REDCORP – EMPREENDIMENTOS MINEIROS, LDA

PROJETO DA MINA DA LAGOA SALGADA

(EM FASE DE ESTUDO PRÉVIO: ESTUDO DE VIABILIDADE)

RELATÓRIO TÉCNICO

PLANO DE LAVRA

Revisão 04

Lisboa, 29 de janeiro de 2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00	12/07/2023	Emissão inicial
01	21/07/2023	Revisão 01
02	06/06/2024	Revisão 02 – Pedido de Elementos Adicionais
03	09/10/2024	Revisão 03
04	29/01/2025	Revisão 04 – Pedido de Elementos Adicionais

REDCORP – EMPREENDIMENTOS MINEIROS, LDA

PROJETO DA MINA DA LAGOA SALGADA

(EM FASE DE ESTUDO PRÉVIO: ESTUDO DE VIABILIDADE)

RELATÓRIO TÉCNICO

PLANO DE LAVRA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 33

1.1 APRESENTAÇÃO 33
1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 33
1.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE E AUTOR DO ESTUDO 34
1.3.1 PROPONENTE 34
1.3.2 TITULARIDADE PRÉVIA 35
1.3.3 AUTOR DO ESTUDO 36
1.4 ENTIDADE LICENCIADORA 36
1.5 ACESSOS E LOCALIZAÇÃO 36
1.6 OBJETIVOS, NECESSIDADE E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO 33

2 CARACTERIZAÇÃO DO DEPÓSITO MINERAL 36

2.1 GEOLOGIA REGIONAL 36
2.2 GEOLOGIA LOCAL 38
2.3 TIPO DE DEPÓSITO 44
2.4 MINERALIZAÇÃO - DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE MINERALIZAÇÃO 45
2.4.1 SETOR NORTE 45
2.4.2 SETOR SUL 34
2.5 PROSPEÇÃO E PESQUISA 44
2.5.1 PROSPEÇÃO HISTÓRICA 44
2.5.2 PROSPEÇÃO ATUAL 48
2.6 PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM 57
2.6.1 AMOSTRAGEM EM CAROTECA 59
2.6.2 MÉTODOS DE ANÁLISE GEOQUÍMICA 59
2.6.3 MEDIDAS DE CONTROLO DE QUALIDADE 61
2.7 MODELAÇÃO E ESTIMATIVA DOS RECURSOS MINERAIS 62
2.7.1 ESTIMATIVAS PRÉVIAS DE RECURSOS MINERAIS 62
2.7.2 METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DE RECURSOS 62

3 ESTUDO HIDROGEOLÓGICO 84

3.1 EQUIPA DE TRABALHO 84

3.2 OBJETIVOS 84
3.3 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E ADMINISTRATIVO 85
3.4 ÂMBITO SOCIAL E AMBIENTAL 86
3.5 ATIVIDADE MINEIRA HISTÓRICA 87
3.6 ENQUADRAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO 88
3.7 NECESSIDADES E USO DOS RECURSOS HÍDRICOS 88
3.8 ÂMBITO GEOLÓGICO 88
3.9 HIDROLOGIA 90
3.9.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS 90
3.9.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 90
3.10 LEVANTAMENTOS DE CAMPO, INVENTÁRIOS DE PONTOS DE ÁGUA E AMOSTRAGEM 93
3.11 FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS 95
3.12 AFETAÇÃO HIDROLÓGICA - AMBIENTAL DA MINERAÇÃO 96
3.13 PIEZOMETRIA 96
3.14 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCETUAL: MODELO DE FLUXOS 96
3.15 ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA 97
3.15.1 INVENTÁRIO E CARATERIZAÇÃO 97
3.16 INTER-RELAÇÕES HIDROLÓGICO-MINEIRAS E BALANÇO HÍDRICO 97
3.16.1 SISTEMA HIDROGRÁFICO 97
3.16.2 MODELAÇÃO CONCEPTUAL DE FLUXOS DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS, CAPACIDADES E EVOLUÇÕES 97
3.17 CONCLUSÕES 99
3.18 RECOMENDAÇÕES 100

4 CÁLCULO DE RESERVAS 101

4.1 GERAL 101
4.2 NET SMELTER RETURN (NSR) – RECEITAS APÓS VENDA DO CONCENTRADO . 101
4.3 CÁLCULO DE TEORES DE CORTE 106
4.4 FATORES DE MODIFICAÇÃO 107
4.4.1 ESTIMATIVAS DE DILUIÇÃO E RECUPERAÇÃO 107
4.5 PLANEAMENTO MINEIRO 108
4.6 DESCRIÇÃO DO JAZIGO 108
4.6.1 ZONA NORTE 108
4.6.2 ZONA SUL 109
4.7 ESTIMATIVA DE RESERVA MINEIRA 110

5 MÉTODO DE EXPLORAÇÃO E INFRAESTRUTURA MINEIRA 113

5.1 ANÁLISE DAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE MÉTODO DE DESMONTE 113
5.1.1 GOSSAN 114
5.1.2 ZONA DE TRANSIÇÃO 115
5.1.3 SULFURETOS MACIÇOS 116
5.1.4 STOCKWORK 118
5.2 PLANEAMENTO MINEIRO 119
5.2.1 ACESSOS E RAMPA PRINCIPAL 119
5.2.2 DESENVOLVIMENTO POR NÍVEL 121

5.2.3 DIMENSÕES DOS DESMONTES DE BANCADA 126
5.3 MÉTODO DE EXPLORAÇÃO E SEQUÊNCIA 127
5.3.1 DEFINIÇÃO DOS BLOCOS 127
5.3.2 SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO MINEIRA 128
5.3.3 SEQUÊNCIA GEOTÉCNICA 129
5.3.4 ENCHIMENTO 131
5.3.5 GESTÃO DE REJEITADOS E ENCHIMENTO DE BANCADAS 131
5.4 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA 132
5.4.1 CAMPANHA DE SONDAGENS 132
5.4.2 ENSAIOS 133
5.4.3 PROPRIEDADES DA ROCHA INTACTA 134
5.4.4 CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO 141
5.4.5 DOMÍNIOS GEOTÉCNICOS 145
5.5 MECÂNICA DAS ROCHAS 145
5.5.1 DIMENSIONAMENTO DO SUSTIMENTO - DESENVOLVIMENTO 145
5.5.2 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO DOS DESMONTES DE BANCADAS 153
5.5.3 DIMENSIONAMENTO DOS LIMITES DE ESTABILIDADE – DESMONTES DE BANCADAS 157
5.5.4 MODELAÇÃO 2D 162
5.6 **PLANO DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO 166**
5.6.1 RITMOS DE PRODUÇÃO - BANCADAS 166
5.6.2 RITMOS DE PRODUÇÃO - DESENVOLVIMENTO 168
5.6.3 LIMITES DE PRODUÇÃO 168
5.7 VENTILAÇÃO 171
5.7.1 NECESSIDADE TOTAL DE FLUXO DE AR 173
5.7.2 DIMENSÕES DAS CHAMINÉS E LIMITES DE FLUXOS DE AR 173
5.7.3 MODELO DE VENTILAÇÃO 174
5.7.4 VENTILADORES PRINCIPAIS 175
5.7.5 VENTILAÇÃO AUXILIAR 176
5.7.6 PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS 177
5.8 REQUISITOS DO EQUIPAMENTO MÓVEL 178
5.8.1 FASE DE PRÉ-PRODUÇÃO 178
5.8.2 FASE DE PRODUÇÃO 180
5.8.3 EQUIPAMENTO DE SUPORTE 181
5.9 INFRAESTRUTURA SUBTERRÂNEA 183
5.9.1 BOMBAGEM DA MINA 183
5.9.2 TRANSPORTE DO MATERIAL 187
5.9.3 REQUISITOS DE ENERGIA E DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA 188
5.9.4 AR COMPRIMIDO 192
5.9.5 ABASTECIMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL 193
5.9.6 ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICAÇÃO 200
5.9.7 OFICINA 200
5.9.8 PAIOL 200
5.9.9 CÂMARA DE REFÚGIO 200
5.9.10 COMUNICAÇÕES 201
5.10 NECESSIDADES DE PESSOAL 202
5.10.1 PLANEAMENTO 202
5.10.2 ORGANIZAÇÃO E RECURSOS HUMANOS 202

5.11 AUTOMAÇÃO E ELETRIFICAÇÃO 204
5.11.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E VANTAGENS 204
5.11.2 RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO 204

6 PROCESSOS MINERALÚRGICOS 206

6.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO 208
6.1.1 BRITAGEM 208
6.1.2 MOAGEM 209
6.1.3 FLUTUAÇÃO 210
6.1.4 LIXIVIAÇÃO 217
6.1.5 FILTRAGEM E REJEITADOS 224
6.1.6 ÁREA DE REAGENTES 225
6.1.7 ÁREA DE SERVIÇOS 228
6.2 SISTEMAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE DERRAMES NA PLANTA DE TRATAMENTO MINERAL 230
6.2.1 MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS (BEST AVAILABLE TECHNIQUES – BAT) 230
6.2.2 PREVENÇÃO DE DERRAMES E SISTEMAS DE CONTROLO 233

7 INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO 243

7.1 INFRAESTRUTURA DE BASE 243
7.1.1 VIAS – INTERNAS E EXTERNAS 243
7.1.2 ESTUDO DE ACESSO À MINA – BOX-CUT 259
7.2 INFRAESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE 278
7.2.1 INSTALAÇÕES DE ADMINISTRATIVAS E TÉCNICAS 281
7.2.2 INSTALAÇÕES DE APOIO ÀS OPERAÇÕES MINEIRAS 290
7.2.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 301
7.2.4 PROJETO HIDRÁULICO 344

8 PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS 377

8.1 CARACTERISTÍCAS DOS REJEITADOS 377
8.1.1 DENSIDADE *IN-SITU* 377
8.1.2 DEPOSIÇÃO DOS REJEITADOS 377
8.1.3 CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DOS REJEITADOS 377
8.2 CENTRAL DA PASTA 378
8.2.1 RESUMO DOS TESTES LABORATORIAIS 381
8.2.2 CARATERIZAÇÃO DOS MATERIAIS 382
8.2.3 REOLOGIA 385
8.2.4 DESIDRATAÇÃO 387
8.2.5 FILTRAÇÃO 397
8.2.6 TESTES DE RESISTÊNCIA 402
8.2.7 CRITÉRIOS DE PROJETO 402
8.2.8 DESCRIÇÃO DO PROCESSO E PROJETO DA CENTRAL DE PASTA 403
8.2.9 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEO 408
8.3 INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS 413
8.3.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA 414
8.3.2 CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO 420

8.3.3 OPÇÕES CONCEPTUAIS DE DESENVOLVIMENTO 423
8.3.4 ESTUDO DE ROTURA 430
8.3.5 CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO 437
8.3.6 ANÁLISE DE ESTABILIDADE 458
8.3.7 ANÁLISE DE RISCOS 464
8.4 ESCOMBREIRAS 467

9 PLANO AMBIENTAL DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA 468

9.1 INTRODUÇÃO 468
9.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO 469
9.2.1 ENQUADRAMENTO 469
9.2.2 VEGETAÇÃO POTENCIAL 469
9.2.3 SITUAÇÃO ATUAL 471
9.2.4 SITUAÇÃO AQUANDO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO 474
9.2.5 OBJETIVOS 475
9.2.6 CONCESSÃO 476

10 PLANO DE ENCERRAMENTO 487

10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 487
10.2 EQUIPAMENTOS MÓVEIS 487
10.3 DESATIVAÇÃO DAS INSTALAÇÕES 488
10.3.1 MINA SUBTERRÂNEA 488
10.3.2 EDIFÍCIOS DE SUPERFÍCIE E LAVARIA 489
10.3.3 ACESSOS 490
10.3.4 INSTALAÇÃO DE REJEITADOS 490
10.3.5 FASEAMENTO DAS OPERAÇÕES 492
10.4 AMBIENTE 493
10.4.1 RESÍDUOS 493
10.4.2 RUÍDOS E POEIRAS 496
10.4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SOLOS 496
10.4.4 GESTÃO DAS ÁGUAS 496
10.5 SISTEMAS DE SEGURANÇA 497
10.5.1 PRINCIPAIS RISCOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES 497
10.5.2 SINALIZAÇÃO 501
10.5.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL 503
10.5.4 MEIOS DE EMERGÊNCIA E PRIMEIROS SOCORROS 504
10.5.5 INSTALAÇÕES DE HIGIENE 504
10.5.6 MEDIDAS CAUTELARES 504
10.6 MONITORIZAÇÃO 505
10.7 RECURSOS HUMANOS 506
10.8 ORÇAMENTO DA DESATIVAÇÃO 506

11 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA 507

11.1 CUSTOS CAPITAIS E DE OPERAÇÃO 507
11.1.1 ESTIMATIVAS CUSTOS CAPITAIS 507
11.1.2 ESTIMATIVAS DE CUSTOS OPERACIONAIS 518

11.2 VIABILIDADE ECONÓMICA 521
11.2.1 INTRODUÇÃO 521
11.2.2 DECLARAÇÃO DE PRECAUÇÃO 522
11.2.3 ASSUNÇÕES 522
11.2.4 METODOLOGIA UTILIZADA 523
11.2.5 PARÂMETROS DO MODELO FINANCEIRO 523
11.2.6 RESULTADOS FINANCEIROS 532
11.2.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE 535

12 PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE 537

12.1 INTRODUÇÃO 537
12.1.1 GENERALIDADES 537
12.1.2 ADAPTAÇÃO / COMPLEMENTO DO PSS 544
12.1.3 ALTERAÇÕES AO PSS 545
12.1.4 ENTREGA DO PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS) 545
12.1.5 ORGANOGRAMA FUNCIONAL 545
12.2 MEMÓRIA DESCRITIVA 546
12.2.1 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS 546
12.2.2 PRINCÍPIOS DE ATUAÇÃO 546
12.2.3 COMUNICAÇÃO PRÉVIA E DECLARAÇÃO RELATIVA A TRABALHADORES IMIGRANTES 547
12.2.4 REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL 548
12.2.5 HORÁRIO DE TRABALHO 552
12.2.6 SUBEMPREITEIROS E SUCESSIVA CADEIA DE SUBCONTRATAÇÃO 552
12.2.7 SEGUROS DE ACIDENTES DE TRABALHO 553
12.3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPREITADA 553
12.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EMPREITADA 553
12.3.2 LISTA DE TRABALHOS COM RISCOS ESPECIAIS 556
12.3.3 FICHAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS 600
12.3.4 LISTA DE MATERIAIS COM RISCOS ESPECIAIS 601
12.3.5 PLANO DE TRABALHOS 603
12.4 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS 603
12.4.1 PROJETO DE ESTALEIRO 604
12.4.2 PLANO DE ACESSO, CIRCULAÇÃO E SINALIZAÇÃO 605
12.4.3 CONTROLO DE EQUIPAMENTOS DE APOIO 608
12.4.4 PROTEÇÕES COLETIVAS 609
12.4.5 PLANOS E REGISTOS DE MONITORIZAÇÃO E PREVENÇÃO 610
12.4.6 REGISTOS DE NÃO CONFORMIDADE E AÇÕES CORRETIVAS/PREVENTIVAS 614
12.4.7 IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHADORES 617
12.4.8 PLANOS DE PROTEÇÕES INDIVIDUAIS 618
12.4.9 FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO DOS TRABALHADORES 619
12.4.10 PLANO DE REGISTO DE ACIDENTES E ÍNDICES DE SINISTRALIDADE 621
12.4.11 PLANO DE VISITANTES 625
12.4.12 PLANO DE EMERGÊNCIA 625
12.4.13 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA (PES) 626
12.4.14 PLANO DE CONTROLO E GESTÃO DE EFLUENTES, RESÍDUOS E EMISSÕES 628
12.4.15 PLANO DE LEVANTAMENTO E REPOSIÇÃO DE SERVIÇOS AFETADOS 629

12.4.16 PLANO DE MOVIMENTAÇÃO MECÂNICA DE CARGAS 629
12.4.17 PLANOS DE COFRAGENS E BETONAGENS 631
12.4.18 PLANO DE USO DE EXPLOSIVOS 631
12.5 MONITORIZAÇÃO E ACOMPANHAMENTO 632
12.5.1 MONITORIZAÇÃO MENSAL 632
12.5.2 REUNIÕES PERIÓDICAS 633
12.5.3 AUDITORIAS INTERNAS 633

13 CRONOGRAMA DOS TRABALHOS PREVISTOS 634

13.1 PLANO DE CONSTRUÇÃO 634
13.1.1 ESTRATÉGIA 634
13.1.2 METODOLOGIA 635
13.1.3 ASSUNÇÕES 635
13.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO 635
13.3 RECOMENDAÇÕES 637

14 BIBLIOGRAFIA 638

ANEXOS

ANEXO I – DOCUMENTAÇÃO i

ANEXO II – ESTUDO HIDROGEOLÓGICO iii

ANEXO III – PROCESSOS MINERALÚRGICOS v

ANEXO IV – INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO vii

ANEXO V – PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ix

ANEXO VI – PARP xi

ANEXO VII – PSS xiii

ANEXO VIII – CÁLCULOS DE RESERVAS xv

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - VISTA DO PROJETO LAGOA SALGADA.....36

FIGURA 1.2 – ENQUADRAMENTO ADMINISTRATIVO DA ÁREA DE CONCESSÃO DE EXPLORAÇÃO DA LAGOA SALGADA 37

FIGURA 1.3 - PLANTA E SECÇÕES REPRESENTATIVAS DAS INFRAESTRUTURAS E DESENVOLVIMENTO MINEIRO A IMPLEMENTAR NA ÁREA DE INTERVENÇÃO DO PROJETO DA LAGOA SALGADA.....33

FIGURA 1.4 – MINÉRIOS A EXPLORAR.....33

FIGURA 2.1 – MAPA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DA ZONA SUL PORTUGUESA, COM INDICAÇÃO DOS PRINCIPAIS JAZIGOS.....37

FIGURA 2.2 – SEQUÊNCIA SEDIMENTAR DO CENOZÓICO NO PROJETO DA LAGOA SALGADA 38

FIGURA 2.3 – DIAGRAMA DE ALTERAÇÃO DO FELDSPATO DE ACORDO COM STANLEY 2017, APLICADO ÀS AMOSTRAS DE ROCHAS DTV, DEMONSTRANDO A TENDÊNCIA DE CLORITIZAÇÃO.....40

FIGURA 2.4 – ESPETRO DE ETR NORMALIZADO AO CONDRITO DE BOYNTON (1984) ESTANDO EXPLICITO OS VALORES MÉDIOS PARA AS ROCHAS ACIDAS VULCÂNICAS (AV) E AS ROCHAS INTERMÉDIAS (IV) 40

FIGURA 2.5 – VISTA LONGITUDINAL DO SETOR NORTE DEMONSTRANDO TODOS OS DOMÍNIOS MINERALIZADOS.....41

FIGURA 2.6 – GRÁFICO COM A PROJEÇÃO DOS VALORES DE ÍNDICE CCPI DE GEMMEL (2007) VS CU_EQ (%) PARA AS AMOSTRAS DE ROCHAS IV.....42

FIGURA 2.7 – EXEMPLOS DAS LITOLOGIAS DESCRITAS PARA OS SETORES NORTE E SUL DO PROJETO DA LAGOA SALGADA.....43

FIGURA 2.8 – GRÁFICO QUE DEMONSTRA AS AMOSTRAS DE SULFURETOS MACIÇOS DE ACORDO COM OS RATIOS ZN/ZN (CU+PB) VS S/S+FE. 45

FIGURA 2.9 – AMOSTRAS DE SONDAGEM DEMONSTRANDO OS DIFERENTES TIPOS DE MINERALIZAÇÃO DO SETOR NORTE (GOS-GOSSAN, TMS-SULFURETOS MACIÇOS DE TRANSIÇÃO, PMS SULFURETOS MACIÇOS PRIMÁRIOS, STR-STRINGER). 46

FIGURA 2.10 - MAPA GEOLÓGICO À ESCALA 1:2500 RELATIVO AO SETOR NORTE DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA À COTA DE -100M. DTV- *DACITIC TUFITIC VULCANIC*; LVF-*LOWER VULCANIC FORMATION*; MS- *MASSIVE SULFIDES*; STR- STRINGER.....47

FIGURA 2.11 - SECÇÃO LONGITUDINAL À ESCALA 1:2700 RELATIVA AO SETOR NORTE DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. TER-COBERTURA SEDIMENTAR; GOSS- GOSSAN; TMS-

SULFURETOS MACIÇOS DE TRANSIÇÃO; PMS- SULFURETOS MACIÇOS PRIMÁRIOS; STR-STRINGER; LVF- *FORMAÇÃO VULCÂNICA DE BASE.* 33

FIGURA 2.12 - SECÇÃO TRANSVERSAL RELATIVA AO SETOR NORTE DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. TER-COBERTURA SEDIMENTAR; GOSS- GOSSAN; TMS-SULFURETOS MACIÇOS DE TRANSIÇÃO; PMS- SULFURETOS MACIÇOS PRIMÁRIOS; STR-STRINGER; LVF- *FORMAÇÃO VULCÂNICA DE BASE ;STR- STRINGE.* 33

FIGURA 2.13 – AMOSTRAS DE SONDAGEM DEMONSTRANDO OS DIFERENTES TIPOS DE MINERALIZAÇÃO DO SETOR.....35

FIGURA 2.14 – A – VISTA EM PLANTA DO SETOR SUL DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA COM TODOS OS CORREDORES DE MINERALIZAÇÃO, B- VISTA DE SUL DO SETOR SUL DA LAGOA SALGADA COM AS ROCHAS ENCAIXANTES DA MINERALIZAÇÃO ESV E IV.....36

FIGURA 2.15 - MAPA GEOLÓGICO À ESCALA 1:3000 RELATIVO AO SETOR SUL DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA À COTA DE -100M. DTV- *VULCÂNICAS DACÍTICAS TUFÍTICAS*; IV-*VULCÂNICAS INTERMÉDIAS*; ESV- *VULCÂNICAS EXALATIVA SEDIMENTARES.* 37

FIGURA 2.16 - SECÇÃO TRANSVERSAL RELATIVA AO SETOR SUL DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. TER-COBERTURA SEDIMENTAR; DTV- *VULCÂNICAS DACÍTICAS TUFÍTICAS*; IV-*VULCÂNICAS INTERMÉDIAS*; ESV- *VULCÂNICAS EXALATIVA SEDIMENTARES.*.....38

FIGURA 2.17 – EXEMPLO DA DISTRIBUIÇÃO MINERAL EM DIFERENTES PARTÍCULAS ENTRE 7-15 *MM.* 48

FIGURA 2.18 – MINERALOGIA MODAL PARA OS DIFERENTES DOMÍNIOS. 49

FIGURA 2.19 – PLANTA COM AS ANOMALIAS DE IP IDENTIFICADAS.....51

FIGURA 2.20 – REINTERPRETAÇÃO DOS DADOS GRAVIMÉTRICOS DE 2019 51

FIGURA 2.21 – A – CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE DO EM DE SUPERFÍCIE, ONDE ESTÁ DIFERENCIADA A ANOMALIA A EM VERMELHO; B- EM DE SUPERFÍCIE, PERFIS DE COMPONENTE XDA LINHA 1-N NOS CANAIS 18-30. 52

FIGURA 2.22 – A – CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE DO EM DE SUPERFÍCIE, ONDE ESTÁ DIFERENCIADA A ANOMALIA B EM VERMELHO; B- EM DE SUPERFÍCIE, PERFIS DE COMPONENTE X DA LINHA 1-N NOS CANAIS 18-25. 52

FIGURA 2.23 – PLANTA DAS SONDAGENS REALIZADAS NO PROJETO DA LAGOA SALGADA 55

FIGURA 2.24 – PERSPETIVA 3D DOS DOMÍNIOS DO SETOR NORTE DO PROJETO DA LAGOA SALGADA, (GOS-LARANJA; TMS- VIOLETA; PMS-VERMELHO; STR-VERDE).....65

FIGURA 2.25 – SECÇÃO EM 3D GERAL DO SETOR SUL DA LAGOA SALGADA (C1 FR-CORREDOR 1 DE REMOBILIZAÇÃO FISSURAL; C2 FR- CORREDOR 2 DE REMOBILIZAÇÃO FISSURAL; C3 FR- CORREDOR 3 DE REMOBILIZAÇÃO FISSURAL; C1 SMS- CORREDOR 1

DOS SULFURETOS SEMI-MACIÇOS; C2 SMS- CORREDOR 2 DOS SULFURETOS SEMI-MACIÇOS 66

FIGURA 2.26 – SECÇÃO GEOLÓGICA TRANSVERSAL COM O ÍNDICE CCPI NO DOMÍNIO IV BEM COMO NOS SUBDOMÍNIOS DOS CORREDORES DE MINERALIZAÇÃO 67

FIGURA 2.27 – RESUMO DA ESTATÍSTICA RELATIVA ÀS AMOSTRAS EM COMPÓSITO E SEM COMPÓSITO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS POR DOMÍNIO. 68

FIGURA 2.28 – VISTA DE OESTE COM AS VÁRIAS AMOSTRAS ONDE FORAM REALIZADAS MEDIÇÕES DE GRAVIDADE ESPECÍFICA. 71

FIGURA 2.29 – GRÁFICOS RELATIVOS À REGRESSÃO PARA A DETERMINAÇÃO DA GRAVIDADE ESPECÍFICA PARA O GOS NO SETOR NORTE DO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. 72

FIGURA 2.30 – VARIOGRAMAS PARA AG E AU DO GOS NO SETOR NORTE 73

FIGURA 2.31 – VARIOGRAMAS PARA AG E CU DO TMS NO SETOR NORTE 73

FIGURA 2.32-- VARIOGRAMAS PARA PB E ZN DO PMS NO SETOR NORTE 74

FIGURA 2.33 – CORRELOGRAMAS PARA CU E ZN DO STR NO SETOR NORTE 74

FIGURA 2.34 – CORRELOGRAMAS PARA CU E ZN DO C1 FR NO SETOR SUL 75

FIGURA 2.35 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE AO TAMANHO DE BLOCO RELATIVA AO DOMÍNIO PMS 75

FIGURA 2.36 – SECÇÃO TRANSVERSAL DEMONSTRANDO A CORRESPONDÊNCIA ENTRE O MODELO DE BLOCOS E OS RESULTADOS GEOQUÍMICOS PARA OS DOMÍNIOS DO SETOR NORTE. 77

FIGURA 2.37 – SECÇÃO TRANSVERSAL DEMONSTRANDO A CORRESPONDÊNCIA ENTRE O MODELO DE BLOCOS E OS RESULTADOS GEOQUÍMICOS PARA OS DOMÍNIOS DO SETOR SUL. 78

FIGURA 2.38 – PLANTA E SECÇÃO RELATIVA AO SETOR NORTE, DEMONSTRANDO A CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS. 79

FIGURA 2.39 – PERSPETIVA 3D DA CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS DO SETOR SUL. 80

FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO PROJETO LAGOA SALGADA, CONCESSÃO MINEIRA Nº MNC000168. 86

FIGURA 3.2 – ESBOÇO DOS FUROS E LITOLOGIAS NO JAZIGO VENDA NOVA NORTE. 92

FIGURA 3.3 – ESBOÇO E LITOLOGIAS DOS FUROS DE INVESTIGAÇÃO HIDROGEOLÓGICA NO JAZIGO VENDA NOVA SUL. 92

FIGURA 3.4 – INVENTÁRIO DE PONTOS DE INTERESSE PARA A REDE DE MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS. 94

FIGURA 3.5 – FLUXOS HIDROGEOLÓGICOS NA VENDA NOVA NORTE. 98

FIGURA 4.1 – JAZIGO NORTE. VISTA ISOMÉTRICA (ORIENTADA A NE). 108

FIGURA 4.2 – ZONAS DO JAZIGO NORTE. CORTE LONGITUDINAL. 109

FIGURA 4.3 – JAZIGO SUL. VISTA ISOMÉTRICA (ORIENTADA A NE). 110

FIGURA 4.4– FORMAS DOS RECURSOS MINEIROS (CORTE LONGITUDINAL) 111

FIGURA 5.1 – ENTRADA À MINA E RAMPAS PRINCIPAIS (VISTA EM PLANTA). 119

FIGURA 5.2 – RAMPAS PRINCIPAIS (CORTE LONGITUDINAL). 120

FIGURA 5.3 – LAYOUT TÍPICO DE UM NÍVEL (MÉTODO *SUBLEVEL STOPING*, VISTA EM PLANTA) - NÍVEL 175, JAZIGO SUL. 121

FIGURA 5.4 – LAYOUT TÍPICO DE UM NÍVEL (MÉTODO *CUT&FILL*, VISTA EM PLANTA) – NÍVEL 50, JAZIGO NORTE. 122

FIGURA 5.5 – DESIGN DA INFRAESTRUTURA (VISTA LONGITUDINAL). 123

FIGURA 5.6 – DIMENSÕES DOS DESMONTES DE BANCADAS. 127

FIGURA 5.7 – ÁREAS DE EXPLORAÇÃO. 128

FIGURA 5.8 – *CUT&FILL*: SEQUÊNCIA DE FRENTES PRIMÁRIAS- PRIMÁRIAS (VISTA EM PLANTA). 130

FIGURA 5.9 – DISTRIBUIÇÃO DAS SONDAGENS NOS JAZIGOS. 133

FIGURA 5.10 – MODULO DE YOUNG – SULFURETOS MACIÇOS. 134

FIGURA 5.11 – RELAÇÃO ENTRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E O UCS - SULFURETOS MACIÇOS. 135

FIGURA 5.12 – CÍRCULOS DE MOHR - SULFURETOS MACIÇOS. 135

FIGURA 5.13 – MODULO DE YOUNG – GOSSAN. 136

FIGURA 5.14 – RELAÇÃO ENTRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E O UCS – GOSSAN. 137

FIGURA 5.15 – CÍRCULOS DE MOHR – GOSSAN. 137

FIGURA 5.16 – MODULO DE YOUNG – DTV/AV. 138

FIGURA 5.17 – RELAÇÃO ENTRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E O UCS - DTV/AV. 138

FIGURA 5.18 – CÍRCULOS DE MOHR - DTV/AV.....139

FIGURA 5.19 – MODULO DE YOUNG – TERCIÁRIO. 140

FIGURA 5.20 – RELAÇÃO ENTRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E O UCS – TERCIÁRIO. 140

FIGURA 5.21 – CÍRCULOS DE MOHR – TERCIÁRIO. 141

FIGURA 5.22 – JAZIGO NORTE - NÍVEL 50 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO CUT&FILL (A ROXO) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....142

FIGURA 5.23 – JAZIGO NORTE - NÍVEL 100 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO DE DESMONTE DE BANCADAS (A VERDE) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL E VERMELHO) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....142

FIGURA 5.24 – JAZIGO NORTE - NÍVEL 150 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO DE DESMONTE DE BANCADAS (A VERDE) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL E VERMELHO) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....143

FIGURA 5.25 – JAZIGO SUL - NÍVEL 75 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO DE DESMONTE DE BANCADAS (A VERDE) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL E VERMELHO) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....143

FIGURA 5.26 – JAZIGO SUL - NÍVEL 125 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO DE DESMONTE DE BANCADAS (A VERDE) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL E VERMELHO) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....144

FIGURA 5.27 – JAZIGO SUL - NÍVEL 200 (VISTA EM PLANTA). NÍVEL DE PRODUÇÃO DE DESMONTE DE BANCADAS (A VERDE) COM REPRESENTAÇÃO DA GALERIA DE DESENVOLVIMENTO (A AZUL E VERMELHO) E INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO E INFORMAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS.....144

FIGURA 5.28 – DOMÍNIOS GEOTÉCNICOS NA MINA.....145

FIGURA 5.29 – APROXIMAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO SUSTIMENTO DE UMA GALERIA. 146

FIGURA 5.30 – RAMPA PRINCIPAL – GRÁFICO DO SUSTIMENTO RECOMENDADO.....147

FIGURA 5.31 – DESENVOLVIMENTO CAPITAL – GRÁFICO DO SUSTIMENTO RECOMENDADO.....149

FIGURA 5.32 – GALERIAS DE ACESSO ÀS BANCADAS – GRÁFICO DO SUSTIMENTO RECOMENDADO.....151

FIGURA 5.33 – GALERIAS *CUT&FILL* - GRÁFICO DO SUSTIMENTO RECOMENDADO. ...152

FIGURA 5.34 – DIAGRAMA PARA A ESTIMATIVA DA TENSÃO. 154

FIGURA 5.35 – DIAGRAMA PARA A ESTIMATIVA DO FATOR DE ORIENTAÇÃO DAS FALHAS. 155

FIGURA 5.36 – GRÁFICO DE DETERMINAÇÃO DO FATOR "C" POR GRAVIDADE OU MECANISMO DE DERRUBAMENTO.....156

FIGURA 5.37 – GRÁFICO DE DETERMINAÇÃO DO FATOR "C" POR MECANISMO DE DESLIZAMENTO.....156

FIGURA 5.38 – GRÁFICO DE ESTABILIDADE E DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE ESTABILIDADE (NICKSON, 1992). 157

FIGURA 5.39 – GRÁFICO PARA O TETO DAS BANCADAS SEM SUSTIMENTO (A VERMELHO O PROJETO DA LAGOA SALGADA).....159

FIGURA 5.40 – GRÁFICO PARA O TETO DAS BANCADAS COM SUSTIMENTO (A VERMELHO O PROJETO DA LAGOA SALGADA).....159

FIGURA 5.41 – GRÁFICO PARA OS HASTEAIS DAS BANCADAS SEM SUSTIMENTO (A VERMELHO O PROJETO LAGOA SALGADA) 160

FIGURA 5.42 – GRÁFICO PARA A FRENTE DAS BANCADAS SEM SUSTIMENTO (A VERMELHO O PROJETO LAGOA SALGADA). 161

FIGURA 5.43 – LAYOUT TÍPICO DO SUSTIMENTO POR CABOS 161

FIGURA 5.44 – BANCADAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS (CORTE TRANSVERSAL). 162

FIGURA 5.45 – MODELO GEOTÉCNICO 2D DAS CONDIÇÕES LIMITE. 163

FIGURA 5.46 – TENSÕES PRINCIPAIS APÓS DESMONTE DAS BANCADAS PRIMÁRIAS..164

FIGURA 5.47 – PLASTICIDADE EFETIVA APÓS DESMONTE DAS BANCADAS PRIMÁRIAS. 164

FIGURA 5.48 – TENSÕES PRINCIPAIS APÓS DESMONTE DAS BANCADAS SECUNDÁRIAS. 165

FIGURA 5.49 – PLASTICIDADE EFETIVA APÓS DESMONTE DAS BANCADAS SECUNDÁRIAS. 165

FIGURA 5.50 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO (VISTA LONGITUDINAL).....172

FIGURA 5.51 – VENTILAÇÃO NA INFRAESTRUTURA.....176

FIGURA 5.52 – VENTILAÇÃO NOS DESMONTES DE BANCADAS. 177

FIGURA 5.53 – SISTEMA DE BOMBAGEM (CORTE LONGITUDINAL). 185

FIGURA 5.54 – BOMBA DE MEMBRANA ABBEL HMQ-250-2000. 186

FIGURA 5.55 – DIAGRAMA DE SIMULAÇÃO PIPE FLOW. 187

FIGURA 5.56 – LINHAS ELÉTRICAS DE 15KV. 192

FIGURA 5.57 – HISTOGRAMA DA SIMULAÇÃO DE MONTE-CARLO. 194

FIGURA 5.58 – TUBAGEM HDPE – RESISTÊNCIA À TEMPERATURA. 198

FIGURA 5.59 – SISTEMA DE ÁGUA INDUSTRIAL – CORTE LONGITUDINAL (AZUL - 100MM HDPE; VERDE - 150MM HDPE; VERMELHO - 100MM AÇO). 198

FIGURA 5.60 – DIAGRAMA DA REDE DE ÁGUA INDUSTRIAL.....199

FIGURA 5.61 – CÂMARA DE REFÚGIO PORTÁTIL. 201

FIGURA 5.62 – CÂMARA DE REFÚGIO PERMANENTE. 201

FIGURA 6.1 – DIAGRAMA GERAL DO PROCESSO 207

FIGURA 6.2 – DIAGRAMA DO CIRCUITO DE BRITAGEM.....209

FIGURA 6.3 – DIAGRAMA DO CIRCUITO DE BRITAGEM. 210

FIGURA 6.4 – DIAGRAMA PARA A PRODUÇÃO DE CONCENTRADOS DE CU/PB. 212

FIGURA 6.5 – DIAGRAMA PARA A PRODUÇÃO SEPARADA DE CONCENTRADOS DE CU E PB. 213

FIGURA 6.6 – DIAGRAMA DE FLUTUAÇÃO DO ZN. 214

FIGURA 6.7 – DIAGRAM DE FLUTUAÇÃO DE SULFURETOS. 215

FIGURA 6.8 – DIAGRAMA DE FLUTUAÇÃO DE SN. 216

FIGURA 6.9 – DIAGRAMA DE LIXIVIAÇÃO. 217

FIGURA 6.10 – DIAGRAMA FILTRAÇÃO. 224

FIGURA 6.11 – DIAGRAMA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA. 229

FIGURA 6.12 – SISTEMAS DE CONTENÇÃO NA ÁREA DE LIXIVIAÇÃO E CCD.....235

FIGURA 7.1 – VIAS INTERNAS E EXTERNAS DO PROJETO DA LAGOA SALGADA. 244

FIGURA 7.2 – VIAS EXTERNAS: OPÇÕES ESTUDADAS.....245

FIGURA 7.3 – VEÍCULO PESADO CONSIDERADO NO ESTUDO: Nº DE PASSAGENS (8/DIA). 250

FIGURA 7.4 – PAVIMENTO TIPO I. 251

FIGURA 7.5 – PAVIMENTO TIPO II. 252

FIGURA 7.6 – PAVIMENTO TIPO III. 252

FIGURA 7.7 – REGIÕES PLUVIOMÉTRICAS. 257

FIGURA 7.8 – LOCALIZAÇÃO DA PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA. 260

FIGURA 7.9 – EXTRATO DA FOLHA 39-D DA CARTA GEOLÓGICA DE PORTUGAL, ESCALA 1:50 000. 261

FIGURA 7.10 – EXTRATO TOMOGRAFIA SÍSMICA OBTIDA NO PERFIL PS1. 263

FIGURA 7.11 – RESUMO DOS RESULTADOS DAS SONDAGENS ROTATIVAS. 264

FIGURA 7.12 – CAMADAS ESTRATIGRÁFICAS CONSIDERADAS, NA ZONA DO BOXCUT. 265

FIGURA 7.13 – CURVAS GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS SUPERFICIAIS. 266

FIGURA 7.14 – CARTA DE CASAGRANDE COM REPRESENTAÇÃO DOS SOLOS SUPERFICIAIS. 266

FIGURA 7.15 – TABELA PARA OBTENÇÃO DO ÍNDICE GSI BASEADO NA ESTRUTURA E CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES (MARINOS& HOEK, 2000) 270

FIGURA 7.16 – ESBOÇO E LITOLOGIAS DOS FUROS DE INVESTIGAÇÃO HIDROGEOLÓGICA NO JAZIGO DE VENDA NOVA SUL (FONTE: RELATÓRIO HIDROGEOLÓGICO). 273

FIGURA 7.17 – REPRESENTAÇÃO ESTRATIGRÁFICA E AQUÍFERO CUTÂNEO E INTERCAMADA IDENTIFICADO NO JAZIGO DE VENDA NOVA SUL (FONTE: RELATÓRIO HIDROGEOLÓGICO). 274

FIGURA 7.18 – GALERIA DE ACESSO – CORTE TRANSVERSAL B. 276

FIGURA 7.19 – GALERIA DE ACESSO – CORTE TRANSVERSAL C. 277

FIGURA 7.20 – GALERIA DE ACESSO – CORTE LONGITUDINAL. 277

FIGURA 7.21 – COMPLEXO MINEIRO. 278

FIGURA 7.22 – COMPLEXO MINEIRO – DETALHE. 279

FIGURA 7.23 – DIAGRAMA DE FLUXOS. 280

FIGURA 7.24 – PORTARIA – PLANTA PISO TÉRREO. 282

FIGURA 7.25 – PORTARIA – VISTA 3D. 282

FIGURA 7.26 – PORTARIA – ALÇADO FRONTAL. 282

FIGURA 7.27 – EDIFÍCIO PRINCIPAL – PLANTA PISO TÉRREO. 283

FIGURA 7.28 – EDIFÍCIO PRINCIPAL – ALÇADO DIREITO. 283

FIGURA 7.29 – EDIFÍCIO PRINCIPAL – VISTA 3D. 284

FIGURA 7.30 – BALNEÁRIOS – PLANTA PISO TÉRREO. 284

FIGURA 7.31 – BALNEÁRIOS – ALÇADO DIREITO. 285

FIGURA 7.32 – BALNEÁRIOS – VISTA 3D. 285

FIGURA 7.33 – CENTRO MÉDICO – PLANTA PISO TÉRREO. 285

FIGURA 7.34 – CENTRO MÉDICO – VISTA 3D. 285

FIGURA 7.35 – LABORATÓRIO – PLANTA PISO TÉRREO. 286

FIGURA 7.36 – LABORATÓRIO – ALÇADO DIREITO. 286

FIGURA 7.37 – LABORATÓRIO – VISTA 3D. 287

FIGURA 7.38 – EDIFÍCIO DA EQUIPA DE RESGATE – PLANTA PISO TÉRREO. 287

FIGURA 7.39 – EDIFÍCIO DA EQUIPA DE RESGATE – VISTA 3D. 287

FIGURA 7.40 – EDIFÍCIO DA EQUIPA DE RESGATE – ALÇADO ESQUERDO. 287

FIGURA 7.41 – OFICINA – PLANTA PISO TÉRREO. 288

FIGURA 7.42 – OFICINA – ALÇADO DIREITO. 288

FIGURA 7.43 – OFICINA – VISTA 3D. 288

FIGURA 7.44 – ARMAZÉM – PLANTA PISO TÉRREO. 289

FIGURA 7.45 – ARMAZÉM – VISTA 3D. 289

FIGURA 7.46 – ARMAZÉM – ALÇADO ESQUERDO. 289

FIGURA 7.47 – GUARITA – PLANTA PISO TÉRREO. 290

FIGURA 7.48 – GUARITA – VISTA 3D. 290

FIGURA 7.49 – GUARITA – ALÇADO ESQUERDO. 290

FIGURA 7.50 – LAYOUT GERAL DA LAVARIA. 291

FIGURA 7.51 – EDIFÍCIO DE CONTROLO – ALÇADO ESQUERDO. 292

FIGURA 7.52 – EDIFÍCIO DE CONTROLO – VISTA 3D. 292

FIGURA 7.53 – EDIFÍCIO DE CONTROLO – PLANTA PISO TÉRREO. 292

FIGURA 7.54 – EDIFÍCIO DE MOAGEM – VISTA 3D. 293

FIGURA 7.55 – EDIFÍCIO DE MOAGEM – ALÇADO FRONTAL.....293

FIGURA 7.56 – ARMAZÉM DE CONCENTRADOS – ALÇADO DIREITO. 293

FIGURA 7.57 – EDIFÍCIO DE REAGENTES – VISTA 3D. 294

FIGURA 7.58 – EDIFÍCIO DE REAGENTES – ALÇADO DIREITO.....294

FIGURA 7.59 – EDIFÍCIO DE REAGENTES – ALÇADO ESQUERDO.....294

FIGURA 7.60 – ARMAZÉM DE CONCENTRADOS – ALÇADO DIREITO. 295

FIGURA 7.61 – ARMAZÉM DE CONCENTRADOS – VISTA 3D. 295

FIGURA 7.62 – ARMAZÉM DE CONCENTRADOS – PLANTA PISO TÉRREO.....295

FIGURA 7.63 – EXEMPLO DE CANHÃO DE ÁGUA/NEBLINA. 296

FIGURA 7.64 – OPÇÃO 1.....297

FIGURA 7.65 – OPÇÃO 2.....297

FIGURA 7.66 – OPÇÃO 3.....298

FIGURA 7.67 – DIMENSÕES CENTRAL DE BETÃO (FONTE: ARCEN).....300

FIGURA 7.68 – TRAÇADO DA LAAT EM ORTOFOTO E CARTA MILITAR. 301

FIGURA 7.69 – IDENTIFICAÇÃO DAS ZONAS RAN.....302

FIGURA 7.70 – APOIOS IMPLEMENTADOS EM ZONAS RAN. 303

FIGURA 7.71– TRAVESSIAS DE LINHAS/CURSOS DE ÁGUA. 306

FIGURA 7.72 – CRUZAMENTOS DE LINHAS ELÉTRICAS. 306

FIGURA 7.73 – TRAVESSIA DO IP1.....307

FIGURA 7.74 – TRAVESSIA DE CAMINHOS DE FERRO. 307

FIGURA 7.75 – TRAVESSIA DE SOBREIROS. 308

FIGURA 7.76 – IMPLANTAÇÃO DA UPAC DE LAGOA SALGADA.....312

FIGURA 7.77 – IMAGEM REPRESENTATIVA DO INVERSOR. 316

FIGURA 7.78 – EXEMPLO DE ESTRUTURA SEGUIDORA COM 1 EIXO. 317

FIGURA 7.79 – EXEMPLO DE POSTO DE TRANSFORMAÇÃO JUPITER 6000K-H1 E JUPITER 3000K-H1.....319

FIGURA 7.80 – VEDAÇÃO PERIMETRAL CONSIDERADA. 323

FIGURA 7.81 – ALÇADO TIPO DO PORTÃO E RESPETIVAS FUNDAÇÕES.....324

FIGURA 7.82 – PLANTA GERAL DA SUBESTAÇÃO.....328

FIGURA 7.83 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS. 333

FIGURA 7.84 – EXEMPLO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DOS EDIFÍCIOS.....341

FIGURA 7.85 – EXEMPLO DE ILUMINAÇÃO DA VIA.....342

FIGURA 7.86 – DISTRIBUIÇÃO LUX. 342

FIGURA 7.87 – BALANÇO HÍDRICO – CONDIÇÕES MÉDIAS.....346

FIGURA 7.88 – FALHAS E DESCARGAS – CONDIÇÕES MÉDIAS.....346

FIGURA 7.89 – DIAGRAMA DE FLUXO DO PROCESSO.....349

FIGURA 7.90 – BACIA DE DECANTAÇÃO E DE ÁGUA LIMPA – VISTA EM PLANTA. 353

FIGURA 7.91 – BACIA DE RETENÇÃO – VISTA EM PLANTA.....356

FIGURA 7.92 – BACIA DE RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS – VISTA EM PLANTA. 357

FIGURA 7.93 – ESQUEMA SIMPLIFICADO DO TRATAMENTO DE ÁGUA INDSUTRIAL ...373

FIGURA 7.94 – LIMITES DE DESCARGA.....374

FIGURA 7.95 – CURVA DE SOLUBILIDADE DOS METAIS VS. PH 376

FIGURA 8.1- ESTIMATIVA DE VALOR ATUAL LÍQUIDO (NPC). 379

FIGURA 8.2 - CENTRAL DE PASTA – BASE CASE.....380

FIGURA 8.3 - CENTRAL DA PASTA – OPÇÃO 2. 380

FIGURA 8.4 – CURVAS GRANULOMÉTRICAS DOS REJEITADOS. 383

FIGURA 8.5 - DIMENSÕES DO MINI-CONE E CONE STANDARS PARA TESTES DE ABAIXAMENTO. 386

FIGURA 8.6 – MINI ABAIXAMENTO. 386

FIGURA 8.7 – ABAIXAMENTO ASTM EXTRAPOLADO. 387

FIGURA 8.8 – REOLOGIA. 387

FIGURA 8.9 - SELEÇÃO DE FLOCULANTE PARA OS REJEITADOS DE SULFURETO MACIÇO FRESCO. 388

FIGURA 8.10 – RÁCIO DE SEDIMENTAÇÃO X DOSE FLOCULANTE, TIPO DE FLOCULANTE. 389

FIGURA 8.11 – DENSIDADE DO UNDERFLOW POR TIPO DE FLOCULANTE E DOSAGEM. 389

FIGURA 8.12 – SELEÇÃO DE FLOCULANTE. 389

FIGURA 8.13 - RÁCIO DE SEDIMENTAÇÃO X DOSE FLOCULANTE, TIPO DE FLOCULANTE. 390

FIGURA 8.14 - DENSIDADE DO UNDERFLOW POR TIPO DE FLOCULANTE E DOSAGEM. 390

FIGURA 8.15 - SELEÇÃO DE FLOCULANTE. 390

FIGURA 8.16 - RÁCIO DE SEDIMENTAÇÃO X DOSE FLOCULANTE, TIPO DE FLOCULANTE. 391

FIGURA 8.17 - DENSIDADE DO UNDERFLOW POR TIPO DE FLOCULANTE E DOSAGEM. 391

FIGURA 8.18 – SELEÇÃO DE FLOCULANTE. 391

FIGURA 8.19 - RÁCIO DE SEDIMENTAÇÃO X DOSE FLOCULANTE, TIPO DE FLOCULANTE. 392

FIGURA 8.20 - DENSIDADE DO UNDERFLOW POR TIPO DE FLOCULANTE E DOSAGEM. 392

FIGURA 8.21 – SELEÇÃO ALIMENTAÇÃO MS FRESCO. 394

FIGURA 8.22 - SELEÇÃO ALIMENTAÇÃO MS TRANSIÇÃO. 394

FIGURA 8.23 - SELEÇÃO ALIMENTAÇÃO STOCKWORK 1. 395

FIGURA 8.24 - SELEÇÃO ALIMENTAÇÃO STOCKWORK 2 395

FIGURA 8.25 – DESEMPENHO DO FILTRO VS. TEMPO DE CICLO. 397

FIGURA 8.26 – MISTURA VS. TEMPO DE CICLO. 398

FIGURA 8.27- LOCALIZAÇÃO DOS ESPESSADORES, LOCALIZAÇÃO NORTE E SUL 404

FIGURA 8.28 – TUBAGEM DE TRANSFERÊNCIA DE REJEITADOS – INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS FASE 1 (FASE 1-2: ESQUERDA / FASE 2-6: DIREITA. 406

FIGURA 8.29 – FASEAMENTO DE CONSTRUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS (FONTE: SLR).....406

FIGURA 8.30 – LOCALIZAÇÕES DAS CENTRAIS DA PASTA CONSIDERADAS (VISTA EM PLANTA). 409

FIGURA 8.31 - LOCALIZAÇÕES DAS CENTRAIS DA PASTA CONSIDERADAS (VISTA ISOMÉTRICA). 409

FIGURA 8.32 – PRESSÃO DE BOMBAGEM NECESSÁRIA PARA ENCHIMENTO COM PASTA – REJEITADOS MS FRESCO.....410

FIGURA 8.33 - PRESSÃO DE BOMBAGEM NECESSÁRIA PARA ENCHIMENTO COM PASTA – REJEITADOS STOCKWORK. 411

FIGURA 8.34 – INTERVALO DE OPERAÇÃO DA CENTRAL DE PASTA MÓVEL.....413

FIGURA 8.35 – LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....415

FIGURA 8.36 – PLANO PROPOSTO PARA A MONOTORIZAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO. 419

FIGURA 8.37 – LOCALIZAÇÃO DE VÁRIAS OPÇÕES (A A H) AVALIADAS DURANTE A PROJECÇÃO PRELIMINAR. 425

FIGURA 8.38 – CONFIGURAÇÃO CONCEPTUAL DO LOCAL E.....427

FIGURA 8.39 – CONFIGURAÇÃO CONCEPTUAL DO LOCAL H. 428

FIGURA 8.40 - TOPOGRAFIA LOCAL E POTENCIAIS RECEPTORES DE ROTURA.....432

FIGURA 8.41 – VISTA EM PLANTA. 437

FIGURA 8.42 – FASEAMENTO DA CONSTRUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 438

FIGURA 8.43 – FASEAMENTO DA CONSTRUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 440

FIGURA 8.44 – SECÇÃO TIPO – PARAMENTO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 442

FIGURA 8.45 – SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....443

FIGURA 8.46 – SECÇÃO TIPO - DRENAGEM DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 444

FIGURA 8.47 – SECÇÃO TIPO - DRENAGEM DE ÁGUAS DOS REJEITADOS.....444

FIGURA 8.48 – SECÇÃO TIPO - BERMAS INTERFÁSICAS. 445

FIGURA 8.49 – SECÇÃO TIPO - CANAIS DE RECOLHA A JUSANTE DO PERÍMETRO E ESTRADA DE ACESSO.....445

FIGURA 8.50 – SECÇÃO TIPO – BACIA DE RECUPERAÇÃO.....446

FIGURA 8.51 – SECÇÃO TIPO – IMPERMEABILIZAÇÃO (BACIA DE RECUPERAÇÃO). 447

FIGURA 8.52 – DESCRIÇÃO FASE 1. 449

FIGURA 8.53 – DESCRIÇÃO FASE 2. 450

FIGURA 8.54 – INSTALAÇÃO DE REJEITADOS – FASE 3. 452

FIGURA 8.55 – TRAJETO DA CONDUTA DE TRANSPORTE DE REJEITADOS DESDE A CENTRAL DE ESPESSAMENTO ATÉ AO ATERRO DE RESÍDUOS.....454

FIGURA 8.56 – PORMENOR DO COROAMENTO DO ATERRO DE RESÍDUOS COM A CONDUTA DE TRANSPORTE DE REJEITADOS 454

FIGURA 8.57 – DETALHES ADICIONAIS DAS TUBAGENS DE TRANSPORTE DE REJEITADOS À SUPERFÍCIE.....456

FIGURA 9.1 – MÓDULO 1 – ARBÓREO-ARBUSTIVO ALTO A UTILIZAR EM SITUAÇÃO MESÓFILA.....480

FIGURA 9.2 – MÓDULO 2 – ARBÓREO-ARBUSTIVO A UTILIZAR EM SITUAÇÃO EDAFOXERÓFICA. 481

FIGURA 9.3 – MÓDULO 3 –ARBUSTIVO ALTO E BAIXO. 482

FIGURA 9.4 – MÓDULO 4 – ARBÓREO-ARBUSTIVO. 483

FIGURA 11.1 - CUSTOS CAPITAL PARA LAGOA SALGADA (POR ANO). 508

FIGURA 11.2 - PROCESSAMENTO LAVARIA AO LONGO DA VIDA DA MINA (KTON). 524

FIGURA 11.3 – PERFIL DE PRODUÇÃO DE ZINCO, CHUMBO E COBRE. 524

FIGURA 11.4 – PERFIL DE PRODUÇÃO DE PRATA E OURO. 525

FIGURA 11.5 - TOTAL CUSTOS CAPITAL PARA LAGOA SALGADA. 529

FIGURA 11.6 – TAXA DE CÂMBIO EUR/USD (FONTE: ECB). 530

FIGURA 11.7 - FLUXO DE CAIXA (PÓS-IMPOSTOS) DA LAGOA SALGADA.....533

FIGURA 11.8 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - VAL PÓS-IMPOSTOS. 535

FIGURA 11.9 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - TIR PÓS-IMPOSTOS. 536

FIGURA 11.10 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - PERÍODO DE RETORNO PÓS-IMPOSTOS. 536

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1 – COORDENADAS DA ÁREA DE CONCESSÃO DE EXPLORAÇÃO DA LAGOA SALGADA 38

TABELA 2.1 - ESTATÍSTICA GERAL RELATIVA AOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DE INTERESSE DAS DISTINTAS FASES LITOLÓGICAS PRESENTES NO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. .39

TABELA 2.2 - ESTATÍSTICA GERAL RELATIVA AOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DE INTERESSE DOS DISTINTOS DOMÍNIOS MINERALIZADOS PRESENTES NO DEPÓSITO DA LAGOA SALGADA. 41

TABELA 2.3 – NÚMERO DE SONDAGENS TOTAL REALIZADO NO PROJETO DA LAGOA SALGADA ATÉ MAIO DE 2023. 54

TABELA 2.4 – RECUPERAÇÕES METALÚRGICAS MEDIAS 57

TABELA 2.5 - ELEMENTOS E LIMITES DE DETEÇÃO RELATIVOS AOS MÉTODOS ICP-ORE DOS LABORATÓRIOS DA ALS. 60

TABELA 2.6 - ELEMENTOS E LIMITES DE DETEÇÃO RELATIVOS AOS MÉTODOS ME-MS61 DOS LABORATÓRIOS DA ALS. 60

TABELA 2.7 – PREÇOS DOS METAIS. 63

TABELA 2.8 – RESUMO DA ESTATÍSTICA DOS COMPÓSITOS COM E SEM TEOR DE CORTE DOS VÁRIOS DOMÍNIOS DO SETOR NORTE. 69

TABELA 2.9 – RESUMO DA ESTATÍSTICA DOS COMPÓSITOS COM E SEM TEOR DE CORTE DOS VÁRIOS DOMÍNIOS DO SETOR SUL. 70

TABELA 2.10 – RESUMO DOS PARÂMETROS DE BUSCA UTILIZADOS PARA NO DEPÓSITO NORTE. 76

TABELA 2.11 – RESUMO DOS PARÂMETROS DE BUSCA UTILIZADOS PARA NO DEPÓSITO SUL. 77

TABELA 2.12 – ESTIMATIVA DE RECURSOS MINERAIS PARA O DEPÓSITO NORTE DO PROJETO DA LAGOA SALGADA A 23 DE MAIO DE 2023 82

TABELA 2.13 – ESTIMATIVA DE RECURSOS MINERAIS PARA O DEPÓSITO SUL DO PROJETO DA LAGOA SALGADA A 23 DE MAIO DE 2023. 83

TABELA 4.1 – PREÇOS DOS METAIS. 101

TABELA 4.2 – TERMOS COMECIAIS DOS DIFERENTES PRODUTOS. 102

TABELA 4.3 – TEORES E RECUPERAÇÕES DOS DIFERENTES PRODUTOS. 104

TABELA 4.4 – NSR DE CORTE POR MÉTODO DE EXPLORAÇÃO E MATERIAL. 106

TABELA 4.5 – FATORES DE DILUIÇÃO E RECUPERAÇÃO. 107

TABELA 4.6 – DIMENSÕES JAZIGO NORTE. 109

TABELA 4.7 – RESERVA MINEIRA POR ÁREA DA MINA. 110

TABELA 4.8 – ESTIMATIVA DA RESERVA MINEIRA POR LITOLOGIA. 112

TABELA 5.1 – GOSSAN: PARÂMETROS 114

TABELA 5.2 – GOSSAN: CLASSIFICAÇÃO MÉTODO DE NICHOLAS MODIFICADO. 115

TABELA 5.3 – ZONA DE TRANSIÇÃO: PARÂMETROS. 115

TABELA 5.4 – ZONA DE TRANSIÇÃO: CLASSIFICAÇÃO MÉTODO DE NICHOLAS MODIFICADO 116

TABELA 5.5 – SULFURETO MACIÇO: PARÂMETROS. 117

TABELA 5.6 – SULFURETOS MACIÇOS: CLASSIFICAÇÃO MÉTODO DE NICHOLAS MODIFICADO 117

TABELA 5.7 – STOCKWORK: PARÂMETROS 118

TABELA 5.8 – STOCKWORK: CLASSIFICAÇÃO MÉTODO DE NICHOLAS MODIFICADO 119

TABELA 5.9 – SECÇÕES DE DESENVOLVIMENTO. 123

TABELA 5.10 – PARÂMETROS DAS SECÇÕES DE DESENVOLVIMENTO. 124

TABELA 5.11 – DISTÂNCIAS DE DESENVOLVIMENTO HORIZONTAL POR ATIVIDADE. 125

TABELA 5.12 – DISTÂNCIAS DE DESENVOLVIMENTO VERTICAL POR ATIVIDADE. 126

TABELA 5.13 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES. 126

TABELA 5.14 – DESENVOLVIMENTO EM ESCOMBRO E REQUERIMENTOS DO ENCHIMENTO POR PASTA. 131

TABELA 5.15 – LITOLOGIAS GEOTÉCNICAS NO DEPÓSITO. 132

TABELA 5.16 – Nº ENSAIOS DE ROCHA INTACTA POR LITOLOGIA 133

TABELA 5.17 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS POR LITOLOGIA. 134

TABELA 5.18 – PARÂMETROS DE ROCHA INTACTA - SULFURETOS MACIÇOS. 136

TABELA 5.19 – PARÂMETROS DE ROCHA INTACTA – GOSSAN. 137

TABELA 5.20 – PARÂMETROS DE ROCHA INTACTA - DTV/AV. 139

TABELA 5.21 – PARÂMETROS DE ROCHA INTACTA – TERCIÁRIO.....141

TABELA 5.22 – DEFINIÇÃO E COMPETÊNCIA DOS DOMÍNIOS GEOTÉCNICOS. 145

TABELA 5.23 – ESR – VALORES TIPO (GRIMSTAD AND BARTON, 1993). 146

TABELA 5.24 – RAMPA PRINCIPAL: ANÁLISE DAS DIMENSÕES.....147

TABELA 5.25 – RAMPA PRINCIPAL: DIFERENTES PADRÕES DE SUSTIMENTO. 148

TABELA 5.26 – DESENVOLVIMENTO CAPITAL: ANÁLISE DAS DIMENSÕES. 149

TABELA 5.27 – DESENVOLVIMENTO CAPITAL: DIFERENTES PADRÕES DE SUSTIMENTO. 150

TABELA 5.28 – GALERIAS DE ACESSO ÀS BANCADAS: ANÁLISE DAS DIMENSÕES. 150

TABELA 5.29 – GALERIAS DE ACESSO ÀS BANCADAS: DIFERENTES PADRÕES DE SUSTIMENTO.....151

TABELA 5.30 – GALERIAS *CUT&FILL*: ANÁLISE DAS DIMENSÕES.....152

TABELA 5.31 – GALERIAS *CUT&FILL*: DIFERENTES PADRÕES DE SUSTIMENTO. 153

TABELA 5.32 – PARÂMETROS DO GRÁFICO DE ESTABILIDADE PARA O TETO, HASTEAIS E FRENTE DAS BANCADAS.....158

TABELA 5.33 – RAIO HIDRÁULICO LIMITE PARA O TETO, HASTEAIS E FRENTE DAS BANCADAS. 158

TABELA 5.34 – TETO: CÁLCULO DO RAIO HIDRÁULICO. 158

TABELA 5.35 – ESPAÇAMENTO E COMPRIMENTO RECOMENDADOS PARA SUSTIMENTO POR CABOS.....159

TABELA 5.36 – HASTEAIS: CÁLCULO DO RAIO HIDRÁULICO. 160

TABELA 5.37 – FRENTE DA BANCADA: CÁLCULO DO RAIO HIDRÁULICO.....160

TABELA 5.38 – PARÂMETROS DO SUSTIMENTO POR CABOS. 161

TABELA 5.39 – PROPRIEDADES DA ROCHA INTACTA.....163

TABELA 5.40 – PROPRIEDADES DA PASTA. 163

TABELA 5.41 – RESULTADOS DA EXPLORAÇÃO DE BANCADA SECUNDÁRIAS. 164

TABELA 5.42 – RESULTADOS DA EXPLORAÇÃO DE BANCADA SECUNDÁRIAS. 165

TABELA 5.43 – RITMOS PARAS AS ATIVIDADES – BANCADAS.....166

TABELA 5.44 – CICLO DE PRODUÇÃO – BANCADAS. 166

TABELA 5.45 – PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE – REMOÇÃO. 166

TABELA 5.46 – PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE – CARREGAMENTO. 167

TABELA 5.47 – PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE – FURAÇÃO. 167

TABELA 5.48 – RITMOS PARAS AS ATIVIDADES – DESENVOLVIMENTO HORIZONTAL. 168

TABELA 5.49 – RITMOS PARAS AS ATIVIDADES – DESENVOLVIMENTO VERTICAL. 168

TABELA 5.50 – PLANO DE DESENVOLVIMENTO. 169

TABELA 5.51 – ALIMENTAÇÃO ANUAL À LAVARIA E VALORES NSR MÉDIOS. 170

TABELA 5.52 – ALIMENTAÇÃO ANUAL À LAVARIA POR MÉTODO DE DESMONTE. 170

TABELA 5.53 – ALIMENTAÇÃO ANUAL À LAVARIA POR LITOLOGIA. 171

TABELA 5.54 – NECESSIDADE DE FLUXO DE AR. 173

TABELA 5.55 – VELOCIDADE DE FLUXO DE AR RECOMENDADA. 173

TABELA 5.56 – SECÇÕES E FATORES DE FRICÇÃO NA VENTILAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO. 175

TABELA 5.57 – ESPECIFICAÇÃO DO VENTILADOR NORTE. 175

TABELA 5.58 – ESPECIFICAÇÃO DO VENTILADOR SUL. 175

TABELA 5.59 – EQUIPAMENTO SUBTERRÂNEO - FASE DE PRÉ-PRODUÇÃO 178

TABELA 5.60 – EQUIPAMENTO SUBTERRÂNEO - FASE DE PRODUÇÃO. 180

TABELA 5.61 – EQUIPAMENTO SUBTERRÂNEO – EQUIPAMENTO DE SUPORTE. 182

TABELA 5.62 – CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO. 187

TABELA 5.63 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA REDE DE BAIXA VOLTAGEM 188

TABELA 5.64 – CONSUMOS DE ENERGIA À SUPERFÍCIE 190

TABELA 5.65 – CONSUMOS DE ENERGIA NO FUNDO DE MINA. 191

TABELA 5.66 – CARACTERÍSTICAS DO TRANSFORMADOR NO FUNDO DE MINA. 192

TABELA 5.67 – CONSUMOS DE ÁGUA INDUSTRIAL. 193

TABELA 5.68 – ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 194

TABELA 5.69 – JUMBO DE BANCADA – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 195

TABELA 5.70 – JUMBO DE DRIFT – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 195

TABELA 5.71 – RAISEBORE – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 195

TABELA 5.72 – JUMBO DE CABOS – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 195

TABELA 5.73 – JUMBO DE SUSTIMENTO – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL.....196

TABELA 5.74 – ASPERSORES - *DRIFT* – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL. 196

TABELA 5.75 – ASPERSORES - BANCADA – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL.....196

TABELA 5.76 – EQUIPAMENTO DE SONDAGENS – CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL.196

TABELA 5.77 – RECURSOS HUMANOS POR DEPARTAMENTO E PAPEL NA PRODUÇÃO NOMINAL. 202

TABELA 6.1 - CAPACIDADES DE ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS E BACIAS DE CONTENÇÃO POR ÁREA DE PROCESSO 234

TABELA 6.2 - CAPACIDADES DE ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS E BACIAS DE CONTENÇÃO POR REAGENTE.....237

TABELA 7.1 - MOVIMENTOS DE TERRAS (M^3). 249

TABELA 7.2 – PARÂMETROS A E B.....257

TABELA 7.3 – RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAS REMEXIDAS DE SOLO. 265

