stability analysis of sealing system against sliding.....	5
5.1	Explanation to proof	5
5.2	Input values.....	7
5.3	Shear parameters	8
5.4	Stability analysis against sliding.....	9
5.4.1	Forces	9
5.4.2	Resisting forces.....	10
5.5	Degree of utilization in design situation persistent (with snow load)	11
5.6	Short Symbols.....	11
6	Results.....	12
7	Summary	13

1 Basis for proof and references

- [1] DIN 1054-2010-12: Ground – Verification of the safety of earthworks and foundations
- [2] DIN 4084:2009-01: Sliding and slope failure calculations. Explanation and example calculations.
- [3] Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT e.V.): E 3-8 „Reibungsverhalten von Geokunststoffen“, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, August 2015
- [4] Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT e.V.): E2-7 "Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen", August 2015
- [5] Wudtke, R.-B.; Werth, K.; Witt, K.-J. (2008): Standsicherheitsnachweis für Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien", Bautechnik 9/2008, pages 596-622
- [6] DIN 1055: load assumptions for buildings, soil parameters
- [7] E-mail from Mr. Filipe Cascao (B.B.F. – Tecnologias do Ambiente, Lda.) with project relevant information (landfill geometry and planned sealing system) dated August 6th 2018
- [8] E-mail from Mr. Filipe Cascao (B.B.F. – Tecnologias do Ambiente, Lda.) with project relevant information (landfill geometry and planned sealing system, no construction phase, no snow load) dated August 14th 2018

2 Enclosures

- [E1] Stability analysis of a capping sealing system - slope inclination 1(V): 2(H) ($\beta = 26.57^\circ$), max. slope length: 23 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)
- [E1.1] Determination of the necessary anchor trench dimensions - slope inclination 1(V): 2(H) ($\beta = 26.57^\circ$), max. slope length: 23 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)
- [E2] Stability analysis of a capping sealing system - slope inclination 1(V): 2.5(H) ($\beta = 21.80^\circ$), max. slope length: 38 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)

- [E3] Stability analysis of a capping sealing system - slope inclination 1(V): 3(H) ($\beta = 18.43^\circ$), max. slope length: 16 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)
- [E4] Stability analysis of a capping sealing system - slope inclination 1(V): 2(H) ($\varphi = 26.57^\circ$), max. slope length: 10 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)
- [E4.1] Determination of the necessary anchor trench dimensions - slope inclination 1(V): 2(H) ($\varphi = 26.57^\circ$), max. slope length: 10 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)
- [E5] Stability analysis of a capping sealing system - slope inclination 1(V): 2.5(H) ($\varphi = 21.80^\circ$), max. slope length: 20 m; final stage (BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG)

3 Cause

BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG has been asked to work out a preliminary design concerning the stability of a capping sealing system against sliding for the Ecoleziria landfill capping in Portugal in the design situation – permanent (DS-P).

NAUE GmbH & Co. KG agreed to take over the costs for working out this preliminary design, subject to placement of order for all the materials specified.

4 Structure of capping sealing system

According to the given information in [7], it is planned to build a capping sealing system with a max. slope inclination of 1(V):2(H) for the ECOLEZIRIA landfill Capping in Portugal. The sealing system as defined will be documented in the following (from top to bottom):

Capping sealing system [8]:

- ⇒ Vegetation soil layer (thickness = 0.30 m)
- ⇒ Cover soil layer (thickness = 0.70 m)
- ⇒ *Veneer reinforcement Secugrid[®], if required!*
- ⇒ Geosynthetic drainage layer Secudrain[®] 131C WD401 131C
- ⇒ HDPE Geomembrane Carbofol[®] 1.5mm BF/TF
- ⇒ Protection geotextile Secutex[®] R 301C
- ⇒ Levelling layer
- ⇒ Waste

With regard to the required use of a veneer reinforcing element Secugrid[®], it is recommended to install the cover soil layer starting from the top of the slope towards the bottom.

The cover soil layer is recommended to be installed from the toe of the slope towards the top of the slope, in case that no veneer reinforcing element is required to achieve a sufficient stability of the sealing system against sliding.

5 Stability analysis of sealing system against sliding

5.1 Explanation to proof

Capping sealing systems of landfills should control the infiltration of rain water into the waste body and/or the loss of landfill gas from the waste body over a long period. These sealing systems are layered systems composed of different soil types and geosynthetics. On the inclined areas and steep slopes the layer system is permanently subject to shear stresses. For the planning of the sealing system the stability during construction, in the operating state and for the final stage has to be proven.

The stability analysis of capping sealing systems on landfill slopes has to be carried out according to current national and European standards by means of the partial safety concept. The proof is carried out according to the total stability in the ultimate limit state GEO-3. The proof against slope or ground failure is considered according to DIN 4084 - here: proof of stability against sliding in potential sliding areas within the sealing system (slope parallel sliding). In this case the sealing system is not considered as construction element but rather as integral construction. Thus, a proof of the ultimate limit state GEO-2/STR according to [1] is not relevant. Design situation – persistent (DS-P) is analysed with the partial safety concept according to [1].

For a sealing system made from geosynthetics it has to be assured, that driving forces occurring at the surface, resulting from the load of soil layers on top (e.g. mineral drainage layer) or from loads in the construction phase have to be transferred into the subsoil with the required safety through friction between the components.

The frictional forces which become effective in the shear plane between the different geosynthetics and between the geosynthetics and the soil are determined on the physical basis of the friction theory of Coulomb. According to Coulomb the friction force in the shear plane is proportional to the normal force that presses both layers against each other. The proportion factor $\mu = \tan \delta$ is called friction coefficient.

The friction angle δ depends on the materials and their surface structure. In the case of existing frictional forces without normal forces from outside, this tension- independent force is called adhesion.

For geotechnical stability analysis' of multi-layered systems made from geosynthetics and soil the friction between two layers can in approximation be described by the limit state of Coulomb, dependant on the different existing tension forces: $\tau = a + \sigma \cdot \tan \delta$ (1)

In the following the adhesion portions, which are determined in laboratory tests are not considered and therefore remain as implied safety reserve.

In the case where due to low friction angles in the shear planes the required safety factor is not reached, a tensile reinforcement has to be installed between the sealing system and the soil. The driving forces which are inserted into the tensile reinforcement have safely to be absorbed at the slope crest as tension force T_G by an anchor trench or by sufficient anchorage length.

The proof of a sufficient geogrid reinforcement is carried out according to GZ 1C for a "failure at the slope crest" and "failure in the anchor trench". For the geogrid the proof of a "failure of the reinforcement" (GEO-2/ STR) has to be carried out for the loads resulting from the stability analysis in the GEO-3.

For the construction of the slope with the given maximum inclination as well as in the final stage, in this stability analysis a sufficient stability of the slope against ground failure as well as a sufficient stability of the vegetation soil and the mineral drainage layer itself is assumed to be given. Thus, sufficient internal shear strength for the stipulated inclination of the installed soil is assumed.

For the proof of sufficient stability against sliding of the different components of the sealing system against each other the equation of the limit state $R_d - E_d \geq 0$ must be given. For this proof the design values of the effects E_d (forces in down slope direction) have to be compared with the design values of the resistances (friction forces in the shear planes) according to the assumptions which are valid for the limit state. This comparison results for the most unfavourable parameters has to be calculated to the degree of utilization μ using

the formula (1b).

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \quad (1b)$$

The partially safety factors according to [1] which are relevant for this design are shown in table 1:

Table 1: Partial Safety Factors GEO-3 for effects and resistances

Partial Safety Factors according to DIN 1054:2010-12	DS-P	DS-T
Effects		
constant effects γ_G	1.0	
unfavourable changeable effects γ_Q	1.30	1.20
Resistances		
Friction coefficient $\tan \varphi'$ of the soil γ_φ	1.25	1.15
Friction coefficient $\tan \delta$ in contact shear plane to geosynthetics γ_φ		
Cohesion c' of the soil γ_c		
Adhesion a' in contact to geosynthetic γ_a		

5.2 Input values

System values

The geometry of the sealing system (max. slope inclination, max. slope length) according to [8], which has been considered in this stability analysis, is given in Table 2:

Table 2: Geometry (max. inclination, max. length) [7]

	Inclination	Length [m]
Slope 1	1(V): 2(H)	≤ 23
Slope 2	1(V): 2.5(H)	≤ 38
Slope 3	1(V): 3(H)	≤ 16
Slope 4	1(V): 2(H)	≤ 10
Slope 5	1(V): 2.5(H)	≤ 20

According to [4], the following parameters form the basis, which have to be checked as to their conformity on site:

Weight of cover soil layer (assumed):

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

Weight of water:

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Water accumulation height in the geosynthetic drainage layer: $h_W = 0.01 \text{ m}$

Snow load [8]: $s_k = 0 \text{ kN/m}^2$

Slope

Total soil layer thickness on top of the planned sealing system: $d_{ges.} = 1.0 \text{ m}$

Load assumptions (slope inclination: 1(V): 2(H), 1(V): 2.5(H), 1(V): 3(H))

For the following stability analysis of the sealing system against sliding, it is assumed that the soil layers on top of the sealing system in the area of the 1(V): 2(H), 1(V): 2.5(H) and 1(V): 3(H) inclined slope sections will be carried out using a long arm excavator, which is standing at the bottom or on top of the slope. Driving with a vehicle on top of the sealing system in the slope area is not allowed.

5.3 Shear parameters

For this calculation the characteristic contact friction angles for the shear planes to be considered have to be assumed. To determine the shear parameters, comparable laboratory shear tests have been considered. According to [3] it is required, to reduce the characteristic shear parameters (index k) taken from the laboratory tests (index 0). This leads to:

$$\tan \delta_k = \frac{\tan \delta_0}{1.1} \quad (2a)$$

$$a_k = \frac{a_0}{2.0} \quad (2b)$$

The contact friction angles in the shear planes soils vs. geotextile nonwoven (e.g. Secutex[®]/Secudrain[®]), can according to GRETT (1984) be assumed to:

$$\tan \delta_k = 0.90 \cdot \tan \varphi_k \quad (2c)$$

With an assumed friction angle of $\varphi_k \geq 32^\circ$ for the cover soil layer and the levelling layer, the friction angle in the shear plane cover soil layer vs. geosynthetic drainage layer Secudrain[®] 131C WD401 131C (topside-nonwoven) and geotextile Secutex[®] R 301 C vs. levelling layer can, according to GRETT (1984) be determined to $\delta_k = 29.3^\circ$.

Comparable shear box test results have been considered in the shear planes geosynthetic drainage layer Secudrain[®] 131C WD401 131C (bottom side-nonwoven) vs. Carbofol[®] BF/TF (top side: TF) and Carbofol[®] BF/TF (bottom side: BF) vs. Secutex[®] R301C.

In Table 3 the contact friction angles for the complete sealing system are documented.

The critical shear plane is the shear plane with the lowest contact friction angle. Referring to Table 3 the critical shear plane is assumed to be between the geosynthetic drainage layer

Secudrain® 131C WD401 131C (bottom side: nonwoven) vs. the HDPE geomembrane Carbofol® BF/TF with a minimum calculation contact friction angle of $\delta_k = 27.69^\circ$.

Table 3: Calculation contact friction angles in the shear planes of the capping sealing system

No	shear planes parallel to the slope given by the existing design	φ_0 [°]	δ_0 [°]	δ_k [°]
0	Vegetation soil layer vs. Cover soil layer	-	-	32 ⁽³⁾
1	Cover soil layer vs. Secudrain® 131C WD401 131C (top side: nonwoven)	32	-	29.3 ⁽¹⁾
2	Secudrain® 131C WD401 131C (bottom side: nonwoven) vs. Carbofol® BF/TF	-	30 ⁽²⁾	27.69
3	Carbofol® BF/TF vs. Secutex® R301C	-	30.9 ⁽³⁾	28.54
4	Secutex® R301C vs. Levelling layer	-	-	>27.69 ⁽⁴⁾

(1)Interface shear strength has been determined according to Grett (1984) taking the assumed internal friction angle of the adjacent soil material into consideration – has to be confirmed in consideration of the project specific boundary conditions by a project specific shear test geosynthetic vs. soil

(2)Based on comparable shear box tests.

(3)Assumed contact friction angle, which has to be verified by project specific shear box tests (soil vs. soil, geosynthetics vs. soil) with the planned geosynthetics and/or in-situ soil material.

For a better consideration of the friction angles in the shear planes (geosynthetics vs. soil), we recommend to carry out project specific laboratory test with the in-situ soil.

If the project specific shear tests result in lower friction angles as assumed in this stability analysis, a new stability analysis against sliding need to be carried out.

5.4 Stability analysis against sliding

For the following stability analysis it is sufficient, to examine 1 m wide, slope- parallel shear planes (potential slip planes).

5.4.1 Forces

Shear forces $t_{B,d}$

The shear force $t_{B,d}$ per running metre slope length in down slope direction resulting from the dead load of the mineral drainage layer can be calculated as:

$$t_{B,d} = \gamma \cdot \gamma_G \cdot d \cdot \sin \beta \quad (3)$$

Snow load $t_{s,d}$

For the final stage a snow load s_k (kN/m²) on the cover layer has to be considered as driving forces (resisting forces resulting from snow load see section 5.4.2). Per running metre slope length in down slope direction it can be determined:

$$T_{s,d} = s_k \cdot \gamma_G \cdot \sin \beta \quad (4)$$

Forces due to seepage $s_{w,d}$

After heavy rain falls an accumulation of the water can occur in the drainage layer of the sealing system. The resulting additional driving forces are defined as seepage. In the case of this design it is assumed that a medium water level $h_w = 1\text{cm}$ for the geosynthetic drainage layer for the design situation persistent (final stage) and design situation transient (construction phase) is not exceeded. The forces due to seepage are calculated per running metre slope lengths (see formula (5)).

$$s_{w,d} = \gamma_w \cdot h_w \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta \quad (5)$$

5.4.2 Resisting forces**Frictional forces $t_{f,d}$**

The effective frictional force $t_{f,d}$ in the critical shear plane caused by the load of the cover soil is determined per running metre slope length for the design situation transient on the basis of equation 8:

$$t_{f,d} = (\gamma \cdot d_i) \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta + a_k / \gamma_a \quad (6)$$

Snow load $T_{s,h,d}$

From the snow load s_k (kN/m²) on the cover soil, which has to be considered at the final stage, an increase of the resisting forces in the shear plane per running metre slope lengths in down slope direction can be determined using the following formula.

$$t_{s,h,d} = s_k \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta \quad (7)$$

Supporting force $S_{T,d}$ at the toe of the slope

For short slopes as well as in the case of soil installation from bottom to top (this is not the case when reinforcing elements are installed!) a resisting force resulting from the soil at the toe of the slope area can be added to the calculation as supporting force $S_{T,d}$. This has not been considered for this project.

$$S_{T,d} = 0.5 \cdot \gamma \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta \quad (8)$$

5.5 Degree of utilization in design situation persistent (with snow load)

At first the resisting forces of a possibly required tensile reinforcing element $T_{G,d}$ are set to zero. For the construction phase an integration of the driving and the resisting forces over the entire slope length results to the following:

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} = \frac{t_{B,d} \cdot l + t_{s,d} \cdot l + S_{W,d} \cdot l}{t_{f,d} \cdot l + t_{s,h,d} \cdot l + T_{G,d} + S_{T,d}} \leq 1.0 \quad (9)$$

5.6 Short Symbols

a_k	characteristic adhesion (kN/m ²), is - as a precaution - set to zero
d	thickness of the soil layer (m)
d_i	thickness d_1 (respectively $d_{ges.}$) of the soil layer where the vehicles are driving (m)
h_w	medium height of seepage water
h_s	height of the supporting layer (m)
$K_{ph,d}$	earth pressure coefficient (-)
l	slope length (m)
$S_{W,s}$	forces due to seepage (kN/m ²)
$t_{B,d}$	driving force in down slope direction (kN/m ²)
$t_{f,d}$	mobilised friction force in the critical shear plane (kN/m ²)
$T_{G,d}$	tensile strength in the reinforcing element (kN/m)
$S_{T,d}$	supporting force at the toe of the slope (kN/m)
β	slope inclination (°)
γ	soil weight (kN/m ³)
γ_w	water weight (10 kN/m ³)
δ_k	characteristic friction angle of the decisive contact area (°)
μ	degree of utilisation (-)
γ_G	partial safety factor (constant impacts)
γ_Q	partial safety factor (variable impacts)
γ_δ	partial safety factor contact friction angle (resistance)
γ_a	partial safety factor adhesion (resistance)
δ_k	characteristic friction angle (soil)
g	gravitational acceleration (10 m/s ²)
s_k	snow load according to [U6] (kN/m ²)
$t_{S,d}$	driving force resulting from snow load in down slope direction (kN/m ²)
$t_{S,h,d}$	mobilised friction force resulting from snow load (kN/m ²)

6 Results

The calculation has been worked out for the cross sections of the sealing system that were provided by the client in [8]. Table 4 shows the results from the stability analysis carried out for the capping sealing system in the 1(V):2(H) inclined and 10 m or 23 m long slope area (see enclosure [E1] and enclosure [E4]), in the 1(V):2.5(H) inclined and 20 m or 38 m long slope area (see enclosure [E2] and [E5]) and in the 1(V):3(H) inclined and 16 m long slope area (see enclosure [E3]).

Table 4: Results of stability analysis

Enclosure	Parameters			Results	
	characteristic values slope		snow load	Degree of utilisation μ for design situation persistent (final stage)	Required veneer reinforcing element Secugrid® Q6/R6 to achieve a sufficient stability against sliding
	β	l	s	μ	
	(°)	(m)	(kN/m ²)	d _{ges}	
[E1]	26.57	23	0	1.20	Secugrid® 80/20 R6
[E2]	21.80	38	0	0.96	No veneer reinforcing element required!
[E3]	18.43	16	0	0.80	
[E4]	26.57	10	0	1.20	Secugrid® 80/20 R6
[E5]	21.80	20	0	0.96	No veneer reinforcing element required!

Based on the given boundary conditions and assumed parameters an insufficient stability against sliding in the design situation persistent (final stage) for the capping sealing system in the 1(V):2(H) inclined slope areas has been determined (see enclosure [E1] and enclosure [E4]).

To achieve a sufficient stability of the capping sealing system against sliding a veneer reinforcing element Secugrid® Q6/R6 is necessary (see Table 4), which has to be installed between the cover soil layer and the geosynthetic drainage layer Secudrain® 131C WD401 131C and anchored in an anchor trench or via an anchorage length at the slope crest. The anchor trench dimensions are documented in Enclosure [E1.1] and Enclosure [E4.1].

A sufficient stability against sliding in the design situation persistent (final stage) for the capping sealing system in the 1(V):2.5(H) and 1(V):3(H) inclined slope areas has been determined (see Enclosures [E2], [E3] and [E5]).

7 Summary

In this elaboration a preliminary design concerning the stability for the capping sealing system against sliding for the Landfill ECOLEZIRIA in Portugal has been worked out.

The calculation for the stability of the capping sealing system, based on the structure given in chapter 4, leads to an insufficient stability for the 1(V):2(H) inclined slope in the design situation – persistent (DS-P) (final stage) (see Enclosure [E1] and Enclosure [E4]). To achieve a sufficient stability of the capping sealing system against sliding a veneer reinforcing element Secugrid® is necessary (see Table 4), which has to be anchored in an anchor trench at the slope crest. The anchor trench dimensions are documented in Enclosures [E1.1] and [E3.1]).

A sufficient stability against sliding in the design situation persistent (final stage) for the capping sealing system in the 1(V):2.5(H) and 1(V):3(H) inclined slope areas has been determined (see Enclosures [E2], [E3] and [E5]).

The stability analysis of the capping sealing system is based on a minimum calculation contact friction angle of $\delta_k = 27.69^\circ$ in the assumed critical shear plane geosynthetic drainage layer Secudrain® 131C WD401 131C (top side: nonwoven) vs. Carbofol® 1.5mm BF/TF.

Terms of Installation

The installation of the cover soil layer has to be carried out carefully with the use of a long arm excavator, which is standing at the bottom or on top of the slope. Driving with a vehicle on top of the capping sealing system in the slope area is not allowed

With regard to the required use of a veneer reinforcing element Secugrid®, it is recommended to install the cover soil layer starting from the top of the slope towards the bottom.

The cover soil layer is recommended to be installed from the toe of the slope towards the top of the slope, in case that no veneer reinforcing element is required to achieve a sufficient stability of the sealing system against sliding.

If other boundary conditions in the construction phase or in the final stage are given, compared to the values as stated in this analysis (e.g. different soil thickness, different soil

parameters, different shear planes, different slope length and inclination, etc.) a new calculation of the system stability has to be worked out.

The results and indications of this study are not to be transferred to other products than the products named within this study, as material parameter, surface structures and details of the technical constructions are of major influence on the stability results.

For a secure statement concerning the stability of the capping sealing system against sliding, we recommend to carry out project specific shear tests with the in-situ material together with the geosynthetic components. If the project specific shear box tests result in lower friction angles as assumed in this stability analysis, a new stability analysis against sliding need to be carried out.

For the construction of the slope with the given maximum inclination, in this stability analysis a sufficient stability of the slope against ground failure as well as a sufficient stability of the cover soil itself is assumed to be given. The stability of the soil layer itself is not part of this stability analysis.

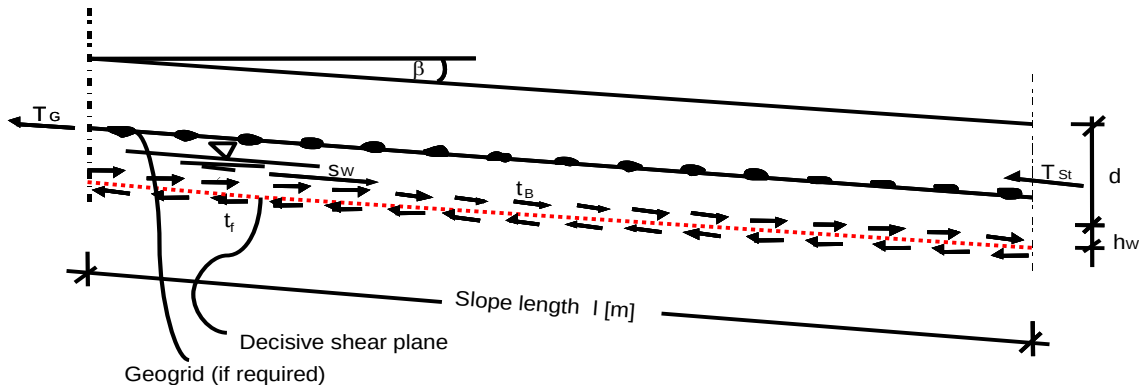
The information, assumptions and calculations given in this statement correspond to the latest technical know-how of the editor; they cannot be transferred to other geotextiles. All rights of this statement are reserved. The special foundation engineering / soil static use of the results or the examination of their completeness,

respectively, are subject to the experts on site who should prove the situation on site regarding the planned project as well as the soil. As far as the given technical recommendations in this report are beyond the state-of-the-art (trial clause) the user complies with the hereby defined disclaimer. Alternatively the technical report has to be sent back to the editor without further use. Copyright® by BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG, Espelkamp.

Q:\Pries\Stellungnahmen 2018\OFD Oberflächenabdichtungen\OFD ECOLEZIRIA CAPPING PORTUGAL\REV1\2018-08-07

Stability proofs_Capping sealing system_landfill ECOLEZIRIA.docx

Final stage (GEO-3 / DIN 1054:2005) BS-P (LC 1 / no vehicles)



Input values to calculate the stability (GEO-3 / DIN 1054:2005):

slope inclination:	$\beta =$	26,57 °
slope length:	$l =$	23,00 m
layer thickness of cover soil:	$d_1 =$	0,30 m
	$d_2 =$	0,70 m
	$d_{ges.} =$	1,00 m
snow load:	$s =$	0,00 kN/m ²
unit weight of the soil:	$\gamma =$	19,00 kN/m ³
medium head of water:	$h_w =$	0,01 m
unit weight of water:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
contact friction angle:	$\delta_k =$	27,69 °
toe stabilization height :	$h_s =$	0,00 m
earth pressure factor:	$k_{ph,d} =$	4,82 [-] for $\varphi_{d,soil} = 27.5^\circ$
partial safety factors:	permanent actions $\gamma_G =$	1,00 (favourable)
	variable actions $\gamma_Q =$	1,30 (unfavourable)
	soil / materials $\gamma_\delta = \gamma_\phi =$	1,25 (friction resistance)

● driving forces:

driving force (soil):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 8,497 \text{ kN/m}^2$$

driving force (snow):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

force due to seepage:

$$S_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,058 \text{ kN/m}^2$$

● resisting forces:

frictional force (soil):

$$t_{f,d} = \gamma \cdot d_{ges.} \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 7,135 \text{ kN/m}^2$$

frictional force (snow):

$$t_{s,h,d} = s \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

passive earth pressure (toe) - only in case of $l < 10 \text{ m}$:

$$T_{St,d} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta = 0,00 \text{ kN/m}$$

● Calculation of the utilization ratio μ :

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{s,d} + s_{w,d}) \cdot l) / ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) = 1,20 > 1,0$$

A calculation of design strength of a reinforcing element is necessary!

Calculation of the required reinforcing element for LC2 (no vehicle):

● driving forces:

$$\begin{aligned} t_{B,d} &= 8,497 \text{ kN/m}^2 \\ s_{w,d} &= 0,058 \text{ kN/m}^2 \\ t_{S,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

● resisting forces:

$$\begin{aligned} t_{f,d} &= 7,135 \text{ kN/m}^2 \\ t_{s,h,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \\ T_{St,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

● calculation length:

$$l = 23 \text{ m}$$

Calculation of the deficit force $T_{G,d}$ (geogrid):

$$\begin{aligned} \mu &= ((t_{B,d} + s_{w,d} + t_{S,d}) \cdot l) / (t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d} + T_{G,d} \\ T_{G,d} &= 1,0 \cdot ((t_{B,d} + s_{w,d} + t_{S,d}) \cdot l) - ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) \\ T_{G,d} &= 32,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

The design strength of the reinforcing element has to be 32,67 kN/m.

Calculation of Secugrid design strength (Q6 / R6):

$$F_{k,required} = T_{G,d} \cdot (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4) \cdot \gamma_M \cdot \eta_M = 71,5 \text{ kN/m}$$

Partial factors Secugrid (PET):

$A_1 =$	1,35	Factor for creep (120 years)
$A_2 =$	1,05	Factor for damage, transport, installation and compaction
$A_3 =$	1,00	Factor for connections, overlaps and joints etc.
$A_4 =$	1,00	Factor for weathering, chemical & biological degradation (here: pH-value (soil) = 4,1...8,9)
$\gamma_M =$	1,40	Partial safety coefficient / resistance: 1,40 (LC1), 1,30 (LC2)
$\eta_M =$	1,10	correction factor acc. to EBGeo (2010): 1,1 (LC1), 1,05 (LC2)

$F_{k,given} =$	30 kN/m	Secugrid 30/30 Q6
	40 kN/m	Secugrid 40/40 Q6
	60 kN/m	Secugrid 60/60 Q6

→ **80 kN/m Secugrid 80/20 R6 or 80/80 Q6**

	120 kN/m	Secugrid 120/40 R6
	200 kN/m	Secugrid 200/40 R6
	400 kN/m	Secugrid 400/40 R6

Determination of the necessary anchor trench dimensions (GZ 1C)

Long term design strength of a reinforcing element $T_{B,d}$ = required. $F_{B,d}$ as transferred loads into the anchor trench (from GZ1C):

32,67 kN/m

Slope inclination β =

26,57 °

System (from top to bottom):

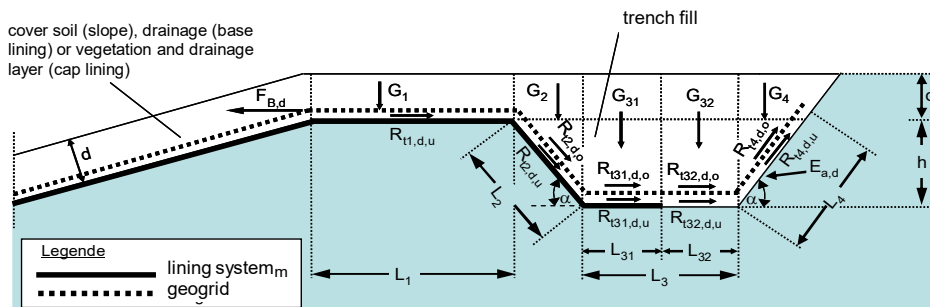
- cover soil, d = 100 cm
- Secugrid 80/20 R6
- Secudrain 131C WD401 131C
- Carbofol 1.5mm BF/TF
- Secutex R 301 C
- Levelling layer
- Waste

Partial safety factors for driving & resisting forces, according to DIN 1054 - 2010-12:			
	DS-P	DS-T	DS-A
driving forces: γ_G	1,00	1,00	1,00
resisting forces: $\gamma_\phi = \gamma_\delta$	1,25	1,15	1,10

The critical contact friction angle for the sealing system has been considered with geosynthetic drainage layer Secudrain 131C WD401 131C vs. Carbofol 1.5 mm BF/TF.

27,69 ° in the shear plane

Geometry of the anchor trench (not to scale):



Depth of the anchor trench h (m):

0,60 m

Inclination of the anchor trench α (°):

60 °

Thickness of the cover layer d (m):

1,0 m

L_1 = 1 m

L_2 = 0,693 m

L_3, L_{31}, L_{32} = 0,5 0,50 0 m

L_4 = 0,000 m

Installation:

Please care the trench bottom!

Total width of the working room:

2,19 m

(Böschungskante bis Ende Verankerungsgraben)

The surface of the bottom of the anchor trench has to be roughened, before the reinforcing element (here: Secugrid) will be installed.

Soil parameters:

Cover layer

Friction angle (°)

32

0,56

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Fill soil of the anchor trench:

Friction angle (°):

32

0,56

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Subsoil

Friction angle (°):

32

0,56

0,5061

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Resistance against pull-out:

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k1} :

$$R_{t1,d,bottom} = \gamma_{vegetation\ soil} * d * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) * L_1 =$$

7,98	kN/m
------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k2} :

$$R_{t2,d,bottom} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) * L_2 =$$

7,18	kN/m
------	------

$$R_{t2,d,top} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_k / \gamma_\phi) * L_2 =$$

7,70	kN/m
------	------

$$R_{t2} = R_{t2u} + R_{t2o} =$$

14,88	kN/m
-------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k31} :

$$R_{t31,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{31} * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) =$$

6,38	kN/m
------	------

$$R_{t31,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * 0,9 * L_{31} * (\tan \phi_k / \gamma_\phi) =$$

6,84	kN/m
------	------

$$R_{t31} = R_{t31u} + R_{t31o} =$$

13,22	kN/m
-------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k32} :

$$R_{t32,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{32} * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t32,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{32} * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t32} = R_{t32u} + R_{t32o} =$$

0,00	kN/m
------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k4} :

$$R_{t4,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) * L_4 =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t4,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) * L_4 =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t4} = R_{t4u} + R_{t4o} =$$

0,00	kN/m
------	------

The resistance against pull-out of the geogrid is:

$$\Sigma R_{ti,d} =$$

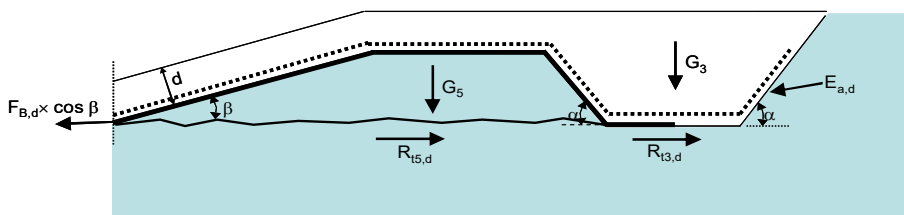
36,08	kN/m
-------	------

Active earth pressure E_a :

$$E_{a,d} = 0,5 * \gamma * (h+d)^2 * (\tan^2(45-\phi/2)) =$$

9,50	kN/m
------	------

Resistance against shearing of the anchor trench:



$$G_{5,d} \text{ [kN/m]} = [(0,5 * (h/\tan \beta) + L_1 + 0,5 * (h/\tan \alpha)) * h * \gamma_{Subsoil}] + [(h/\sin \beta) + L_1 + (h/\tan \alpha)) * d * \gamma_{Cover\ soil}] + [0,5 * (h/\tan \alpha) * h * \gamma_{Fill\ material}]$$

$$=$$

73,26	kN/m
-------	------

$$R_{t5,d} = G_{5,d} * (\tan \phi) / \gamma_\phi =$$

39,80	kN/m
-------	------

$$R_{t31,d,u} =$$

6,38	kN/m
------	------

$$R_{t32,d,u} =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t5,d} + R_{t3,d} =$$

46,19	kN/m
-------	------

$$(R_{t5,d} + R_{t3,d} - E_{a,d}) > F_{B,d} * \cos \beta =$$

36,69	kN/m	>	29,22	kN/m
-------	------	---	-------	------

O.K.

Stability against pull-out of the reinforcement:

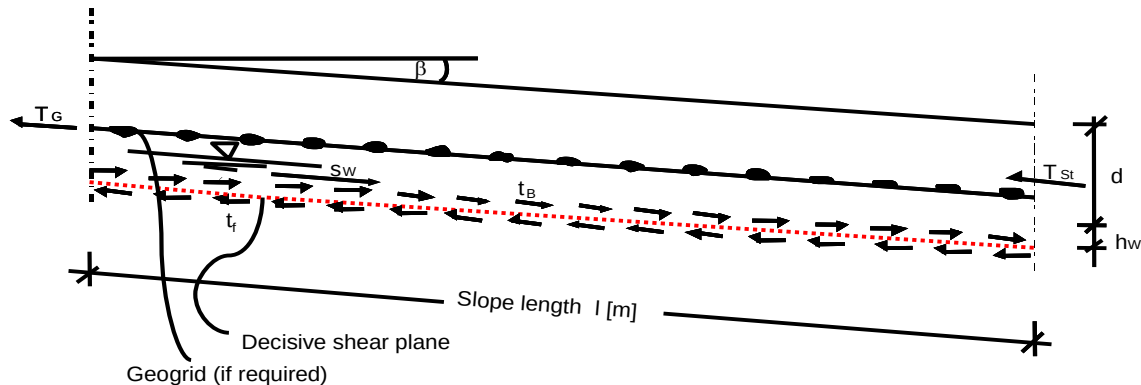
$$\Sigma R_{ti,d} > F_{B,d} =$$

36,08	kN/m	>	32,67	kN/m
-------	------	---	-------	------

O.K.

Abmessungen des Verankerungsgrabens beachten!

Final stage (GEO-3 / DIN 1054:2005) BS-P (LC 1 / no vehicles)



Input values to calculate the stability (GEO-3 / DIN 1054:2005):

slope inclination:	$\beta =$	21,80 °
slope length:	$l =$	38,00 m
layer thickness of cover soil:	$d_1 =$	0,30 m
	$d_2 =$	0,70 m
	$d_{ges.} =$	1,00 m
snow load:	$s =$	0,00 kN/m ²
unit weight of the soil:	$\gamma =$	19,00 kN/m ³
medium head of water:	$h_w =$	0,01 m
unit weight of water:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
contact friction angle:	$\delta_k =$	27,69 °
toe stabilization height :	$h_s =$	0,00 m
earth pressure factor:	$k_{ph,d} =$	4,82 [-] for $\varphi_{d,soil} = 27.5^\circ$
partial safety factors:	permanent actions $\gamma_G =$	1,00 (favourable)
	variable actions $\gamma_Q =$	1,30 (unfavourable)
	soil / materials $\gamma_\delta = \gamma_\phi =$	1,25 (friction resistance)

● driving forces:

driving force (soil):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 7,056 \text{ kN/m}^2$$

driving force (snow):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

force due to seepage:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,048 \text{ kN/m}^2$$

● resisting forces:

frictional force (soil):

$$t_{f,d} = \gamma \cdot d_{ges.} \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 7,406 \text{ kN/m}^2$$

frictional force (snow):

$$t_{s,h,d} = s \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

passive earth pressure (toe) - only in case of $l < 10 \text{ m}$:

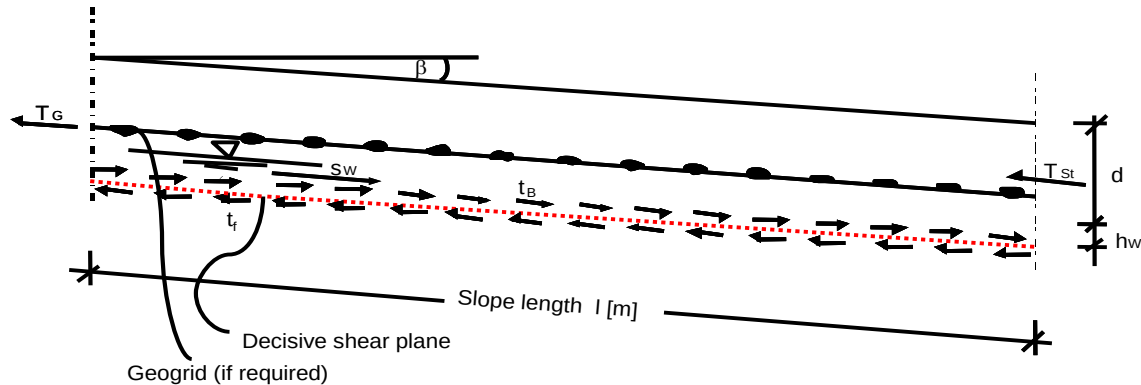
$$T_{St,d} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta = 0,00 \text{ kN/m}$$

● Calculation of the utilization ratio μ :

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{s,d} + s_{w,d}) \cdot l) / ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) = 0,96 < 1,0$$

A sufficient stability in the final stage has been reached!

Final stage (GEO-3 / DIN 1054:2005) BS-P (LC 1 / no vehicles)



Input values to calculate the stability (GEO-3 / DIN 1054:2005):

slope inclination:	$\beta =$	18,43 °
slope length:	$l =$	16,00 m
layer thickness of cover soil:	$d_1 =$	0,30 m
	$d_2 =$	0,70 m
	$d_{ges.} =$	1,00 m
snow load:	$s =$	0,00 kN/m ²
unit weight of the soil:	$\gamma =$	19,00 kN/m ³
medium head of water:	$h_w =$	0,01 m
unit weight of water:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
contact friction angle:	$\delta_k =$	27,69 °
toe stabilization height :	$h_s =$	0,00 m
earth pressure factor:	$k_{ph,d} =$	4,82 [-] for $\varphi_{d,soil} = 27.5^\circ$
partial safety factors:	permanent actions $\gamma_G =$	1,00 (favourable)
	variable actions $\gamma_Q =$	1,30 (unfavourable)
	soil / materials $\gamma_\delta = \gamma_\phi =$	1,25 (friction resistance)

● driving forces:

driving force (soil):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 6,008 \text{ kN/m}^2$$

driving force (snow):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

force due to seepage:

$$S_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,041 \text{ kN/m}^2$$

● resisting forces:

frictional force (soil):

$$t_{f,d} = \gamma \cdot d_{ges.} \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 7,567 \text{ kN/m}^2$$

frictional force (snow):

$$t_{s,h,d} = s \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

passive earth pressure (toe) - only in case of $l < 10 \text{ m}$:

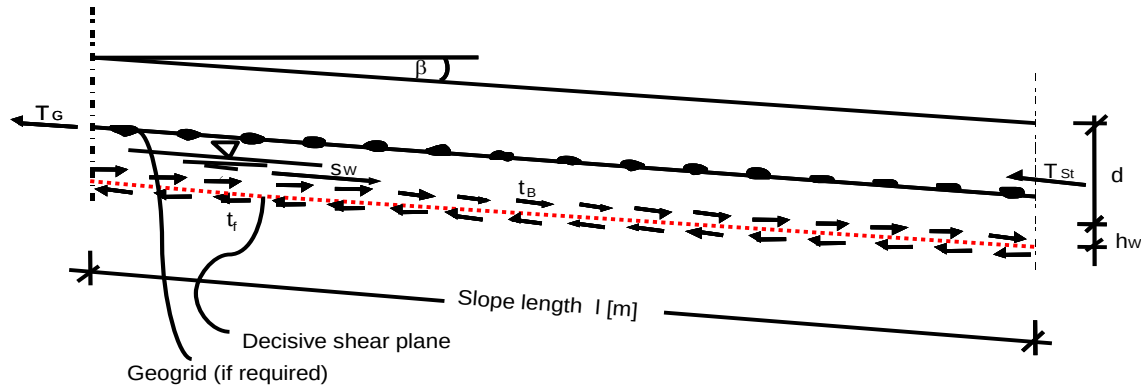
$$T_{St,d} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta = 0,00 \text{ kN/m}$$

● Calculation of the utilization ratio μ :

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{s,d} + s_{w,d}) \cdot l) / ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) = 0,80 < 1,0$$

A sufficient stability in the final stage has been reached!

Final stage (GEO-3 / DIN 1054:2005) BS-P (LC 1 / no vehicles)



Input values to calculate the stability (GEO-3 / DIN 1054:2005):

slope inclination:	$\beta =$	26,57 °
slope length:	$l =$	10,00 m
layer thickness of cover soil:	$d_1 =$	0,30 m
	$d_2 =$	0,70 m
	$d_{ges.} =$	1,00 m
snow load:	$s =$	0,00 kN/m ²
unit weight of the soil:	$\gamma =$	19,00 kN/m ³
medium head of water:	$h_w =$	0,01 m
unit weight of water:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
contact friction angle:	$\delta_k =$	27,69 °
toe stabilization height :	$h_s =$	0,00 m
earth pressure factor:	$k_{ph,d} =$	4,82 [-] for $\varphi_{d,soil} = 27.5^\circ$
partial safety factors:	permanent actions $\gamma_G =$	1,00 (favourable)
	variable actions $\gamma_Q =$	1,30 (unfavourable)
	soil / materials $\gamma_\delta = \gamma_\phi =$	1,25 (friction resistance)

● driving forces:

driving force (soil):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 8,497 \text{ kN/m}^2$$

driving force (snow):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

force due to seepage:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,058 \text{ kN/m}^2$$

● resisting forces:

frictional force (soil):

$$t_{f,d} = \gamma \cdot d_{ges.} \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 7,135 \text{ kN/m}^2$$

frictional force (snow):

$$t_{s,h,d} = s \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

passive earth pressure (toe) - only in case of $l < 10 \text{ m}$:

$$T_{St,d} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta = 0,00 \text{ kN/m}$$

● Calculation of the utilization ratio μ :

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{s,d} + s_{w,d}) \cdot l) / ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) = 1,20 > 1,0$$

A calculation of design strength of a reinforcing element is necessary!

Calculation of the required reinforcing element for LC2 (no vehicle):

● driving forces:

$$\begin{aligned} t_{B,d} &= 8,497 \text{ kN/m}^2 \\ s_{w,d} &= 0,058 \text{ kN/m}^2 \\ t_{S,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

● resisting forces:

$$\begin{aligned} t_{f,d} &= 7,135 \text{ kN/m}^2 \\ t_{s,h,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \\ T_{St,d} &= 0,000 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

● calculation length:

$$l = 10 \text{ m}$$

Calculation of the deficit force $T_{G,d}$ (geogrid):

$$\begin{aligned} \mu &= ((t_{B,d} + s_{w,d} + t_{S,d}) \cdot l) / (t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d} + T_{G,d} \\ T_{G,d} &= 1,0 \cdot ((t_{B,d} + s_{w,d} + t_{S,d}) \cdot l) - ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) \\ T_{G,d} &= 14,21 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

The design strength of the reinforcing element has to be 14,21 kN/m.

Calculation of Secugrid design strength (Q6 / R6):

$$F_{k,required} = T_{G,d} \cdot (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4) \cdot \gamma_M \cdot \eta_M = 32,3 \text{ kN/m}$$

Partial factors Secugrid (PET):

$A_1 =$	1,35	Factor for creep (120 years)
$A_2 =$	1,09	Factor for damage, transport, installation and compaction
$A_3 =$	1,00	Factor for connections, overlaps and joints etc.
$A_4 =$	1,00	Factor for weathering, chemical & biological degradation (here: pH-value (soil) = 4,1...8,9)
$\gamma_M =$	1,40	Partial safety coefficient / resistance: 1,40 (LC1), 1,30 (LC2)
$\eta_M =$	1,10	correction factor acc. to EBGeo (2010): 1,1 (LC1), 1,05 (LC2)

$F_{k,given} =$	30 kN/m	Secugrid 30/30 Q6
$\rightarrow$	40 kN/m	Secugrid 40/20 R6 or Secugrid 40/40 Q6
	60 kN/m	Secugrid 60/60 Q6
	80 kN/m	Secugrid 80/20 R6 or 80/80 Q6
	120 kN/m	Secugrid 120/40 R6
	200 kN/m	Secugrid 200/40 R6
	400 kN/m	Secugrid 400/40 R6

Determination of the necessary anchor trench dimensions (GZ 1C)

Long term design strength of a reinforcing element $T_{B,d}$ = required. $F_{B,d}$ as transferred loads into the anchor trench (from GZ1C):

14,21 kN/m

Slope inclination β =

26,57 °

System (from top to bottom):

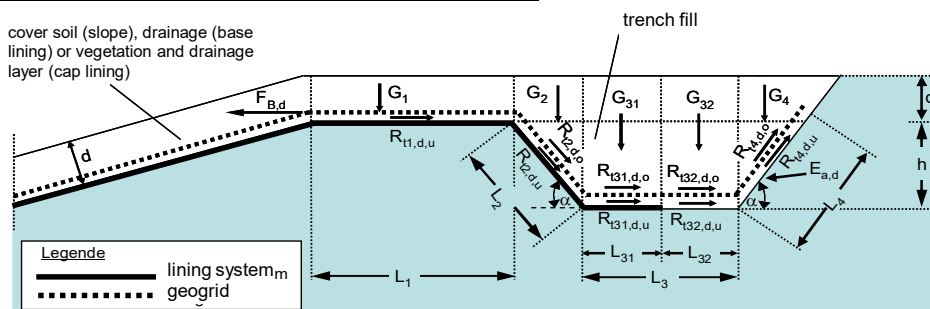
- cover soil, d = 100 cm
- Secugrid 40/20 R6
- Secudrain 131C WD401 131C
- Carbofol 1.5mm BF/TF
- Secutex R 301 C
- Levelling layer
- Waste

Partial safety factors for driving & resisting forces, according to DIN 1054 - 2010-12:			
	DS-P	DS-T	DS-A
driving forces: γ_G	1,00	1,00	1,00
resisting forces: $\gamma_\varphi = \gamma_\delta$	1,25	1,15	1,10

The critical contact friction angle for the sealing system has been considered with geosynthetic drainage layer Secudrain 131C WD401 131C vs. Carbofol 1.5 mm BF/TF.

27,69 ° in the shear plane

Geometry of the anchor trench (not to scale):



Depth of the anchor trench h (m):

0,60 m

Inclination of the anchor trench α (°):

60 °

Thickness of the cover layer d (m):

1,0 m

L_1	=	1	m
L_2	=	0,693	m
L_3, L_{31}, L_{32}	=	0,0	0,00 0 m
L_4	=	0,000	m

Total width of the working room:

1,69 m

(Böschungskante bis Ende Verankerungsgraben)

Installation:

The sealing system is not allowed to be installed on the bottom of the anchor trench!

The surface of the bottom of the anchor trench has to be roughened, before the reinforcing element (here: Secugrid) will be installed.

Soil parameters:

Cover layer

Friction angle (°)

32 0,56

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Fill soil of the anchor trench:

Friction angle (°):

32 0,56

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Subsoil

Friction angle (°):

32 0,56 0,5061

Unit weight of the soil (kN/m³):

19

Resistance against pull-out:

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k1} :

$$R_{t1,d,bottom} = \gamma_{vegetation\ soil} * d * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) * L_1 =$$

7,98	kN/m
------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k2} :

$$R_{t2,d,bottom} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) * L_2 =$$

7,18	kN/m
------	------

$$R_{t2,d,top} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_k / \gamma_\phi) * L_2 =$$

7,70	kN/m
------	------

$$R_{t2} = R_{t2u} + R_{t2o} =$$

14,88	kN/m
-------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k31} :

$$R_{t31,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{31} * (\tan \delta_k / \gamma_\delta) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t31,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * 0,9 * L_{31} * (\tan \phi_k / \gamma_\phi) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t31} = R_{t31u} + R_{t31o} =$$

0,00	kN/m
------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k32} :

$$R_{t32,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{32} * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t32,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * h) * L_{32} * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t32} = R_{t32u} + R_{t32o} =$$

0,00	kN/m
------	------

Resistance against pull-out of the geogrid within l_{k4} :

$$R_{t4,d,u} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) * L_4 =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t4,d,o} = (\gamma_{vegetation\ soil} * d + \gamma_{Fill\ material} * 0,5 * h) * 0,9 * (\tan \phi_{k,u} / \gamma_\phi) * L_4 =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t4} = R_{t4u} + R_{t4o} =$$

0,00	kN/m
------	------

The resistance against pull-out of the geogrid is:

$$\Sigma R_{ti,d} =$$

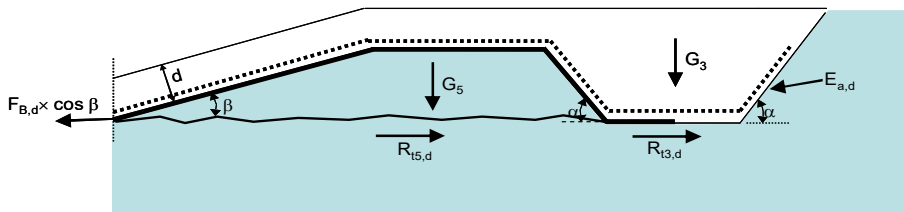
22,86	kN/m
-------	------

Active earth pressure E_a :

$$E_{a,d} = 0,5 * \gamma * (h+d)^2 * (\tan^2(45-\phi/2)) =$$

9,50	kN/m
------	------

Resistance against shearing of the anchor trench:



$$G_{5,d} \text{ [kN/m]} = [(0,5 * (h/\tan \beta) + L_1 + 0,5 * (h/\tan \alpha)) * h * \gamma_{\text{Subsoil}}] + [(h/\sin \beta) + L_1 + (h/\tan \alpha)) * d * \gamma_{\text{Cover soil}}] + [0,5 * (h/\tan \alpha) * h * \gamma_{\text{Fill material}}]$$

$$=$$

73,26	kN/m
-------	------

$$R_{t5,d} = G_{5,d} * (\tan \phi) / \gamma_\phi =$$

39,80	kN/m
-------	------

$$R_{t31,d,u} =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t32,d,u} =$$

0,00	kN/m
------	------

$$R_{t5,d} + R_{t3,d} =$$

39,80	kN/m
-------	------

$$(R_{t5,d} + R_{t3,d} - E_{a,d}) > F_{B,d} * \cos \beta =$$

30,31 kN/m	>	12,71 kN/m
------------	---	------------

O.K.

Stability against pull-out of the reinforcement:

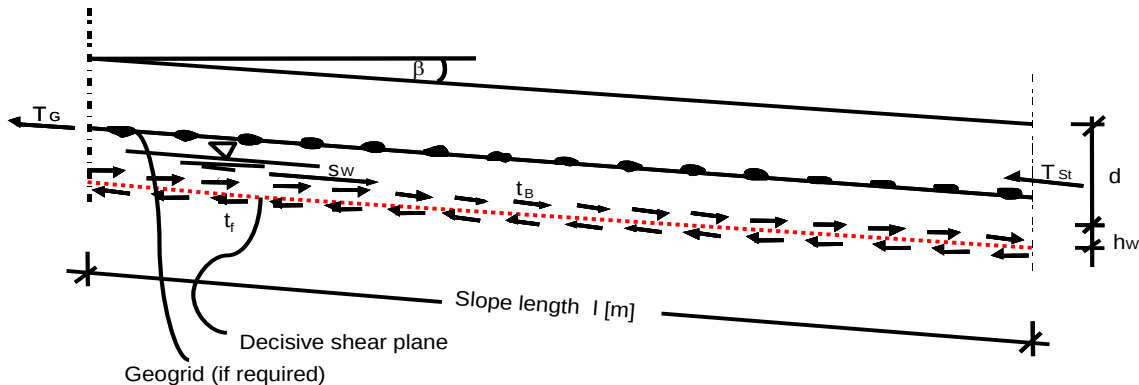
$$\Sigma R_{ti,d} > F_{B,d} =$$

22,86 kN/m	>	14,21 kN/m
------------	---	------------

O.K.

Attention: The sealing system is not allowed to be installed on the bottom of the anchor trench!

Final stage (GEO-3 / DIN 1054:2005) BS-P (LC 1 / no vehicles)



Input values to calculate the stability (GEO-3 / DIN 1054:2005):

slope inclination:	$\beta =$	21,80 °
slope length:	$l =$	20,00 m
layer thickness of cover soil:	$d_1 =$	0,30 m
	$d_2 =$	0,70 m
	$d_{ges.} =$	1,00 m
snow load:	$s =$	0,00 kN/m ²
unit weight of the soil:	$\gamma =$	19,00 kN/m ³
medium head of water:	$h_w =$	0,01 m
unit weight of water:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
contact friction angle:	$\delta_k =$	27,69 °
toe stabilization height :	$h_s =$	0,00 m
earth pressure factor:	$k_{ph,d} =$	4,82 [-] for $\varphi_{d,soil} = 27.5^\circ$
partial safety factors:	permanent actions $\gamma_G =$	1,00 (favourable)
	variable actions $\gamma_Q =$	1,30 (unfavourable)
	soil / materials $\gamma_\delta = \gamma_\phi =$	1,25 (friction resistance)

● driving forces:

driving force (soil):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 7,056 \text{ kN/m}^2$$

driving force (snow):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

force due to seepage:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,048 \text{ kN/m}^2$$

● resisting forces:

frictional force (soil):

$$t_{f,d} = \gamma \cdot d_{ges.} \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 7,406 \text{ kN/m}^2$$

frictional force (snow):

$$t_{s,h,d} = s \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta) / \gamma_{\delta} = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

passive earth pressure (toe) - only in case of $l < 10 \text{ m}$:

$$T_{St,d} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{ph,d} \cdot \cos \beta = 0,00 \text{ kN/m}$$

● Calculation of the utilization ratio μ :

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{s,d} + s_{w,d}) \cdot l) / ((t_{f,d} + t_{s,h,d}) \cdot l + T_{St,d}) = 0,96 < 1,0$$

A sufficient stability in the final stage has been reached!



ANEXO 2

FICHAS TÉCNICAS

Technical Data Sheet

CARBOFOL® HDPE 406 1,5 s/s



NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestrasse 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany

Phone: +49 5743 41-0 Fax: +49 5743 41-240
E-Mail: info@naue.com Internet: www.naue.com

CARBOFOL® is a resistant and multifunctional geomembrane (GBR-P) with smooth surface used in many fields of sealing applications

Property	Test Method	Unit	Values*
Thickness nominal (tolerance: -5%)	EN 1849-2	mm	1.50
Density	EN ISO 1183	g/cm ³	≥ 0.940
Melt Flow Rate	EN ISO 1133 190°C / 5.0 kg	g/10 min	≥ 1.0 / ≤ 3.0
Melt Flow Rate	EN ISO 1133 190°C / 2.16 kg	g/10 min	≥ 0.5 / ≤ 1.0
OIT	EN 728 ISO 11357-6	min	≥ 100
Carbon black content	ASTM D1603 ASTM D4218	%	2 - 3
Carbon black dispersion	ASTM D5596	Category	1 - 2
NCTL – Test Stress crack resistance	ASTM D5397	hours	≥ 500
Tensile strength at yield	EN ISO 527-3	N/mm MPa	≥ 22 ≥ 16
Elongation at yield	EN ISO 527-3	%	≥ 10
Tensile strength at break	EN ISO 527-3	N/mm MPa	40 28
Elongation at break	EN ISO 527-3	%	700
Tear resistance	ISO 34-1	N	187
Puncture resistance	ASTM D4833 EN ISO 12236	N	480 3,500
Multi axial elongation	Based on DIN 53861 DIN EN 14151	%	≥ 15
Perforation resistance	DIN 16726	mm	800
Cold bending at -20°C	EN 1876 - 1	-	passed
Dimensional stability after warm storage 1h/100°C	EN 1107-2	%	≤ 2

*average result of specified test specimen over the width

Roll size	length x width	m x m	150 x 7.5
Roll weight	approx.	kg	1,597

The listed technical values are guiding values achieved in our laboratories and/or independent testing institutes. Our products are subject to changes without prior notice.



NAUE GmbH & Co. KG
Windmuehlenweg 4
47906 Kempen/Toenisberg, Germany

Phone: +49 2845 808-0 · Fax: +49 2845 808-116
E-Mail: info@naue.com · Internet: www.naue.com

Technical Data 2159
Carbofol® Type HDPE 406 GM13
MegaFriction / MegaFriction
acc. to GM 13
Values tested in the structured area

dated: 03.01.2011

Property	Test Method ASTM	Unit				Testing Frequency (minimum)
Thickness (nom. – 5 %)						
- 10% Lowest individual for 8 out of 10 values	D 5994	mm	1,5	2,0	2,5	per roll
-15% Lowest individual for any of the 10 values						
Width	/	m	5,1	5,1	5,1	per day
Asperity height	D 7466	mm	≥ 0,9	≥ 0,9	≥ 0,9	Every 2 nd roll
Density	D 1505 / D 792	g/cm³	0,942	0,942	0,942	90,000 kg
Tensile strength at yield	D 6693	kN/m	23	30	38	9,000 kg
Elongation at yield	D 6693	%	12	12	12	9,000 kg
Tensile strength at break	D 6693	kN/m	24	32	40	9,000 kg
Elongation at break	D 6693	%	300	300	300	9,000 kg
Tear resistance	D 1004	N	200	280	350	20,000 kg
Puncture resistance	D 4833	N	600	700	820	20,000 kg
Carbon black content	D 1603	%	2-3	2-3	2-3	9,000 kg
Carbon black dispersion	D 5596	Category	1-2	1-2	1-2	20,000 kg
Oxidative Induction Time (OIT)						
a) standard OIT	D 3895	min	100	100	100	90,000 kg
Oven Aging at 85°C (retrained after 90 days)	D 5721					
a) standard OIT	D 3895	%	55	55	55	per each formulation
UV Resistance						
a) standard OIT	D 3895	%	50	50	50	per each formulation

Values tested in the outside edge welding zones

NCTL - Test* Stress crack resistance	D 5397	hour	400	GRI GM-10
---	--------	------	-----	-----------

file: 2159 - 406 mf-mf GM13 struct. Rev.14 eng.doc

remark:

*requirement GM13 : 300h

The listed technical values are guiding values, achieved in our laboratories and/or independent testing institutes. Our products are subject to change without prior notice.

Filter stable drainage system

Secudrain® 131 C WD 401 131 C



NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestrasse 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany

Phone: +49 5743 41-0 Fax: +49 5743 41-240
E-Mail: info@naue.com Internet: www.naue.com

Product description

Three-layered, three-dimensional, filter stable and high compression resistance drainage system consisting of an extruded wave-shaped monofilament core and a needle-punched UV-stabilized nonwoven fully bonded at on both sides

Property	Test method*	Unit	131 C WD 401 131 C
Total product		-	
Water flow rate q, md, (h/h) - at a load of 20 kPa - at a load of 50 kPa - at a load of 100 kPa	EN ISO 12958	l/(m x s)	<i>i</i> = 0.1 2.5 x 10 ⁻¹ <i>i</i> = 0.1 2.0 x 10 ⁻¹ <i>i</i> = 0.1 1.5 x 10 ⁻¹
Water flow rate q, md, (h/h) - at a load of 20 kPa - at a load of 50 kPa - at a load of 100 kPa			<i>i</i> = 0.3 5.0 x 10 ⁻¹ <i>i</i> = 0.3 4.0 x 10 ⁻¹ <i>i</i> = 0.3 3.0 x 10 ⁻¹
Water flow rate q, md, (h/h) - at a load of 20 kPa - at a load of 50 kPa - at a load of 100 kPa			<i>i</i> = 1.0 1.0 x 10 ⁺⁰ <i>i</i> = 1.0 9.0 x 10 ⁻¹ <i>i</i> = 1.0 8.0 x 10 ⁻¹
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m ²	660
Thickness	EN ISO 9863-1	mm	6.5
Max. tensile strength, md / cmd**	EN ISO 10319	kN/m	16.0 / 16.0
Elongation at max. tensile strength, md / cmd**	EN ISO 10319	%	45 / 55
Puncture force	EN ISO 12236	kN	3.0
Raw material	-	-	polypropylene
Geotextiles	131 C / 131 C		
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m ²	130
Thickness	EN ISO 9863-1	mm	0.7
Characteristic Opening Size	EN ISO 12956	µm	90
Water permeability - VI _{H50} -Index - Flow rate _{H50}	EN ISO 11058	m/s l/(m ² s)	9.0 x 10 ⁻² 90
Roll dimension, width x length	-	m x m	3.80 x 70

*based on, **md = machine direction, cmd = cross machine direction

The listed technical values are guiding values, achieved in our laboratories and/or independent testing institutes. Our products are subject to changes without prior notice.

Geotextiles for filtration and separation

Secutex® C



NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestrasse 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany

Phone: +49 5743 41-0 Fax: +49 5743 41-240
E-Mail: info@naue.com Internet: www.naue.com

Product description:

Needle punched and calendered nonwoven geotextiles

Property	Test method*	Unit	R 151 C	R 201 C	R 251 C	R 301 C	R 401 C	R 501 C
Raw material	-	-	polypropylene (PP), white					
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m ²	150	200	250	300	400	500
Thickness	EN ISO 9863-1	mm	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.4
Max. tensile strength, md / cmd**	EN ISO 10319	kN/m	10.5 / 10.5	14.5 / 15.0	18.0 / 18.0	22.5 / 24.0	30.0 / 32.0	35.0 / 37.0
Elongation at max. tensile strength, md / cmd**	EN ISO 10319	%	40 / 45	40 / 45	40 / 45	45 / 45	45 / 45	45 / 45
Puncture force	EN ISO 12236	N	1,800	2,700	3,300	4,200	5,500	6,600
Displacement	EN ISO 12236	mm	50	50	50	50	50	50
Dynamic perforation resistance	EN ISO 13433	mm	24	18	14	10.8	8	7
Characteristic opening size	EN ISO 12956	µm	90	80	80	70	70	60
Water permeability	EN ISO 11058	m/s l/(m ² s)	1.0 x 10 ⁻¹ 100	7.5 x 10 ⁻² 75	6.0 x 10 ⁻² 60	5.0 x 10 ⁻² 50	3.5 x 10 ⁻² 35	3.0 x 10 ⁻² 30
- VI _{H50} -Index - Flow rate _{H50}								
Detector tested	-	-	yes	yes	yes	yes	yes	yes

*based on, **md = machine direction, cmd = cross machine direction

The listed technical values are guiding values, achieved in our laboratories and/or independent testing institutes. Our products are subject to changes without prior notice.