TABELA 7.4 – RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE COMPRESSÃO UNIAXIAL. 267

TABELA 7.5 – SÍNTESE DA PARAMETRIZAÇÃO GEOMECÂNICA ADOTADA NO DIMENSIONAMENTO. 270

TABELA 7.6 - VOLUME DE CADA OPÇÃO.....298

TABELA 7.7 - DENSIDADE POR LITOLOGIA. 298

TABELA 7.8 - TONELAGEM POR LITOLOGIA/OPÇÃO. 299

TABELA 7.9 - TONELAGEM POR LITOLOGIA/OPÇÃO COM FATOR DE EMPOLAMENTO. 299

TABELA 7.10 - TONELAGEM POR LITOLOGIA/OPÇÃO COM FATOR DE EMPOLAMENTO E COEFICIENTE DE ERRO 299

TABELA 7.11 – PRESSÃO DO VENTO DE ACORDO COM A ZONA. 302

TABELA 7.12 – LOCALIZAÇÃO DOS APOIOS NA ZONA RAN.....303

TABELA 7.13 – CARACTERÍSTICAS DOS CABOS.....304

TABELA 7.14 – CARACTERÍSTICAS DA LINHA.....305

TABELA 7.15 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA UPAC DE LAGOA SALGADA. 309

TABELA 7.16 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....314

TABELA 7.17 - QUANTIDADES DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS POR ZONAS. 314

TABELA 7.18 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS INVERSORES.....315

TABELA 7.19 - QUANTIDADES DE INVERSORES POR ZONAS.....315

TABELA 7.20 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA TRACKER. 317

TABELA 7.21 - ESPECIFICAÇÕES JUPITER-6000K-H1. 318

TABELA 7.22 - ESPECIFICAÇÕES JUPITER-3000K-H1. 318

TABELA 7.23 - QUANTIDADES DE PTS POR ZONAS. 320

TABELA 7.24 - CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS DA SUBESTAÇÃO. 325

TABELA 7.25 – DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS DO NÍVEL AT.....326

TABELA 7.26 – DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS DO NÍVEL MT.....327

TABELA 7.27 – CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....328

TABELA 7.28 – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS DA SUBESTAÇÃO.....329

TABELA 7.29 – CORRENTES PARA OS PAINÉIS DO ESCALÃO AT. 329

TABELA 7.30 – CORRENTES PARA OS PAINÉIS MT. 329

TABELA 7.31 – NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADOS PARA A APARELHAGEM AT, MT E BT. 330

TABELA 7.32 – CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA O PROJETO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR. 334

TABELA 7.33 - CONDUTORES A UTILIZAR NAS LIGAÇÕES FLEXÍVEIS DA SUBESTAÇÃO.335

TABELA 7.34 – CONDUTOR RÍGIDO UTILIZADO PARA AS LIGAÇÕES NA SUBESTAÇÃO. 336

TABELA 7.35 – CARACTERIZAÇÃO DAS LIGAÇÕES MT NA SUBESTAÇÃO. 336

TABELA 7.36 – CARACTERÍSTICAS DAS LIGAÇÕES BT NA MINA. 339

TABELA 7.37 – CARACTERIZAÇÃO DAS LIGAÇÕES MT DA MINA.....340

TABELA 7.38 - PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO PARA CONDUTAS DE ÁGUA BRUTA. 351

TABELA 7.39 - PROJETO DA BOMBA DE ÁGUA BRUTA E DE PROCESSO. 352

TABELA 7.40 - RUGOSIDADE DAS CONDUTAS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL. 358

TABELA 7.41 - VELOCIDADES DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL. 359

TABELA 7.42 - VOLUMES DE ÁGUA POTÁVEL POR UTILIZADOR POR DIA.....359

TABELA 7.43 - NÚMERO DE UTILIZADORES EM CADA EDIFÍCIO. 359

TABELA 7.44 - OUTROS CONSUMOS.. 360

TABELA 7.45 - CAUDAIS UNITÁRIOS POR APARELHO. 360

TABELA 7.46 - COEFICIENTE DE MANNING PARA MATERIAIS DE DRENAGEM DE ESGOTO. 363

TABELA 8.1 – SISTEMAS DE ENCHIMENTO COM PASTA. 379

TABELA 8.2 – AMOSTRAS RECEBIDAS PARA TESTAGEM. 382

TABELA 8.3 – PESO ESPECÍFICO DAS AMOSTRAS. 382

TABELA 8.4 – DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA (MM). 383

TABELA 8.5 – MINERALOGIA POR REFRAÇÃO DE RAIO-X. 384

TABELA 8.6 – ANÁLISE DE COMPLERA DE ROCHA. 385

TABELA 8.7 – RESULTADOS DA SELEÇÃO DA ALIMENTAÇÃO. 392

TABELA 8.8 – RESULTADOS DO ESPESSAMENTO ESTÁTICO (PH – 11,5).....396

TABELA 8.9 – RESULTADOS DOS TESTES DO FILTRO DE VÁCUO.....398

TABELA 8.10 – SINERGIAS DE REJEITADOS E DENSIDADES DE DEPOSIÇÃO PARA OS VÁRIOS TIPOS DE ENCHIMENTO (AREIA/REJEITADOS). 403

TABELA 8.11 – OPÇÕES CONSIDERADAS PARA O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEO. 408

TABELA 8.12 – CARACTERÍSTICAS DO LOCAL E PROJETO.....414

TABELA 8.13 – RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS. 415

TABELA 8.14 – RESULTADOS DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS. 416

TABELA 8.15 – ANÁLISES LABORATORIAIS E STANDARDS UTILIZADOS. 416

TABELA 8.16 – CARACTERÍSTICAS DO LOCAL E PROJETO.....420

TABELA 8.17 – COMPARAÇÃO DOS POSSÍVEIS LOCAIS PARA A INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 426

TABELA 8.18 – LOCAIS CANDIDATOS PARA A INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 429

TABELA 8.19 – CLASSIFICAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS. 434

TABELA 8.20 – VOLUMES DE TERRAPLANAGEM E CAPACIDADE DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS. 441

TABELA 8.21 – RESUMO DAS DIMENSÕES. 441

TABELA 8.22 – VOLUME DE ARMAZENAMENTO – BACIA DE RECUPERAÇÃO. 447

TABELA 8.23 – BACIA DE RECUPERAÇÃO (3ª FASE). 447

TABELA 8.24 – VALORES DE RESISTÊNCIA ADOPTADOS NO ESTUDO. 459

TABELA 8.25 – FACTORES DE SEGURANÇA PARA A ESTABILIDADE DO PARAMENTO - AVALIAÇÃO ESTÁTICA. 460

TABELA 8.26 – FACTORES DE SEGURANÇA PARA A ESTABILIDADE DO PARAMENTO – ANÁLISE SÍSMICA. 460

TABELA 8.27 – RESUSTADO DA ANÁLISE DE ESTABILIDADE. 461

TABELA 8.28 – ESTABILIDADE DAS BERMAS INTERNAS. 461

TABELA 8.29 – RISCOS E MITIGAÇÕES. 464

TABELA 9.1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ESPÉCIES A PLANTAR. 484

TABELA 10.1 – EQUIPAMENTOS PRÓPRIOS USADOS DURANTE A FASE DE DESCOMISSIONAMENTO. 487

TABELA 10.2 – AÇÕES E DESTINOS DAS INSTALAÇÕES SUBTERRÂNEAS. 488

TABELA 10.3 – DESTINO DAS INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS E MATÉRIAS A DESMANTELAR. 489

TABELA 10.4 - PRINCIPAIS RESÍDUOS GERADOS PELAS ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO MINEIRA E O SEU DESTINO FINAL. 494

TABELA 10.5 - LISTA NÃO EXAUSTIVA DE TRABALHOS ASSOCIADOS AO PLANO DE DESATIVAÇÃO. 497

TABELA 10.6 - PRINCIPAIS PAINÉIS DE SINALIZAÇÃO....502

TABELA 10.7 – LISTA DE EPI A DISTRIBUIR. 503

TABELA 11.1 - ESTIMATIVA CUSTOS CAPITAIS ($ MILHÕES)....510

TABELA 11.2 - ESTIMATIVA CUSTOS CAPITAIS EXPLORAÇÃO MINEIRA (NÃO-DESENVOLVIMENTO) EM $ MILHÕES. 511

TABELA 11.3 - ESTIMATIVA CUSTOS CAPITAIS EXPLORAÇÃO MINEIRA (DESENVOLVIMENTO) EM $ MILHÕES. 512

TABELA 11.4 - CUSTOS CAPITAIS PROCESSAMENTO DO MINÉRIO & INFRAESTRUTURA DE SUPERFÍCIE ($ MILHÕES). 513

TABELA 11.5 - CUSTOS CAPITAIS INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS ($ MILHÕES). 516

TABELA 11.6 – RESUMO DA ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PARP). 517

TABELA 11.7 - ESTIMATIVA CUSTOS OPERACIONAIS. 519

TABELA 11.8 - RESUMO DO CUSTOS OPERACIONAIS MINEIROS. 519

TABELA 11.9 - SUMÁRIO DE CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS. 520

TABELA 11.10 - CUSTOS OPERACIONAIS MINEIROS POR ITEM. 520

TABELA 11.11 - SUMÁRIO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DE PROCESSAMENTO. 521

TABELA 11.12 - RECUPERAÇÕES METALÚRGICAS MÉDIAS AO LONGO DA VIDA DA MINA. 525

TABELA 11.13 - TERMOS COMERCIAIS PARA CONCENTRADO DE COBRE. 526

TABELA 11.14 - TERMOS COMERCIAIS PARA CONCENTRADO DE CHUMBO. 526

TABELA 11.15 - TERMOS COMERCIAIS PARA CONCENTRADO DE ZINCO. 527

TABELA 11.16 - TERMOS COMERCIAIS PARA CONCENTRADO DE ESTANHO. 527

TABELA 11.17 - TERMOS COMERCIAIS PARA OURO E PRATA. 527

TABELA 11.18 - CUSTOS DE TRATAMENTO, REFINAMENTO E TRANSPORTE. 528

TABELA 11.19 - PREÇOS DOS METAIS (PROJEÇÕES LONGO PRAZO) 528

TABELA 11.20 - SUMÁRIO DE CUSTOS CAPITAIS.....529

TABELA 11.21 - RESUMO CUSTOS OPERACIONAIS. 530

TABELA 11.22 - SUMÁRIOS DAS MÉTRICAS ECONÓMICAS DO PROJETO. 532

TABELA 12.1 – MAIORES CONDICIONALISMOS EXISTENTES NO LOCAL/MEIO ENVOLVENTE.....555

TABELA 12.2 – LISTA NÃO EXAUSTIVA DE TRABALHOS COM RISCOS ESPECIAIS.....557

TABELA 12.3 – LISTA NÃO EXAUSTIVA DE MATERIAIS COM RISCOS ESPECIAIS. 602

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 2-1 – CÁLCULO TOTAL DO NSR. 63

EQUAÇÃO 2-2- CÁLCULO DO ZN EQ%. 64

EQUAÇÃO 2-3- CÁLCULO DO CU EQ%.....65

EQUAÇÃO 2-4 - REGRESSÃO PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE NO DOMÍNIO DO GOSSAN. 71

EQUAÇÃO 4-1 – CÁLCULO TOTAL DO NSR. 101

EQUAÇÃO 4-2 – CÁLCULO DO NSR POR PRODUTO. 102

EQUAÇÃO 5.1 – CÁLCULO PARA A DIMENSÃO EQUIVALENTE (“D_E”). 146

EQUAÇÃO 5.2 – ÍNDICE DE ESTABILIDADE (N’). 153

EQUAÇÃO 5.3 – CÁLCULO DO VALOR DE Q (BARTON ET AL., 1974). 154

EQUAÇÃO 5.4 – CÁLCULO DO VALOR DE Q (BIENIAWSKI'S RMR). 154

EQUAÇÃO 5.5 – FATOR DE AJUSTE DA GRAVIDADE (C). 156

EQUAÇÃO 5.6 – RAIO HIDRÁULICO (S).....157

EQUAÇÃO 5.7 – RAIO HIDRÁULICO LIMITE (HR_{LIMITE}). 157

EQUAÇÃO 7.1 – CÁLCULO DE CAUDAL. 255

EQUAÇÃO 7.2 – FÓRMULA DE TEMEZ. 255

EQUAÇÃO 7.3 – INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO 256

EQUAÇÃO 7.4 – FÓRMULA DE MANNING-STRICKLER. 259

EQUAÇÃO 7.5 – RELAÇÃO PARA ENSAIOS SPT. 267

EQUAÇÃO 7.6 – ÍNDICE DE DENSIDADE RELATIVA (I_D).....267

EQUAÇÃO 7.7 – COESÃO NÃO DRENADA (C_U). 268

EQUAÇÃO 7.8 – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (EU). 268

EQUAÇÃO 7.9 – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (ES).....268

EQUAÇÃO 7.10 – CRITÉRIO DE ROTURA DE HOEK-BROWN.....268

EQUAÇÃO 7.11 – CRITÉRIO DE ROTURA DE HOEK-BROWN.....269

EQUAÇÃO 7.12 – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (HOEK E DIEDERICHS). 269

EQUAÇÃO 7.13 – ESCALÃO AT (DE ACORDO COM O RSSPTS). 331

EQUAÇÃO 7.14 – ESCALÃO MT (DE ACORDO COM O RSSPTS). 331

EQUAÇÃO 7.15 – DISTÂNCIA MÍNIMA DO NÍVEL DE TENSÃO AT. 331

EQUAÇÃO 7.16 – DISTÂNCIA MÍNIMA DO NÍVEL DE TENSÃO MT. 332

EQUAÇÃO 12.1 – PRINCIPAIS PAINÉIS DE SINALIZAÇÃO.....607

EQUAÇÃO 12.2 – ÍNDICE DE INCIDÊNCIA (II) 624

EQUAÇÃO 12.3 – ÍNDICE DE FREQUÊNCIA (IF).....624

EQUAÇÃO 12.4 – ÍNDICE DE GRAVIDADE (IG).....624

EQUAÇÃO 12.5 – ÍNDICE DE DURAÇÃO (ID).....625

REDCORP – EMPREENDIMENTOS MINEIROS, LDA

PROJETO DA MINA DA LAGOA SALGADA

(EM FASE DE ESTUDO PRÉVIO: ESTUDO DE VIABILIDADE)

RELATÓRIO TÉCNICO

PLANO DE LAVRA

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui Plano de Lavra da Mina da Lagoa Salgada, em fase de projeto de Estudo Prévio, do qual é proponente a REDCORP – Empreendimentos Mineiros, Lda., doravante denominada REDCORP. O projeto da Lagoa Salgada localiza-se junto à localidade de Cilha do Pascoal, no concelho de Grândola.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura do presente Plano de Lavra respeita as orientações definidas pelo Decreto-Lei n.º 30/2021, de 7 de maio, que procede à regulamentação da Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, no que respeita aos depósitos minerais.

Este plano foi desenvolvido seguindo os seguintes capítulos:

- Caracterização do Depósito Mineral
- Estudo Hidrogeológico
- Cálculo de Recursos e Reservas
- Método de Exploração e Infraestrutura Mineira
- Processos Mineralúrgicos
- Instalação e Construção
- Serviços de Apoio
- Plano de Gestão de Resíduos
- Plano Ambiental de Recuperação Paisagística
- Plano de Encerramento

- Estudo de Viabilidade Económica
- Plano de Segurança e Saúde
- Cronograma dos Trabalhos Previstos

1.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE E AUTOR DO ESTUDO

1.3.1 PROPONENTE

A Redcorp - Empreendimento Mineiros, LDA. ("Redcorp") é concessionária da Mina da Lagoa Salgada através do contrato de concessão de exploração C-168, celebrado em 21 de outubro de 2021. A concessão foi registada em Diário de Républica sob o Contrato (extrato) 526/2021, a 2 de Dezembro de 2021.

A Redcorp, que detém uma participação de 85% no Projeto Lagoa Salgada bem como atua como a entidade operadora, é uma subsidiária detida em 50% pela Ascendant Resources Inc. ("Ascendant") e em 50% pela Mineral & Financial Investments Limited ("M&FI").

Os restantes 15% da participação são detidos pela Empresa de Desenvolvimento Mineiro ("EDM"), a EDM é uma empresa portuguesa de capitais públicos que tem por objeto, entre outros, a realização de atividades de prospeção, pesquisa e exploração de recursos minerais

A Ascendant Resorurces Inc. (TSX: ASND.CA) é uma empresa cotada na bolsa de valores de Toronto (Toronto Stock Exchange, TSX), focada na prospeção e desenvolvimento de ativos minerais, operando projetos em várias jurisdições do mundo, estando focada na construção de operações mineiras viáveis. A empresa era anteriormente conhecida como Morumbi Resources Inc. e mudou o seu nome para Ascendant Resources Inc. em dezembro de 2016. A Ascendant Resources Inc. foi constituída em 2006 e tem a sua sede em Toronto, Canadá.

A M&FI é uma sociedade de investimento cotada no Alternative Investment Market (AIM:MAFL), cujo objetivo se centra na criação de valor para os seus accionistas, investindo, financiando e aconselhando empresas mineiras juniores.

Nos termos de um acordo de consórcio entre a Redcorp e EDM, após a entrega do Estudo de Viabilidade (DFS), a EDM tem a opção de participação até 15% no projeto Lagoa Salgada, a qual concedeu à Redcorp um direito de preferência na compra da mesma.

A Redcorp - Empreendimento Mineiros está sediada na Zona Industrial Ligeira, Lote 1 Grândola 7570-274 Grândola, com o número de telefone +351 253 614 878.

1.3.2 TITULARIDADE PRÉVIA

A titularidade prévia do projeto e as suas alterações são sintetizadas da seguinte forma:

- 1992-1993: Descoberta pela equipa de investigação geológica do governo português.
- 1994-2000: O projeto foi desenvolvido sob um consórcio constituído pela Rio Tinto Zinco (RTZ) e pela Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM), agência governamental portuguesa.
- 2001-2003: O projeto foi disponibilizado gratuitamente para aquisição.
- 2004-2008: foi entregue à Redcorp Ventures Inc. a concessão do projeto para exploração mineira.
- 2009-2012: a empresa Portex Minerals Inc. (Portex) adquiriu em 100% a Redcorp Ventures Inc.
- 2012-2014: A Redcorp conseguiu manter a propriedade em bom estado através de trabalho de gabinete e marketing a fim de encontrar um novo parceiro.
- 2015-2017: Em julho de 2015, a M&FI adquiriu uma participação de 100% na Redcorp. A Redcorp assinou então uma adenda ao contrato atual por um período de 5 anos. A Redcorp celebrou um Contrato de Consórcio com a EDM, segundo o qual tem o direito de participar com um interesse de até 15% no Projeto da Lagoa Salgada ou ceder o seu direito de participação.
- 2018: Em junho de 2018, a Ascendant celebrou um acordo com a TH Crestgate para adquirir uma participação inicial de 25% na sua subsidiária portuguesa Redcorp - Empreendimentos Mineiros, Lda (Redcorp), que detém uma participação de 85% no projeto, bem como uma opção para obter uma participação de até 80% na Redcorp, após a conclusão de certos marcos. A Ascendant tem certos direitos contratuais sob acordos com a M&FI que garantem que ela possuirá uma participação efetiva de 80% no Projeto LS se a M&FI não tiver sucesso na aquisição da Participação EDM através da Redcorp, de modo que a participação efetiva da Ascendant não seja impactada pela Participação EDM.
- 2021 - A Ascendant apresentou um novo Relatório Técnico NI 43-101 de Avaliação Económica Preliminar (PEA) refletindo um NPV (8%) pós-impostos de $246 milhões.
- 2022 - A Ascendant ganhou uma participação de 50% na Redcorp e fez o pagamento final exigido pelo contrato de opção para ganhar uma participação de 80%. Após a conclusão do DFS, a Ascendant pode exerceu o seu direito de obter uma participação de 80% na Redcorp.

1.3.3 AUTOR DO ESTUDO

Os estudos técnicos de suporte ao Projeto foram elaborados pela Redcorp - Empreendimento Mineiros, LDA. e pela Quadrante Engenharia, com sede na Avenida da Boavista nº 1837, 4100-133 Porto.

O número de telefone é o +351 210 067 200 e o endereço de *email* é quadrante@qd-eng.com.

1.4 ENTIDADE LICENCIADORA

A obtenção de concessão de exploração de depósito mineral do projeto sujeito a procedimento de AIA alcança-se, nos termos do Decreto-lei n.º 30/2021, de 7 de maio, por contrato administrativo com Estado, mediante requerimento dirigido à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

1.5 ACESSOS E LOCALIZAÇÃO

O projeto da Lagoa Salgada ficará situado no interior do perímetro da área de concessão atribuída à REDCORP – Empreendimentos Mineiros, Lda (processo MN/C/168 Lagoa Salgada) para exploração de depósitos minerais metálicos de cobre, chumbo, zinco e metais associados, com o número de cadastro C-168 e com a denominação "Lagoa Salgada", nos termos do contrato assinado em 28.10.2021.



Figura 1.1 - Vista do projeto Lagoa Salgada

A área de concessão de exploração da Mina da Lagoa Salgada localiza-se na região do Alentejo, concretamente no Alentejo Litoral, abrangendo terrenos dos concelhos de Alcácer do Sal e Grândola, distrito de Setúbal (Figura 1.2). A freguesia do Torrão e de Azinheira dos Barros e São Mamede do Sádão e União de Freguesias de Alcácer do Sal

(Santa Maria do Castelo e Santiago) e Santa Susana e território do Concelho de Grândola, integram a área de concessão.

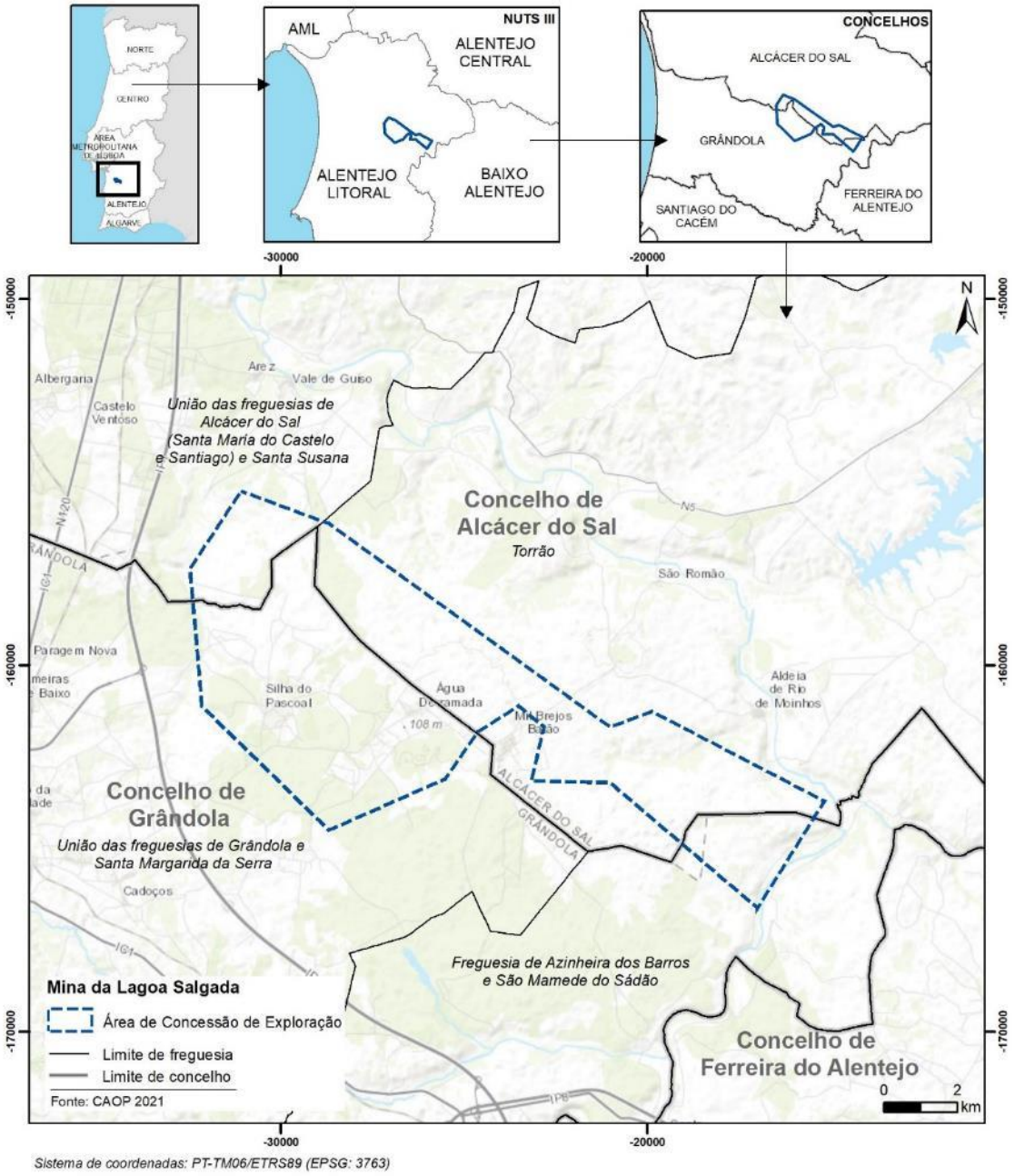


Figura 1.2 – Enquadramento administrativo da Área de Concessão de Exploração da Lagoa Salgada

A área de concessão corresponde a uma área contínua de 72,0923km^2, esta é delimitada pela poligonal cujos vértices, em coordenadas no sistema PT-TM067/ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*) são os apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Coordenadas da área de concessão de Exploração da Lagoa Salgada

Sistema de coordenadas PT-TM067/ETRS89					
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**	**Vértice**	**X(m)**	**Y(m)**
1	-15165	-163707	9	-28694	-164497
2	-16989	-166625	10	-32159	-161114
3	-21014	-163207	11	-32491	-157369
4	-23165	-163154	12	-31092	-155241
5	-22824	-161679	13	-28689	-156133
6	-23515	-161110	14	-21014	-161683
7	-24633	-161820	15	-19867	-161259
8	-25514	-163098	-	-	-

Fonte: Contrato de concessão de exploração

O projecto está localizado aproximadamente 80 quilómetros (km) a sudeste de Lisboa, capital de Portugal, é facilmente acessível por auto-estradas e estradas nacionais, e a viagem a partir de Lisboa demora cerca de 1:30 horas (cerca de 120 km). Está localizado a aproximadamente 50 km a sudeste de Setúbal, o centro administrativo regional, 12 km a nordeste do município de Grândola e aproximadamente a três km a norte da aldeia de Cilha do Pascoal.

A acessibilidade rodoviária à Mina da Lagoa Salgada será realizada através da Estrada Municipal número 543 (EM543).

Em suma, em termos rodoviários, acede-se ao local de implantação da futura mina a partir do IP1/A2 (de norte ou sul do país) ou a partir do IP8/IC33/A26 (de Sines), saindo-se em direção a Grândola, pelo IC33 e IC1 até ao Parque Industrial de Grândola. Seguindo a Estrada Principal e, depois, a EM543 (estas duas vias ligam-se entre si), entra-se na área de concessão após cerca de 5 km.

Para acesso à área de intervenção da Lagoa Salgada utiliza-se então a EM543, que atravessa praticamente toda a área de concessão, e caminhos particulares, atualmente sem qualquer pavimento/ camada de desgaste. No interior da área mineira prevê-se a utilização dos caminhos existentes e, sempre que necessário, proceder-se à abertura de novos acessos. Uma planta e secções representativas das infraestruturas e desenvolvimento mineiro a implementar no projeto da Lagoa Salgada pode ser observada na Figura 1-3.

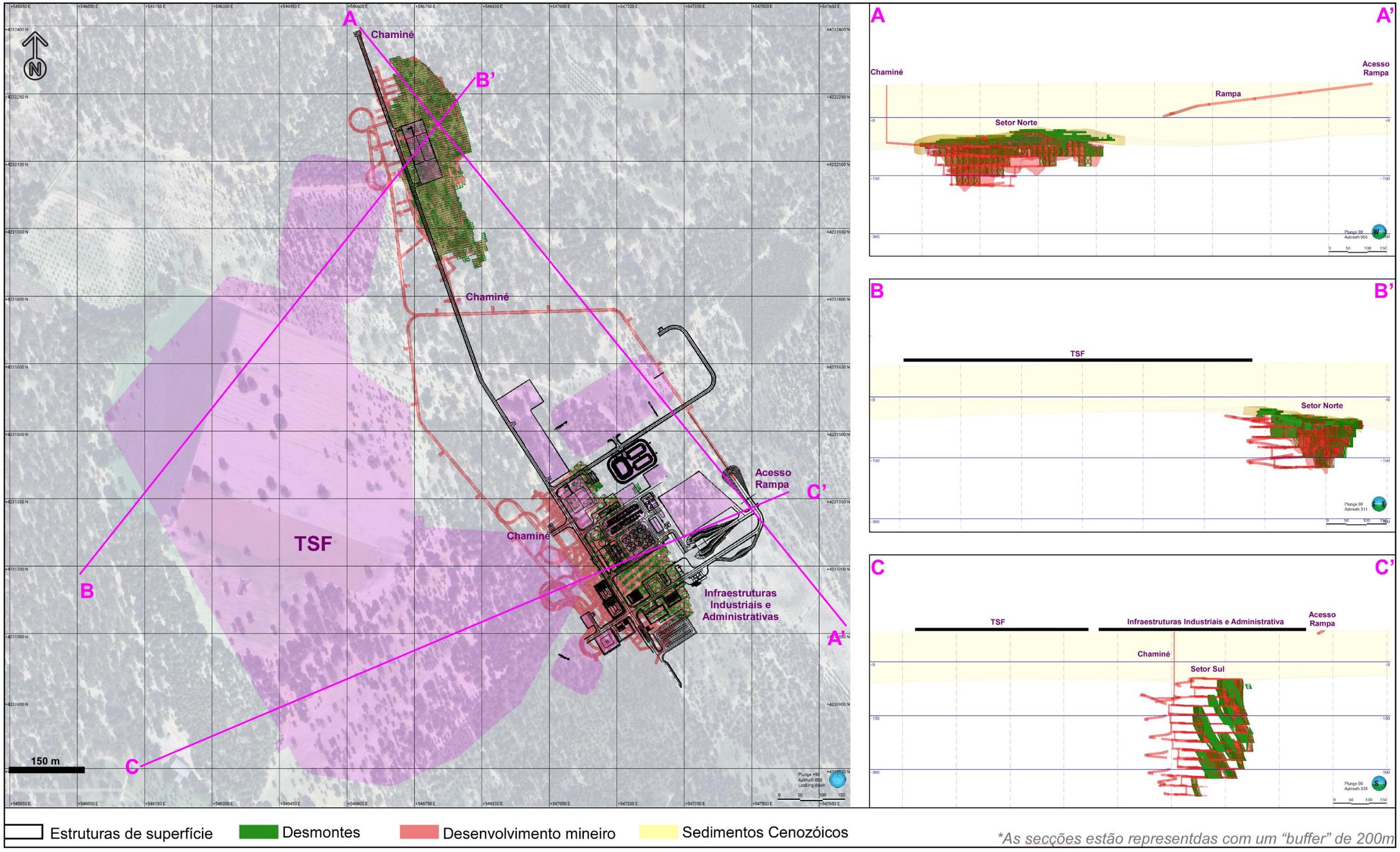


Figura 1.3 - Planta e secções representativas das infraestruturas e desenvolvimento mineiro a implementar na área de intervenção do projeto da Lagoa Salgada

1.6 OBJETIVOS, NECESSIDADE E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O projeto em análise visa a exploração de um jazigo de sulfuretos maciços, constituído por um depósito polimetálico VMS (Volcanogenic Massive Sulphide), comum na Faixa Piritosa Ibérica (FPI), permitindo a produção de concentrados ricos em metais base e preciosos, com grande interesse económico.

Além da mineralização primária (sulfuretos) - exploração mineira de minerais metálicos básicos como o cobre (Cu), zinco (Zn) e chumbo (Pb), serão também exploradas mineralizações secundárias - estanho (Sn), prata (Ag) e ouro (Au) - presentes no chapéu de ferro e na zona de enriquecimento supergénico, caracterizados por uma paragénese mineral distinta e com uma maior concentração de metais (Figura 1.4).



Figura 1.4 – Minérios a explorar

Num contexto caracterizado por desigualdades socioeconómicas, com um contexto empresarial subdesenvolvido e inserida numa envolvente com ecossistemas chave ameaçados, a Mina da Lagoa Salgada pretende, através da adoção de práticas de ESG, contribuir para a promoção do desenvolvimento social, Impulsionar a competitividade e a inovação, apoiando as PME locais e promovendo a restauração dos recursos naturais, recorrendo a estratégias inovadoras, como o objetivo de vir a constituir um agente crucial para o desenvolvimento ambiental, social e económico da região e ser uma referência enquanto indústria mineira responsável.

É, assim, objetivo do Promotor, operar a Mina de modo a criar um legado para além do seu ciclo de vida, tornando-a uma referência positiva à escala local, nacional e até Europeia, assegurando o alinhamento com estratégias de âmbito regional, nacional e europeu promovendo a transparência e a criação de valor entre todas as partes interessadas.

A "**Estratégia Regional do Alentejo 2030**" é um documento aprovado em reunião do Conselho Regional da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDR Alentejo), em 14/9/2020, que "*procura contribuir para a construção de*

respostas a um conjunto de desafios que persistem, com intensidades distintas, apesar do trabalho realizado e dos resultados de um ciclo de intervenção de políticas públicas e de investimentos dos municípios, das empresas e das associações.

A Estratégia Regional Alentejo 2030 permitirá à região desenvolver um novo patamar de respostas aos problemas renovados que se colocam, desde os mais estruturantes, relacionados com as pessoas, a economia e o território, aos que resultam das necessárias respostas aos impactes das alterações climáticas e às consequências da crise pandémica, em termos de emergência ambiental, económica e social" (citando nota de abertura).

Neste contexto, o projeto da Mina da Lagoa Salgada, estando alinhado com a Estratégia Regional - Alentejo 2030, prevê atuar a quatro níveis distintos:

- **Sustentabilidade Ambiental** – adotando uma utilização eficiente dos recursos, utilizando energias renováveis e contribuindo para a conservação e regeneração dos ecossistemas locais, reduzindo a pegada ambiental;

- **Desenvolvimento Social** – criando oportunidades de emprego locais diretas e regionais indiretas, contribuindo para o bem-estar das populações locais e assegurando a prestação de cuidados de saúde aos trabalhadores da Mina e respetivos agregados familiares, bem como apoiando os seus funcionários ao nível da educação e cuidados infantis dos respetivos descendentes e, deste modo, promover a fixação da população na região;

- **Desenvolvimento de Infraestruturas** – contribuindo para a melhoria da infraestrutura rodoviária local e beneficiando a comunidade local ao nível do abastecimento de água potável e de energia elétrica;

- **Desenvolvimento Económico** – promovendo a competitividade & inovação, potenciando o empreendedorismo, através do fomento de PME locais e promovendo a valorização do património natural e cultural para atrair o turismo e, deste modo, contribuir para o desenvolvimento económico do Município de Grândola e dos municípios vizinhos do Projeto.

No que respeita aos recursos minerais no âmbito da Concessão da Lagoa Salgada, de acordo com as campanhas de sondagens realizadas entre 1995 e 2022, foi possível definir duas massas minerais no Depósito Mineral da Lagoa Salgada, o jazigo norte e o jazigo sul, onde foi detetada, respetivamente, a existência de cerca de 9.4 milhões de toneladas com um teor de zinco equivalente de 10.3% e cerca de 18.2 milhões de toneladas com um teor de 1.2% de cobre equivalente.

A produção estimada para a Mina da Lagoa Salgada é de 5.480 toneladas diárias de minério, durante uma vida útil de 11 anos, iniciada após uma fase de construção com cerca de 2 anos.

As infraestruturas que constituem os anexos mineiros da Mina da Lagoa Salgada foram dimensionadas de acordo com os recursos que nesta fase se prevê que seja possível vir a explorar de forma economicamente viável.

A tecnologia adotada no Projeto pretende contribuir para uma exploração mais eficiente, socialmente responsável e ambientalmente sustentável.

O projeto da Lagoa Salgada contempla, assim, um forte investimento tecnológico no sentido de aumentar a sustentabilidade ambiental do projeto e promover a eficiência das operações, prevendo, entre outros:

- Utilização maioritária de equipamentos elétricos (dependente de disponibilidade de tecnologia);
- Gestão global da operação com recurso a equipamentos automáticos e integrados, operados remotamente a partir de uma sala de controlo centralizada;
- A instalação de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) de energia renovável solar.

O Projeto será explorado com recurso às Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) aplicáveis para projetos desta natureza, atendendo ao tipo de exploração (subterrânea) e às características do terreno onde o Projeto irá ser implementado e à respetiva envolvente.

De salientar ainda que o Proponente do projeto da Lagoa Salgada tem promovido o envolvimento das partes interessadas desde a fase inicial do projeto e apoiado a criação de oportunidades a nível local e regional desde a fase de prospeção e pesquisa, quer através da contratação de empresas locais para apoio às atividades de prospeção e pesquisa, quer recorrendo à aquisição local e regional de materiais e à utilização de serviços locais e regionais.

2 CARACTERIZAÇÃO DO DEPÓSITO MINERAL

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

O projeto Lagoa Salgada está localizado no extremo noroeste do Faixa Piritosa Ibérica (FPI). A FPI é um dos principais domínios da Zona Sul de Portuguesa, sendo a expressão estrutural mais a sul da orogenia Varisca em Portugal. Em termos orogénicos esta região terá colidido com os terrenos da Zona de Ossa Morena (Oliveira et al. 2006), resultando desta colisão o aparecimento de bacias no interior da crusta continental da Zona Sul de Portuguesa, desencadeando o vulcanismo submarino da FPI (Silva et al. 1990; Quesada 1991; Tornos et al. 2002). As rochas mais antigas da região são atribuídas ao grupo Filito-Quartzito, consistindo em xistos cinzentos alternados com arenitos. Sobre essas rochas, encontra-se o Complexo Vulcano-Sedimentar (CVS), que é caracterizado por sequências félsicas a máficas intercaladas com metassedimentos (Oliveira 1990). O grupo CVS é responsável por albergar os depósitos de sulfuretos maciços de origem vulcânica desta região, que se formaram através de episódios vulcânicos efusivos ou explosivos em número variável. Os centros vulcânicos nas suas bordaduras transformam-se gradualmente em metassedimentos com um componente não vulcânico. Posteriormente, sobre o CVS assenta o grupo Flysch do Baixo Alentejo, uma sequência turbidítica contendo xistos e arenitos litificados e raros conglomerados tendo este sido depositado acima do VSC.

Esta região é também marcada por deposições sedimentares pós-mesozoicas que compõem a Bacia Terciária do Sado e por alguns afloramentos paleozoicos que ocorrem principalmente de forma isolada e relacionados a estruturas de *horst*- tal pode ser observado na Figura 2.1, que expõe os alinhamentos do CVS, entre outros. O setor 1 da referida figura corresponde ao depósito de Lagoa Salgada (Oliveira et al., 2001).

Na área do depósito de Lagoa Salgada, o contato entre formações paleozoicas e cenozoicas, de acordo com estudos gravimétricos e confirmado por sondagens com recuperação, ocorre a uma profundidade entre 110 e 250 metros, correspondendo a um hiato temporal de mais de 200 milhões de anos. As formações paleozoicas correspondem exclusivamente a formações do VSC, principalmente riodacitos, dacitos e rochas intermedias a básicas. Estas litologias hospedam vários tipos de mineralização, incluindo sulfuretos maciços polimetálicos singenéticos, bem como *stringer*, para além disso surgem mineralizações epigenéticas associadas a remobilizações fissurais.

A meteorização associada aos sulfuretos maciços resultou na formação de zonas de *gossan* e sulfuretos maciços oxidados, que ocorrem na parte superior dessas formações ocorrendo um enriquecimento supergénico. Do ponto de vista estrutural, as principais características da região estão relacionadas à tectónica Varisca que afetou a superfície das formações paleozoicas através de *horsts* e *grabens* com alinhamentos bem definidos, que podem ser observados na folha 42 B do Mapa Geológico de Portugal na escala de 1:50.000 e em Oliveira et al., 1998. Para além disto, também a tectónica Alpina surtiu efeitos nesta região tendo reativado muitas das estruturas Variscas e ainda marcando as mais recentes formações sedimentares, especialmente nas litologias do Miocénico com a existência de fraturas com marcadas estrias de movimento. Além das litologias principais também as mineralizações foram alvo do efeito da tectonização,

sofrendo dobramento e mostrando-se em sequências sinforma e antiforma muitas vezes desenvolvendo-se dobras-falha com vergência para SW, cavalgamentos/carreamentos como observável ao longo de toda a FPI (Oliveira *et al*, 2013).

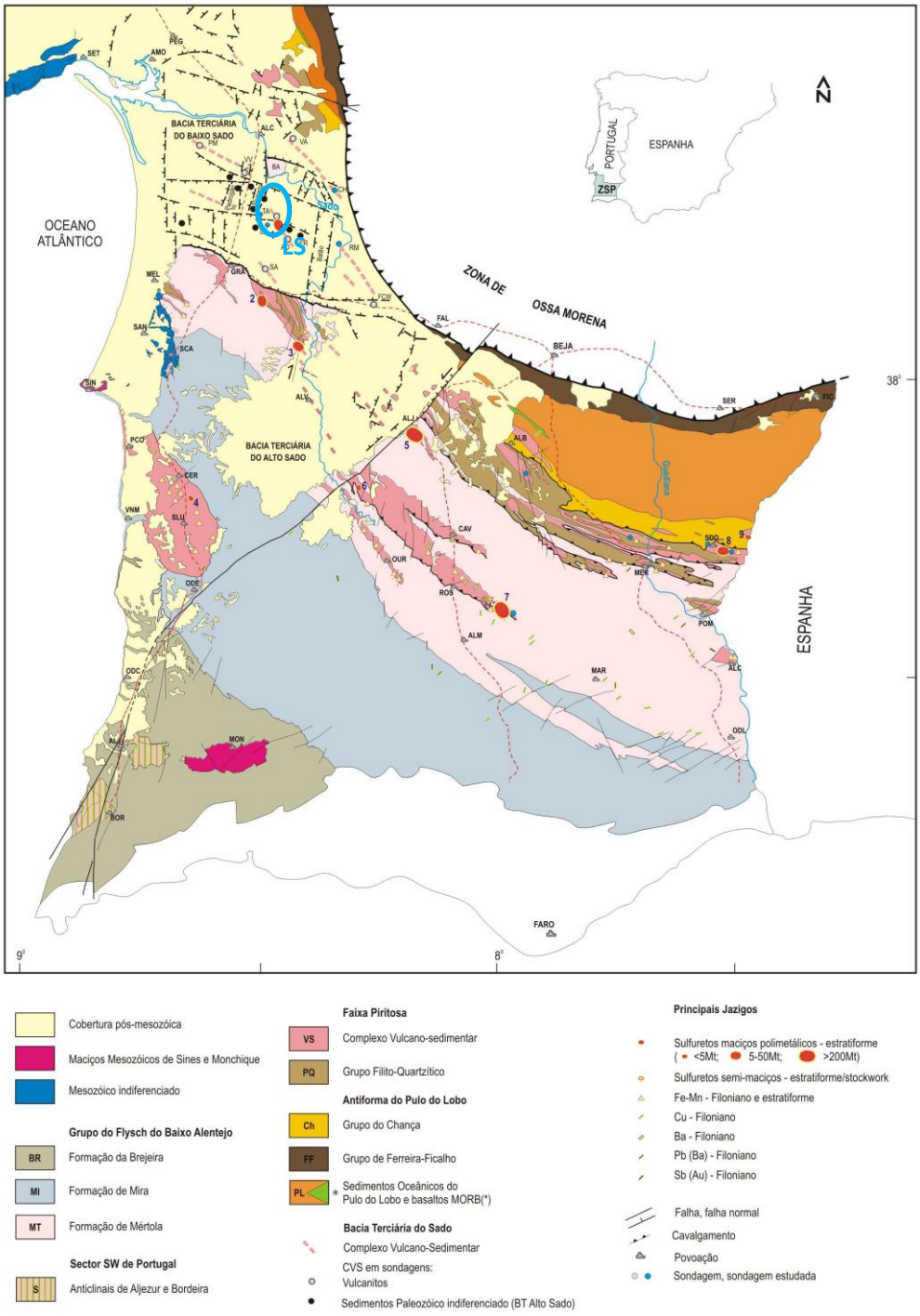


Figura 2.1 – Mapa Geológico esquemático da Zona Sul Portuguesa, com indicação dos principais jazigos

(Jazigos de sulfuretos: 1. Lagoa Salgada; 2. Caveira; 3.; 4. Salgadinho; 5. Aljustrel; 6. Montinho; 7. Neves Corvo; 8. S. Domingos; 9. Chança)

2.2 GEOLOGIA LOCAL

A geologia local da área do depósito da Lagoa Salgada poderá ser divida, de grosso modo, num conjunto de formações cenozoicas e em formações paleozoicas, as primeiras surgem da harmonização da informação retirada das folhas nºs 39-C, 39-D, 42-A, 42-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000 e sua comparação com as amostras obtidas através de sondagens carotadas.

Desta forma, na área em estudo, do topo para a base da sequência estratigráfica do cenozoico surgem as formações do holocénico com espessuras métricas, seguidas de formações do Plio-Plistocenico nomeadamente a Formação de Ulme com espessuras até cerca de 15 m. Na base destas formações surgem as formações equivalentes do Esbarrondadoiro com uma espessura na ordem dos 30 a 35 m e a Formação de Alcácer do Sal com uma espessura entre os 20-25 m, ambas do miocénico médio a superior. Por fim a formação mais antiga do cenozoico presente na área da Lagoa Salgada é a Formação do Vale do Guizo, não existindo consenso nas diversas cartas quanto à sua idade podendo esta ser considerada entre eocénico e o oligocénico em algumas cartas ou como do miocénico inferior, no entanto esta formação apresenta uma espessura entre os 50 a 60 metros assentando sobre rochas do paleozoico. Essa sequência estratigráfica pode ser observada na Figura 2.2.

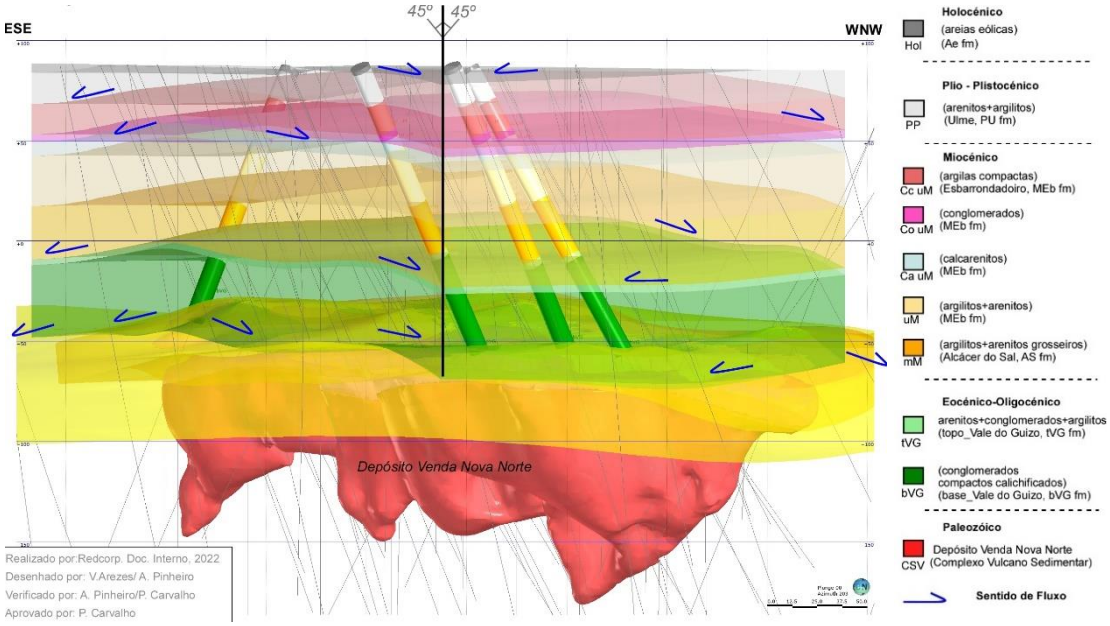


Figura 2.2 – Sequência sedimentar do cenozóico no projeto da Lagoa Salgada

As formações paleozoicas reconhecidas no depósito da Lagoa Salgada foram primeiramente observadas e definidas macroscopicamente e posteriormente analisadas através de estudos mineralógicos e geoquímicos. Estas, quando observadas no contexto regional, pertencem ao Complexo Vulcânico Sedimentar com idades compreendidas entre o fameniano até ao viseano médio, apresentando o depósito um alinhamento NW-SE numa faixa com cerca de 8 km de cumprimento e pelos menos 1 km de largura, na área de concessão.

Em maior pormenor, ocorrem a nível local diferenças entre os setores Norte e Sul da área de projeto, desta forma o setor norte é caracterizado pela presença de um *cap rock* denominado por dtV- *dacitic tuffitic Vulcanic*. Esta formação apresenta uma composição dacítica com a ocorrência de fenocristais em maior ou menor abundância. Tal é possível observar nas análises geoquímicas obtidas sendo de acordo com a abundância dos fenocristais classificados como *mdtV- muddy dacitic tuffitic Vulcanic* ou *fdtV-feldspar dacitic tuffitic Vulcanic*. Esta formação terá paralelismo à historicamente denominada de UFV (*Upper Volcanic Formation*). Estudos geoquímicos recentes comprovam que alteração hidrotermal de índole clorítica está diretamente relacionada com a proximidade a sulfuretos maciços mineralizados. As rochas alteradas mostram uma clara evolução no sistema, passando de um ambiente rico em Na+K para um ambiente mais enriquecido em Fe+Mg, conforme mostrado na Figura 2.3 Esta litologia encontra-se de uma forma geral sobre a mineralização de sulfuretos maciços no setor Norte, no entanto pode estar em contacto direto com o *gossan.* Este tipo de mineralização surge devido a uma paleo-meteorização dos sulfuretos maciços que oxidaram promovendo assim um enriquecimento supergénico com teores de Pb, Ag e Au de interesse económico. Muitas vezes intercalado com o *gossan* surgem níveis decacentimétricos de chertes e jaspes cinzento-avermelhados no topo da mineralização maciça.

Os sulfuretos maciços do depósito da Lagoa Salgada são de natureza polimetálica apresentando no seu contacto a topo evidências de lixiviação que promoveram o seu enriquecimento em metais como Pb, Ag e Cu e no seu contacto de base, níveis aluníticos podendo estes derivar de estruturas do tipo *white smokers* e/ou alteração hidrotermal associada a corredores de falha e/ou contactos com cronologia sin e/ou epigenética.

Na base dos sulfuretos maciços surgem vulcanitos de natureza ácida a intermédia tendo estes sido classificados de acordo com a sua geoquímica como riodacitos, dacitos e andesitos. É ainda importante referir que a alternâncias destas litologias evidência um vulcanismo bi-modal e que estas são as principais hospedeiras da mineralização do tipo *stringer* com uma textura predominante do tipo stockwork. O caráter de vulcanismo bimodal pode ser avaliado pelo espectro de elementos de terras raras normalizado ao condrito de Benton (1984). Este espectro indica que, apesar das diferentes intensidades, tanto as rochas vulcânicas ácidas (aV), como riodacitos, e as rochas vulcânicas intermédias (iV), como basaltos-andesitos a dacitos, apresentam espectros paralelos, o que demonstra uma origem semelhante, como pode ser observado na Figura 2.4. a combinação destes dois tipos litológicos é também conhecida como *Lower Vulcânic Formation (LVF).*

Uma visão longitudinal de todas essas litologias pode ser observada na Figura 2.5

Diagrama de alteração Alkali/Feldspato

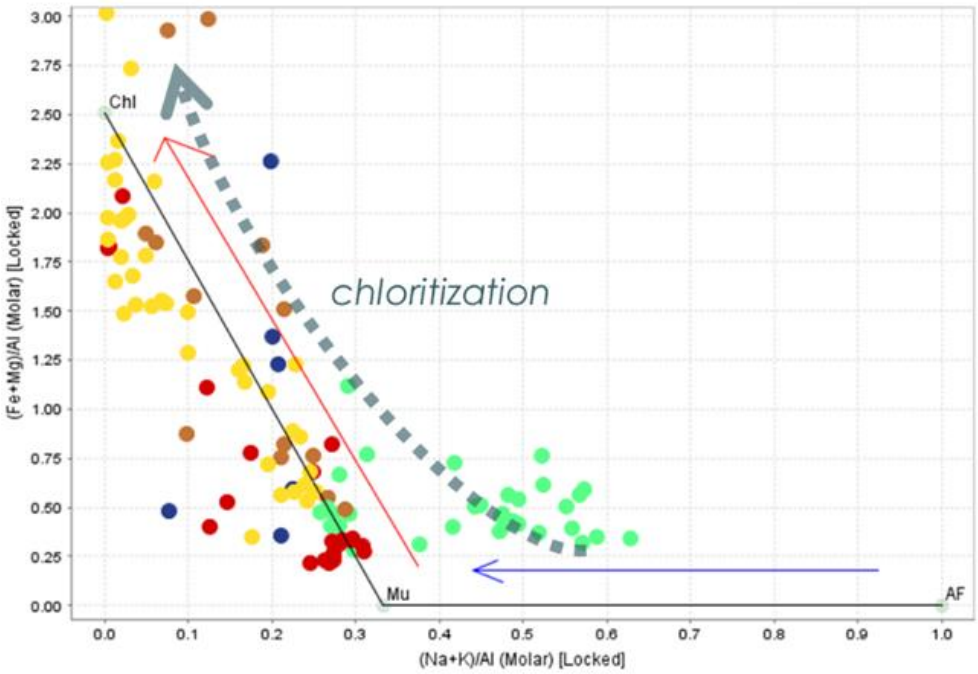


Figura 2.3 – Diagrama de Alteração do Feldspato de acordo com Stanley 2017, aplicado às amostras de rochas dtV, demonstrando a tendência de cloritização.

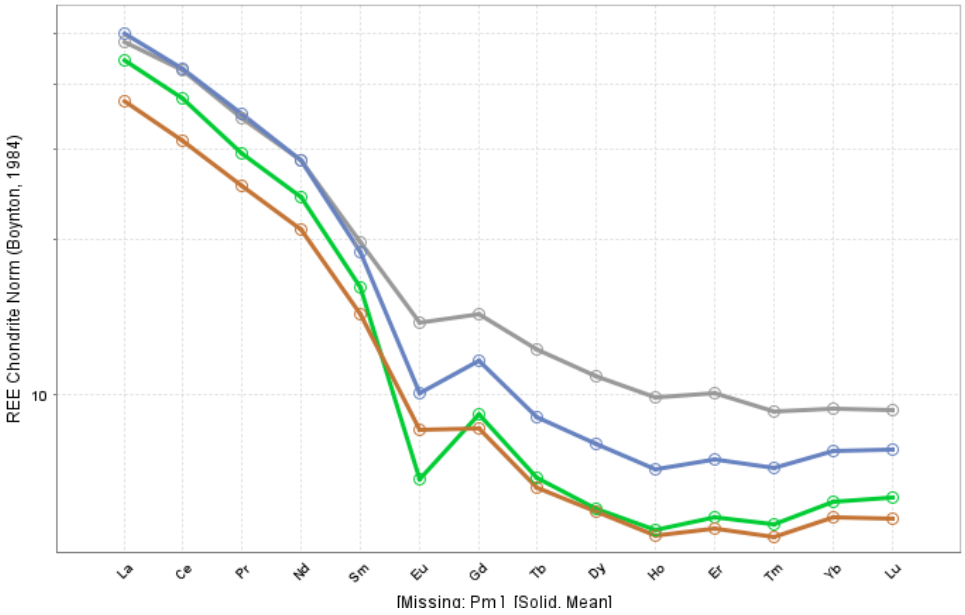


Figura 2.4 – Espetro de ETR normalizado ao condrito de Boynton (1984) estando explicito os valores médios para as rochas acidas vulcânicas (aV) e as rochas intermédias (iV)

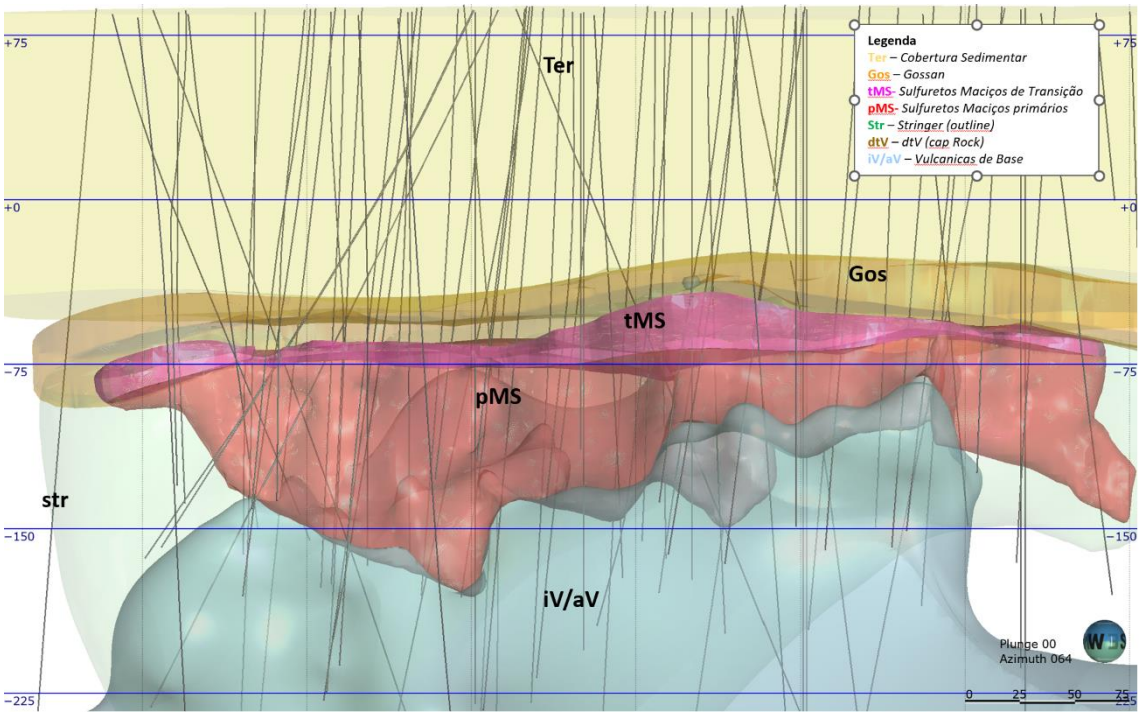


Figura 2.5 – Vista longitudinal do setor Norte demonstrando todos os domínios mineralizados

Quanto ao setor sul, a sequência lito estratigráfica sofre alguma deformação o que altera a sua disposição geoespacial. No entanto as formações do tipo *dtV* surgem à mesma como rocha de cobertura de todo o sistema mineralizado. Estas são seguidas por uma formação do tipo *esV- exhalative sedimentar Vulcanic,* esta formação apresenta uma alternância de níveis piríticos com níveis quartzo- feldspáticos existindo ainda alguma presença de anfíbolas nestes últimos. Os níveis piríticos desta formação exibem regularmente cristais cúbicos que surgem muitas vezes subarredondados e com evidência rotacional manifestando assim algum transporte antes da formação desta litologia que se terá constituído a níveis mais distais dos centros de formação destes sulfuretos. Uma outra característica deste litótipo é a sua alteração hidrotermal de natureza sericítica que ocorre de uma forma geral ao longo da sua extensão. Na *esV* são ainda encontrados níveis de possança entre 50 cm a 4 m de sulfuretos semi-maciços que podem conter Cu e Zn como sulfuretos e algum Au. Na base desta formação surgem rochas de natureza intermédia a básica como é o caso de dacitos, andesitos e basaltos andesíticos designadas neste projeto como *iV- intermediate Vulcanic*, estas são as principais hospedeiras de um tipo de mineralização denominado por *FR- fissural remobilization*, também este de natureza polimetálica. Estas litologias podem apresentar dois tipos de alteração hidrotermal, ora sericítica ora clorítica, embora quando esta última ocorre evidencia normalmente a presença de sulfuretos de interesse económico como analisado a partir de dados geoquímicos obtidos, tal pode ser observado a partir da Figura 2.6 onde se projeta o índice CCPI vs Cu Eq%, estando identificadas as amostras que pertencem aos corredores mineralizados e as que se encontra a teto e a muro destes. Aliado a isso também a presença de filões de quartzo multidirecionais pós-tectónicos é um importante vetor para a deposição deste tipo de mineralização. A nível textural, vários tipos de texturas podem ocorrer nestas formações

como é o caso das texturas do tipo fiamme, hialoclastítico, pseudo brechas e piroclástica sendo que a mineralização surge com uma textura do tipo *stockwork e* filoniana.

Exemplos das litologias descritas para os setores Norte e Sul podem ser observados na Figura 2.7.

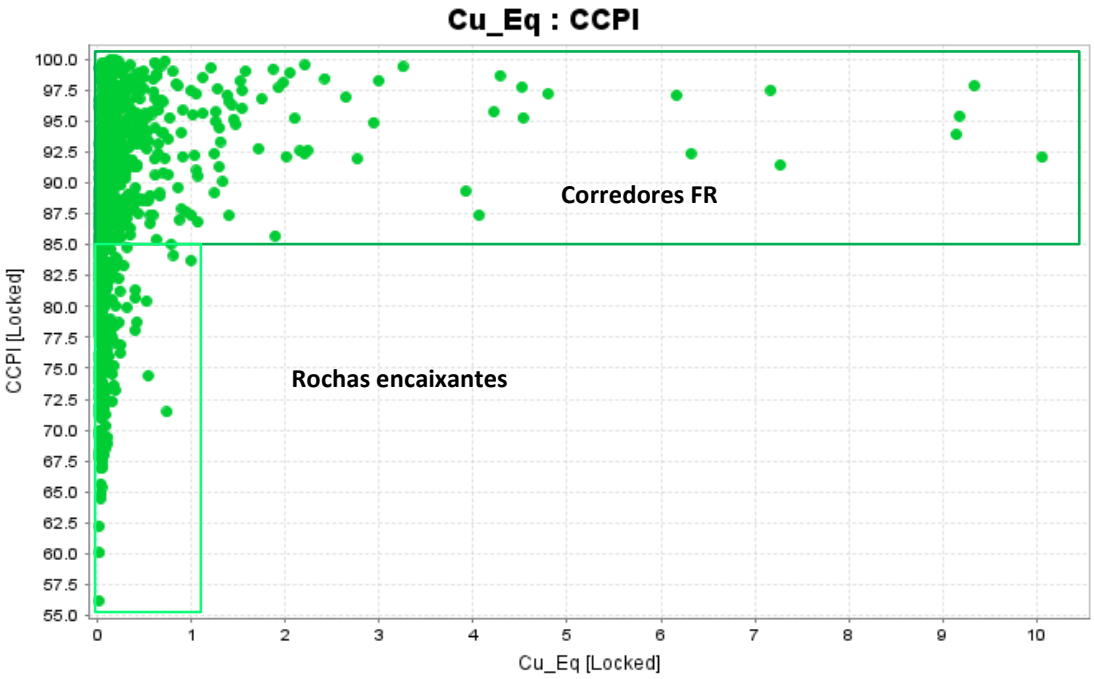


Figura 2.6 – Gráfico com a projeção dos valores de índice CCPI de Gemmel (2007) vs Cu_Eq (%) para as amostras de rochas iV.

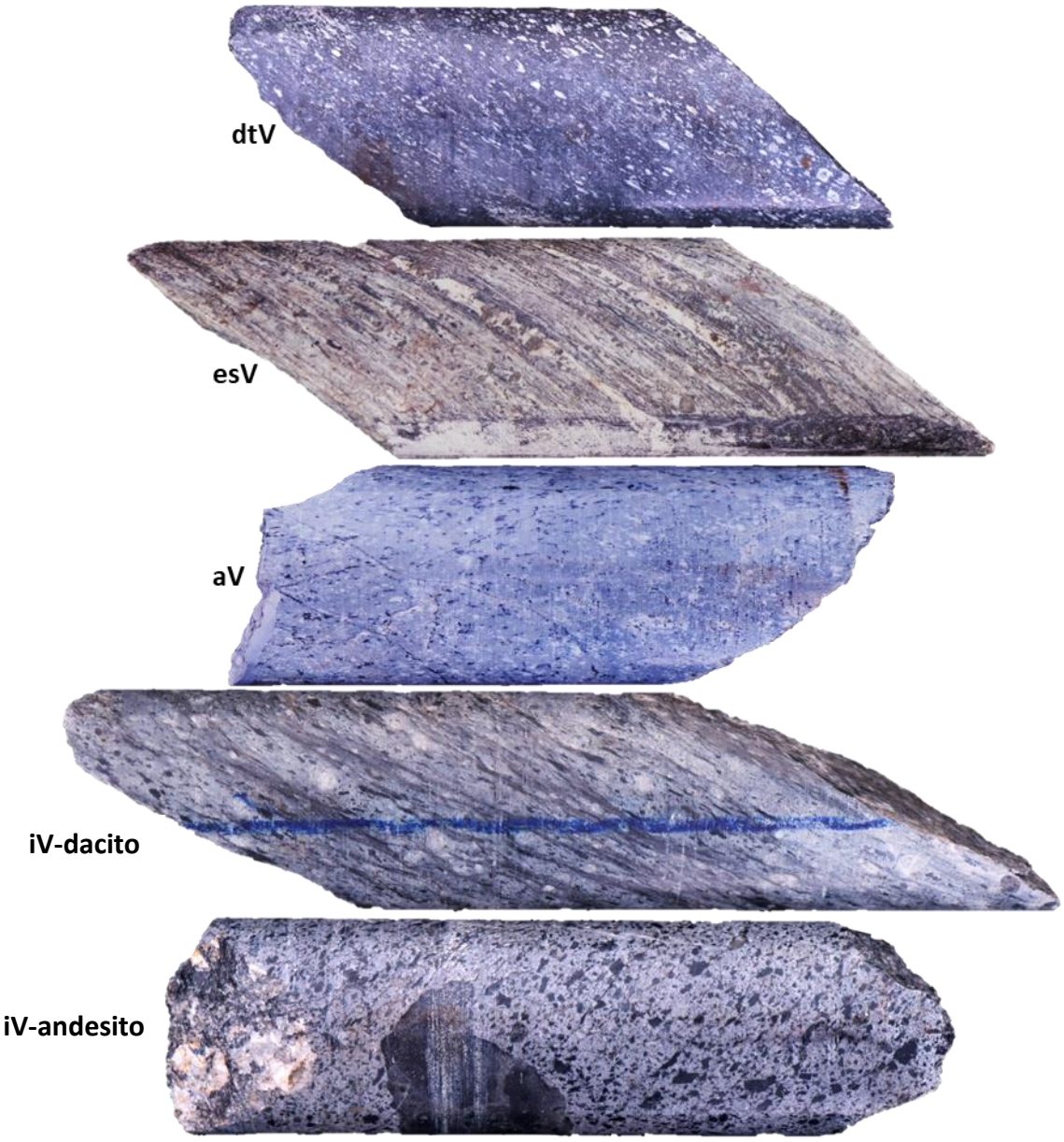


Figura 2.7 – Exemplos das litologias descritas para os setores Norte e Sul do projeto da Lagoa Salgada.

2.3 TIPO DE DEPÓSITO

O depósito da Lagoa Salgada, do ponto de vista metalogénico, pode ser considerado um depósito polimetálico do tipo *Vulcanogenic Massive Sulfide* (VMS). Estes depósitos surgem a partir da associação entre eventos vulcânicos com hidrotermalismo num ambiente do tipo submarino. Para além da deposição metálica neste tipo de ambientes surge também a formação de rochas vulcânicas derivadas diretamente do episódio vulcânico ou de rochas vulcano-sedimentares que se depositam no momento deste. Do ponto de vista geotectónico, a maioria dos VMS deposita-se nos fundos marinhos junto de cristas oceânicas em ambientes de arco vulcânico. Neste ambiente, a água do mar infiltra-se na crusta sendo aquecida pelo calor proveniente das câmaras magmáticas o que leva à criação de uma célula convectiva que permite que através da interação água/rocha exista a extração metais de rochas profundas por dissolução no meio aquoso. Posteriormente, com o fluxo gerado pela célula convectiva, a solução mineralizada é arrefecida devido à sua ascensão e contacto com a água do mar causando a precipitação de metais como o cobre, chumbo e zinco. Desta forma são criadas lentes de sulfuretos maciços que se depositam nos fundos marinhos devido à circulação de fluidos hidrotermais. Estes fluidos aquosos geralmente utilizam fragilidades nas rochas hospedeiras para a sua circulação, nomeadamente, planos de falha e outras anisotropias. Desta forma e devido à sua circulação, é de esperar que nas rochas hospedeiras existam grandes áreas onde se verificam eventos de alteração hidrotermal como é o caso da cloritização e sericitização. Este tipo de mineralização de uma forma geral deposita-se em bacias de arco vulcânico de segunda ou terceira ordem o que permite que sejam rapidamente cobertas por rochas de natureza vulcânica ou sedimentar garantindo a sua preservação.

De um ponto de vista geral os depósitos do tipo VMS ocorrem num conjunto de várias lentes ao longo de uma camada litoestratigráfica bem definida. Nesta, a zona de alteração hidrotermal permite identificar a extensão do depósito VMS uma vez que apesar da ocorrência em separado das várias lentes de sulfuretos maciços o halo de alteração pode ser continuo. Contudo, pode-se também verificar em alguns raros casos a deposição não aérea de sulfuretos em fragilidades sub-superficiais aonde se pode dar a substituição.

No caso do depósito da Lagoa Salgada, as várias sondagens intersectaram sulfuretos maciços no interior do CVS sendo este caracterizado pela alternância de um riodacito com feno-cristais de quartzo e feldspato e um riodacito com feno-cristais de quartzo intercalado com um arenito (Matos et al. 2000). Relativamente à verdadeira possança da sequência litoestratigráfica da Lagoa Salgada, esta é difícil de determinar uma vez que existem disrupções e repetições das unidades vulcanoclásticas devido à presença de falhas inversas.

2.4 MINERALIZAÇÃO - DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE MINERALIZAÇÃO

Como mencionado acima, a mineralização é diferente para cada setor do depósito da Lagoa Salgada apresentando distintas tipologias e modos de ocorrência, no entanto todos os domínios de mineralização são polimetálicos.

2.4.1 SETOR NORTE

O setor norte deste depósito apresenta quatro domínios de mineralização diferenciados, nomeadamente o *gossan* (Gos), os sulfuretos maciços de transição (tMS), os sulfuretos maciços primários (pMS) e a zona de *stringer* (str). A mineralização de *gossan* resulta de uma alteração supergénica dos sulfuretos maciços primários após uma intensa oxidação e meteorização, que ocorreu quando a mineralização primária foi exposta à paleosuperfície. O efeito deste processo foi enriquecimento em elementos menos móveis, como Au, Ag, Sn e Pb.

A zona de sulfuretos maciços de transição também é resultado de um processo supergénico. Nesta, alguns dos metais foram lixiviados das camadas oxidadas relativamente precipitando-se imediatamente abaixo em condições mais redutoras. Este domínio é particularmente rico em Cu, Pb e Ag. Tal, pode ser observado na Figura 2.8, onde um grupo de amostras (círculo verde) apresenta uma baixa razão Zn/Zn (Cu+Pb) e uma alta razão S/S+Fe.

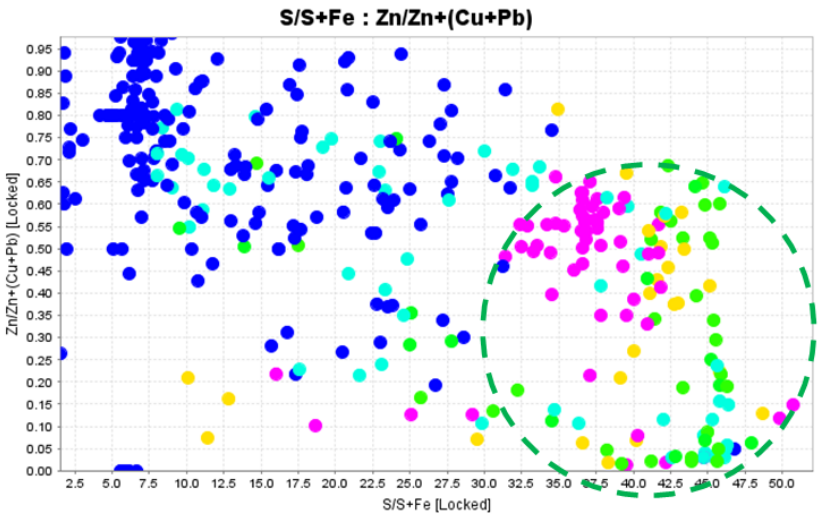


Figura 2.8 – Gráfico que demonstra as amostras de sulfuretos maciços de acordo com os ratios Zn/Zn (Cu+Pb) vs S/S+Fe.

Os sulfuretos maciços primários (pMS) resultam da extração de metais de rochas vulcânicas mais profundas, por meio da dissolução em soluções aquosas que resultam da interação entre água e rocha. Esses metais foram transportados e, posteriormente, devido ao arrefecimento, precipitando-se e criando lentes de sulfuretos maciços devido à circulação de fluidos hidrotermais. No caso de Lagoa Salgada, ocorrem metais como Cu, Pb, Zn, Sn, Ag e Au.

A zona de *Stringer* (Str) é caracterizada por uma mineralização polimetálica do tipo stockwork que ocorre em rochas vulcânicas intermédias a básicas, estes ocorrem na base dos sulfuretos maciços primários. Do ponto de vista metalogénico, estes foram os corredores que alimentaram as lentes de sulfuretos maciços. A Figura 2.9 mostra exemplos dos tipos de mineralização do setor norte. As figuras 2.10, 2.11 e 2.12 apresentam um mapa geológico de detalhe à cota -100 m, uma secção longitudinal e uma secção transversal respetivamente, onde é possível verificar os distintos domínios do setor Norte da Lagoa Salgada.

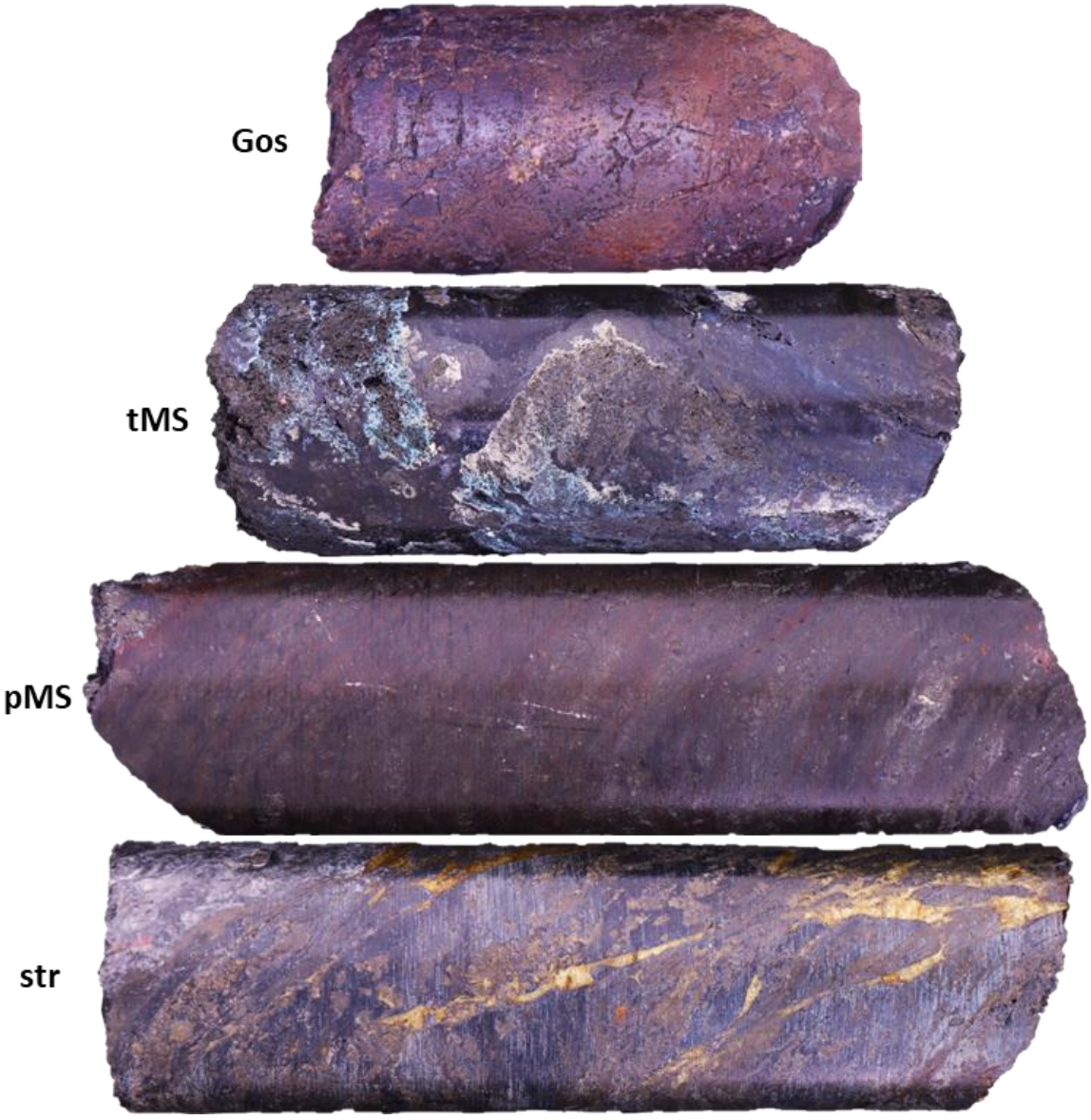


Figura 2.9 – Amostras de sondagem demonstrando os diferentes tipos de mineralização do setor Norte (Gos-gossan, tMS-sulfuretos maciços de transição, pMS sulfuretos maciços primários, str-stringer).

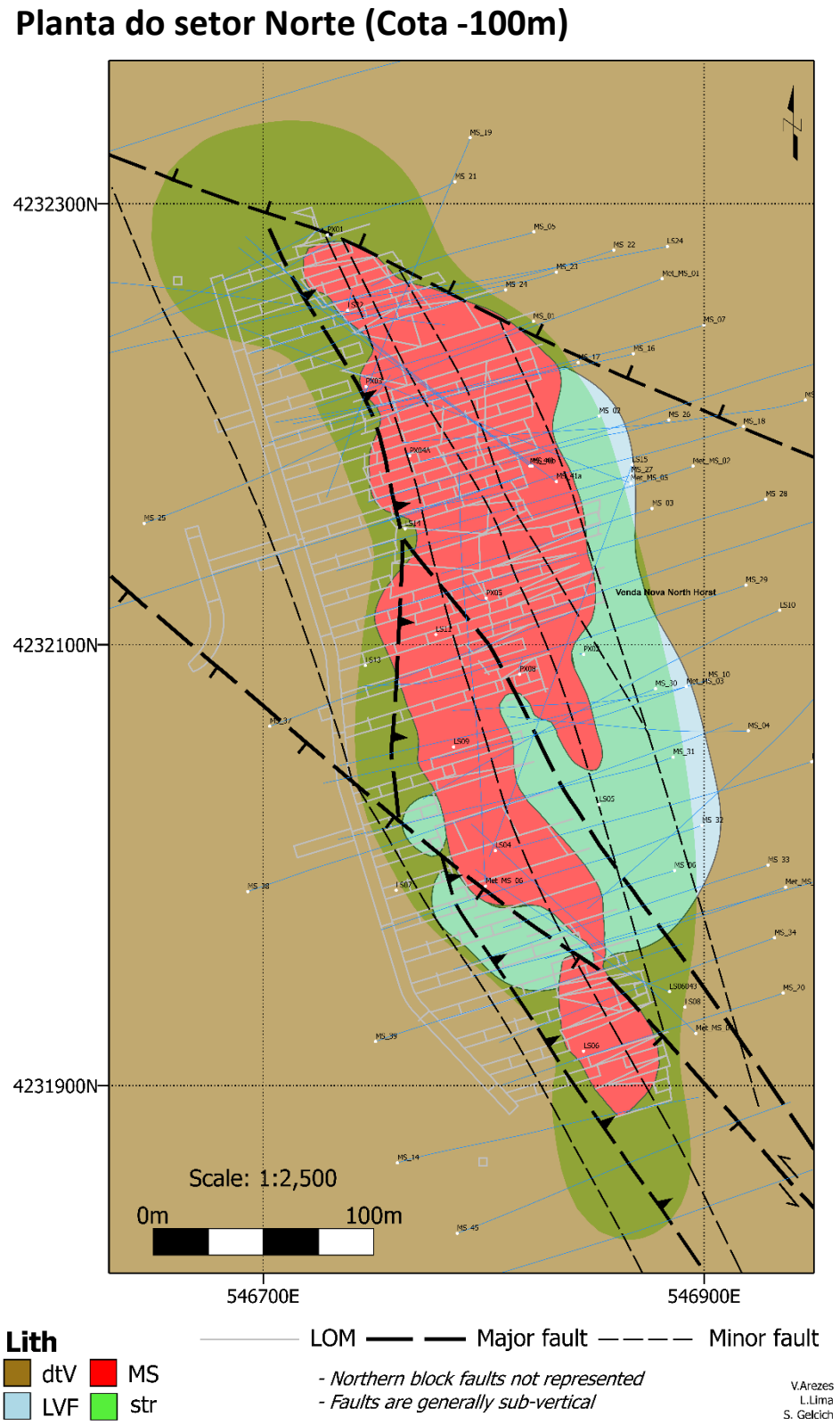


Figura 2.10 - Mapa Geológico à escala 1:2500 relativo ao setor Norte do depósito da Lagoa Salgada à cota de -100m. dtV- *dacitic tufitic Vulcanic*; LVF-*lower vulcanic formation*; MS- *massive sulfides*; str- stringer.

Secção Longitudinal do Setor Norte

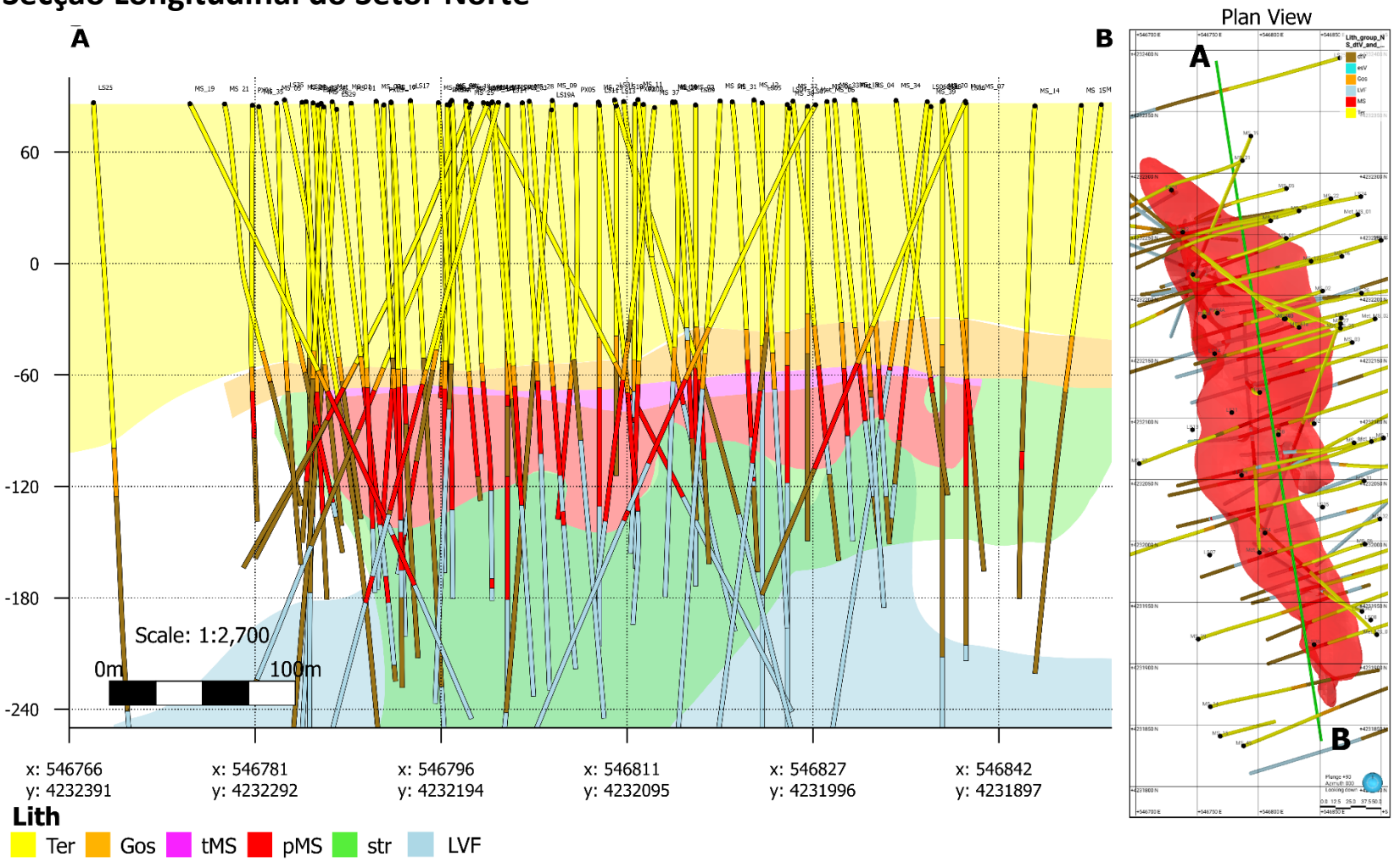


Figura 2.11 - Secção longitudinal à escala 1:2700 relativa ao setor Norte do depósito da Lagoa Salgada. Ter-cobertura sedimentar; Goss- Gossan; tMS-sulfuretos maciços de transição; pMS- sulfuretos maciços primários; str-stringer; LVF- *formação vulcânica de base.*

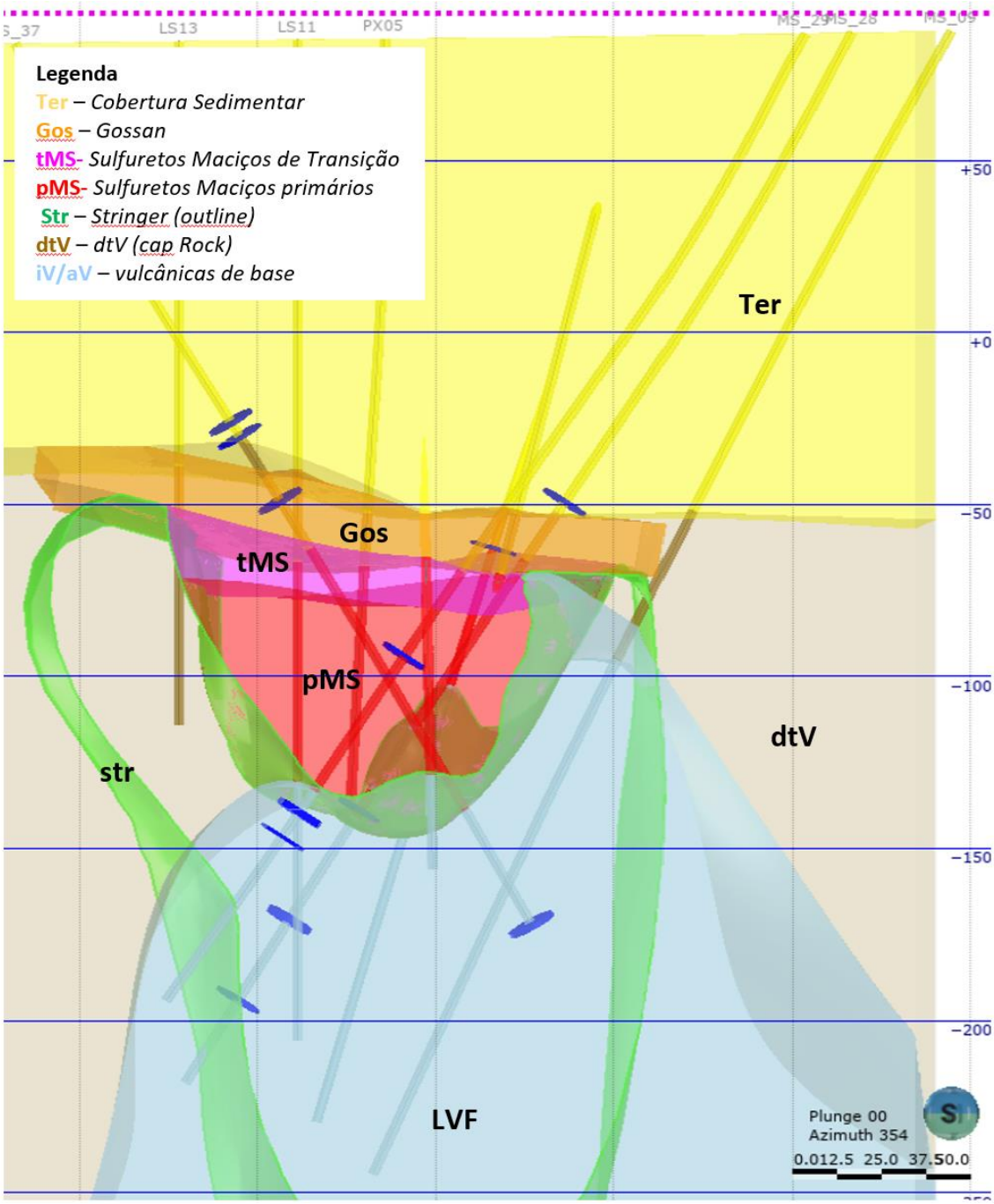


Figura 2.12 - Secção transversal relativa ao setor Norte do depósito da Lagoa Salgada. Ter- cobertura sedimentar; Goss- Gossan; tMS-sulfuretos maciços de transição; pMS- sulfuretos maciços primários; str-stringer; LVF- *formação vulcânica de base ;str- Stringe.*

2.4.2 SETOR SUL

O tipo de mineralização no setor Sul do depósito de Lagoa Salgada é distinta do setor Norte, apresentando esta dois domínios distintos: a zona de sulfuretos semi-maciços (sMS) e a zona de mineralização de fissuras remobilizadas (FR). Uma imagem dos domínios de mineralização do setor sul é mostrada na Figura 2.13.

O primeiro tipo mineralização, o sMS, está apenas presente nas litologias do tipo *esV*, sendo caracterizada por sulfuretos semi-maciços com uma composição na sua maioria pirítica intercalada com rochas vulcânicas. Acredita-se que a litologia *esV* possa ser o equivalente lateral dos sulfuretos maciços do setor norte, representando uma fácies distal relacionada aos sulfuretos maciços vulcanogénicos. Ambas as unidades foram empacotadas tectonicamente em lentes subverticais durante a fase mais recente de deformação.

O segundo tipo de mineralização no setor sul é a mineralização do tipo remobilização fissural (FR). Essa ocorrência polimetálica está encaixada em rochas vulcânicas intermédias (*iV*), com os corredores de mineralização seguindo uma tendência principal com um azimute que varia entre 140° a 160° e inclinação entre 70° a 85° para o nordeste. Neste setor e para este domínio foram definidos três corredores principais todos com inclinação para nordeste, no entanto estes apresentam alguma tendência para abrir em direção a norte, indicando possível inclinação litoestratigráfica e nos eixos do sistema isoclinal de 2ª ordem para norte (Figura 2.14).

Um fato importante a ser destacado acerca do domínio FR é o de que as rochas encaixantes dos três corredores mineralizados apresentam ainda mineralização de menor teor, porém marginalmente económica. Os três corredores representam zonas de teores mais elevados dentro de um envelope mais amplo de rochas mineralizadas do tipo iV. O domínio FR é polimetálico, contendo cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb) e prata (Ag), porém o cobre (na sua forma de calcopirite) e o zinco (na forma de esfalerite) são predominantes. Do ponto de vista metalogénico, a ocorrência dessa mineralização sucedeu por meio de uma percolação pós-orogénica de fluidos mineralizados que induziu uma alteração hidrotermal epigenética nas rochas do tipo iV. Tal é ilustrado, na Figura 2.6, acima, tendo este sido um dos principais critérios para a definição dos corredores de mineralização, uma vez que todas as amostras dos corredores mineralizados possuem um índice CCPI acima de 85. Este tipo de mineralização, embora partilhe similitudes, distingue-se do *stringer* mais clássico, como o que temos a Norte, pela muito menor quantidade de ganga pirítica, maior componente carbonatada (chegando inclusive a ocorrerem *calaminas*), não remobilização de metais como o estanho (bastante presente no setor norte) e por terem relações de corte claramente incisivas com os típicos veios pós Variscos sub-horizontais de quartzo (ver amostras A e B da Figura 2.12). As figuras 2.15 e 2.16 apresentam um mapa geológico de detalhe à cota -100 m e um perfil transversal respetivamente, onde é possível verificar os distintos domínios do setor Sul da Lagoa Salgada.

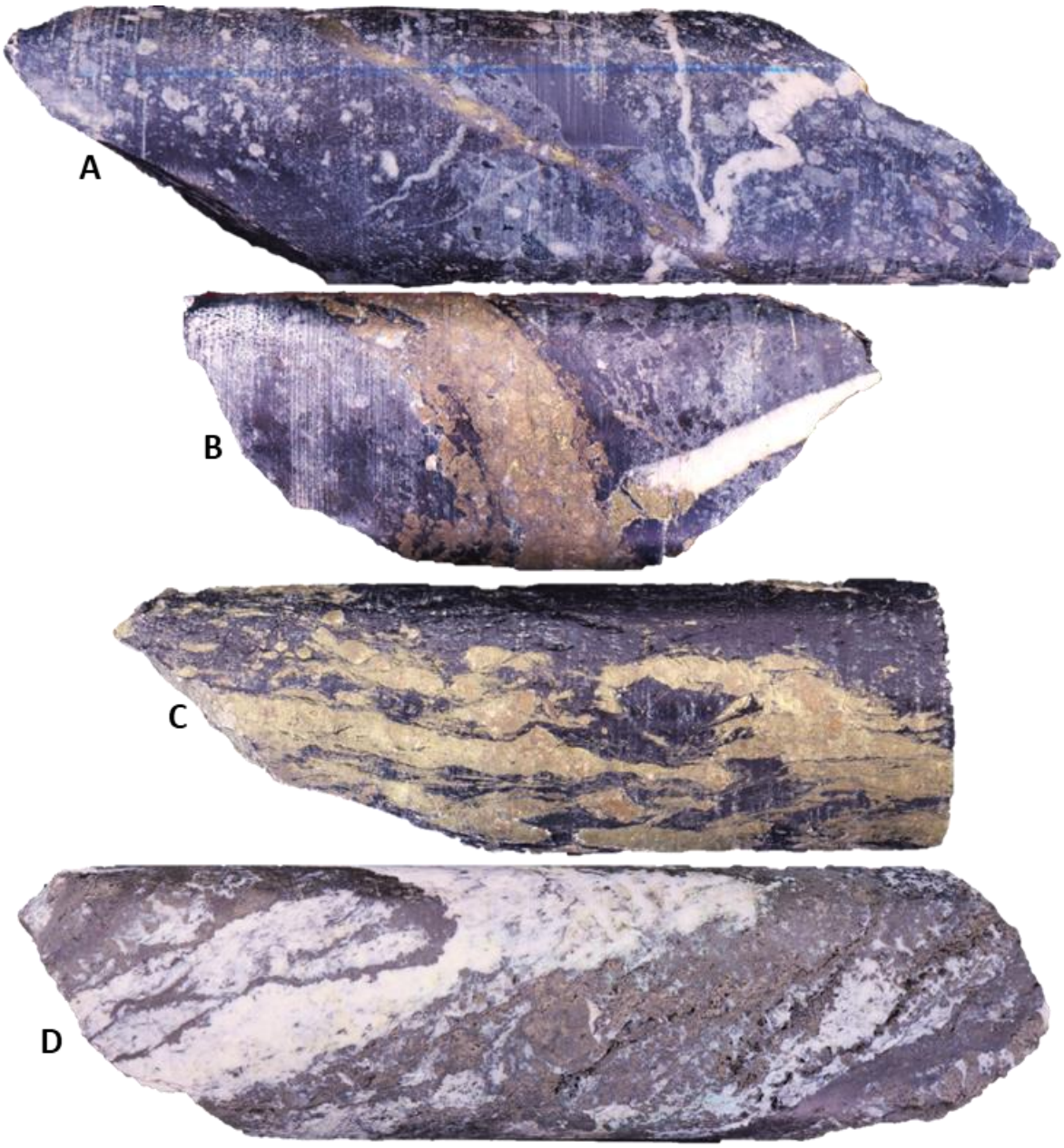


Figura 2.13 – Amostras de sondagem demonstrando os diferentes tipos de mineralização do setor

A e B- mineralização do tipo FR a intersectar veios de quartzo pós-orogénico, C-mineralização do tipo FR a intersectar a foliação das rochas do tipo iV, D- Exemplo de um corredor do tipo sMS com um alto teor em Cu e Au.

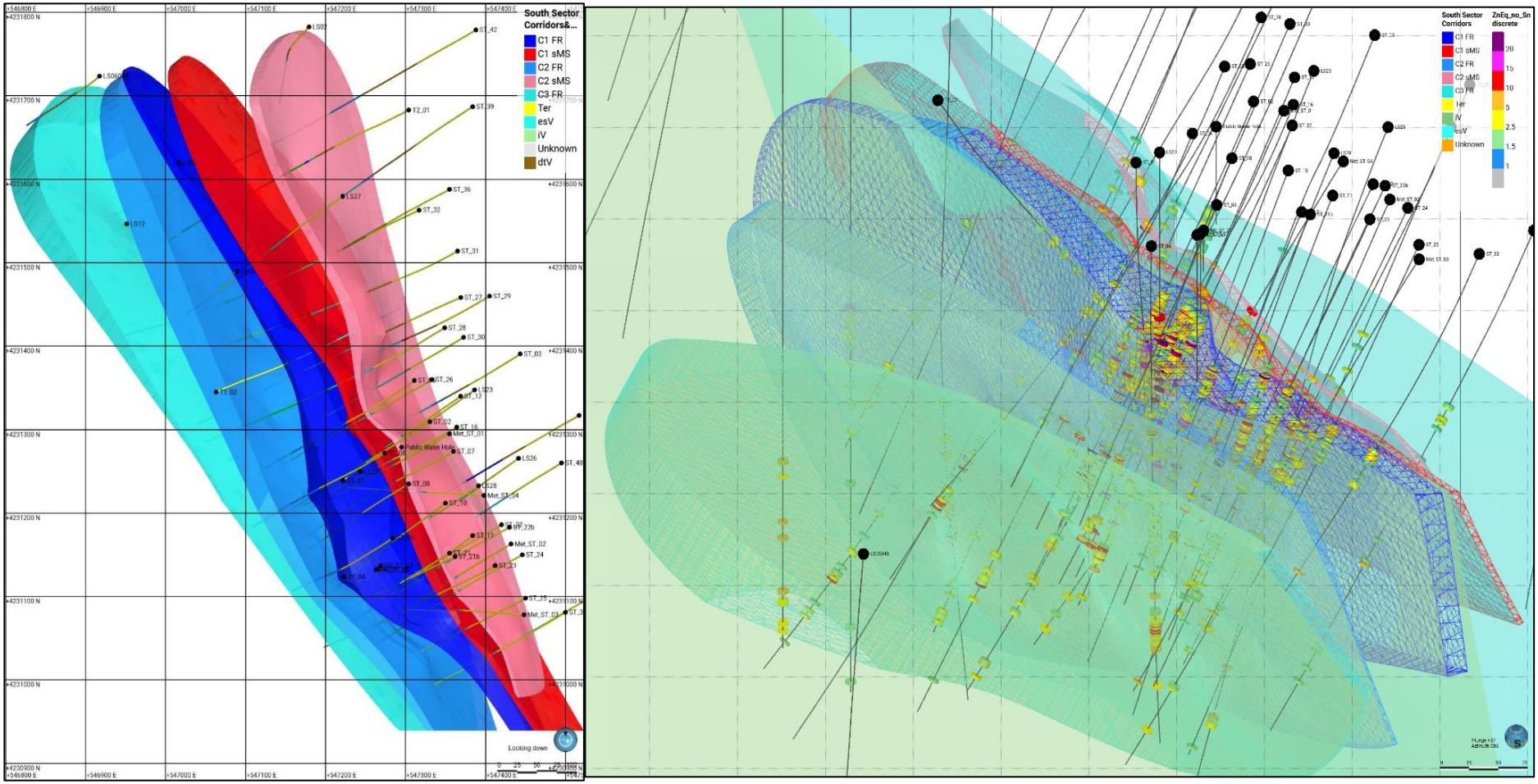


Figura 2.14 – A – Vista em planta do setor Sul do depósito da Lagoa Salgada com todos os corredores de mineralização, B- Vista de sul do setor Sul da Lagoa Salgada com as rochas encaixantes da mineralização esV e iV

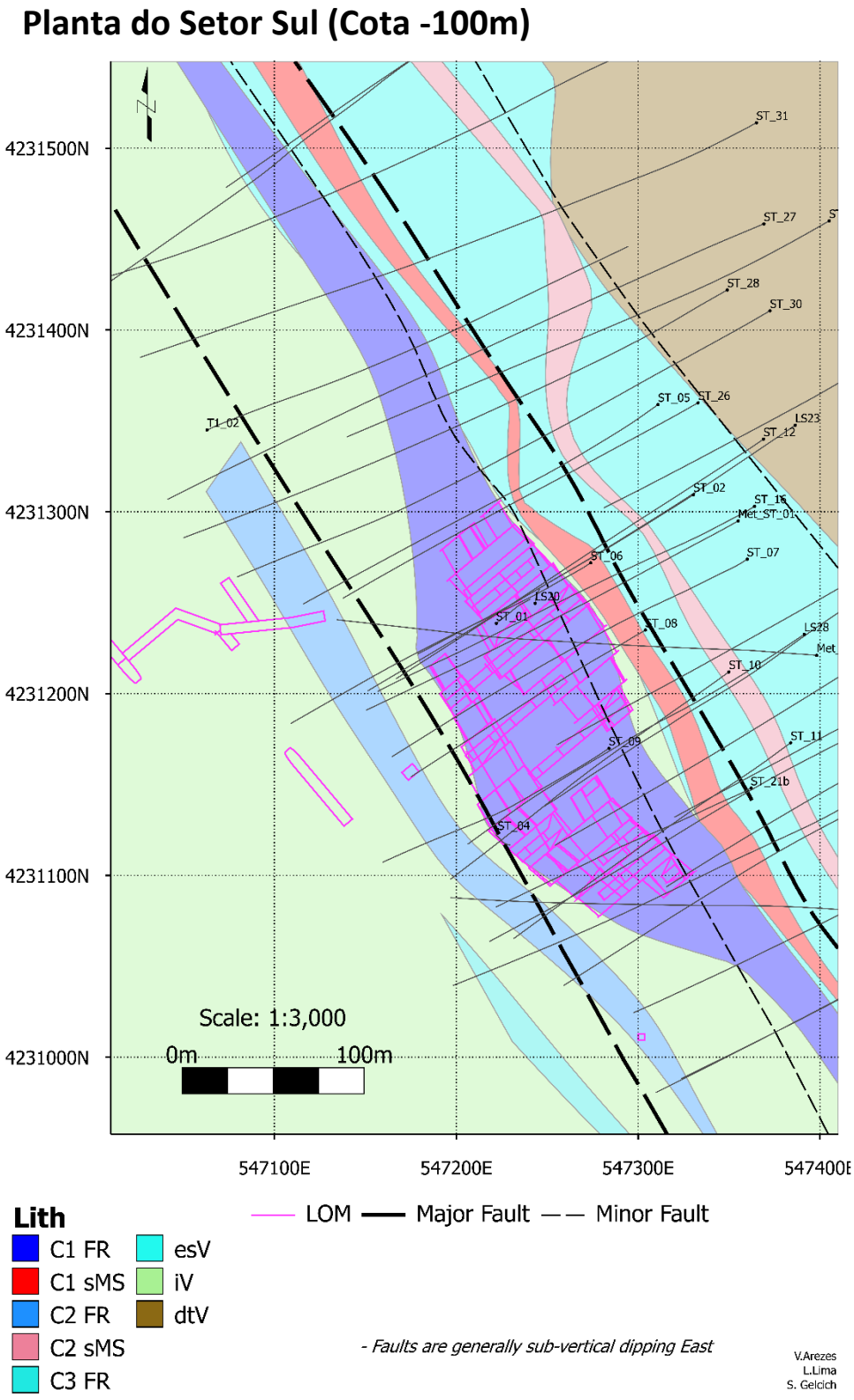


Figura 2.15 - Mapa Geológico à escala 1:3000 relativo ao setor Sul do depósito da Lagoa Salgada à cota de -100m. dtV- *Vulcânicas dacíticas tufíticas*; iV-*vulcânicas intermédias*; esV- *Vulcânicas exalativa sedimentares.*

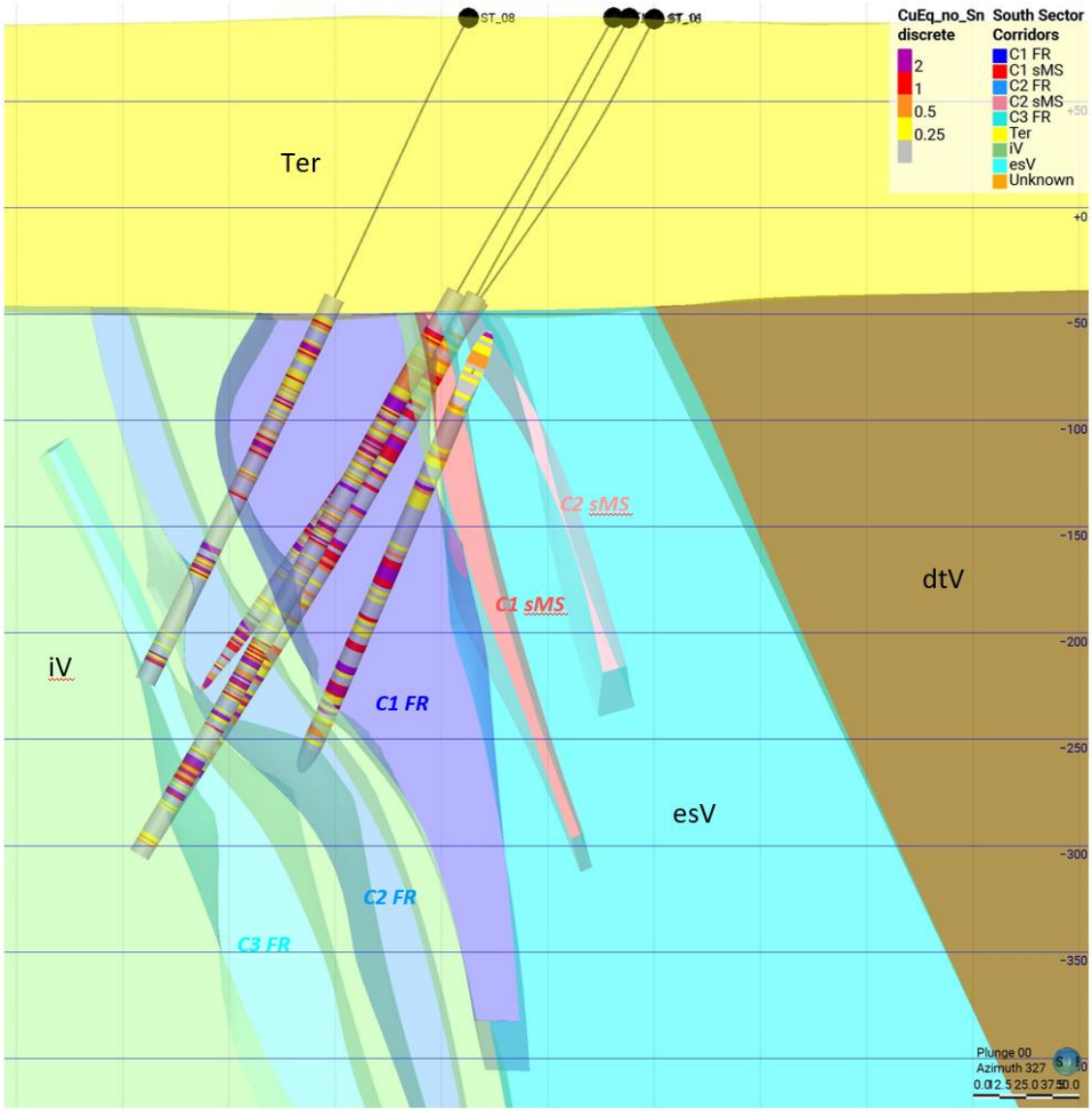


Figura 2.16 - Secção transversal relativa ao setor Sul do depósito da Lagoa Salgada. Ter- cobertura sedimentar; dtV- *Vulcânicas dacíticas tufíticas*; iV-*vulcânicas intermédias*; esV- *Vulcânicas exalativa sedimentares.*

Uma estatística geral relativa às várias fases litológicas e domínios mineralizados do depósito Norte e Sul da Lagoa Salgada pode ser observada na tabela 2.1 e 2.2 respetivamente.

Tabela 2.1 - Estatística geral relativa aos principais elementos de interesse das distintas fases litológicas presentes no depósito da Lagoa Salgada.

Vulcânicas Ácidas (aV)													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	1405	0.20	91.00	2781.20	1.98	0.50	0.50	0.88	90.80	1.50	4.22	17.79	213.10
Au (ppm)	1405	0.00	0.21	24.78	0.02	0.01	0.01	0.00	0.21	0.02	0.02	0.00	140.89
Fe (%)	1074	2.02	34.50	8728.04	8.13	6.80	NaN	7.11	32.48	5.75	4.52	20.42	55.60
Cu (%)	1405	0.00	1.27	40.47	0.03	0.00	0.00	0.00	1.27	0.01	0.09	0.01	322.28
Pb (%)	1405	0.00	1.63	54.95	0.04	0.01	0.01	0.00	1.63	0.02	0.11	0.01	276.66
Zn (%)	1405	0.00	3.13	188.80	0.13	0.04	0.01	0.00	3.13	0.14	0.26	0.07	192.65
Sn (%)	575	0.01	0.32	7.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.32	0.01	0.02	0.00	157.87
Cu Eq (%)	575	0.08	5.12	281.03	0.49	0.22	0.15	0.28	5.04	0.33	0.72	0.52	147.27
As (%)	1074	0.00	1.60	41.22	0.04	0.01	0.01	0.00	1.60	0.02	0.10	0.01	264.29
Hg (ppm)	1074	4.00	108.00	8581.00	7.99	4.00	4.00	5.72	104.00	4.00	10.16	103.32	127.22
Cd (%)	588	0.00	0.01	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	374.26
Sb (%)	1074	0.00	0.52	7.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.52	0.01	0.02	0.00	335.30
V (ppm)	46	58.00	162.00	5083.00	110.50	113.50	NaN	107.89	104.00	36.50	23.93	572.70	21.66
Se (ppm)	46	0.50	20.00	117.50	2.55	1.00	1.00	1.50	19.50	2.13	3.47	12.01	135.69
In (ppm)	46	0.02	3.02	13.09	0.28	0.08	NaN	0.11	3.00	0.18	0.55	0.31	194.30

Vulcânicas Intermédias (iV)													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	2751	0.10	140.00	7499.80	2.73	1.00	0.50	1.15	139.90	1.50	6.82	46.55	250.27
Au (ppm)	2752	0.00	7.11	83.74	0.03	0.01	0.01	0.00	7.11	0.02	0.22	0.05	712.56
Fe (%)	2634	2.25	38.20	17905.02	6.80	5.46	4.26	6.01	35.95	4.05	3.92	15.37	57.68
Cu (%)	2742	0.00	7.78	214.61	0.08	0.01	0.00	0.00	7.78	0.03	0.32	0.10	404.54
Pb (%)	2742	0.00	4.38	230.83	0.08	0.02	0.00	0.00	4.38	0.07	0.23	0.05	277.45
Zn (%)	2742	0.00	4.91	488.42	0.18	0.04	0.01	0.05	4.91	0.16	0.39	0.15	219.53
Sn (%)	1098	0.01	0.15	14.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.15	0.01	0.01	0.00	113.63
Cu Eq (%)	674	0.08	11.00	341.71	0.51	0.25	0.09	0.30	10.92	0.40	0.85	0.73	168.57
As (%)	2634	0.00	1.15	39.22	0.01	0.00	0.00	0.00	1.15	0.01	0.05	0.00	360.02
Hg (ppm)	2634	4.00	60.00	15686.00	5.96	4.00	4.00	4.99	56.00	0.00	5.33	28.43	89.53
Cd (%)	1395	0.00	0.03	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	172.39
Sb (%)	2634	0.00	0.30	15.88	0.01	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.02	0.00	321.00
V (ppm)	1257	15.00	435.00	99828.00	79.42	77.00	73.00	75.78	420.00	23.00	25.42	646.03	32.00
Se (ppm)	1257	0.50	168.00	12548.00	9.98	4.00	2.00	4.45	167.50	7.00	17.44	304.17	174.71
In (ppm)	1257	0.01	49.40	1331.13	1.06	0.25	0.09	0.33	49.39	0.75	2.83	7.99	266.95

Vulcânicas Dacíticas Tufíticas (dtV)													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	1392	0.20	88.00	2754.50	1.98	0.50	0.50	0.90	87.80	1.25	4.65	21.58	234.76
Au (ppm)	1392	0.00	0.71	38.45	0.03	0.01	0.01	0.00	0.71	0.02	0.06	0.00	202.62
Fe (%)	1277	0.89	30.40	7624.31	5.97	5.46	5.45	5.40	29.51	2.53	3.15	9.93	52.77
Cu (%)	1392	0.00	2.14	13.30	0.01	0.00	0.00	0.00	2.14	0.01	0.07	0.01	748.15
Pb (%)	1392	0.00	1.37	62.64	0.04	0.01	0.01	0.00	1.37	0.02	0.13	0.02	282.75
Zn (%)	1392	0.00	3.02	231.63	0.17	0.03	0.01	0.00	3.02	0.17	0.31	0.10	187.77
Sn (%)	1003	0.01	0.28	11.30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.28	0.00	0.01	0.00	109.26
Cu Eq (%)	945	0.08	8.32	462.82	0.49	0.28	0.15	0.32	8.23	0.47	0.61	0.37	124.45
As (%)	1277	0.00	2.02	72.34	0.06	0.01	0.00	0.00	2.02	0.04	0.14	0.02	251.17
Hg (ppm)	1277	4.00	624.00	31948.00	25.02	8.00	4.00	10.94	620.00	22.00	51.35	2636.57	205.24
Cd (%)	961	0.00	0.05	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	333.65
Sb (%)	1277	0.00	0.19	7.30	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	0.01	0.01	0.00	178.38
V (ppm)	433	30.00	460.00	65601.00	151.50	134.00	123.00	143.14	430.00	41.50	58.55	3428.12	38.65
Se (ppm)	433	0.50	189.00	2154.00	4.97	1.00	1.00	1.61	188.50	1.00	13.94	194.20	280.14
In (ppm)	433	0.01	32.10	311.15	0.72	0.07	NaN	0.10	32.09	0.02	3.12	9.71	433.74

Vulcânicas Exalativas Sedimentares (esV)													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	859	0.40	47.00	2810.90	3.27	2.00	0.50	1.81	46.60	3.50	4.49	20.17	137.23
Au (ppm)	859	0.00	1.23	37.05	0.04	0.02	0.01	0.00	1.23	0.03	0.09	0.01	218.67
Fe (%)	841	1.27	41.30	10131.69	12.05	10.65	NaN	10.52	40.03	6.55	6.64	44.13	55.14
Cu (%)	858	0.00	2.83	92.23	0.11	0.05	0.00	0.00	2.83	0.11	0.19	0.04	176.68
Pb (%)	858	0.00	0.47	22.81	0.03	0.01	0.00	0.00	0.47	0.02	0.05	0.00	195.51
Zn (%)	858	0.00	2.81	105.64	0.12	0.05	0.01	0.00	2.81	0.11	0.24	0.06	192.92
Sn (%)	278	0.01	0.07	3.68	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.00	0.01	0.00	81.43
Cu Eq (%)	199	0.10	4.23	138.02	0.69	0.44	NaN	0.48	4.13	0.66	0.68	0.46	97.77
As (%)	841	0.00	0.96	48.84	0.06	0.03	0.00	0.03	0.96	0.05	0.09	0.01	154.59
Hg (ppm)	841	4.00	194.00	8273.00	9.84	4.00	4.00	6.61	190.00	7.00	14.86	220.77	151.04
Cd (%)	522	0.00	0.03	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	174.15
Sb (%)	841	0.00	1.01	27.44	0.03	0.01	0.00	0.01	1.01	0.04	0.06	0.00	179.64
V (ppm)	624	7.00	518.00	50259.00	80.54	76.00	NaN	73.12	511.00	32.00	41.24	1700.63	51.20
Se (ppm)	623	0.50	97.00	7742.00	12.43	7.00	1.00	6.25	96.50	14.00	15.78	248.89	126.95
In (ppm)	624	0.04	328.00	1547.22	2.48	0.99	NaN	0.87	327.96	2.08	13.70	187.61	552.41

Tabela 2.2 - Estatística geral relativa aos principais elementos de interesse dos distintos domínios mineralizados presentes no depósito da Lagoa Salgada.

Depósito Norte													
Gossan													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	993	0.20	1917.00	33380.50	33.62	5.00	0.50	5.74	1916.80	18.00	107.33	11518.89	319.27
Au (ppm)	993	0.00	54.20	690.73	0.70	0.07	0.01	0.00	54.20	0.35	2.82	7.96	405.69
Fe (%)	790	1.16	64.20	20774.97	26.30	22.70	28.50	19.63	63.04	30.20	17.43	303.68	66.27
Cu (%)	993	0.00	5.94	93.29	0.09	0.03	0.01	0.00	5.94	0.07	0.27	0.07	284.87
Pb (%)	993	0.00	38.87	1905.12	1.92	0.41	0.01	0.00	38.87	1.71	3.90	15.19	203.15
Zn (%)	993	0.02	6.35	486.10	0.49	0.35	0.18	0.35	6.33	0.38	0.49	0.24	100.17
Sn (%)	750	0.01	4.00	126.12	0.17	0.01	0.01	0.04	4.00	0.17	0.38	0.14	224.25
Zn Eq (%)	717	0.22	172.05	4697.12	6.55	2.10	0.65	2.61	171.83	6.66	12.30	151.22	187.71
As (%)	790	0.02	7.25	739.21	0.94	0.69	0.05	0.57	7.23	0.94	0.97	0.95	104.20
Hg (ppm)	790	4.00	4410.00	61870.00	78.32	8.00	4.00	13.14	4406.00	22.25	272.82	74428.57	348.35
Cd (%)	711	0.00	0.02	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	360.26
Sb (%)	790	0.00	0.64	81.98	0.10	0.07	0.01	0.00	0.64	0.15	0.11	0.01	107.87
V (ppm)	106	40.00	10000.00	133342.00	1257.94	471.00	NaN	689.16	9960.00	1566.25	1638.66	2685196.07	130.26
Se (ppm)	106	2.00	661.00	8648.00	81.58	32.00	3.00	29.62	659.00	100.25	117.92	13906.09	144.54
In (ppm)	106	0.04	39.30	967.70	9.13	5.98	NaN	3.07	39.26	10.61	9.77	95.51	107.05

Sulfuretos Maciços de Transição													
	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	315	0.50	736.00	29957.50	95.10	59.00	3.00	44.71	735.50	108.80	114.97	13219.16	120.89
Au (ppm)	315	0.00	14.30	323.62	1.03	0.50	0.07	0.00	14.30	1.20	1.57	2.48	153.23
Fe (%)	215	1.57	50.90	6388.61	29.71	36.00	NaN	23.17	49.33	23.50	14.71	216.44	49.51
Cu (%)	315	0.00	8.93	311.88	0.99	0.54	0.01	0.00	8.93	1.14	1.28	1.64	129.16
Pb (%)	315	0.06	22.10	681.82	2.16	1.17	0.28	1.07	22.04	2.02	2.95	8.68	136.09
Zn (%)	315	0.01	28.08	113.19	0.36	0.09	0.05	0.12	28.07	0.16	1.66	2.75	461.82
Sn (%)	215	0.01	1.51	35.05	0.16	0.13	0.01	0.08	1.50	0.21	0.19	0.03	114.50
Zn Eq (%)	205	0.24	64.62	2419.38	11.80	10.53	7.31	7.38	64.38	14.39	9.58	91.80	81.18
As (%)	215	0.02	9.00	76.24	0.35	0.20	NaN	0.21	8.98	0.20	0.74	0.55	209.42
Hg (ppm)	215	4.00	4730.00	123217.00	573.10	413.00	4.00	290.32	4726.00	664.00	632.90	400558.22	110.43
Cd (%)	213	0.00	0.05	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	284.64
Sb (%)	215	0.00	0.31	11.23	0.05	0.04	0.02	0.00	0.31	0.04	0.05	0.00	99.39
V (ppm)	23	1.00	1235.00	5317.00	231.17	79.00	NaN	73.76	1234.00	329.00	309.56	95830.42	133.91
Se (ppm)	23	24.00	326.00	3079.00	133.87	112.00	NaN	103.02	302.00	172.00	92.68	8589.66	69.23
In (ppm)	23	0.61	17.20	116.61	5.07	2.72	NaN	2.84	16.59	4.95	5.65	31.94	111.47

Sulfuretos Maciços Primários

	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	2129	0.50	818.00	130936.50	61.50	40.00	10.00	37.03	817.50	60.00	65.53	4294.06	106.55
Au (ppm)	2132	0.00	9.54	1387.34	0.65	0.30	0.00	0.00	9.54	0.78	0.87	0.75	133.11
Fe (%)	1621	0.89	47.80	52127.70	32.16	36.30	41.00	28.42	46.91	15.45	11.86	140.63	36.88
Cu (%)	2132	0.00	16.60	740.81	0.35	0.27	0.27	0.00	16.60	0.16	0.69	0.47	197.91
Pb (%)	2132	0.00	19.29	5382.72	2.52	1.19	0.13	0.91	19.29	3.67	3.05	9.32	120.89
Zn (%)	1586	0.01	2.50	219.10	0.14	0.11	0.01	0.08	2.50	0.15	0.15	0.02	105.50
Sn (%)	2132	0.01	22.40	7165.58	3.36	2.05	0.03	1.41	22.39	4.68	3.54	12.54	105.34
Zn Eq (%)	1502	0.10	55.81	16813.60	11.19	8.31	27.91	7.18	55.71	12.86	9.31	86.70	83.18
As (%)	1621	0.00	10.20	2453.31	1.51	1.10	0.17	0.84	10.20	1.81	1.45	2.11	96.01
Hg (ppm)	1621	4.00	2490.00	709151.00	437.48	335.00	4.00	219.42	2486.00	616.50	387.45	150114.87	88.56
Cd (%)	1574	0.00	0.10	34.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.10	0.02	0.02	0.00	78.59
Sb (%)	1621	0.00	0.88	130.46	0.08	0.06	0.01	0.00	0.88	0.08	0.08	0.01	95.38
V (ppm)	203	0.50	796.00	12914.00	63.62	13.00	5.00	16.16	795.50	36.00	129.69	16820.77	203.87
Se (ppm)	203	2.00	586.00	19557.00	96.34	73.00	NaN	71.98	584.00	93.00	77.24	5965.70	80.17
In (ppm)	203	0.03	90.70	2694.64	13.27	10.30	NaN	9.26	90.67	12.38	11.22	125.88	84.52

Stringer

	Contagem	Mínimo	Máximo	Soma	Média	Mediana	Moda	Média Geométrica	Intervalo	Intervalo Interquartil	Desvião Padrão	Variância	Coeficiente de Variação %
Ag (ppm)	3142	0.20	212.00	25915.10	8.25	4.00	0.50	3.48	211.80	9.00	13.65	186.34	165.50
Au (ppm)	3142	0.00	4.08	193.79	0.06	0.02	0.01	0.00	4.08	0.05	0.15	0.02	244.51
Fe (%)	2867	1.78	45.20	36232.94	12.64	10.05	10.05	10.71	43.42	9.26	7.77	60.42	61.51
Cu (%)	3142	0.00	7.61	419.58	0.13	0.03	0.01	0.00	7.61	0.13	0.33	0.11	246.84
Pb (%)	3142	0.00	4.53	434.18	0.14	0.05	0.01	0.00	4.53	0.12	0.31	0.10	224.48
Zn (%)	3142	0.00	10.75	1544.88	0.49	0.26	0.01	0.00	10.75	0.58	0.67	0.45	136.93
Sn (%)	2595	0.01	2.24	69.03	0.03	0.01	0.01	0.01	2.24	0.02	0.08	0.01	313.07
Zn Eq (%)	2513	0.08	31.19	3944.16	1.57	0.90	NaN	0.85	31.11	1.55	2.20	4.85	140.29
As (%)	2867	0.00	4.69	532.51	0.19	0.05	0.01	0.00	4.69	0.15	0.39	0.15	208.18
Hg (ppm)	2867	4.00	1065.00	97404.00	33.97	10.00	4.00	12.95	1061.00	27.00	71.57	5122.11	210.66
Cd (%)	2167	0.00	0.07	5.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	207.90
Sb (%)	2867	0.00	0.57	38.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.57	0.01	0.03	0.00	216.35
V (ppm)	285	11.00	423.00	32226.00	113.07	114.00	NaN	106.20	412.00	36.00	41.98	1762.55	37.13
Se (ppm)	285	1.00	233.00	6855.00	24.05	6.00	2.00	7.87	232.00	31.50	36.13	1305.54	150.22
In (ppm)	285	0.00	125.50	1237.73	4.34	1.31	NaN	1.00	125.50	5.09	9.89	97.86	227.78

Depósito Sul													
Remobilização Fissural													
	Contagem	**Mínimo**	**Máximo**	**Soma**	**Média**	**Mediana**	**Moda**	**Média Geométrica**	**Intervalo**	**Intervalo Interquartil**	**Desvião Padrão**	**Variância**	**Coeficiente de Variação %**
Ag (ppm)	3051	0.10	405.80	27951.60	9.16	2.00	0.50	2.43	405.70	6.50	22.22	493.82	242.56
Au (ppm)	3051	0.00	2.33	122.21	0.04	0.02	0.01	0.00	2.33	0.03	0.08	0.01	200.82
Fe (%)	2956	2.19	31.10	25893.39	8.76	7.64	NaN	7.89	28.91	5.25	4.27	18.23	48.74
Cu (%)	3051	0.00	15.54	687.79	0.23	0.03	0.00	0.00	15.54	0.14	0.68	0.46	301.71
Pb (%)	3051	0.00	24.70	1587.51	0.52	0.12	0.01	0.00	24.70	0.43	1.23	1.51	236.24
Zn (%)	3051	0.00	16.55	2860.67	0.94	0.31	0.03	0.30	16.55	0.81	1.72	2.95	183.06
Sn (%)	1002	0.01	0.38	15.15	0.02	0.01	0.01	0.01	0.38	0.02	0.02	0.00	146.73
Cu Eq (%)	3051	0.01	21.01	2471.82	0.81	0.24	0.02	0.26	21.00	0.65	1.63	2.67	201.56
As (%)	2956	0.00	2.01	37.75	0.01	0.01	0.00	0.00	2.01	0.01	0.04	0.00	341.05
Hg (ppm)	2956	4.00	232.00	35249.00	11.92	4.00	4.00	6.96	228.00	8.00	20.11	404.60	168.68
Cd (%)	1653	0.00	0.14	12.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	0.01	0.01	0.00	154.42
Sb (%)	2956	0.00	0.32	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.01	0.00	253.08
V (ppm)	274	27.00	184.00	23299.00	85.03	81.00	69.00	81.45	157.00	29.00	25.52	651.29	30.01
Se (ppm)	274	0.50	341.00	5822.00	21.25	7.00	2.00	7.78	340.50	19.00	37.92	1438.08	178.47
In (ppm)	274	0.00	38.10	568.03	2.07	0.52	NaN	0.50	38.10	1.57	4.74	22.47	228.67

2.5 PROSPEÇÃO E PESQUISA

2.5.1 PROSPEÇÃO HISTÓRICA

2.5.1.1 DESCOBERTA INICIAL, 1992

Em 1992, o depósito da Lagoa Salgada foi descoberto por uma equipa de prospeção geológica do governo português, conhecida como Serviço de Fomento Mineiro (SFM). Atualmente, o SFM foi incorporado no Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Entre 1992 e 1993 foram realizados 17 furos de sondagem na propriedade e em torno da mesma, num total de 7.588 metros (m); LS-01 a LS-17.

O depósito é completamente coberto por uma espessa sequência de rocha sedimentar com uma espessura média de 135 m; a descoberta foi feita através de testes de sondagem diamantada numa uma anomalia geofísica gravítica.

2.5.1.2 RIO TINTO ZINC, 1994-2000

Em 1994, a propriedade foi atribuída a um consórcio mineiro composto pela Rio Tinto Zinc (RTZ) e a Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM), uma agência governamental portuguesa, que deteve a propriedade de 1994 a 2000.

O consórcio completou um levantamento magnético aéreo da propriedade e realizou várias sondagens amplamente espaçadas. Para além do levantamento magnético, a RTZ efetuou um número limitado de campanhas geofísicas *downhole*, levantamentos eletromagnéticos, e uma amostragem limitada dos solos.

PROSPEÇÃO

Entre 1994 e 1999, o consórcio executou 20 sondagens (LS-18 a LS-37) tendo esta sido bem-sucedidas na definição das linhas gerais dos depósitos Norte (antiga LS-1), Central, e Sul (antiga LS-1 Central).

Os carotes históricos de sondagem RTZ / EDM estão atualmente armazenados nas novas instalações do LNEG na vila de Aljustrel, localizada aproximadamente 55 km a sul de Grândola, sendo facilmente acessível, a pedido, no escritório de Aljustrel do LNEG.

Em 2016, a Redcorp recebeu autorização para transportar e armazenar parte dos carotes históricos da RTZ na sua propriedade, em Grândola.

Em 2005, Carmichael no seu relatório técnico acerca do projeto observou: "Não existe informação disponível sobre a preparação de amostras ou medidas de controlo de qualidade para a amostragem histórica. O trabalho foi realizado por uma das maiores empresas mineiras, RTZ, e o autor não tem razões para supor que os resultados da amostra não refletem com precisão os verdadeiros valores dos metais nas secções mineralizadas".

TESTES MINERALÚRGICOS, ANAMET, 1995

Em 1995, a RTZ iniciou um programa preliminar de ensaios metalúrgicos numa amostra de sulfureto maciço da Lagoa Salgada. A amostra testada tratava-se de um composto de teor relativamente alto (LS-22) contendo 9,45% Zn, 6,7% Pb, 0,27% Cu, 62 ppm Ag, e 1,47 ppm Au. Os melhores resultados de uma série de testes de flutuação diferencial de Pb e Zn produziram um grau de concentrado de Pb mais limpo de 34,2% Pb, com uma recuperação de 38,5%. Um teor de concentrado mais limpo Zn de 44,7% foi alcançado a uma recuperação de 23,1%. Não foi possível produzir uma concentração a granel aceitável numa única fase de flutuação.

A amostra e amostragem mineralúrgica da sondagem LS-22 não é, atualmente, considerada representativa do depósito. Tendo em conta o conhecimento desenvolvido nos últimos anos, não só este troço incluiu domínios de mineralização diferentes (sulfuretos primários e de transição) como parâmetros cinéticos da flutuação desajustados para a realidade da paragénese particular da Lagoa Salgada.

2.5.1.3 REDCORP VENTURES LTD., 2004-2008

Em outubro de 2004, a concessão foi adquirida pela Redcorp Ventures Ltd. (Redcorp Ventures) de Vancouver, Canadá. A Redcorp Ventures estabeleceu como subsidiária portuguesa a empresa Redcorp - Empreendimentos Mineiros, Lda.

Em 2005, a Redcorp Ventures realizou uma inversão tridimensional (3D) dos dados geofísicos existentes, seguida de um programa de sondagens e do re-*logging* dos carotes históricos (RTZ-EDM). A maioria deste trabalho cobriu também o Projeto Rio de Moinhos a sudoeste da propriedade.

Foram recolhidas amostras litogeoquímicas e petrográficas pelo Dr. Tim Barrett (Ore Systems Consulting) - Wardrop, 2007. Estes resultados não estão disponíveis para o estudo realizado pela Quadrante.

Em 2005, o programa de sondagens da Redcorp Ventures consistiu em seis furos, num total de 2.286 metros. As sondagens continuaram em 2006, 2007, e 2008, num total de 16 furos (8.692 metros). Todos os furos à exceção de um (LS06043), intersetaram o depósito da Lagoa Salgada e confirmaram a mineralização polimetálica, consistindo em Zn, Pb, Cu, Sn, Au, e Ag.