Geogrid

Secugrid® R (PES/PET)



NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestrasse 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany



Phone: +49 5743 41-0 Fax: +49 5743 41-240
E-Mail: info@naue.com Internet: www.naue.com

Product description:

Laid geogrid made of stretched, monolithic polyester (PET) flat or profile bars with welded junctions used for the reinforcement in many fields of civil engineering including landfill engineering, road construction and hydraulic engineering

Property	Test method*	Unit	40/20 R6	80/20 R6	120/40 R6	150/40 R6	200/40 R6	400/40 R6
Raw material	-	-	polyester/PET, transparent					
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m ²	285	380	580	680	810	1.420
Max. tensile strength, md / cmd**	EN ISO 10319	kN/m	≥ 40 / ≥ 20	≥ 80 / ≥ 20	≥ 120 / ≥ 40	≥ 150 / ≥ 40	≥ 200 / ≥ 40	≥ 400 / ≥ 40
Elongation at nominal strength, md / cmd**	EN ISO 10319	%	≤ 7 / ≤ 7					
Tensile strength at 1% elongation, md**	EN ISO 10319	kN/m	8	16	24	30	40	80
Tensile strength at 2% elongation, md**	EN ISO 10319	kN/m	14	28	42	53	70	140
Tensile strength at 5% elongation, md**	EN ISO 10319	kN/m	28	56	84	110	140	280
Aperture size, md x cmd**	-	mm x mm	approx. 73 x 31	approx. 73 x 30	approx. 71 x 28	approx. 71 x 27	approx. 71 x 25	approx. 70 x 14
UV-resistance (remaining tensile strength)	EN 12224	%	96.3					
Weather resistance	FGSV	class	high					
Production specific elongation	-	%	0					
Roll dimensions, width x length	-	m x m	4.75 x 100					4.75 x 50

*based on, **md = machine direction, cmd = cross machine direction

The listed technical values are guiding values, achieved in our laboratories and/or independent testing institutes. Our products are subject to changes without prior notice.



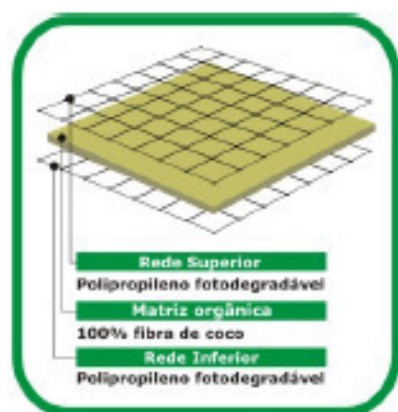
ANEXO 3

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS ANTIEROSIVAS

Biomanta Antierosiva de Fibra de Coco Bidimensional (Tela Fibrax® 300BF)

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere grande resistência ao produto. Enrolado em bobina e embalado por filme plástico.

Aplicações: projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, poldutos, ferrovias, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água e drenagens de médio a alto fluxo. Indicado para taludes de corte e aterro de até 60° de inclinação, locais onde se deseja proteção prolongada e solos de média a alta suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico de grande destaque.



Características:

Matriz orgânica	100% fibra de coco
Comprimento (m)	33,40
Largura (m)	1,50
Área da bobina (m²)	50,00
Gramatura da matriz orgânica (g/m²)	300,00
Peso da bobina (kg)	15,00
Longevidade (meses)	36-48
Resistência à tração (kgf/m)	65,00
Diâmetro da bobina (m)	0,35
Espaçamento entre linhas (cm)	5,00
Comprimento do ponto (cm)	6,00
Inclinação máxima do talude (H:V)	1:2

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS ANTIEROSIVAS, RETENTORES DE SEDIMENTOS E HIDROSSEMEIO



GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

Objetivo

Proteção imediata contra o efeito dos agentes erosivos, processos de deslocamento e mobilização de partículas como: áreas recém terraplenadas, taludes de corte e aterro, dunas não estabilizadas, margens de rios e canais, áreas com recobrimento deficiente da vegetação, proteção de dispositivos de drenagem, áreas de disposição de resíduos industriais, aterros sanitários e quaisquer superfícies de solo desprotegidas contra a ação dos processos erosivos.

As biomantas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície que se deseja proteger com finalidades estéticas, ambientais e para estabilização de solos. A composição, degradabilidade, gramatura, e resistência das biomantas é variável e deve adequar-se às necessidades dos projetos de recuperação e proteção ambiental específicos, já que esses se destinam a diferentes necessidades e situações.

Acerto e regularização do terreno

É desejável que a superfície do talude esteja a mais regularizada possível, para que as biomantas possam ficar totalmente aderidas à superfície. O acerto e regularização podem ser feitos manualmente ou mecanicamente, buscando eliminar os sulcos erosivos, o preenchimento dos espaços vazios e a ancoragem dos sedimentos soltos. As concavidades do terreno e as negatividades dos taludes devem ser removidas ou minimizadas, para evitar a formação de novos focos erosivos, desmoronamentos e escorregamentos.

Preparo do solo e semeio

Após a regularização da superfície do talude e o sistema de drenagem estiver construído, inicia-se o preparo do solo, que consiste em efetuar o micro-coveamento, ou seja, covas pequenas umas próximas das outras e de profundidade suficiente, de maneira a reter todos os insumos a serem aplicados, como fertilizantes, corretivos, mulch, adesivos e sementes. Estes insumos podem ser aplicados manualmente ou por via aquosa (hidrossemeadura). A quantidade dos insumos a ser aplicada deve ser previamente estabelecida pelo técnico responsável pelo projeto, conforme apresentado em nosso “Guia de Hidrossemeadura”.

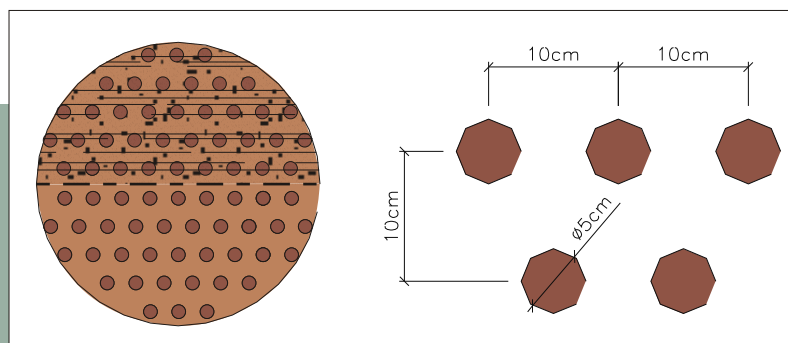


Foto: Coveamento do talude, operação executada com uso de enxada. Espaçamento entre covas de 10cm, com profundidade de 5cm. À direita, detalhe do microcoveamento.

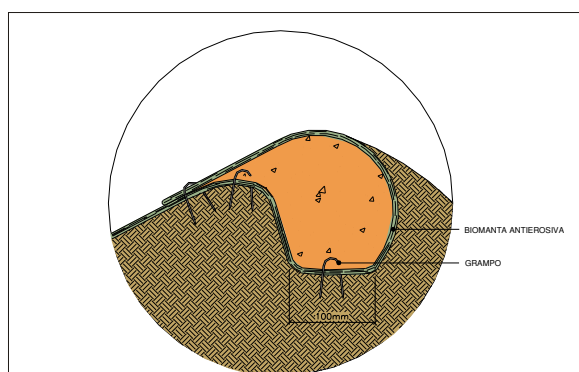
GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

Aplicação da Biomanta

As biomantas vêm acondicionadas em bobinas. A aplicação deve ser iniciada pelo topo do talude, desenrolando-se a bobina, fixando-a e moldando-a sobre uma valeta escavada com 10 cm de largura e 10 cm de profundidade, deixando ultrapassar 20 cm além da valeta. A ancoragem é realizada com o grampeamento da biomanta no fundo da valeta e em seguida é aplicado solo compactado manualmente. Aplicam-se fertilizantes e sementes, dobra-se os 20 cm excedentes da biomanta sobre a valeta e promove-se sua fixação com grampos com espaçamento mínimo a cada 40 cm, em toda a extensão da largura da biomanta. Esta fixação no topo do talude é preponderante para a performance do produto.



As bobinas devem ser estendidas (desenroladas) sempre no sentido da declividade do talude. Sua fixação, bem como a quantidade e especificação dos grampos, deve seguir a recomendação técnica estabelecida no projeto, em função do material e inclinação do talude. Os transpasses laterais das biomantas devem ser de 3 a 5 cm, e a sobreposição (transpasse) longitudinal deverá ser de no mínimo 5 cm. O grampeamento nos transpasses deverá ter espaçamento mínimo de 30 cm.



Detalhe da fixação superior da biomanta, em que é feita uma canaleta, onde a biomanta será fixada e coberta por uma camada de solo compactado.



Aplicação da biomanta: o aplicador desce desenrolando a biomanta e executando o grampeamento, mantendo-a sempre rente ao solo.

O processo de semeio é realizado anteriormente à instalação e fixação das biomantas antierosivas, e este será detalhado no Guia de Hidrossemeadura, ao final deste caderno.

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

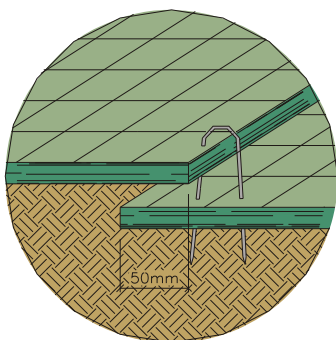
Fixação das biomantas

A boa fixação das biomantas garantirá o sucesso do trabalho. Esta fixação poderá ser feita com grampos de aço, madeira, bambu ou polivinil, de tamanhos e formas variadas, devendo ser aplicada conforme detalhado em projeto, de acordo com as características específicas do local a ser protegido ou recuperado.

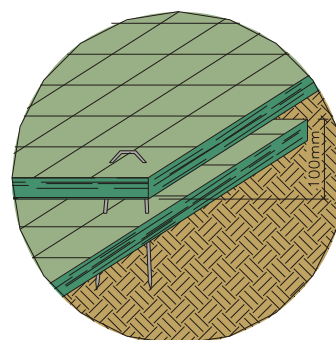
É importante salientar que quanto melhor for à fixação da biomanta ao solo, maior segurança será conferida ao projeto. A fixação inadequada da biomanta gerará dificuldade para que a vegetação a ultrapasse o que poderá gerar focos erosivos no local de má aderência, devido ao escoamento livre da água na superfície do talude, sem contato com a biomanta.

QUADRO – Tipos e características dos grampos para fixação das biomantas

Grampos	Tipo	Comprimento dos Grampos (cm) e Uso em Taludes (corte / aterro)					
		7,5	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0
Aço		Corte	Corte	Corte	Aterro	Aterro	Aterro
Bambu		-	-	Corte	Corte	Aterro	Aterro
Madeira		-	-	-	Aterro	Aterro	Aterro



Transpasse lateral



Transpasse longitudinal

O número de grampos por unidade de área depende da inclinação do talude, suscetibilidade à erosão, tipo do material, segurança requerida para o local e regularização da área.

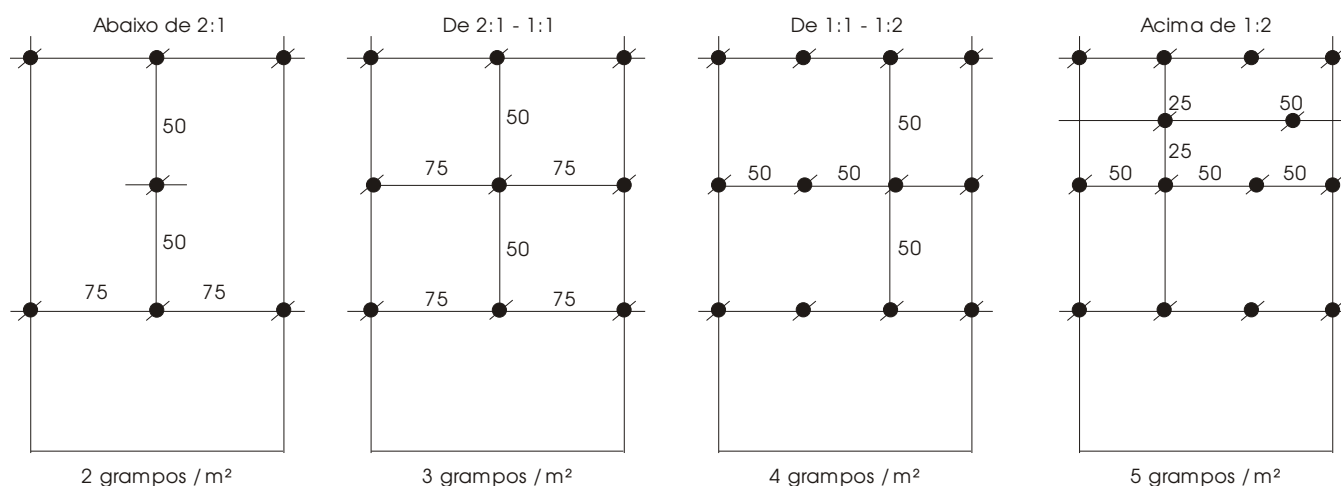
Os taludes já totalmente regularizados exigem menor rigor na fixação. Taludes parcialmente regularizados, sem regularização, de grande inclinação ou com grande suscetibilidade à erosão, devem utilizar um maior número de grampos por área.

Em solos não coesos e arenosos deverão ser utilizados grampos mais compridos.

Os esquemas a seguir mostram como fixar adequadamente as biomantas, de acordo com a inclinação dos taludes (H:V).

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

Fixação das biomantas



Fotos ilustrativas - biomantas instaladas

Apresentamos a seguir fotos de áreas que foram recuperadas com uso de biomantas antierosivas, as quais demonstram a beleza estética proporcionada pelo produto, além da proteção imediata do solo.



Taludes já protegidos com biomantas antierosivas

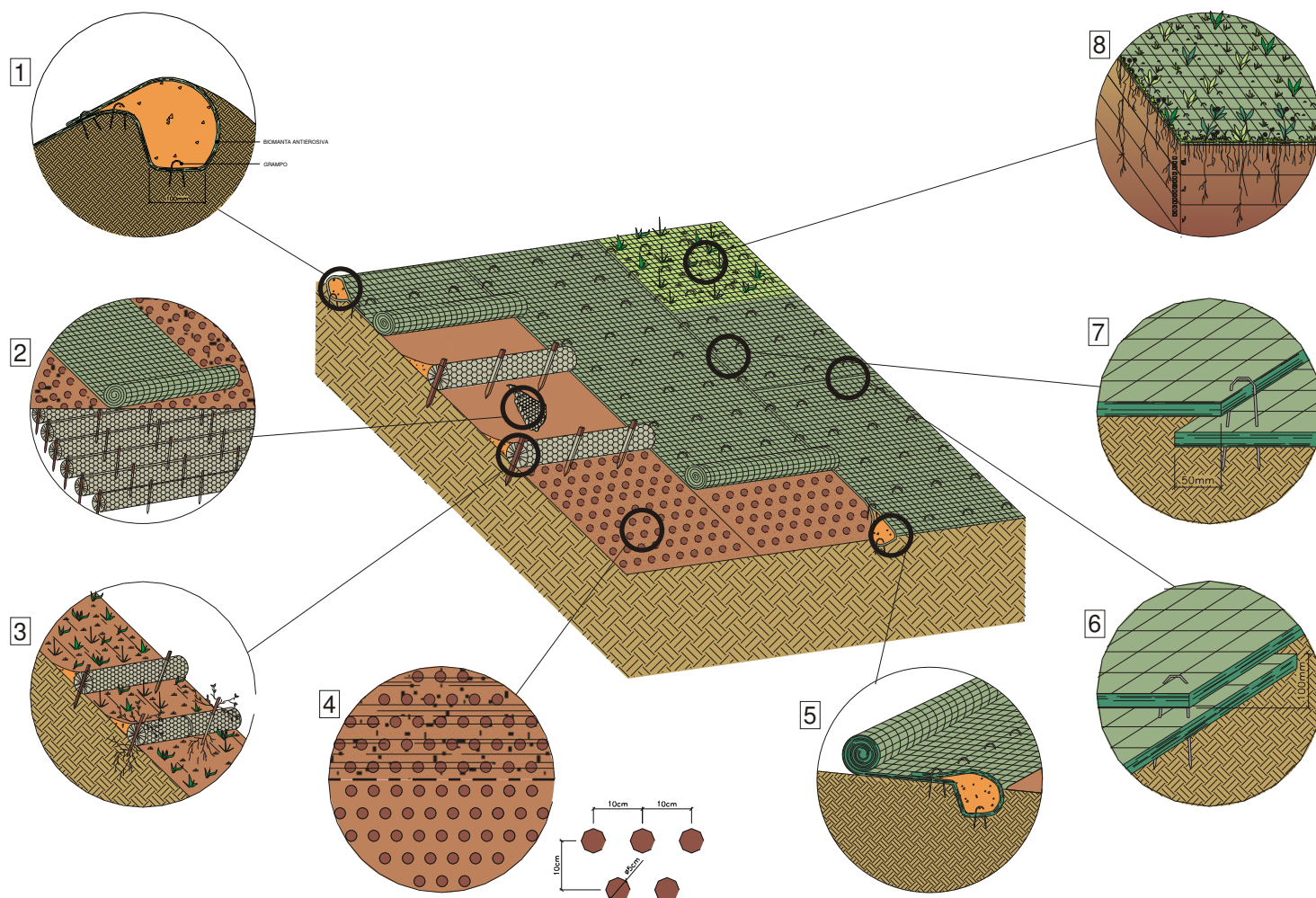


Drenagem e biomantas antierosivas aplicadas em taludes de corte

Para ver mais exemplos de áreas recuperadas com uso de biomantas antierosivas, acesse o site www.deflor.com.br

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

Passos para a recuperação e proteção de taludes com biomantas antierosivas



LEGENDA:

1 - Ancoragem superior

2 - Preenchimento de erosões com retentores de sedimentos tipo Bermalonga®

3 - Construção de bermas artificiais

4 - Preparo do solo (coveamento e semeio)

5 - Ancoragem inferior

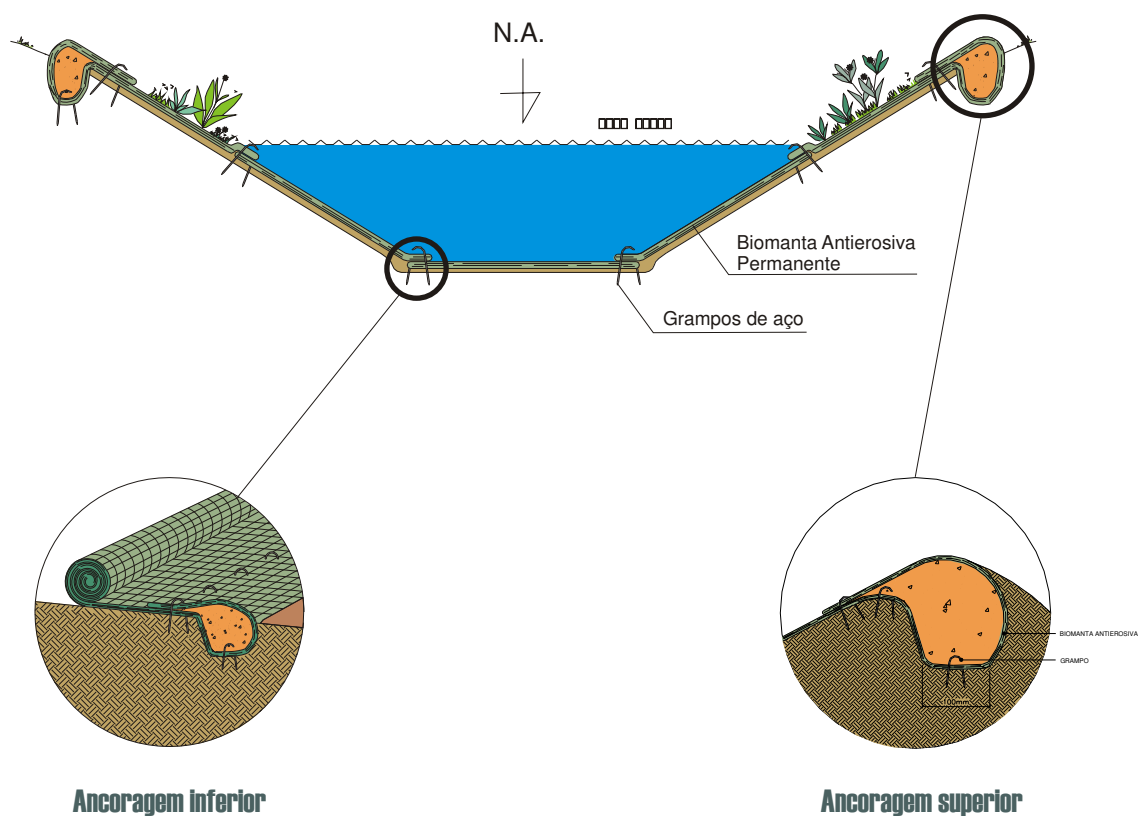
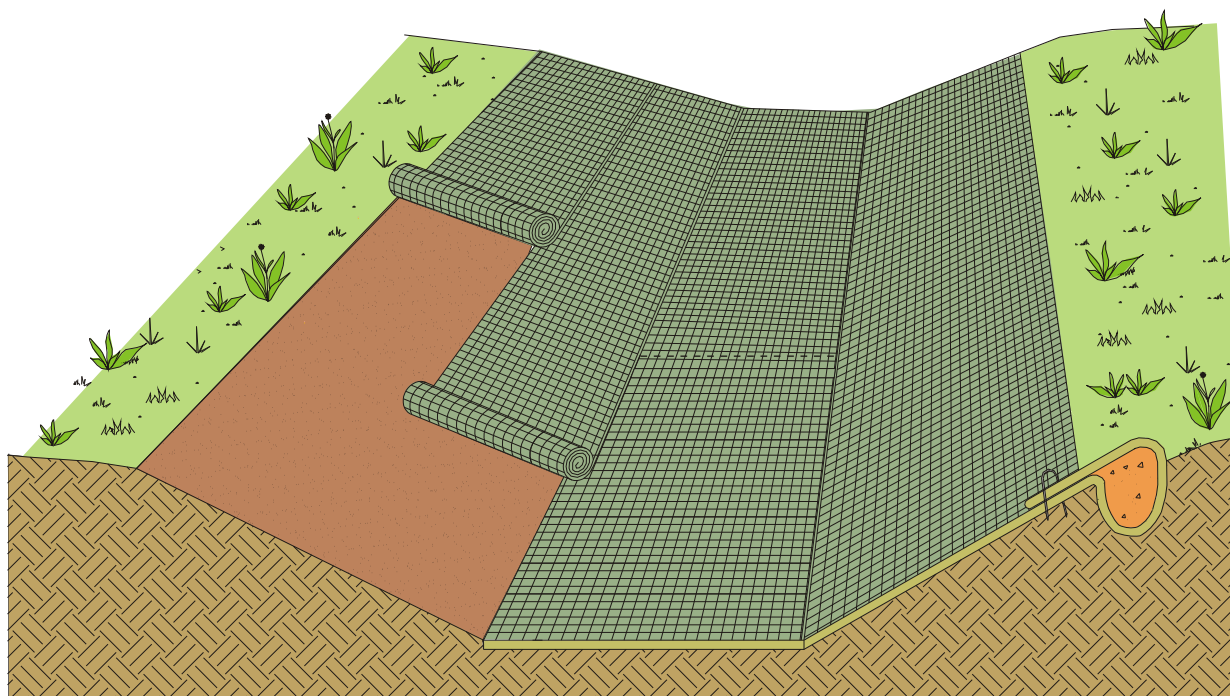
6 - Grampeamento longitudinal

7 - Grampeamento transversal

8 - Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes

GUIA DE INSTALAÇÃO DE BIOMANTAS

Instalação de biomantas antierosivas em canais e cursos d'água



Acerto e regularização do terreno / Preparo do solo

Estas etapas seguem os mesmos procedimentos que são utilizados para as biomantas antierosivas.

Insumos

As sementes a serem utilizadas deverão conter referências à porcentagem de pureza e ao poder germinativo. A seleção das espécies deve basear-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes.

As espécies aqui apresentadas pertencem a duas famílias botânicas: as gramíneas e as leguminosas. Devido à similaridade quanto às suas características de interesse elas serão descritas e agrupadas conforme segue:

- **Gramíneas**: apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade do substrato e alta capacidade de perfilhamento. Contribuem para a sustentabilidade do sistema através do fornecimento de matéria orgânica, devido a sua grande capacidade de produção de biomassa.
- **Leguminosas**: apresentam alta capacidade reprodutiva, baixa exigência em fertilidade e melhoram as características do substrato através da fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Devido às características de desenvolvimento do sistema radicular, favorecem a estabilidade das camadas mais profundas do solo.



Caminhão hidrossemeador



Aplicação de hidrossemeadura com utilização de bomba e caminhão hidrossemeador

Sementes - Quantidades e Espécies

Apresentamos a seguir o quadro de espécies e quantidades utilizadas no processo de hidrossemeadura realizado pela DEFLOR:

QUADRO 1 - Relação de espécies e quantidades médias a serem utilizadas:

Nome Comum	Nome Científico	Quantidade (Kg / ha) / Declividade	
		< 45º	≥ 45º
Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i>	20	30
Braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i>	40	60
Braquiarão	<i>Brachiaria bryzantha</i>	20	30
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i>	20	30
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	10	20
Capim-gordura	<i>Melinis minutiflora</i>	40	80
Crotalária	<i>Crotalaria spectabilis</i>	20	30
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	20	10

OBS.: A quantidade e proporção de sementes poderá variar de acordo com o tipo de material do talude e inclinação, após a avaliação pelo técnico responsável.

QUADRO 2 - Quantidades totais de insumos a serem aplicadas:

INSUMOS BÁSICOS	QUANTIDADE (Kg / ha)
1 – Sementes	150 – 300
2 – Fertilizantes	1.000 – 1.500
2.1 – Adubo NPK 4-14-8	500 – 750
2.2 – Fosfato Natural	500 – 750
3 – Adubação de cobertura	
3.1 – Sulfato de amônia	80 – 250
3.2 – Superfosfato Simples	80 – 250
4 – Mulch	1.000 – 1.500
5 – Adesivo Orgânico	150 – 300
6 – Composto Orgânico	2.000 – 5.000

OBS.: A mistura a ser aplicada é dimensionada para 5.000 litros de água, correspondente à carga de aplicação para 1.000 m² de superfície de talude, por via aquosa (hidrossemeadura). A adubação de cobertura deverá ser realizada de 45 a 60 dias após a germinação, mediante avaliação técnica.

GUIA DE INSTALAÇÃO DE RETENTORES DE SEDIMENTOS

O Bermalonga® é de fácil instalação, não necessitando de equipamentos ou técnicas especiais. Para ser instalado requer fixação, com estacas de madeira, bambú, aço ou ainda estacas vivas. Em alguns casos deve-se fazer uma valeta (berço) para que o Bermalonga® alcance sua maior capacidade de carga. Este berço terá de 5 a 20 cm de profundidade, de acordo com as dimensões do Bermalonga® e condições do local onde será aplicado.

Apresentamos abaixo algumas das aplicações bem sucedidas do Bermalonga®:

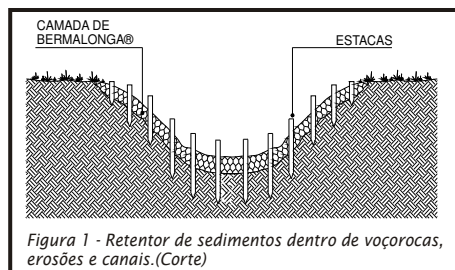


Figura 1 - Retentor de sedimentos dentro de voçorocas, erosões e canais. (Corte)

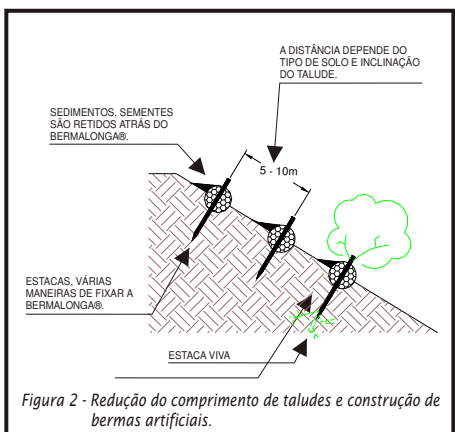


Figura 2 - Redução do comprimento de taludes e construção de bermas artificiais.

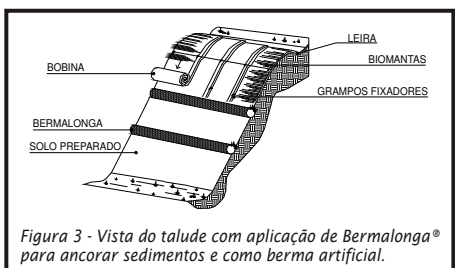


Figura 3 - Vista do talude com aplicação de Bermalonga® para ancorar sedimentos e como berma artificial.

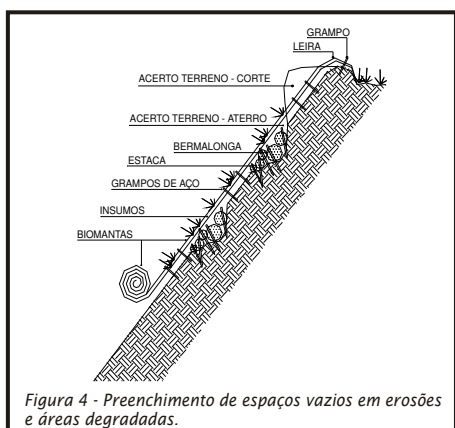


Figura 4 - Preenchimento de espaços vazios em erosões e áreas degradadas.