2.5.1.4 PORTEX MINERALS INC., 2009-2012

Em 2009, a Portex adquiriu uma participação de 100% na Redcorp Ventures para desenvolver o conhecimento sobre o depósito Norte na propriedade. As atividades de exploração da Portex incluíram um programa de sondagem e um programa de levantamento geofísico *downhole*.

PROGRAMA DE SONDAGENS

De maio a agosto de 2011, a Portex completou cinco sondagens no depósito, num total de 1.138 metros. Seguiram-se mais dois furos em 2012, num total de 474 m. As seguintes informações relativas aos programas de sondagem foram parcialmente resumidas em Daigle (2012).

A Portex contratou a Drillcon Iberia S.A. (Drillcon), uma subsidiária portuguesa do Grupo Drillcon, para realizar as sondagens. A Drillcon utilizou uma broca tri-cónica para a perfuração através das unidades sedimentares terciárias. As sondagens foram realizadas usando tubos metálicos de proteção em todo o comprimento do furo, nas unidades sedimentares terciárias.

Uma vez concluídas as sondagens, os furos foram entubados em todo o seu comprimento, com tubagens (NQ) de policloreto de vinilo (PVC) de acrilonitrilo butadieno (ABS), de modo a evitar o colapso dos mesmos e permitir a realização de levantamentos geofísicos. O topo dos furos foi cimentado e soldada uma tampa de aço, para permitir que a tampa articulada cobrisse os furos, tendo a mesma sido trancada com um cadeado.

Os carotes foram recolhidos pelos geólogos da Portex, no local das sondagens, sendo levados para a instalação de prospeção e amostragem de carotes. Os logs da sondagem produzidos foram realizados em papel e transcritos para uma folha de cálculo Microsoft Excel®.

Foram inseridas etiquetas de amostragem em intervalos de 1,0 metro, respeitando os contactos entre litologias. As etiquetas utilizadas foram etiquetas padrão dos Laboratórios ALS, com o número de amostra e código de barras. Estas foram inseridas num pequeno saco de plástico selado e agrafadas na caixa do carote no início do intervalo da amostra.

Standards de chumbo e zinco foram inseridos aproximadamente a cada 15 amostras dentro das litologias Gossan (GO) e Sulfureto Maciço (SM). Os standards de ouro e cobre foram inseridos aproximadamente nos mesmos intervalos na litologia Stockwork. Foram recolhidas várias amostras dos carotes através do corte em quatro partes.

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO TEMPORAL ELECTROMAGNÉTICO (TEM)

Em agosto de 2012, a Portex contratou a International Geophysical Technology (IGT) para realizar um levantamento geofísico *Time Domain EM* (TEM) nos furos de sondagem PX-02 e PX-05.

Os resultados do PX-02 não produziram qualquer anomalia significativa e não intersetaram a litologia MS. No entanto, os resultados do PX-05, onde a litologia MS foi intersectada, mostraram duas anomalias independentes, uma que pertence à litologia, e uma segunda anomalia, possivelmente a 30 metros a oeste.

2.5.1.5 MINERAL AND FINANCIAL INVESTMENTS LTD 2017-2018

Mais recentemente, desde 2017 até à atualidade, com aquisição da Redcorp-Empreendimentos Mineiros, Lda por parte da Mineral & Financial Investments foram realizados diversos tipos de estudos, nomeadamente estudos petrográficos, estudos geofísicos, sondagens carotadas, e amostragem sistemática de carote.

ESTUDOS PETROGRÁFICOS

No decorrer do ano de 2016 a Redcorp solicitou à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto o estudo de petrográfico de cerca de 20 amostras dos diversos setores estratigráficos, nomeadamente do Gossan, Sulfuretos Maciços, Chertes/Jaspes e Stockwork, com o objetivo de identificar as fases mineralógicas de interesse, bem como os seus modos de ocorrência. Este estudo permitiu concluir que para os sulfuretos maciços a mineralização de esfalerite e galena ocorriam de uma forma conjunta juntamente com a arsenopirite e alguma calcopirite. A esfalerite tal como a galena podem ocorrer com diversas granulometrias sendo que os cristais de maiores dimensões no caso da esfalerite apresentam no seu interior inclusões de calcopirite, quanto à galena é típico o seu intercrescimento com a calcopirite. Esta última raramente excede os 25 µ ocorrendo na bordadura de grãos de pirite ou como preenchimento de pequenas fraturas. Foram ainda descritos cristais de cassiterite fina (<5 µ) intercrescidos com a esfalerite.

ESTUDOS GEOFÍSICOS

Em 2017 foi realizada uma campanha de *downhole survey* que teve como objeto 3 sondagens (LS_MS_01, LS_MS_03 e LS_MS_06) verificando-se a existência de um corpo mineralizado condutor entre estas. As principais conclusões deste estudo revelaram que as anomalias resultantes dos sulfuretos maciços são bastante nítidas podendo se ainda concluir que, apesar da cobertura terciária atenuar os valores potenciais na superfície, esse efeito não mascara a condutividade dos corpos de mineralizados. A interpretação dos resultados obtidos nas três sondagens leva-nos a compreender que o corpo condutor é o mesmo, com LS_MS_01 a intercetar junto do seu extremo sudeste, LS_MS_03 a intercetar no local onde o corpo de mineralizado mostra sua espessura máxima na secção central e LS_MS_06 mostrando o seu extremo noroeste. Isso significa que esse corpo de mineralizado apresenta um azimute médio N160ºE com um comprimento aproximado de 500 m.

PROGRAMA DE SONDAGENS

De 2017 a 2018, a Mineral and Financial Investments, Ltd (M&FI), por meio de sua subsidiária portuguesa Redcorp - Empreendimentos Mineiros, Lda (Redcorp), subcontratou o Grupo Drillcon para realizar uma campanha de perfuração. Durante esse período, a perfuração foi conduzida principalmente para aumentar os recursos e ampliar o reconhecimento dos limites do depósito de Lagoa Salgada. Para atingir esses objetivos, foram realizadas 20 sondagens, totalizando 17.077 metros de carote.

2.5.2 PROSPEÇÃO ATUAL

2.5.2.1 ASCENDANT RESOURCES E MINERAL AND FINANCIAL INVESTMENTS LTD 2018-PRESENTE

Os resultados obtidos ao longo das várias campanhas de motivaram os programas de prospeção e pesquisa mais recentes desenvolvidos após a aquisição da Redcorp-Empreendimentos Mineiros, Lda pela Mineral & Financial Investments e a subsequente entrada da Ascendant Resources em 2018. Assim, os principais objetivos da desta fase foram aumentar e melhorar os recursos minerais no que diz respeito a recursos Medidos/Indicados, estabelecer as principais características mineralógicas/metalúrgicas, bem como compreender as características geotécnicas do depósito de forma a potenciar os estudos económicos. Tendo sido alcançados progressos significativos em todas as áreas. As principais atividades de prospeção incluíram estudos petrográficos, estudos geofísicos (complementados por sondagens) e testes metalúrgicos.

ESTUDOS PETROGRÁFICOS

De 2017 a 2019, a EPDM realizou uma série de análises de mineralógicas bem como os estudos dos tamanhos de libertação utilizando um *Mineral Liberation Analyzer* (MLA). Essa técnica foi aplicada a 35 polpas provenientes do laboratório de geoquímica e a intervalos previamente selecionados de 36 amostras de carote de sondagem. Em ambos os casos, uma ampla variedade de amostras foi selecionada pertencendo aos vários domínios mineralizados. Nessa análise, a mineralogia modal, juntamente com a distribuição dos elementos nos diferentes minerais, foi realizada (Figura 2.17 e Figura 2.18). O objetivo da aplicação dessa técnica foi entender os principais minerais portadores dos elementos de interesse, juntamente com suas propriedades mineralógicas, como tamanho, forma e intercrescimento.

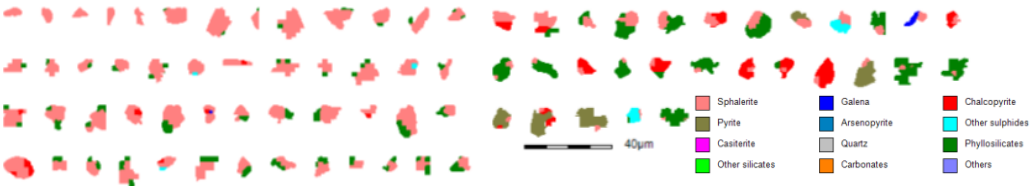


Figura 2.17 – Exemplo da distribuição mineral em diferentes partículas entre 7-15 *µm.*

As principais conclusões deste estudo são as seguintes: com exceção do domínio FR, a esfalerite é o principal mineral portador de zinco, enquanto no domínio FR parte do zinco pode estar na forma de carbonato nomeadamente a smithsonite. O zinco dos domínios FR e Stringer é bastante similar e tem uma composição diferente dos pMS, principalmente porque estão livres de Hg. O principal mineral portador de chumbo, com exceção do domínio Gossan, é a galena, estando esta correlacionada com a esfalerite. Quanto ao domino do gossan este apresenta a cassiterite já bastante liberta. A prata está principalmente distribuída em dois minerais: Freibergite e Tetraedrite, e o cobre está principalmente na forma de calcopirite, com uma pequena quantidade na forma de calcocite.

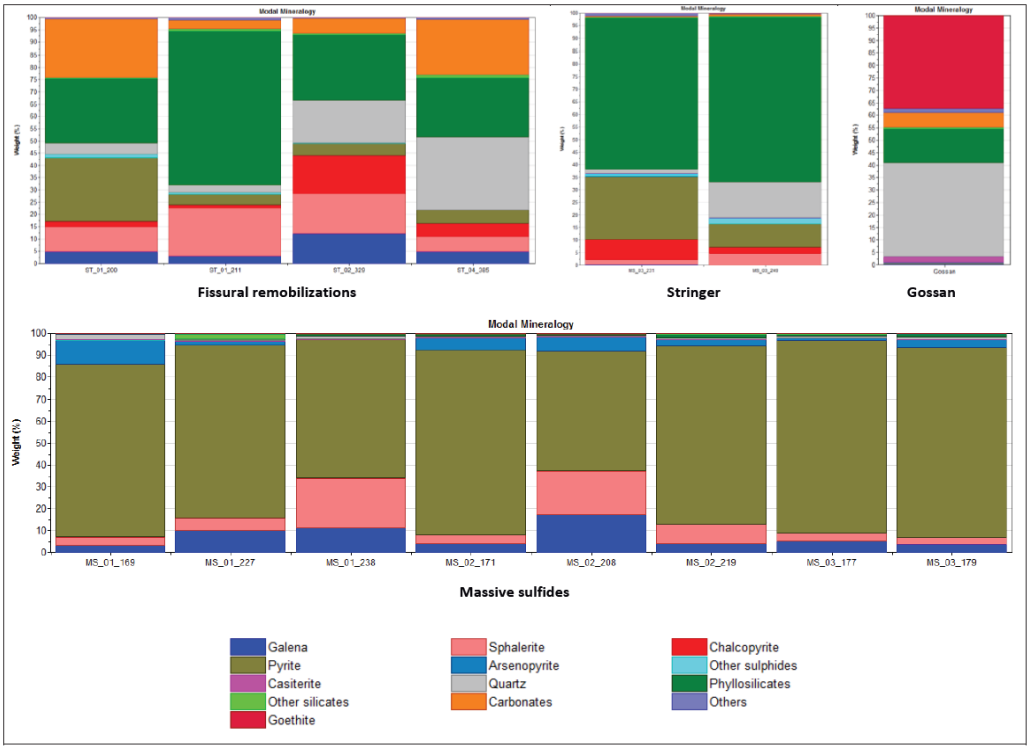


Figura 2.18 – Mineralogia modal para os diferentes domínios.

Em 2022, a PetroLab realizou um estudo mineralógico com 14 amostras pertencentes aos diferentes domínios (Gos, tMS, pMS, str e FR). Três frações granulométricas de cada amostra foram analisadas utilizando um microscópio Zeiss EVO MA acoplado a dois detectores de raios-X Bruker xFlash 6|60 para análise espectroscópica por dispersão de energia de raios-X (EDX). A partir deste estudo, as principais conclusões são as seguintes: as amostras de pMS são caracterizadas por abundante pirite, com proporções variadas de outros sulfuretos, sendo a esfalerite e a galena os mais abundantes. No *gossan*, a esfalerite é quase ausente, com pequenas quantidades de galena. Quanto à distribuição dos principais elementos, o cobre está principalmente presente na calcopirite e em minerais secundários de cobre, o zinco está principalmente presente na esfalerite, juntamente com a descloizite, e o chumbo está principalmente presente na galena. Quanto ao estanho este está exclusivamente presente na cassiterite. Os elementos que se apresentam como penalizantes são arsénio (As) e o mercúrio (Hg). O arsénio está presente na forma de arsenopirite, ou em alguma enargite no *stringer*, embora esta última não seja relevante. A principal fase que contém mercúrio é o cinábrio, mas pode estar presente em pequenas porções em outras fases que contêm Hg nas amostras de *Gossan* e *Stringer*.

ESTUDOS GEOFÍSICOS

Entre 2018 e 2019 foi realizada uma campanha geofísica mais intensiva, esta passou por um estudo das características físicas das amostras de sondagem do depósito da Lagoa Salgada, um estudo das anomalias gravimétricas do depósito e um estudo da polarização

induzida (IP) (cargabilidade) vs resistividade elétrica, este último realizado tanto à superfície como no interior de sondagens.

O estudo relativo aos litótipos da Lagoa Salgada permitiu definir as características físicas de cada um, de forma a melhor compreender os resultados obtidos nas fases posteriores do estudo geofísico. Assim, os sulfuretos maciços apresentam uma alta densidade (gravidade especifica de ~4.6), alta condutividade e cargabilidade elétrica. As rochas vulcânicas hospedeiras da mineralização são moderadamente densas (gravidade especifica de ~2.8), apresentando uma menor condutividade e cargabilidade, no entanto apresentam uma menor resistividade quando alteradas para argilas. Quando estas rochas vulcânicas estão mineralizadas com o *stringer* ou devido à remobilização fissural estas apresentam-se como intermédias relativamente aos dois tipos de rochas anteriormente descritas com uma gravidade especifica média de 3.0 e uma condutividade dependente da forma como minerais metálicos estão arranjados texturalmente na amostra, no entanto todas as amostras com sulfuretos apresentam uma boa resposta à cargabilidade. Por último foi testada a cobertura terciária do depósito, mais concretamente as formações do Vale do Guizo, estas mostraram-se como as de menor densidade (gravidade especifica de ~2.2) apresentando uma menor resistividade próximo do contato, esta aumenta com diminuição da profundidade.

O estudo mais detalhado da anomalia gravimétrica permitiu compreender que o comprimento do depósito não se restringia a apenas 400m do depósito de sulfuretos maciços estendendo-se este para sul. Pelo registo de sondagens foi possível perceber que existe uma boa correspondência entre a anomalia gravimétrica com os sulfuretos maciços e *stringer /stockwork* onde a anomalia de Bouguer residual é elevada (Figura 2.19).

De seguida foi realizado um estudo com IP/resistividade elétrica, este teve duas fases, uma primeira com um estudo à superfície e uma segunda com esse estudo em sondagens. O estudo à superfície foi realizado ao longo de 74,4 km indicando uma elevada cargabilidade junto do contacto entre as rochas do CVS com a cobertura terciária correspondendo o seu máximo à posição do sector Norte do depósito da Lagoa Salgada existindo também um pico de cargabilidade associado ao setor Sul do depósito. Com uma observação dos resultados a uma menor escala verifica-se que este pico está deslocado cerca de 100 m para Este o que poderá ser indicador da litologia a topo das rochas iV no sector Sul as esV, tal poderá ocorrer devido aos seus níveis piríticos. De forma a aumentar a resolução dos modelos de cargabilidade e resistividade em profundidade foram então realizados ensaios no interior de sondagens anteriormente realizadas. Este método permitiu correlacionar espacialmente o modelo de cargabilidade com a mineralização conhecida para o recurso Norte, bem como, a sua concordância com os modelos de superfície sugere que tanto o setor Norte como o Sul fazem parte da mesma zona anómala. Um mapa da cargabilidade obtido através deste estudo de IP pode ser observado na Figura 2.20.

Em 2022, foi realizado um estudo TEM que cobriu as Zonas Norte e Sul do depósito da Lagoa Salgada, bem como a área situada ao nordeste. Um total de 43 km de levantamento foi realizado, revelando várias anomalias eletromagnéticas não identificadas anteriormente por outros métodos geofísicos. Mapas de contorno de condutividade de toda a área do levantamento ilustram valores distintos de condutividade. As linhas de levantamento que passaram diretamente sobre a Zona Norte apresentaram um perfil de dados único, como pode ser visto na Figura 2.21. Além da anomalia sobre a Zona Norte, duas novas anomalias foram identificadas. A Anomalia B é mostrada na Figura 2.22.

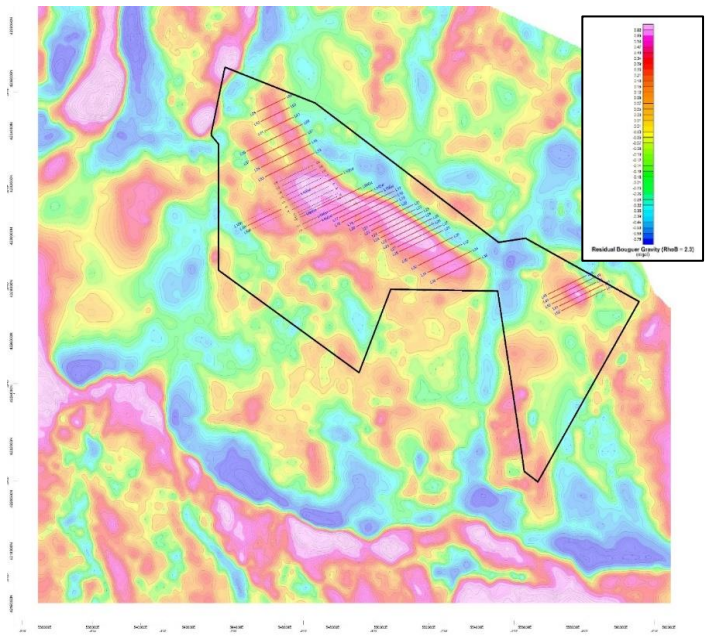


Figura 2.20 – Reinterpretação dos dados gravimétricos de 2019

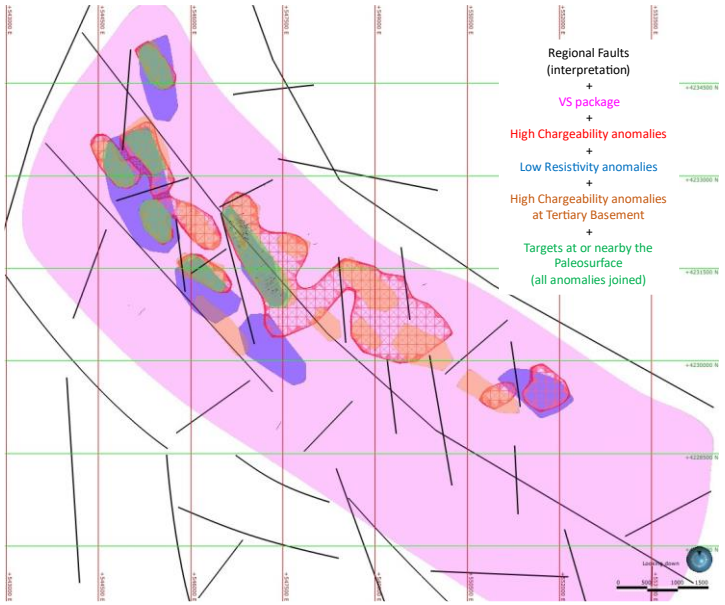


Figura 2.19 – Planta com as anomalias de IP identificadas

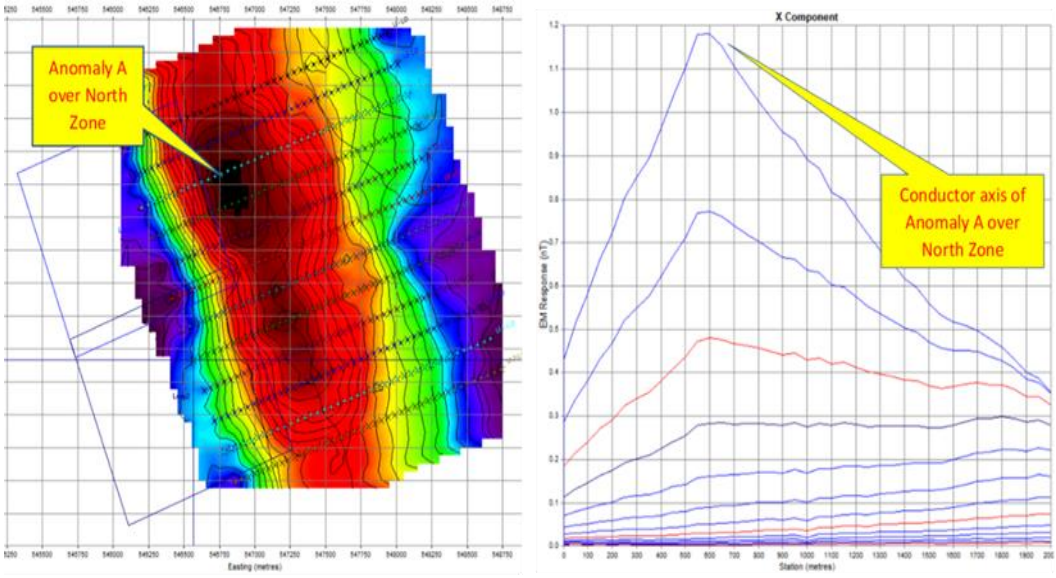


Figura 2.21 – A – Contornos de condutividade do EM de superfície, onde está diferenciada a anomalia A em vermelho; B- EM de superfície, perfis de componente Xda Linha 1-N nos canais 18-30.

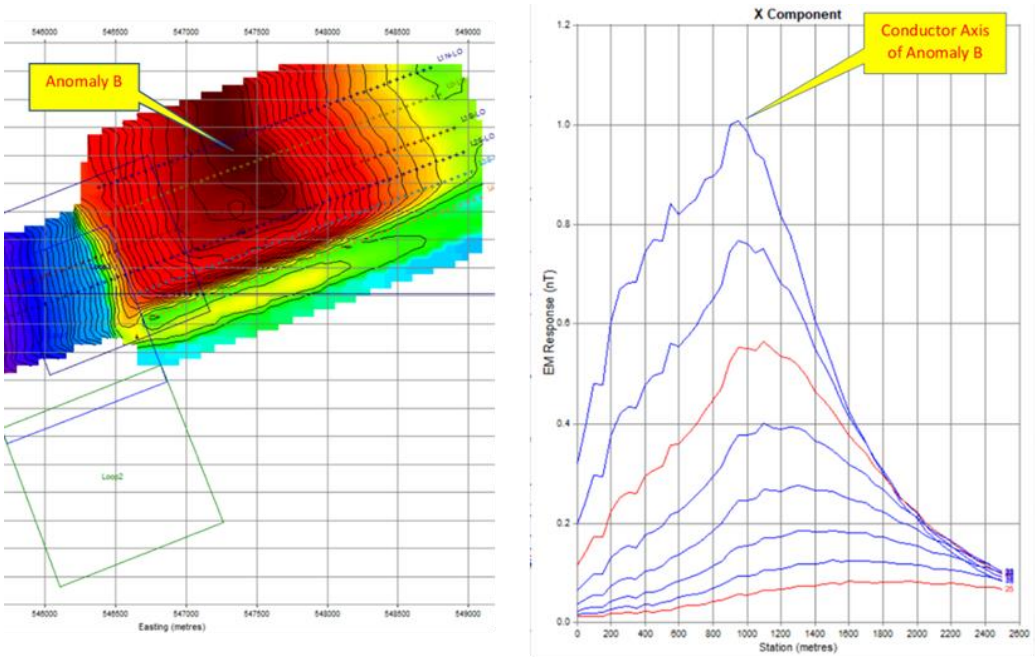


Figura 2.22 – A – Contornos de condutividade do EM de superfície, onde está diferenciada a anomalia B em vermelho; B- EM de superfície, perfis de componente X da Linha 1-N nos canais 18-25.

As anomalias B e D motivaram um programa de prospeção com sondagens que teve início em 2023.

SONDAGENS REALIZADAS

A realização de sondagens carotadas é um dos principais vetores para o desenvolvimento do projeto da Lagoa Salgada, tal deve-se à total ausência de afloramentos paleozoicos deste depósito. Deste modo os testemunhos geológicos obtidos através de sondagens são a melhor fonte de informação para o estudo das diversas disciplinas inerentes ao avanço do projeto. Assim, desde o ano de 2017 foram realizadas um total de 98 sondagens com um total de 35.795,7 m furados, tendo estas sido realizadas pela Drillcon Iberia. A recuperação média das sondagens no projeto, desde 2017, é de 94,1%. Estas sondagens foram até ao final de 2020 executadas em duas fases, numa primeira com um equipamento acoplado com uma broca tri-cónica de modo a perfurar de forma destrutivo as unidades sedimentares com a sondagem de seguida a ser revestida com um tubo metálico para proteção. Posteriormente no mesmo local era instalado um segundo equipamento com brocas diamantadas de dimensão HQ de forma a iniciar a recuperação do testemunho quando se furavam as unidades do paleozoico. O tamanho de broca poderia ser alterado quando as varas de furação apresentassem sinais de tensão, sendo reduzido para NQ, no entanto a maioria dos furos foram realizados com o tamanho HQ. A partir do final de 2020 iniciou-se um novo método de trabalho onde na maioria das sondagens a totalidade do furo era carotado sendo recolhido o testemunho de sondagem desde o seu início. Este método foi iniciado de forma obter as amostras necessárias para o estudo das componentes sedimentares tanto do ponto de vista geotécnico, hidrogeológico e como litológico. Após a conclusão do de cada sondagem, um tubo de PVC de tamanho NQ foi inserido por toda a sua extensão. Tal foi realizado para evitar o colapso das paredes da sondagem antes de se realizar qualquer tipo de levantamentos geofísicos.

Do total de sondagens realizadas, cerca de 11 foram realizadas para estudos mineralúrgicos com um total de 4.359 m realizados, estes estudos foram posteriormente executados nos laboratórios da Grinding Solutions Laboratories (GSL). Destas, 7 sondagens foram realizadas no setor norte do depósito e 4 no setor sul. Estes estudos tiveram como objetivo encontrar as melhores técnicas para a concentração dos metais de interesse económico.

Para além disso, do total de 98 sondagens cerca de 6 foram efetuadas para estudos hidrogeológicos, com um total de 542m realizados. Estas foram realizadas com um equipamento acoplado com uma broca tri-cónica de modo a perfurar em modo destrutivo as unidades sedimentares, tendo sido executadas 3 sondagens em cada setor do depósito. Estas sondagens foram executadas com profundidades distintas, de modo a estudar os diferentes aquíferos. Para tal as sondagens foram revestidas na sua totalidade com tubos de PVC existindo locais em que este era perfurado de modo a permitir a percolação da água.

Um resumo das sondagens realizadas na Lagoa Salgada é apresentado na Tabela 2.3. A Figura 2.23 ilustra as localizações das sondagens na propriedade.

Tabela 2.3 – Número de sondagens total realizado no projeto da Lagoa Salgada até Maio de 2023.

Empresa	Período	Total de Sondagens	Comprimento Total (m)	Diâmetro
RTZ / EDM	1995	38	17,992	HQ
Redcorp Ventures	2005 to 2008	24	11,220	HQ
Portex	2011 to 2012	7	1,602	HQ
M&F/Redcorp	2017	10	3,464	HQ
Ascendant/Redcorp	2018	20	7,077	HQ
Ascendant/Redcorp	2019	26	8,164	HQ
Ascendant/Redcorp	2020	3	1,284	HQ
Ascendant/Redcorp	2021	3	1,171	HQ
Ascendant/Redcorp	2022	31	12,378	HQ

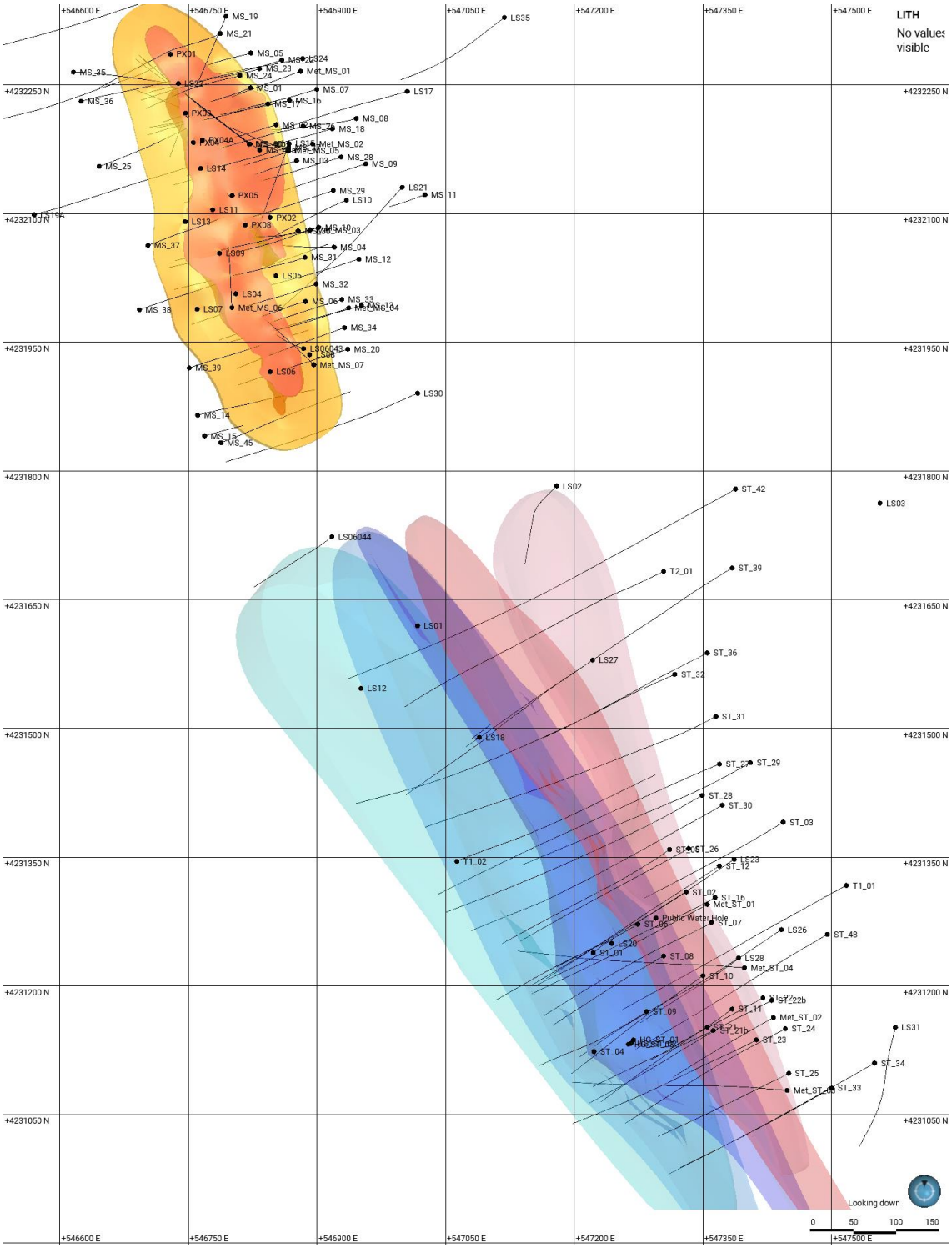


Figura 2.23 – Planta das sondagens realizadas no projeto da Lagoa Salgada

Com base no já acima enunciado passa-se a descrever de forma sumária os resultados das sondagens desde 2017 até o final de 2022:

- Entre 2017 e 2018 as sondagens realizadas tiveram como foco os depósitos Norte e Sul. Os resultados analíticos confirmaram a presença de mineralização de estanho na zona MS do depósito Norte para além da mineralização de zinco, chumbo, cobre, prata e ouro. Quanto ao depósito Sul parece existir um enriquecimento em cobre em detrimento do zinco e chumbo em profundidade e para Norte. A sondagem LS-ST-12 intersectou sulfuretos maciços na parte este do depósito Sul. Essa intersecção apresenta boa correlação com os sulfuretos maciços previamente intersectados na sondagem LS 23. Assim, parece haver sulfuretos maciços associados a teto/Este do depósito Sul, o que sugere que o sistema de sulfetos maciços vulcanogénicos (VMS) provavelmente possui mais de uma entrada.

- O objetivo da campanha de sondagens de 2019/2020 era aumentar os recursos da categoria de Inferidos para as categoria Indicada/Medida e expandir o volume de recursos. A interpretação seccional das interseções de perfuração mostra que os objetivos foram alcançados.

- Em 2021 com o aumento do espaçamento entre algumas sondagens combinado com a reinterpretação geológica/estrutural resultou na união do antigo depósito Central com o envelope mineralizado do Sul, formando um único depósito contínuo, o depósito Sul. O furo de sondagem LS 27 confirmou essa conexão.

- principal objetivo da campanha de 2022 foi realizar uma série de sondagens com o objetivo de expandir e preencher a área norte do setor Sul. Além disso, outro objetivo foi coletar amostras para testes metalúrgicos. O primeiro objetivo foi alcançado com sucesso, resultando na definição dos corredores FR no depósito Sul. Quanto ao segundo objetivo, os testes metalúrgicos das amostras recolhidas ainda se encontram em andamento.

ENSAIOS MINERALÚRGICOS

Os testes metalúrgicos das amostras da Lagoa Salgada começaram em 2019 com uma série de testes de caraterização concluídos pela Grinding Solutions (GSL doravante) na Cornualha, Reino Unido. O trabalho foi seguido por testes metalúrgicos adicionais no mesmo laboratório em 2021, 2022 e 2023, sendo que várias avaliações mineralógicas foram concluídas em paralelo pelo laboratório Petrolab. Foram também realizados em 2024 ensaios e testes de flutuação na Maelgwyn Mineral Services Africa, na África do Sul.

A abordagem ao desenvolvimento de fluxogramas consistiu em preparar amostras representativas para cada tipo de minério e, em seguida, prosseguir com uma flutuação em circuito aberto para identificar e otimizar as condições do fluxograma e os esquemas de reagentes. Foram então realizados testes em ciclo fechado em algumas das amostras

principais de forma a demonstrar o desempenho metalúrgico global previsto num circuito contínuo.

Os testes foram efectuados para amostras de sulfureto maciço primário (PMS), Stockwork (STW), Gossan (GO), Sulfureto Maciço de Transição (TMS) e Stringer (STR) de modo a permitir a comparação com os resultados individuais e avaliar a viabilidade do processamento dos tipos de minério.

As avaliações mineralógicas foram realizadas com o objetivo de fornecer informações para ajustar o processo de cominuição/beneficiação durante a otimização e fornecer expectativas realistas para o desempenho metalúrgico vs libertação e associação de minerais em cada tipo de minério. Foram utilizadas amostras de vários produtos em testes de flutuação em circuito aberto e fechado a fim de caracterizar os concentrados finais e os rejeitados.

Embora os resultados dos testes dos principais domínios sejam conclusivos e bastante avançados, ainda há trabalho a ser desenvolvido para confirmar os teores finais, as recuperações e o fluxograma do processo publicados no presente documento.

Os modelos metalúrgicos desenvolvidos foram aplicados aos planos de produção da mina como parte do processo de modelação financeira. As recuperações médias resultantes ao longo da vida da mina (LOM) são apresentadas na Tabela 2.44.

Tabela 2.4 – Recuperações metalúrgicas medias

Mine Reserve Domain	Cu	Pb	Zn	Ag	Au	Sn
Gossan	-	-	-	89%	91%	40%
TMS	15%	50%	50%	65%	-	40%
Stringer	60%	50%	70%	10%	-	-
PMS	20%	60%	70%	27%	12%	40%
STWK	65%	65%	75%	15%	5%	-

2.6 PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM

Os procedimentos de amostragem deste projeto iniciam-se desde o momento em que o carote é retirado do interior da sondagem. Desta forma, seguidamente irão ser descritos os procedimentos realizados de uma forma sucinta por ordem de execução:

- o carote é recolhido do interior da sondagem pelos operadores do equipamento,
- o operador do equipamento de sondagens utiliza um marcador preto anotando o nome da sondagem e número de caixa, sendo também anotado em pequenas placas de madeira a profundidade da sondagem naquele avanço,

- as caixas com o carote são de seguida transportadas desde o local da sondagem até as instalações de log e amostragem por pessoal interno da Redcorp,

- chegadas às instalações da Redcorp, as caixas com o carote são lavadas com água a alta pressão de forma a eliminar qualquer resíduo, ,com a exepção dos troços mais falhados ou argilosos, aonde a lavagem é feita de forma mais cuidada para não se perder volume de amostra,

- os elementos do carote são montados de forma a encaixarem sendo de seguida marcada a profundidade de furo a cada metro de sondagem,

- terminada a marcação é de seguida medido o espaço entre placas de madeira de forma a determinar a recuperação de cada avanço na perfuração,

- seguidamente é também medido o RQD de forma a iniciar a recolha de dados geotécnicos,

- o log geotécnico é realizado através da recolha de informação acerca dos vários intervalos previamente definidos de acordo com as suas características geotécnicas, para tal são observados e anotados todos os aspetos relevantes para a sua caracterização sendo todas as fraturas marcadas na caixa de acordo com a família geotécnica a que pertencem. A orientação destas e medida com recurso ao IQ Logger (IMDEX) um dispositivo laser sendo todos os dados gravados numa base de dados digital. Todos os dados recolhidos são posteriormente utilizados para o cálculos do índice Q' de Barton.

- de seguida é realizado o log geológico sendo anotados os vários tipos litológicos, características texturais, mineralização, falhas e estruturas, sendo os seus dados armazenados numa base de dados digital gravada online-MXdeposit.

- o carote é fotografado na totalidade tanto em seco como molhado, sendo esta operação realizada caixa a caixa e estando o início e final da caixa bem visíveis sendo os seus dados armazenados numa base de dados digital gravada online-IMAGO,

- o carote é de seguida cortado com recurso a uma serra diamantada de mesa com lubrificação a água,

- o carote é depois amostrado sendo recolhido uma das metades para um saco de plástico devidamente identificado com um número de amostra sequencial,

- de forma a assegurar o controle de qualidade dos resultados geoquímicos a cada 20 amostras é colocado uma amostra standard cujos resultados são previamente conhecidos procedendo-se depois ao seu controle de qualidade,

- no caso de amostras mineralurgia uma das metades do carote era amostrado para análise geoquímica sendo a outra amostrada para amostra mineralúrgica.

- o transporte das amostras para o laboratório é realizado por frete direto através empresa contratada diretamente pela Redcorp sendo todo o processo documentado com fotografia.

Com base no procedimento descrito são asseguradas as melhores práticas de amostragem sendo todo o processo verificado pela equipa de geólogos da Redcorp, de forma que os padrões da empresa sejam assegurados.

2.6.1 AMOSTRAGEM EM CAROTECA

O carote de sondagem, dentro das caixas de testemunho, é transportado do local de perfuração para o armazém da Redcorp por um funcionário designado da Redcorp, em veículo 4x4, protegido por correias e uma capa metálica. Em seguida, é inspecionado para garantir que os marcadores de profundidade estejam no local correto, fotografado, medido quanto à perda de testemunho e RQD (Rock Quality Designation), registado e marcado para amostragem. O processo de amostragem envolve o corte/divisão do testemunho longitudinalmente em metades simétricas, seguido pela amostragem. O corte é realizado com água fresca e supervisionado pelo supervisor do armazém da Redcorp, a serra é limpa com uma máquina pressão de água a cada 1 metro. As amostras até 2021 foram recolhidas em intervalos de 1 metro e, a partir de 2022, em intervalos de 2 metros. Em ambos os casos, as amostras terminam nos contatos litológicos ou de alteração dentro das zonas mineralizadas, e, às vezes, em intervalos maiores fora das zonas mineralizadas, conforme determinado pelo geólogo do projeto. É amostrada toda a extensão das rochas do paleozoico do furo de sondagem, além disso também os últimos 10 metros dos conglomerados da unidade Vale do Guizo são amostrados. A amostra é colocada em um saco de amostra e, em seguida, é selada. A posição da amostra na metade restante do testemunho na caixa é marcada com uma etiqueta de identificação correspondente para referência.

Durante o processo de corte do testemunho, são fornecidas folhas de referência de amostras que resumem todas as amostras retiradas de cada furo de sondagem. Essas folhas são usadas para identificar onde as amostras de controle de qualidade serão adicionadas de forma a preparar os formulários de requisição e envio.

2.6.2 MÉTODOS DE ANÁLISE GEOQUÍMICA

Durante as várias campanhas de prospeção, pesquisa e definição de recursos realizadas no projeto da Lagoa Salgada vários foram os métodos analíticos utilizados de forma a quantificar os vários elementos de interesse. Para tal, procedeu-se em todas estas campanhas à análise das amostras recolhidas do carote de sondagens nos laboratórios do grupo ALS- Minerals. Assim, nas primeiras campanhas de sondagens realizadas foi utilizado o método ICP-Ore deste laboratório de forma a quantificar os metais base, de notar que este método foi especialmente desenhado pela ALS para os depósitos de sulfuretos maciços. Neste é utilizado um conjunto de três ácidos, o HNO_3, $KClO_3$ e HBr para a realização da digestão sendo este posteriormente analisados com um ICP. Os elementos analisados por este método bem como os seus limites de deteção pode ser verificado na tabela 2.5. Para além disso também a análise quantitativa ao Au era

realizada através do método *Fire Assay for gold* da ALS onde a amostra é submetida a este método e posteriormente analisada através de ICP.

Nas campanhas de sondagens realizadas desde o início de 2022 foi utilizado adicionalmente um outro método analítico de forma a criar uma forte base de dados geoquímica relativamente às várias fases litológicas existentes. Para tal, foi utilizado o método ME-MS 61, este utiliza uma digestão de 4 ácidos terminando a análise com ICP-MS. Este método permitiu a análise de uma grande variedade de elementos estando estes representados, bem como os seus limites de deteção na tabela 2.6

Tabela 2.5 - Elementos e limites de deteção relativos aos métodos ICP-ORE dos laboratórios da ALS.

Elementos e limites de deteção (%)

Ag	1-1500ppm	**Co**	0.001-20	**Mn**	0.005-50	**S**	0.05-50
As	0.005-30	**Cu**	0.001-40	**Mo**	0.001-10	**Sb**	0.005-100
Bi	0.005-30	**Fe**	0.01-100	**Ni**	0.001-30	**Tl**	0.005-1
Ca	0.01-50	**Hg**	8-10000ppm	**P**	0.01-20	**Zn**	0.002-100
Cd	0.001-10	**Mg**	0.01-50	**Pb**	0.005-30		

Tabela 2.6 - Elementos e limites de deteção relativos aos métodos ME-MS61 dos laboratórios da ALS.

Elementos e limites de deteção (ppm)

Ag	0.01-100	**Cu**	0.2-10000	**Na**	0.01-10%	**Sr**	0.2-10000
Al	0.01-50%	**Fe**	0.01-50%	**Nb**	0.1-500	**Ta**	0.05-500
As	0.2-10000	**Ga**	0.05-10000	**Ni**	0.2-10000	**Te**	0.05-500
Ba	10-10000	**Ge**	0.05-500	**P**	10-10000	**Th**	0.01-10000
Be	0.05-1000	**Hf**	0.1-500	**Pb**	0.05-10000	**Ti**	0.005-10%
Bi	0.01-10000	**In**	0.005-500	**Rb**	0.1-10000	**Tl**	0.02-10000
Ca	0.01-50%	**K**	0.01-10%	**Re**	0.002-50	**U**	0.1-10000
Cd	0.02-1000	**La**	0.5-10000	**S**	0.01-10%	**V**	1-10000

Ce	0.01-10000	**Li**	0.2-10000	**Sb**	0.05-10000	**W**	0.1-10000
Co	0.1-10000	**Mg**	0.01-50%	**Sc**	0.1-10000	**Y**	0.1-500
Cr	1-10000	**Mn**	5-100000	**Se**	1-1000	**Zn**	2-10000
Cs	0.05-10000	**Mo**	0.05-10000	**Sn**	0.2-500	**Zr**	0.05-500
Dy	0.05-1000	**Gd**	0.05-1000	**Nd**	0.1-1000	**Tb**	0.01-1000
Er	0.03-1000	**Ho**	0.01-1000	**Pr**	0.03-1000	**Tm**	0.01-1000
Eu	0.03-1000	**Lu**	0.01-1000	**Sm**	0.03-1000	**Yb**	0.03-1000

2.6.3 MEDIDAS DE CONTROLO DE QUALIDADE

Desde o início das campanhas de sondagem, a Redcorp tem mantido medidas de controle de qualidade (QA/QC) bem documentadas. Amostras certificadas de standards são inseridas a cada 20 amostras ao longo da série de amostragem. Além disso, dois brancos são incluídos em cada lote de análise. Um geólogo da Redcorp é responsável por fazer visitas para avaliar as condições do laboratório em cada campanha.

Todos os padrões e brancos são obtidos de um fornecedor independente (CDN Resource Laboratories Ltd). Os duplicados de campo consistem em cortar a metade restante do testemunho em dois com a serra de diamante, resultando em um quarto do testemunho sendo submetido ao laboratório como duplicado de campo e um quarto do testemunho sendo retido para referência.

Todos os resultados das análises são enviados diretamente à Redcorp por e-mail para o responsável designado. Os certificados de análise assinados são enviados por correio ou serviço de entrega. A monitorização do desempenho das amostras de controle de qualidade (QA/QC) é realizada imediatamente após o recebimento dos resultados das análises. Os materiais de referência certificados (CRM) / padrões são considerados como falha se as análises estiveram próximas ou fora de 3 desvios padrão, e todo o lote é reanalisado.

Nas campanhas de sondagens anteriormente descritas foram utilizados três tipos diferentes de padrões para testar aspetos distintos das análises. O padrão GLG907-1 foi utilizado para testar o comportamento da análise de ouro, atuando como um branco devido ao seu baixo teor; o padrão CDN-ME-1501 foi aplicado para testar baixos valores dos metais de interesse, nomeadamente ouro, prata, cobre, chumbo e zinco; e o padrão CDN-ME-1804 foi utilizado para testar a qualidade dos dados em valores altos dos metais mencionados. Os brancos são considerados como falha se o seu resultado for três vezes acima do limite de deteção. No geral, o desempenho de todas as amostras de controle (brancos e padrões) tem sido bastante satisfatório.

2.7 MODELAÇÃO E ESTIMATIVA DOS RECURSOS MINERAIS

2.7.1 ESTIMATIVAS PRÉVIAS DE RECURSOS MINERAIS

Foram concluídos quatro relatórios técnicos sobre a propriedade da Lagoa Salgada, cada um dos quais contendo estimativas de recursos minerais sobre o depósito. Os Relatórios Técnicos anteriores foram os seguintes:

- Wardrop Engineering Inc., setembro 2007. Redcorp Ventures Ltd., Estimativa de Recursos para o Projeto da Lagoa Salgada. Documento Nº 0752760100-REP-R0001-01. 27, 46 páginas.

- Daigle, Paul. janeiro de 2012, Projeto da Lagoa Salgada, Portugal - Documento de atualização da estimativa de recursos n.º 1296360100-REP-R0001-02, 92 páginas.

- Daigle, Paul. janeiro de 2018 (revisto em julho de 2018), Relatório Técnico para Redcorp Lda., Projeto Lagoa Salgada, Distrito de Setúbal, Portugal, 124 páginas.

- Micon, fevereiro de 2019. Relatório Técnico NI 43-101: Estimativa de Recursos para o Projeto Lagoa Salgada, Distrito de Setúbal, Portugal, 117 páginas.

- Micon, novembro de 2019. Relatório Técnico NI 43-101: Estimativa de Recursos. Atualização para o Projeto Lagoa Salgada, Distrito de Setúbal, Portugal, 152 páginas.

- Quadrante Engenharia, outubro de 2021. Relatório Técnico NI 43-101: Estudo Preliminar Económico para o Projeto da Lagoa Salgado, Distrito de Setúbal, Portugal, 305 páginas.

2.7.2 METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DE RECURSOS

No processo de estimativa de recursos foi utilizado o software *Leapfrog* ®*Edge* para a modelação dos distintos domínios nos dois setores do depósito da Lagoa Salgada. Tendo em conta a não homogénea limitação geoespacial por consequência intrínseca da tipologia de alguma da metalogénese em causa, o cobre ou zinco equivalentes foram também utilizados como forma de definição de grandes intervalos geoquimicamente anómalos para a criação de volumes genéricos que os englobam. Estes serviram única e exclusivamente como indicador geoquímico traçador para a definição de volumes anómalos, somente para os domínios do Stringer no setor norte e FR no setor Sul, os restantes domínios foram fundamentalmente definidos através de modelação litológica semi-explícita. Posteriormente, a população dos blocos do modelo de recursos foi realizada individualmente para cada um dos metais de interesse económico e metais penalizantes do concentrado, não existindo interferência alguma dos equivalentes no cálculo dos mesmos. Cada um dos metais foi devidamente estimado com o estudo dos histogramas, estatística base de amostras e compósitos, definições de *outliers* e *caps* e variogramas devidamente individualizados e ajustados.

Para além disso, e de forma a contemplar todas as variáveis económicas na estimativa de recursos minerais, e ser permitido reportar os recursos com um teor de corte mais realista, foi utilizado o racional relativo ao *Net Smelter Return* (NSR) este pretende simular o comportamento geo-metalúrgico de cada domínio geológico/mineiro isoladamente, ou seja, sem qualquer mistura com outras formas.

Os valores NSR foram codificados para toda a mineralização definida nos modelos de blocos de Recursos Minerais e tendo em consideração os efeitos dos elementos penalizantes no valor líquido do concentrado. Para isso, foram utilizados custos, preços, recuperações de processamento e termos comerciais de concentrado, resumidos na Tabela 4.1.

Tabela 2.7 – Preços dos metais.

Item	Preço	Unidade
Zn	2 646	USD/t
Pb	2 205	USD/t
Cu	7 716	USD/t
Ag	22	USD/ozt
Au	1 700	USD/ozt
Sn	26 455	USD/lb
Taxa de Câmbio	1.06815	USD/EUR

O valor NSR de cada bloco no modelo de recursos é estimado como a soma do valor bruto do volume de produto concentrado relevantes que podem ser obtidas a partir da quantidade de metal contido por bloco normalizado à recuperação mineralúrgica, expresso numa base de USD/t (Equação 4-1).

$$NSR\left(\frac{USD}{t}\right) = NSR_{Cu} + NSR_{Zn} + NSR_{Pb}NSR_{Sn} + NSR_{Bu}$$

Equação 2-1 – Cálculo total do NSR.

Onde:

- NSR_{Cu}: valor de NSR do concentrado de cobre.
- NSR_{Zn}: valor de NSR do concentrado de zinco.
- NSR_{Pb}: valor de NSR do concentrado de chumbo.
- NSR_{Sn}: valor de NSR do concentrado de estanho.
- NSR_{Bu}: valor de NSR dos lingotes de ouro/prata.

SETOR NORTE

No setor norte o critério para seleção para cada um dos domínios baseia-se puramente em aspetos geológicos no que diz respeito aos domínios Gos, tMS e pMS e no valor de Zn Eq % para o Str. O valor de Zn Eq % foi obtido através da equação 2-2.

$$ZnEq\% = ((Zn\ \% \times 26.46) + (Pb\ \% \times 22.05) + (Cu\ \% \times 77.16) + (Au\ ppm \times 54.66) + (Ag\ ppm \times 0.71) + (Sn\ ppm \times 164.55)) \div 26.46$$

Equação 2-2- Cálculo do Zn Eq%.

De notar que na fórmula acima mencionada o fator de multiplicação é relativo ao preço do metal por unidade de teor (% ou ppm). Desta forma e com base no gráfico de probabilidade o valor limite utilizado para modelar o a volumetria do domínio Str para posterior estimativa de recursos para cada metal, foi de 1.5% Zn Eq.

Devido às suas particularidades mineralógicas e através do reconhecimento das relações geoquímicas, e tendo estas um impacto direto na recuperação dos metais de interesse para o projeto, o domínio tMS foi tratado de forma independente relativamente aos sulfuretos maciços primários. Desta forma os contornos do domínio tMS foram realizados inicialmente através da interpolação isotrópica do log dos sulfuretos maciços e de seguida foi definido manualmente através da utilização de polilinhas e pontos. A definição manual teve em linha de conta a interpretação geológica de forma a evitar formas não coerentes. Tendo sido criado o limite de base, com a utilização da razão normalizada Cu/Zn+Pb e a ajuda do teor em S para definir o contato entre sulfuretos maciços de transição (lixiviados/enriquecidos) e os sulfuretos maciços primários. A mesma lógica foi também utilizada para a definição das amostras metalúrgicas. Esta divisão foi posteriormente confirmada com base em estudos mineralógicos e petrográficos.

No que diz respeito ao Str, a sua modelação requereu uma abordagem distinta uma vez que os seus limites não são definidos por contactos, estendendo-se através de várias litologias desde as formações vulcânicas de base (aV e iV) até às formações de topo como as dtV. O domínio Str tem uma prevalência maior nas rochas vulcânicas de base, no entanto ainda apresenta alguma influência nas rochas de topo. De forma a delimitar o domínio do *stringer*, uma série de seções com polilinhas e pontos de controle foi interpretada de forma sistemática, utilizando o ZnEq% como referência com um limite baixo, permitindo alta diluição interna para garantir continuidade e, posteriormente, realizando uma estimativa volumétrica para destacar as áreas de teores mais elevados. Importa referir que o Zn Eq % foi única e exclusivamente utilizado como definidor de volumétrico para o *stringer*, não tendo portanto, nenhuma implicação na estimativa dos metais pagantes e penalizantes.

A modelação dos domínios para o setor Norte pode ser observada na Figura 2-24.

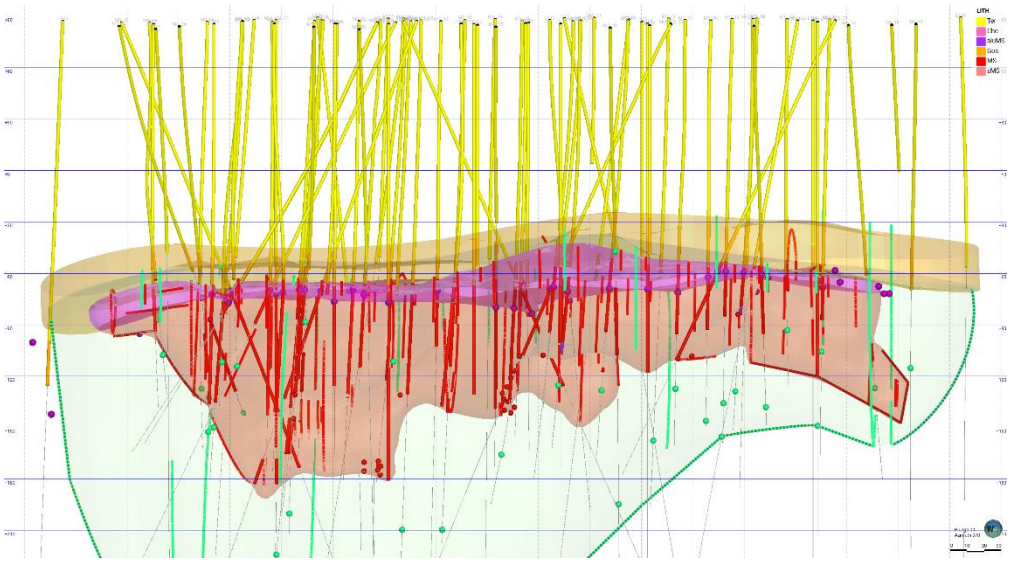


Figura 2.24 – Perspetiva 3D dos domínios do setor Norte do projeto da Lagoa Salgada, (Gos-laranja; tMS- violeta; pMS-vermelho; Str-verde).

SETOR SUL

As sondagens realizadas permitiram uma interpretação detalhada, secção por secção, dos teores de Cu Eq% das rochas encaixantes nomeadamente as rochas *esV* e *iV*. Uma perspetiva das rochas hospedeiras que envolvem os corredores de mineralização pode ser observada na Figura 2-25. Conforme já anteriormente referido não é de excluir que as rochas entre corredores de mineralização também incluam mineralização potencialmente económica, no entanto apresentam teores inferiores aos 5 corredores definidos.

A modelação destes corredores envolveu os seguintes passos:

- Definição dos limites litológicos entre *iV* e *esV*. Esta teve por base os logs geológicos e foi efetuada de forma a dividir o domínio dos sulfuretos semi-maciços (sMS) do domínio do FR. Desta forma os FR apenas se podem encontrar nas litologias do tipo *iV* e os corredores de sMS apenas nas do tipo *esV*.

- A cada amostra foi atribuído um valor de Cu Eq% calculado através da equação 2-3 (o fator de multiplicação reflete o preço do metal por unidade % ou ppm):

$$CuEq\% = ((Zn\ \% \times 26.46) + (Pb\ \% \times 22.05) + (Cu\ \% \times 77.16) + (Au\ ppm \times 54.66) + (Ag\ ppm \times 0.71) + (Sn\ ppm \times 164.55)) \div 77.16$$

Equação 2-3- Cálculo do Cu Eq%.

- modelo dos contornos dos principais corredores de mineralização foi realizado através da interpretação dos teores de Cu Eq% secção a secção (média de 20 metros de intervalo). Importa referir que o Cu Eq % foi única e exclusivamente

utilizado como definidor de volumétrico para o FR, não tendo, portanto, nenhuma implicação na estimativa dos elementos de interesse e penalizantes.

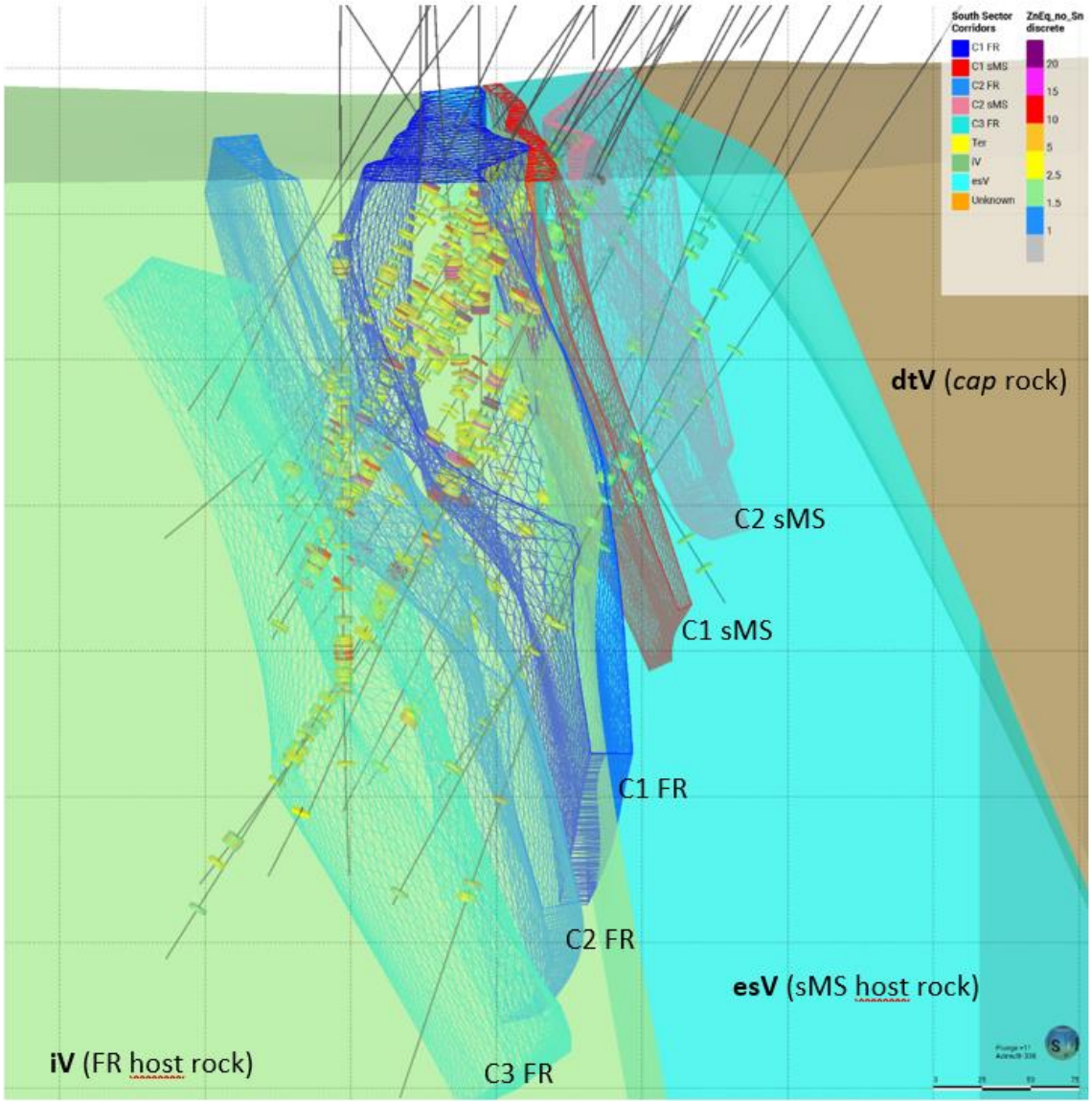


Figura 2.25 – Secção em 3D geral do setor Sul da Lagoa Salgada (C1 FR- Corredor 1 de Remobilização Fissural; C2 FR- Corredor 2 de Remobilização Fissural; C3 FR- Corredor 3 de Remobilização Fissural; C1 sMS- Corredor 1 dos sulfuretos semi-maciços; C2 sMS- Corredor 2 dos sulfuretos semi-maciços

Numa secção geológica transversal (Figura 2-26) é possível observar a média do índice CCPI (Chlorite Carbonate Pyrite Index) do domínio iV em relação aos subdomínios de teores mais altos C1 FR, C2 FR e C3 FR, com base nos ensaios de CuEq %. Tal, fundamenta a utilização do subdomínio de corredores com base nos teores.

Pela coerência entre secções da existência bastante uniforme (apenas variável na possança) de 5 corredores foi-nos possível fazer o detalhe dos mesmos geoespacialmente. Os primeiros exercícios de modelação que foram realizados utilizando apenas restrições volumétricas litológicas e que essa (estimativa "livre") originou a mesma tendência dos 5 corredores, mas com sobrestimação das zonas de baixo teor e uma subestimação das zonas de alto teor (por comparação visual dos blocos com os compósitos). A utilização dos corredores com busca adaptada/variável de azimutes, consoante as variações locais dos corredores, permitiu aproximar o valor real dos compósitos com os blocos e representar com maior efetividade a variabilidade de teores e, dessa forma, melhorar a qualidade de estimação.

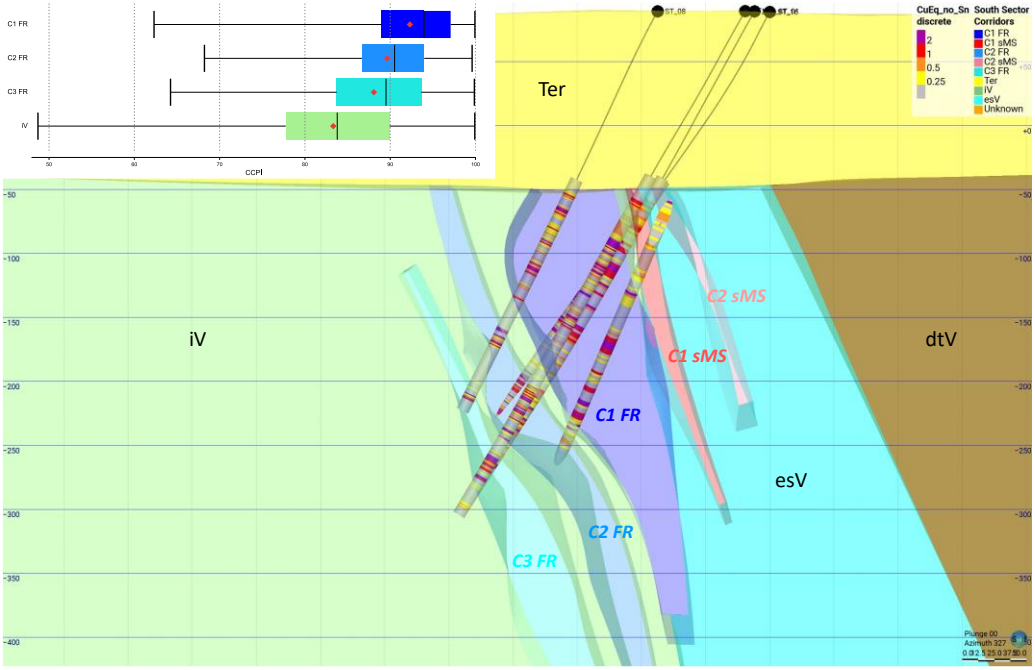


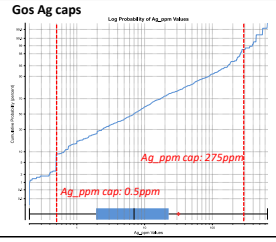
Figura 2.26 – Secção geológica transversal com o índice CCPI no domínio iV bem como nos subdomínios dos corredores de mineralização

2.7.2.1 TEORES DE CORTE GEOQUÍMICOS

Com base nas estimativas de recurso realizadas anteriormente foi examinada a relação entre o comprimento da amostra e o seu teor tendo se estabelecido que um número considerável de teores elevados estava associado a comprimentos maiores. Desta forma passou-se a utilizar compósitos com 2 metros. A partir deste pressuposto todas as sondagens recentes utilizaram um comprimento de amostragem de 2 metros tendo todos os domínios sido compositados em intervalos de 2 metros para a determinação dos seus teores. Para tal foram utilizados histogramas populacionais e gráficos de probabilidade. Na figura 2-27 podem se observar as estatísticas resumidas para os diferentes domínios para os elementos de principal interesse económico. Os teores de corte foram aplicados antes de se realizar a analise dos variogramas, podendo a estatística com e sem teor de corte ser verificada nas tabelas 2.7e 2.8.

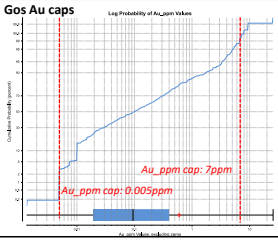
Gos Ag caps

	Composited	Uncomposited
Count	570	970
Length	1139.4	1127.0
Mean	31.57	32.12
SD	70.32	98.38
CV	2.23	3.06
Variance	4945.5	9678.5
Minimum	0.20	0.20
Q1	1.93	1.00
Q2	6.99	5.70
Q3	22.64	19.00
Maximum	650.09	1917.00



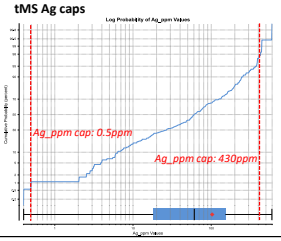
Gos Au caps

	Composited	Uncomposited
Count	570	970
Length	1139.4	1127.0
Mean	0.60	0.63
SD	1.62	2.41
CV	2.70	3.81
Variance	2.6	5.8
Minimum	0.00	0.00
Q1	0.02	0.01
Q2	0.09	0.07
Q3	0.40	0.35
Maximum	25.59	54.20



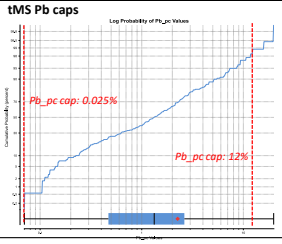
tMS Ag caps

	Composited	Uncomposited
Count	179	309
Length	357.6	338.8
Mean	102.81	99.57
SD	112.41	119.24
CV	1.09	1.20
Variance	12635.5	14217.9
Minimum	0.40	0.50
Q1	18.11	20.00
Q2	60.76	59.00
Q3	151.50	134.00
Maximum	596.00	736.00



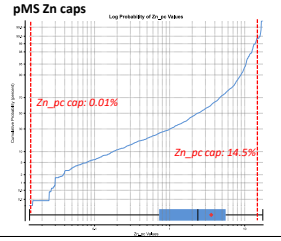
tMS Pb caps

	Composited	Uncomposited
Count	179	309
Length	357.6	338.8
Mean	2.26	2.10
SD	2.88	2.78
CV	1.27	1.33
Variance	8.3	7.7
Minimum	0.07	0.06
Q1	0.47	0.44
Q2	1.33	1.20
Q3	2.63	2.45
Maximum	19.87	22.10



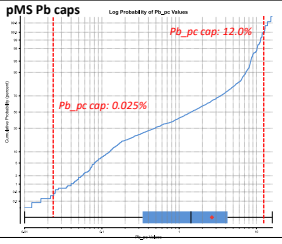
pMS Zn caps

	Composited	Uncomposited
Count	1147	2001
Length	2293.3	2270.1
Mean	3.59	3.62
SD	3.47	3.61
CV	0.97	1.00
Variance	12.0	13.0
Minimum	0.01	0.01
Q1	0.74	0.68
Q2	2.38	2.38
Q3	5.58	5.63
Maximum	17.43	22.40



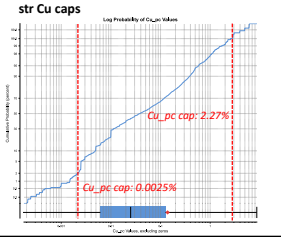
pMS Pb caps

	Composited	Uncomposited
Count	1147	2001
Length	2293.3	2270.1
Mean	2.65	2.70
SD	2.92	3.05
CV	1.10	1.13
Variance	8.5	9.3
Minimum	0.01	0.01
Q1	0.34	0.32
Q2	1.42	1.38
Q3	4.22	4.21
Maximum	16.04	19.29



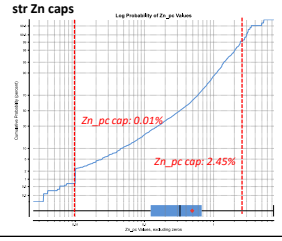
str Cu caps

	Composited	Uncomposited
Count	2089	3583
Length	4174.5	4069.6
Mean	0.14	0.13
SD	0.40	0.48
CV	2.91	3.64
Variance	0.2	0.2
Minimum	0.00	0.00
Q1	0.01	0.00
Q2	0.03	0.02
Q3	0.13	0.11
Maximum	8.69	16.60



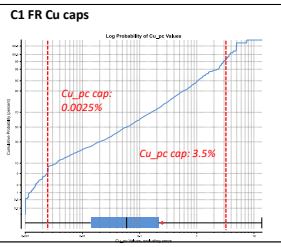
str Zn caps

	Composited	Uncomposited
Count	1147	2001
Length	2293.3	2270.1
Mean	2.65	2.70
SD	2.92	3.05
CV	1.10	1.13
Variance	8.5	9.3
Minimum	0.01	0.01
Q1	0.34	0.32
Q2	1.42	1.38
Q3	4.22	4.21
Maximum	16.04	19.29



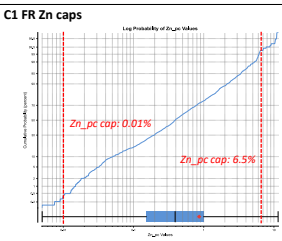
C1 FR Cu caps

	Composited	Uncomposited
Count	1415	2287
Length	2830.1	2790.5
Mean	0.25	0.25
SD	0.66	0.80
CV	2.64	3.20
Variance	0.4	0.6
Minimum	0.00	0.00
Q1	0.02	0.01
Q2	0.06	0.04
Q3	0.22	0.16
Maximum	13.74	15.54



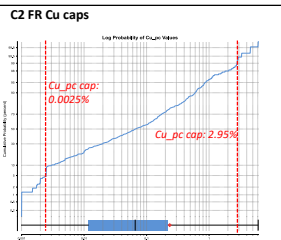
C1 FR Zn caps

	Composited	Uncomposited
Count	1415	2287
Length	2830.1	2790.5
Mean	0.87	0.87
SD	1.31	1.59
CV	1.51	1.82
Variance	1.7	2.5
Minimum	0.01	0.00
Q1	0.16	0.11
Q2	0.40	0.33
Q3	1.01	0.87
Maximum	11.49	16.55



C2 FR Cu caps

	Composited	Uncomposited
Count	549	851
Length	1097.8	1050.2
Mean	0.23	0.24
SD	0.52	0.61
CV	2.21	2.59
Variance	0.3	0.4
Minimum	0.00	0.00
Q1	0.01	0.01
Q2	0.07	0.05
Q3	0.22	0.20
Maximum	6.11	7.20



C2 FR Zn caps

	Composited	Uncomposited
Count	549	851
Length	1097.8	1050.2
Mean	0.65	0.67
SD	1.15	1.39
CV	1.78	2.07
Variance	1.3	1.9
Minimum	0.00	0.00
Q1	0.06	0.04
Q2	0.21	0.16
Q3	0.59	0.56
Maximum	11.19	14.00

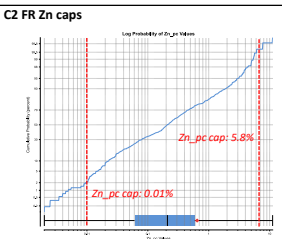


Figura 2.27 – Resumo da estatística relativa às amostras em compósito e sem compósito dos elementos principais por domínio.

Tabela 2.8 – Resumo da estatística dos compósitos com e sem teor de corte dos vários domínios do setor Norte.

Gos

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Sn_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*275*		*7*		*1.2*		*14*		*1.40*		*2*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.01*		*0.005*		*0.05*
Nº of Top caps		*8*		*4*		*4*		*6*		*5*		*5*
Nº of Base caps		*15*		*17*		*9*		*25*		*48*		*1*
Count	570	570	570	570	570	570	570	570	409	409	570	570
Mean	31.56	29.20	0.60	0.56	0.092	0.086	1.81	1.74	0.161	0.156	0.48	0.47
Variance	4942.8	3227.0	2.6	1.5	0.045	0.023	10.8	8.0	0.09	0.08	0.16	0.13
Minimum	0.20	0.50	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.010	0.005	0.005	0.03	0.05
Maximum	650.09	275.00	25.59	7.00	3.31	1.20	34.75	14.00	2.38	1.40	4.32	2.00

tMS

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Sn_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*430*		*5*		*4*		*12*		*0.65*		*1.95*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.05*		*0.005*		*0.01*
Nº of Top caps		*3*		*2*		*1*		*3*		*4*		*2*
Nº of Base caps		*1*		*12*		*4*		*0*		*0*		*0*
Count	179	179	179	179	179	179	179	179	117	117	179	179
Mean	102.75	101.68	1.14	1.05	0.98	0.97	2.25	2.19	0.186	0.175	0.28	0.26
Variance	12632.8	11768.8	2.98	1.55	1.04	0.98	8.26	6.49	0.05	0.03	0.23	0.15
Minimum	0.400	0.500	0.000	0.005	0.000	0.005	0.070	0.070	0.010	0.010	0.010	0.010
Maximum	596.00	430.00	15.99	5.00	5.32	4.00	19.87	12.00	1.55	0.65	4.09	1.95

pMS

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Sn_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*280*		*3.6*		*1.45*		*12*		*0.43*		*14.5*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.005*		*0.01*
Nº of Top caps		*16*		*14*		*6*		*6*		*11*		*7*
Nº of Base caps		-		*68*		*6*		-		-		-
Count	1147	1147	1147	1147	1147	1147	1147	1147	853	853	1147	1147
Mean	62.16	61.61	0.65	0.65	0.30	0.29	2.65	2.64	0.137	0.135	3.59	3.58
Variance	3502.7	3231.6	0.59	0.54	0.09	0.03	8.50	8.28	0.011	0.009	12.05	11.76
Minimum	0.50	0.50	0.000	0.005	0.000	0.003	0.010	0.010	0.006	0.006	0.01	0.01
Maximum	406.26	280.00	5.70	3.60	6.86	1.45	16.04	12.00	0.83	0.43	17.43	14.50

Str

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Sn_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*85*		*0.65*		*2.27*		*1.37*		*0.42*		*2.45*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.005*		*0.001*
Nº of Top caps		*10*		*15*		*12*		*27*		*16*		*21*
Nº of Base caps		*13*		*104*		*322*		*68*		-		*1*
Count	2172	2172	2172	2172	2172	2172	2172	2172	1579	1579	2172	2172
Mean	8.50	8.12	0.06	0.05	0.14	0.14	0.14	0.13	0.034	0.030	0.49	0.48
Variance	266.4	129.4	0.029	0.008	0.164	0.164	0.151	0.048	0.010	0.003	0.296	0.229
Minimum	0.20	0.50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.005	0.005	0.000	0.001
Maximum	442.00	85.00	5.00	0.65	8.69	8.69	12.41	1.37	1.96	0.42	7.38	2.45

Tabela 2.9 – Resumo da estatística dos compósitos com e sem teor de corte dos vários domínios do setor Sul.

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*93*		*0.44*		*3.5*		*5.8*		*6.5*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.01*
Nº of Top caps		*11*		*12*		*9*		*6*		*10*
Nº of Base caps		*2*		*18*		*76*				*5*
Count	1418	1418	1418	1418	1415	1415	1415	1415	1415	1415
Mean	8.96	8.61	0.06	0.06	0.251	0.237	0.49	0.48	0.87	0.85
Variance	294.4	207.1	0.0	0.0	0.438	0.253	0.9	0.7	1.72	1.41
Minimum	0.10	0.50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.003	0.01	0.01
Maximum	242.66	93.00	2.70	1.94	13.74	3.50	12.51	5.80	11.49	6.50

C2 FR

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*88*		*2.2*		*2.95*		*3.7*		*5.8*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.01*
Nº of Top caps		*5*		*6*		*3*		*3*		*3*
Nº of Base caps		*1*		*4*		*29*		-		*11*
Count	537	537	549	549	549	549	549	549	549	549
Mean	8.57	8.31	0.11	0.08	0.23	0.23	0.32	0.31	0.65	0.63
Variance	252.3	201.1	0.30	0.07	0.27	0.20	0.37	0.35	1.31	1.11
Minimum	0.400	0.500	0.000	0.005	0.000	0.003	0.003	0.003	0.002	0.010
Maximum	144.53	88.00	7.68	2.20	6.11	2.95	4.75	3.70	11.19	5.80

C3 FR

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*105*		*0.5*		*2.4*		*2.6*		*4.8*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.01*
Nº of Top caps		*3*		*2*		*2*		*2*		*5*
Nº of Base caps		-		*9*		*43*		-		*12*
Count	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451
Mean	8.25	8.11	0.03	0.03	0.22	0.21	0.23	0.23	0.50	0.49
Variance	263.0	232.0	0.01	0.00	0.28	0.16	0.17	0.16	0.82	0.71
Minimum	0.50	0.50	0.000	0.005	0.001	0.003	0.003	0.003	0.01	0.01
Maximum	133.50	105.00	1.80	0.50	7.78	2.40	3.45	2.60	6.82	4.80

C1 sMS

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*41*		*0.7*		*1.42*		*0.62*		*1.5*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.01*
Nº of Top caps		*2*		*5*		*3*		*3*		*2*
Nº of Base caps						*3*		*2*		*8*
Count	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
Mean	7.40	7.33	0.10	0.10	0.20	0.20	0.08	0.08	0.20	0.19
Variance	64.3	58.7	0.021	0.018	0.077	0.065	0.032	0.015	0.110	0.081
Minimum	0.50	0.50	0.005	0.005	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.010
Maximum	54.69	41.00	0.94	0.70	2.31	1.42	1.98	0.62	2.70	1.50

C2 sMS

	Ag_ppm		Au_ppm		Cu_pc		Pb_pc		Zn_pc	
	UnCap	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*	*UnCap*	*Cap*
Top Cap		*32.5*		*0.76*		*1.95*		*0.4*		*1.5*
Base Cap		*0.5*		*0.005*		*0.0025*		*0.0025*		*0.01*
Nº of Top caps		*1*		*3*		*2*		*2*		*2*
Nº of Base caps		-				*3*		*3*		*13*
Count	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Mean	6.47	6.43	0.09	0.08	0.25	0.24	0.06	0.05	0.25	0.25
Variance	36.5	34.7	0.035	0.025	0.137	0.106	0.012	0.007	0.116	0.107
Minimum	0.50	0.50	0.005	0.005	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.010
Maximum	37.10	32.50	1.17	0.76	2.60	1.95	0.83	0.40	1.75	1.50

2.7.2.2 DENSIDADE

As medições de densidade foram realizadas de uma forma regular pela Redcorp na sua caroteca em campanhas anteriores. No entanto, durante a campanha de sondagens de 2021/2022, a determinação certificada da gravidade específica (SG) foi realizada na ALS Lab de uma forma sistemática, num total de 358 amostras do setor Norte e 914 amostras do setor Sul. A Figura 2-28 mostra a localização espacial de todas as medições de SG certificadas pelo ALS Lab que foram usadas para preencher os blocos com dados de densidade. Uma vez que as medições de SG não representam a totalidade da sondagem, foram utilizados parâmetros de busca semelhantes à interpolação dos metais de cada domínio de forma a proceder-se com a sua estimação.

Na generalidade dos domínios densidade foi estimada usando o método ID3 exceto para o domínio *Gossan* (Gos), onde uma regressão com R-quadrado de 89,5% foi alcançada apenas usando o teor de Fe (Equação 2-4). A Figura 2-29 exibe os gráficos residuais para a regressão de Gos.

$$Regressão\ Densidade\ Gos = 2.0831 + (0.03003 \times Fe\ Grade\ \%)$$

Equação 2-4 - Regressão para determinação da densidade no domínio do Gossan.

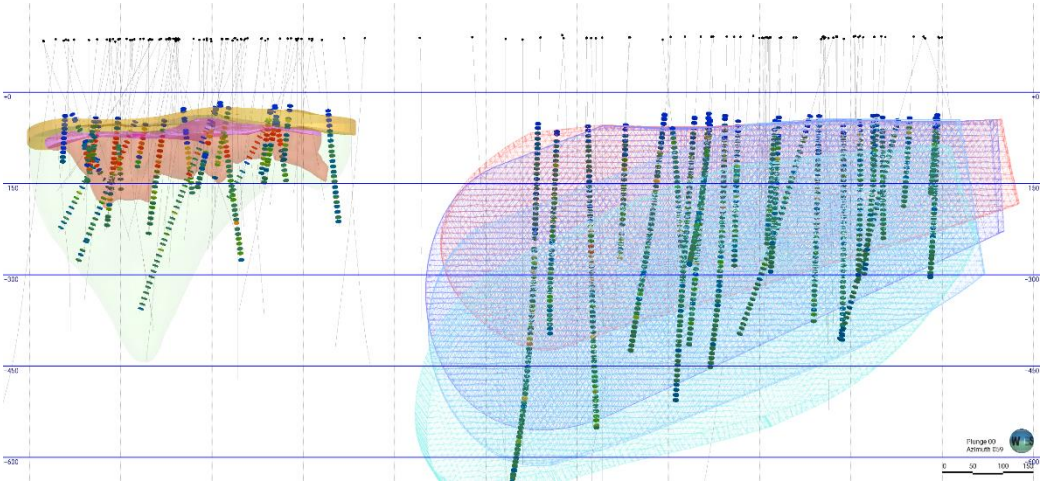


Figura 2.28 – Vista de Oeste com as várias amostras onde foram realizadas medições de gravidade específica.

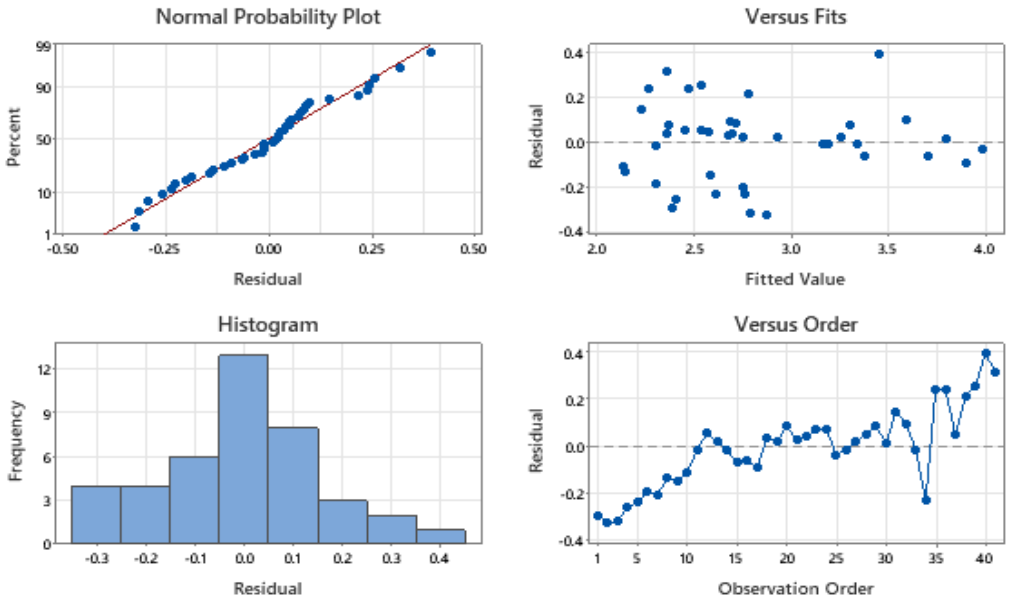


Figura 2.29 – Gráficos relativos à regressão para a determinação da gravidade específica para o Gos no setor Norte do depósito da Lagoa Salgada.

2.7.2.3 VARIOGRAFIA

Uma análise geoestatística dos diferentes domínios foi realizada de forma a determinar os melhores parâmetros para interpolação dos teores. Desta forma, foram realizados variogramas convencionais e aplicados nos domínios como o Gos, a tMS e os pMS, para os domínios como Str e todos os domínios do setor Sul foram simulados correlogramas Exemplos dos variogramas e correlogramas podem ser observados nas Figuras de 2.30 a 2.34. Estas figuras demonstram claramente como os intervalos do elipsoide de busca foram determinados. É importante notar que os metais economicamente mais importantes por domínio foram os fatores determinantes dos intervalos de busca escolhidos. Relativamente ao efeito de pepita este foi calculado individualmente, por domínio e por metal, a partir do variograma *downhole*.

Os intervalos de influência semelhantes ao longo dos diferentes eixos de elipsoide confirmam a natureza isotrópica dos domínios tMS, pMS e Str.

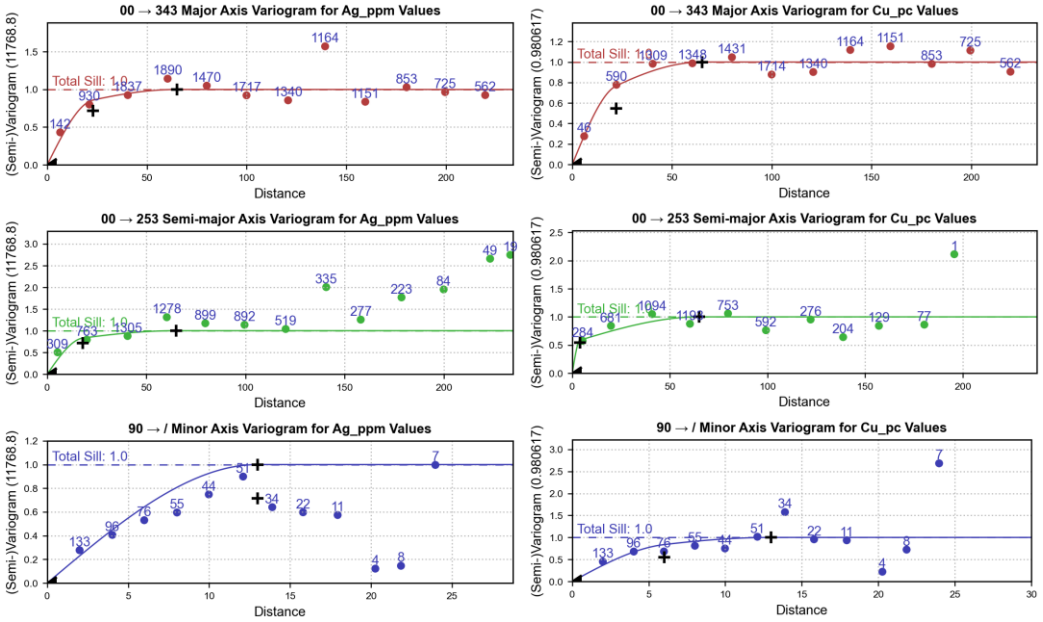


Figura 2.30 – Variogramas para Ag e Au do Gos no setor Norte

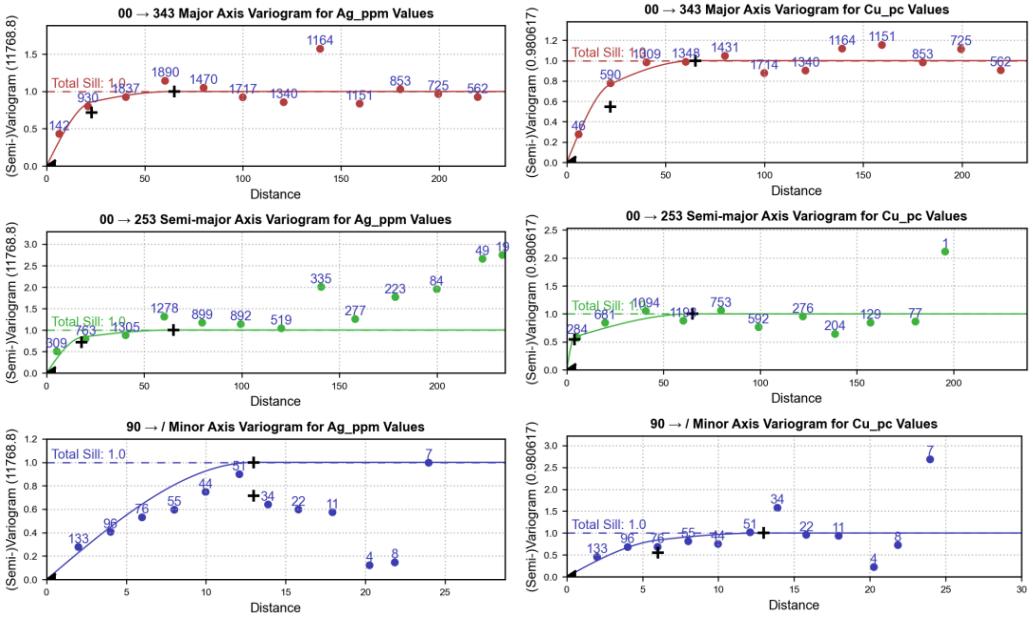


Figura 2.31 – Variogramas para Ag e Cu do tMS no setor Norte

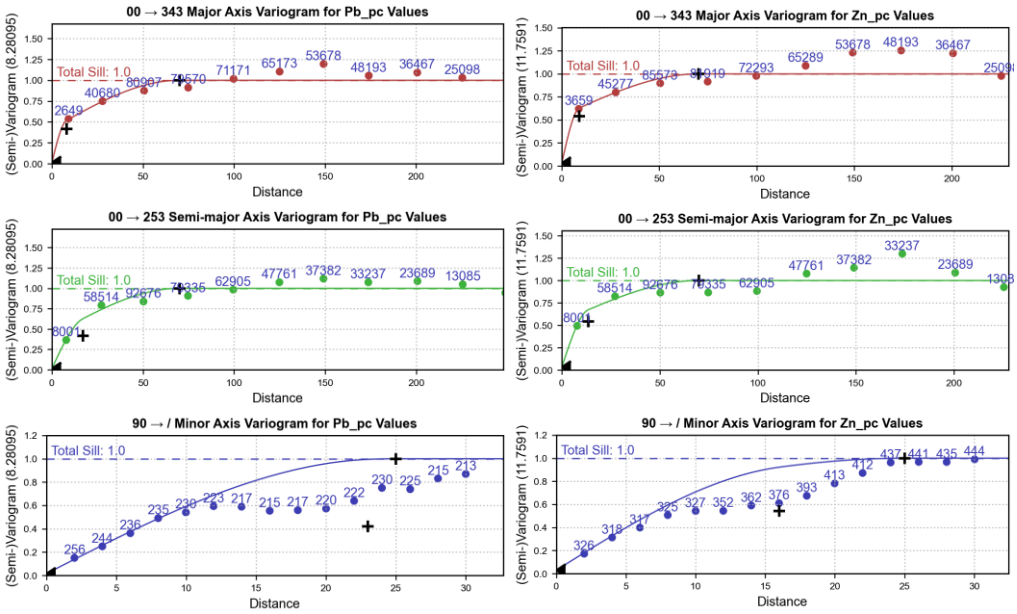


Figura 2.32-- Variogramas para Pb e Zn do pMS no setor Norte

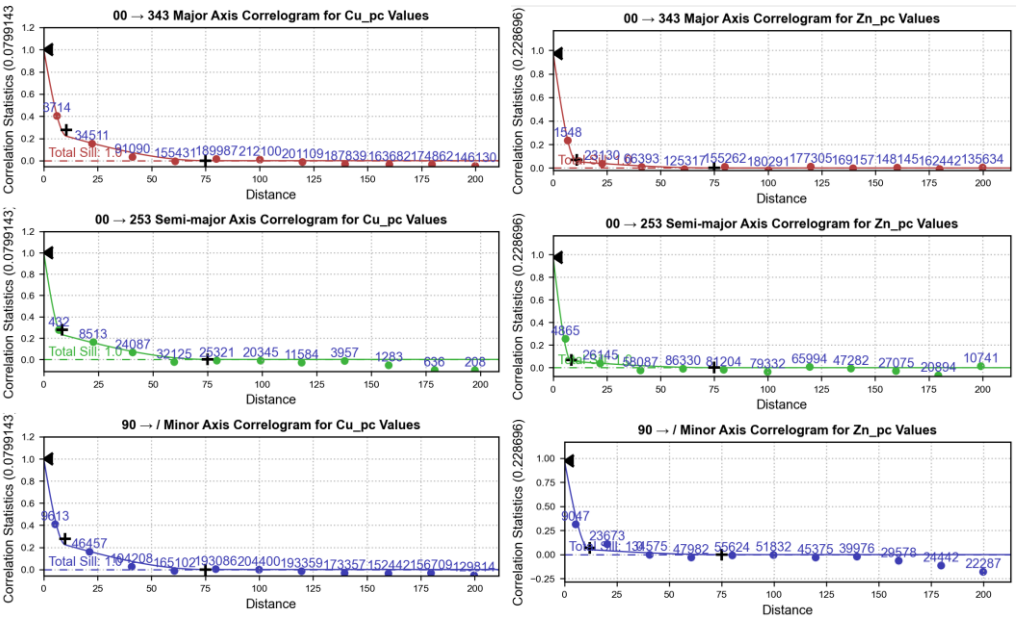


Figura 2.33 – Correlogramas para Cu e Zn do Str no setor Norte

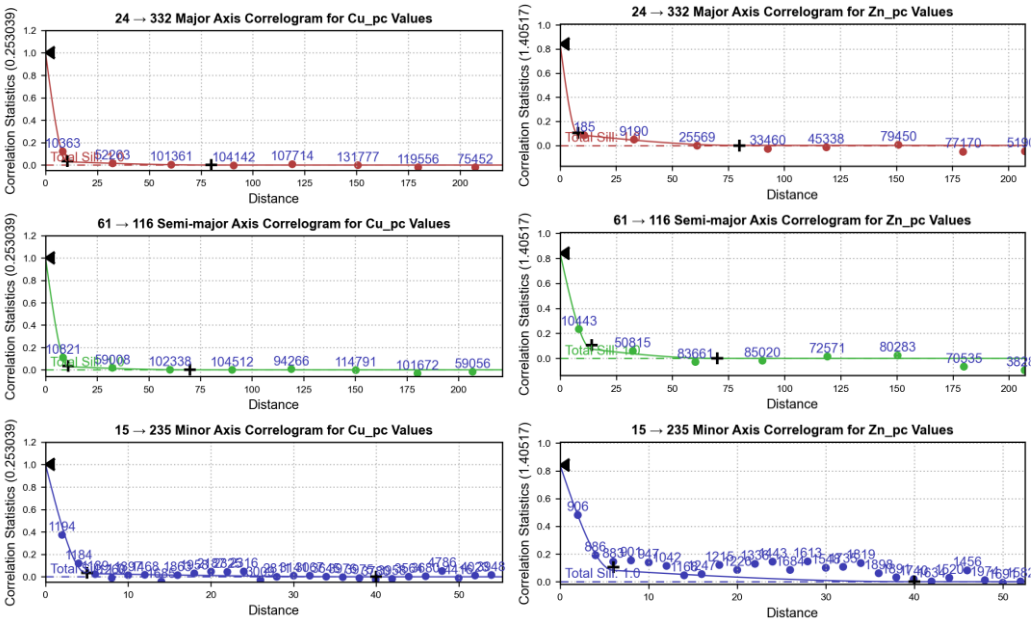


Figura 2.34 – Correlogramas para Cu e Zn do C1 FR no setor Sul.

2.7.2.4 Análise do Tamanho de Blocos

Uma análise do tamanho de blocos foi realizada com vista a selecionar o tamanho mais apropriado para a correta estimativa. Esta foi realizada através da execução de múltiplas estimativas através do método de *Ordinary Krigging* (OK) para o zinco no domínio pMS utilizando diversos tamanhos para os blocos e comparando os resultados da eficiência da krigagem bem como a regressão linear. Desta forma o tamanho ideal é aquele que apresenta a maior eficiência de krigagem combinado com o que apresenta a maior inclinação da reta de regressão. Nesta análise o Zn foi o elemento escolhido pois é o elemento principal do depósito e o pMS o domínio mais significativo deste projeto. Com base nos resultados obtidos o bloco de dimensões 5X10X5m foi o escolhido pois representa a variabilidade dos compósitos bem como permite definir com melhor coerência as formas de exploração (Figura 2-35).

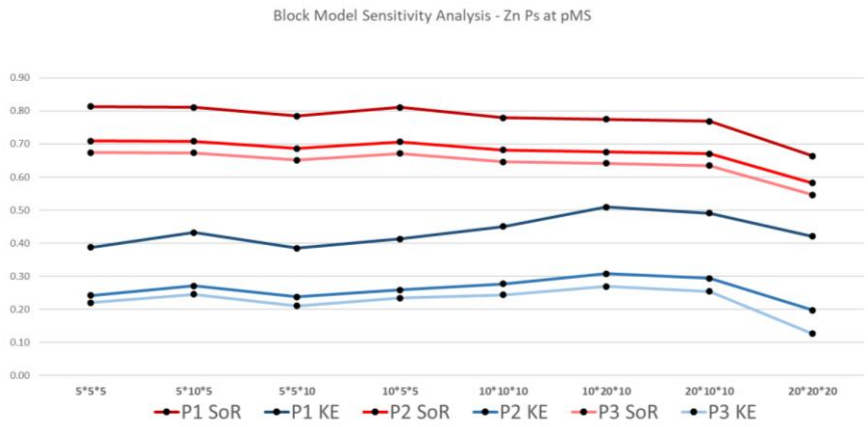


Figura 2.35 – Análise de sensibilidade ao tamanho de bloco relativa ao domínio pMS.

2.7.2.5 PARÂMETROS DE BUSCA

SETOR NORTE

Os parâmetros de busca para o setor Norte foram definidos com a utilização da variografia combinada com a geometria do depósito e a distância média entre sondagens. Um modelo de estimativa em 3 categorias foi utilizado, para interpolação de todos os domínios. Para estas categorias o número máximo e mínimos de amostras por sondagens foi definido de forma a controlar o número de sondagens utilizado na interpolação. Na Tabela 2.9 estão apresentados os parâmetros de busca adotados para a interpolação dos teores. Os variogramas anteriormente definidos para cada um dos domínios e para cada um dos metais alvo serviram como guias para categorizar os recursos. Assim a categoria P1 é igual a 40% do alcance do variograma (até ao *sill* normalizado), a categoria P2 é igual ao alcance do variograma e a categoria P3 é igual ao alcance do variograma multiplicado por 1.5. Os mesmos parâmetros foram utilizados nos diferentes tipos de interpolação (OK, ID3 e NN).

Tabela 2.10 – Resumo dos parâmetros de busca utilizados para no depósito Norte.

	Pass	Dip (º)	Dip Az. (º)	Pitch (º)	Major (m)	Semi (m)	Minor (m)	Minimum samples	Maximum samples	Samples p/ hole	Minimum Holes
Gos	1	0	163	90	34	20	8	12	18	3	4
	2	0	163	90	85	50	20	9	15	3	3
	3	0	163	90	127.5	75	30	6	12	3	2
tMS	1	0	163	90	26	26	5.2	12	18	3	4
	2	0	163	90	65	65	13	9	15	3	3
	3	0	163	90	97.5	97.5	19.5	6	12	3	2
pMS	1	0	163	90	28	28	10	12	18	3	4
	2	0	163	90	70	70	25	9	15	3	3
	3	0	163	90	105.0	105	37.5	6	12	3	2
str	1	0	163	90	30	30	30	12	18	3	4
	2	0	163	90	75	75	75	9	15	3	3
	3	0	163	90	112.5	112.5	112.5	6	12	3	2

SETOR SUL

Os parâmetros de busca para o setor Sul foram definidos com a utilização da variografia combinada com a geometria do depósito e a distância média entre sondagens. Um modelo de estimativa em 4 categorias foi utilizado, para interpolação todos os domínios. Para estas categorias o número máximo e mínimos de amostras por sondagens foi definido de forma a controlar o número de sondagens utilizado na interpolação. Na Tabela 2.10 estão apresentados os parâmetros de busca adotados para a interpolação dos teores. Assim, a categoria P1 é igual a 40% do alcance do variograma, a categoria P2 é igual ao alcance do variograma, a categoria P3 é igual ao alcance do variograma multiplicado por 1.5 (150% do alcance do variograma) e categoria P4 é igual ao alcance do variograma multiplicado por 2 (200% do alcance do variograma). Os mesmos parâmetros foram utilizados nos diferentes tipos de interpolação (OK, ID3 e NN). Os alcances do variograma escolhidos para a categoria P2 foram obtidos através dos correlogramas de Cu a Zn, visto estes serem os elementos com maior potencial

econômico deste setor. Devido a uma geometria irregular diferentes orientações foram utilizadas nos elipsoides de busca, tendo como base o Azimute dos corredores, mas com orientação variável adaptada à geometria variável dos mesmos.

Tabela 2.11 – Resumo dos parâmetros de busca utilizados para no depósito Sul.

	Pass	Dip (º)	Dip Az. (º)	Pitch (º)	Major (m)	Semi (m)	Minor (m)	Minimum samples	Maximum samples	Samples p/ hole	Minimum Holes
All Corridors	1	75	55	25	32	28	16	12	15	3	4
	2	75	55	25	80	70	40	9	12	3	3
	3	75	55	25	120	105	60	6	9	3	2
	4	75	55	25	160	140	80	6	9	3	2

2.7.2.6 Interpolação e Validação de Teores

Para a interpolação dos teores ao longo de todos os domínios do depósito da Lagoa Salgada foi utlizado o método de *Ordinary Krigging* (OK), paralelamente a este, os métodos de inverso da distância ao cubo (ID3) e o método do vizinho mais próximo (NN) foram utilizados para a validação do teor dos blocos originados pelo método de OK.

Para além da comparação com outros métodos de interpolação, uma validação visual dos blocos foi realizada. Esta validação foi efetuada através do modelo 3D interativo verificando que o teor dos blocos é realista quando intercetados por uma sondagem. Esta validação provou ser satisfatória podendo um exemplo ser observados na Figura 2.36. para o setor Norte e 2.37 para o setor Sul.

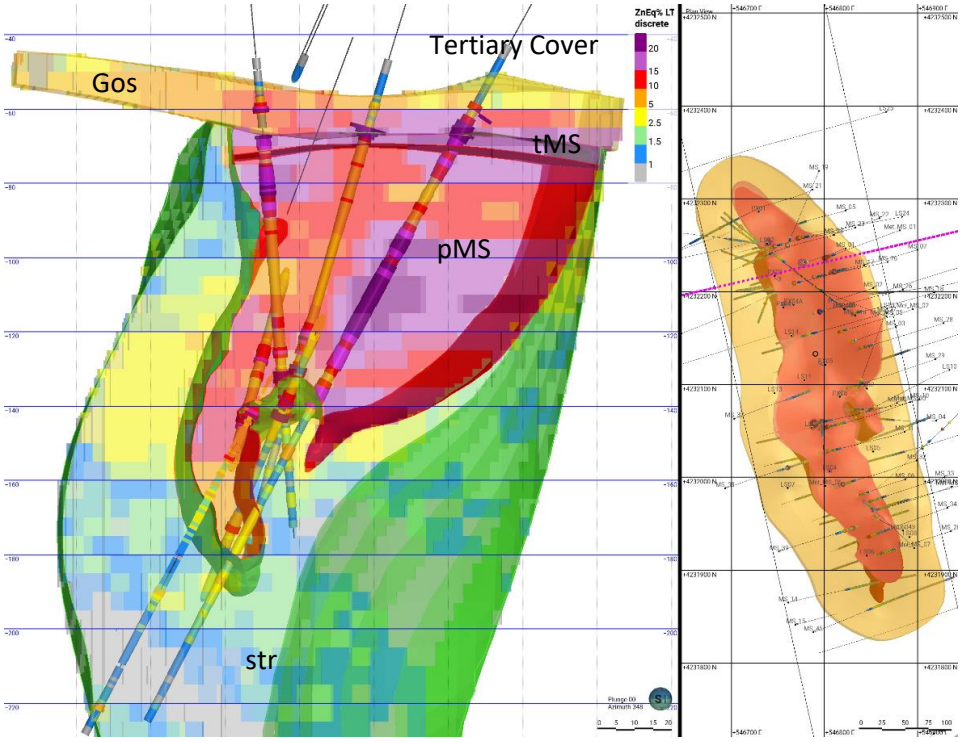


Figura 2.36 – Secção transversal demonstrando a correspondência entre o modelo de blocos e os resultados geoquímicos para os domínios do setor Norte.

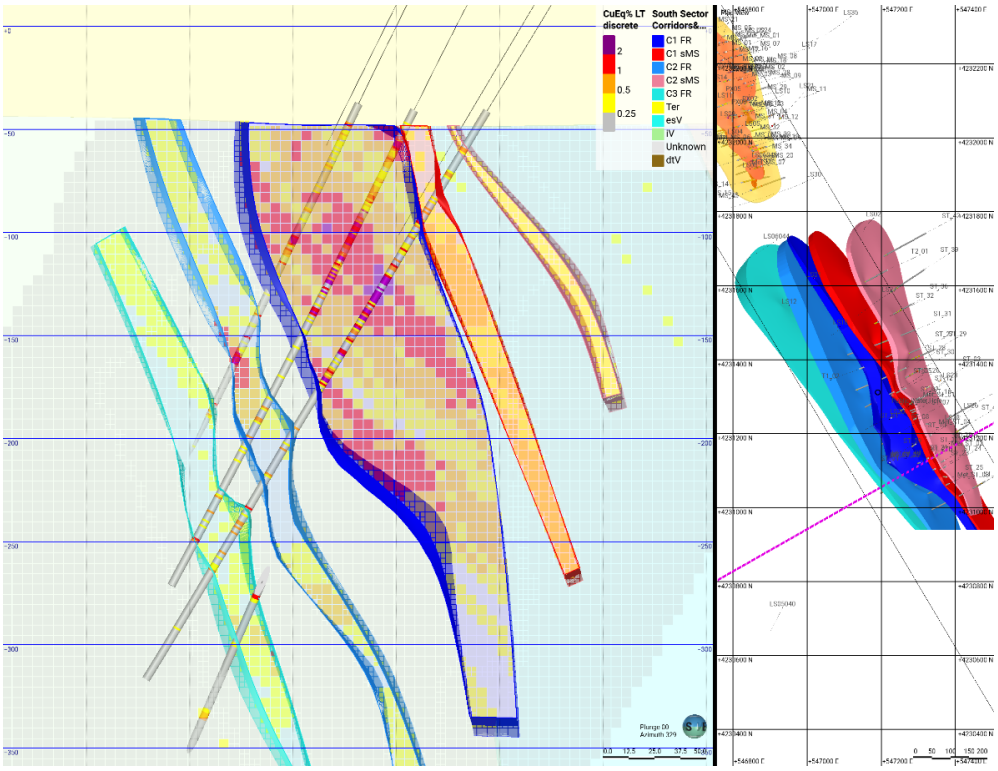


Figura 2.37 – Secção transversal demonstrando a correspondência entre o modelo de blocos e os resultados geoquímicos para os domínios do setor Sul.

Uma outra forma de validação da interpolação realizada foi através da utilização de *swath plots,* mostrando-se esta bastante satisfatória na correspondência entre o teor dos blocos tanto por OK, ID3, NN e os compósitos.

Por fim uma validação através da estatística global foi realizada, comparando os resultados de OK com os teores de corte dos compósitos. No entanto para o setor Sul uma vez que uma grande parte dos seus blocos estão definidos como inferidos, e visto que o cálculo de Reservas não incluí esta categoria, para existir uma comparação mais realista foram utilizados os blocos na categoria P1 e P2 do subdomínio C1 FR visto a maioria dos recursos do setor Sul estarem presentes neste subdomínio. Os resultados para todos os metais com potencial económicos indicam uma correspondência positiva com o método OK para a estimação.

2.7.2.7 Classificação dos Recursos Minerais

SETOR NORTE

Uma vez que tanto geologicamente como a nível de teores existe uma boa continuidade uma boa continuidade fruto da consequente extrapolação dos raios e parâmetros de busca referidos, cerca de 27% do recurso do depósito Norte pode ser classificado como Medido, aproximadamente 67,5% pode ser enquadrado na categoria de Indicada. Apenas uma pequena fração do depósito Norte (cerca de 5%) é atribuída à categoria Inferida (cuja não faz parte do cálculo de Reservas). Uma secção que exemplifica esta categorização dos recursos pode ser observada na Figura 2.38.

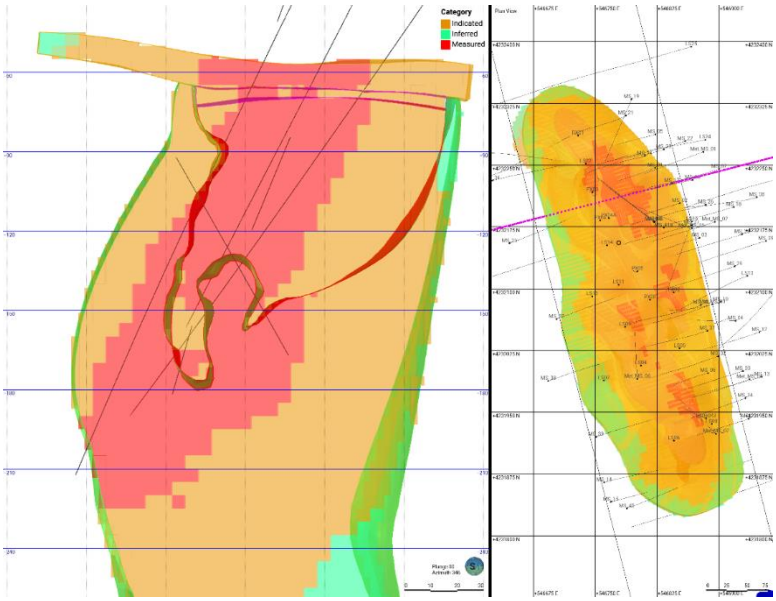


Figura 2.38 – Planta e secção relativa ao setor Norte, demonstrando a classificação dos recursos.

Os domínios de Gos, tMS e pMS no depósito Norte mostram uma notável continuidade e coerência. A otimização de câmaras realizada para a determinação das reservas mostra que a geometria dos blocos, considerando os fatores económicos restritivos, demonstra perspetivas razoáveis para a extração económica eventual da maior parte desses domínios. Para o domínio do Str, a geometria dos blocos foi avaliada visualmente, determinando que eles apresentam o tamanho mínimo adequado para câmaras e proximidade com o desenvolvimento planeado em subterrâneo.

SETOR SUL

Relativamente ao setor Sul, a estimativa dos recursos minerais enquadra-se na categoria de Indicadas e Inferidas (cuja não faz parte do cálculo de Reservas), pela ainda restrita quantidade de Medidas, as mesmas foram incluídas nas Indicadas. Na Figura 2.39 pode ser observado uma perspetiva das categorias de recursos para o setor Sul. Para categorizar os recursos como indicados foram selecionados os blocos no parâmetro P1

e P2 e para a categoria de inferidos os parâmetros P3 e P4. Posteriormente foram removidos os blocos isolado para produzir uma forma coerente e contígua no seu volume.

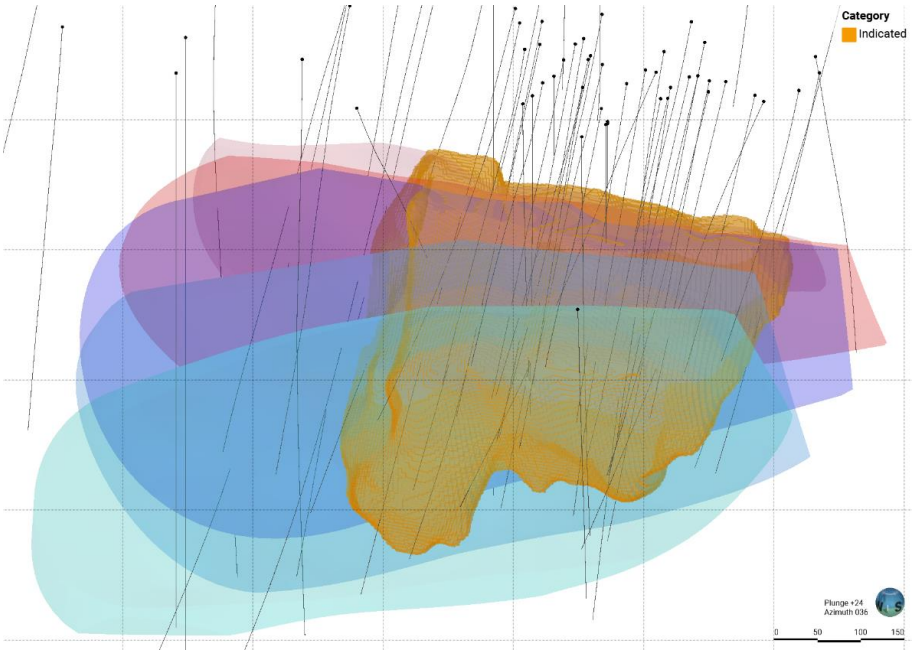


Figura 2.39 – Perspetiva 3D da classificação dos recursos do setor Sul.

De forma a garantir que os blocos constituam volumes coerentes, contíguos e, consequentemente, exploráveis, um modelo numérico dos blocos com custos de exploração e processamento foi desenvolvido de forma a harmonizar o relatório do recurso em NSR (*Net Smelter Return*). Todos os conjuntos que apresentassem um volume inferior a 3000m^3 foram descartados. É importante notar que o subdomínio sMS não foi considerado uma vez que o volume acima do valor de NSR é marginal.

2.7.2.8 TABELA DE RECURSOS MINERAIS

Um resumo dos recursos geológicos relativos aos distintos setores e domínios do depósito da Lagoa Salgada pode ser observado nas tabelas 2.11 e 2.12. A estimativa realizada para o projeto da Lagoa Salgada foi preparada e está de acordo com os critérios utilizados pelo *CIM- Standing Comittee on Reserve Definitions* para a estimativa de recursos minerais. De notar que todos os metais referidos foram devidamente estimados através de análises efetivas, compositação por domínio e respectivo tratamento geoestatístico e geoespacial. Todos os elementos referidos na tabela de recursos foram calculados da mesma forma num modelo de blocos e seguiram os mesmos parâmetros e método de estimação: amostra -> compósito por domínio -> tratamento estatístico -> tratamento geoespacial -> modelo de blocos.

Importa referir que, como todas as estimativas, também as aplicadas ao cálculo de recursos realizado nos diversos domínios do projeto da Lagoa Salgada apresentam um grau de incerteza associado. Assim, tendo em conta as melhores práticas preconizadas

pelo *Canadian Institute of Mining* no *National Instrument* 43-101 quanto à categorização de Recursos e Reservas, no caso da Lagoa Salgada, e de forma resumida, seguimos o que é a recomendação de considerar os raios de busca dos recursos Indicados até ao momento a extensão em que a correlação dos correlogramas ou a variabilidade dos variogramas ultrapassam a normalização ao 0 ou 1, respetivamente (comummente referido como *sill*). Quanto aos parâmetros de busca, foram elaborados vários cenários, mas genericamente, embora o número de compósitos utilizados por furo possa variar dependendo dos domínios, requeremos sempre, o mínimo de 3 sondagens e o máximo de 4 sondagens para popular um bloco como indicado dentro de 100% do raio de busca já referido. Os mesmos princípios são empregues para as Medidas, mas utilizando apenas 40% da distância ao *sill* e 4 a 5 sondagens e, para as Inferidas, aonde utilizamos 150% de raio de busca e 2 a 3 sondagens como exemplificado nas tabelas anteriores 2.9 e 2.10.

Tabela 2.12 – Estimativa de recursos minerais para o depósito Norte do projeto da Lagoa Salgada a 23 de Maio de 2023.

						Teor						Metal Contido						
Depósito	**Domínio**	**Categoria**	**Densidade**	**Massa**	**NSR-MRE**	**Zn**	**Pb**	**Cu**	**Sn**	**Ag**	**Au**	**NSR-MRE**	**Zn**	**Pb**	**Cu**	**Sn**	**Ag**	**Au**
			g/cm³	Mt	$/t	%	%	%	%	g/t	g/t	M$	kt	kt	kt	kt	koz	koz
North	Gos	**Medidas + Indicadas**	**2.96**	**1.89**	**109.0**	**0.46**	**2.51**	**0.10**	**0.26**	**44.4**	**0.86**	**206.2**	**8.8**	**47.4**	**1.9**	**4.8**	**2 700.1**	**52.5**
		Inferidas	2.56	0.35	81.1	0.42	1.67	0.10	0.10	36.9	0.79	28.6	1.5	5.9	0.4	0.4	418.2	9.0
	tMS	**Medidas + Indicadas**	**4.06**	**0.92**	**107.7**	**0.25**	**2.47**	**1.08**	**0.20**	**121.6**	**1.24**	**98.9**	**2.3**	**22.7**	**9.9**	**1.8**	**3 591.2**	**36.5**
		Inferidas	3.74	0.07	75.6	0.27	2.12	0.84	0.14	74.3	1.41	5.6	0.2	1.6	0.6	0.1	177.7	3.4
	pMS	**Medidas + Indicadas**	**4.44**	**5.46**	**143.7**	**3.79**	**2.90**	**0.28**	**0.13**	**66.5**	**0.72**	**784.1**	**206.8**	**158.3**	**15.0**	**7.1**	**11 677.1**	**125.6**
		Inferidas	4.81	0.06	88.7	2.78	1.47	0.11	0.07	33.6	0.40	5.2	1.6	0.9	0.1	0.0	62.9	0.7
	str	**Medidas + Indicadas**	**2.91**	**0.63**	**45.0**	**0.75**	**0.24**	**0.48**	**0.08**	**22.1**	**0.06**	**28.5**	**4.8**	**1.5**	**3.0**	**0.5**	**450.8**	**1.2**
		Inferidas	2.83	0.01	44.8	0.58	0.38	0.46	0.13	29.4	0.20	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0
North	**Total**	**Medidas + Indicadas**	**3.85**	**8.90**	**125.6**	**2.50**	**2.58**	**0.34**	**0.16**	**64.4**	**0.75**	**1 117.7**	**222.7**	**229.8**	**29.9**	**14.3**	**18 419.3**	**215.8**
		Inferidas	2.86	0.49	80.6	0.68	1.70	0.22	0.11	42.0	0.83	39.7	3.3	8.4	1.1	0.5	666.0	13.1

1.Os recursos minerais ao contrário das reservas não têm viabilidade económica demonstrada. Esta estimativa dos recursos minerais pode ser afetada devido a questões ambientais, autorizações legais, requesitos regulatórios, restrições sociais, condições de mercados ou outros fatores.

2. Os recursos minerais foram estimados de acordo com o CIM Best Practice Guidelines(2019)
e CIM Definition Standards (2014) com um vista a uma exploração coerente e contínua.

3.Zonas Mineralizadas: Gos=Gossan, tMS= sulfuretos maciços de transição pMS=sulfuretos maciços primários, Str=Stringer, FR= Remobilização fissural.

4. Preços dos Metais: Cu $7,716/t, Zn $2,646/t, Pb $2,205/t, Au $1,700/oz, Ag $22.00/oz, Sn $26,455/t.

5. NSR-MRE: Gos= ((Sn%*0.40)*Sn$)+((Pb%*0.20)*Pb$)+((Au ppm*0.91)*Au$)+((Ag ppm*0.89)* Ag$)
tMS= ((Sn%*0.40)*Sn$)+((Pb%*0.50)*Pb$)+((Ag ppm*0.65)* Ag$)+((Zn% *0.5)*Zn$)
pMS= ((Sn%*0.40)*Sn$)+((Pb%*0.60)*Pb$)+((Ag ppm*0.45)* Ag$)+((Zn%*0.70)*Zn$)
str= ((Cu%*0.60)*Cu$)+((Pb%*0.5)*Pb$)+((Ag ppm*0.4)* Ag$)+((Zn%*0.70)*Zn$)

6. NSR-MRE preço de corte: Gos= $48.24, tMS= $46.54, pMS= $41.06, str= $37.83

Tabela 2.13 – Estimativa de recursos minerais para o depósito Sul do projeto da Lagoa Salgada a 23 de Maio de 2023.

						Teor					Metal Contido					
Deposito	**Domínio**	**Categoria**	**Densidade**	**Massa**	**NSR-MRE**	**Cu**	**Zn**	**Pb**	**Ag**	**Au**	**NSR-MRE**	**Cu**	**Zn**	**Pb**	**Ag**	**Au**
			g/cm³	Mt	$/t	%	%	%	g/t	g/t	M$	kt	kt	kt	koz	koz
South	C1 FR	**Indicadas**	**2.89**	**6.43**	**63.3**	**0.40**	**1.26**	**0.75**	**13.13**	**0.07**	**407.0**	**25.5**	**81.2**	**48.2**	**2 715.4**	**13.7**
		Inferidas	3.06	0.83	50.4	0.61	0.47	0.23	12.26	0.13	42.1	5.1	3.9	1.9	329.0	3.4
	C2 FR	**Indicadas**	**2.86**	**2.50**	**67.5**	**0.50**	**1.23**	**0.64**	**15.58**	**0.04**	**168.5**	**12.4**	**30.8**	**16.0**	**1 251.4**	**3.6**
		Inferidas	3.01	3.66	62.0	0.54	0.96	0.42	17.32	0.08	226.6	19.6	35.0	15.5	2 036.7	9.6
	C3 FR	**Indicadas**	**2.85**	**1.11**	**62.5**	**0.39**	**1.17**	**0.54**	**20.77**	**0.04**	**69.2**	**4.3**	**13.0**	**6.0**	**740.0**	**1.3**
		Inferidas	3.07	3.64	60.1	0.67	0.69	0.22	16.62	0.04	218.7	24.5	25.1	7.9	1 943.9	5.3
South	**Total**	**Indicadas**	**2.88**	**10.04**	**64.2**	**0.42**	**1.24**	**0.70**	**14.58**	**0.06**	**644.7**	**42.2**	**124.9**	**70.2**	**4 706.8**	**18.6**
		Inferidas	3.04	8.13	59.9	0.60	0.79	0.31	16.49	0.07	487.4	49.1	64.0	25.3	4 309.5	18.3

1.Os recursos minerais ao contrário das reservas não têm viabilidade económica demonstrada. Esta estimativa dos recursos minerais pode ser afetada devido a questões ambientais, autorizações legais, requesitos regulatórios, restrições sociais, condições de mercados ou outros fatores.

2. Os recursos minerais foram estimados de acordo com o CIM Best Practice Guidelines(2019)
e CIM Definition Standards (2014) com um vista a uma exploração coerente e contínua.

3.Zonas Mineralizadas: Gos=Gossan, tMS= sulfuretos maciços de transição pMS=sulfuretos maciços primários, Str=Stringer, FR= Remobilização fissural.

4. Preços dos Metais: Cu $7,716/t, Zn $2,646/t, Pb $2,205/t, Au $1,700/oz, Ag $22.00/oz, Sn $26,455/t.

5. NSR-MRE: South Deposit= ((Cu%*0.65)*Cu$)+((Zn%*0.75)*Zn$)+((Pb%*0.65)*Pb$)+((Au ppm*0.05)*Au$)+((Ag ppm*0.80)*Ag$)

6. NSR-MRE preço de corte: FR: $37.83

3 ESTUDO HIDROGEOLÓGICO

O EHB - Estudo Hidrogeológico de Base (ou BHS - *Baseline Hydrogeological Study*) faz parte do Estudo de Viabilidade Técnica e Económica do Projeto Lagoa Salgada (ou DFS – *Definitive Feasibility Study*).

Neste capítulo é apresentado o resumo executivo referente ao Estudo Hidrogeológico, sendo que o documento completo encontra-se no ANEXO II.

3.1 EQUIPA DE TRABALHO

O BHS foi efetuado pela CONSMAGA (Geólogos e Engenheiros Consultores Lda) e pela FRASA Ingenieros Consultores S.L. em associação com a QUADRANTE, responsável pela elaboração do DFS, ou seja, um Estudo de Viabilidade Técnica e Económica do Projeto Lagoa Salgada, em Grândola, para a REDCORP, detentora em conjunto com a EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro, da Licença de Concessão Mineira.

Salienta-se a transparência e compromisso de responsabilidade patente nos contatos com os proprietários locais e instituições públicas e particulares como a DGEG, a APA-ARH – Alentejo, LNEG- CEGMA Aljustrel, Município de Grândola, AGDA – Águas do Alentejo, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Fundação Ciência Viva do Lousal, Associação Ambientalista QUERCUS – Núcleo Regional do Litoral Alentejano, etc.

3.2 OBJETIVOS

O BHS pretendeu avaliar, compreender e caraterizar a dinâmica dos sistemas hidrogeológicos, incluindo as formações de cobertura do Cenozóico e as formações subjacentes do Paleozóico, onde se inserem os depósitos minerais (mineralizações em sulfuretos polimetálicos) (Venda Nova Norte e Venda Nova Sul), considerando o papel das diversas unidades hidrogeológicas presentes, as suas complexidades e influências, e a inter-relação com as águas de superfície, naturais e industriais produzidas pelo Projeto, no âmbito da conceção da futura operação mineira.

As condições hidrogeológicas são determinantes para a conceção correta da operação mineira, o sistema de drenagem preventivo da área de lavra e a sua otimização, essencialmente na medida em que afeta o contexto geral do projeto de exploração mineira. Além de estimar o impacte potencial da operação mineira nas captações de água, principalmente para abastecimento público, e nos sistemas aquíferos (em quantidade e qualidade) e o estabelecimento de medidas de proteção do recurso hídrico, o objetivo foi também efetuar uma estimativa dos possíveis recursos hídricos disponíveis, que podem ser utilizados nas operações de produção para a extração e tratamento mineral.

Para realizar esta caracterização hidrogeológica da área do Projeto foi necessário:

- Estabelecer, com base nos dados disponíveis, os parâmetros hidroclimáticos requeridos para estimar os balanços hídricos em diferentes condições climáticas e determinar a chuva máxima provável;

- Caraterizar as condições dos escoamentos de água superficial, na área do Projeto e sua envolvente, para definir a taxa de infiltração no solo, o excedente e/ou deficit hídrico, e as áreas inundáveis;

- Caraterizar hidrogeologicamente os materiais litológicos do Cenozóico e do Paleozóico, com a definição dos impactes previsíveis nos sistemas aquíferos subterrâneos.

- Os objetivos específicos foram:

    - A identificação das formações geológicas e suas caraterísticas estruturais, que contribuem para o armazenamento e o fluxo da água subterrânea (aquíferos, aquífugos e aquitardos);

    - A determinação dos parâmetros hidrodinâmicos que caraterizam os diferentes sistemas hidrogeológicos;

    - A caraterização físico-química das águas superficiais e subterrâneas, como auxílio no estabelecimento da dinâmica de fluxos, e na relação entre os diferentes sistemas hidrogeológicos e com as águas superficiais;

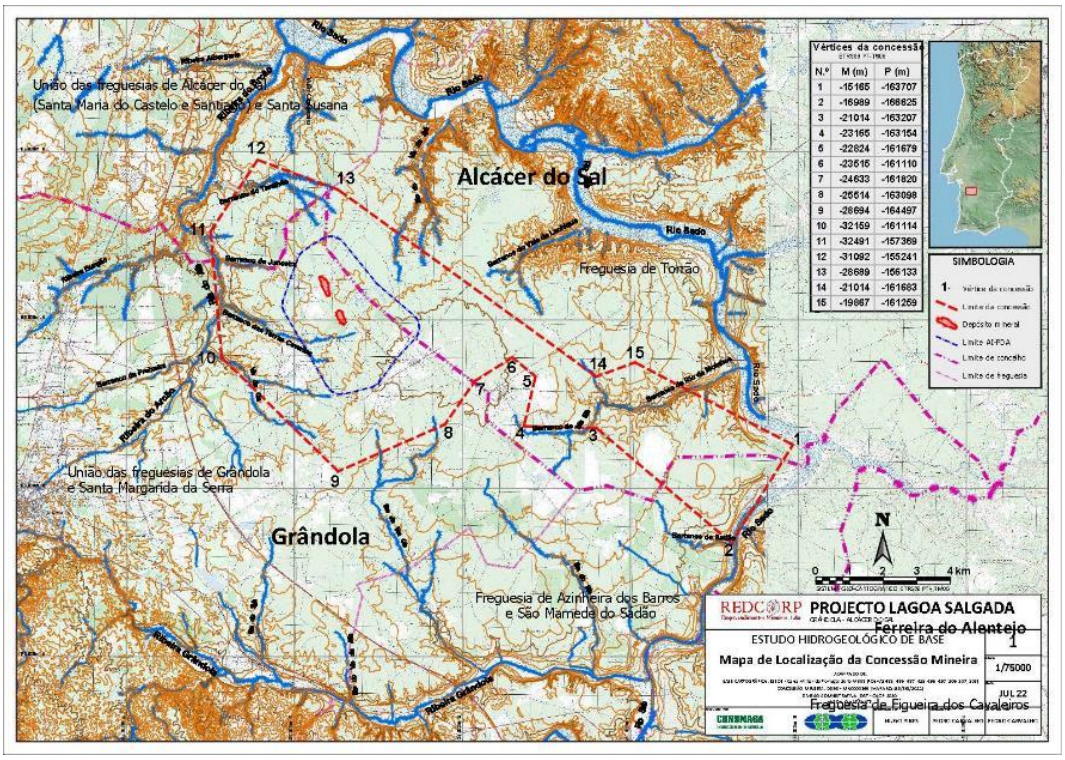
    - A determinação das taxas de recarga nos sistemas subterrâneos, considerando as heterogeneidades e a presença das coberturas sedimentares (sistema hidrogeológico multicamada);

    - O estabelecimento do modelo hidrogeológico concetual para a área de afetação potencial da exploração mineira.

3.3 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E ADMINISTRATIVO

O Projeto Lagoa Salgada situa-se na região do Alentejo Litoral, no sudoeste de Portugal. A área da Concessão Mineira tem uma área total de 7.209,288 ha, é longitudinalmente dividida pela linha que separa os concelhos de Grândola e de Alcácer do Sal, na margem esquerda do rio Sado, no troço entre as povoações Rio de Moinhos e Vale do Guizo.

O interesse imediato do DFS centra-se no setor noroeste da Concessão Mineira, onde se situam os dois depósitos minerais da Venda Nova Norte e Venda Nova Sul, que constituem o foco do Projeto, embora se refira também a segunda área de Rio de Moinhos, no extremo sudeste da Concessão, com potencial futuro de interesse mineiro (Figura 3.1).



Fonte: IGEOE. Carta Militar de Portugal, Série M888

Figura 3.1 – Localização geográfica do Projeto Lagoa Salgada, Concessão Mineira nº MNC000168.

3.4 ÂMBITO SOCIAL E AMBIENTAL

Do ponto de vista paisagístico, a área do Projeto da Lagoa Salgada, integra-se na Unidade de Paisagem, definida por Ribeiro (1987) como Depressão do Sado. Esta unidade de paisagem, ocupa a parte noroeste do Alentejo, desde a Serra do Cercal até à zona a norte da povoação de Águas de Moura. No fundo esta área corresponde à Bacia do Sado.

A bacia hidrográfica do Sado tem uma altitude média de 130 m e situa-se entre 37º25' e 38º40' de latitude N e 07º40' e 08º50' de longitude W (Loureiro, *et al.*, 1982, i*n* Quevauviller, *et al*., 1989). Esta bacia estende-se por uma área de 7.640 km2, sendo a maior das que se integram totalmente em território português, dos quais 7.258 km2 se situam na região Alentejo.