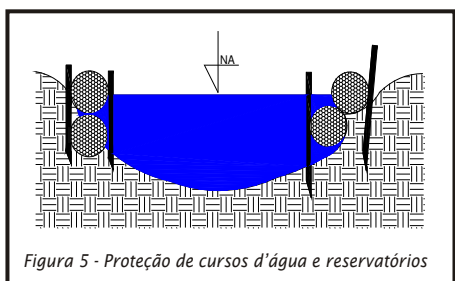


Figura 5 - Proteção de cursos d'água e reservatórios

Retentores de sedimentos: São aplicados transversalmente ao sentido do fluxo e a declividade do talude, os Bermalonga® serão fixados com grampos de aço, bambú ou madeira, cujos comprimentos serão suficientes para atingir o solo mais coeso. Deve-se proceder a abertura de uma valeta de encaixe de cerca de 1/3 do diâmetro do Bermalonga®, evitando a passagem dos sedimentos por sua base e proporcionando maior aderência com o solo. (Figura 1)

Construção de bermas artificiais: Os Bermalonga® podem ser utilizados para reduzir o comprimento dos taludes, agindo como bermas artificiais em taludes de grande inclinação e de grande comprimento. A instalação é feita no sentido transversal à declividade, formando um cordão em nível. O Bermalonga® deve ser fixado cuidadosamente, havendo a necessidade de se fazer uma valeta para encaixá-lo adequadamente, evitando que os sedimentos passem por baixo do produto. A fixação é feita com grampos de aço, madeira ou bambú, tendo comprimento suficiente para atingir o solo coeso. (Figuras 2 e 3)

Preenchimento de espaços vazios: Pode ser aplicado para preencher focos erosivos de até 50cm de profundidade, no sentido longitudinal ou transversal à concavidade a ser preenchida, sendo fixado com grampos até atingir o solo mais coeso. Podem ser aplicados tantos Bermalonga® quantos forem necessários até o preenchimento do vazio e depois aplicar o solo e sementes por cima. (Figura 4)

Proteção das margens de reservatórios e cursos d'água: É aplicado nas margens, em uma ou mais camadas, de acordo com o desnível entre a margem e o nível d'água. O local deve ser regularizado, escavando-se também uma valeta de encaixe para o Bermalonga®. A fixação é feita com grampos de aço, bambú ou madeira, tendo o comprimento suficiente para atingir o solo coeso. Caso necessário, deve-se executar o amarrado com arame, evitando que enchentes possam retirar o Bermalonga® do local. Após a fixação e amarração, poderá ser feita a compactação de solo através do Bermalonga®, com aplicação de fertilizantes e sementes, inclusive sobre o Bermalonga®. (Figura 5)

Retenção de óleos e materiais flutuantes: O Bermalonga® é de baixa densidade, por isso flutua em meio aquoso e pode ser utilizado para direcionar óleos, graxas e materiais flutuantes em rios, lagos e mares. É aplicado diretamente sobre a água, de maneira a formar um cordão flutuante de acordo com as necessidades do cliente. Este tipo de Bermalonga® tem um tubo flexível no centro, permitindo a passagem de cabos de aço, o que permite unir vários Bermalonga® e ancorá-los nos pontos desejados. (Figura 6)

Interface do solo / estruturas rígidas: A interface de pilares de concreto ou madeira, afloramentos rochosos, árvores de grande porte, dentre outras estruturas rígidas com o solo é uma área suscetível à erosão em função da percolação da água. O Bermalonga® aplicado nesta interface reduz o impacto da água, proporcionando estabilidade e prolongando a vida útil de tais estruturas. A aplicação poderá ser feita com Bermalonga® D40 ou D20, dependendo da área a ser protegida, deve-se procurar envolver a estrutura rígida para evitar contato direto com o solo, e a proteção deve ser em toda a interface. Os Bermalonga® podem ser aplicados em qualquer sentido, sendo fixados ou amarrados da maneira mais eficiente. (Figuras 7 e 8)

Drenos profundos e sub-superficiais: Fazer a escavação das valas na profundidade projetada, utilizando brita e areia no fundo e nas laterais da vala, aplicando o Bermalonga® no centro, podendo ser uma ou mais fileiras, dependendo do diâmetro utilizado. O Bermalonga® deve ficar bem protegido, evitando o contato com o ar, o que garantirá a longevidade do produto. (Figura 9)

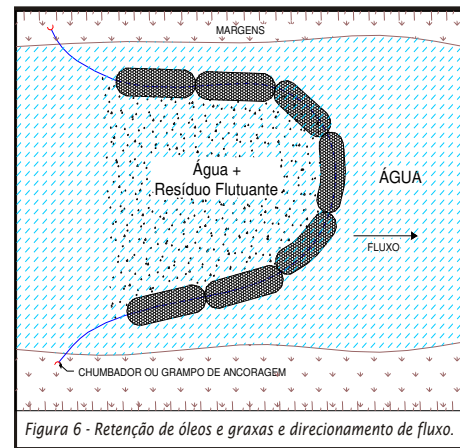


Figura 6 - Retenção de óleos e graxas e direcionamento de fluxo.

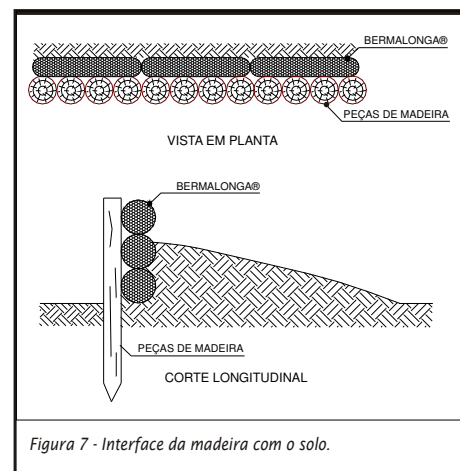


Figura 7 - Interface da madeira com o solo.

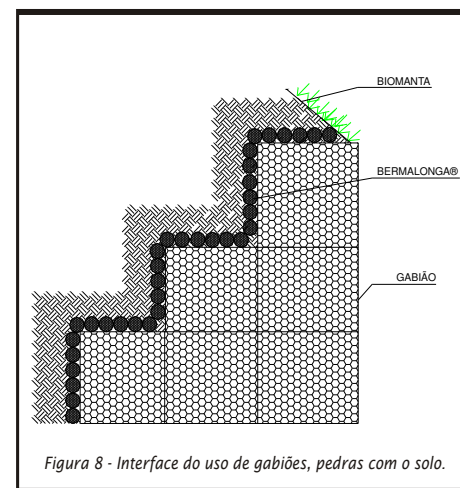


Figura 8 - Interface do uso de gabiões, pedras com o solo.

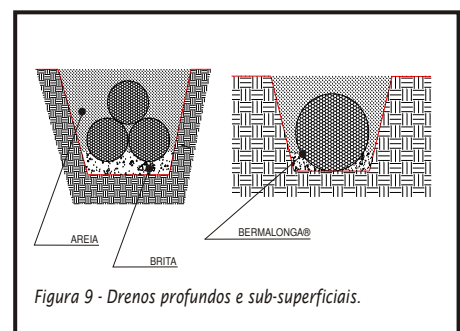


Figura 9 - Drenos profundos e sub-superficiais.

Escritório Central:

Rua Major Lopes, 852 - São Pedro - Belo Horizonte, MG - 30330-050
TEL.: 55 31 3284-5622 FAX: 55 31 3284-5688 E-MAIL: deflor@deflor.com.br



PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

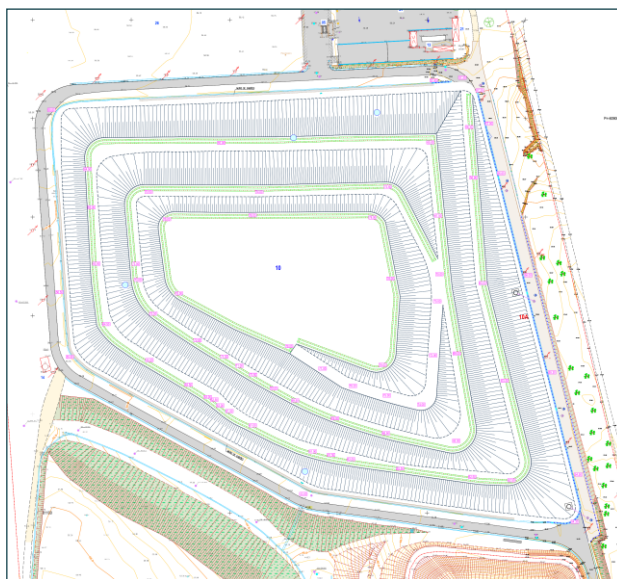
MAPA DE MEDIÇÕES

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA
R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C
ED. NICO, LOJA 2
2410-140 LEIRIA
geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES						UNIDADES	
			DIMENSÕES				QUANTIDADES			
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS		
Notas:										
O empreiteiro deverá inteirar-se de todos os trabalhos e possíveis interferências existentes no local.										
Para a realização da selagem definitiva será necessário proceder à modelação/movimentação de resíduos e terras, remoção de sistemas de impermeabilização provisórios e valeta trapezoidal em zonas ainda não intervencionadas de acordo com as peças desenhadas. A modelação/movimentação de resíduos terá maior enfoque nas banquetas, de modo proporcionar uma largura de 6.00 m para facilitar a abertura de valas de amarração dos geosintéticos e as manobras de máquinas e equipamentos essenciais à selagem. Estão ainda previstos todos os trabalhos necessários para a regularização da cúpula. Todos os trabalhos deverão ser realizados de forma a minimizar ao máximo a libertação de odores, procurando proceder à colocação de resíduos o mais próximo possível do local de remoção e à sua cobertura com terras.										
O encerramento poderá ser realizado de forma faseada de modo a manter a extração de biogás essencial para a manutenção do sistema de valorização energética. Estão incluídos na proposta a remoção e reposição de todas as tubagens de extração e de condução de biogás à central de valorização. Todos os trabalhos devem ser coordenado com a empresa responsável pela manutenção e operação da CVE. Como os sistemas de extração e condução de biogás à CVE são dinâmicos o empreiteiro terá que validar com o Dono de Obra, todas as interferências e obstáculos existentes antes do arranque das frentes de trabalho. o Dono de obra em conjunto com a empresa da manutenção da CVE deverão auxiliar na coordenação dos trabalhos.										
A execução de todos os trabalhos preparatórios e acessórios descritos no projeto e não expressamente contempladas nas medições, nomeadamente entivações, drenagem de valas, bombagem de lixiviados por forma a rebaixar os níveis, transporte a local adequado de solos contaminados, remoções de obstáculos não especificados (p.e. interferências com infraestruturas enterradas, tubagens, apoios,...), sua reposição de acordo com as especificações aplicáveis, identificação de infraestruturas existentes, sinalizações, escavação manual para deteção de telas ou outros órgãos existentes.										
Realização de pesquisas/sondagens manuais, de modo a salvaguardar a integridade das estruturas existentes nomeadamente as telas de PEAD do fundo da célula aterro de RSU. Será ainda da responsabilidade do adjudicatário os custos de reparação de quaisquer infraestruturas enterradas danificadas.										
Do levantamento realizado, optou-se por não considerar o reaproveitamento dos sistemas de impermeabilização provisórios existentes, pelo facto de se desconhecer a dimensão das valas de ancoragem, bem como a forma como foram aplicadas e o seu estado de conservação.										
Estão assim, incluindo todos os trabalhos de remoção de terras e sistemas de impermeabilização existentes, bem como a limpeza e preparação das telas de PEAD para a realização de soldaduras por forma a garantir a estanquicidade das geomembranas. As geomembranas deverão ser cortadas junto ao gabião e realizada uma soldadura por extrusão. Nas zonas onde não existe gabião a intervenção deverá ir ao encontra da geomembrana basal e procedendo ao prolongamento da mesma se necessário de modo a prolongar a geoembrana basal até à valeta periférica.										
Devem ser respeitadas as Instruções de Trabalho e Plano de Aplicação e Autocontrolo que se envia em Anexo. Relativamente aos testes às soldaduras deverão ser de dois tipos: 1º)Ensaio destrutivos executados no maior numero possível desde que não prejudiquem a qualidade da impermeabilização (não deverá ser efetuado qualquer corte no sistema de impermeabilização final apenas nas zonas de corte); 2º) Ensaio não destrutivos em todas as soldaduras respeitando as normas e as pressões constantes nas instruções de trabalho. Toda a informação relativamente aos ensaios efetuados deve ser entregue ao dono de Obra em suporte papel e Informático, bem como relatório de soldaduras de acordo com o plano de aplicação e autocontrolo.										
Não está previsto neste projeto a reinjecção de lixiviado na massa de resíduos após o encerramento, por à data deste projeto esta opção não ser permitida pela legislação em vigor. A data de execução do encerramento o Dono de obra poderá optar por considerar a reinjecção de lixiviados na cúpula do aterro através da aplicação de drenos perfurados envolvidos em brita se a legislação ou a sua licença o permitir.										
1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS										
1.1	Realização de levantamento topográfico georeferenciado completo da célula de deposição de resíduos até à valeta periférica, por forma a servir de base para a contabilização de trabalhos, incluindo modelação tridimensional com sobreposição da modelação proposta para os resíduos, contabilização de zonas de corte e de aterro, poços de extração de biogás, poços de lixiviados e todas as tubagens existentes de recolha e condução de biogás para o coletor perimetral (área cerca de 5 Ha).	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
1.2	Piquetagem e implantação planimétrica e altimétrica com recurso a marcas topográficas de referência para definição da base e crista de taludes, banquetas, valas de ancoragem e de drenagem (área 3D de 4.7 Ha)	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
1.3	Acompanhamento topográfico no decorrer da obra de modo a definir valas de amarração e valas de drenagem e restantes componentes do plano de encerramento.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES						UNIDADES	
			DIMENSÕES				QUANTIDADES			
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS		
1.4	Desenvolvimento e implementação de plano de garantia de qualidade da instalação dos geossintéticos (PGQIG), controlo de qualidade no transporte, manuseamento, armazenamento e controlo de qualidade na aplicação (preparação da superfície de apoio, preparação das valas de ancoragem, colocação dos painéis com registos e identificação e soldaduras ou juntas), verificação de equipamento, ensaios, recolha de amostras e reparações, folhas de registos (diários, recepção de geossintéticos, colocação de geossintéticos, ensaios de pré-qualificação de soldaduras de geomembrana, soldaduras de geomembrana, amostras de soldadura de geomembrana (ensaios destrutivos), resultados dos ensaios não-destrutivos sobre as soldaduras, resultados dos ensaios destrutivos sobre as soldaduras ensaio de arranque (norma ASTM D 6392), ensaios destrutivos sobre as soldaduras, ensaio de corte (norma ASTM D 6392), registo de não conformidades e correspondentes reparações), incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua correta implementação.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL A DESCOBERTO (zona sem muro de gabião)										
2										
2.1	Remoção de terras, resíduos e da valeta periférica existente no contorno da célula por meios mecânicos e manuais adequados, incluindo demolições, escavações, separação de resíduos, carga, descarga e transporte a local adequado dos produtos sobrantes (nota: na periferia da célula existe uma faixa com cerca de 3.00 m de largura onde será necessário remover terras de modo a colocar a descoberto o sistema de impermeabilização basal em especial na zona da célula inicial e sem muro de gabião). Os trabalhos para colocar a descoberto o sistema de impermeabilização do fundo do aterro deverão ser iniciados junto ao ponto mais baixo (local de drenagem dos lixiviados), por forma a permitir sempre o desvio de qualquer escorrência que ocorra no decorrer dos trabalhos. Esta solução é também uma cautela para a drenagem em caso de ocorrência de precipitação, no decorrer dos trabalhos. A valeta periférica deverá manter-se sempre operacional durante esta fase dos trabalhos. Em caso de deterioração da mesma deverá ser criada uma drenagem suplementar através de uma manilha ou valeta meia cana provisória.(trabalhos na periferia onde não existe muro de gabião).	1.00	310.00	3.00	0.50		465.00	465.00	m³	
REPARAÇÕES DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL NA PERIFERIA DO ATERRO (se necessário - considerou-se a zona da célula inicial e sem muro de gabião)										
3										
3.1	Fornecimento e colocação de geocompósito de 5000g/m² ou superior, funcionando como barreira geológica artificial incluindo todas as sobreposições necessárias.	1.05	100.00	3.00				315.00	315.00	m²
3.2	Fornecimento e aplicação de geomembrana em PEAD com 2,0 mm de espessura, incluindo corte do sistema de impermeabilização existente na periferia das células, escavações necessárias, soldaduras em dupla pista, sobreposições, ensaios, entivações, drenagens dos solos, compactação, carga, descarga e transporte a local adequado dos produtos sobrantes de acordo com as peças desenhadas.	1.05	100.00	3.00				315.00	315.00	m²
3.3	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil com 800g/m², sobre a geomembrana, incluindo todas as sobreposições necessárias	1.10	100.00	3.00				330.00	330.00	m²

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES						UNIDADES	
			DIMENSÕES				QUANTIDADES			
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS		
4 DRENAGEM PLUVIAL PERIFERIA (ZONA SEM GABIÃO)										
4.1	Fornecimento e aplicação de manilhas em meia cana de betão ø400 mm, incluindo base de assentamento, refechamento de juntas todos os trabalhos e materiais necessários.	1.00	310.00				310.00	310.00	ml	
4.2	Fornecimento e aplicação de caixas sumidouro, incluindo grelha em FFD B125, todos os trabalhos necessários para repor a ligação ao coletor (substituição dos sumidouros zona da reengenharia, se danificados no decorrer dos trabalhos)					4.00	4.00	4.00	un	
5 DRENO PERIFÉRICO DRENAGEM DE LIXIVIADOS (ZONA DO GABIÃO)										
	<i>Nota: no tradoz do muro de gabião já existe um dreno de drenagem de águas lixiviantes executado em 2013, que deverá ser avaliado se o mesmo se encontra em funcionamento. Assim, o empreiteiro poderá propor a sua limpeza por meios específicos (ex ar comprimido) ou removendo o material procedendo em seguida ao aproveitamento dos drenos e parte do material drenante existente).</i>									
5.1	Remoção de material drenante existente no tradoz do muro de gabião, dreno e geotêxtil caso se encontre colmatado, incluindo todos os trabalhos e meios necessários (se possível deverão ser reutilizados os materiais).		500.00				500.00	500.00	ml	
5.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação (poderá ser aproveitado parte do material removido depois de limpo).	1.00	500.00	1.00	0.45		225.00	225.00	m³	
5.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar na periferia do aterro no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	1.00	500.00				500.00	500.00	ml	
6 DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NA PERIFERIA SEM MURO DE GABIÃO										
6.1	Abertura de vala na massa de resíduos para aplicação de dreno de drenagem de águas lixiviantes na periferia sem muro de gabião, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua execução		100.00	0.60	0.50		30.00	30.00	m³	
6.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	1.00	100.00	1.00	0.45		45.00	45.00	m³	
6.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	1.00	100.00				100.00	100.00	ml	
7 DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NAS BANQUETAS										
7.1	Abertura de vala na massa de resíduos para aplicação de dreno de drenagem de águas lixiviantes nas banquetas, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua execução		1770.00	0.60	0.50		531.00	531.00	m³	
7.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	1.00	1770.00	1.00	0.45		796.50	796.50	m³	

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES				QUANTIDADES		UNIDADES
			DIMENSÕES			PARCIAIS	TOTAIS		
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA			ÁREA/ VOL/ PESO/UN	
7.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	1.00	1770.00				1770.00	1770.00	ml
8	TUBAGEM EM PEAD E CAIXAS DE VISITA								
8.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em PEAD PN10 ø 200 mm para ligação entre caixas, incluindo preparação da base de assentamento, abertura e fecho de roços na caixa de ligação, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação conforme peças desenhadas.	1.10	160.00				176.00	176.00	ml
8.2	Fornecimento e aplicação de caixas de vista de planta circular, constituídas por anéis pré-fabricados em betão C35/45, com 0,10 m de espessura, 1,00 m de ø interior, incluindo anel ø interior de 1,00 m com fundo monolítico, altura de 0,70 m, 0,15 m de espessura das paredes e 0,20 m de laje de fundo, pré-fabricado em betão armado, totalmente estanque, fundações, cobertura troco cônica excêntrica, pintura exterior em superfícies enterradas com duas demãos cruzadas de tinta betuminosa e interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento, tampa em betão pré-fabricada devidamente impermeabilizada e todos os trabalhos complementares (caixas B1 a B6 e caixas C1 a C3) Nota: as caixas C1, C2 e C3 já existem deverá ser avaliado o seu reaproveitamento).					11.00	11.00	11.00	un
9	VALAS DE AMARRAÇÃO DE GEOSSINTÉTICOS								
9.1	Abertura de valas na massa de resíduos com a dimensão de 1.45 m na base, 2.60 m no topo e uma profundidade de 1.00 m, com meios mecânicos adequados, se forma aplicar os sistemas de impermeabilização, incluindo carga, transporte e espalhamento dos resíduos e solos removidos em locais onde as cotas de encerramento sejam mais favoráveis à sua deposição.		2500.00			2.50	6250.00	6250.00	m³
10	REGULARIZAÇÃO E COLOCAÇÃO DE SOLOS SELECIONADOS								
	Nota: Com base no levantamento topográfico e reconhecimento no terreno deverá ser avaliadas as zonas quer em taludes, quer em banquetas onde será necessário aplicar as terras de cobertura, bem como a necessidade de regularização da massa de resíduos e da superfície existente de acordo com a modelação proposta. (para efeitos de medição considerou-se a totalidade da área 3D - cúpula, taludes e banquetas)								
10.1	Regularização da superfície da célula, cúpula, taludes e banquetas, incluindo modelação / movimentação de resíduos e terras onde necessário de acordo com a modelação tridimensional, plantas e perfis, procurando-se minimizar ao máximo a movimentação de resíduos para evitar a libertação de odores, incluindo todos os trabalhos de drenagem, remoção, acondicionamento e transporte de terras e resíduos.					47474.00	47474.00	47474.00	m²

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES						UNIDADES
			DIMENSÕES				QUANTIDADES		
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS	
10.2	Aplicação de camada de solos seleccionados com recurso a terras armazenadas em local adjacente à célula, devidamente preparados (isentos de pedras de grandes dimensões e resíduos que possam danificar os sistemas de impermeabilização), incluindo regularização das superfícies, criação de pendentés, cargas e descarga todos os trabalhos necessários ao confinamento adequados dos resíduos.				0.20	47474.00	9494.80	9494.80	m³
11	CAMADA DRENANTE DE BIOGÁS								
11.1	Fornecimento e aplicação de geotêxtil de 300 g/m2, de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação por forma a separar a camada drenante de biogás e a camada de solos de regularização.								
	Banquetas	1.05				9000.00	9450.00		
	Cúpula	1.05				7700.00	8085.00		
								17535.00	m²
11.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10-20 mm para drenagem do biogás para proporcionar o seu encaminhamento para os poços verticais e horizontais existentes, incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.								
	Banquetas			0.20	9000.00	1800.00			
	Cúpula			0.30	7700.00	2310.00			
								4110.00	m³
12	SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO								
12.1	Fornecimento e aplicação de camada mineral impermeável em taludes, banquetas e cúpula com geocomposito bentonítico 5kg/m² de bentonite de modo a selar a totalidade do aterro.	1.10				47474.00	52221.40	52221.40	m²
12.2	Fornecimento e aplicação de geomembrana de 1.5 mm de espessura, incluindo sobreposições, soldaduras, fixação, selagem de caixas, tubagens e poços de biogás incluindo todos os ensaios de estanquidade.								
12.2.1	Lisa em ambas as faces	1.05				7700.00	8085.00	8085.00	m²
12.2.2	Texturada em ambas as faces	1.10				39774.00	43751.40	43751.40	m²
13	DRENAGEM E ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS								
13.1	Fornecimento e aplicação de geocomposito drenante com geotêxtil em ambas as faces (massa por unidade de área mínima de 600 g/m² e dois geotêxteis de 300 g/m²), incluindo sobreposições, fixações, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação (Secudrain 131 C WD 401 131 C ou equivalente) em toda a área do aterro.	1.10				47474.00	52221.40	52221.40	m²
13.2	Fornecimento e aplicação em taludes e banquetas de grelha de reforço com 80 KN/m incluindo fixação nas valas de amarração, todos os materiais e trabalhos necessários à sua correta aplicação. (Secugrid 80/20 R6 ou equivalente)	1.10				39774.00	43751.40	43751.40	m²
13.3	Fornecimento e aplicação de geotêxtil de 300 g/m2, com função de filtro para aplicação nas valas de drenagem, incluindo sobreposições, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.								
	Taludes	1.10	1320.00			5.00	7260.00		
	Banquetas e cúpula	1.00	1650.00			5.00	8250.00		
	Periferia		1930.00			5.00	9650.00		
								25160.00	m²
13.4	Fornecimento e aplicação de material drenante calcário sem finos com granulometria de 20-40 mm aplicação sobre o geotêxtil do artigo anterior em valas de drenagem na cobertura, banquetas, valas de amarração e taludes incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.								
	Taludes	1.10	1320.00			1.00	1452.00		
	Banquetas e cúpula	1.00	1650.00			1.00	1650.00		
	Periferia		1930.00			1.00	1930.00		
								5032.00	m³

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES						UNIDADES
			DIMENSÕES				QUANTIDADES		
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS	
13.5	Fornecimento e aplicação de solos selecionados para aplicação nas valas de ancoragem dos sistemas de impermeabilização, incluindo todos os materiais, transporte e aplicação.	1.00	1700.00			2.00	3400.00	3400.00	m³
14 RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA									
14.1	Fornecimento e aplicação de camada de solos selecionados isentos de pedras de grande dimensão na cúpula, valas de amarração, taludes e banquetas com 0.70 m de espessura, incluindo todos os trabalhos de espalhamento e compactação, de forma a estabilizar os taludes e banquetas.				0.70	47474.00	33231.80	33231.80	m³
14.2	Fornecimento e aplicação de terra vegetal com 0.30 m para aplicação na cúpula e taludes, incluindo todos os trabalhos e materiais necessários (Poderá ser aplicada uma mistura de terra com composto resultante da compostagem de resíduos).				0.30	47474.00	14242.20		
	a deduzir acessos	-1.00			0.30	9000.00	-2700.00		
								11542.20	m³
14.3	Fornecimento e aplicação de Bio manta Fibrax 3000 BF ou equivalente em taludes incluindo fixações e todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	1.00				30774.00	30774.00	30774.00	m²
14.4	Fornecimento e aplicação de hidrosementeira mecânica de uma mistura de sementes (herbáceas e/ou arbustivas) fibras de madeira, fertilizantes, corretivos /aditivos biológicos do solos e água, com características adequadas ao tipo de solos (taludes, banquetas e cúpula) e executado com hidrosemeador adequado, incluindo escarificação até cerca de 15 cm de profundidade se necessário.					38474.00	38474.00	38474.00	m²
15 ACESSOS À CÚPULA									
15.1	Fornecimento e aplicação de camada de tout-venant, com espessura de 30 cm, aplicada em duas camadas com 0.15 m devidamente compactadas em área das vias de circulação em rampas de acesso à cobertura e banqueta, sobre solos devidamente regularizados e compactados, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua correta aplicação.				0.30	9000.00	2700.00	2700.00	m³
16 LEVANTAMENTO DOS POÇOS DE LIXIVIADOS									
16.1	Fornecimento e aplicação de anéis de betão pré-fabricados estanques com diâmetro de 2.0 m e uma altura de 0.50 m para colocação nos poços de lixiviados, incluindo escavações, desobstruções, limpezas, remates com argamassas de cimento e areia, selagens com espuma expansiva de poliuretano, abraçadeiras com fita de alumínio perf. recta 17x0,8mm em duas fiadas, pintura exterior em superfícies enterradas com duas demãos cruzadas de tinta betuminosa e interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento, transporte a destino adequado dos produtos sobranes e todos os trabalhos e materiais complementares.(considerou-se uma altura total de 2.50 m em cada poço devendo ser considerado pelo menos 1.0 m acima da cobertura final do aterro nos poços.	6.00			2.50		15.00	15.00	ml
16.2	Fornecimento e aplicação de tampas para poços ø2.20 m com sobre tampa em elementos de betão pré-fabricados, pintura interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento incluindo todos os trabalhos e materiais necessários.	1.00				6.00	6.00	6.00	un

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	Nº DE PARTES IGUAIS	MEDIÇÕES					QUANTIDADES		UNIDADES
			DIMENSÕES							
			COMPRIMENTO	LARGURA PESO	ALTURA ESPESSURA	ÁREA/ VOL/ PESO/UN	PARCIAIS	TOTAIS		
17	LIMPEZAS GERAIS									
17.1	Limpezas gerais das zonas de trabalho, com remoção de todos os resíduos e materiais, incluindo reparações de infraestruturas danificadas no decorrer dos trabalhos, todos os meios e materiais necessários.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
18	MARCAS TOPOGRÁFICAS E CADASTRO									
18.1	Fornecimento e aplicação de marcas topográficas assentes em maciços de betão adequadas ao apoio topográfico, para aplicação na cúpula (4), banquetas intermédias (10).	1.00				14.00	14.00	14.00	un	
18.2	Realização de levantamento topográfico da célula completo incluindo a localização de todas as infraestruturas (poços de biogás, poços de lixiviados, traçado de tubagens de drenagem de biogás, localização de piezómetros, marcas topográficas) e a realização de dois perfis longitudinais e dois transversais da cobertura final do aterro.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
19	MONTAGEM, MANUTENÇÃO E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO									
19.1	Montagem, manutenção e desmontagem do estaleiro da obra, incluindo todos os meios que se considerem necessários ao acompanhamento dos trabalhos, sinalização temporária de trabalhos e outros equipamentos necessários por forma a permitir condições adequadas de circulação e de segurança durante a empreitada. O empreiteiro será responsável pela construção de instalações sanitárias, redes de abastecimento, circuitos de água, redes de drenagem e recolha de águas residuais domésticas e industriais no estaleiro, instalação de caixas de retenção de sólidos e separação de hidrocarbonetos e recolha das águas residuais por empresa licenciada.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
20	PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE									
20.1	Execução, atualização e implementação do PSS e Compilação Técnica	1.00				1.00	1.00	1.00	un	
21	PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO									
21.1	Execução, atualização e implementação do Plano de Gestão Ambiental, incluindo todo o acompanhamento ambiental da obra.	1.00				1.00	1.00	1.00	un	

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

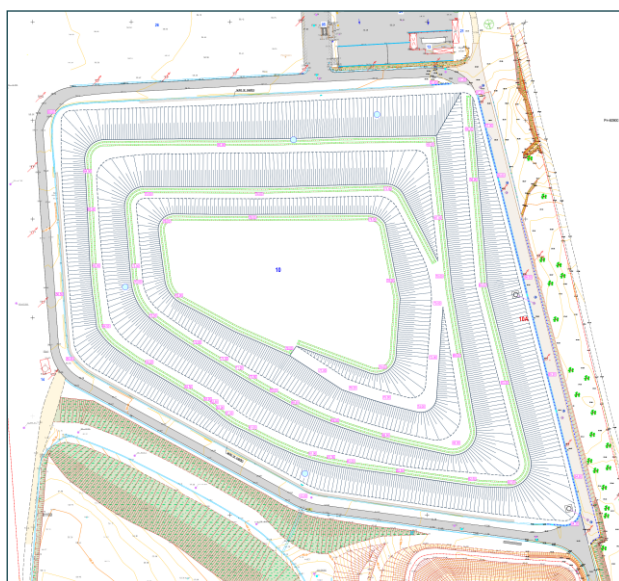
ORÇAMENTO

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA
R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C
ED. NICO, LOJA 2
2410-140 LEIRIA
geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
Notas:						
O empreiteiro deverá inteirar-se de todos os trabalhos e possíveis interferências existentes no local.						
Para a realização da selagem definitiva será necessário proceder à modelação/movimentação de resíduos e terras, remoção de sistemas de impermeabilização provisórios e valeta trapezoidal em zonas ainda não intervencionadas de acordo com as peças desenhadas. A modelação/movimentação de resíduos terá maior enfoque nas banquetas, de modo proporcionar uma largura de 6.00 m para facilitar a abertura de valas de amarração dos geosintéticos e as manobras de máquinas e equipamentos essenciais à selagem. Estão ainda previstos todos os trabalhos necessários para a regularização da cúpula. Todos os trabalhos deverão ser realizados de forma a minimizar ao máximo a libertação de odores, procurando proceder à colocação de resíduos o mais próximo possível do local de remoção e à sua cobertura com terras.						
O encerramento poderá ser realizado de forma faseada de modo a manter a extração de biogás essencial para a manutenção do sistema de valorização energética. Estão incluídos na proposta a remoção e reposição de todas as tubagens de extração e de condução de biogás à central de valorização. Todos os trabalhos devem ser coordenado com a empresa responsável pela manutenção e operação da CVE. Como os sistemas de extração e condução de biogás à CVE são dinâmicos o empreiteiro terá que validar com o Dono de Obra, todas as interferências e obstáculos existentes antes do arranque das frentes de trabalho. o Dono de obra em conjunto com a empresa da manutenção da CVE deverão auxiliar na coordenação dos trabalhos.						
A execução de todos os trabalhos preparatórios e acessórios descritos no projeto e não expressamente contempladas nas medições, nomeadamente entivagens, drenagem de valas, bombagem de lixiviados por forma a rebaixar os níveis, transporte a local adequado de solos contaminados, remoções de obstáculos não especificados (p.e. interferências com infraestruturas enterradas, tubagens, apoios,...), sua reposição de acordo com as especificações aplicáveis, identificação de infraestruturas existentes, sinalizações, escavação manual para deteção de telas ou outros órgãos existentes.						
Realização de pesquisas/sondagens manuais, de modo a salvaguardar a integridade das estruturas existentes nomeadamente as telas de PEAD do fundo da célula aterro de RSU. Será ainda da responsabilidade do adjudicatário os custos de reparação de quaisquer infraestruturas enterradas danificadas.						
Do levantamento realizado, optou-se por não considerar o reaproveitamento dos sistemas de impermeabilização provisórios existentes, pelo facto de se desconhecer a dimensão das valas de ancoragem, bem como a forma como foram aplicadas e o seu estado de conservação.						
Estão assim, incluindo todos os trabalhos de remoção de terras e sistemas de impermeabilização existentes, bem como a limpeza e preparação das telas de PEAD para a realização de soldaduras por forma a garantir a estanquicidade das geomembranas. As geomembranas deverão ser cortadas junto ao gabião e realizada uma soldadura por extrusão. Nas zonas onde não existe gabião a intervenção deverá ir ao encontra da geomembrana basal e procedendo ao prolongamento da mesma se necessário de modo a prolongar a geoembrana basal até à valeta periférica.						
Devem ser respeitadas as Instruções de Trabalho e Plano de Aplicação e Autocontrolo que se envia em Anexo. Relativamente aos testes às soldaduras deverão ser de dois tipos: 1º)Ensaio destrutivos executados no maior numero possível desde que não prejudiquem a qualidade da impermeabilização (não deverá ser efetuado qualquer corte no sistema de impermeabilização final apenas nas zonas de corte); 2º) Ensaio não destrutivos em todas as soldaduras respeitando as normas e as pressões constantes nas instruções de trabalho. Toda a informação relativamente aos ensaios efetuados deve ser entregue ao dono de Obra em suporte papel e Informático, bem como relatório de soldaduras de acordo com o plano de aplicação e autocontrolo.						
Não está previsto neste projeto a reinjecção de lixiviado na massa de resíduos após o encerramento, por à data deste projeto esta opção não ser permitida pela legislação em vigor. A data de execução do encerramento o Dono de obra poderá optar por considerar a reinjecção de lixiviados na cúpula do aterro através da aplicação de drenos perfurados envolvidos em brita se a legislação ou a sua licença o permitir.						
1		TRABALHOS PREPARATÓRIOS				7 600.00 €
1.1	Realização de levantamento topográfico georeferenciado completo da célula de deposição de resíduos até à valeta periférica, por forma a servir de base para a contabilização de trabalhos, incluindo modelação tridimensional com sobreposição da modelação proposta para os resíduos, contabilização de zonas de corte e de aterro, poços de extração de biogás, poços de lixiviados e todas as tubagens existentes de recolha e condução de biogás para o coletor perimetral (área cerca de 5 Ha).	1.00	un	1 500.00 €	1 500.00 €	
1.2	Piquetagem e implantação planimétrica e altimétrica com recurso a marcas topográficas de referência para definição da base e crista de taludes, banquetas, valas de ancoragem e de drenagem (área 3D de 4.7 Ha)	1.00	un	1 400.00 €	1 400.00 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
1.3	Acompanhamento topográfico no decorrer da obra de modo a definir valas de amarração e valas de drenagem e restantes componentes do plano de encerramento.	1.00	un	2 700.00 €	2 700.00 €	
1.4	Desenvolvimento e implementação de plano de garantia de qualidade da instalação dos geossintéticos (PGQIG), controlo de qualidade no transporte, manuseamento, armazenamento e controlo de qualidade na aplicação (preparação da superfície de apoio, preparação das valas de ancoragem, colocação dos painéis com registos e identificação e soldaduras ou juntas), verificação de equipamento, ensaios, recolha de amostras e reparações, folhas de registos (diários, recepção de geossintéticos, colocação de geossintéticos, ensaios de pré-qualificação de soldaduras de geomembrana, soldaduras de geomembrana, amostras de soldadura de geomembrana (ensaios destrutivos), resultados dos ensaios não-destrutivos sobre as soldaduras, resultados dos ensaios destrutivos sobre as soldaduras ensaio de arranque (norma ASTM D 6392), ensaios destrutivos sobre as soldaduras, ensaio de corte (norma ASTM D 6392), registo de não conformidades e correspondentes reparações), incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua correta implementação.	1.00	un	2 000.00 €	2 000.00 €	
2	COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL A DESCOBERTO (zona sem muro de gabião)					2 325.00 €
2.1	Remoção de terras, resíduos e da valeta periférica existente no contorno da célula por meios mecânicos e manuais adequados, incluindo demolições, escavações, separação de resíduos, carga, descarga e transporte a local adequado dos produtos sobrantes (nota: na periferia da célula existe uma faixa com cerca de 3.00 m de largura onde será necessário remover terras de modo a colocar a descoberto o sistema de impermeabilização basal em especial na zona da célula inicial e sem muro de gabião). Os trabalhos para colocar a descoberto o sistema de impermeabilização do fundo do aterro deverão ser iniciados junto ao ponto mais baixo (local de drenagem dos lixiviados), por forma a permitir sempre o desvio de qualquer escorrência que ocorra no decorrer dos trabalhos. Esta solução é também uma cautela para a drenagem em caso de ocorrência de precipitação, no decorrer dos trabalhos. A valeta periférica deverá manter-se sempre operacional durante esta fase dos trabalhos. Em caso de deterioração da mesma deverá ser criada uma drenagem suplementar através de uma manilha ou valeta meia cana provisória.(trabalhos na periferia onde não existe muro de gabião).	465.00	m³	5.00 €	2 325.00 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
3	REPARAÇÕES DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL NA PERIFERIA DO ATERRO (se necessário - considerou-se a zona da célula inicial e sem muro de gabião)					8 743.50 €
3.1	Fornecimento e colocação de geocompósito de 5000g/m2 ou superior, funcionando como barreira geológica artificial incluindo todas as sobreposições necessárias.	315.00	m²	8.40 €	2 646.00 €	
3.2	Fornecimento e aplicação de geomembrana em PEAD com 2,0 mm de espessura, incluindo corte do sistema de impermeabilização existente na periferia das células, escavações necessárias, soldaduras em dupla pista, sobreposições, ensaios, entevações, drenagens dos solos, compactação, carga, descarga e transporte a local adequado dos produtos sobrantes de acordo com as peças desenhadas.	315.00	m²	11.50 €	3 622.50 €	
3.3	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil com 800g/m², sobre a geomembrana, incluindo todas as sobreposições necessárias	330.00	m²	7.50 €	2 475.00 €	
4	DRENAGEM PLUVIAL PERIFERIA (ZONA SEM GABIÃO)					4 740.00 €
4.1	Fornecimento e aplicação de manilhas em meia cana de betão ø400 mm, incluindo base de assentamento, refecimento de juntas todos os trabalhos e materiais necessários.	310.00	ml	10.00 €	3 100.00 €	
4.2	Fornecimento e aplicação de caixas sumidouro, incluindo grelha em FFD B125, todos os trabalhos necessários para repor a ligação ao coletor (substituição dos sumidouros zona da reengenharia, se danificados no decorrer dos trabalhos)	4.00	un	410.00 €	1 640.00 €	
5	DRENO PERIFÉRICO DRENAGEM DE LIXIVIADOS (ZONA DO GABIÃO)					26 500.00 €
	<i>Nota: no tradoz do muro de gabião já existe um dreno de drenagem de águas lixiviantes executado em 2013, que deverá ser avaliado se o mesmo se encontra em funcionamento. Assim, o empreiteiro poderá propor a sua limpeza por meios específicos (ex ar comprimido) ou removendo o material procedendo em seguida ao aproveitamento dos drenos e parte do material drenante existente).</i>					
5.1	Remoção de material drenante existente no tradoz do muro de gabião, dreno e geotêxtil caso se encontre colmatado, incluindo todos os trabalhos e meios necessários (se possível deverão ser reutilizados os materiais).	500.00	ml	5.00 €	2 500.00 €	
5.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação (poderá ser aproveitado parte do material removido depois de limpo).	225.00	m³	40.00 €	9 000.00 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
5.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar na periferia do aterro no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	500.00	ml	30.00 €	15 000.00 €	
6	DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NA PERIFERIA SEM MURO DE GABIÃO					4 590.00 €
6.1	Abertura de vala na massa de resíduos para aplicação de dreno de drenagem de águas lixiviantes na periferia sem muro de gabião, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua execução	30.00	m³	8.00 €	240.00 €	
6.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	45.00	m³	30.00 €	1 350.00 €	
6.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	100.00	ml	30.00 €	3 000.00 €	
7	DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NAS BANQUETAS					81 243.00 €
7.1	Abertura de vala na massa de resíduos para aplicação de dreno de drenagem de águas lixiviantes nas banquetas, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua execução	531.00	m³	8.00 €	4 248.00 €	
7.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10 a 20 mm envolvido em geotêxtil de 200 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	796.50	m³	30.00 €	23 895.00 €	
7.3	Fornecimento e assentamento de drenos em PEAD PE100 RANHURADO PN10 DN200 (largura de corte 10mm e // 10 cm) com três ranhuras equidistantes (com ângulo de 120º) a aplicar no interior da camada drenante do artigo anterior e de acordo com as peças desenhadas, incluindo as ligações necessárias.	1770.00	ml	30.00 €	53 100.00 €	
8	TUBAGEM EM PEAD E CAIXAS DE VISITA					12 078.00 €
8.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em PEAD PN10 Ø 200 mm para ligação entre caixas, incluindo preparação da base de assentamento, abertura e fecho de roços na caixa de ligação, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação conforme peças desenhadas.	176.00	ml	28.00 €	4 928.00 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
8.2	Fornecimento e aplicação de caixas de vista de planta circular, constituídas por anéis pré-fabricados em betão C35/45, com 0,10 m de espessura, 1,00 m de ø interior, incluindo anel ø interior de 1,00 m com fundo monolítico, altura de 0,70 m, 0,15 m de espessura das paredes e 0,20 m de laje de fundo, pré-fabricado em betão armado, totalmente estanque, fundações, cobertura troco cônica excêntrica, pintura exterior em superfícies enterradas com duas demãos cruzadas de tinta betuminosa e interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento, tampa em betão pré-fabricada devidamente impermeabilizada e todos os trabalhos complementares (caixas B1 a B6 e caixas C1 a C3) Nota: as caixas C1, C2 e C3 já existem deverá ser avaliado o seu reaproveitamento).	11.00	un	650.00 €	7 150.00 €	
9	VALAS DE AMARRAÇÃO DE GEOSSINTÉTICOS					31 250.00 €
9.1	Abertura de valas na massa de resíduos com a dimensão de 1.45 m na base, 2.60 m no topo e uma profundidade de 1.00 m, com meios mecânicos adequados, se forma aplicar os sistemas de impermeabilização, incluindo carga, transporte e espalhamento dos resíduos e solos removidos em locais onde as cotas de encerramento sejam mais favoráveis à sua deposição.	6250.00	m³	5.00 €	31 250.00 €	
10	REGULARIZAÇÃO E COLOCAÇÃO DE SOLOS SELECIONADOS					61 716.20 €
	Nota: Com base no levantamento topográfico e reconhecimento no terreno deverá ser avaliadas as zonas quer em taludes, quer em banquetas onde será necessário aplicar as terras de cobertura, bem como a necessidade de regularização da massa de resíduos e da superfície existente de acordo com a modelação proposta. (para efeitos de medição considerou-se a totalidade da área 3D - cúpula, taludes e banquetas)					
10.1	Regularização da superfície da célula, cúpula, taludes e banquetas, incluindo modelação / movimentação de resíduos e terras onde necessário de acordo com a modelação tridimensional, plantas e perfis, procurando-se minimizar ao máximo a movimentação de resíduos para evitar a libertação de odores, incluindo todos os trabalhos de drenagem, remoção, acondicionamento e transporte de terras e resíduos.	47474.00	m²	0.60 €	28 484.40 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
10.2	Aplicação de camada de solos seleccionados com recurso a terras armazenadas em local adjacente à célula, devidamente preparados (isentos de pedras de grandes dimensões e resíduos que possam danificar os sistemas de impermeabilização), incluindo regularização das superfícies, criação de pendentes, cargas e descarga todos os trabalhos necessários ao confinamento adequados dos resíduos.	9494.80	m³	3.50 €	33 231.80 €	
11	CAMADA DRENANTE DE BIOGÁS					172 398.00 €
11.1	Fornecimento e aplicação de geotêxtil de 300 g/m², de acordo com as peças desenhadas incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação por forma a separar a camada drenante de biogás e a camada de solos de regularização.					
	Banquetas					
	Cúpula					
		17535.00	m²	2.80 €	49 098.00 €	
11.2	Fornecimento e aplicação de seixo rolado com tamanho de 10-20 mm para drenagem do biogás para proporcionar o seu encaminhamento para os poços verticais e horizontais existentes, incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.					
	Banquetas					
	Cúpula					
		4110.00	m³	30.00 €	123 300.00 €	
12	SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO					1 000 775.16 €
12.1	Fornecimento e aplicação de camada mineral impermeável em taludes, banquetas e cúpula com geocomposito bentonítico 5kg/m² de bentonite de modo a selar a totalidade do aterro.	52221.40	m²	8.40 €	438 659.76 €	
12.2	Fornecimento e aplicação de geomembrana de 1.5 mm de espessura, incluindo sobreposições, soldaduras, fixação, selagem de caixas, tubagens e poços de biogás incluindo todos os ensaios de estanquicidade.					
12.2.1	Lisa em ambas as faces	8085.00	m²	10.00 €	80 850.00 €	
12.2.2	Texturada em ambas as faces	43751.40	m²	11.00 €	481 265.40 €	
13	DRENAGEM E ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS					840 441.20 €
13.1	Fornecimento e aplicação de geocomposito drenante com geotêxtil em ambas as faces (massa por unidade de área mínima de 600 g/m² e dois geotêxteis de 300 g/m²), incluindo sobreposições, fixações, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação (Secudrain 131 C WD 401 131 C ou equivalente) em toda a área do aterro.	52221.40	m²	7.50 €	391 660.50 €	
13.2	Fornecimento e aplicação em taludes e banquetas de grelha de reforço com 80 KN/m incluindo fixação nas valas de amarração, todos os materiais e trabalhos necessários à sua correta aplicação. (Secugrid 80/20 R6 ou equivalente)	43751.40	m²	5.50 €	240 632.70 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
13.3	Fornecimento e aplicação de geotêxtil de 300 g/m2, com função de filtro para aplicação nas valas de drenagem, incluindo sobreposições, todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.					
	Taludes					
	Banquetas e cúpula					
		25160.00	m²	2.80 €	70 448.00 €	
13.4	Fornecimento e aplicação de material drenante calcário sem finos com granulometria de 20-40 mm aplicação sobre o geotêxtil do artigo anterior em valas de drenagem na cobertura, banquetas, valas de amarração e taludes incluindo todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.					
	Taludes					
	Banquetas e cúpula					
		5032.00	m³	25.00 €	125 800.00 €	
13.5	Fornecimento e aplicação de solos selecionados para aplicação nas valas de ancoragem dos sistemas de impermeabilização, incluindo todos os materiais, transporte e aplicação.	3400.00	m³	3.50 €	11 900.00 €	
14	RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA					322 131.60 €
14.1	Fornecimento e aplicação de camada de solos selecionados isentos de pedras de grande dimensão na cúpula, valas de amarração, taludes e banquetas com 0.70 m de espessura, incluindo todos os trabalhos de espalhamento e compactação, de forma a estabilizar os taludes e banquetas.	33231.80	m³	3.50 €	116 311.30 €	
14.2	Fornecimento e aplicação de terra vegetal com 0.30 m para aplicação na cúpula e taludes, incluindo todos os trabalhos e materiais necessários (Poderá ser aplicada uma mistura de terra com composto resultante da compostagem de resíduos).					
	a deduzir acessos					
		11542.20	m³	5.00 €	57 711.00 €	
14.3	Fornecimento e aplicação de Bio manta Fibrax 3000 BF ou equivalente em taludes incluindo fixações e todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta aplicação.	30774.00	m²	3.00 €	92 322.00 €	
14.4	Fornecimento e aplicação de hidrosementeira mecânica de uma mistura de sementes (herbáceas e/ou arbustivas) fibras de madeira, fertilizantes, corretivos /aditivos biológicos do solos e água, com características adequadas ao tipo de solos (taludes, banquetas e cúpula) e executado com hidrosemeador adequado, incluindo escarificação até cerca de 15 cm de profundidade se necessário.	38474.00	m²	1.45 €	55 787.30 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
15	ACESSOS À CÚPULA					21 195.00 €
15.1	Fornecimento e aplicação de camada de tout-venant, com espessura de 30 cm, aplicada em duas camadas com 0.15 m devidamente compactadas em área das vias de circulação em rampas de acesso à cobertura e banquetas, sobre solos devidamente regularizados e compactados, incluindo todos os trabalhos e meios necessários à sua correta aplicação.	2700.00	m³	7.85 €	21 195.00 €	
16	LEVANTAMENTO DOS POÇOS DE LIXIVIADOS					3 825.00 €
16.1	Fornecimento e aplicação de anéis de betão pré-fabricados estanques com diâmetro de 2.0 m e uma altura de 0.50 m para colocação nos poços de lixiviados, incluindo escavações, desobstruções, limpezas, remates com argamassas de cimento e areia, selagens com espuma expansiva de poliuretano, abraçadeiras com fita de alumínio perf. recta 17x0,8mm em duas fiadas, pintura exterior em superfícies enterradas com duas demãos cruzadas de tinta betuminosa e interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento, transporte a destino adequado dos produtos sobranes e todos os trabalhos e materiais complementares.(considerou-se uma altura total de 2.50 m em cada poço devendo ser considerado pelo menos 1.0 m acima da cobertura final do aterro nos poços.	15.00	ml	195.00 €	2 925.00 €	
16.2	Fornecimento e aplicação de tampas para poços ø2.20 m com sobre tampa em elementos de betão pré-fabricados, pintura interior com barramento com produto de selagem mineral de alta resistência a sulfatos tipo "ombran ASP" ou equivalente em duas demãos cruzadas, juntas executadas com cordão betuminoso e refechadas com mastique ou argamassas ricas em cimento incluindo todos os trabalhos e materiais necessários.	6.00	un	150.00 €	900.00 €	
17	LIMPEZAS GERAIS					2 500.00 €
17.1	Limpezas gerais das zonas de trabalho, com remoção de todos os resíduos e materiais, incluindo reparações de infraestruturas danificadas no decorrer dos trabalhos, todos os meios e materiais necessários.	1.00	un	2 500.00 €	2 500.00 €	
18	MARCAS TOPOGRÁFICAS E CADASTRO					2 380.00 €
18.1	Fornecimento e aplicação de marcas topográficas assentes em maciços de betão adequadas ao apoio topográfico, para aplicação na cúpula (4), banquetas intermédias (10).	14.00	un	70.00 €	980.00 €	

ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS					
		QUANTIDADES	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	TOTAL DO CAPÍTULO
18.2	Realização de levantamento topográfico da célula completo incluindo a localização de todas as infraestruturas (poços de biogás, poços de lixiviados, traçado de tubagens de drenagem de biogás, localização de piezómetros, marcas topográficas) e a realização de dois perfis longitudinais e dois transversais da cobertura final do aterro.	1.00	un	1 400.00 €	1 400.00 €	
19	MONTAGEM, MANUTENÇÃO E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO					79 000.00 €
19.1	Montagem, manutenção e desmontagem do estaleiro da obra, incluindo todos os meios que se considerem necessários ao acompanhamento dos trabalhos, sinalização temporária de trabalhos e outros equipamentos necessários por forma a permitir condições adequadas de circulação e de segurança durante a empreitada. O empreiteiro será responsável pela construção de instalações sanitárias, redes de abastecimento, circuitos de água, redes de drenagem e recolha de águas residuais domésticas e industriais no estaleiro, instalação de caixas de retenção de sólidos e separação de hidrocarbonetos e recolha das águas residuais por empresa licenciada.	1.00	un	79 000.00 €	79 000.00 €	
20	PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE					5 000.00 €
20.1	Execução, atualização e implementação do PSS e Compilação Técnica	1.00	un	5 000.00 €	5 000.00 €	
21	PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO					3 500.00 €
21.1	Execução, atualização e implementação do Plano de Gestão Ambiental, incluindo todo o acompanhamento ambiental da obra.	1.00	un	3 500.00 €	3 500.00 €	
TOTAL DO ORÇAMENTO						2 693 931.66 €

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

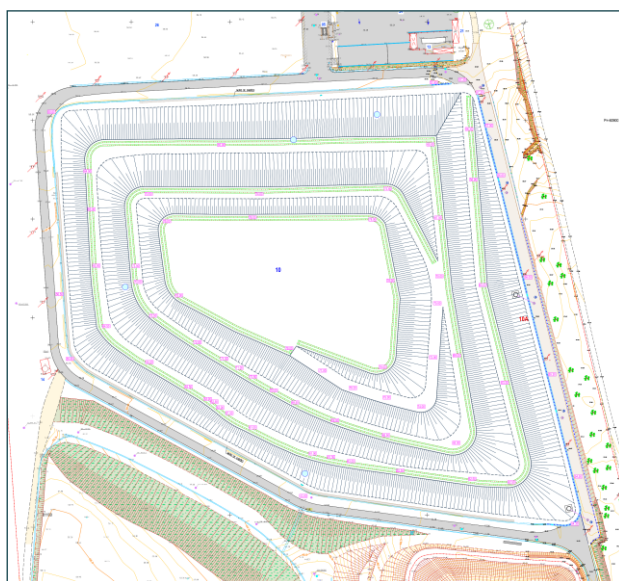
RESUMO DO ORÇAMENTO

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA
R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C
ED. NICO, LOJA 2
2410-140 LEIRIA
geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

RESUMO ORÇAMENTO

PROJETO DE ENCERRAMENTO DA CÉLULA DE RSU DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ARTIGO	REFERÊNCIAS	ORÇAMENTO
		TOTAL DO CAPÍTULO
1	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	7 600.00 €
2	COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL A DESCOBERTO (zona sem muro de gabião)	2 325.00 €
3	REPARAÇÕES DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO BASAL NA PERIFERIA DO ATERRO (se necessário - considerou-se a zona da célula inicial e sem muro de gabião)	8 743.50 €
4	DRENAGEM PLUVIAL PERIFERIA (ZONA SEM GABIÃO)	4 740.00 €
5	DRENO PERIFÉRICO DRENAGEM DE LIXIVIADOS (ZONA DO GABIÃO)	26 500.00 €
6	DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NA PERIFERIA SEM MURO DE GABIÃO	4 590.00 €
7	DRENO - DRENAGEM DE LIXIVIADOS NAS BANQUETAS	81 243.00 €
8	TUBAGEM EM PEAD E CAIXAS DE VISITA	12 078.00 €
9	VALAS DE AMARRAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS	31 250.00 €
10	REGULARIZAÇÃO E COLOCAÇÃO DE SOLOS SELECIONADOS	61 716.20 €
11	CAMADA DRENANTE DE BIOGÁS	172 398.00 €
12	SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	1 000 775.16 €
13	DRENAGEM E ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS	840 441.20 €
14	RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA	322 131.60 €
15	ACESSOS À CÚPULA	21 195.00 €
16	LEVANTAMENTO DOS POÇOS DE LIXIVIADOS	3 825.00 €
17	LIMPEZAS GERAIS	2 500.00 €
18	MARCAS TOPOGRÁFICAS E CADASTRO	2 380.00 €
19	MONTAGEM, MANUTENÇÃO E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO	79 000.00 €
20	PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE	5 000.00 €
21	PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	3 500.00 €
TOTAL GLOBAL		2 693 931.66 €

PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

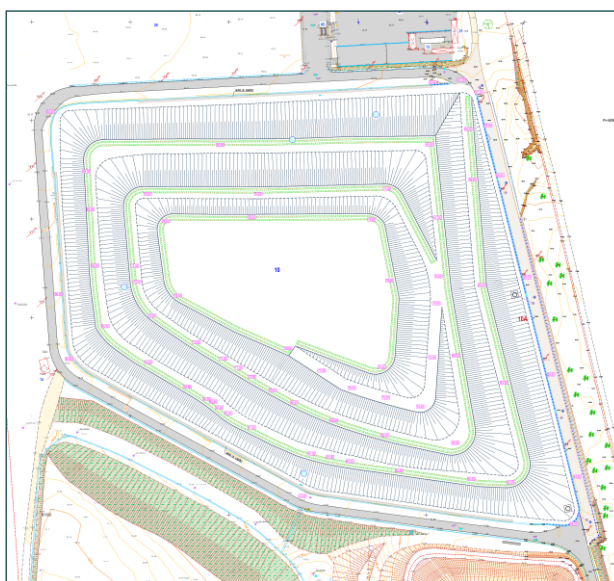
PEÇAS DESENHADAS

Cliente:



**EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM**

Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almeirim



Fase:

PROJETO DE EXECUÇÃO – REVISÃO 1

Autor:



HIDROVIA, PROJECTOS DE ENGENHARIA CIVIL, SA

R. MARIA EMÍLIA R. S. CARVALHO, 10 R/C

ED. NICO, LOJA 2

2410-140 LEIRIA

geral@hidrovia.pt

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025

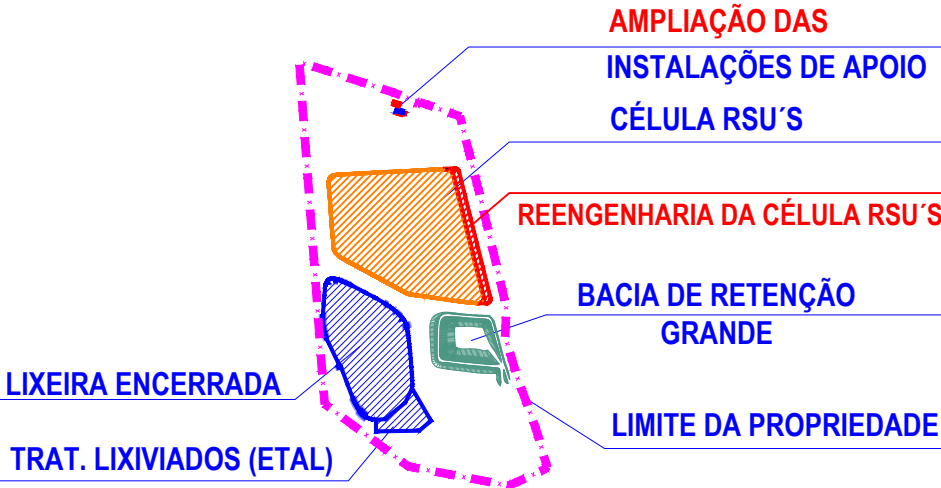
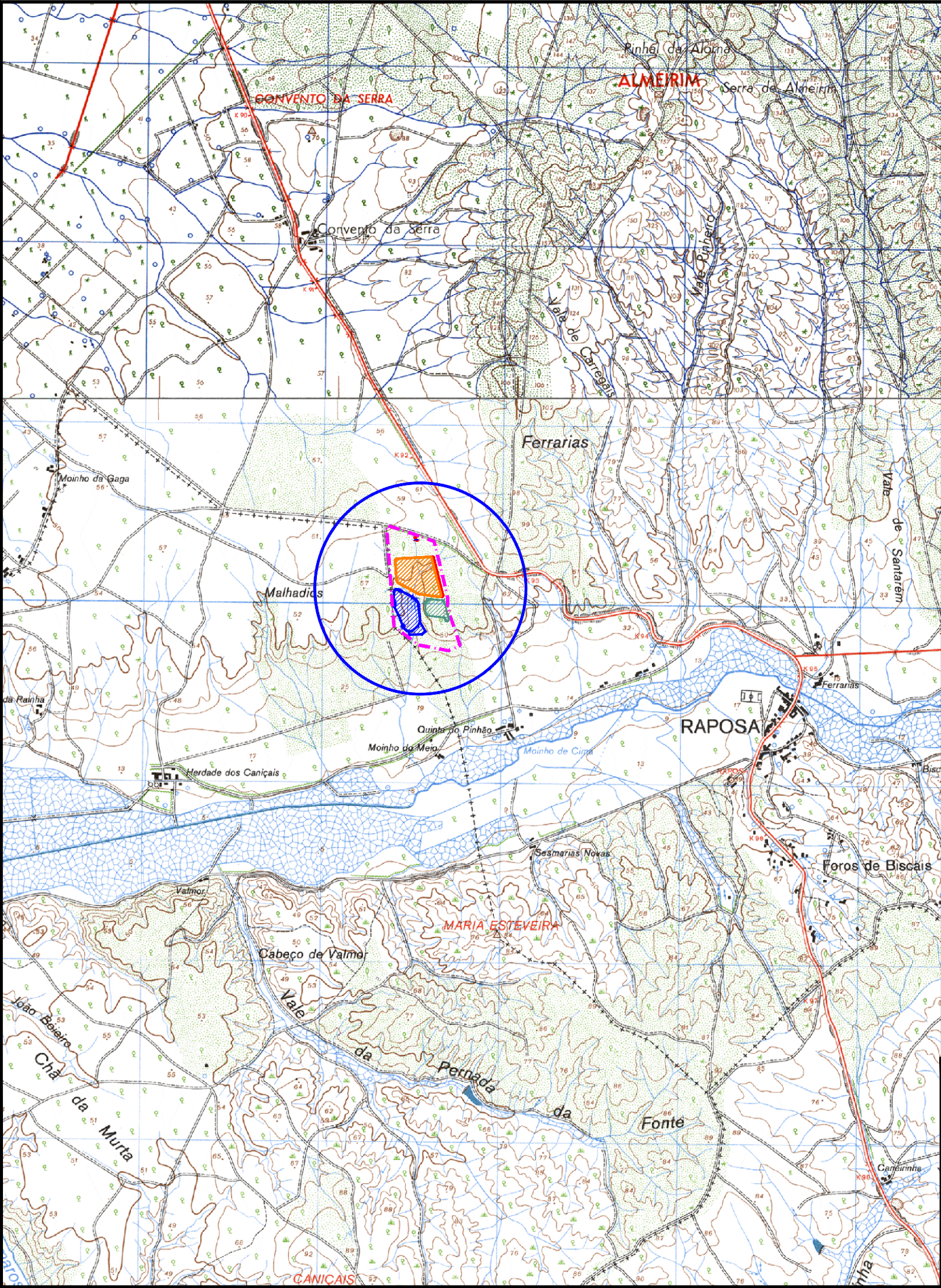
PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