Em particular, a zona do BHS afeta ao Projeto da Lagoa Salgada corresponde a uma zona aplanada arenosa dominante e recortada entre rios, i.e., entre o rio Sado e seus dois afluentes principais da margem esquerda, a ribeira do Arcão a norte e a ribeira de Grândola a Sul, formando uma elevação mais ou menos arredondada, a qual é limitada pelos vales dos rios principais, e todos os afluentes terciários que a eles aportam, e recortada por linhas de água com drenagem radial.

Na zona do Projeto pode-se afirmar a preponderância para vales alargados em U, onde se instalam as terras de "lezíria" ou várzeas alagáveis para a produção de arroz. Em particular, refere-se o vale do rio Sado dominado pelos mesmos arrozais. Há influência da maré até um ponto intermédio do rio Sado, junto a Porto Rei na área do estudo.

A existência de lagoas (superficiais e temporárias) particularmente alimentadas durante os ciclos hidrológicos húmidos sazonais, estão relacionadas com algumas ondulações da superfície do terreno, marcadas por intercalações de caráter mais argiloso entre arenitos e areias eólicas aflorantes de deposição recente.

A profusão de pequenas barragens e açudes ao longo de muitas linhas de talvegue da área, mostra a tendência para o escoamento pelicular a cutâneo, e por vezes mais profundo das águas infiltradas nos meios essencialmente porosos, que em profundidade possam estar a recarregar aquíferos por estes vales intersectados.

Foi efetuada a identificação das unidades pedológicas presentes com base na Carta de Solos em formato digital à escala 1:25.000 (SNIS, 2022) e a consulta de bibliografia. Em geral, caracterizam-se pelo seu baixo potencial agrícola, devido à carência de nutrientes orgânicos e minerais. Por outro lado, as várzeas próximas do rio Sado e nos segmentos de jusante das ribeiras do Arcão e Grândola, destacam-se pela fertilidade e boas condições hídricas.

Relativamente ao uso do solo verifica-se que grande parte da área é ocupada por componente florestal, com domínio do montado, pinhal manso e eucaliptal. Também existem grandes manchas de um misto de montado de sobreiros com pinhal manso. Nas zonas mais próximas das linhas de água (Arcão e Sado) existem extensas várzeas com arrozais. Na parte noroeste existe algum regadio com a estruturação de pivots de rega. Também existe de modo disperso alguma vinha. Nas zonas onde não existe a parte silvícola ou o regadio, o terreno é ocupado com culturas arvenses e sequeiro, nas quais ocorre pastoreio de bovinos e ovinos.

3.5 ATIVIDADE MINEIRA HISTÓRICA

Pode afirmar-se que as populações locais e o Município de Grândola, e certamente o Município de Alcácer do Sal, estão bem familiarizados com a temática mineira, a atividade mineira local dividindo-se entre recursos minerais não metálicos (areeiros, agregados, argilas, etc.), que mantêm grande atividade na região, e a atividade mineira de recursos minerais metálicos, por serem as mais significativas e históricas.

Quanto a recursos metálicos, o mais importante foram as antigas minas de Lousal e Canal Caveira, bem conhecidas, principalmente pela exploração de pirites, ambas com exploração subterrânea, e que foram exploradas no Município de Grândola. A mina do Lousal operou durante cerca de 90 anos desde o início de 1900 sendo um importante centro de emprego na região.

Há outras explorações de pequena dimensão exploradas durante a década de vinte do século passado.

As potencialidades em recursos minerais não metálicos são elevadas, no que toca a depósitos predominantemente arenosos.

3.6 ENQUADRAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

No estudo pesquisou-se os dados climatológicos disponíveis, construindo uma série de 1939 a 2020 a partir dos dados estação meteorológica de Grândola (24F01C) embora com lacunas no registo da precipitação ali observada, como no ano de 2000 que foram preenchida com os resultados da regressão linear simples Azinheira Barros/Grândola, sendo que as lacunas no registo de precipitação nos anos de 2001 e 2008 foram preenchidas com os resultados da regressão linear simples Torrão/Grândola, e as de 2009 com os resultados da regressão linear simples Ferreira do Alentejo/Grândola.

Foi definida a distribuição temporal da precipitação e a temperatura (mensal), sendo que se efetuou a caraterização dos anos secos, médios e húmidos, e o balanço hídrico de acordo com as fórmulas de Thorntwaite e Mather, estabelecendo-se a chuva útil, o escoamento superficial e a infiltração.

Foram consideradas as alterações climáticas para vários cenários futuros, próximo e intermédio, considerando o cenário RCP 4.5, patamar menos restritivo e o cenário mais restritivo RCP 8.5. De acordo com a informação disponibilizada pelo Portal do Clima (http://portaldoclima.pt).

3.7 NECESSIDADES E USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

É apresentado o volume de água captada para os diferentes setores de atividade local de acordo com a informação constante do PGRH da RH6 - Sado e Mira, 2º ciclo de planeamento 2016/2021 e 3º ciclo de planeamento 2022/2027.

3.8 ÂMBITO GEOLÓGICO

A área do Projeto da Lagoa Salgada, insere-se no setor NNW da ZSP (Zona Sul Portuguesa) e da FPI (Faixa Piritosa Ibérica), um dos seus principais domínios. Este setor da FPI é dominado pelos afloramentos da cobertura pós-Mesozoica, com idades do Cenozoico, que compõem a Bacia Terciária do Sado, sendo que a área do BHS se situa no Baixo Sado. Por sua vez, o soco antigo do Paleozoico aflora em várias áreas deste setor, e em janelas isoladas, provavelmente relacionadas com estruturas em horst, mostrando os alinhamentos do CVS (Complexo Vulcano-Sedimentar) do Baixo Sado, onde se localizam os depósitos minerais Venda Nova Norte e Venda Nova Sul, objeto do Projeto.

As campanhas de prospeção geológica e geofísica deste setor, pelo SFM do IGM (atual LNEG), permitiram a descoberta do jazigo de sulfuretos maciços de Lagoa Salgada em 1992, e do stockwork de Rio de Moinhos e respetivos sistemas hidrotermais associados, na área atualmente coberta pela Concessão Mineira. Estas mineralizações foram reconhecidas através de sondagens, em ambos os casos, sob

mais de 100 m de sedimentos cenozoicos. Na Lagoa Salgada, a mineralização encontra-se afetada por enriquecimento em metais associado à meteorização por paleo-oxidação e alteração supergénica.

A este esforço em investigação segue-se uma nova fase de pesquisa e avaliação, a partir de 2011, pela REDCORP que permitiu ampliar o conhecimento sobre as sequências paleozoicas, cenozoicas e mineralizações, melhorar a base do Projeto Mineiro, e criar uma base de dados mais sustentada para a investigação hidrogeológica. Particularmente, salienta-se o esforço económico de realização de sondagens carotadas no Cenozoico, que permitiram detalhar a sequência litoestratigráfica e os sistemas hidrogeológicos associados.

O conjunto de formações do Cenozoico que afloram, estão representadas nas folhas nºs 39-C, 39-D, 42-A e 42-B, da Carta Geológica de Portugal (SGP - DGGM, DG - INETI e UGCG-LNEG), à escala 1:50.000, bem como a sua digitalização e homogeneização, pela CONSMAGA/FRASA, mais concretamente na área do BHS.

Definiu-se e estabeleceu-se a sequência estratigráfica tipo das formações da bacia terciária do Sado. Para o estabelecimento de detalhe, foi efetuado o estudo de um primeiro conjunto de 5 sondagens carotadas (com recuperação integral do testemunho) e 7 sondagens verticais piezométricas, conjuntamente com as equipas da REDCORP, o que permitiu definir (gerando perfis geológicos inéditos) as sequências lito-estratigráficas cenozoicas de detalhe da área dos dois depósitos minerais Venda Nova Norte e Venda Nova Sul, e permitiu igualmente compreender o modelo geológico e estrutural dos jazigos, com impacte na caraterização hidrogeológica objeto do presente estudo.

Nesta área, as formações antigas do CVS alvo da pesquisa mineral, distribuem-se imediatamente sob a discordância com a Formação do Vale do Guizo, constituindo-se de um conjunto essencialmente vulcânico ácido, e um conjunto intermédio-básico, que são os hospedeiros da mineralização.

No depósito mineral Venda Nova Norte é constituído por vulcanitos ácidos a básicosfrequentemente afetados por mineralização de sulfuretos (principalmente pirite), em veios e filonetes sub-paralelos, bandados, em disseminação e/ou venular a fissural. A muro desta unidade, ou mesmo diretamente sob a discordância, podem-se constatar as mineralizações de sulfuretos maciços polimetálicos e o *gossan* associado à alteração supergénica dos sulfuretos maciços.

No depósito mineral Venda Nova Sul a mineralização está quase integralmente relacionada com rochas vulcânicas intermédias a básicas. Por vezes, esta unidade é bem compacta e homogénea a maciça, onde prevalece uma mineralização disseminada por vezes fissural.

A mineralização é diferente para cada depósito, apresentando diferentes tipologias:

- Sulfuretos maciços polimetálicos e vulcanogénicos, que podem conter uma zona de alteração supergénica a topo, no contato entre o Paleogénico e a Formação do Vale do Guizo, designadamente:

- *Gossan*, com o típico enriquecimento metálico associado;
- Mineralização polimetálica e disseminada/fissural nos vulcanitos a muro dos sulfuretos maciços.

Estas tipologias estão representadas em Venda Nova Norte.

- Mineralização polimetálica disseminada/fissural, em vulcanitos intermédio-básicos. Esta mineralização está quase exclusivamente associada ao depósito mineral Venda Nova Sul;

3.9 HIDROLOGIA

3.9.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

Foram caraterizadas as linhas de água e bacias hidrográficas da área de implementação do Projeto, e sua vulnerabilidade à recarga aquífera em profundidade, que se poderá fazer sentir ao longo da área do Projeto.

3.9.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Foi caraterizada a hidrogeologia dos sistemas aquíferos, i.e., estabelecidas as caraterísticas hidrogeológicas gerais e particulares na área do estudo com base em 12 sondagens carotadas no Terciário que contemplam as 5 iniciais referidas acima mais 7 novas, entretanto efetuadas pela REDCORP durante 2022 e ainda os dados de antigas sondagens realizadas pelo LNEG e pela REDCORP.

Foram definidos 4 sistemas aquíferos na área do Projeto, com espessuras e produtividade variável, designadamente:

3.9.2.1 SISTEMA AQUÍFERO CUTÂNEO

Formações jovens superiores (Holocénico e Plio-Plistocénico); contém 2 aquíferos livres nos arenitos finos não consolidados separados por uma fina camada métrica argilosa impermeável intercalada entre o topo dos arenitos e as areias eólicas superficiais, à profundidade de 0-20 m. É um sistema aquífero de grande importância ambiental dado que suporta o habitat vegetal dominado pelos sobreiros, e importância social do uso por habitantes e proprietários locais.

3.9.2.2 SISTEMA AQUÍFERO INTERMÉDIO

Formações do Miocénico; arenitos porosos, conglomerados e calcarenitos; sistema aquífero semi-confinado multicamada (até 4-5 m de espessura cada uma), a profundidade média entre 30 e 80 m. Inclui a formação do topo do Paleogénico (topo da Formação Vale do Guiso) quando se apresenta arenítica no seio de argilitos (80-90m). Contém pelo menos 2 aquíferos importantes e identificados com

caraterísticas próprias, mas podem existir outros, multicamada, de menor expressão e importância, ao longo desta sequência formacional; constitui o principal sistema aquífero de captação subterrânea e abastecimento para diversos usos públicos e privados.

3.9.2.3 SISTEMA AQUÍFERO PROFUNDO

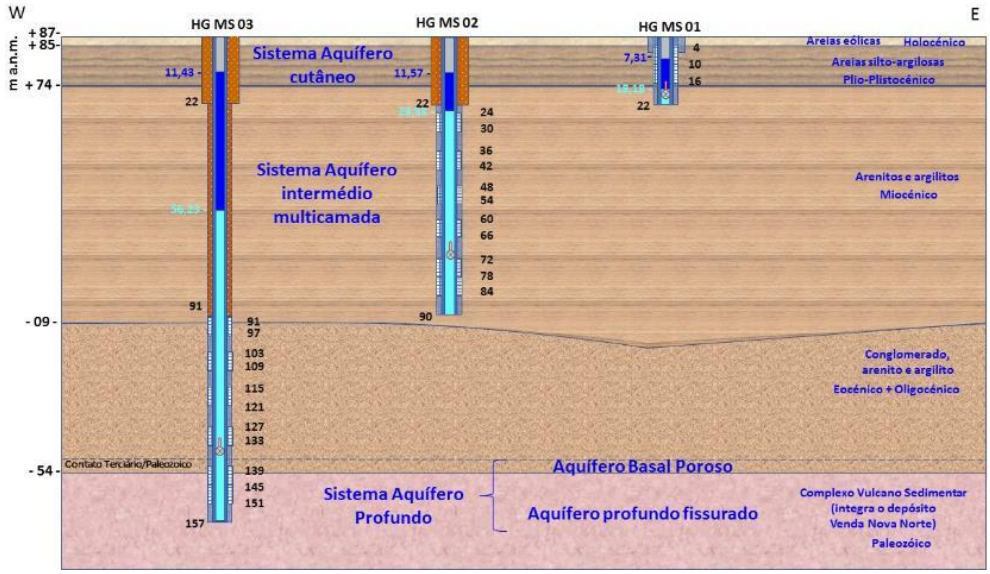
Os dois sistemas mais baixos fundem-se num só sistema aquífero profundo pois, embora com as suas especificidades próprias, são contíguos e de interface, sendo só bem individualizáveis onde não haja, à mesma vertical sobreposição com a mineralização;

- Sistema Basal. Contacto Paleogénico/Paleozoico correspondente ao importante hiato estratigráfico emergido; aquífero heterogéneo, a profundidade variável entre 120 e 150 m na área dos jazigos;

- Sistema Profundo *ss*. Paleozoico no seio do Complexo Vulcano-Sedimentar e dos sulfuretos maciços, disseminados ou venulares; corresponde a rochas fraturadas e/ou relacionadas com a mineralização: sulfuretos polimetálicos, stockwork e gossan; sistema heterogéneo misto poroso/fissurado confinado a semi-confinado; profundidade indefinida.

Foram perfuradas sondagens de grande diâmetro, alinhadas, e preparadas como piezómetros, neles se tendo executado testes de bombagem, sendo que o seu uso futuro está previsto para piezómetros e controlo hidroquímico.

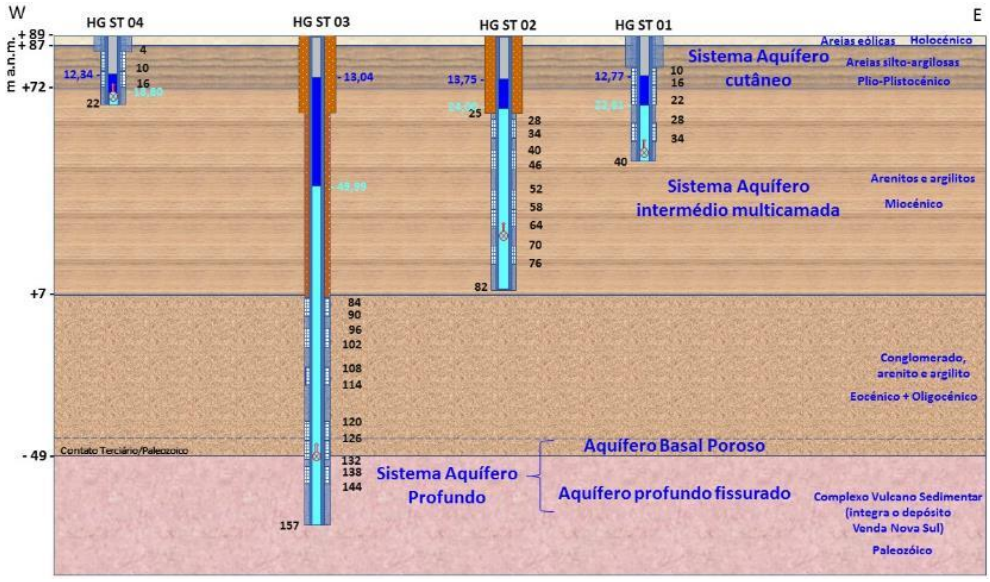
No depósito Venda Nova Norte, foram construídos 3 furos, um curto de 22 m para o aquífero cutâneo, outro de 90 m, para captar o sistema intermédio multicamada, isolados do aquífero cutâneo e um terceiro a captar o sistema profundo de 157 m, intercetando o contato Terciário/Paleozoico com isolamento dos troços superiores, correspondentes aos aquíferos cutâneo e intermédio (Figura 3.2).



Fonte: FRASA, 2022

Figura 3.2 – Esboço dos furos e litologias no jazigo Venda Nova Norte.

Por sua vez, no depósito Venda Nova Sul foram construídos 4 furos; um curto, de 22 m de profundidade, para captar o aquífero cutâneo, um de 40 m, a captar o primeiro aquífero do sistema intermédio em conjunto com a captação do sistema cutâneo, outro de 82 m, para captar o sistema intermédio multicamada, isolados do aquífero cutâneo e um quarto a captar o sistema profundo de 150 m, intercetando o contato Terciário/Paleozoico com isolamento dos troços superiores, correspondentes aos aquíferos cutâneo e intermédio (Figura 3.3).



Fonte: FRASA, 2022

Figura 3.3 – Esboço e litologias dos furos de investigação hidrogeológica no jazigo Venda Nova Sul.

Foram executados ensaios de bombagem em cada um dos 7 furos de Hidrogeologia com observações nos piezómetros adjacentes instalados. Além disso, alguns bombeamentos controlados foram realizados no furo privado WH-HCC01. Foram definidas as condições físicas e realizado o cálculo dos parâmetros hidrogeológicos caraterísticos para cada teste (transmissividade (T) e coeficiente de armazenamento (S) com metodologias típicas aplicáveis a cada caso (Neuman, Hantush com blindagem, Theis, etc)).

Também no furo de abastecimento público, renomeado como WH-ADA01, se recorreu a dados disponibilizados pela AgdA - Águas Públicas do Alentejo.

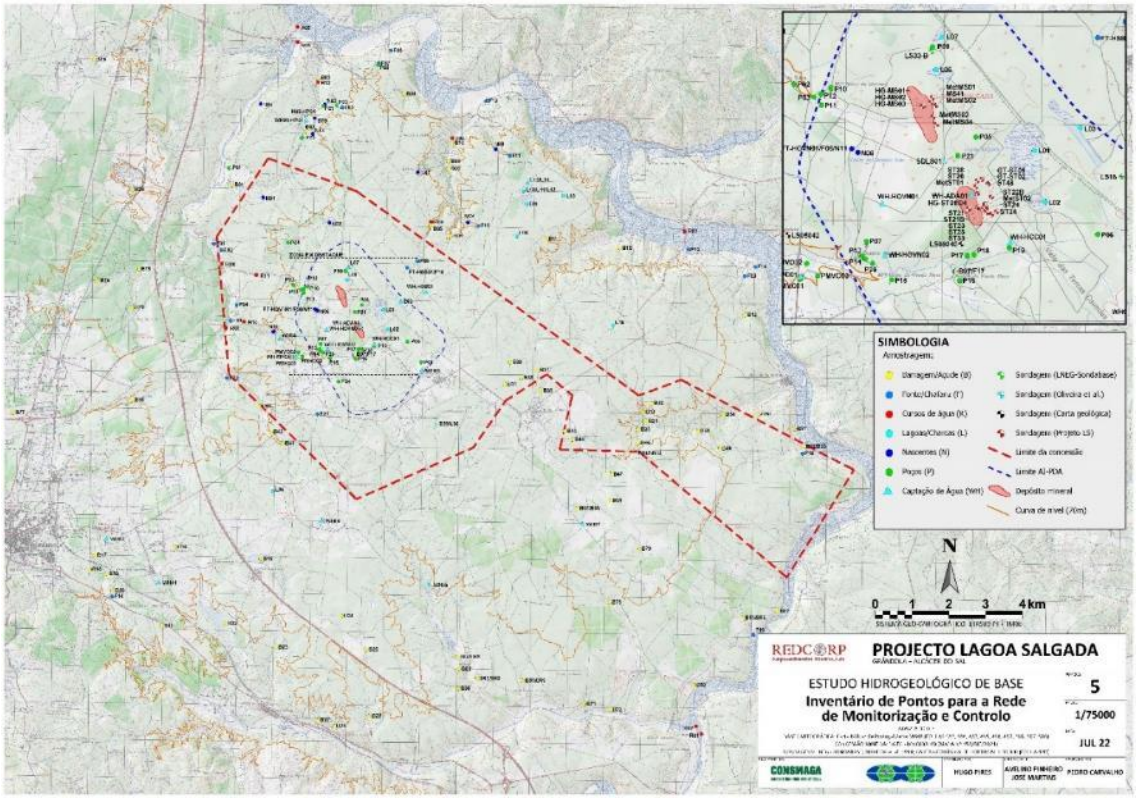
Assim, foi definido, no que diz respeito à intercomunicação dos sistemas aquíferos, uma influência da bombagem nos sistemas profundo e intermédio e vice-versa, e prováveis afetações da drenagem dos depósitos, se não por causa natural também pela própria construção dos piezómetros respetivos.

3.10 LEVANTAMENTOS DE CAMPO, INVENTÁRIOS DE PONTOS DE ÁGUA E AMOSTRAGEM

O inventário de pontos de observação integra pontos para norte, onde o Projeto integralmente se enquadra e igualmente a metade sul da área do estudo, alvo de integração progressiva nos levantamentos de campo e monitorização. Estas áreas, são igualmente aplicáveis às etapas posteriores do Projeto e do prosseguimento dos estudos hidrogeológicos no futuro.

Inserido na política e missão da REDCORP e no modo de intensificar as boas relações entre os parceiros públicos (entidades) e sociais (população e organizações não governamentais) do Projeto (StakeHolders) e partilha com os parceiros do Projeto (ShareHolders), numa perspetiva de relação de parceria, respeito mútuo, responsabilidade e transparência, os proprietários das herdades e montes, terrenos habitacionais e quintas, foram diretamente contatados com esclarecimento e partilha de conhecimento, dado e recebido, sobre o âmbito e natureza dos estudos em curso, o que possibilitou a permissão, sem exceções, de acessibilidades no terreno. Também foi contatada a AdgA, que detém o controlo da exploração num furo de captação e um antigo poço de captação na área do Projeto, com quem se partilhou informação. Foi efetuada uma apresentação técnica ao Município e igualmente se estabeleceram contatos com a APA - ARH Alentejo, que regulamenta procedimentos e licenciamentos, com vista ao procedimento de reconversão de sondagens de avaliação do Projeto.

A inventariação dos pontos relevantes de águas superficiais (108) e águas subterrâneas (104) (base também para o modelo hidrogeológico concetual), contemplou; cursos de água, lagoas/charcas, barragens/açudes, nascentes, fontes e poços de água construídos em terrenos habitacionais, quintas e herdades, para usos diversos, como de auto consumo, e consumo agrícola ou pecuário, etc., furos de captação de águas públicas e privadas, e sondagens de investigação efetuadas pelo Projeto, entre as quais selecionadas as mais representativas, para o âmbito e propósito do BHS, e para controlo piezométrico, hidroquímico ou outros (Figura 3.4).



Fonte: Inventário CONSMAGA.

Figura 3.4 – Inventário de pontos de interesse para a rede de monitorização e controlo de águas superficiais e subterrâneas.

Foi criada uma base de dados dos pontos de interesse hidrológico, úteis na fase atual de estudo do BHS, e também para se constituir como futura rede de monitorização e controlo para o EIA, bem como, para os necessários controlos de continuidade ao longo da evolução do Projeto. Tal, tem como objetivo antecipar a rede de monitorização e controlo de águas superficiais e subterrâneas de um PVCASS – Plano de Vigilância e Controlo das Águas Superficiais e Subterrâneas de Lagoa Salgada, em sede de conceção, construção e operação mineira a mais longo prazo, até ao seu encerramento.

Foram selecionados pontos que possam ser relevantes para se assegurar seu controlo efetivo, estabelecimento dos valores de referência de base da qualidade hidroquímica e hidrofísica, parâmetros expeditos de registo *in situ*, e parâmetros analíticos de laboratório, mas também para todos os registos de observações complementares como: volumes-caudais produzíveis, circulantes e ou drenantes, em função dos ciclos hidrológicos e hidroclimáticos.

Trata-se de uma rede de pontos inventariada, que necessitou de validação de terreno, para estabelecimento da rede de pontos global, fichas individuais de caraterização, coordenadas ETRS89, fotografias e medidas de níveis de água, assim como amostragem hidroquímica, determinações *in situ* e laboratoriais.

A validação no terreno deu início, após os primeiros contatos com proprietários, tendo-se efetuado a primeira amostragem trimestral no mês de abril e a segunda no mês de julho de 2022 prolongando-se até ao início do mês de agosto, tendo esta sido condicionada pelas restrições e proibição dos trabalhos de campo devido às altas temperaturas registadas e riscos de incêndio.

Foram realizados um total de 209 monitorizações (105 águas superficiais e 104 águas subterrâneas) em abril/22 e 212 (108 águas superficiais e 104 águas subterrâneas) em julho/22.

Entre eles foram registados os parâmetros medidos i*n situ* (31 em abril/22 e 42 em julho/22).

Foi efetuada a análise química em laboratório (ALS) (25 em abril/22 e 35 em julho/22). Mais uma amostra de água de chuva para análise do conteúdo em trítio. As amostras foram recolhidas seguindo o protocolo definido pelo laboratório.

Sempre que possível, foram considerados também pontos localizados fora das áreas API-Área de Potencial Interesse do Projeto, situados em setores não relacionados diretamente com o Projeto, de forma a permitir estabelecer um quadro de referência representativo das condições originais de fundo (referência de base, "baseline" ou "background", no sentido de contribuir para comparações futuras).

3.11 FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

As técnicas geoquímicas facilitam a interpretação das relações entre as águas superficiais e subterrâneas, a fim de elaborar o modelo conceptual hidrológico-hidrogeológico e, com base nele, ser capaz de prever alterações que possam causar ações antrópicas no sistema hidrológico *sensu lato*.

Foi feito um estudo de cada parâmetro registado, tanto *in situ* como obtido em laboratório (ALS), sendo apresentadas no relatório diferentes conclusões hidroquímicas com base nos resultados analíticos.

Foram estudadas as fácies químicas e as variações temporais e espaciais dos parâmetros entre as datas de amostragem.

São apresentados os resultados para os principais catiões (cálcio, magnésio, sódio e potássio) e aniões (cloretos, carbonatos hidrogenados (bicarbonatos), sulfatos, nitratos e boro). Assim como outros parâmetros de interesse (CO2 livre, nitritos, alumínio, antimónio, arsénio, bário, berílio, chumbo, cobre, crómio, ferro, ferro dissolvido, ferro bivalente, ferro trivalente, fósforo, fósforo como P2O5, fluoretos, lítio, manganês, mercúrio, molibdénio, níquel, vanádio, zinco, cádmio, cobalto, prata, selénio e tálio).

No que respeita aos parâmetros radiológicos, para o trítio não foi obtida conclusão alguma, devido ao limite de deteção que precisa ser muito menor do que o efetuado pelo laboratório, sendo recomendando que se efetue nova datação com limite mais baixo e seja estudado os isótopos oxigénio 18 (δ18O) e deutério (2H), estes a serem

incorporados nas determinações em futuras campanhas, para obter um melhor conhecimento das relações hidrodinâmicas.

3.12 AFETAÇÃO HIDROLÓGICA - AMBIENTAL DA MINERAÇÃO

Com ponto de partida na caraterização química do ambiente natural, de acordo com o qual alguns parâmetros já excedem o valor máximo recomendado (VMR) do Decreto-Lei 236/98 e até o admissível (VMA). Está-se desta forma, perante um ambiente com um fundo químico natural que ultrapassa já estes limites na situação 0 (zero) ou de referência de base pré-projeto e que nada tem a ver com qualquer atividade mineira, mas que já baliza valores.

Embora aparentemente não haja um impacte natural notável, importante de destacar no quimismo das águas que implique alguma relação com a oxidação do depósito mineral, as condições químicas mudarão quando estes depósitos estiverem expostos ao ar e às suas condições oxidantes quando o bombeamento de água começar.

São apresentadas diferentes conclusões hidroquímicas com base nos resultados analíticos obtidos nas campanhas efetuadas. Distinguem-se diferentes grupos de águas, cuja qualidade pode estar relacionada com a sua origem, o grau de influência do processo de oxidação dos sulfuretos e o grau de neutralização da acidez gerada.

3.13 PIEZOMETRIA

É apresentada uma monitorização piezométrica mensal de até 39 pontos, a ser progressivamente melhorada nas fases seguintes do projeto, dentro do plano de monitorização piezométrica, quer ao nível da área foco do Projeto (AI_PDA), quer a um nível mais geral e regional que envolve a área do atual BHS num total de 65 pontos, a que se espera ter acesso progressivo.

São retiradas diferentes conclusões a partir do cruzamento das observações com o comportamento piezométrico geral da área coberta por estas medições, relativamente a aspetos como a diferenciação e inter-relação entre sistemas de águas subterrâneas, divisões hidrogeológicas, relações com a rede hidrográfica (condição de aportar ou receber água do curso fluvial).

3.14 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCETUAL: MODELO DE FLUXOS

É apresentado o modelo hidrogeológico concetual da área de estudo, com enfoque nos seguintes itens:

- Interpretação do modelo de fluxos no sistema cutâneo.
- Escoamentos no sistema aquífero intermédio.
- Sistema aquífero profundo.

Não se realizou a modelação numérica uma vez que não é possível realizar um modelo numérico sem dados históricos piezométricos, nem com as bombagens e ensaios efetuados. Estes dados obtidos, vão contribuir para o histórico, não sem antes ter a cobertura de um ano hidrológico completo, seco e húmido e ensaios de longa duração, e como tal já objeto de recomendação.

O BHS é apenas um ponto de partida, não um ponto de chegada. Um intenso trabalho e compromisso futuro terá de ser assumido, até à fase de arranque mineiro, sem esquecer que a ÁGUA é um dos fatores mais determinantes na decisão do Projeto.

3.15 ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

3.15.1 INVENTÁRIO E CARATERIZAÇÃO

Quanto às origens de água para o Projeto, são levantadas diferentes possibilidades alternativas e/ou complementares entre elas, e com referência à distância relativa ao Projeto.

Além destas alternativas distinguem-se os diferentes tipos de água de drenagem mineira de interior, nos futuros trabalhos subterrâneos.

Estes são alguns contributos possíveis, independentemente da sua exequibilidade técnica e financeira, a determinar, que poderão ser uma base de trabalho, oportunamente a desenvolver em sede de Projeto, pois terão impacte na elaboração do balanço das águas.

3.16 INTER-RELAÇÕES HIDROLÓGICO-MINEIRAS E BALANÇO HÍDRICO

O BHS é abordado como um primeiro passo para se estabelecer as relações entre os diferentes sistemas aquíferos e o projeto de exploração mineira da Lagoa Salgada, a ser implementado à medida que o Projeto se desenvolva e avance ao longo do tempo.

3.16.1 SISTEMA HIDROGRÁFICO

Apresentam-se diferentes conclusões no que refere ao comportamento (ganhador ou perdedor) da rede hidrográfica, estimativas climáticas relacionadas com a precipitação, sua evolução mensal, e ao longo do ano, temperatura, evaporação, escoamento superficial, infiltração., entre outros.

3.16.2 MODELAÇÃO CONCEPTUAL DE FLUXOS DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS, CAPACIDADES E EVOLUÇÕES

Para cada sistema hidrogeológico (sistema cutâneo, sistema intermédio e sistema profundo) apresenta-se o modelo de fluxo, as capacidades como fontes de

abastecimento e a evolução que irão apresentar em condições de drenagem (Figura 3.5).

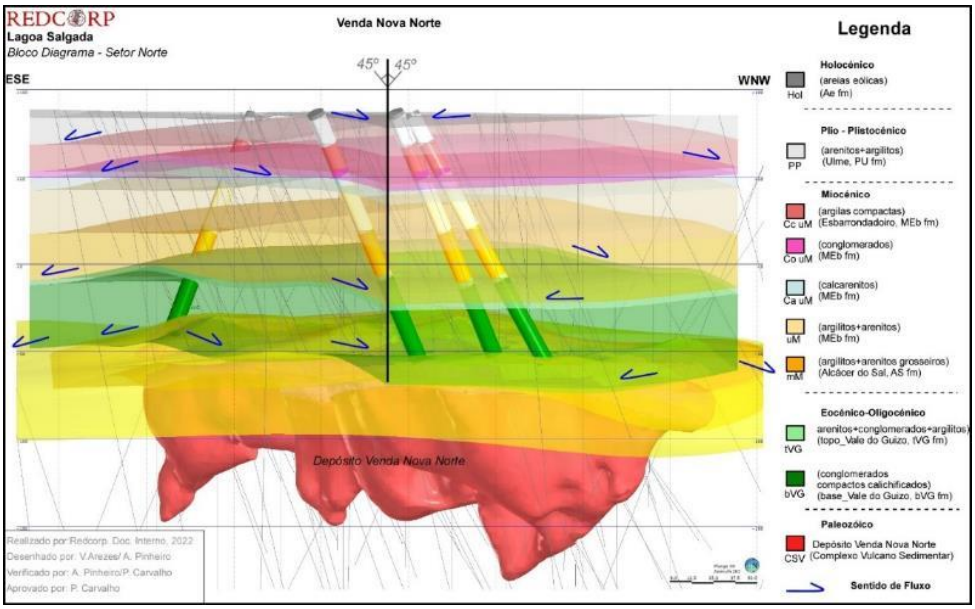


Figura 3.5 – Fluxos hidrogeológicos na Venda Nova Norte.

3.16.2.1 SISTEMA CUTÂNEO

Sintetizam-se as características hidrogeológicas das formações do Holocénico e Plio-Plistocénico que constituem um aquífero livre em areias e arenitos finos não consolidados. Dão-se recomendações para a sua proteção e preservação intacta face à drenagem mineira e se desenhar os sistemas de proteção face à infiltração na área industrial e nas pilhas e reservatórios, pela alta vulnerabilidade deste sistema.

3.16.2.2 SISTEMA AQUÍFERO INTERMÉDIO

Sintetizam-se as características hidrogeológicas das formações do Miocénico; arenitos porosos, conglomerados e calcarenitos intercalados em argilitos, formado um aquífero semi-confinado multicamada. Fazem-se recomendações para ser preservado de impacte (influência) da drenagem mineira, e o estudo da possibilidade de reduzir o mesmo, com recarga perto dos furos de abastecimento. Assim, recomenda-se a implementação de sistemas de impermeabilização e consolidação contra abatimentos e infiltrações indesejadas na construção da rampa de acesso, e chaminés ou poços, quando os materiais mais transmissivos sejam atravessados pelos trabalhos.

3.16.2.3 SISTEMA AQUÍFERO PROFUNDO

Sintetizam-se as características hidrogeológicas dos materiais do contato Paleogénico/ Paleozoico (Sistema Basal), onde se observa que eles podem ter uma

carga hidráulica alta, que pode produzir uma forte irrupção de água quando forem atravessados pelos trabalhos mineiros, reduzindo consideravelmente assim que sejam despressurizados. São tecidas considerações sobre o sistema profundo do Paleozoico e sobre as vantagens de se efetuar a sua drenagem previamente ao acesso mineiro respetivo para ajudar na sua despressurização como mencionado acima.

3.17 CONCLUSÕES

São apresentadas as principais conclusões do estudo no que refere a definição dos sistemas aquíferos, assim como algumas conclusões gerais, pela sua relevância genérica para o Projeto.

Em termos de conclusões, são salientados diferentes aspetos com relação ao planeamento da infraestrutura de mineração, instalações anexas e implantação do sistema de pré-drenagem, etc.

Tecem-se igualmente algumas considerações gerais, pela sua relevância genérica para o Projeto:

- As águas do Aquífero do Tejo-Sado - Margem Esquerda (T3), são consideradas de boa qualidade para consumo público e rega;
- A Hidrogeologia será um vetor importante do Projeto, na relação com o contexto hídrico e ambiental;
- O Estudo Hidrogeológico contém dois capítulos, específicos e muito avançados da caraterização hidroquímica e hidrodimensional. Ressalva-se, contudo, a necessidade de dar continuidade futura, em sede de decisão mineira e cobrir o mínimo de um ano hidrológico completo, antes que seja possível evoluir para um modelo numérico;
- Há grande complexidade e diversidade comportamental das águas, tanto na vertical como na horizontal;
- As cabeceiras das linhas de água são irregulares e "difusas", antes de claramente drenar para o rio Sado ou para as ribeiras de Grândola e Arcão. Isto vem a favor da recarga direta do sistema cutâneo, pelas chuvas sazonais, no platô geomorfológico da área, com uma capacidade de amortecimento antes da descarga na rede hídrica referida;
- A cota altimétrica +70 m ±2 m (base do sistema cutâneo, na zona dos depósitos minerais), é importante para se interpretar os dados físico-químicos;
- As sensibilidades dos sistemas hidrogeológicos às condições climatológicas diminuem com a profundidade, mas, em particular, o sistema cutâneo é de alta variabilidade e dependência climatológica;
- Para além do rio Sado, os principais cursos de água (ribeiras de Grândola e Arcão) e alguns tributários, têm caudal permanente, porque recebem descargas dos sistemas hidrogeológicos cutâneo e intermédio;

- O rio Sado tem influência das marés até à zona de Porto Rei, a montante do barranco dos Açudes. As amostragens hidroquímicas foram efetuadas na maré baixa;
- A modelação da superfície de contato do Plio-Plistocénico/Miocénico Superior foi importante para enraizar o conceito do sistema cutâneo livre, mas delimitados pela morfologia específica da área do Estudo, i.e., este sistema mais superficial, limita-se pelo traçado do rio Sado, e ribeiras do Arcão e Grândola, onde os vales escavados assentam nas litologias mais basais do Miocénico e do Oligocénico;
- A modelação da superfície do contato do Paleozoico/Cenozoico foi importante para se compreender os fluxos subterrâneos potenciais, nesta interface.

3.18 RECOMENDAÇÕES

Deve-se realçar os seguintes aspetos:

- Foi recomendado planear a infra-estrutura mineira de tal forma que os sistemas aquíferos cutâneo e intermédio não sejam afetados. São muito óbvias as vantagens ambientais e sociais de manter intocados estes sistemas aquíferos na relação do projeto com a região.
- Recomendar a instalação de um sistema a pré-drenagem dos depósitos minerais, no sistema aquífero profundo, a partir de furos de bombagem e sangria com eventual re-injeção aquífera (recarga) ambos instalados no sentido de fluxos pré-determinados de sul-sudeste (bombagem) para nor-noroeste (re-injeção), a substituir pelo sistema de drenagem a instalar posteriormente nos trabalhos mineiros subterrâneos.
- Planear os valores de drenagem mineira, com capacitação de bombagem suficiente para bombear os caudais de drenagem estabelecidos acima, para o sistema aquífero profundo da ordem entre os 20 e 40 L/s, e tendo em consideração os valores para cada depósito mineral, isoladamente.
- Elaborar, num futuro próximo, tão cedo quanto se der a decisão mineira, um PVCASS – Plano de Vigilância e Controlo das Águas Superficiais e Subterrâneas do Projeto Lagoa Salgada, com critério de monitorização continua, integrador, estabelecido como um verdadeiro Plano de Gestão das Águas, que integre também as águas industriais, residuais e pluviais, e o seu reaproveitamento e utilização, como forma de controlar a relação do Projeto, no subterrâneo e à superfície, na proteção aquífera, mas também hidrológica e nos solos e formações geológicas relacionadas.

4 CÁLCULO DE RESERVAS

4.1 GERAL

O projeto da mina e a estimativa das Reservas Mineiras foram concluídos a um nível adequado para estudos de viabilidade económica. As Reservas Minerais baseiam-se em recursos Indicados, e não incluem quaisquer recursos Inferidos.

O ficheiro AutoCad referente à reserva analisada no presente capítulo foram inseridas no Anexo VIII.

4.2 NET SMELTER RETURN (NSR) – RECEITAS APÓS VENDA DO CONCENTRADO

O modelo Net Smelter Return pretende simular o comportamento geo-metalúrgico de cada domínio mineiro isoladamente, ou seja, sem qualquer mistura com outros domínios. De facto, cada domínio deverá produzir produtos dentro das suas especificações por si só.

Os valores NSR foram codificados para toda a mineralização definida nos modelos de blocos de Recursos Minerais e tendo em consideração os efeitos dos elementos penalizantes no valor líquido do concentrado. Para isso, foram utilizados custos, preços, recuperações de processamento e termos comerciais de concentrado, resumidos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Preços dos metais.

Item	Preço	Unidade
Zn	2 646	USD/t
Pb	2 205	USD/t
Cu	7 716	USD/t
Ag	22	USD/ozt
Au	1 700	USD/ozt
Sn	26 455	USD/lb
Taxa de Câmbio	1.06815	USD/EUR

O valor NSR de cada bloco no modelo de recursos é estimado como a soma do valor líquido do volume de produto concentrado relevantes que podem ser obtidas a partir da tonelagem de material, expresso numa base de USD/t (Equação 4-1).

$$NSR\left(\frac{USD}{t}\right) = NSR_{Cu} + NSR_{Zn} + NSR_{Sn} + NSR_{Bu}$$

Equação 4-1 – Cálculo total do NSR.

Onde:

- NSR_{Cu}: valor de NSR do concentrado de cobre.
- NSR_{Zn}: valor de NSR do concentrado de zinco.
- NSR_{Sn}: valor de NSR do concentrado de estanho.
- NSR_{Bu}: valor de NSR dos lingotes de ouro/prata.

Para cada produto relevante, o seu valor líquido é estimado como a soma dos fluxos de receitas gerados pelo volume recuperado de metais contribuintes (ou seja, zinco, chumbo, cobre, prata, ouro e estanho) menos todos os custos de refinação de metais, tratamento de concentrados, teor de elementos penalizantes, transporte de concentrados e outras deduções e encargos relevantes (Equação 4-2).

$$NSR\left(\frac{USD}{t}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{n}((Met_i \times \%Pag_i \times \%Rec_i) - CT - CF - \sum_{i=1}^{n}(CR_i) - \sum_{j=1}^{k}(Ded_j)}{Mass}$$

Equação 4-2 – Cálculo do NSR por produto.

Onde:

- i: Metal vendável a pagar (ou seja, Zn, Pb, Cu, Ag, Au, Sn) no produto.
- j: Metal penalizado (ou seja, Zn, Pb, Cu, Ag, Au, Sn) no produto.
- Met: Volume de metal in-situ.
- %Pag: Percentagem de volume de metal a pagar.
- %Rec: Percentagem de metal recuperado no produto.
- CT: Taxa de tratamento ou de fundição por tonelada seca de produto.
- CF: Encargo de transporte/frete por tonelada seca de produto.
- CR: Custo de refinação e expedição do metal a pagar.
- Ded: Dedução de metais penalizantes.

Tabela 4.2 apresenta as condições comerciais que foram utilizadas para estimar o NSR.

Tabela 4.2 – Termos comeciais dos diferentes produtos.

Produto	Item	Valor	Unidade	Comentários
Pb	Ag metal pagável	95	%	50 g dedução miníma
Pb	Pb metal pagável	95	%	3% dedução miníma
Pb	Custo de Tratamento	80	USD	
Pb	Custo de Transporte	35	USD	

Produto	Item	Valor	Unidade	Comentários
Pb	Ag refinação e expedição	0.8	USD/ozt	
Pb	As penalização	1.5 3	USD/0.1% USD/0.1%	Até 0,5% livre; 0,7% máximo teor superior a 0,7%
Pb	Hg penalização	1.5 3	USD/100 ppm USD/100 ppm	Até 100 ppm livre; 300 ppm máximo teor superior a 300 ppm
Zn	Ag metal pagável	65	%	
Zn	Ag dedução de metal	93.3	g	Dedução fixa
Zn	Ag metal pagável	95	%	
Zn	Zn metal pagável	85	%	80 kg dedução minima
Zn	Zn metal pagável	95	%	
Zn	Custo de Tratamento	175	USD	
Zn	Custo de Transporte	70	USD	
Zn	Fe penalização	3.00	USD/1%	Livre até 7.5%
Cu	Cu metal pagável	96.5 96.5 96.5 96.5	% % % %	<18%Cu. Dedução mínima: 1.2% 18-20%Cu. Dedução mínima: 1.1% 20-30%Cu. Dedução mínima: 1.0% >30% Cu.
Cu	Au metal pagável	90 92 93 94 95	% % % % %	1-3 ppm 3-5 ppm 5-8 ppm 8-10 ppm >10 ppm
Cu	Ag metal pagável	90	%	Dedução miníma 30 ppm
Cu	Custo de Tratamento	30	USD	
Cu	Custo de Transporte	35	USD	
Cu	Cu refinação e expedição	0.03	USD/lb	
Cu	Au refinação e expedição	5	USD/ozt	
Cu	Ag refinação e expedição	0.4	USD/ozt	
Cu	As penalização	2.5	USD/100 ppm	Livre até 2 000 ppm
Cu	Pb+Zn penalização	2.5	USD/1%	Livre até 4% Zn+Pb
Cu	Bi penalização	2.0	USD/100 ppm	Livre até 300 ppm
Cu	Sb penalização	2.5	USD/1 000 ppm	Livre até 1 000 ppm
Cu	Hg penalização	1	USD/10 ppm	Livre até 20 ppm
Sn	Sn metal pagável	95	%	

Produto	Item	Valor	Unidade	Comentários
Sn	Pb metal pagável	75	%	
Sn	Custo de Tratamento	300	USD	
Sn	Custo de Transporte	70	USD	
Sn	Custos de refinação e expedição	50	USD	
Sn	As penalização	20	USD	
Sn	Pb+Zn+Ag+Ni+Co penalização	300	USD	
Sn	Bi penalização	300	USD	
Sn	Cu penalização	300	USD	
Sn	Sb penalização	300	USD	
Sn	Fe, Mg, WO3 penalização	300	USD	
Sn	F, Cl penalização	300	USD	
Au/Ag	Ag metal pagável	90	%	
Au/Ag	Au metal pagável	99.5	%	
Au/Ag	Custo de Tratamento	30	USD	Por kg de lingote
Au/Ag	Custos de refinação e expedição	20	USD	Por kg de lingote

A Tabela 4.3 apresenta as recuperações de produtos e teores considerados para estimar o valor NSR de cada produto vendável.

Tabela 4.3 – Teores e recuperações dos diferentes produtos.

Produto	Item	Material	Valor	Unidade
Pb	Pb teor	PMS	30	%
		TMS	30	
		STR	30	
		STWK	35	
	Pb recuperação	PMS	60	%
		TMS	50	
		STR	50	
		STWK	65	
	Ag recuperação	PMS	30	%
		TMS	65	
		STR	15	
		STWK	50	
	As teor	PMS	1.5	ppm
		TMS	10 000	
		STR	10 000	

Produto	Item	Material	Valor	Unidade
		STWK	5 000	
	Hg teor	PMS	600	ppm
		TMS	1 500	
		STR	50	
		STWK	10	
Zn	Zn teor	PMS	35	%
		TMS	40	
		STR	40	
		STWK	45	
	Zn recuperação	PMS	70	%
		TMS	50	
		STR	70	
		STWK	75	
	Ag recuperação	PMS	15	%
		TMS	1	
		STR	15	
		STWK	15	
	Fe teor	PMS	10	%
		TMS	10	
		STR	10	
		STWK	10	
Cu	Cu teor	STR	20	%
		STWK	20	
	Cu recuperação	STR	60	%
		STWK	65	
	Au recuperação	STR	0.5	%
		STWK	5	
	Ag recuperação	STR	10	%
		STWK	15	
	As teor	STR	5 000	ppm
		STWK	1 000	
	Pb teor	STR	0.5	%
		STWK	1.5	
	Zn teor	STR	1.5	%
		STWK	1.5	
	Bi teor	STR	150	ppm
		STWK	100	
	Sb teor	STR	0.1	%
		STWK	0.1	
	Hg teor	STR	15	ppm
		STWK	10	

Produto	Item	Material	Valor	Unidade
Sn	Sn teor	PMS	50	%
		TMS	50	
		GOS	10	
	Sn recuperação	PMS	40	%
		TMS	40	
		GOS	40	
	Pb recuperação	PMS	0.05	%
		TMS	0.5	
		GOS	20	
Ag/Au	Ag teor	GOS	300 000	ppm
	Ag recuperação	GOS	89	%
	Au recuperação	GOS	91	%

4.3 CÁLCULO DE TEORES DE CORTE

Os teores de corte de NSR foram estabelecidos com base na abordagem de Mortimer aos teores de corte (Hall, 2014), que identifica o minério como economicamente explorável quando os seguintes critérios são cumpridos:

- O minério de menor qualidade deve pagar-se a si próprio.
- A qualidade média do minério deve proporcionar um lucro médio mínimo por tonelada.

O primeiro ponto garante que não há perdas na extração e tratamento de um volume de minério. O segundo ponto, ou NSR de corte, garante que o volume de minério produz um certo nível médio de lucro por tonelada tratada, de modo que os custos partilhados, como os custos gerais e administrativos, são cobertos pelo grau médio de produção.

A Tabela 4.4 pormenoriza os parâmetros e os valores de ambos os NSRs de corte para cada método de extração considerado (LHOS – Método de Exploração de Bancadas; CF – Cut & Fill).

Tabela 4.4 – NSR de corte por método de exploração e material.

Método de Exploração	Material	Custo de Exploração	Custo de Processamento	NSR de Corte	G&A	Volume de Corte
LHOS	STWK	19.5	16.31	**35.81**	2.5	**38.31**
	PMS	19.5	19.62	**39.12**	2.5	**41.62**

Método de Exploração	Material	Custo de Exploração	Custo de Processamento	NSR de Corte	G&A	Volume de Corte
	TMS	19.5	14.48	**33.98**	2.5	**36.48**
	GOS	19.5	16.22	**35.72**	2.5	**38.22**
	STR	19.5	16.31	**35.81**	2.5	**38.31**
CF	STWK	29.98	16.31	**46.29**	2.5	**48.79**
	PMS	29.98	19.62	**49.60**	2.5	**52.10**
	TMS	29.98	14.48	**44.46**	2.5	**46.96**
	GOS	29.98	16.22	**46.20**	2.5	**48.70**
	STR	29.98	16.31	**46.29**	2.5	**48.79**

4.4 FATORES DE MODIFICAÇÃO

4.4.1 ESTIMATIVAS DE DILUIÇÃO E RECUPERAÇÃO

Na estimativa das Reservas Minerais, foram aplicados fatores de modificação às tonelagens e ao grau de todas as formas de exploração mineira (tanto no Exploração de Bancadas como no *Cut & Fill*) de forma a ter em conta a diluição não planeada e as perdas de minério previstas.

A diluição de minério inclui a sobre-escavação na cunha de teto, muro e nas bancadas adjacentes. Foi assumido que os materiais considerados como diluição não contêm qualquer tipo de valor de metal para a estimação dos teores. As perdas de minério (fator de recuperação) estão relacionadas com os aspectos práticos durante a exploração, em condições variáveis. Estes incluem a geometria do desmonte, condições geo-mecânicas, problemas de detonação e outros aspectos.

Os fatores utilizados na estimativa das Reservas Minerais são apresentados na Tabela 4.5. A diluição foi estimada tendo em conta a experiência própria e o *benchmarking* com operações similares na Faixa Piritosa Ibérica. A recuperação foi estimada com base na experiência em operações na região com métodos de extração, equipamento e práticas operacionais de furação semelhantes aos que se prevê que sejam utilizados neste projeto.

Tabela 4.5 – Fatores de diluição e recuperação.

Método de Exploração	Fator de Diluição (%)	Fator de Recuperação (%)
LHOS	10	85
CF	10	95

4.5 PLANEAMENTO MINEIRO

Para o planeamento da mina, foi utilizado o software de otimização Deswik.SO ("*Stope Optimizer*") com o objetivo de gerar formas exploráveis para cada jazigo, que satisfaçam os critérios de design operacional e de teor de corte/NSR de corte. Estas formas preliminares foram depois refinadas individualmente para minimizar a quantidade de material subeconómico dentro do volume de cada domínio que não pode ser extraído seletivamente.

Os critérios de conceção restringem a geometria de todas as escavações planeadas ao que é possível obter através dos métodos de extração utilizados. Para cada zona da mina e numa base de nível por nível, foi desenvolvido um projeto que combina ambos os métodos de extração e que maximiza a tonelagem de minério.

4.6 DESCRIÇÃO DO JAZIGO

As Reservas Minerais definem um corpo de minério que consiste em três volumes contíguos na Zona Norte e vários corredores de teor na Zona Sul. Ambos os corpos de minério estão separados por 250 metros.

4.6.1 ZONA NORTE

A jazigo Norte estende-se aproximadamente por 540 metros em comprimentos e 175 metros em largura. Também se estende 420 metros verticalmente.

Este é composto por três zonas adjacentes (sulfuretos maciços, gossan e sulfuretos secundários/transição), como é apresentado na Figura 4.1.

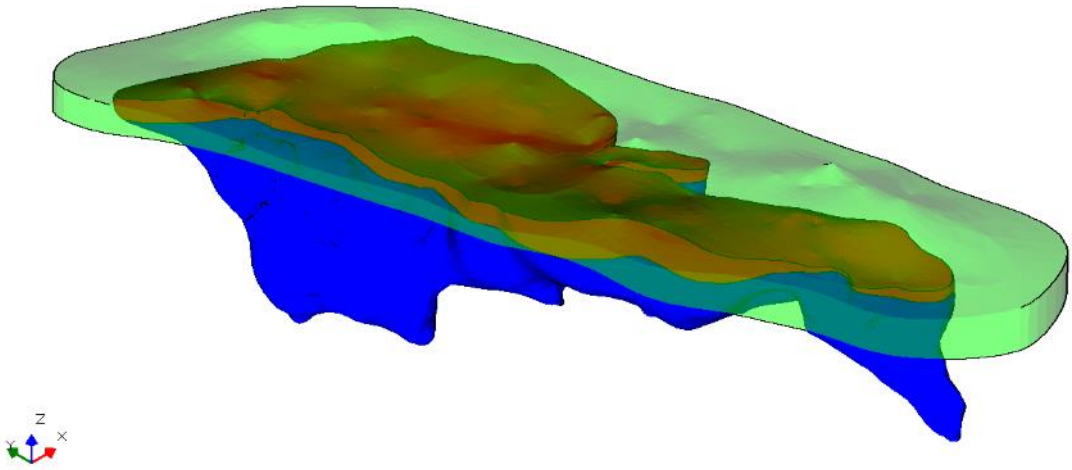


Figura 4.1 – Jazigo Norte. Vista isométrica (orientada a NE).

As dimensões máximas de cada zona individual (comprimento, largura e dimensões médias de espessura) são apresentadas na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Dimensões Jazigo Norte.

Litologia	Comprimento	Largura	Profundidade
Gossan	550	175	17
Zona de Transição	460	140	8
Sulfuretos Maciços	450	140	32
Norte	550	175	25

Do ponto de vista da extração, dado que os corpos Gossan e transição são planos e tabulares, podem ser extraídos como um único corpo. Isto é apresentado na Figura 4.2, onde as zonas são coloridas em conformidade (Gossan: verde, Transição: vermelho, Sulfuretos primários: azul, Stringer: laranja).

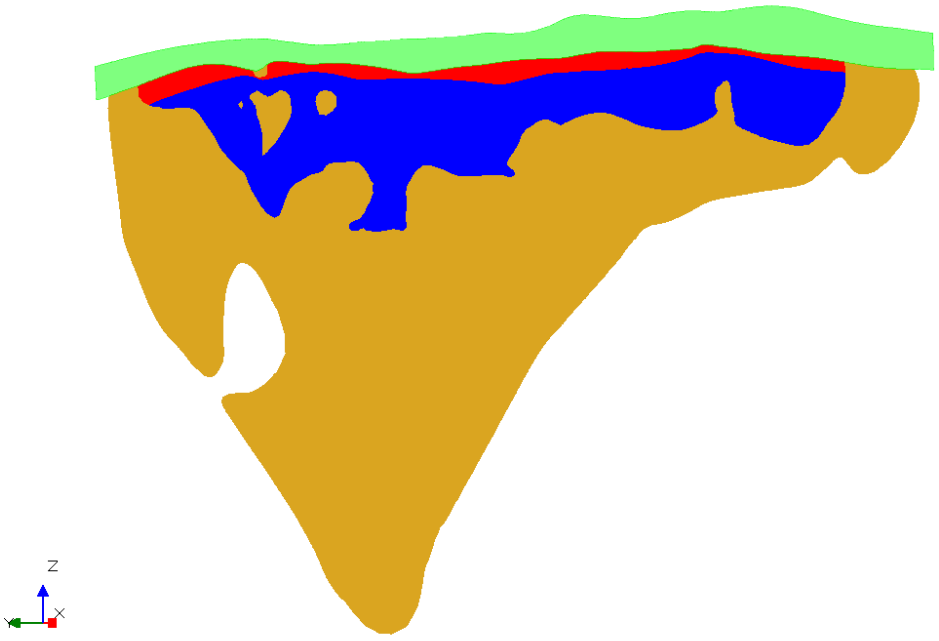


Figura 4.2 – Zonas do Jazigo Norte. Corte Longitudinal.

4.6.2 ZONA SUL

O jazigo Sul estende-se por cerca de 900 e 220 metros, em comprimento e largura, respetivamente, estendendo-se 600 metros na vertical.

Este é composto por cinco corredores mineralizados principais (Figura 4.3). Todos os corredores são interpretados como sendo de litologia semelhante a um stringer. Do

ponto de vista da extração, os corredores podem ser extraídos como um único corpo de minério, desde que a escavação seja estável.

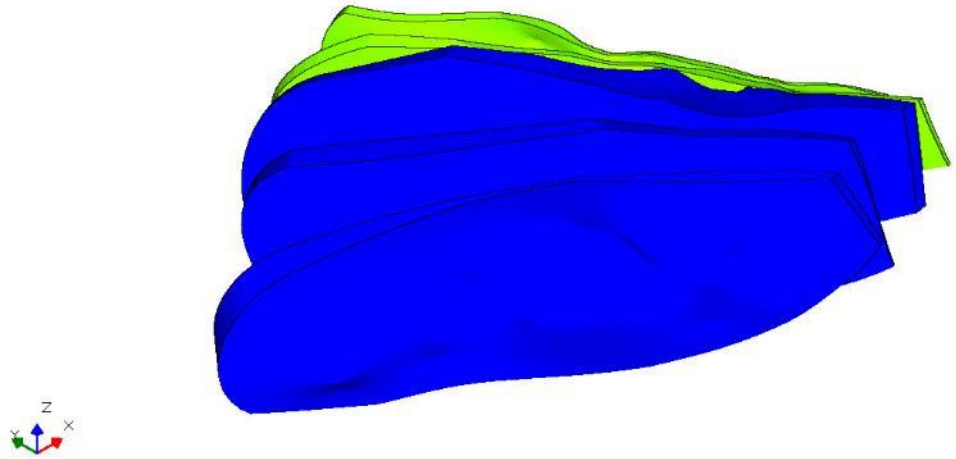


Figura 4.3 – Jazigo Sul. Vista isométrica (orientada a NE).

4.7 ESTIMATIVA DE RESERVA MINEIRA

A Tabela 4.7 apresenta a estimativa da Reserva Mineral, discriminada por zona de mina e categoria de reserva. Os valores apresentados são reportados numa base de volume, já aplicado o fator de diluição e recuperação, arredondados para um número apropriado de algarismos significativos que refletem a incerteza na estimativa; assim, os totais podem refletir pequenos erros de arredondamento.

Tabela 4.7 – Reserva Mineira por área da mina.

Zona	Categoria da Reserva	Volume (kt)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (ppm)	Au (ppm)
Norte	Comprovado	2 100	0.26	2.8	3.2	0.15	62	0.75
	Provável	4 900	0.34	2.3	2.1	0.14	63	0.054
Sul	Comprovado	-	-	-	-	-	-	-
	Provável	7 600	0.41	0.72	1.3	0	15	0.054
Total	Comprovado	2 100	0.26	2.8	3.2	0.15	62	0.75
	Provável	12 500	0.38	1.3	1.6	0.056	33	0.32
	Total	**~ 14 600**	**0.37**	**1.5**	**1.8**	**0.069**	**37**	**0.38**

A Figura 4.4 apresenta as formas exploráveis que constituem a maior parte das Reservas Minerais para as áreas mineiras Norte (em cima) e Sul (em baixo).

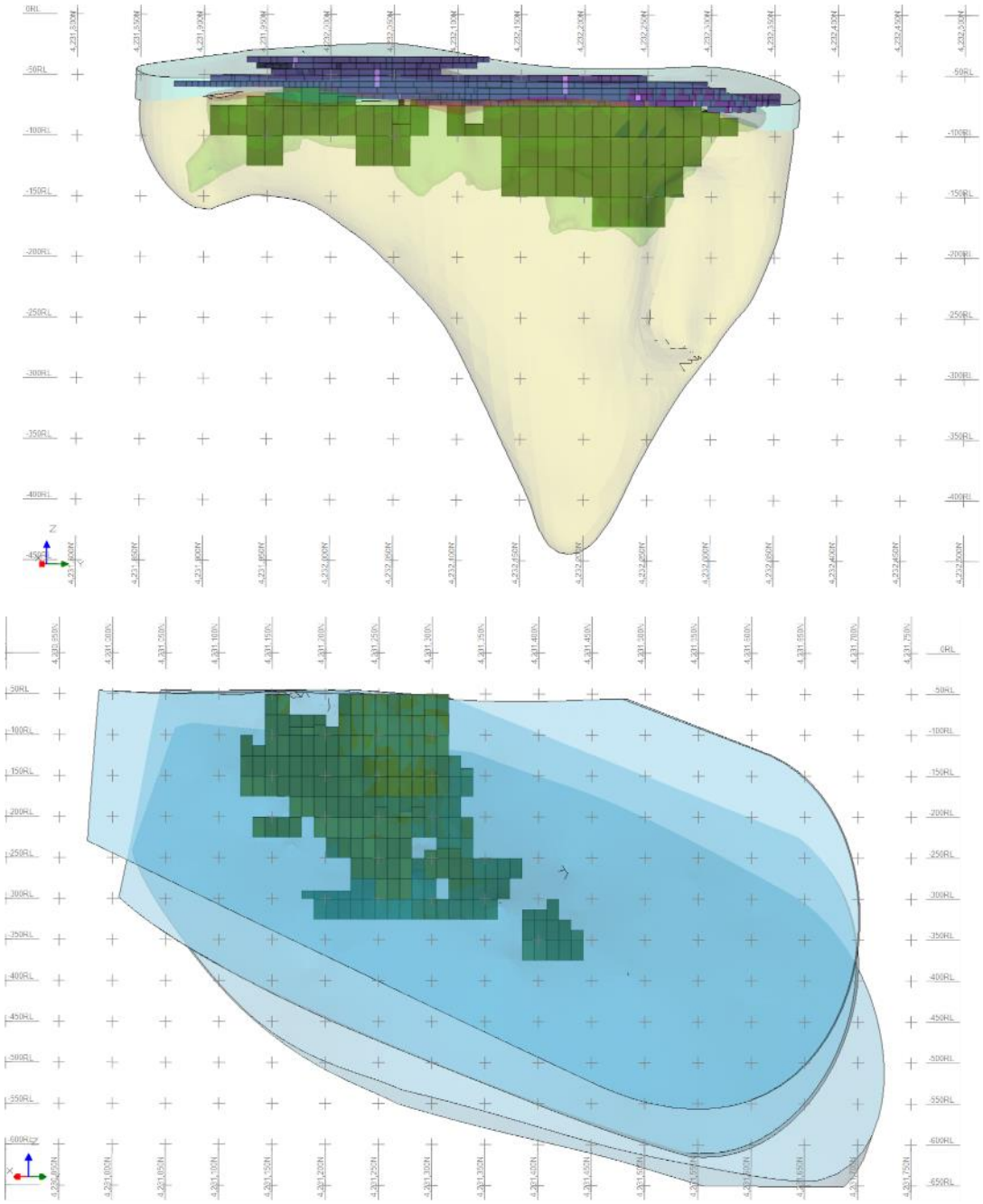


Figura 4.4– Formas dos Recursos Mineiros (corte longitudinal)

A estimativa da Reserva Mineral por zona de mina e litologia é detalhada na Tabela 4.8. Tal como na Tabela 4.7, os valores são apresentados com um número relevante de algarismos significativos que refletem a incerteza da estimativa. Os totais podem também refletir erros de arredondamento.

Tabela 4.8 – Estimativa da reserva mineira por litologia.

Zona	Categoria da Reserva	Volume (kt)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (ppm)	Au (ppm)
Norte	Gossan	1 200	0.1	2.4	0.41	0.25	52	1.0
	Transição	880	0.98	2.2	0.23	0.18	110	1.1
	Sulfuretos Maciços	4 400	0.25	2.7	3.6	0.12	62	0.68
	Stringer	550	0.23	0.18	0.54	0.056	13	0.063
	Total	**~ 7 000**	**0.31**	**2.4**	**2.4**	**0.15**	**63**	**0.75**
Sul	Stockwork	7 600	0.41	0.71	1.3	-	15	0.06
	Total	**~ 7 600**	**0.41**	**0.71**	**1.3**	**-**	**15**	**0.06**

5 MÉTODO DE EXPLORAÇÃO E INFRAESTRUTURA MINEIRA

O projeto proposto de mina subterrânea está projetado para suportar uma exploração anual de 2 milhões de toneladas (2 Mtpa), utilizando para tal a combinação de dois métodos de exploração *sublevel stoping e drif&fill*. Será realizado enchimento com pasta nos vazios da exploração, maximizando as recuperações e ritmos de exploração.

Uma rampa principal irá dar acesso ao fundo de mina, com a entrada da mina junto à lavaria. Esta rampa principal bifurca em duas rampas, para acesso às zonas mineralizadas (jazigo Norte e Sul).

Uma frota de pás carregadoras (LHDs - *Load-Haul-Dump*) será utilizada para a remoção e transporte de minérios das frentes de trabalho para os pontos de stockagem dentro da mina. A partir destes pontos de stockagem, o material será carregado em camiões de 65 toneladas, que o irão transportar do fundo de mina até superfície, depositando o material no parque de minério. O mesmo processo será realizado para o transporte de escombro.

O sistema de ventilação é concebido como um sistema de dois sectores paralelos. O fluxo de ar fresco passa através da rampa principal e de duas chaminés de ventilação principais, para cada um dos jazigos a explorar. O ar sujo é ventilado através de duas chaminés de extração, localizados na extremidade mais afastada de cada jazigo, às quais serão instalados dois ventiladores principais na superfície, um por cada chaminé de ventilação.

O desenvolvimento de pré-produção terá uma duração de 16 meses, de forma a se aceder aos primeiros níveis de exploração no jazigo Norte. A produção irá ter início no segundo ano de exploração, atingindo a produção nominal ao quarto ano.