ÍNDICE DAS PEÇAS DESENHADAS

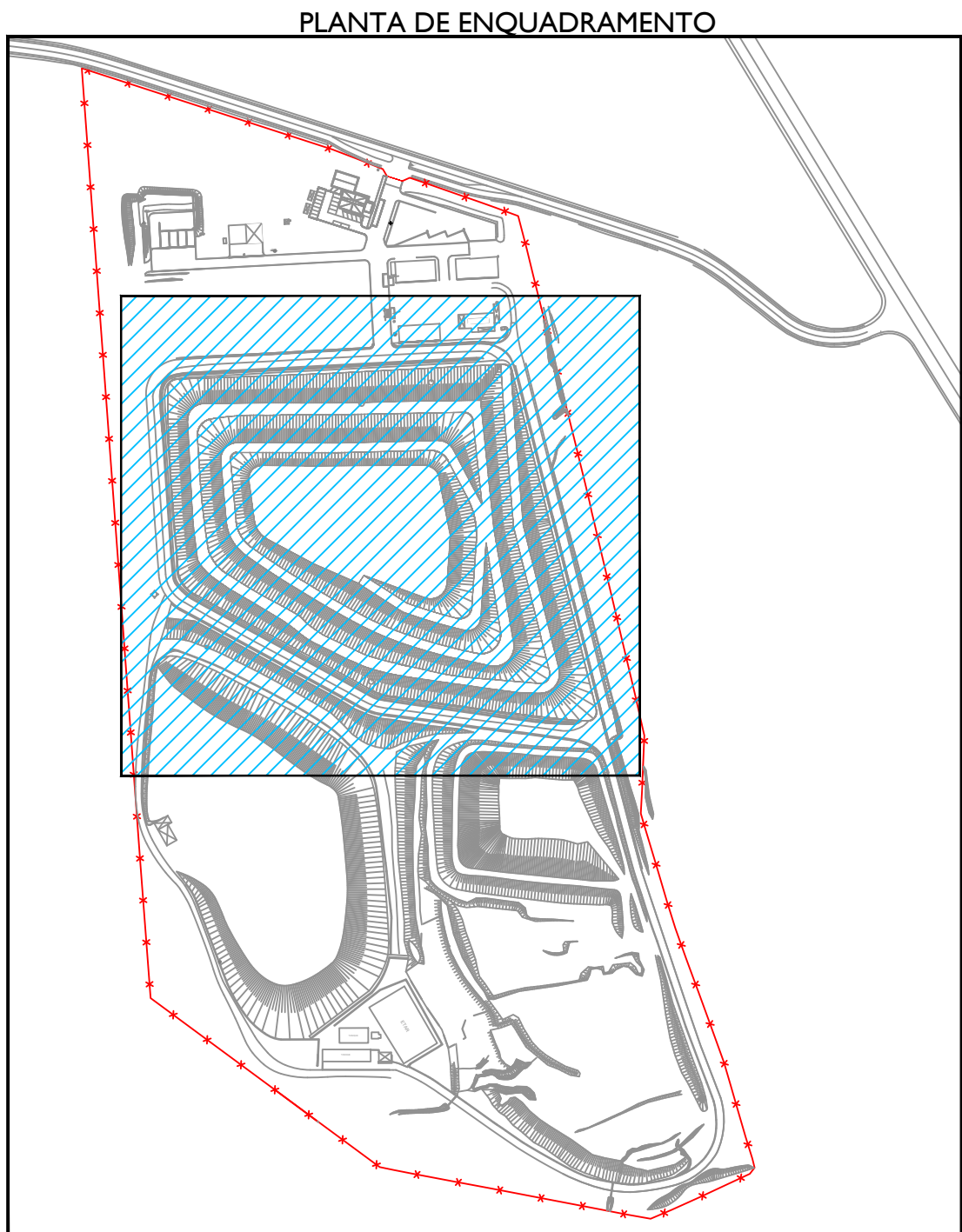
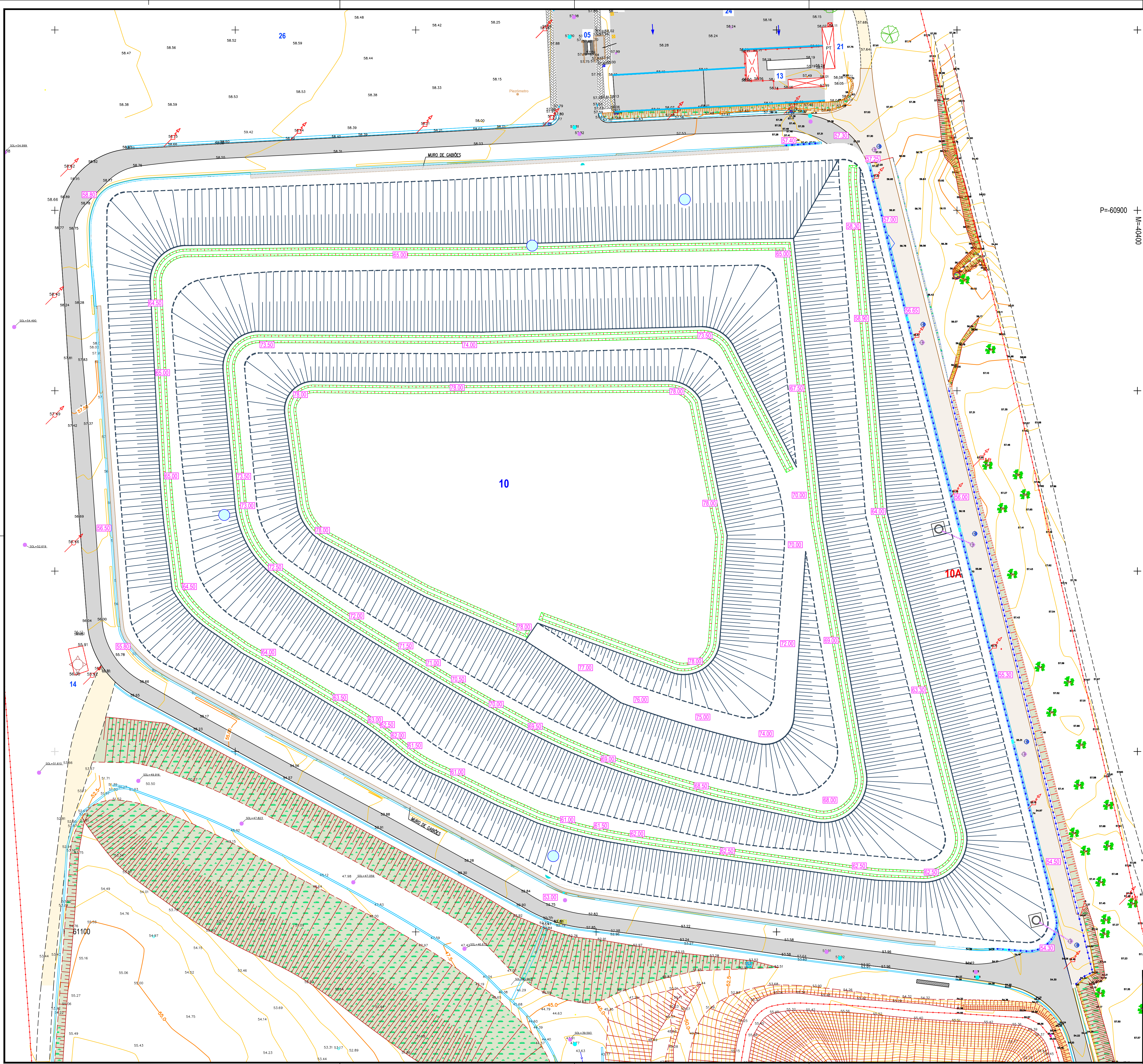
- A.01 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DO ATERRO (ESCALA 1:25 000)
- A.02 - PLANTA DE MODELAÇÃO DE RESÍDUOS
- A.03 - PLANTA DE ENCERRAMENTO DO ATERRO
- B.01 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE PERFIS DA CÉLULA DE RSU
- B.02 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 1
- B.03 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 2
- B.04 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 3
- B.05 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 4
- B.06 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 5
- B.07 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 6
- C.01 - PORMENOR DE PÉ DE TALUDE COM RECOLHA DE LIXIVIADOS NA PERIFERIA
- C.02 - PORMENOR DE CÚPULA E BANQUETA COM RECOLHA DE LIXIVIADOS
- C.03 - PORMENOR DO PÉ DE TALUDE COM RECOLHA DE LIXIVIADOS E ÁGUAS PLUVIAIS
- C.04 - PORMENOR DA CÚPULA E BANQUETA COM SISTEMAS DE DRENAGEM

ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

SETEMBRO DE 2025



VERSÃO	DATA	ALTERAÇÃO	APROVADO
Projectou	FEVEREIRO/2023		
Desenhou	FEVEREIRO/2023		
Copiou	FEVEREIRO/2023		
Verificou	FEVEREIRO/2023		
LOCAL:		DESIG. PROJECTO:	PROJECTISTA:
RAPOSA		PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA	 Hidrovia Consultoria e Engenharia
ESCALA:		TITULO DO DESENHO:	REVISÃO:
1 : 25 000		PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DO ATERRO (ESCALA 1:25 000)	0.0 12/2022
CODIGO DE PROJECTO:			DESENHO Nº
2023 ECO RSU 00 GC			A.01
			ESTUDO:
			ALTERAÇÃO DO TUA20201027000341 - EA
			Sistema de Coordenadas de Referência Nacional:
			ETRS89 Portugal TM06



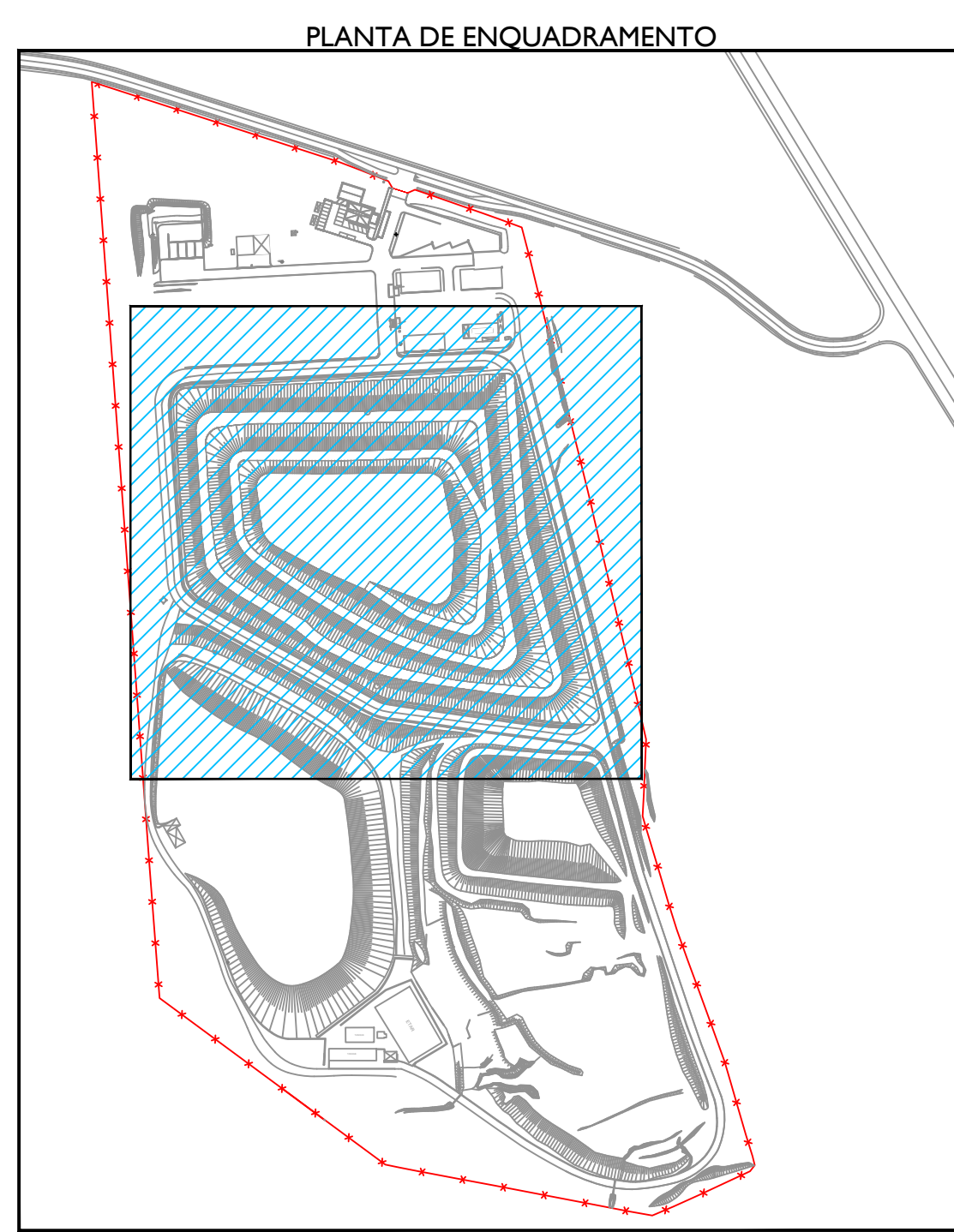
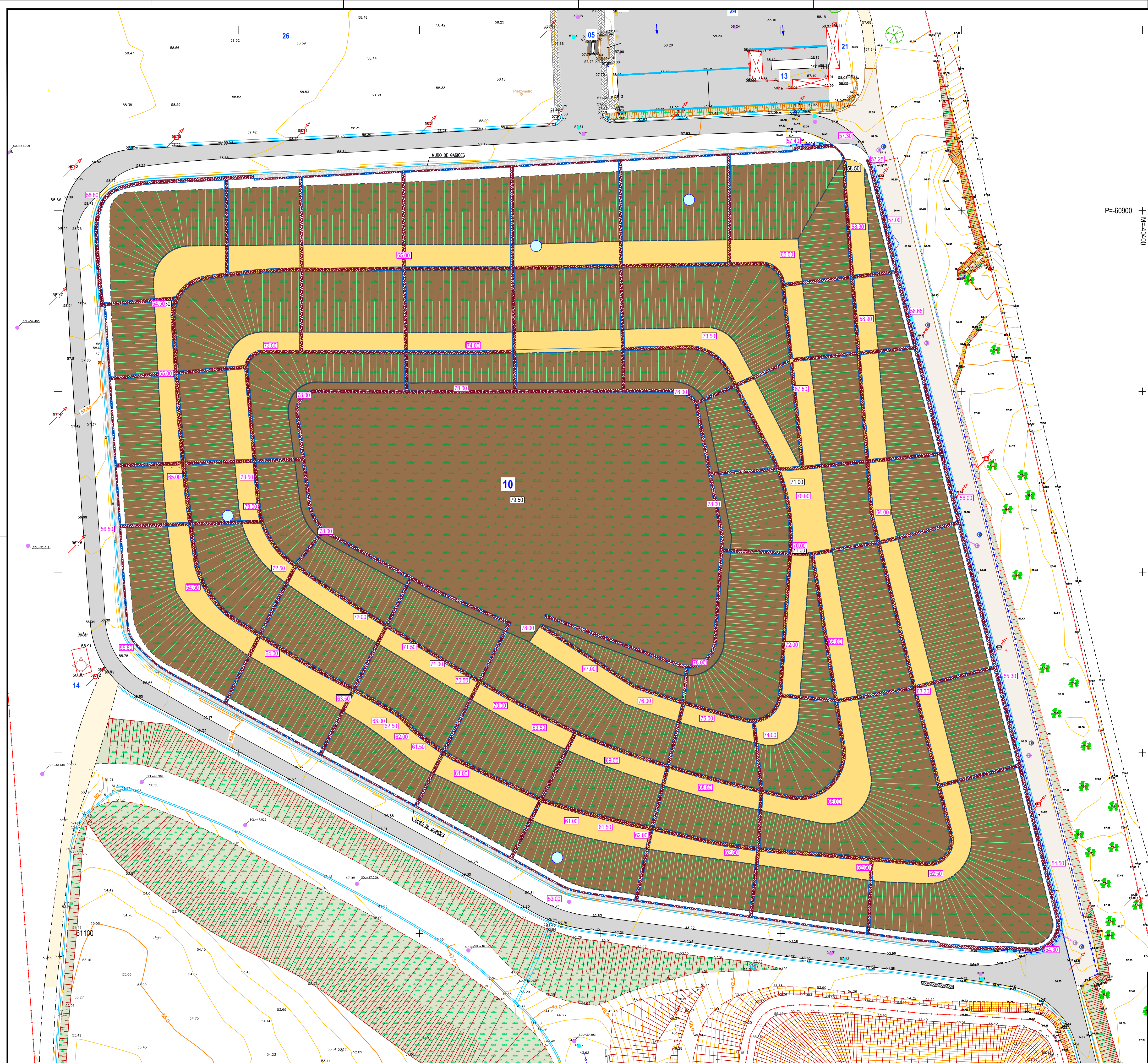
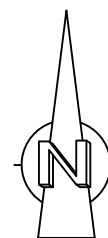
S/ ESCALA

Legenda:

- | | | | |
|--|---------------------|--|-----------------------|
| | Edifício | | Caixas diversas |
| | Anexo | | Caixa de esgotos |
| | Telhado / cobertura | | Caixa de águas |
| | Estrada | | Caixa de Rega |
| | Caminho | | Curvas de nível |
| | Lancil Vedação | | Cota do terreno |
| | Muro de alvenaria | | Cota de soleira |
| | Caleira com Greiha | | Poste de baixa tensão |
| | Sumidouro | | Poste de baixa tensão |
| | Armário | | Poste de telefone |
| | Marco de Incêndio | | |

Projecto	FEVEREIRO/2022	EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMEN	PROJETO	
Desenho	FEVEREIRO/2022	DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM	DESENHO	
Criação	FEVEREIRO/2022	Estrada Nacional 114, Raposa	ESTUDO	
Verificação	FEVEREIRO/2022	2080-701, Almerim	ALTERAÇÃO DO TUA20201027000341 - EA	
LOCAL:	RAPOSA	DESIG. PROJECTO:	REVISÃO:	DESENHO Nº
ESCALA:	1 : 500	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA	0.0 12/2022	A.02
CODIGO DE PROJECTO:	2023 ECO RSU 00 GC	TITULO DO DESENHO:	ESTUDO:	
		PLANTA DE MODELAÇÃO DE RESÍDUOS	Alteração do TUA20201027000341 - EA	
			Sistema de Coordenadas de Referência Nacional:	
			ETRS89 Portugal TM06	

ESTE DESENHO ESTÁ PROTEGIDO PELO CÓDIGO DOS DIREITOS DE AUTOR A SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DIFERENTES DOS ESTABELECIDOS CARECE DE AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO AUTOR



P=60900
M=40400

Legenda:

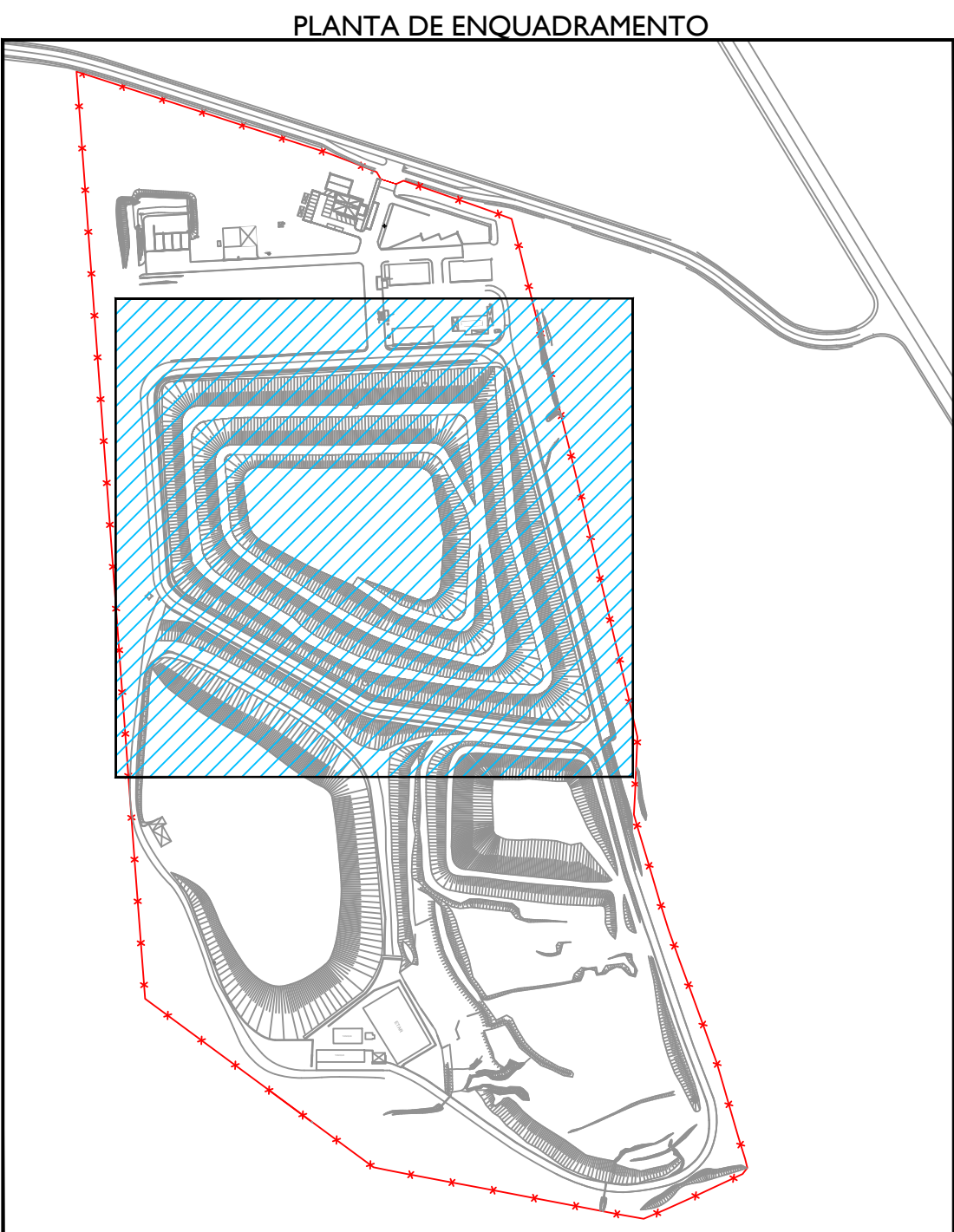
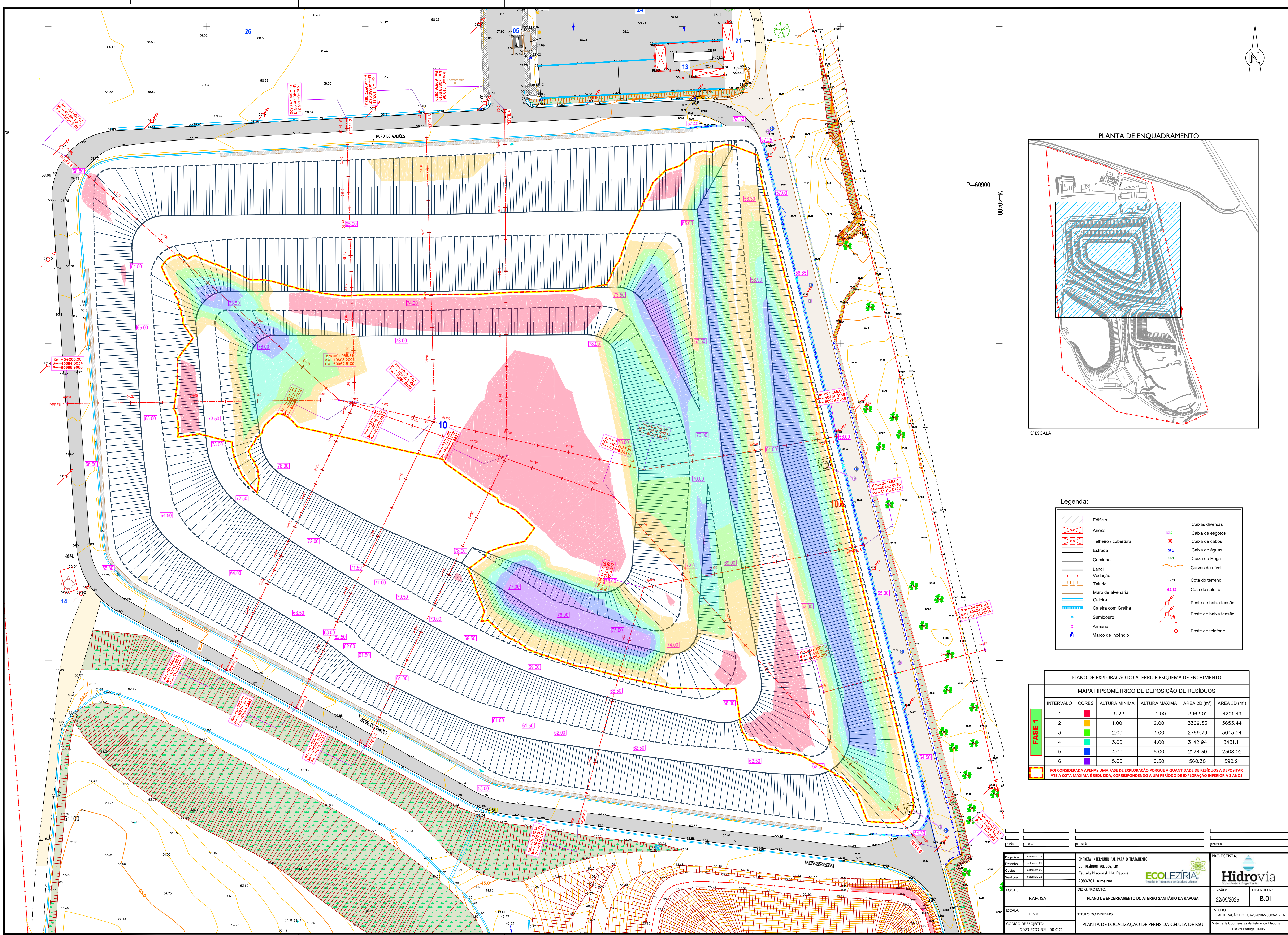
	Edifício		Caixas diversas
	Anexo		Caixa de esgotos
	Telhado / cobertura		Caixa de águas
	Estrada		Caixa de Rega
	Caminho		Curvas de nível
	Lancil		Cota do terreno
	Vedação		Cota de soleira
	Talude		Poste de baixa tensão
	Muro de alvenaria		Poste de baixa tensão
	Caleira		Poste de telefone
	Caleira com Greiha		
	Sumidouro		
	Armário		
	Marco de Incêndio		

LEGENDA ENCERRAMENTO

	- ZONA DE HIDROSEMENTEIRA COM BIOMANTA ANTIEROSIVA
	- ACESSO CÚPULA EM TOUT-VENANT
	- TRINCHEIRAS DRENANTE ENVOLVIDAS EM GEOTEXTIL
	- PEDRA ARRUMA À MÃO NA ZONA ENVOLVENTE DA CÉLULA
	- MURO DE GABÍO EXISTENTE (1.0x1.0m)

PROJETO	DATA	REVISÃO	PROJETO
Projeto	22/09/2025	Revisão	Projeto
Desenho	22/09/2025	Revisão	Projeto
Cálculo	22/09/2025	Revisão	Projeto
Verificação	22/09/2025	Revisão	Projeto
LOCAL:	RAPOSA	DESG. PROJETO:	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA
ESCALA:	1 : 500	TÍTULO DO DESENHO:	PLANTA DE ENCERRAMENTO DO ATERRO
CODIGO DE PROJETO:	2023 ECO RSU 00 GC	REVISÃO:	22/09/2025
		DESENHO Nº:	A.03
		ESTUDO:	ALTERAÇÃO DO TUA20201027000341 - EA
		Sistema de Coordenadas de Referência Nacional:	ETRS89 Portugal TM06

ESTE DESENHO ESTÁ PROTEGIDO PELO CÓDIGO DOS DIREITOS DE AUTOR A SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DIFERENTES DOS ESTABELECIDOS CARECE DE AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO AUTOR



Legenda:

- Edifício
- Anexo
- Telhado / cobertura
- Estrada
- Caminho
- Canal
- Vedação
- Talude
- Muro de alvenaria
- Caleira
- Caleira com Greiha
- Sumidouro
- Armário
- Marco de Incêndio
- Caixas diversas
- Caixa de esgotos
- Caixa de cabos
- Caixa de águas
- Caixa de Rega
- Curvas de nível
- Cota do terreno
- Cota de soleira
- Poste de baixa tensão
- Poste de baixa tensão
- Poste de telefone

PLANO DE EXPLORAÇÃO DO ATERRAMENTO E ESQUEMA DE ENCHIMENTO

MAPA HIPOMÉTRICO DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

INTERVALO	CORES	ALTURA MINIMA	ALTURA MAXIMA	ÁREA 2D (m²)	ÁREA 3D (m³)
1		-5.23	-1.00	3963.01	4201.49
2		1.00	2.00	3369.53	3653.44
3		2.00	3.00	2769.79	3043.54
4		3.00	4.00	3142.94	3431.11
5		4.00	5.00	2176.30	2308.02
6		5.00	6.30	560.30	590.21

FOI CONSIDERADA APENAS UMA FASE DE EXPLORAÇÃO PORQUE A QUANTIDADE DE RESÍDUOS A DEPOSITAR ATÉ À COTA MÁXIMA É REDUZIDA, CORRESPONDENDO A UM PERÍODO DE EXPLORAÇÃO INFERIOR A 2 ANOS

PROJECTO:
Desenho:
Cálculo:
Verificação:

EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EM Estrada Nacional 114, Raposa 2080-701, Alentejo

PROJECTISTA:
Hidrovia

LOCAL:
RAPOSA

DESG. PROJECTO:
PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRAMENTO SANITÁRIO DA RAPOSA

REVISÃO:
22/09/2025

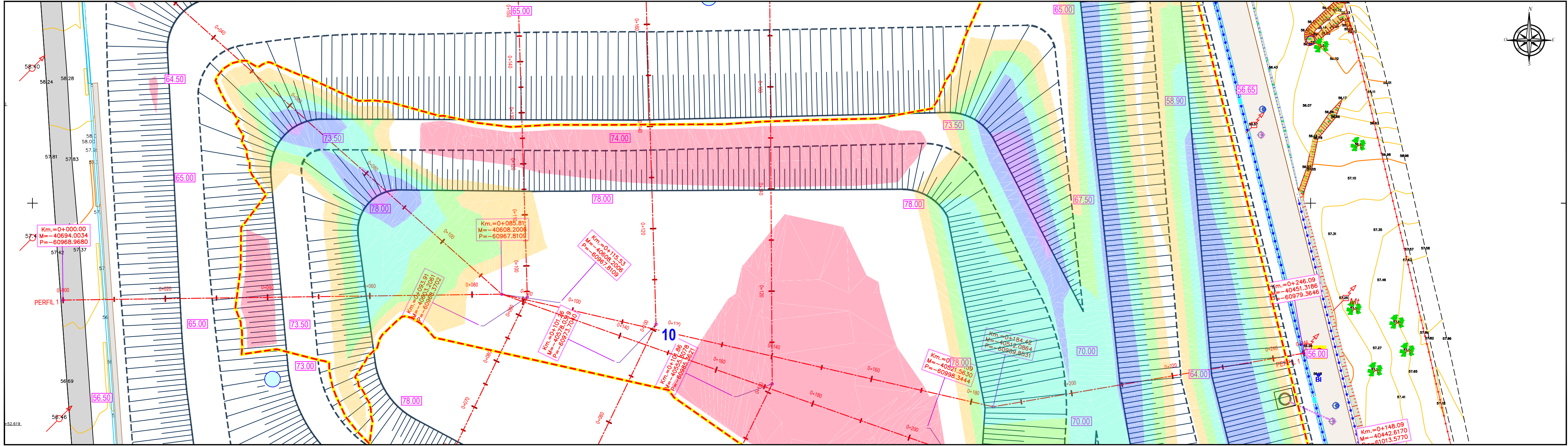
ESTUDO:
ALTERAÇÃO DO TUA20201027000341 - EA