5.1 ANÁLISE DAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE MÉTODO DE DESMONTE

A seleção dos métodos de desmonte foi baseada nos estudos da Universidade British Columbia (UBC) - *Mining Method Selection*, que apresenta uma modificação à metodologia de Nicholas.

O método de Nicholas modificado dá uma maior ênfase à cunha de teto das zonas mineralizadas, ao contrário do método anterior no qual ambas cunha de muro e teto têm a mesma relevância.

Dada a geometria dos depósitos e a informação geotécnica disponível, foi considerado que o método de Nicholas modificado se adaptaria melhor às características do presente projeto. Através da informação disponível e da experiência de diferentes explorações na Faixa Piritosa Ibérica, foi criado uma classificação de adequação dos diferentes métodos de exploração, por litologia, a serem utilizados. Esta análise é apresentada nos seguintes capítulos.

5.1.1 GOSSAN

Foram considerados os seguintes pressupostos para esta litologia:

- A cunha de teto tem uma competência geomecânica moderada.
- Gemometria tabular.
- Distribuição de teor uniforme.
- Espessura elevadada.
- Inclinação plana.

A Tabela 5.1 sumariza os parâmetros geométricos e geotécnicos do Gossan.

Tabela 5.1 – Gossan: Parâmetros

Geometria	
Forma geral	Tabular
Espessura	Muito espesso >100mm
Orientação	Plano <20°
Distribuição do teor	Uniforme
Resistência	
Cunha de teto	Alta >15
Corpo de Minério	Baixa <8
Cunha de muro	Baixa < 8
Frequência da Fracturação	
Cunha de teto	Espaçada: RQD 40–70
Corpo de Minério	Bastante próxima: RQD 0–20
Cunha de muro	Bastante próxima: RQD 0–20
Resistência à Fractura	
Cunha de teto	Moderada
Corpo de Minério	Baixa
Cunha de muro	Baixa

O resultado desta análise, tendo em conta os métodos considerados, é apresentado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Gossan: Classificação Método de Nicholas Modificado.

Método	Classificação
Exploração a céu aberto	35
Cut & Fill	31
Square-set Stoping	35
Block Caving	34
Longwall Mining	-18
Câmaras e Pilares	-30
Top Slicing	28
Shrinkage Stoping	20
Sublevel Caving	18
Sublevel Stoping	-48

Embora o método *square-set stoping* tenha tida a melhor pontuação na classificação, este é um método de exploração bastante antigo e com ritmos de produção muito baixos, que não promove a mecanização da exploração. Estas razões levaram à sua exclusão.

A segunda opção, *block caving*, não foi escolhida devido aos problemas ambientais que pode gerar e à sua aplicabilidade para um jazigo deste tamanho. O método com a terceira posição na classificação, *Cut&Fill*, foi o método selecionado, sendo um método passível de mecanização, utilizado noutros explorações da região e adequado à extração de pequenos volumes de minério.

5.1.2 ZONA DE TRANSIÇÃO

Foram considerados os seguintes pressupostos para esta litologia:

- Cunha de teto com qualidade geotécnica baixa.
- Geometria tabular.
- Distribuição de teor gradual.
- Espessura elevada.
- Inclinação plana.

A Tabela 5.3 sumariza os parâmetros geométricos e geotécnicos da Zona de Transição.

Tabela 5.3 – Zona de transição: Parâmetros.

Geometria	
Forma geral	Tabular
Espessura	Espessa 30–100m

Orientação	Plana <20°
Distribuição do teor	Gradual
Resistência	
Cunha de teto	Baixa <8
Corpo de Minério	Baixa <8
Cunha de muro	Alta >15
Frequência da Fracturação	
Cunha de teto	Espaçada: RQD 40–70
Corpo de Minério	Bastante próxima: RQD 0–20
Cunha de muro	Espaçada: RQD 40–70
Resistência à Fractura	
Cunha de teto	Baixa
Corpo de Minério	Baixa
Cunha de muro	Moderada

O resultado desta análise, tendo em conta os métodos considerados, é apresentado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Zona de transição: Classificação Método de Nicholas Modificado.

Método	Classificação
Exploração a céu aberto	36
Cut & Fill	31
Square-set Stoping	35
Block Caving	32
Longwall Mining	-19
Câmaras e Pilares	-29
Top Slicing	26
Shrinkage Stoping	20
Sublevel Caving	17
Sublevel Stoping	-47

A mesma análise do método selecionado no Gossan pode ser feita para a Zona de Transição. O método de desmonte selecionado para esta litologia foi o *Cut&Fill*.

5.1.3 SULFURETOS MACIÇOS

Foram considerados os seguintes pressupostos para a análise da mineralização de Sulfuretos Maciços:

- Cunha de teto com qualidade geotécnica moderada.
- Geometria maciça.

- Distribuição gradual do teor.
- Espessura intermédia (30 – 100 m).
- Inclinação entre 20°-55°.

A Tabela 5.5 sumariza os parâmetros geométricos e geotécnicos dos Sulfuretos Maciços.

Tabela 5.5 – Sulfureto Maciço: Parâmetros.

Geometria	
Forma geral	Maciço
Espessura	Espesso 30–100m
Orientação	Intermédia 20°–55°
Distribuição do teor	Uniforme
Resistência	
Cunha de teto	Moderada 8–15
Corpo de Minério	Alta >15
Cunha de muro	Moderada 8–15
Frequência da Fracturação	
Cunha de teto	Espaçada: RQD 40–70
Corpo de Minério	Muito espaçada: RQD 70–100
Cunha de muro	Espaçada: RQD 40–70
Resistência à Fratura	
Cunha de teto	Baixa
Corpo de Minério	Alta
Cunha de muro	Moderada

O resultado desta análise, tendo em conta os métodos considerados, é apresentado na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Sulfuretos Maciços: Classificação Método de Nicholas Modificado.

Método	Classificação
Exploração a céu aberto	43
Cut & Fill	25
Square-set Stoping	24
Block Caving	28
Longwall Mining	-79
Câmaras e Pilares	-22
Top Slicing	36
Shrinkage Stoping	36
Sublevel Caving	33
Sublevel Stoping	31

Os métodos com melhor pontuação na classificação foram o *shrinkage stoping* e *top slicing*, com uma pontuação de 36. Estes também são métodos com baixos ritmos de produção e que não permitem a mecanização da operação, pelo que foram descartados. O método *sublevel caving* foi classificado como o segundo melhor método na classificação mas, atendo ao que foi descrito nos capítulos anteriores, este também não foi considerado,

O método *sublevel stoping* foi o método escolhido para esta litologia, classificado em 4º na classificação. É um método bastante utilizado nas explorações da região, permite uma operação mecanizada e altos ritmos de produção.

5.1.4 STOCKWORK

Para este cenário, foram considerados os seguintes pressupostos:

- Alta qualidade geotécnica da cunha de teto.
- Geometria tabular.
- Distribuição de teor gradual.
- Espessura entre 30 – 100m.
- Inclinação > 55°.

A Tabela 5.7 sumariza os parâmetros geométricos e geotécnicos da Stockwork.

Tabela 5.7 – Stockwork: Parâmetros.

Geometria	
Forma geral	Tabular
Espessura	Espessa 30–100m
Orientação	Inclinada >55°
Distribuição do teor	Gradual
Resistência	
Cunha de teto	Alta >15
Corpo de Minério	Moderada 8–15
Cunha de muro	Moderada 8–15
Frequência da Fracturação	
Cunha de teto	Muito espaçada: RQD 70–100
Corpo de Minério	Espaçada: RQD 40–70
Cunha de muro	Espaçada: RQD 40–70
Resistência à Fratura	
Cunha de teto	Moderada
Corpo de Minério	Moderada
Cunha de muro	Baixa

O resultado desta análise, tendo em conta os métodos considerados, é apresentado na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Stockwork: Classificação Método de Nicholas Modificado.

Método	Classificação
Exploração a céu aberto	42
Cut & Fill	30
Square-set Stoping	27
Block Caving	25
Longwall Mining	-80
Câmaras e Pilares	-21
Top Slicing	26
Shrinkage Stoping	29
Sublevel Caving	30
Sublevel Stoping	32

Para esta litologia o método *sublevel stoping* esta entre os primeiros métodos do na classificação, tendo sido o selecionado.

5.2 PLANEAMENTO MINEIRO

5.2.1 ACESSOS E RAMPA PRINCIPAL

A zona de entrada na mina localiza-se próxima da lavaria, assinalada pelo círculo a sul na Figura 5.1, figura que representa uma vista em planta da infraestrutura de superfície e de fundo (a vermelho) da mina.

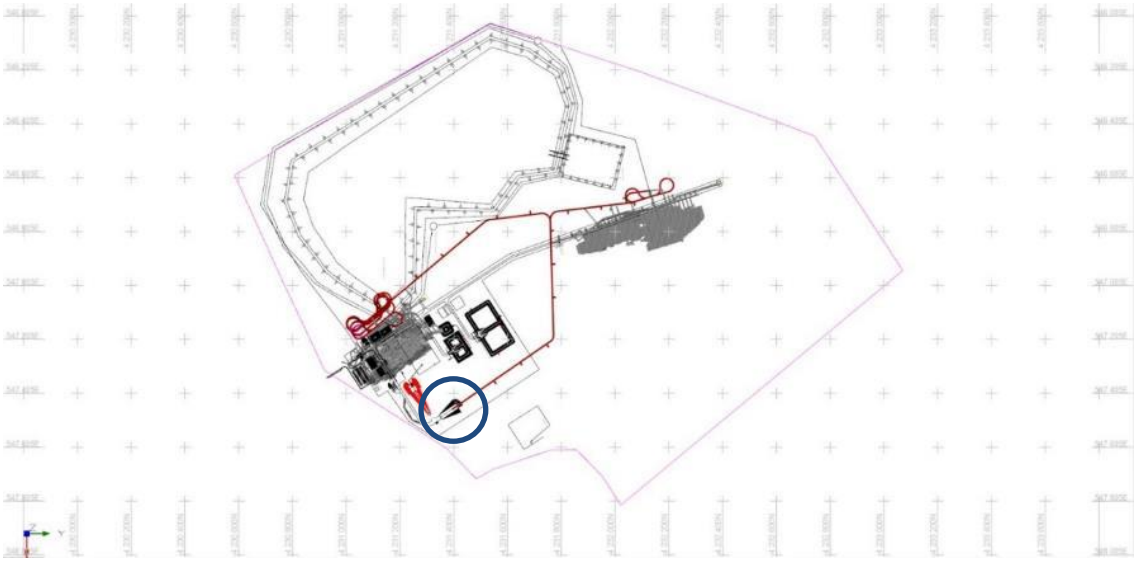


Figura 5.1 – Entrada à mina e rampas principais (vista em planta).

A rampa principal que liga a superfície ao interior da Mina, bifurca na zona intermédia dos jazigos, em duas rampas independentes (Norte & Sul), fazendo o acesso ao jazigo Norte e outra ao jazigo Sul. Na Figura 5.2 estão representadas estas rampas (em corte longitudinal), bem como as rampas de acesso aos vários níveis de exploração.

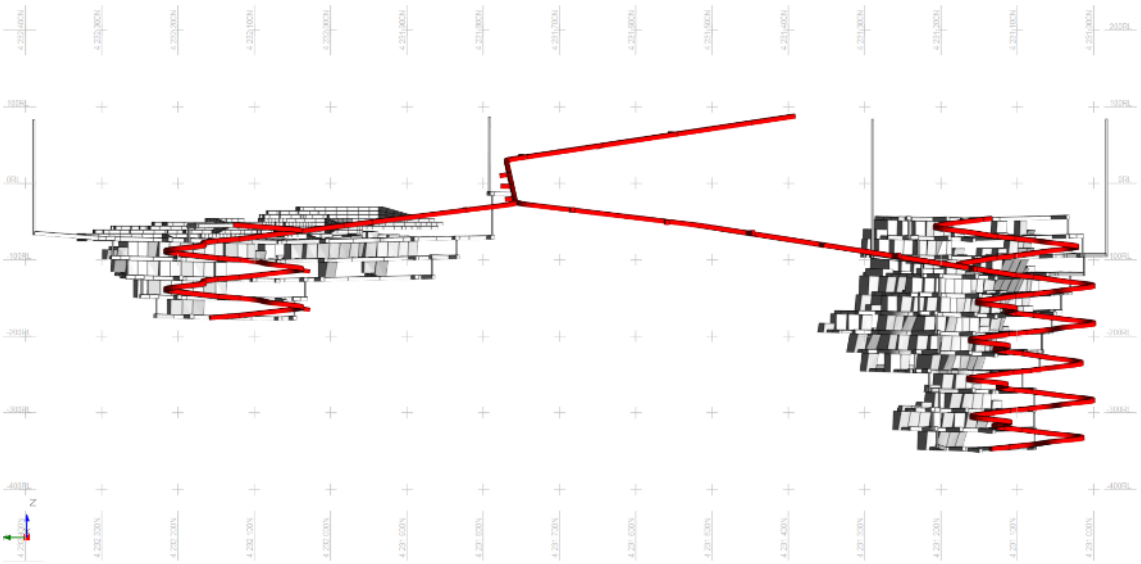


Figura 5.2 – Rampas principais (corte longitudinal).

Tanto a rampa principal como as rampas Norte & Sul serão escavadas com recurso à furação e utilização de explosivos e aplicação de sustimento sistemático com secção de 39 m^2 (6,5 m de altura e 6 m de largura). O comprimento total das rampas é de 6.297 metros. A drenagem das rampas é feita através de nichos de bombagem para armazenamento temporário de água e daí extraída para a superfície por estágios nos níveis mais profundos. Este sistema só é válido até conclusão do sistema de bombagem principal, o qual recolherá toda a drenagem da mina e bombeará para a superfície a água recolhida.

Os primeiros metros da rampa principal são feitos segundo o método de *cut&cover*, ou seja, será aberta uma escavação temporária, construído um túnel em betão armado e feito o recobrimento. Uma descrição mais pormenorizada pode ser encontrada no capítulo 7.1.2.4.

Uma vez que até à conclusão da primeira chaminé de ventilação (a qual terá escadas instaladas para permitir uma segunda saída para a superfície) o único acesso à mina será a rampa principal terão de ser instalados abrigos de segurança (câmaras de refúgio) ao longo do desenvolvimento de modo a permitir o refúgio de trabalhadores em caso de incidente. O número de trabalhadores permitidos para lá de cada câmara de refúgio não deverá exceder a capacidade destas.

A estratégia de bifurcação da rampa principal, ao invés de uma rampa independente de acesso a cada um dos jazigos, foi escolhida com o intuito de reduzir o custo capital da exploração (CAPEX). A produção irá ter início no jazigo Norte e a rampa dá uma ênfase

a este jazigo, de forma a permitir um acesso rápido ao mesmo e promover o início da produção.

Todas as rampas foram desenhadas com um raio de curvatura de 25 m e uma inclinação máxima de 12.5%. Como regra, pela experiência nas diferentes explorações da região, é dada uma distância de segurança de 75 m, entre as rampas e as zonas mineralizadas.

Foram desenhadas, nas rampas principais, zonas de ultrapassagem, nichos elétricos e 6 nichos de seguranças (a cada 250 m de rampa).

5.2.2 DESENVOLVIMENTO POR NÍVEL

Em ambos os jazigos, nos níveis de exploração em que foi utilizado o método *sublevel stoping*, os desmontes de bancada foram desenhados com um espaçamento vertical de 25m, determinado pela altura do desmonte. O acesso a estes níveis é feito pela rampa, sendo os acessos a muro desenhado com uma distância de 35 m à zona mineralizada (contacto).

O desenho típico (em planta) de um nível de *sublevel stoping* está representado na Figura 5.3. As entradas e saídas de ar (chaminés de ventilação secundárias) encontram-se nas extremidades de cada nível, com o acesso principal localizado, por norma, no centro de gravidade do nível. As galerias de acesso às bancadas são espaçadas de em 15 em 15 m.



Figura 5.3 – Layout típico de um nível (método *sublevel stoping*, vista em planta) - nível 175, jazigo sul.

O método cut&fil é o método utilizado na exploração do Gossan e da Zona de Transição (no jazigo Norte). Estas litologias estão localizadas no topo do jazigo, níveis 45, 50 e 75.

A Figura 5.4 apresenta uma vista em planta do layout típico deste método de desmonte, por nível.

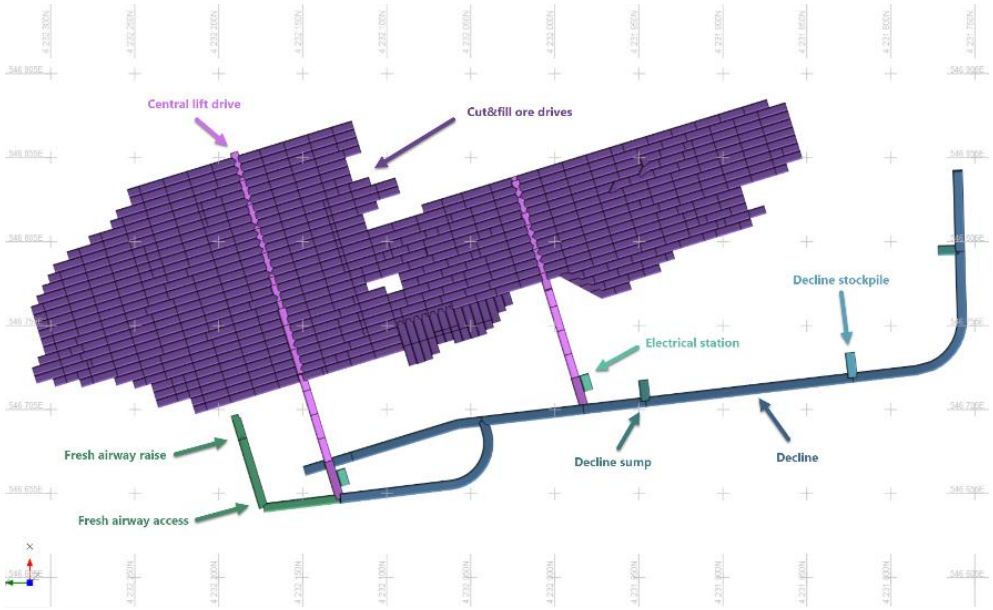


Figura 5.4 – Layout típico de um nível (método *Cut&Fill*, vista em planta) – nível 50, jazigo norte.

A Figura 5.5 apresenta o *layout* da infraestrutura dos jazigos Sul e Norte, respetivamente. Os acessos muro incluem a nichos de bombagem e zonas stockagem de material. Foram também dimensionados os nichos para o enchimento com pasta. Os PTs elétricos estão localizados nas galerias de acesso, sendo que os nichos de bombagem, nas rampas secundárias, estão desenhados a cada dois níveis.

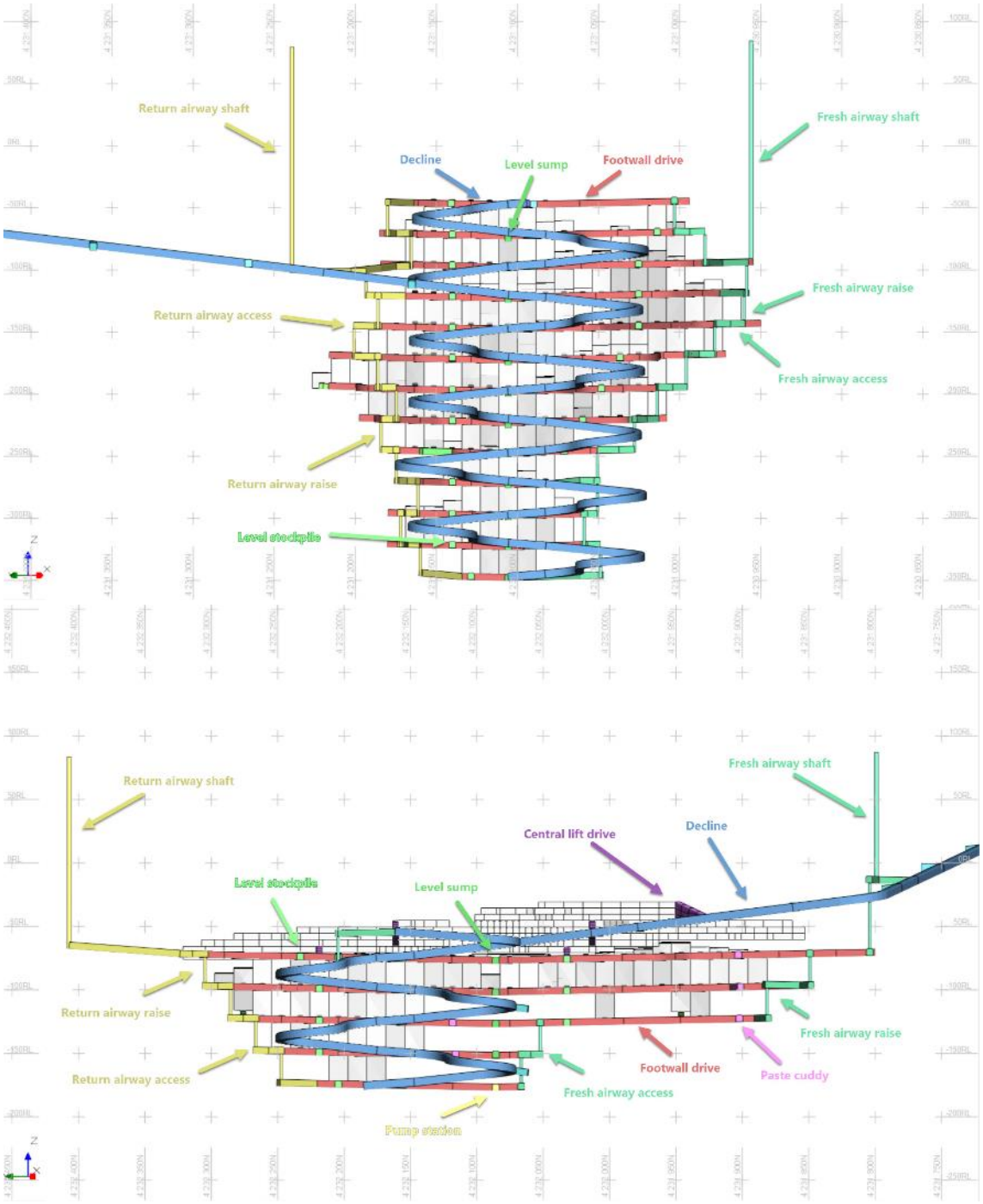


Figura 5.5 – Design da infraestrutura (vista longitudinal).

A Tabela 5.9 apresenta as secções para os diferentes tipos de desenvolvimento.

Tabela 5.9 – Secções de desenvolvimento.

Tipo de Atividade	Secção (m x m)
Galeria em minério	4.5x5.0

Tipo de Atividade	Secção (m x m)
Galeria em desenvolvimento C&F	5.5x5.5
Galeria principal de acesso ao minério C&F	5.0x5.0
Galeria secundária de acesso ao minério C&F	5.0x5.0
Galeria de acesso muro	5.5x5.5
Galeria de acesso a nível de produção	5.5x5.5
Rampa Principal & Secundárias (Norte & Sul)	6.5x6.0
Pontos de stockagem em rampa	6.5x6.0
Estações de bombagem em rampa	6.5x6.0 5.5x5.5 (rampa norte)
Pontos de stockagem	5.5x5.5
Nichos de apoio	5.5x5.5
Nicho para PT	5.5x5.5
Estação de bombagem	5.5x5.5
Acesso à chaminé de ventilação	5.5x5.5
Chaminé de ventilação (Raise borer)	Ø 3.5
Chaminé de ventilação (a fogo)	Ø 2.4

Na Tabela 5.10 são apresentados os valores para os diferentes parâmetros de desenho das várias galerias na exploração, desenvolvimento, produção e infraestruturas de apoio à exploração.

Tabela 5.10 – Parâmetros das secções de desenvolvimento.

Tipo de Atividade	Parâmetro	Valor	Unidade	Comentários
Rampa Principal & Secundárias (Norte & Sul)	Inclinação Raio de curvatura	-12.5 a +12.5 25	% m	Valores mínimos e máximos Valores mínimos
Estações de bombagem em rampa	Inclinação Comprimento	-12.5 12.5	% m	Valores máximos Valores mínimos
Pontos de stockagem em rampa	Inclinação Comprimento	+2.0 15	% m	Valores máximos Valores mínimos
Galeria em desenvolvimento C&F	Inclinação Comprimento	+0.5 a +3.0 20	% m	Valores mínimos e máximos Valores mínimos
Galeria principal de acesso ao minério C&F	Inclinação	-15.0 a +18.5	%	Valores mínimos e máximos
Galeria de acesso a nível de produção	Inclinação Comprimento	-2.0 40	% m	Valores máximos Valores mínimos
Nicho para PT	Inclinação Comprimento Espaçamento	-2.0 10 1	% m Unid.	Valores máximos Valores mínimos Um por nível
Galeria de acesso muro	Inclinação	-2.0 a +2.0	%	Valores mínimos e máximos
Nichos de apoio	Inclinação Comprimento Espaçamento	-7.5 7.2 1	% m Unid.	Valores máximos Valores mínimos Um por nível

Tipo de Atividade	Parâmetro	Valor	Unidade	Comentários
Pontos de stockagem	Inclinação	+2.0	%	Valores máximos
	Comprimento	30	m	Valores mínimos
	Espaçamento	100	m	Um por nível
Acesso à chaminé de ventilação	Inclinação	+2.0	%	Valores máximos
	Comprimento	15	m	Valores mínimos
Estação de bombagem	Inclinação	-	%	Valores máximos
	Comprimento	20	m	Valores mínimos
Galeria em minério	Inclinação	2	%	Valores máximos
	Comprimento	50	m	Valores mínimos

As distâncias de desenvolvimento horizontal e vertical são apresentadas na Tabela 5.11 e Tabela 5.12, respetivamente.

Tabela 5.11 – Distâncias de desenvolvimento horizontal por atividade.

Tipo de Desenvolvimento	Distância (m)
Rampa Principal & Secundárias (Norte & Sul)	6 297
Estações de bombagem em rampa	150
Pontos de stockagem em rampa	96
Galeria em desenvolvimento C&F	123
Galeria principal de acesso ao minério C&F	1 534
Galeria em minério	25 283
Galeria de acesso a nível de produção	890
Nicho para PT	220
Galeria de acesso muro	5 428
Nichos de apoio	266
Pontos de stockagem	796
Galerias de acesso às chaminés de ventilação:	
Ar fresco	1 052
Ar sujo	1 152
Estação de bombagem	35
Galerias em minério	31 454
Desenvolvimento horizontal total	**74 777**

Tabela 5.12 – Distâncias de desenvolvimento vertical por atividade.

Tipo de Desenvolvimento	Distância (m)
Chaminés de ventilação principal Norte:	
Ar fresco & Serviços (água, energia e escadas)	328
Ar sujo	329
Chaminés de ventilação principal Sul:	
Ar fresco	415
Ar sujo	700
Desenvolvimento vertical total	**1 442**

5.2.3 DIMENSÕES DOS DESMONTES DE BANCADA

A Tabela 5.13 apresenta os parâmetros geométricos considerados para os desmontes LHOS (*Long-hole Open Stoping* – Desmontes de Bancadas) e *Cut&Fill*, sendo que a Figura 5.6 apresenta estas dimensões para o caso das bancadas.

Os ângulos dos desmontes de bancadas foram selecionados tendo em conta os ângulos operacionais, nomeadamente o ângulo máximo de inclinação do equipamento de furação de bancada e o ângulo do repouso do material desmontado. A inclinação mínima da frente do desmonte de bancada foi definida considerando o ângulo típico para o qual os equipamentos de furação são capazes de trabalhar.

A fim de garantir um fluxo adequado de material desmontado nas bancadas, foi selecionado um ângulo mínimo de 55° para a face traseira da bancada. Este valor é tipicamente suficientemente grande para garantir um fluxo adequado de material.

Tabela 5.13 – Parâmetros geométricos e angulares.

Parâmetros	Valores	Unidades	Comentários
Largura máxima	15	m	
Comprimento mínimo	8	m	
Comprimento máximo	50	m	
Altura mínima	7	m	
Altura máxima	25	m	
Ângulo mínimo:			
Frente	60	°	Medido a partir da horizontal
Trás	55		
Ângulo máximo:			
Frente	90	°	Medido a partir da horizontal
Trás	90		
Altura C&F	5	m	
Largura C&F	5	m	
Comprimento mínimo C&F	5	m	
Comprimento máximo C&F	600	m	

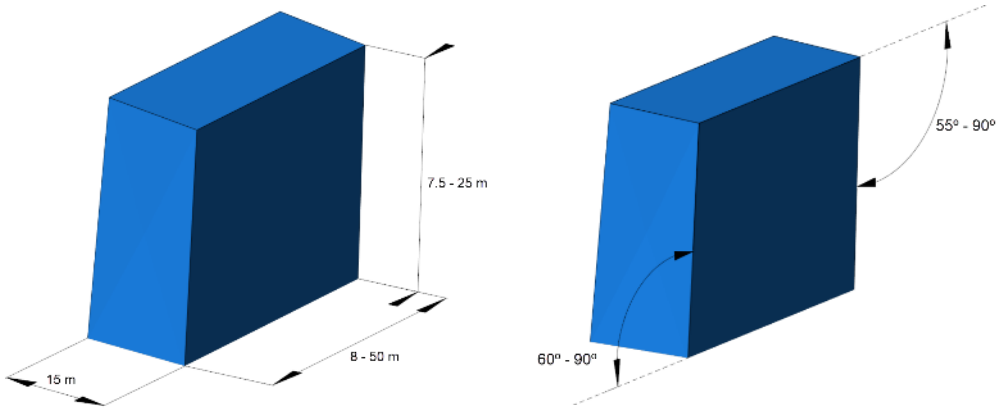


Figura 5.6 – Dimensões dos desmontes de bancadas.

5.3 MÉTODO DE EXPLORAÇÃO E SEQUÊNCIA

5.3.1 DEFINIÇÃO DOS BLOCOS

O depósito está dividido em 5 diferentes blocos a explorar, definidos por litologia, nível e área da mina. O número e geometria foram determinados de forma a sustentar a produção anual nominal de 2 Mtpa e considerando os seguintes fatores:

- Requerimentos de pré-produção: a primeira zona de produção é o jazigo Norte. Esta área tem uma maior proximidade à rampa principal, permitindo antecipar a produção e atingir a produção nominal o mais cedo possível.

- Perfil do teor: a deliniação dos blocos influência a mineralização de alto teor. Os blocos foram definidos de forma a que os blocos com teores mais altos serem explorados durante os primeiros anos da vida útil da mina. A zona de transição no jazigo Norte será o primeiro bloco a ser explorado.

- Produção nominal: o jazigo Sul foi divido em dois blocos, de forma a que o ritmo de produção nominal seja sustentável ao longo do tempo. O nível 175 do jazigo Sul funciona como um pilar de soleira para separação dos blocos.

Os blocos de exploração estão representados Figura 5.7.

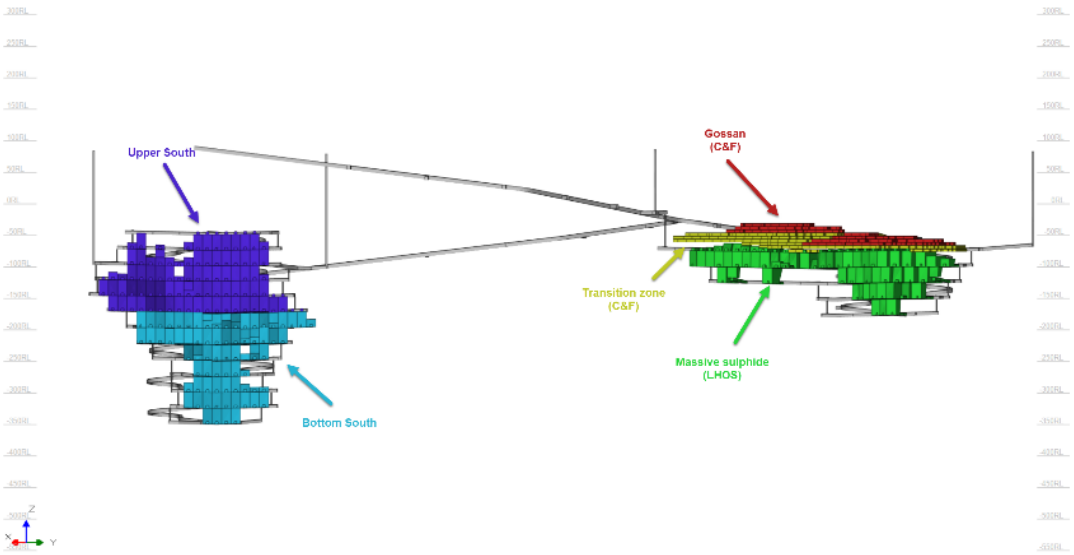


Figura 5.7 – Áreas de exploração.

5.3.2 SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO MINEIRA

5.3.2.1 SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO – BANCADAS E *CUT&FILL*

O ciclo de produção de um desmonte de bancadas é descrito de seguida:

- O sustimento com cabos inicia-se 7 dias após a galeria de acesso à bancada estar completa. Isto permite que exista tempo para a preparação da galeria (layout dos cabos, mapeamento geológico, levantamento topográfico, instalação de serviços, etc).
- Furação da bancada inicia-se no mínimo 2 dias após o sustimento estar terminado.
- Após a furação estar terminada, a remoção é iniciada após 2 dias, no mínimo.
- Após dois dias da produção ser terminada, inicia-se o enchimento com pasta. Este iato permite a construção das portas de enchimento e todos os trabalhos de prepação para o enchimento.
- Foi definido para a cura da pasta um período de 3 semanas, de forma a garantir a resistência da pasta e a sua estabilidade.

O ciclo de produção para desmontes *Cut&Fill* considera os seguintes aspetos:

- A furação dos drifts inicia-se após a remoção do material da galeria de desenvolvimento ter terminado e o sustimento aplicado.

- Após terminar a produção, o enchimento com pasta inicia-se após 3 dias, permitindo toda a preparação para esta atividade.

- Foi definido para a cura da pasta um período de 4 semanas, de forma a garantir a resistência da pasta e a sua estabilidade.

5.3.3 SEQUÊNCIA GEOTÉCNICA

Para a criação do plano mineiro são tidos em conta vários parâmetros e regras devido à geotecnia dos maciços, para os desmontes de bancadas. Estes são:

- Sequência de bancadas primárias-secundárias ascendentes com exploração em retirada, num esquema inverso piramidal. A **Error! Reference source not found.** apresenta uma vista em planta de uma sequência típica num nível de produção.

- As galerias de acesso às bancadas secundárias, num nível, apenas podem começar após as bancadas primárias adjacentes terem sido preenchidas e com o tempo de cura estipulado (3 semanas).

- A sequência em retirada das galerias de acesso às bancadas é alcançada começando o sustimento de cabos na próxima bancada a ser explorada após a bancada anterior ter sido enchida e a pasta curada (1 semana de cura no mínimo).

- Podem ser exploradas bancadas primárias de pisos superiores, para tal, devem ter um distância miníma de dois níveis para um nível em exploração de bancadas secundárias.

- Uma bancada deve ter no minímo 28 dias de cura para se poder iniciar a exploração da bancada acima.

- O jazigo Sul está separado em dois blocos diferentes de exploração, com um pilar de soleira no nível 175. Este pilar permite a exploração antecipada do jazigo, uma vez que a infraestrutura de desenvolvimento apenas necessita chegar ao nível 175 para se iniciar a produção.

No caso do *Cut&Fill*, foram considerados os seguintes aspetos:

- Sequência primária-secundária em retirada.

- A exploração das galerias *Cut&Fill* secundárias inicia-se após a exploração e enchimento das galerias primárias estar terminada, com um período de cura de 4 semanas. Esta sequência é apresntada na Figura 5.8.

- O período de cura da pasta de 4 semanas, garante a estabilidade do enchimento préviamente ao início de um novo drift.

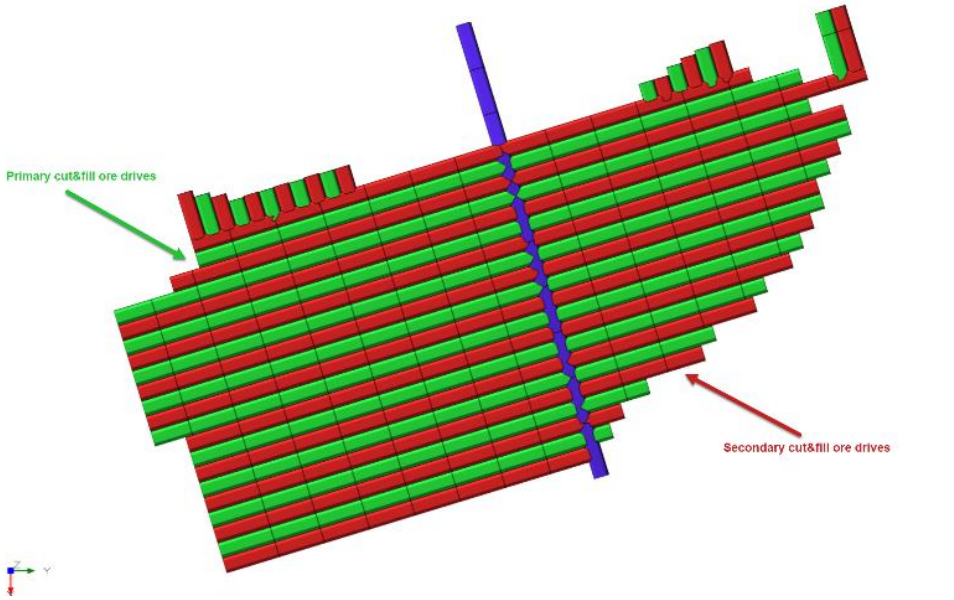


Figura 5.8 – *Cut&Fill*: sequência de frentes primárias- primárias (vista em planta).

5.3.3.1 OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Foram também consideradas as seguintes restrições para a sequência mineira:

- Uma vez as chaminés de ventilação estarem terminadas é necessário um hiato de 30 dias até iniciar a produção. Isto permite que seja instalada toda a infraestrutura de ventilação no nível de exploração (reguladores, ventiladores secundários, etc), i.e. a exploração apenas pode ser iniciada aquando a ventilação do nível estiver totalmente preparada.

- Deve ser instalado um circuito de ventilação primário, englobando uma chaminé de ventilação do nível, antes de ser iniciado o avanço das galerias de acesso às bancadas.

- As galerias a muro podem ser desenvolvidas quando a instalação elétrica do nivél estiver preparada.

- As rampas e desenvolvimento lateral podem ser inciadas um nível abaixo ao nível mais profundo com o sistema de ventilação em funcionamento.

- O desmonte de rocha será feito com recurso a explosivos e detonadores. Esses explosivos e detonadores serão entregues diariamente na superfície pelo fabricante e transferidos em veículo adaptado para o transporte dos mesmos para o fundo mina. Uma vez no fundo da Mina, são encaminhados para a sala de preparação e distribuição para as frentes de trabalho. As sobras de material devem seguir o ciclo inverso do descrito anteriormente. O detalhe destas solução, nomeadamente, veículos, zonas de transferência, zona de preparação,

distribuição e quantidades serão desenvolvidas em detalhe no Projeto de Execução.

5.3.4 ENCHIMENTO

O enchimento primário nesta exploração será *paste-fill*, i.e., enchimento com pasta, composto pelos rejeitados da lavaria misturados com cimento e outros compostos de forma a formar uma "receita". Vão ser utilizados dois tipos de pasta para o enchimento dos vazios, pasta de alta resistência e baixa resistência, diferindo em termos de percentagem de cimento.

A pasta de alta resistência será utilizada em desmontes de bancadas que irão estar expostos a explorações adjacentes, ou seja, desmontes primários, os quais necessitam de uma resistência superior para garantir a sua estabilidade. A pasta de baixa resistência irá ser utilizadas em desmontes de bancadas sem exploração adjacente e também nas galerias de *drift&fill*. Esta mistura deve conter uma quantidade de cimento suficiente para que não ocorra liquefação do material.

Na zona de *Cut&Fill* próxima do pilar de soleira será utilizada uma pasta para a qual a resistência da pasta será superior à pasta de alta resistência descrita anteriormente.

5.3.5 GESTÃO DE REJEITADOS E ENCHIMENTO DE BANCADAS

O enchimento por escombro (rocha sem valor económico) terá de ser depositado numa base contínua ao longo de toda a vida da mina. A rocha estéril será transportada para a superfície, sendo depositada no parque de minério, o que o escombro resultante da escavação será utilizado para a construção da Instalação de Resíduos.

A deposição de escombro à superfície tem o efeito de aumentar os desmontes abertos no fundo de mina e consequentemente a necessidade de pasta para realizar o seu enchimento. Aumentando a necessidade de pasta no fundo de mina, aumenta também a quantidade de rejeitados que são necessários para obter esta pasta e que vão voltar para o subterrâneo. Desta forma a quantidade de rejeitados na Instalação de Resíduos diminui. A Tabela 5.14 apresenta as quantidades de desenvolvimento em escombro e as necessidades de enchimento por pasta ao longo da vida da mina.

Tabela 5.14 – Desenvolvimento em escombro e requerimentos do enchimento por pasta.

Ano	Enchimento por pasta (km³)	Escombro para a superfície (kt)
Ano 1	0	12
Ano 2	85	320
Ano 3	210	300
Ano 4	500	320
Ano 5	650	320
Ano 6	610	260
Ano 7	610	170

Ano	Enchimento por pasta (km³)	Escombro para a superfície (kt)
Ano 8	650	78
Ano 9	450	65
Ano 10	360	39
Ano 11	250	13
Ano 12	240	19

5.4 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Os desenhos geotécnicos e recomendações apresentados neste capítulo resultam da informação disponibilizada e dos ensaios geotécnicos realizados em laboratório, que incluíram ensaios de rocha intacta, caracterização do maciço rochoso, geologia estrutural, análises de escavação e estabilidade dos pilares e a conceção do tipo de sustimento a utilizar.

As análises geotécnicas *in-situ* foram concluídas para suportar o estudo geotécnico de fundo, estas foram: sondagens geotécnicas, medições dos carotes das sondagens, levantamentos fotográficos dos furos de sondagem e testes laboratoriais das mesmas.

Os maciços rochosos dos depósitos da Lagoa Salgada foram divididos em 6 litologias geotécnicas, apresentados na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Litologias geotécnicas no depósito.

Zona	Tipo	Código
Norte	Sulfuretos maciços	MS
Norte	Tufito dacítico/Vulcânicas ácidas	dtV/aV
Norte	Gossan	Gos
Norte/Sul	Sedimentos terciários	Ter
Sul	Vulcânicas intermédias a básicas/ácidas	iV/aV
Sul	Vulcânicas Exalativo-Sedimentares	esV

5.4.1 CAMPANHA DE SONDAGENS

A campanha de sondagens geotécnicas incluiu 9 furos de sondagem, com um total de 3 310 metros. De forma a intersetar os depósitos mineiros na perpendicular, os furos de sondagem foram realizados num ângulo de 60º a partir da horizontal. A Figura 5.9 apresenta os furos de sondagens realizados nos jazigos Norte e Sul, para os ensaios de geotecnia.

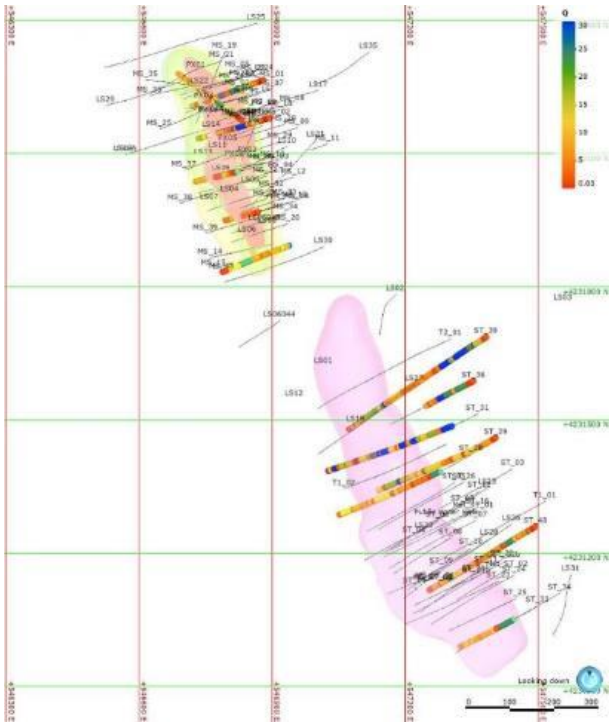


Figura 5.9 – Distribuição das sondagens nos jazigos.

5.4.2 ENSAIOS

As amostras obtidas através das sondagens realizadas foram a enviadas para o Centro de Recursos Naturais e Ambiente (“Cerena”), laboratório de geotecnia sediado em Lisboa, de forma a realizar os diversos ensaios (apresentados na Tabela 5.16).

Tabela 5.16 – Nº ensaios de rocha intacta por litologia

Ensaios	dtV/Av	MS	iV/av	esV	Gos	Conglomerados e arenitos
Densidade aparente	4	3	5	2	2	0
Humidade	4	3	5	2	2	0
Ensaio de compressão uniaxial	4	5	7	3	5	2
UCS com Modulo de Young e Coeficiente Poisson	4	4	6	3	4	2
Ensaio brasileiro	4	4	6	3	4	2
Ensaio triaxial	2+4	3+6	4+8	2+4	3+6	3
Ensaio de Corte Direto	9 0					
Ensaio Slake - durabilidade	0	3	3	0	3	3
Ensaio ultrasónico	6	3	3	3	3	3

Ensaios	dtV/Av	MS	iV/av	esV	Gos	Conglomerados e arenitos
Ensaio pontual (PLT)	40	30	50	20	25	20

5.4.3 PROPRIEDADES DA ROCHA INTACTA

Embora todas as unidades foram definidas com um maciço rochoso homogéneo, estas podem resultar da combinação de diversas litologias (Tabela 5.17).

Tabela 5.17 – Parâmetros geotécnicos por litologia.

Código	σ_C (MPa)	E (MPa)	v	E/σ_C	C (MPa)	Fricção (º)
MS	129.74	118 883	0.22	1 244.01	19.93	49.17
dtV/aV	20.85	43 360	0.36	1 955.2	3.31	37.39
Gos	69.11	77 575	0.36	0.36	8.91	53.34
Ter	33.06	16 900	0.26	555.94	6.99	33.04
iV/aV	33.6	83 900	0.23	2 750.81	10.12	25.96

Onde:
σ_C – Resistência à Compressão Uniaxial;
E – Módulo de Young;
v – Coeficiente de Poisson;
C – Coesão.

5.4.3.1 SULFURETOS MACIÇOS

O valor obtido para o Módulo de Young, para a rocha intacta dos Sulfuretos Maciços, teve uma média de 118 883 MPa, o que é um valor alto para este tipo de material. A Figura 5.10 apresenta o gráfico com os resultados obtidos.

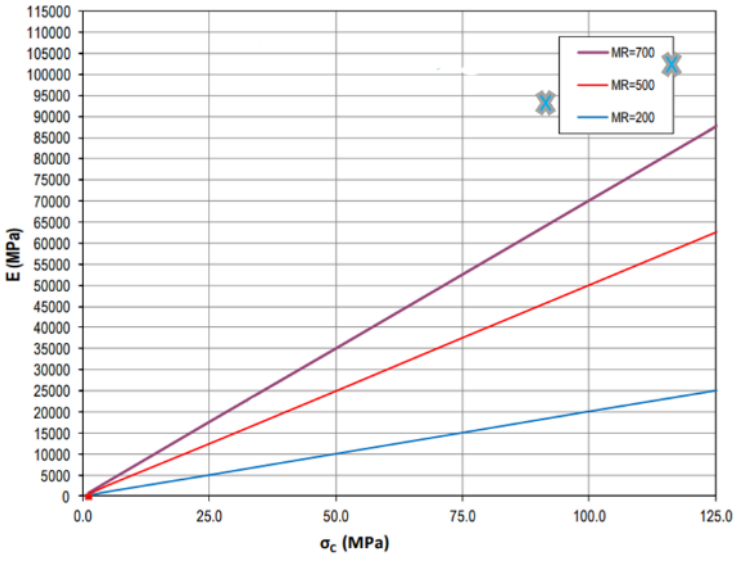


Figura 5.10 – Modulo de Young – Sulfuretos Maciços.

O valor médio obtido da resistência à tração foi de 15.23 MPa, que é um valor adequado para este tipo de litologia.

A relação entre a resistência à tração e a tensão à compressão uniaxial está apresentada no gráfico da Figura 5.11, sendo que o valor obtido foi de 10.

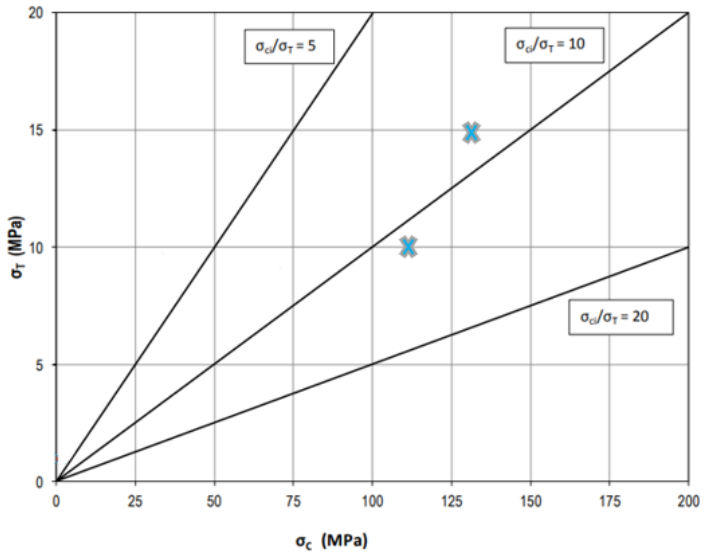


Figura 5.11 – Relação entre a resistência à tração e o UCS - Sulfuretos Maciços.

Os círculos de Mohr para os Sulfuretos Maciços estão apresentados na Figura 5.12.

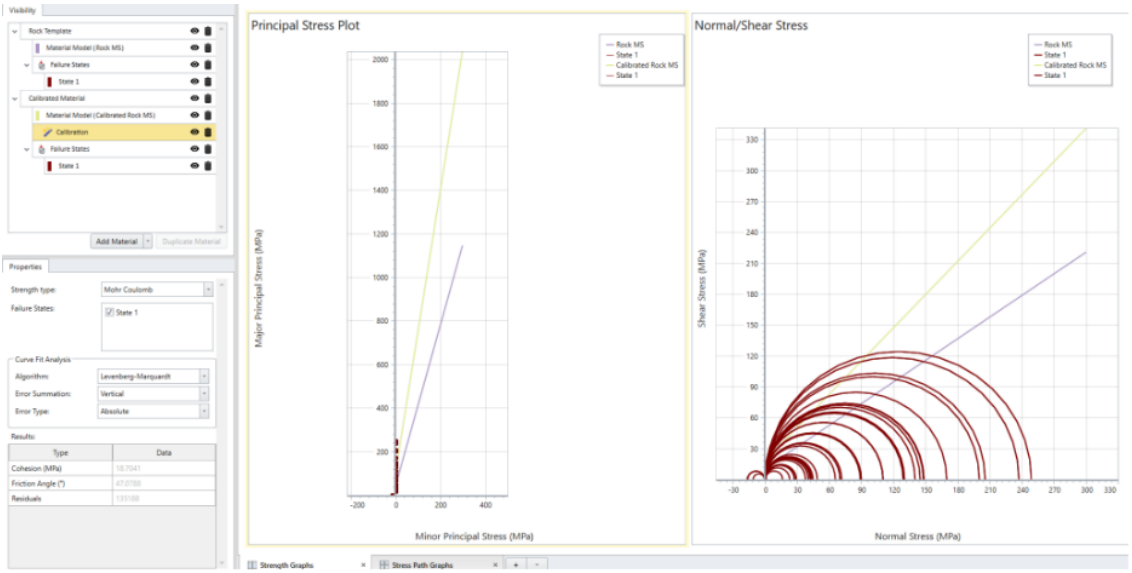


Figura 5.12 – Círculos de Mohr - Sulfuretos Maciços.

A Tabela 5.18 apresenta os parâmetros da rocha intacta obtidos na caracterização dos Sulfuretos Maciços.

Tabela 5.18 – Parâmetros de rocha intacta - Sulfuretos Maciços.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m3	4.64
σ_c	MPa	129.74
E	MPa	118 883
Coeficiente de Poisson's (v)	-	0.22
σ_T	MPa	15.23

5.4.3.2 GOSSAN

O valor obtido para o Módulo de Young, para a rocha intacta do Gossan, teve uma média de 77 575 MPa, o que é um valor alto para este tipo de material. A Figura 5.13 apresenta o gráfico com os resultados obtidos.

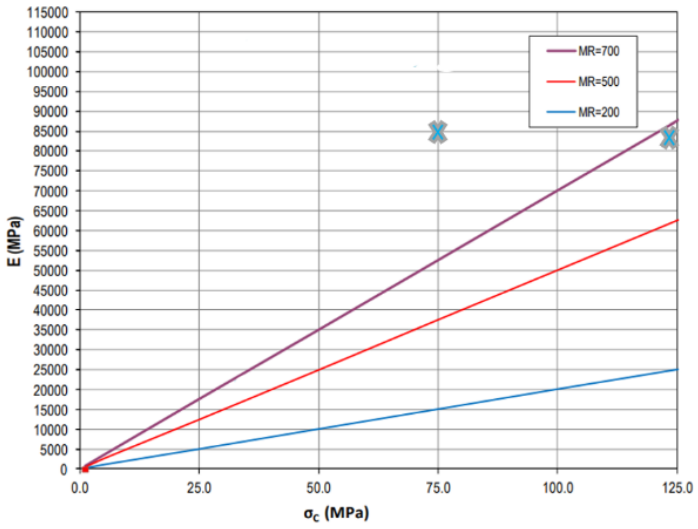


Figura 5.13 – Modulo de Young – Gossan.

No caso da resistência à tração obteve-se um valor médio de 4.21 MPa, que também é um valor alto para estas litologias. A relação entre a resistência à tração e a tensão à compressão uniaxial está apresentada no gráfico da Figura 5.14 e obteve-se um valor de 9.19.

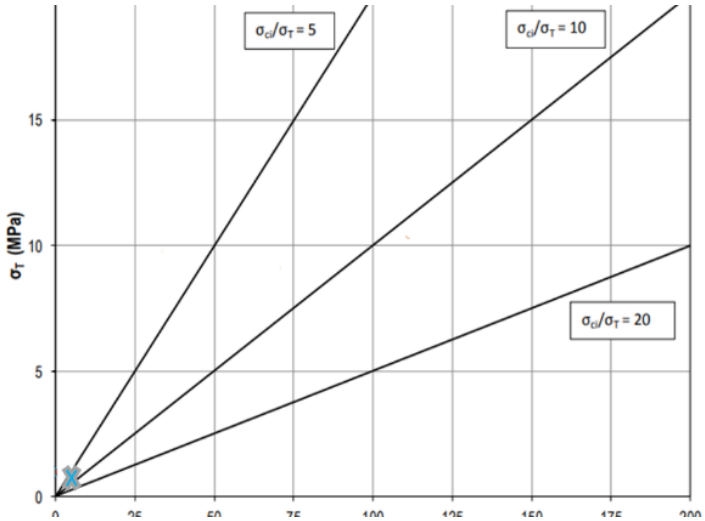


Figura 5.14 – Relação entre a resistência à tração e o UCS – Gossan.

Os círculos de Mohr para o Gossan estão apresentados na Figura 5.15.

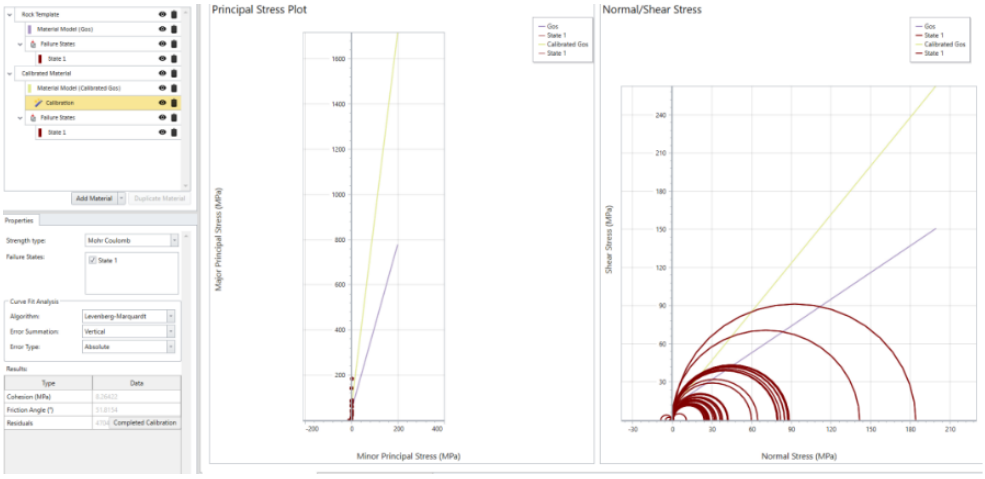


Figura 5.15 – Círculos de Mohr – Gossan.

A Tabela 5.19 apresenta os parâmetros da rocha intacta obtidos na caracterização do Gossan.

Tabela 5.19 – Parâmetros de rocha intacta – Gossan.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m3	2.60
σ_c	MPa	69.11
E	MPa	77 575
Coeficiente de Poisson's (ν)	-	0.36
σ_T	MPa	4.21

5.4.3.3 DTV/AV

O valor obtido para o Módulo de Young, para a rocha intacta do dtV/aV, teve uma média de 43 360 MPa, este valor é o valor típico para este tipo de material. A Figura 5.16 apresenta o gráfico com os resultados obtidos.

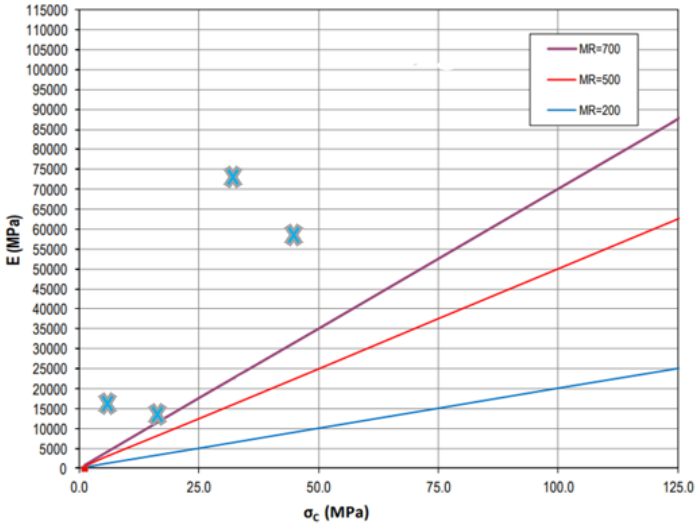


Figura 5.16 – Modulo de Young – dtV/aV.

Para a resistência à tração foi obtido um valor de 3.10 Mpa, que também é um valor típico para esta litologia.

A relação entre a resistência à tração e a tensão à compressão uniaxial está apresentada no gráfico da Figura 5.17 e obteve-se um valor de 3.06.

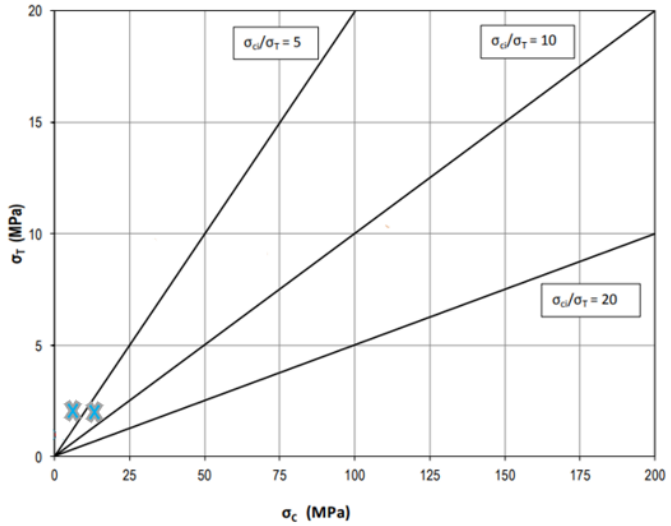


Figura 5.17 – Relação entre a resistência à tração e o UCS - dtV/aV.

Os círculos de Mohr para o dtV/aV estão apresentados na Figura 5.18.

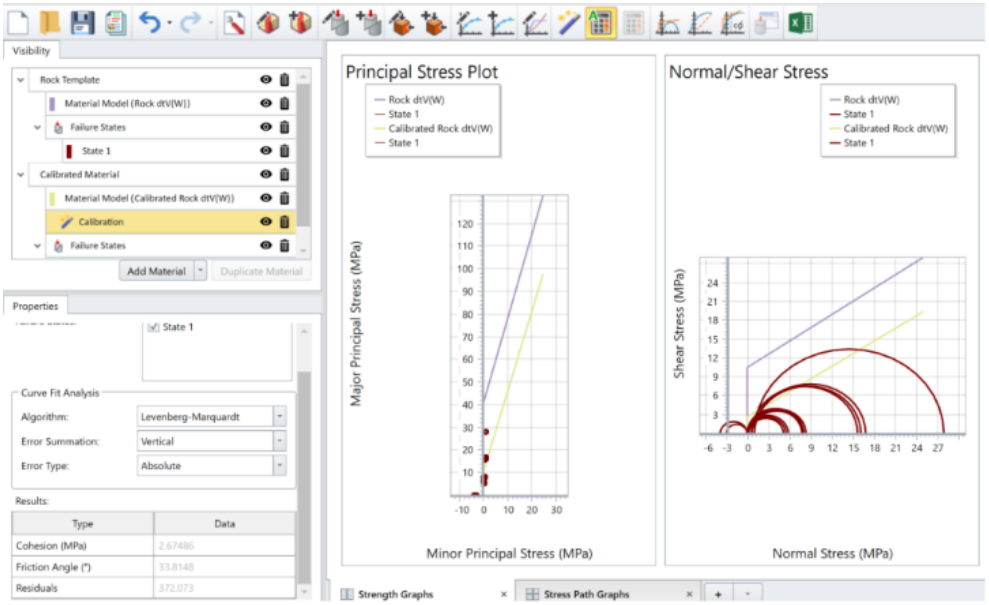


Figura 5.18 – Círculos de Mohr - dtV/aV.

A Tabela 5.20 apresenta os parâmetros da rocha intacta obtidos na caracterização da litologia dtV/aV.

Tabela 5.20 – Parâmetros de rocha intacta - dtV/aV.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m3	2.81
σ_c	MPa	20.85
E	MPa	43 360
Coeficiente de Poisson's (v)	-	0.20
σ_T	MPa	3.10

5.4.3.4 TERCIÁRIO

O valor obtido para o Módulo de Young, para a rocha intacta do Terciário, teve uma média de 16 900 MPa, o que é um valor adequado para este tipo de material. A Figura 5.19 apresenta o gráfico com os resultados obtidos.

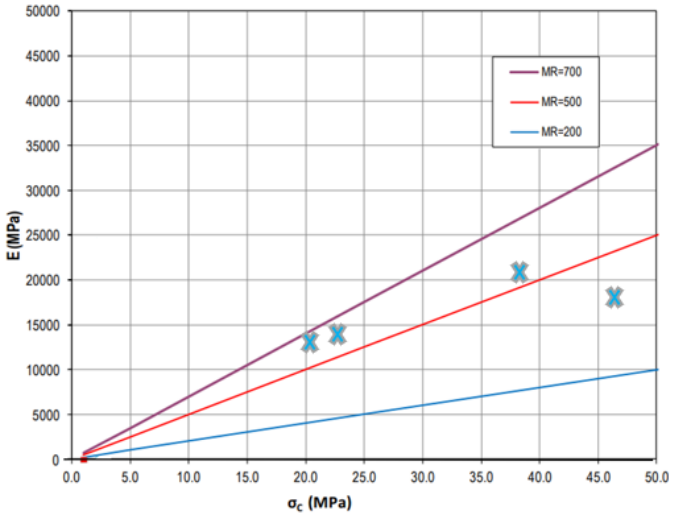


Figura 5.19 – Modulo de Young – Terciário.

Para a resistência à tração foi obtido um valor de 7.14 Mpa, que também é um valor típico para esta litologia.

A relação entre a resistência à tração e a tensão à compressão uniaxial está apresentada no gráfico da Figura 5.20, de forma a obter um valor da resistência.

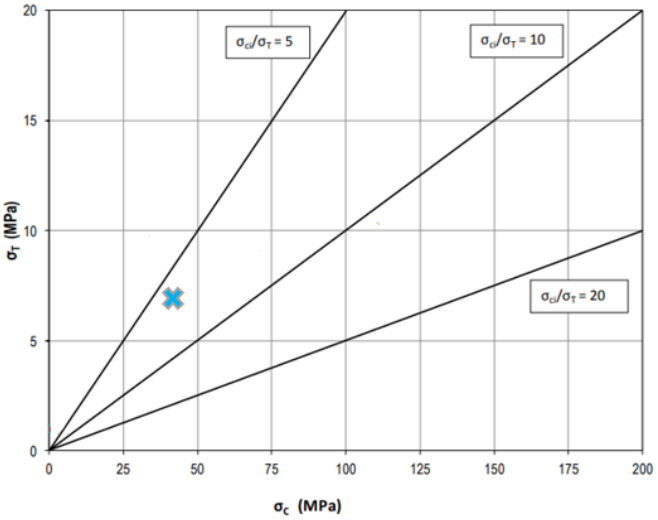


Figura 5.20 – Relação entre a resistência à tração e o UCS – Terciário.

Os círculos de Mohr para o terciário estão apresentados na Figura 5.21.