DESENHO Nº:
B.01

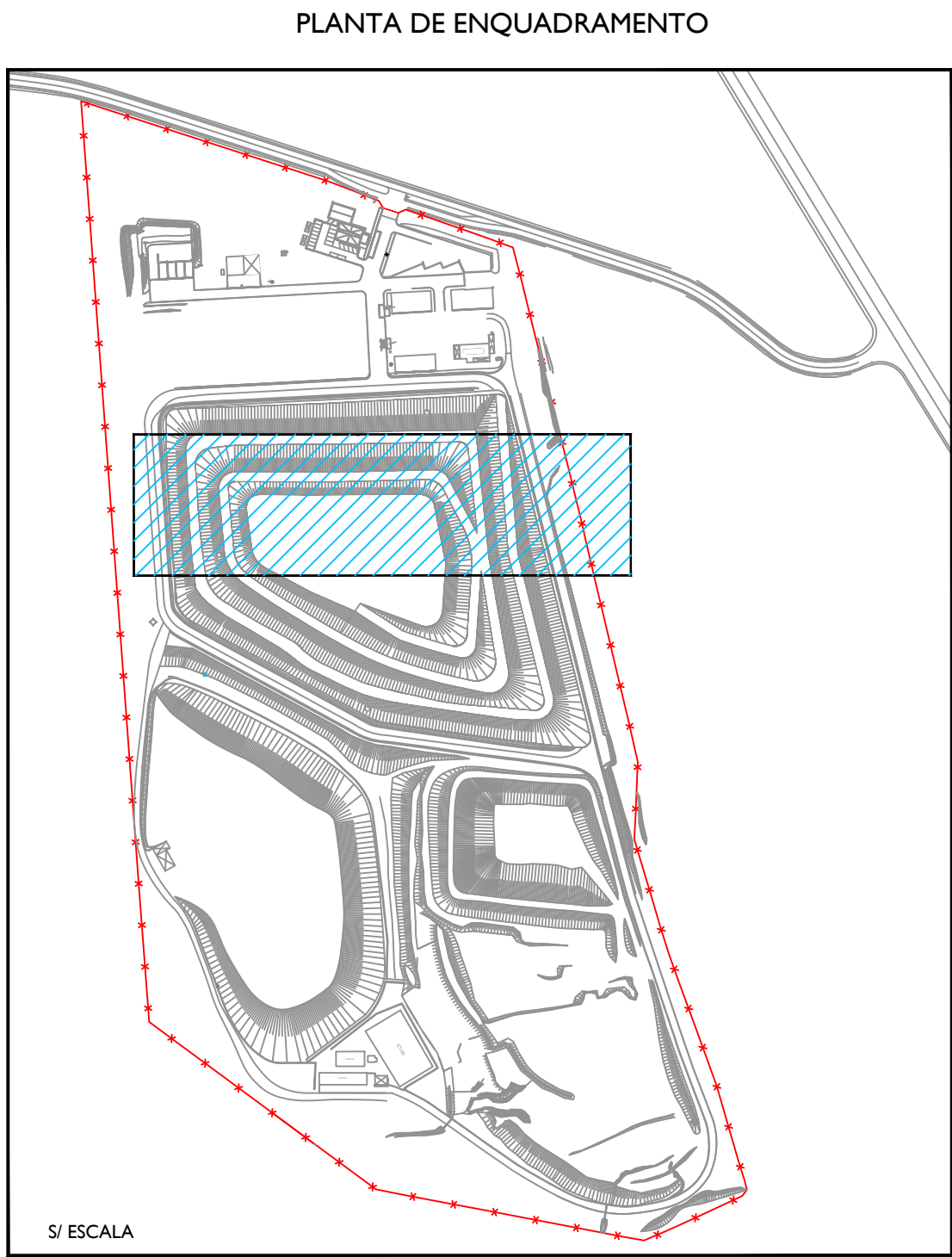
CODIGO DE PROJECTO:
2023 ECO RSU 00 GC

TITULO DO DESENHO:
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE PERIS DA CÉLULA DE RSU

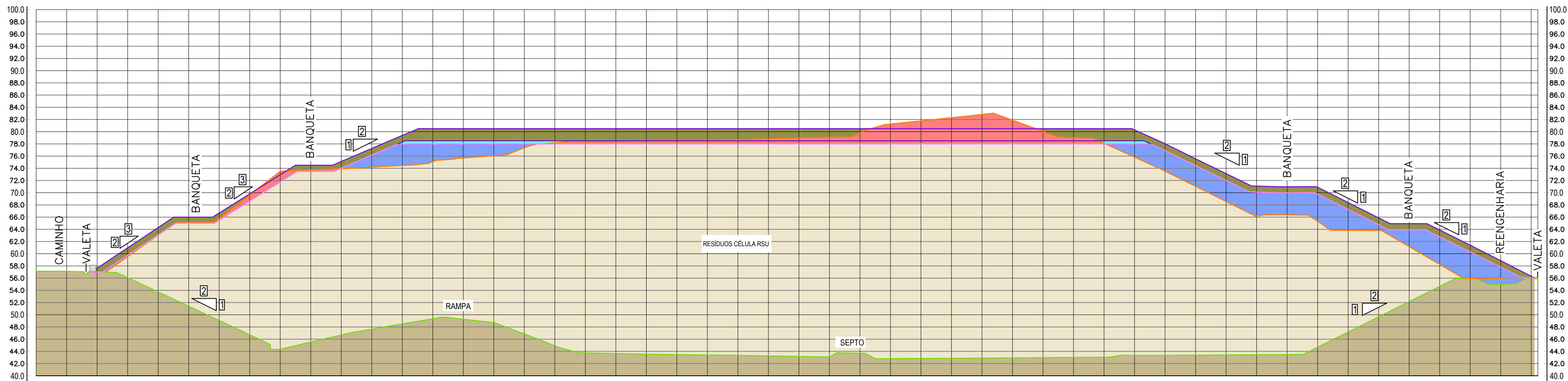
ESTUDO:
Sistema de Coordenadas de Referência Nacional: ETRS89 Portugal TM06



PLANTA COM COTAS FINAIS DOS RESÍDUOS
LOCALIZAÇÃO DO PERFIL 1
ESCALA: 1:500



PERFIL LONGITUDINAL: PERFIL - 1
ESCALA HV: 500/500
DATUM: 40.00



DISTÂNCIAS PARCIAIS	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00
COTAS DO FUNDO DA CÉLULA	57.15	57.11	57.04	56.09	53.75	51.41	49.06	46.72	44.36	45.62	46.69	47.66	48.51	49.35	49.26	48.72	47.36	44.92	43.74	43.64	43.01
COTAS ATUAIS DOS RESÍDUOS				59.54	63.06	65.15	66.78	69.64	73.49	73.75	73.85	74.19	74.47	75.09	75.69	76.06	77.36	78.18	78.33	78.41	78.00
DIFERENÇA ENTRE COTAS RESÍDUOS ATUAIS FUNDO DA CÉLULA				3.45	9.32	13.74	16.71	22.91	29.13	28.22	27.26	26.54	25.96	25.74	26.43	27.34	30.51	33.26	34.59	34.76	0.02
COTAS FINAIS DOS RESÍDUOS		56.99	59.77	63.10	65.00	66.49	68.63	71.76	73.50	74.02	74.16	74.19	74.47	75.09	75.69	76.06	77.36	78.18	78.33	78.41	78.00
REGULARIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ATERRO/ESCAVAÇÃO		0.23	0.03	-0.15	-0.29	-1.01	-1.73	-0.25	0.08	1.97	3.53	2.91	2.31	1.94	0.64	-0.18	-0.33	-0.41	-0.48	-0.53	-0.58

LEGENDA:	
	- LINHA DE FUNDO DA CÉLULA
	- LINHA DE RESÍDUOS ACTUAIS
	- LINHA FINAL DE RESÍDUOS
	- LINHA DE ENCERRAMENTO
	- RESÍDUOS DEPOSITADOS
	- REGULARIZAÇÃO RESÍDUOS
	- TRANSLADAÇÃO DE RESÍDUOS
	- CAMADA DRENANTE
	- TERRAS DE COBERTURA
	- TERRENO NATURAL

VERSÃO: 1.00
DATA: 30/09/2025
ALTERAÇÃO: 1.00
AUTOR: [blank]

PROJETO: 1.00
DESENHO: 1.00
CÓDIGO: 1.00
VERIFICAÇÃO: 1.00

EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, E.M.
Estrada Nacional 114, Raposa
2080-701, Almerim

Ecológica e Sustentável

Soluções e Engenharia

LOCAL: RAPOSA

DESG. PROJECTO: PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA

REVISÃO: 30/09/2025

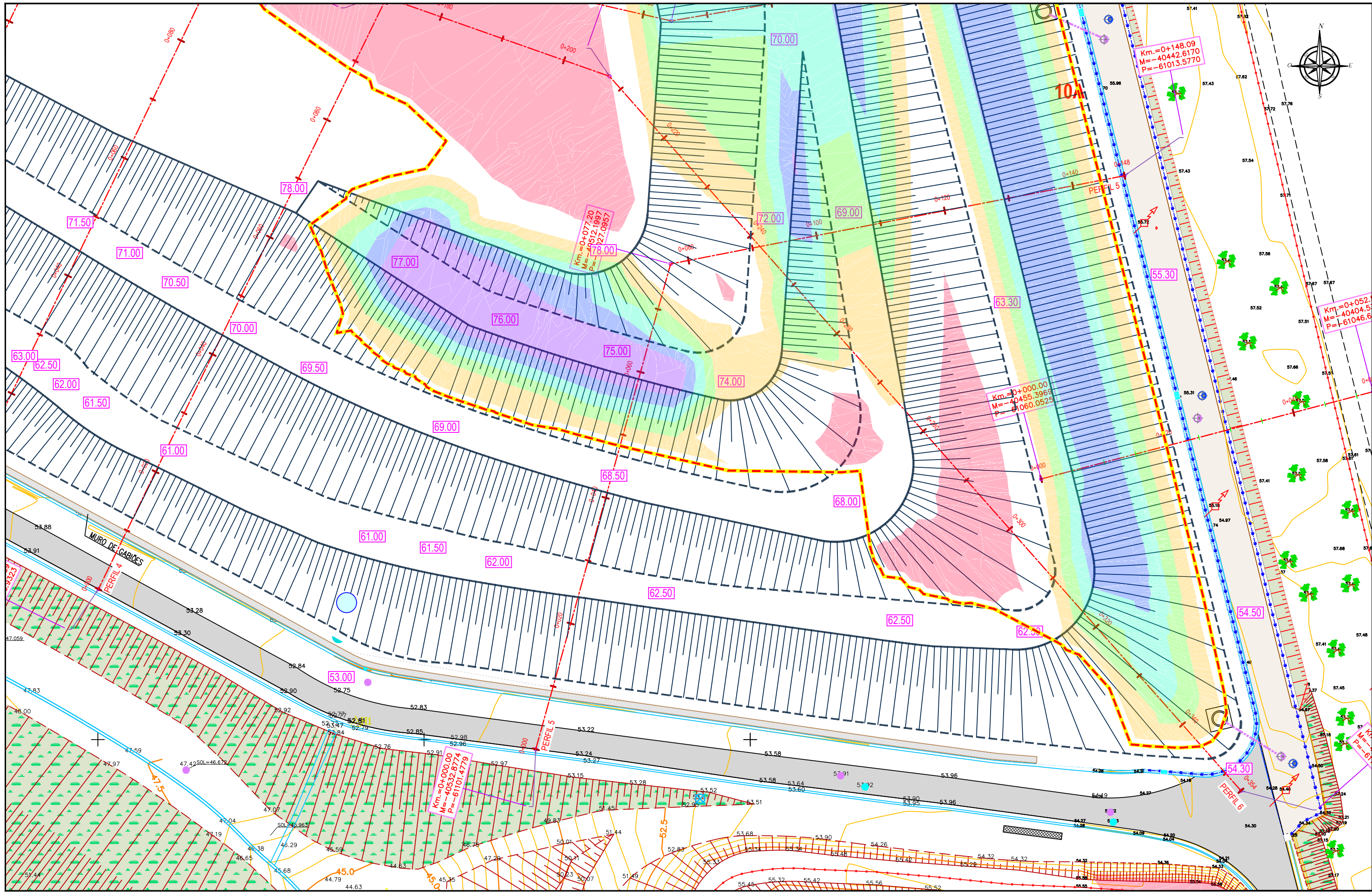
DESENHO Nº: B.02

ESCALA: 1 : 500

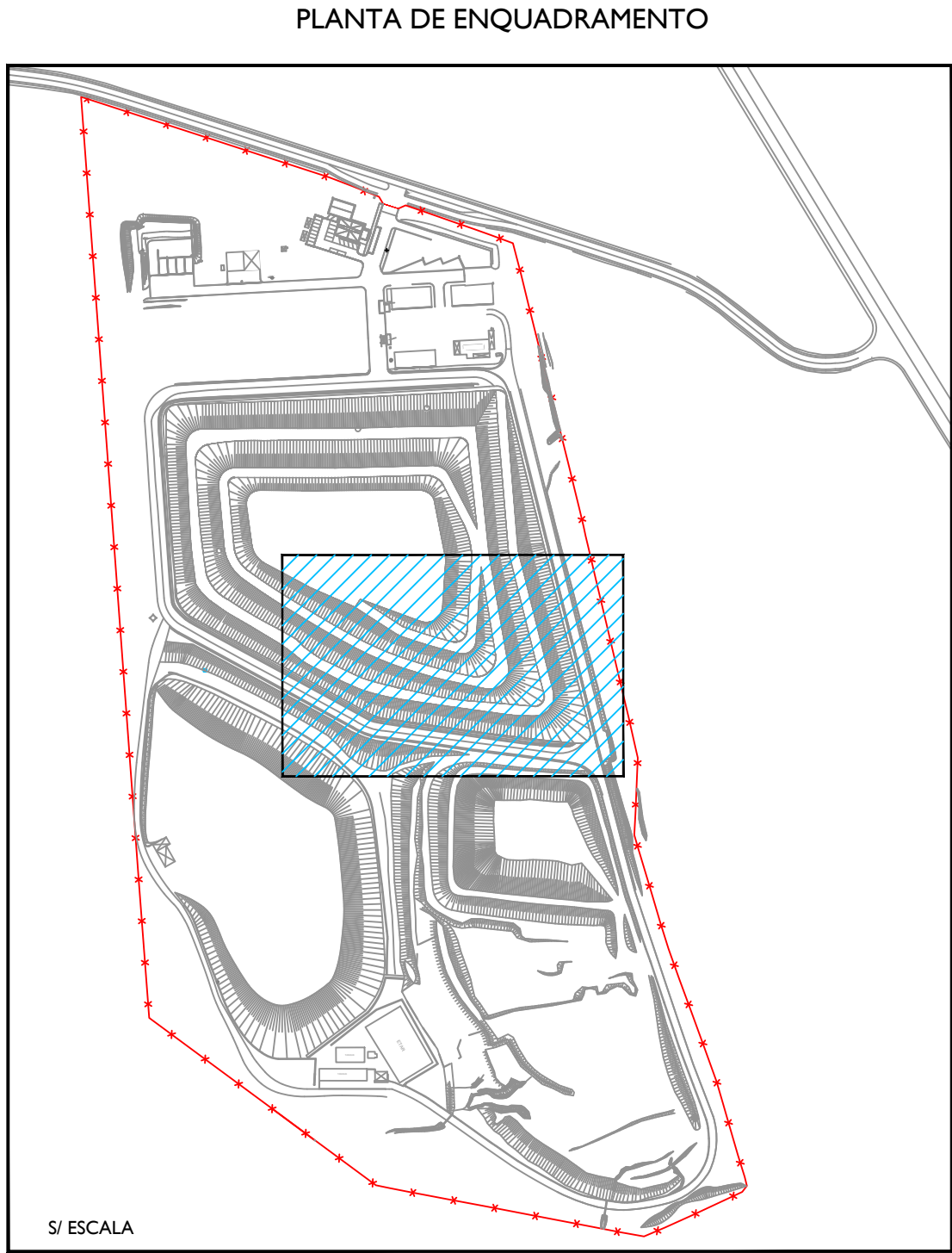
TÍTULO DO DESENHO: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 1

ESTUDO: ALTERAÇÃO DO TUA20201027000341 - EA

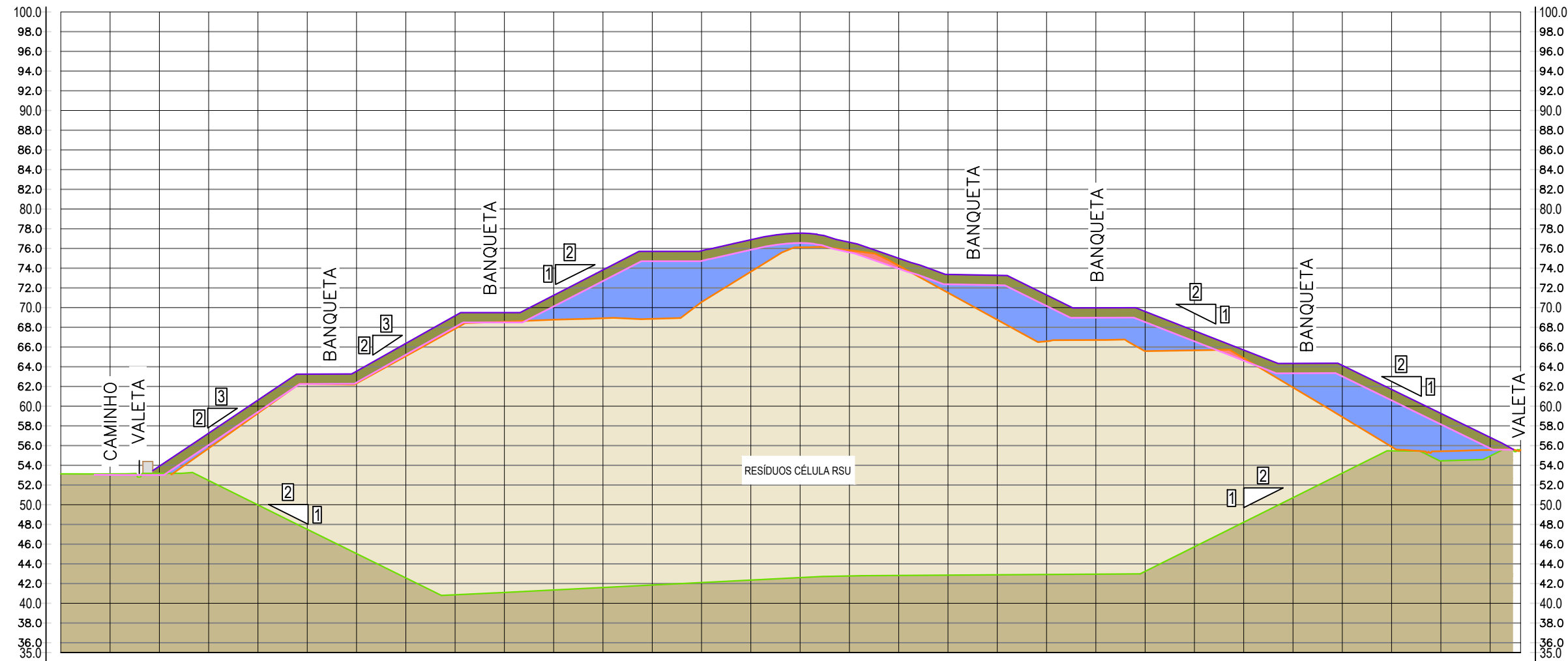
Sistema de Coordenadas de Referência Nacional: ETRS89 Portugal TM06



PLANTA COM COTAS FINAIS DOS RESÍDUOS
LOCALIZAÇÃO DO PERFIL 5
ESCALA: 1:500



PERFIL LONGITUDINAL: PERFIL 5
ESCALA H/V: 500/500
DATUM: 35.00

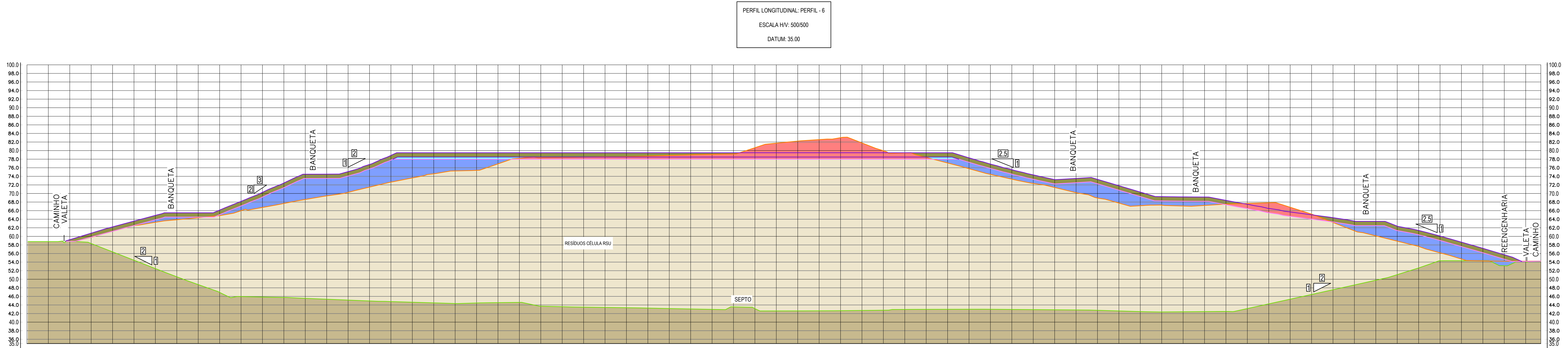
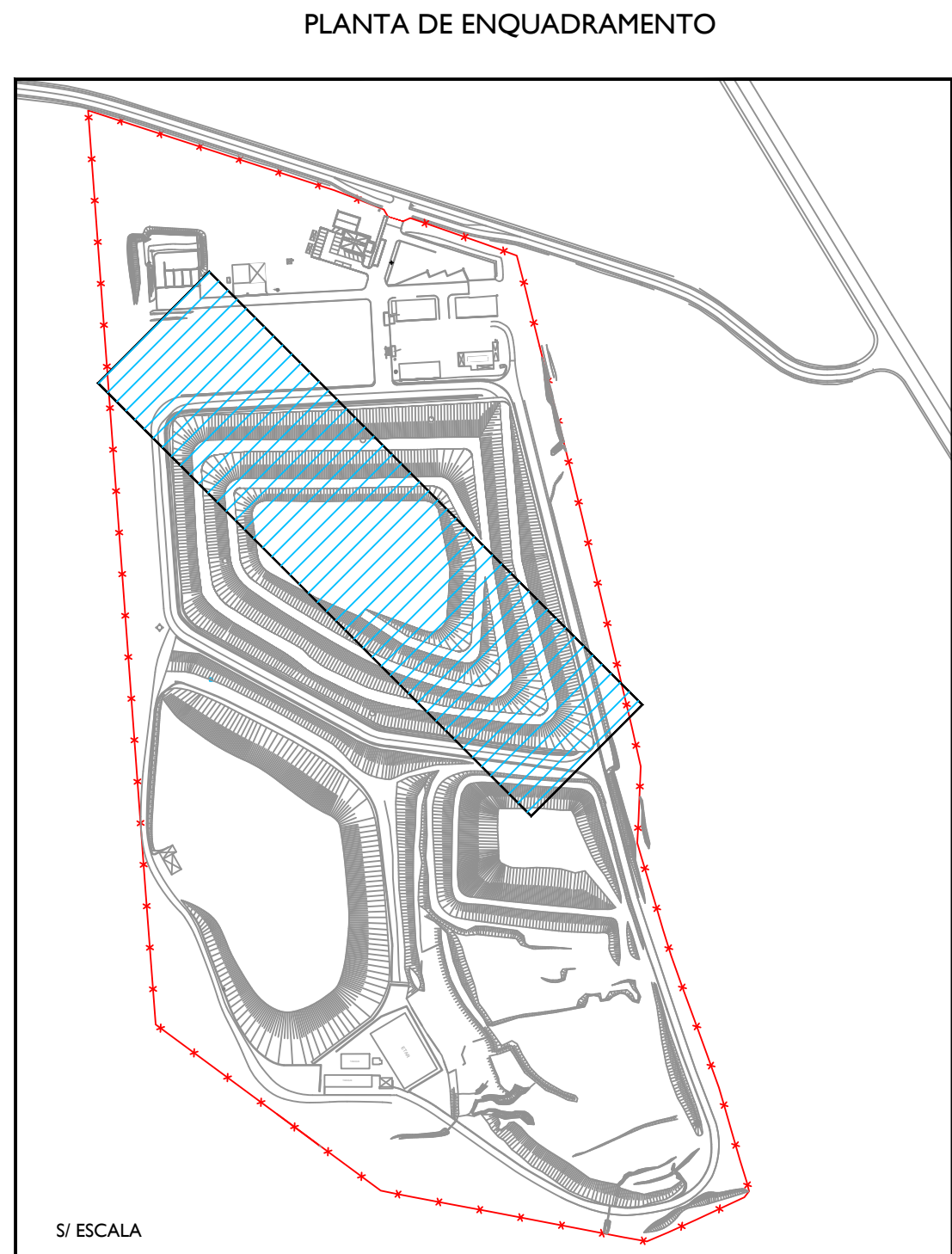
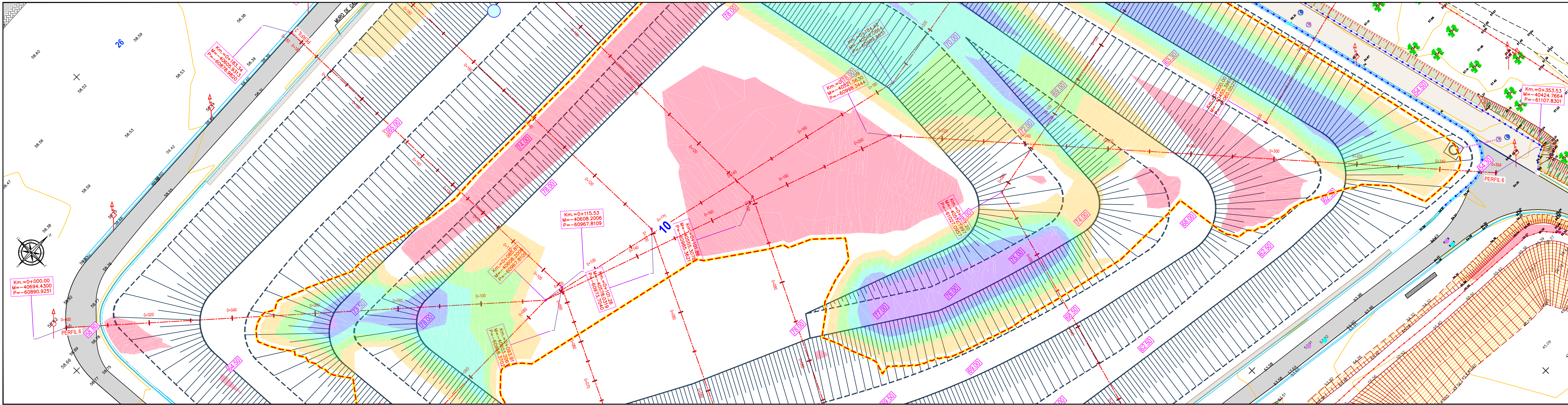


LEGENDA:

- LINHA DE FUNDO DA CÉLULA
- LINHA DE RESÍDUOS ACTUAIS
- LINHA FINAL DE RESÍDUOS
- RESÍDUOS DISPONÍVEL
- RESÍDUOS DEPOSITADOS
- TRANSLADAÇÃO DE RESÍDUOS
- TERRENO NATURAL

DISTÂNCIAS PARCIAIS	0+00.00 -	0+05.00 -	0+10.00 -	0+15.00 -	0+20.00 -	0+25.00 -	0+30.00 -	0+35.00 -	0+40.00 -	0+45.00 -	0+50.00 -	0+55.00 -	0+60.00 -	0+65.00 -	0+70.00 -	0+75.00 -	0+80.00 -	0+85.00 -	0+90.00 -	0+95.00 -	0+100.00 -
COTAS DO FUNDO DA CÉLULA	53.13	53.13	53.18	52.46	49.98	47.50	45.04	42.58	40.86	41.10	41.35	41.60	41.85	42.10	42.35	42.60	42.77	42.82	42.85	42.89	42.89
COTAS ATUAIS DOS RESÍDUOS	-	-	-	55.73	59.28	62.26	62.32	65.08	67.86	68.56	68.77	68.92	68.86	70.56	73.64	76.12	75.81	74.26	71.51	68.76	66.58
DIFERENÇA ENTRE COTAS RESÍDUOS ATUAIS FUNDO DA CÉLULA	-	-	3.27	9.30	14.75	17.28	22.50	27.00	27.47	27.43	27.32	27.01	28.46	31.29	33.51	33.04	31.44	28.86	25.88	23.86	2.95
COTAS FINAIS DOS RESÍDUOS	53.03	53.01	56.05	59.41	62.25	62.40	66.22	68.03	68.49	70.12	72.70	74.71	74.73	75.86	76.55	75.61	73.95	72.37	68.58	64.62	63.34
REGULARIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ATERRAMENTO/ESCAVAÇÃO	-	-	0.32	0.13	-0.01	0.08	0.14	0.17	-0.07	1.35	3.78	5.85	4.17	2.22	0.44	-0.21	-0.31	0.85	3.51	3.59	2.26

VERSÃO		DATA		ALTERAÇÃO		OPINION		
Projecto	alteração 24	EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EM Estrada Nacional 114, Raposa 2080-701, Alentejo				PROJECTISTA:		
Desenho	alteração 24						REVISO: 30/09/2025	DESENHO Nº: B.06
Cópia	alteração 24							
Verificação	alteração 24							
LOCAL:	RAPOSA	DESIG. PROJECTO:	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA					
ESCALA:	1 : 500	TÍTULO DO DESENHO:	PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 5					
CODIGO DE PROJECTO:	2023 ECO RSU 00 GC	Sistema de Coordenadas de Referência Nacional: ETRS89 Portugal TM06						

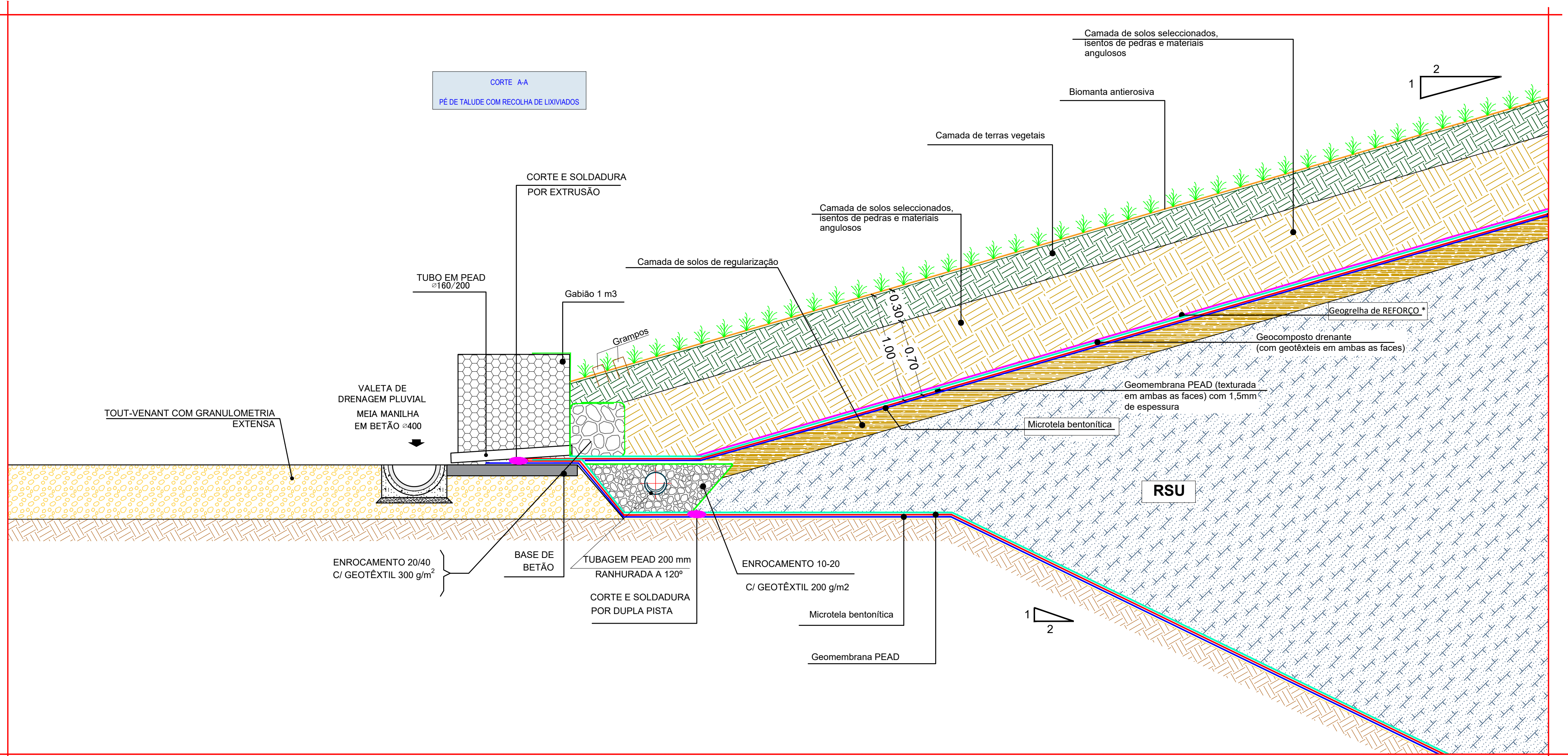
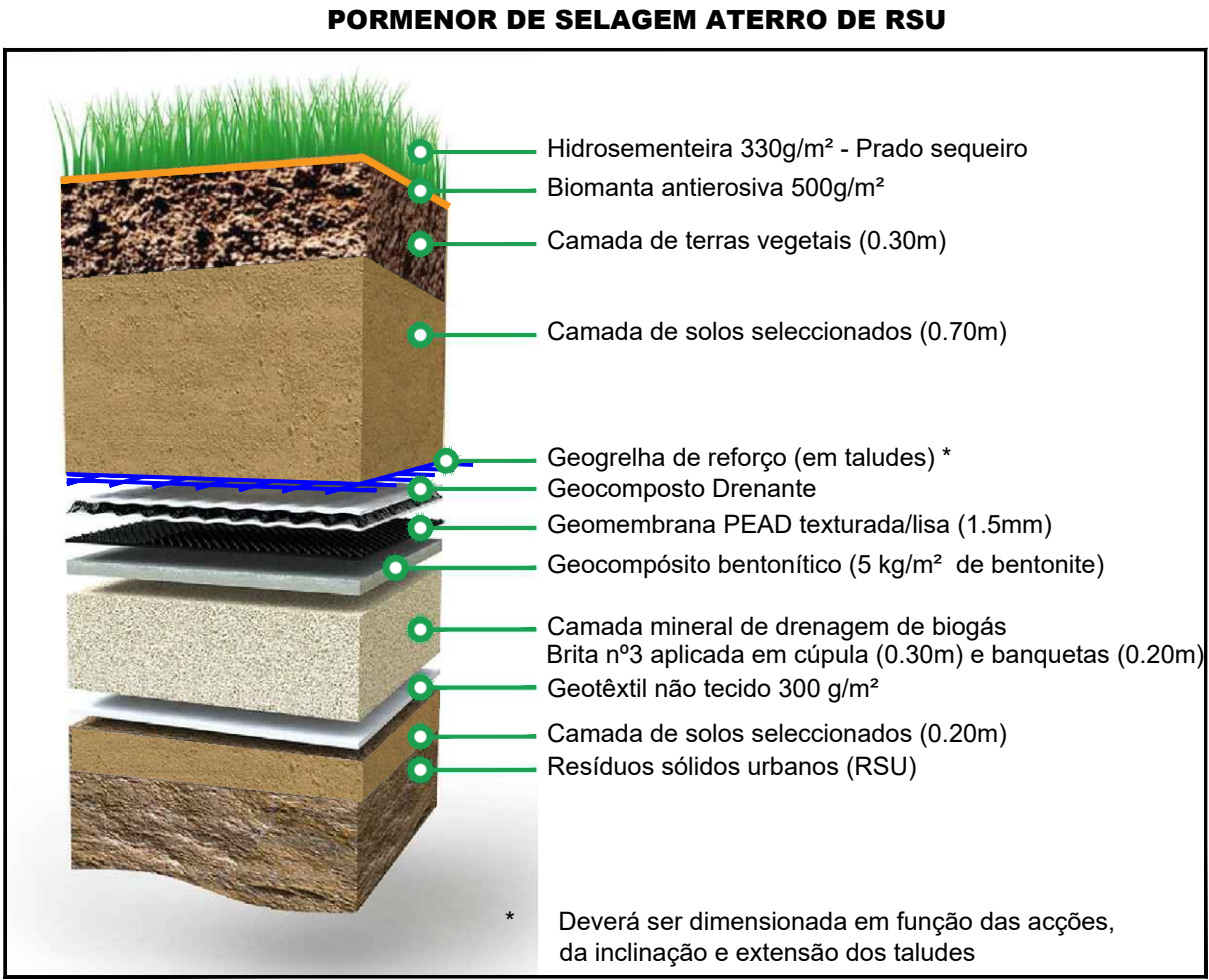
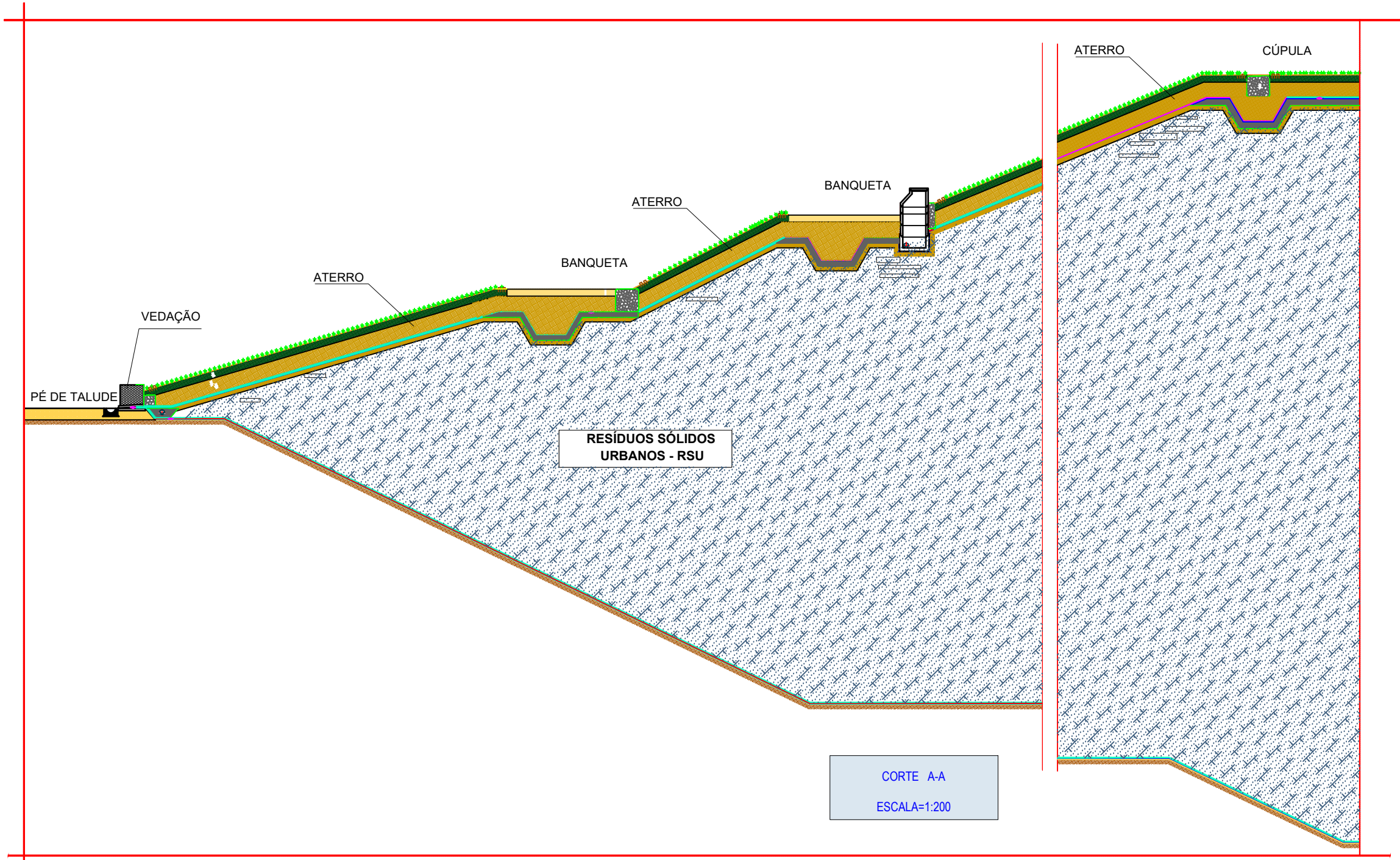


LEGENDA:	
—	- LINHA DE FUNDO DA CÉLULA
—	- LINHA DE RESÍDUOS ACTUAIS
—	- LINHA FINAL DE RESÍDUOS
■	- RESÍDUOS DISPONÍVEL
■	- RESÍDUOS DEPOSITADOS
■	- TRANSPLAÇÃO DE RESÍDUOS
■	- TERRENO NATURAL

DISTÂNCIAS PARCIAIS	0+000,00
COTAS DO FUNDO DA CÉLULA	-58,78 -0+000,00
COTAS ATUAIS DOS RESÍDUOS	-58,85 -0+000,00
DIFERENÇA ENTRE COTAS RESÍDUOS ATUAIS FUNDO DA CÉLULA	-0,04 -0+000,00
COTAS FINAIS DOS RESÍDUOS	-58,85 -0+000,00
REGULARIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ATERRESCREVAÇÃO	-58,85 -0+000,00

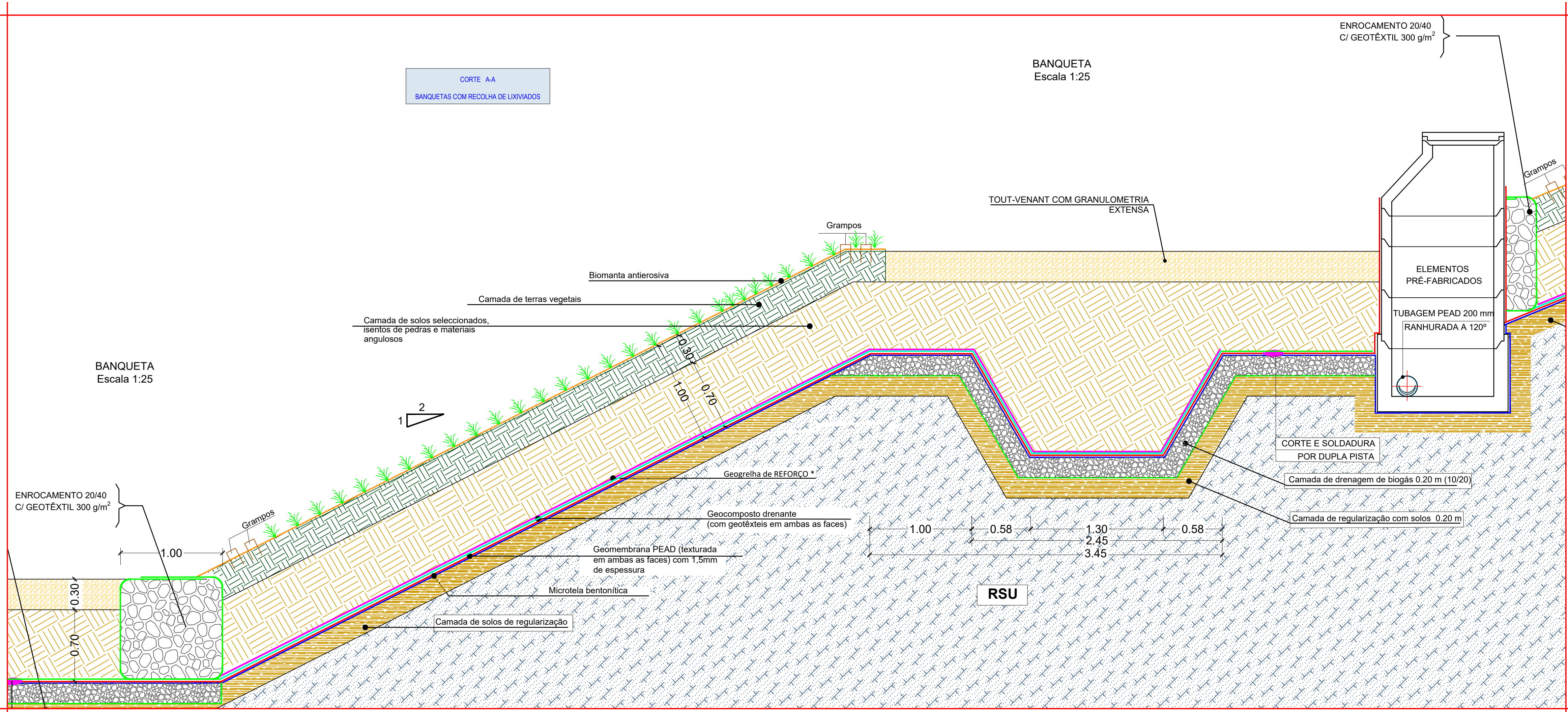
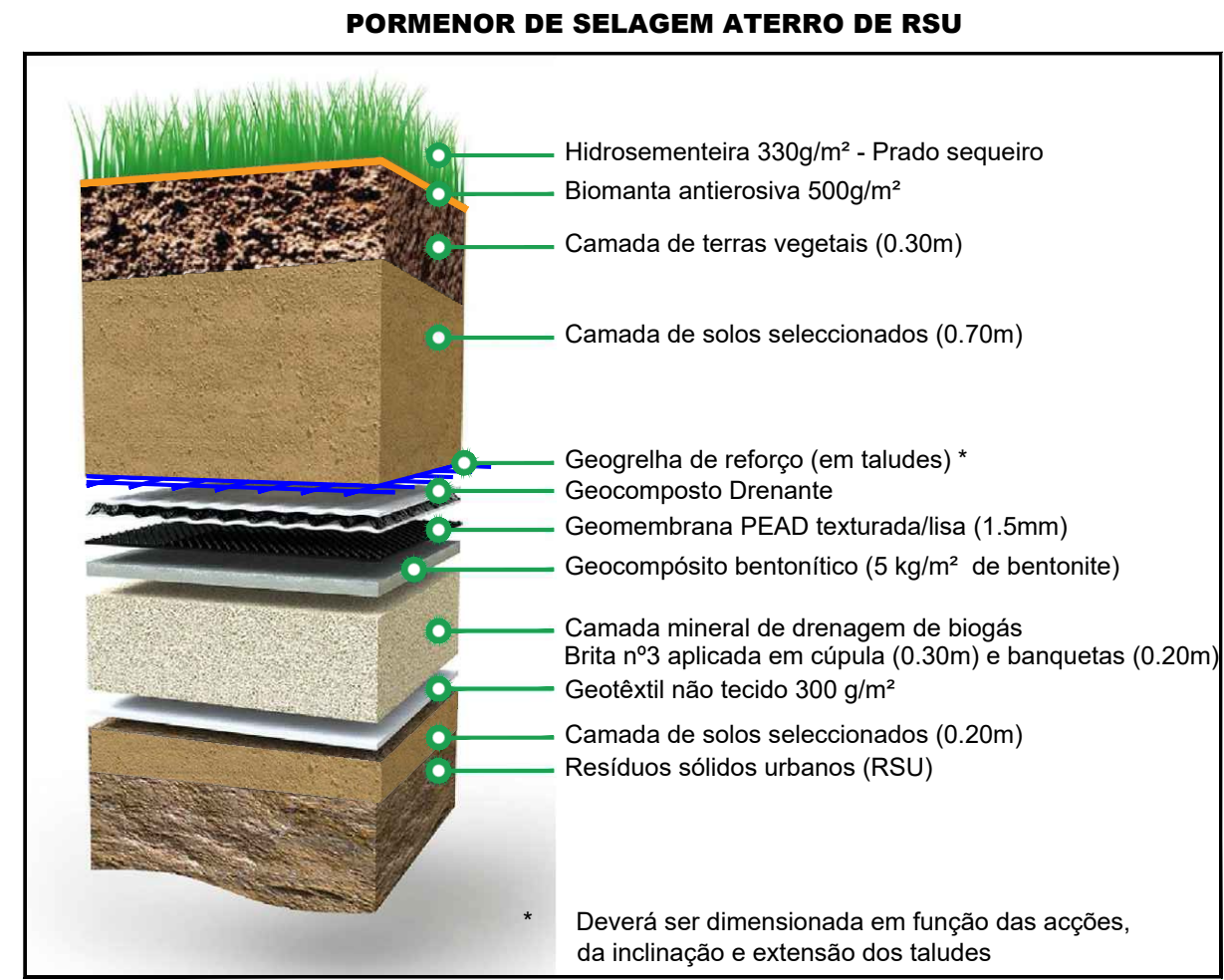
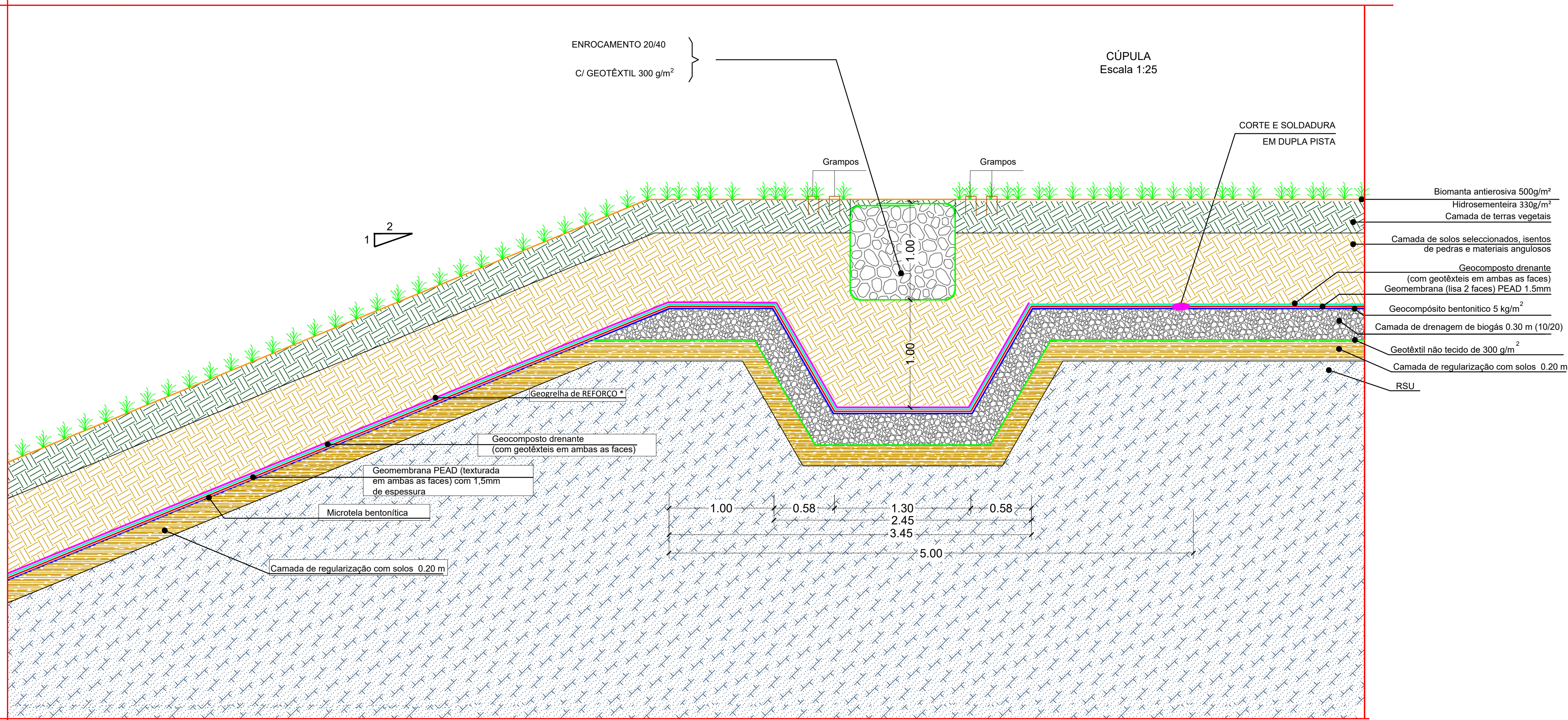
EMPRESA	EMPRESA INTERMEDIÁRIA PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, S.R.L.
PROJETO	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA
REVISÃO	30/09/2025
DESENHO Nº	B.07
ESTUDO	ALTERNATIVA DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - 2A
PROJETO	PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - PERFIL 6
PROJETO	2023 ECO RSU 00 GC

ESTE DOCUMENTO É PROTEGIDO PELO CÓDIGO DOS DIREITOS DO AUTOR. A SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DIFERENTES DOS ESTABELECIDOS CAUSARÁ DE AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO AUTOR.



*A GEOGRELHA DE REFORÇO SÓ É APLICADA QUANDO AS INCLINAÇÕES DOS TALUDES ASSIM O JUSTIFICAREM

VERSIÃO	DATA	ALTERAÇÃO	APROVADO
Projecto	FEVEREIRO/2022		
Desenho	FEVEREIRO/2022		
Cópia	FEVEREIRO/2022		
Verificação	FEVEREIRO/2022		
LOCAL:	RAPOSA	DESIG. PROJECTO:	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA
ESCALA:	1 : 25	Alínea:	1) Pormenores da estratigrafia de impermeabilização e selagem das células de resíduos
CODIGO DE PROJECTO:	2023 ECO RSU 00 GC	TITULO DO DESENHO:	PORMENOR DE PÉ DE TALUDE COM RECOLHA DE LIXIVIADOS NA PERIFERIA
PROJECTISTA:	EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EIM Estrada Nacional 114, Raposa 2080-701, Almeirim	REVISÃO:	0.0 12/2022
DESENHO Nº:	C.01	ESTUDO:	
SUBSTITUIR:		SUBSTITUÍDO POR:	

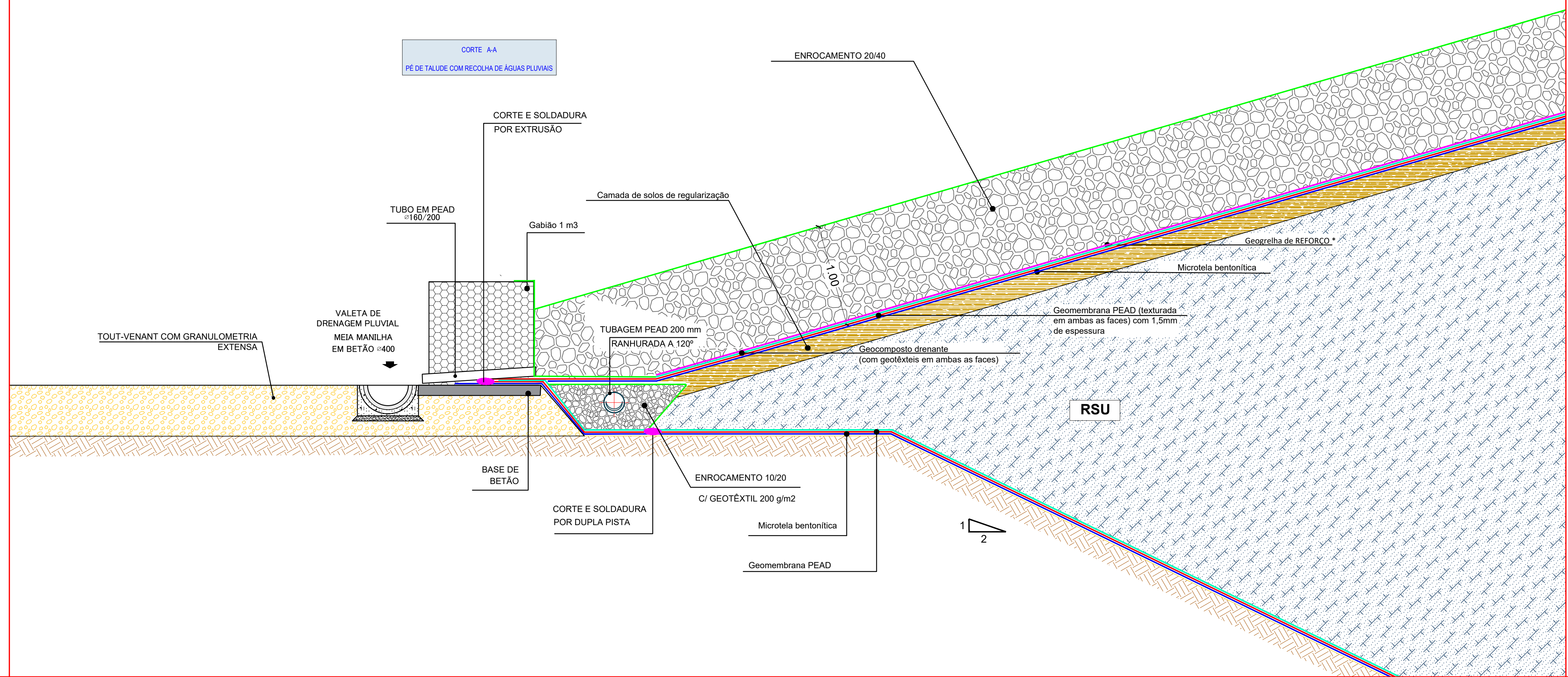
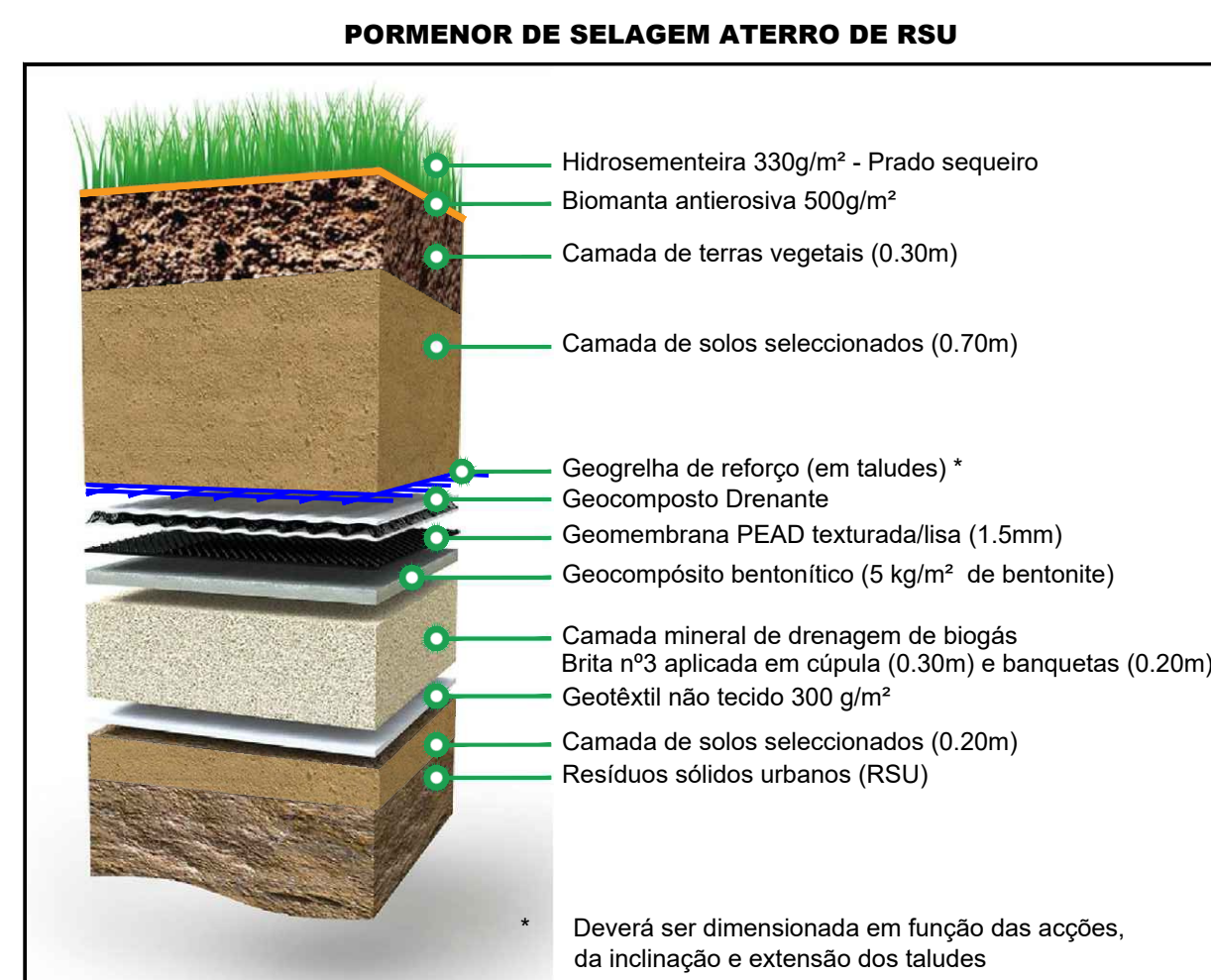


LEGENDA:	
	- MICROTELA BENTONÍTICA
	- GEOMEMBRANA EM PEAD LISA
	- GEOMEMBRANA EM PEAD TEXTURADA
	- GEOCOMPOSITO DRENANTE
	- GEOTÊXTEL NÃO TECIDO 300 g/m²
	- GEOGRELHA DE REFORÇO*
	- BIOMANTA ANTIEROSIVA
	- CAMADA DE TERRAS VEGETAIS
	- CAMADA DE SOLOS SELECIONADOS
	- MATERIAL BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA
	- RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU
	- CAMADA DE SOLOS SELECIONADOS
	- TERRENO NATURAL

*A GEOGRELHA DE REFORÇO SÓ É APLICADA QUANDO AS INCLINAÇÕES DOS TALUDES ASSIM O JUSTIFICAREM

VERÃO	DATA	ALTERAÇÃO	OPERAÇÃO
Projecto	FEVEREIRO/2022		
Desenho	FEVEREIRO/2022		
Cópia	FEVEREIRO/2022		
Verificação	FEVEREIRO/2022		
LOCAL:	RAPOSA	DESIG. PROJECTO:	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DA RAPOSA
ESCALA:	1 : 25	Alínea:	1) Pormenores da estratégia de impermeabilização e selagem das células de resíduos
CODIGO DE PROJECTO:	2023 ECO RSU 00 GC	TITULO DO DESENHO:	PORMENOR DE CÚPULA E BANQUETA COM RECOLHA DE LIXIVIADOS
PROJECTISTA:	EMPRESA INTERMUNICIPAL PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, EM Estrada Nacional 114, Raposa 2080-701, Alentejo	REVISÃO:	0.0 12/2022
		DESENHO Nº	C.02
		ESTUDO:	
		SUBSTITUIR:	
		SUBSTITUÍDO POR:	

ESTE DESENHO ESTÁ PROTEGIDO PELO CÓDIGO DOS DIREITOS DE AUTOR A SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DIFERENTES DOS ESTABELECIDOS CARECE DE AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO AUTOR



LEGENDA:	
	- MICROTELA BENTONÍTICA
	- GEOMEMBRANA EM PEAD LISA
	- GEOMEMBRANA EM PEAD TEXTURADA
	- GEOCOMPÓSITO DRENANTE
	- GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 300 g/m ²
	- GEOGRELHA DE REFORÇO*
	- BIOMANTA ANTIEROSIVA
	- CAMADA DE TERRAS VEGETAIS
	- CAMADA DE SOLOS SELECIONADOS
	- MATERIAL BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA
	- RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU
	- CAMADA DE SOLOS SELECIONADOS
	- TERRENO NATURAL

*A GEOGRELHA DE REFORÇO SÓ É APLICADA QUANDO AS INCLINAÇÕES DOS TALUDES ASSIM O JUSTIFIQUEM

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