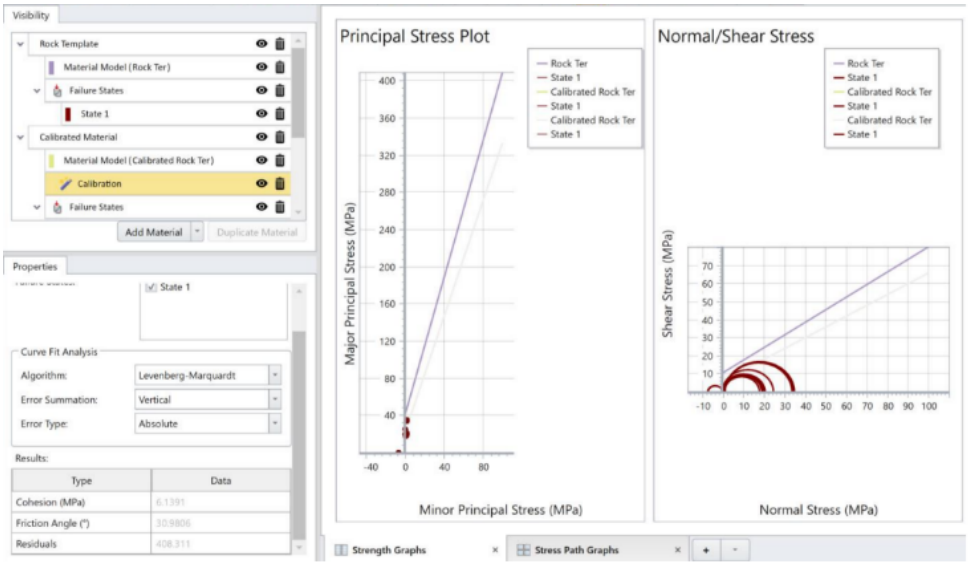


Figura 5.21 – Círculos de Mohr – Terciário.

A Tabela 5.21 apresenta os parâmetros da rocha intacta obtidos na caracterização da litologia do Terciário.

Tabela 5.21 – Parâmetros de rocha intacta – Terciário.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m3	2.24
σ_c	MPa	33.06
E	MPa	16 900.00
Coeficiente de Poisson's (ν)	-	0.26
σ_T	MPa	7.14

Os parâmetros geotécnicos dos maciços foram obtidos através dos resultados dos ensaios de rocha intacta, que forem extrapolados para o maciço rochoso usando fatores de redução.

5.4.4 CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO

A caracterização do maciço rochoso foi realizada considerando a caracterização da rocha intacta e a informação disponível da campanha de sondagens geotécnicas. Foram desenvolvidos cortes longitudinais e transversais de forma a identificar os valores de *Q'* de Barton para os diferentes jazigos. A Figura 5.22, Figura 5.23 e Figura 5.24 apresentam vistas em planta dos níveis de produção no jazigo Norte e a Figura 5.25, Figura 5.26 e Figura 5.27 do jazigo Sul, com as sondagens geotécnicas também representadas.



Figura 5.22 – Jazigo Norte - Nível 50 (vista em planta). Nível de produção Cut&Fill (a roxo) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

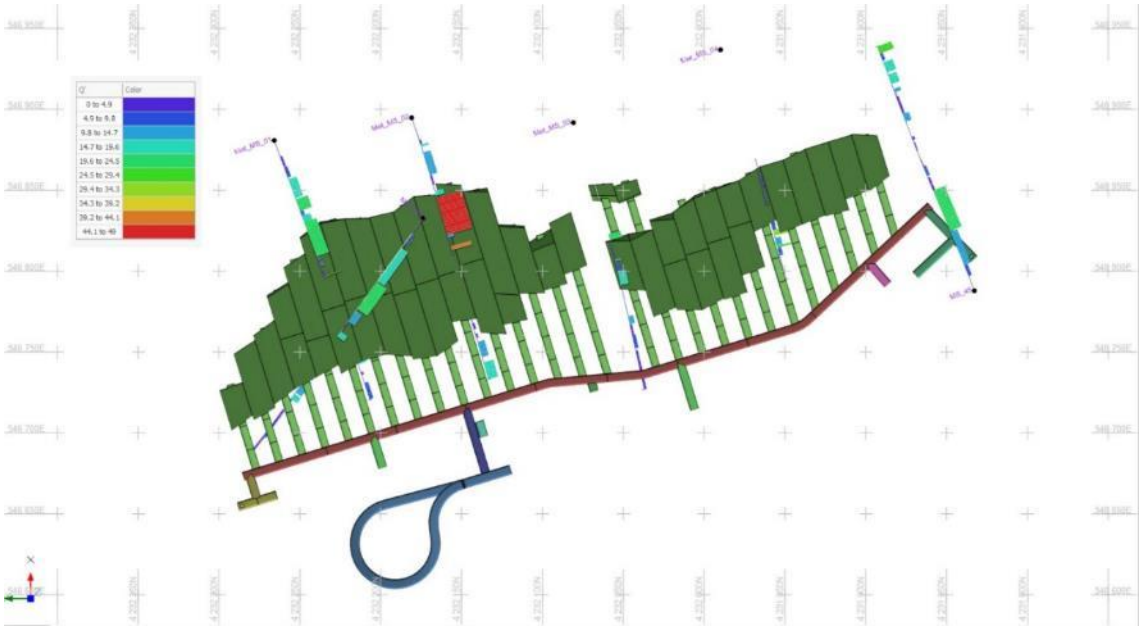


Figura 5.23 – Jazigo Norte - Nível 100 (vista em planta). Nível de produção de Desmonte de Bancadas (a verde) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul e vermelho) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

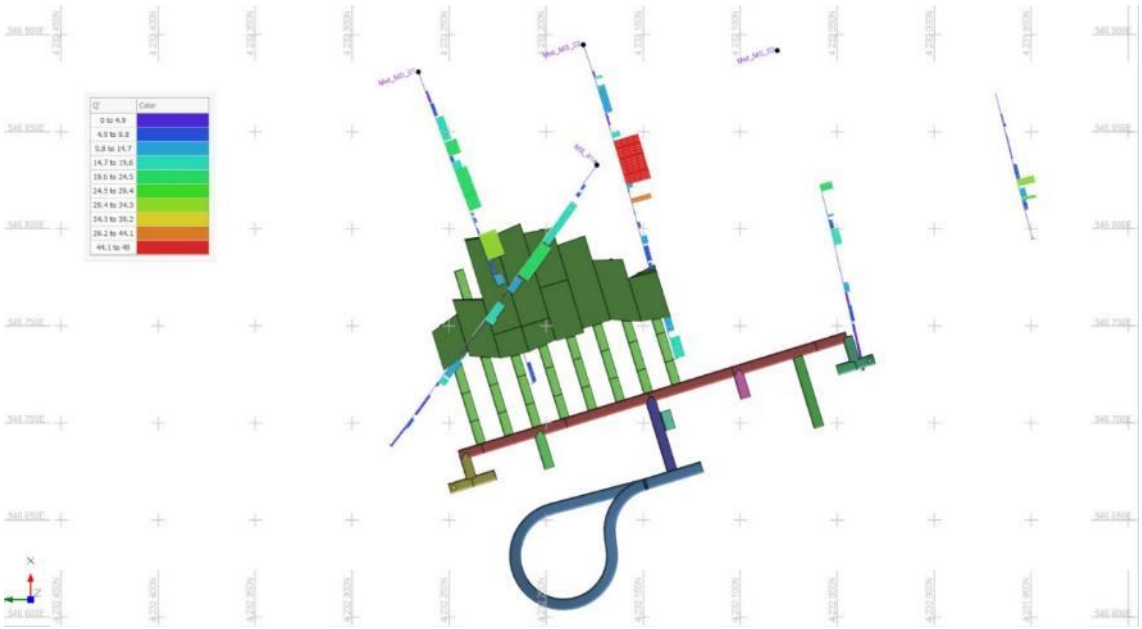


Figura 5.24 – Jazigo Norte - Nível 150 (vista em planta). Nível de produção de Desmonte de Bancadas (a verde) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul e vermelho) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

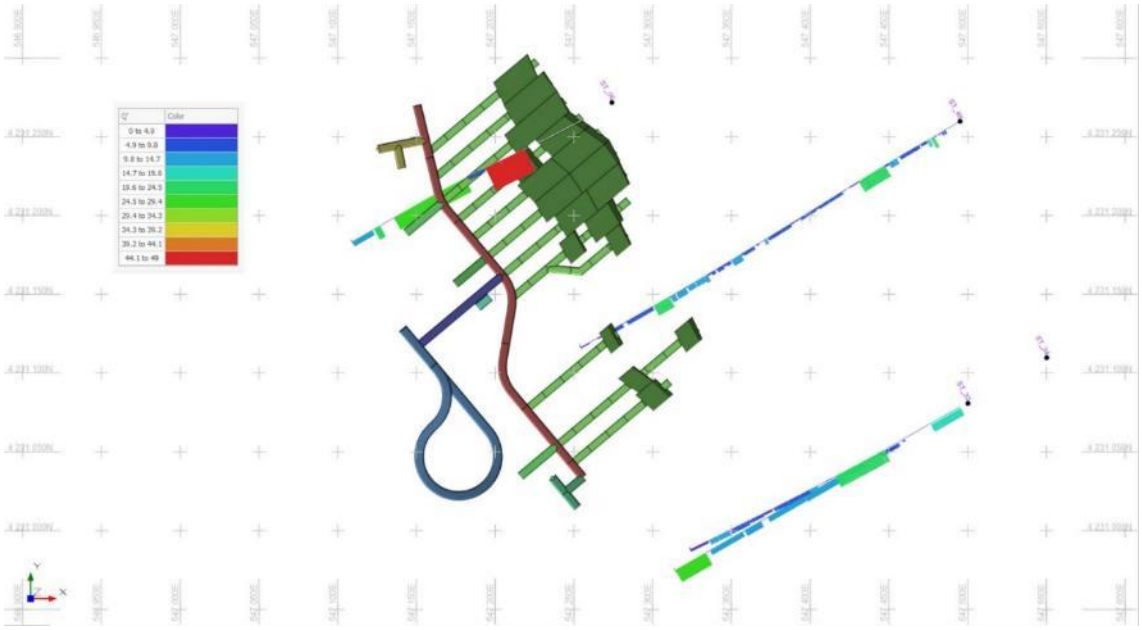


Figura 5.25 – Jazigo Sul - Nível 75 (vista em planta). Nível de produção de Desmonte de Bancadas (a verde) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul e vermelho) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

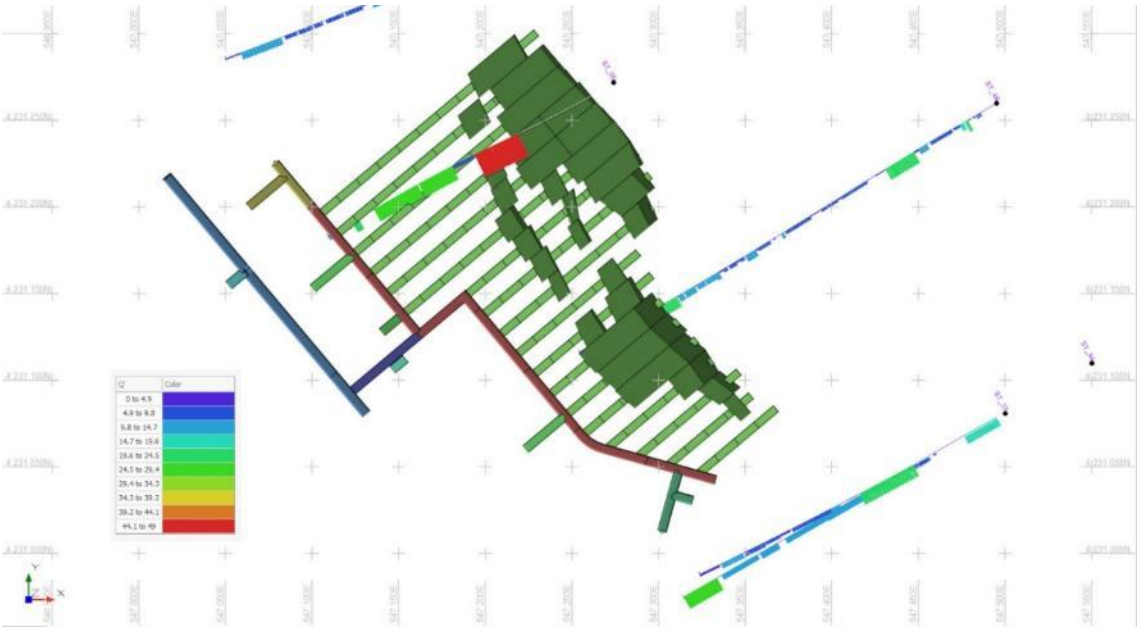


Figura 5.26 – Jazigo Sul - Nível 125 (vista em planta). Nível de produção de Desmonte de Bancadas (a verde) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul e vermelho) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

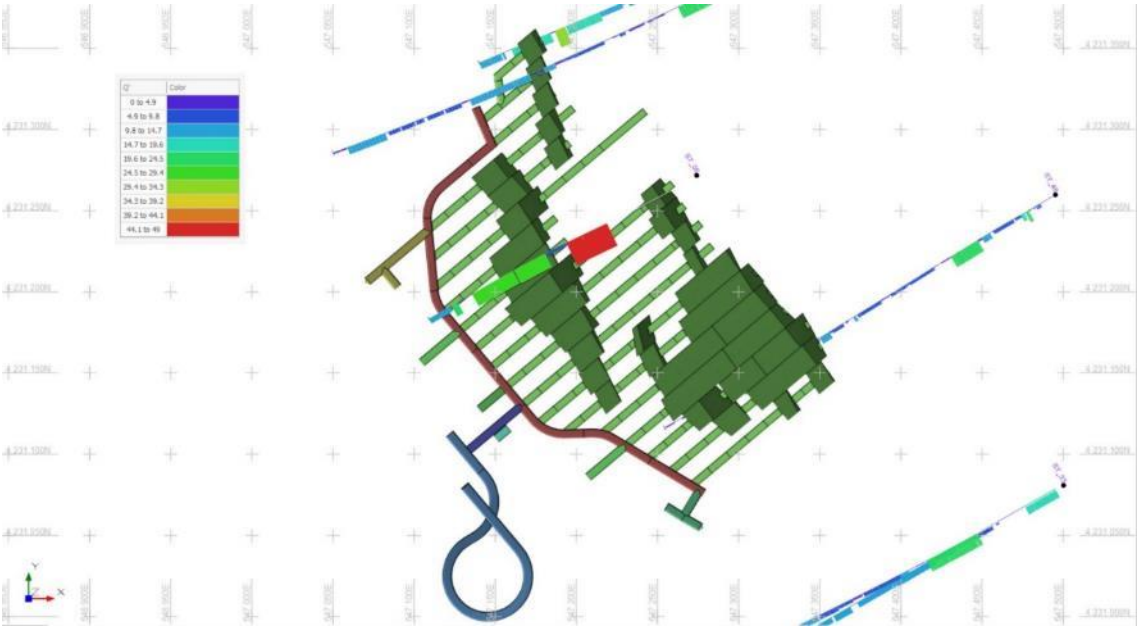


Figura 5.27 – Jazigo Sul - Nível 200 (vista em planta). Nível de produção de Desmonte de Bancadas (a verde) com representação da galeria de desenvolvimento (a azul e vermelho) e informação sobre a posição e informação das sondagens geotécnicas.

5.4.5 DOMÍNIOS GEOTÉCNICOS

Considerando os valores de *Q'* obtidos, bem como a distribuição espacial das sondagens geotécnicas, foram definidos um total de 5 domínios geotécnicos. Apresentados na Tabela 5.22. Estes domínios estão também representados na Figura 5.28.

Tabela 5.22 – Definição e competência dos domínios geotécnicos.

Domínio	Competência	Q
DG I	Muito fraca	0.01 – 0.1
DG II	Fraca	0.1 - 4
DGIII	Média	4 - 10
DG IV	Alta	10 - 40
DG V	Muito alta	>40

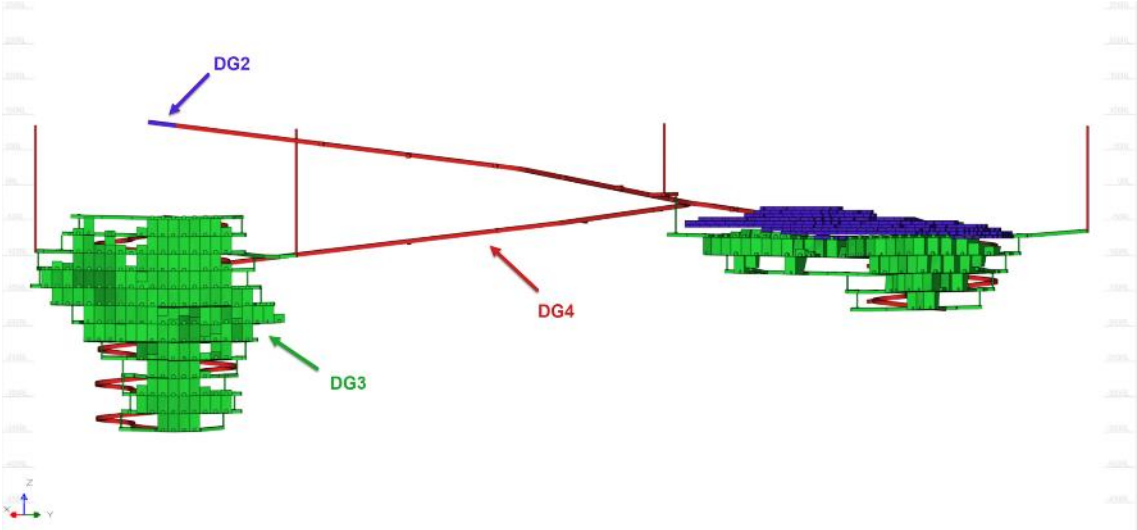


Figura 5.28 – Domínios geotécnicos na Mina.

5.5 MECÂNICA DAS ROCHAS

5.5.1 DIMENSIONAMENTO DO SUSTIMENTO - DESENVOLVIMENTO

Este capítulo tem como objetivo descrever o sustimento a ser aplicado nas zonas de desenvolvimento da mina e define as condições de segurança que devem ser aplicadas e respeitadas durante a exploração.

Para o dimensionamento do sustimento a ser aplicado, foi tido em conta o gráfico de sustimento de Grimstad & Barton. O índice de *Q'* de Barton, relacionado com os estudos de Bieniawski (RMR), foi também utilizado para definir o sustimento a aplicar nos desmontes. De forma a definir este sustimento, Barton utiliza as dimensões dos desmontes e qual a finalidade dos mesmos (ESR). Com base nisto, este índice define as dimensões equivalentes dos desmontes ("D_e"):

Equação 5.1 – Cálculo para a dimensão equivalente ("D_e").

$$D_e = \frac{B}{ESR}$$

Onde:

- B: largura do desmonte (m).
- ESR: parâmetro obtido através da Tabela 5.23

Tabela 5.23 – ESR – Valores tipo (Grimstad and Barton, 1993).

Tipo de uso dos desmontes	ESR
Desmonte temporário	3-5
Chaminés verticais, retangulares e circulares, respetivamente	2.0-2.5
Túneis de água, desmontes mineiros permanentes, aditamentos, drifts.	1.6
Galerias de armazenamento, túneis rodoviários com pouco tráfego, túneis de acesso, etc	1.3
Centrais elétricas, túneis rodoviários e ferroviários com tráfego intenso, abrigos de defesa civil, etc.	1.0
Centrais nucleares, estações ferroviárias, arenas desportivas, etc.	0.8

Ao obter os valores anteriormente descritos é possível, através da Figura 5.29, definir qual o tipo de sustimento a aplicar.

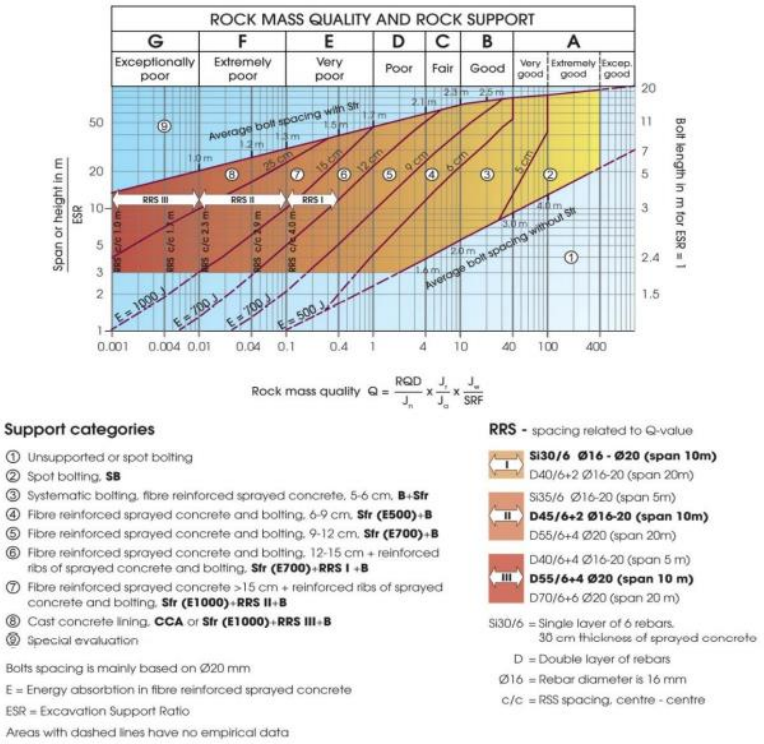


Figura 5.29 – Aproximação da determinação do sustimento de uma galeria.

5.5.1.1 RAMPA PRINCIPAL

Os parâmetros para o cálculo da dimensão equivalente da rampa principal estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.24 – Rampa principal: análise das dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor	Comentário
Altura da secção	m	6.5	
Largura da secção	m	5.5	
ESR		1.6	Minas permanentemente abertas, túneis piloto
Dimensão equivalente		3.4	

Através da informação apresentada acima, é possível extrapolar que o valor de *Q* pode indicar qual a competência da rocha, entre fraca, média e boa. Desta forma é possível definir qual o sustimento a utilizar (Figura 5.30).

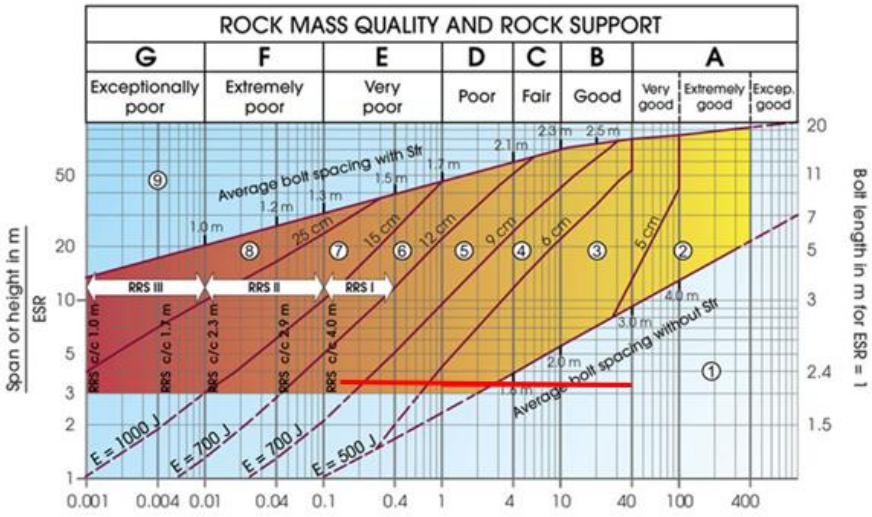


Figura 5.30 – Rampa principal – Gráfico do sustimento recomendado.

Com os valores indicados pelo Gráfico de Barton e a experiência de outras explorações na região, é sabido que o sustimento recomendado para rochas de boa competência é de 9 parafusos de 2.4 m, sendo que estes parafusos podem ser galvanizados (*split set*) ou de resina. O espaçamento das secções de parafusos deve ser entre 1.5 m e 1.8. Neste caso não é necessária a aplicação de malha sol.

Na rocha de competência média, o sustimento consiste em 10 parafusos de 2.4 m. Estes podem ser também galvanizados ou de resina, sendo que o espaçamento entre eles é de 1.5 m e é necessária a aplicação de 5 cm de betão projetado na galeria.

Em terrenos de fraca ou baixa competência, é recomendado o uso de 10 parafusos de 2.4 m, espaçados a cada 1.5 m, com a adição de 8 cm de betão projetado.

Nos casos em que a rampa interseta terreno de muito baixa qualidade ou zonas de falhas, será necessário realizar um estudo mais aprofundado, de forma a criar uma solução desenvolvida apenas para estas situações. Sustimentos excecionais como é o caso de estruturas metálicas, micro estacas e parafusos auto-perfurantes podem vir a ser utilizados em zonas onde é identificada a presença de água e é necessário realizar a sua drenagem. A Tabela 5.25 resume os diferentes tipos de sustimento definidos para a rampa principal de acordo com informação geotécnica disponível.

Uma vez que as zonas de muito baixa qualidade da rampa vão requerer um estudo geotécnico específico, assim como um padrão de sustimento específico a utilizar fora do *standard* definido, o mesmo será desenvolvido no projeto de execução.

Tabela 5.25 – Rampa principal: diferentes padrões de sustimento.

Domínio	Competência	Q	Espaçamento dos parafusos (m)	Espaçamento da secção (m)	Parafusos por secção	Malha	Espessura de betão projetado (cm)
DG I	Muito fraca	0.01 – 0.1	1.0	1.0	12	Sim	10
DG II	Fraca	0.1 - 4	1.5	1.5	10	Sim	8
DGIII	Média	4 - 10	1.5	1.5	10	Não	5
DG IV	Alta	10 - 40	1.5	1.5/1.8	9	Não	0
DG V	Muito alta	>40	2.0	2.0	8	Não	0

É antecipado que o sustimento a utilizar seja o seguinte:

- DG I: Primeiros 30 m na entrada da mina.
- DG II: 50 m seguintes.
- DG IV: padrão geral de sustimento na rampa.
- Foi considerada uma margem de 3% para as áreas com falhas na rampa, que exigirão um padrão de sustimento DG I.

5.5.1.2 DESENVOLVIMENTO CAPITAL

Os parâmetros para o cálculo da dimensão equivalente do desenvolvimento capital estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.26 – Desenvolvimento Capital: análise das dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor	Comentário
Altura da secção	m	5.5	
Largura da secção	m	5.5	
ESR		1.6	Minas permanentemente abertas, túneis piloto
Dimensão equivalente		3.4	

Através da informação apresentada acima, é possível extrapolar que o valor de *Q* pode indicar qual a competência da rocha, entre fraca, média e boa. Desta forma é possível definir qual o sustimento a utilizar (Figura 5.31).

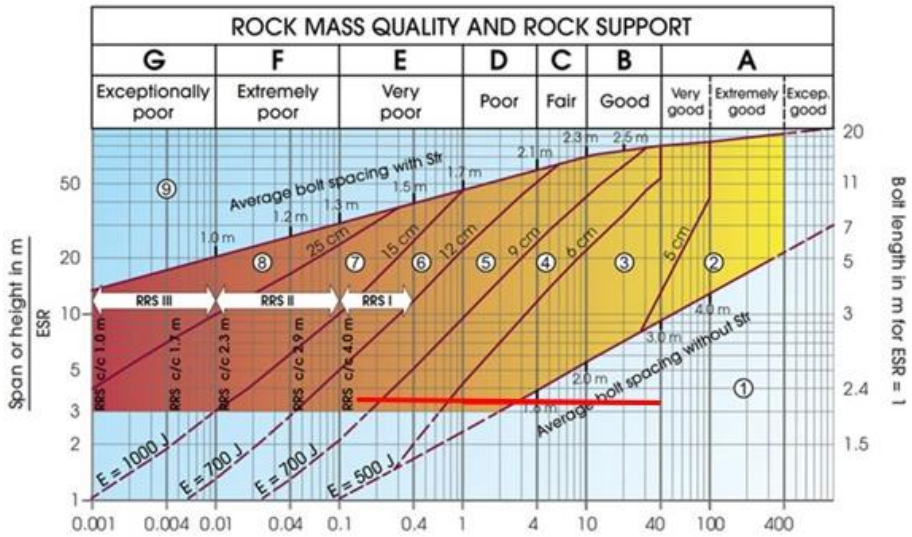


Figura 5.31 – Desenvolvimento Capital – Gráfico do sustimento recomendado.

Tal como para a rampa principal, com os valores indicados pelo Gráfico de Barton e a experiência de outras explorações na região, é sabido que o sustimento recomendado para rochas de boa competência é de 8 parafusos de 2.4 m, sendo que estes parafusos podem ser galvanizados (*split set*) ou de resina. O espaçamento das secções de parafusos deve ser entre 1.5 m e 1.8. Neste caso não é necessária a aplicação de malha sol.

Na rocha de competência média, o sustimento consiste em 9 parafusos de 2.4 m. Estes podem ser também galvanizados ou de resina, sendo que o espaçamento entre eles é de 1.5 m e é necessária a aplicação de 5 cm de betão projetado na galeria.

Em terrenos de fraca ou baixa competência, é recomendado o uso de 9 parafusos de 2.4 m, espaçados a cada 1.5 m, com a adição de 8 cm de betão projetado.

O mesmo estudo, tal como na rampa principal, deve ser feito para o desenvolvimento capital aquando do terreno é de muito baixa qualidade ou em zonas de falhas, será necessário realizar um estudo mais aprofundado, de forma a criar uma solução

desenvolvida apenas para estas situações. Sustimentos excecionais como é o caso de estruturas metálicas, micro estacas e parafusos auto-perfurantes podem vir a ser utilizados em zonas onde é identificada a presença de água e é necessário realizar a sua drenagem. A Tabela 5.27 resume os diferentes tipos de sustimento definidos para a rampa principal.

Tabela 5.27 – Desenvolvimento Capital: diferentes padrões de sustimento.

Domínio	Competência	Q	Espaçamento dos parafusos (m)	Espaçamento da secção (m)	Parafusos por secção	Malha	Espessura de betão projetado (cm)
DG I	Muito fraca	0.01 – 0.1	1.0	1.0	12	Sim	10
DG II	Fraca	0.1 - 4	1.5	1.5	10	Sim	8
DGIII	Média	4 - 10	1.5	1.5	10	Não	5
DG IV	Alta	10 - 40	1.5	1.5/1.8	9	Não	0
DG V	Muito alta	>40	2.0	2.0	8	Não	0

É antecipado que o sustimento a utilizar seja o seguinte:

- DG III: padrão geral de sustimento.
- Foi considerada uma margem de 5% para as áreas com falhas na rampa, que exigirão um padrão de sustimento DG I.

5.5.1.3 Galerias De Acesso Às Bancadas

Os parâmetros para o cálculo da dimensão equivalente das galerias de acesso às bancadas estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.28 – Galerias de acesso às bancadas: análise das dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor	Comentário
Altura da secção	m	4.5	
Largura da secção	m	5.0	
ESR		3	Exploração temporária
Dimensão equivalente		1.6	

A Figura 5.32 apresenta o gráfico do sustimento recomendado para as galerias de acesso às bancadas. Neste caso podem ser encontrados terrenos de muito baixa competência, baixa e média.

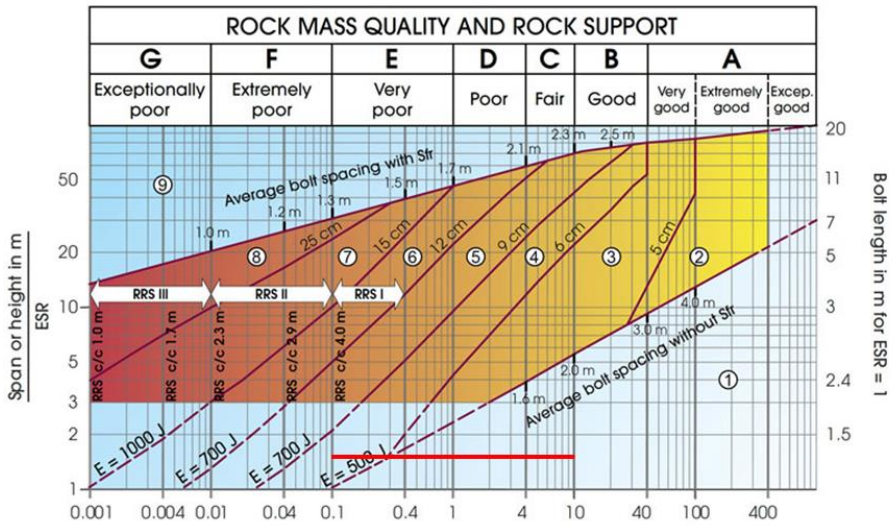


Figura 5.32 – Galerias de acesso às bancadas – Gráfico do sustimento recomendado.

No seguimento dos desmontes anteriores, foi realizado o mesmo exercício, com os valores indicados pelo Gráfico de Barton e a experiência de outras explorações na região. Desta forma o sustimento recomendado para rochas de média competência é de 8 parafusos galvanizados (*split set*) de 2.4 m. O espaçamento das secções de parafusos deve ser de 1.5 m.

Em terrenos de fraca ou baixa competência, é recomendado o uso de 9 parafusos de 2.4 m, espaçados a cada 1.5 m, com a adição de 5 cm de betão projetado.

O mesmo estudo deve ser feito para o desenvolvimento capital aquando do terreno é de muito baixa qualidade ou em zonas de falhas, será necessário realizar um estudo mais aprofundado, de forma a criar uma solução desenvolvida apenas para estas situações. Sustimentos excecionais como é o caso de estruturas metálicas, micro estacas e parafusos auto-perfurantes podem vir a ser utilizados em zonas onde é identificada a presença de água e é necessário realizar a sua drenagem. A Tabela 5.29 resume os diferentes tipos de sustimento definidos para a rampa principal.

Tabela 5.29 – Galerias de acesso às bancadas: diferentes padrões de sustimento.

Domínio	Competência	Q	Espaçamento dos parafusos (m)	Espaçamento da secção (m)	Parafusos por secção	Malha	Espessura de betão projetado (cm)
DG I	Muito fraca	0.01 – 0.1	1.0	1.0	10	Sim	10
DG II	Fraca	0.1 - 4	1.5	1.5	9	Sim	5
DGIII	Média	4 - 10	1.5	1.5	8	Não	0
DG IV	Alta	10 - 40	1.5	1.5/1.8	8	Não	0
DG V	Muito alta	>40	2.0	2.0	7	Não	0

É antecipado que o sustimento a utilizar seja o seguinte:

- DG III: padrão geral de sustimento.
- Foi considerada uma margem de 5% para as áreas com falhas na rampa, que exigirão um padrão de sustimento DG I.

5.5.1.4 GALERIAS *CUT&FILL*

Os parâmetros para o cálculo da dimensão equivalente das galerias *Cut&Fill* estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.30 – Galerias *Cut&Fill*: análise das dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor	Comentário
Altura da secção	m	5.0	
Largura da secção	m	5.0	
ESR		3	Exploração temporária
Dimensão equivalente		1.6	

A Figura 5.33 apresenta o gráfico do sustimento recomendado para as galerias *Cut&Fill.* Neste caso podem ser encontrados terrenos de muito baixa e baixa competência.

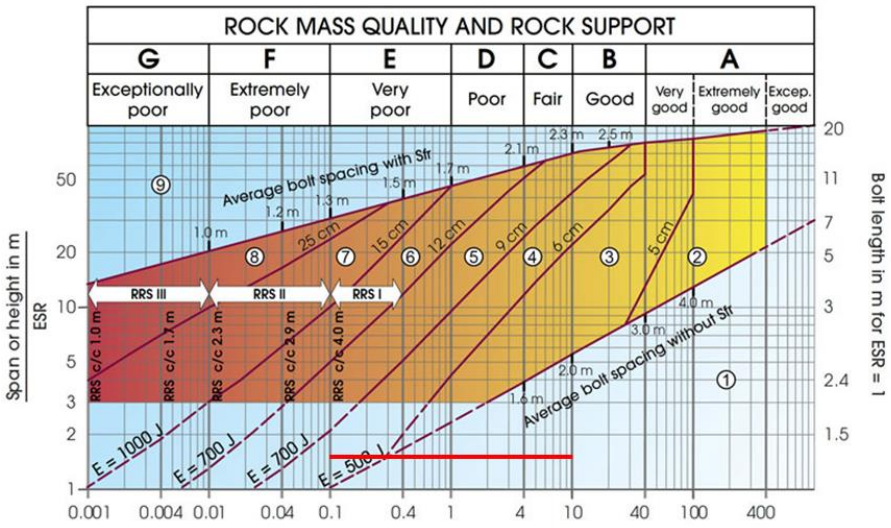


Figura 5.33 – Galerias *Cut&Fill* - Gráfico do sustimento recomendado.

Um parâmetro fundamental na escolha do tipo de sustimento para as galerias *Cut&Fill* é o tempo de exposição, ou seja, o tempo que a galeria irá estar em produção e que normalmente é muito curto. Uma galeria *Cut&Fill* tem uma duração média de poucos meses, até ser cheia.

Dado isto, é recomendado a instalação de parafusos *swellex*, que são de valor mais baixo e de fácil instalação. Ao encontrar terreno de baixa competência é recomendado a utilização de 9 parafusos *swellex* de 2.4 m por fiada. Adicionalmente, o sustimento deve ser reforçado com betão projetado de 5 cm. No caso de o terreno ser de muito baixa competência, os parafusos *swellex* passam para 10, com espaçamento de 1 m entre fiadas, complementado com malha-sol e 8 cm de betão projetado.

Em zonas de competência extremamente baixa é recomendado, juntamente ao sustimento já detalhado, reduzir os espaçamentos entre fiadas e adicionar sustimento por cabos. A Tabela 5.31 resume os diferentes tipos de sustimento definidos para as galerias.

Tabela 5.31 – Galerias *Cut&Fill*: diferentes padrões de sustimento.

Domínio	Competência	Q	Espaçamento dos parafusos (m)	Espaçamento da secção (m)	Parafusos por secção	Malha	Espessura de betão projectado (cm)
DG I	Muito fraca	0.01 – 0.1	1.0	1.0	10	Sim	10
DG II	Fraca	0.1 - 4	1.5	1.5	9	Não	8
DGIII	Média	4 - 10	1.5	1.5	8	Não	5
DG IV	Alta	10 - 40	1.5	1.5/1.8	8	Não	0
DG V	Muito alta	>40	2.0	2.0	7	Não	0

É antecipado que o sustimento a utilizar seja o seguinte:

- DG II: padrão geral de sustimento.
- Foi considerada uma margem de 5% para as áreas com falhas na rampa, que exigirão um padrão de sustimento DG I.

5.5.2 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO DOS DESMONTES DE BANCADAS

A realização da análise de estabilidade dos desmontes de bancadas foi desenvolvida utilizando o método de Matthews, tendo em conta dois fatores: o índice de estabilidade e o raio hidráulico (S). O primeiro representa a capacidade de a rocha resistir a certas condições de tensão enquanto o raio hidráulico tem em conta a geometria do desmonte.

O índice de estabilidade, N', é definido da seguinte forma:

Equação 5.2 – Índice de estabilidade (N').

$$N' = Q' \times A \times B \times C$$

O parâmetro *Q'* é calculado através dos dados do registo das sondagens no maciço rochoso. O mesmo método, proposto pelo documento *NGI Standard Rock Mass Classification System* (Barton et al., 1974), é usado. Este é calculado da seguinte forma:

Equação 5.3 – Cálculo do valor de Q (Barton et al., 1974).

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

O valor do *Q* de Barton pode também ser estimado através da seguinte correlação de Bieniawski's (RMR):

Equação 5.4 – Cálculo do valor de Q (Bieniawski's RMR).

$$Q = e^{\frac{RMR-44}{9}}$$

O cálculo do índice de estabilidade assume que o índice das condições hidrogeológicas ("J_w") e o fator de redução de tensões (SRF) são assumidos como Q'. O parâmetro Q' foi estimado através da análise das sondagens geotécnicas e da caracterização da rocha intacta.

O fator das tensões (A), reflete as tensões aplicadas na face livre em profundidade. Este fator é determinado pelo rácio entre a resistência da rocha intacta (resistência à compressão uniaxial) e as tensões de compressão induzidas, medidas no eixo central da face. As tensões induzidas podem ser calculadas através de métodos de análise de tensão numérica ou uma estimativa a partir de conjuntos de dados e diagramas de distribuição de tensões empíricas, como é o caso apresentado na Figura 5.34. A resistência à compressão uniaxial é normalmente obtida pela realização de ensaios em laboratório.

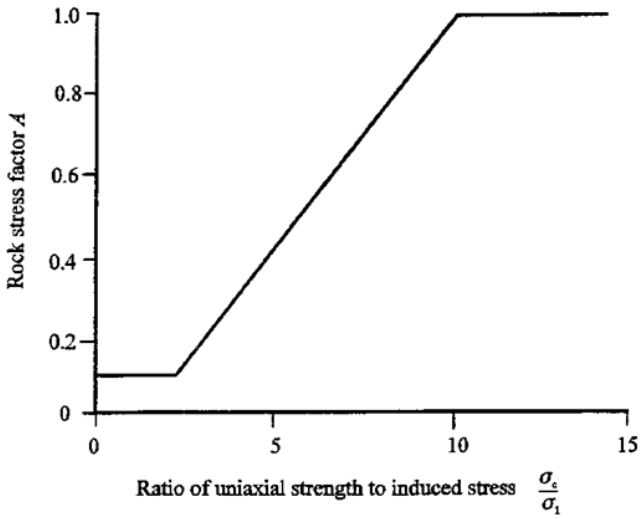


Figura 5.34 – Diagrama para a estimativa da Tensão.

Foi considerado que um valor de 1.0 para o fator A é o mais aplicável para este projeto. Esta consideração é baseada na profundidade da escavação (menos de 500 m abaixo da superfície).

O fator B (orientação das falhas) mede a influência das sequências de falhas na estabilidade das faces livres, dos desmontes de bancadas. A falha ocorre, de forma geral, ao longo das falhas críticas, que formam ângulos de inclinação baixos em relação à face livre. As falhas críticas têm maior influência quando o seu alinhamento é paralelo à face livre. Já as falhas perpendiculares às faces livres têm a menor influência na estabilidade. O fator B depende da diferença de ângulo entre a face da escavação e o conjunto de falhas, o que é apresentado na Figura 5.35.

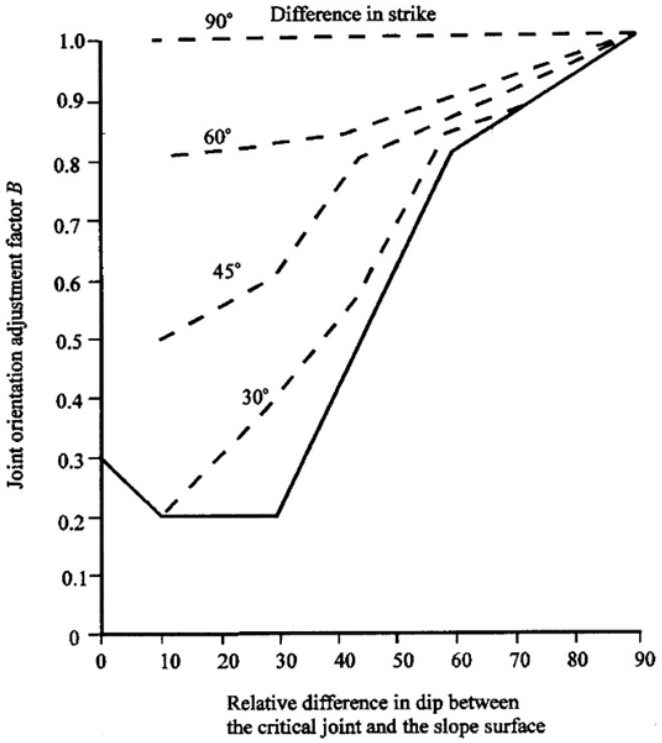


Figura 5.35 – Diagrama para a estimativa do fator de orientação das falhas.

Considerando a diferença do ângulo de inclinação das faces dos desmontes de bancada e das falhas principais, tendo em conta também as suas orientações e descontinuidades, foi considerado para o fator B um valor de 0.6 para o teto e 0.4 para o chão e hasteais.

O primeiro valor, 0,6, foi estimado considerando que a estrutura crítica é vertical, e que o teto do desmonte de bancada tem uma inclinação máxima de 40°. O último valor, 0,4, considera que a estrutura crítica é paralela à frente do desmonte.

O fator C, ou fator de ajuste gravítico, refere-se à influência da orientação da face do desmonte em relação à sua estabilidade. As falhas ocorrem no teto por quedas induzidas pela gravidade, ou nos hasteais pelo mecanismo de derrubamento. De acordo com Potvin (1998), a gravidade e o mecanismo de derrubamento dependem da inclinação da face do desmonte de bancada em estudo.

O fator C é calculado através do seguinte gráfico (Figura 5.36) ou equação:

Equação 5.5 – Fator de ajuste da gravidade (C).

$$C = 8 - 6 \cdot \cos \alpha$$

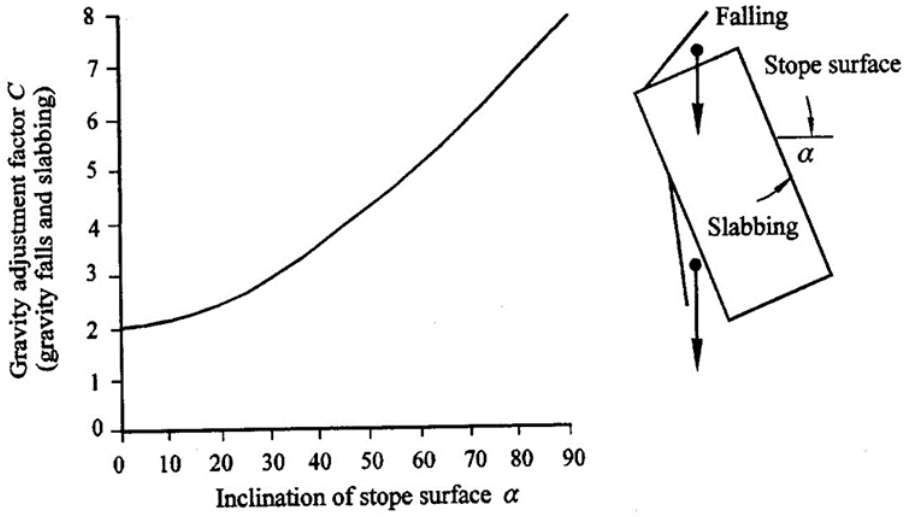


Figura 5.36 – Gráfico de determinação do fator "C" por gravidade ou mecanismo de derrubamento.

As falhas por deslizamento dependem da inclinação das falhas críticas (β) e do valor do fator C, como é possível verificar na Figura 5.37.

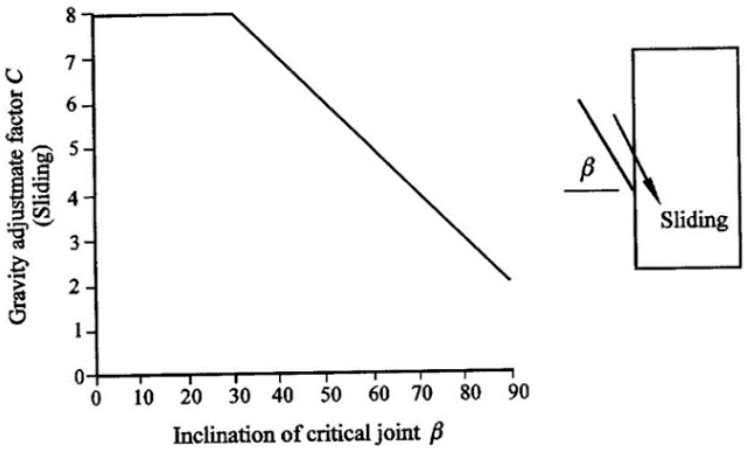


Figura 5.37 – Gráfico de determinação do fator "C" por mecanismo de deslizamento.

O fator C considera a orientação da face em estudo. O desenho da parede vertical tem um valor de oito enquanto o valor para um teto horizontal é de dois. Assim, este factor reflecte a natureza inerentemente mais estável de uma parede vertical em comparação com uma parede horizontal. O fator C sugere que o valor de Q pode ser aumentado quatro vezes para uma parede vertical, em comparação com um teto horizontal ou hasteal. Neste caso, foram considerados valores de dois e seis para o teto e hasteais, respectivamente.

O raio hidráulico é calculado através da seguinte equação:

Equação 5.6 – Raio hidráulico (S).

$$S = \frac{Area}{Perimetro}$$

5.5.3 DIMENSIONAMENTO DOS LIMITES DE ESTABILIDADE – DESMONTES DE BANCADAS

O raio hidráulico limite (HR_{limite}) é definido como o raio hidráulico máximo de uma face sem sustimento. Este valor pode ser utilizado para prever a área máxima da face sem sustimento, para um dado índice de estabilidade (N). Usando estes parâmetros é possível estimar a dimensões preliminares dos desmontes de bancada (Figura 5.38).

Equação 5.7 – Raio hidráulico limite (HR_{limite}).

$$HR_{limite} = 10^{[0.573+0.338 \cdot \log N]}$$

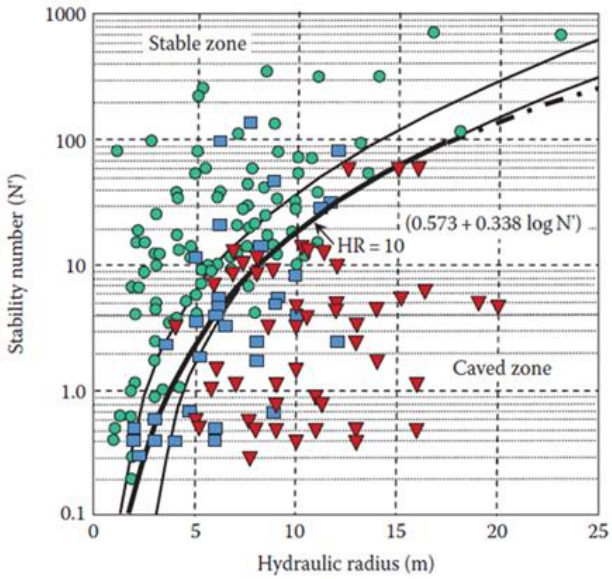


Figura 5.38 – Gráfico de Estabilidade e determinação do limite de estabilidade (Nickson, 1992).

Com base nos valores mais restritivos de Q' (6.0) e os valores determinados para A, B e C, foram definidos os índices de estabilidade de 7.2 para o teto e 14.4 para hasteais e frente dos desmontes. Os valores correspondentes para cada face estão apresentados na Tabela 5.32.

Tabela 5.32 – Parâmetros do gráfico de estabilidade para o teto, hasteais e frente das bancadas.

Face	N'	A	B	C
Teto	7.2	1	0.6	2
Hasteais	14.4	1	0.4	6
Frente	14.4	1	0.4	6

A Tabela 5.33 apresenta os valores do raio hidráulico para as diferentes faces de um desmonte:

Tabela 5.33 – Raio hidráulico limite para o teto, hasteais e frente das bancadas.

Face	N'	HR_{limite}
Teto	7.2	7.3
Hasteais	14.4	9.2
Frente	14.4	9.2

Para o projeto da Lagoa Salgada foram definidas as dimensões de 15 m e 25 m para a largura e altura dos desmontes de bancadas, respetivamente. Estas dimensões são consistentes em relação ao que é aplicado nas explorações mineiras da região, em toda a Faixa Piritosa Ibérica. Isto também indica que equipamentos similares, métodos de trabalho e experiência em termos operacionais também podem ser aplicados neste depósito. A Tabela 5.34 apresenta os valores de raio hidráulico para um desmonte de bancada de 50 m de comprimento.

Tabela 5.34 – Teto: cálculo do raio hidráulico.

Parâmetro	Unidade	Valor
Largura	m	15
Comprimento	m	50
Raio hidráulico	m	5.8

Tal como é apresentado na Figura 5.39, o raio hidráulico estimado de 5.8 indica que o desmonte de bancada se encontra na zona de transição (i.e., zona de semi-estabilidade sem nenhum tipo de sustimento).

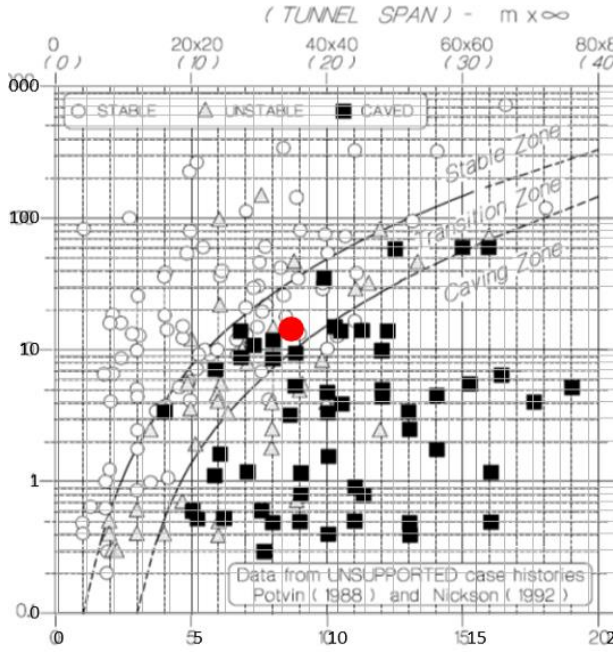


Figura 5.39 – Gráfico para o teto das bancadas sem sustimento (a vermelho o Projeto da Lagoa Salgada).

Quando considerando o sustimento típico aplicado para o método *sublevel stoping*, apresentado na Tabela 5.35, o teto do desmonte de bancada encontra-se dentro dos valores de estabilidade (Figura 5.40).

Tabela 5.35 – Espaçamento e comprimento recomendados para sustimento por cabos.

Parâmetro	Unidade	Valor/Tipo
Elemento de suporte	-	Cabo duplo
Espaçamento	m	2
Comprimento	m	6-90

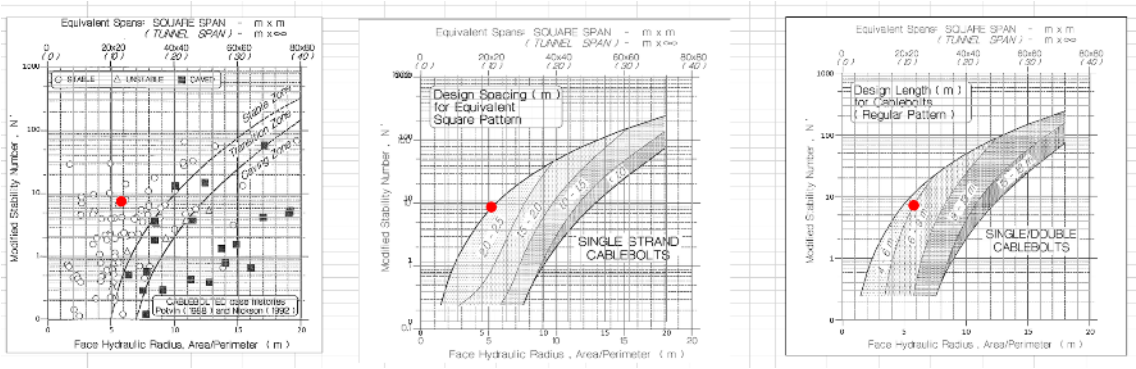


Figura 5.40 – Gráfico para o teto das bancadas com sustimento (a vermelho o Projeto da Lagoa Salgada).

A Tabela 5.36 apresenta os valores do raio hidráulico para no caso dos hasteais.

Tabela 5.36 – Hasteais: cálculo do raio hidráulico.

Parâmetro	Unidade	Valor
Largura	m	25
Comprimento	m	50
Raio hidráulico	m	8.3

Tal como é apresentado na Figura 5.41 o valor calculado de 8.3 coloca a as dimensões do desmonte de bancada dentro da zona estável e de transição.

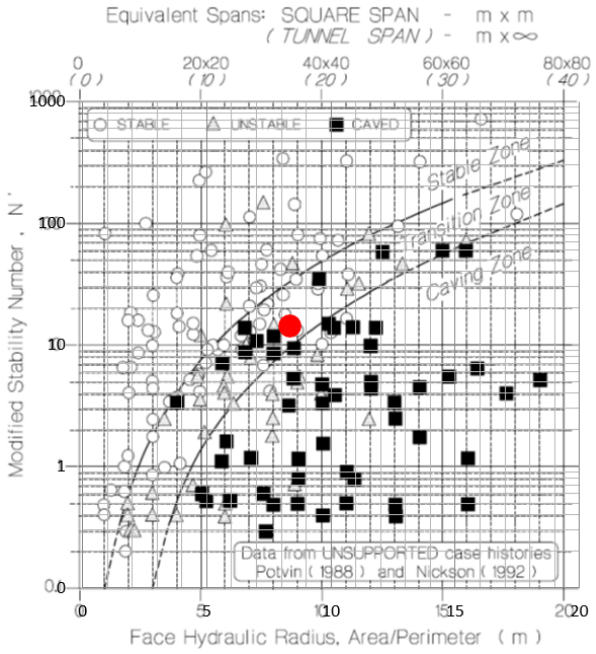


Figura 5.41 – Gráfico para os hasteais das bancadas sem sustimento (a vermelho o Projeto Lagoa Salgada)

A Tabela 5.37 apresenta o cálculo do raio hidráulico para a face frontal dos desmontes de bancada.

Tabela 5.37 – Frente da bancada: cálculo do raio hidráulico.

Parâmetro	Unidade	Valor
Largura	m	25
Comprimento	m	15
Raio hidráulico	m	4.7

Tal como é apresentado na Figura 5.42 o valor calculado de 4.7 coloca a as dimensões do desmonte de bancada dentro da zona estável (Figura 5.42).

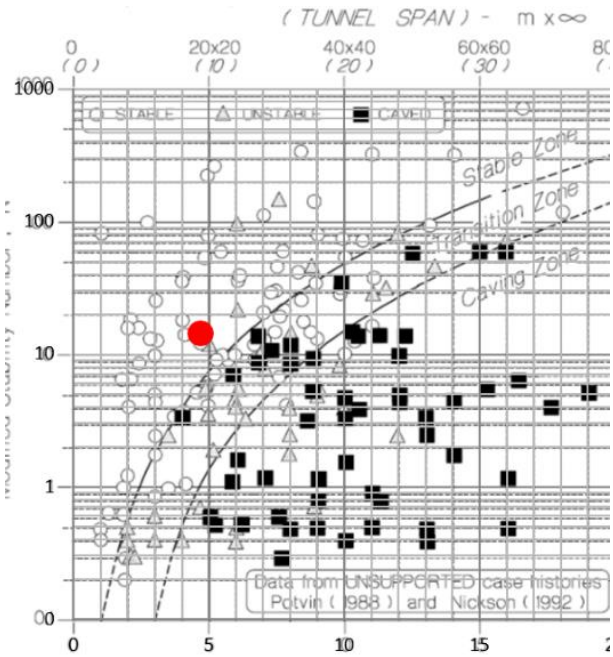


Figura 5.42 – Gráfico para a frente das bancadas sem sustimento (a vermelho o Projeto Lagoa Salgada).

5.5.3.1 DIMENSIONAMENTO DO SUSTIMENTO PARA BANCADAS

A Figura 5.43 e a Tabela 5.38 apresentam um desenho básico de um padrão de sustimento típico de um desmonte de bancada, com um comprimento de cabo que satisfaz os critérios obtidos a partir da análise de estabilidade.

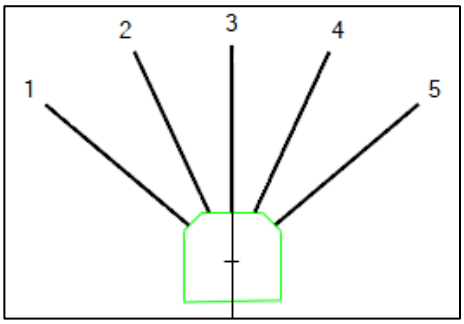


Figura 5.43 – Layout típico do sustimento por cabos

Tabela 5.38 – Parâmetros do sustimento por cabos.

Cabo	Comprimento (m)	Tipo
1	9	Cabo duplo
2	7	Cabo duplo

Cabo	Comprimento (m)	Tipo
3	6	Cabo duplo
4	7	Cabo duplo
5	9	Cabo duplo

5.5.4 MODELAÇÃO 2D

O *software Midas GTS* foi utilizado para criar os modelos bi-dimensionais (2D) que validam os resultados obtidos pelo método de Mathews.

Foi desenvolvido um modelo geométrico através deste *software*, tal como é apresentado na Figura 5.44. O modelo considera dois desmontes primários e um secundário, no mesmo nível de produção.

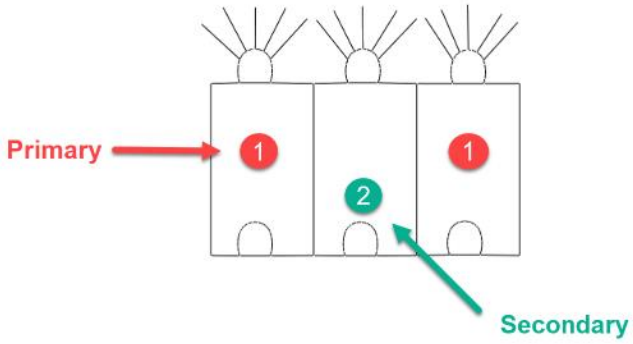


Figura 5.44 – Bancadas primárias e secundárias (corte transversal).

A sequência de exploração, descrevida de seguida, foi avaliada no software seguindo uma série de passos:

1) Exploração dos desmontes primários: desenvolvimento das galerias de acesso ao minério (acesso superior e inferior); instalação do sustimento (cabos) no teto das galerias; exploração do desmonte de bancada.

2) Enchimento dos desmontes de bancada primários: os desmontes primários são preenchidos com enchimento de pasta (mistura dos rejeitados com cimento).

3) Exploração dos desmontes de bancada secundários: desenvolvimento das galerias de acesso ao minério (acesso inferior e superior); sustimento com cabos e exploração do desmonte de bancada.

A Figura 5.45 apresenta um modelo da malha e das condições de limite.

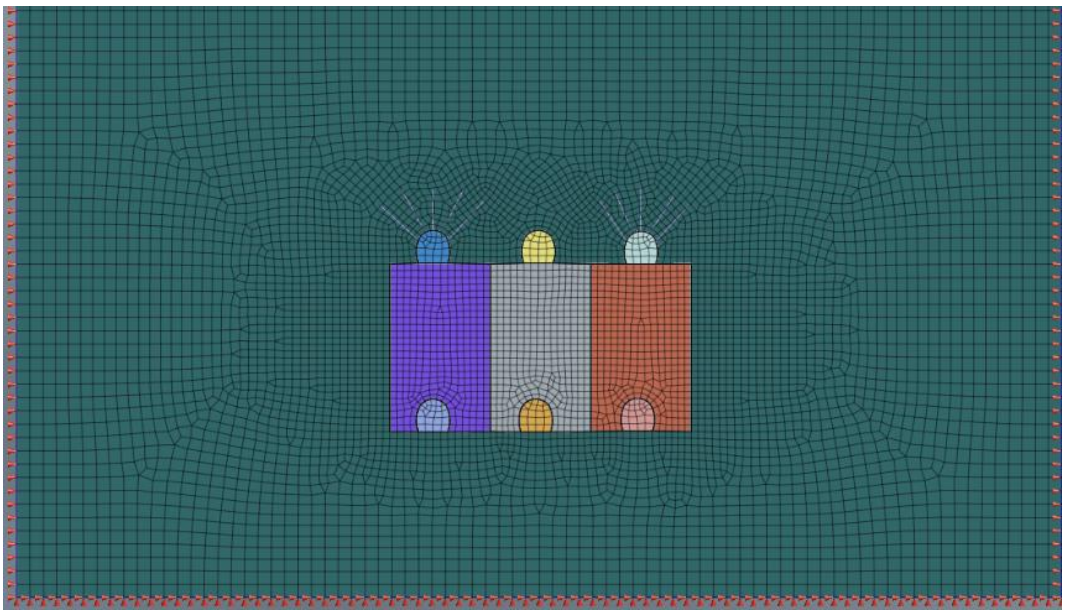


Figura 5.45 – Modelo geotécnico 2D das condições limite.

A Tabela 5.39 e Tabela 5.40 apresentam as propriedades do maciço rochoso e do material de enchimento que foram utilizados para as diferentes fases da análise.

Tabela 5.39 – Propriedades da rocha intacta.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m^3	4.64
E	MPa	46
Coeficiente Poisson (v)	-	0.22

Tabela 5.40 – Propriedades da pasta.

Parâmetro	Unidade	Valor
γ_b	t/m^3	2.5
E	MPa	15
Coeficiente Poisson (v)	-	0.22

5.5.4.1 RESULTADOS DO ENCHIMENTO DE BANCADAS PRIMÁRIAS

Uma vez os desmontes principais terem sido finalizados, os valores obtidos referentes às tensões estão apresentados na Tabela 5.41.

Tabela 5.41 – Resultados da exploração de bancada secundárias.

Parâmetro	Unidade	Valor
Tensão principal máxima	26 991	kN/m^2
Tensão principal mínima	-25 657	kN/m^2
Tensão plástica efetiva	0.84	MPa

A distribuição especial destes parâmetros é apresentada nas seguintes figuras:



Figura 5.46 – Tensões principais após desmonte das bancadas primárias.

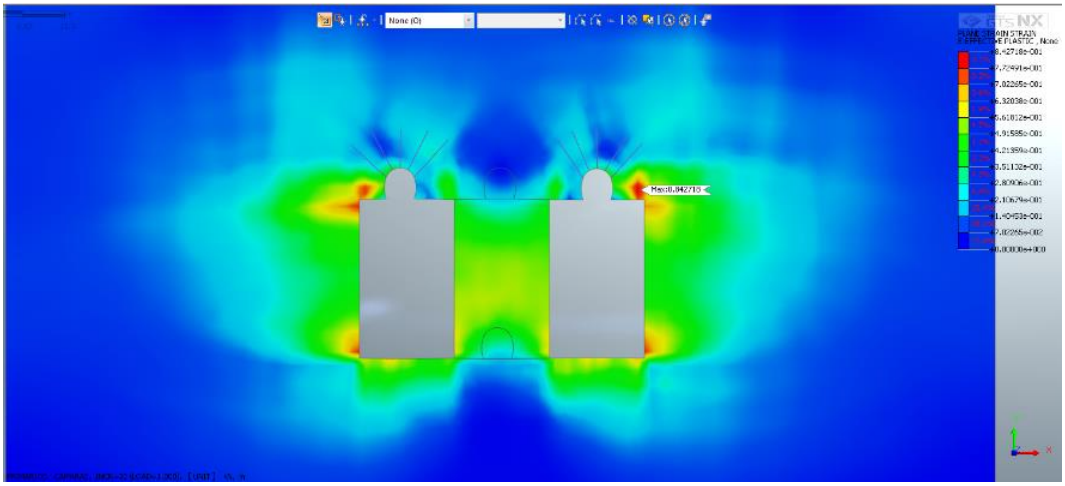


Figura 5.47 – Plasticidade efetiva após desmonte das bancadas primárias.

5.5.4.2 RESULTADOS DO ENCHIMENTO DE BANCADAS SECUNDÁRIAS

Uma vez os desmontes secundários terem sido finalizados, os valores obtidos referentes às tensões estão apresentados na Tabela 5.42.

Tabela 5.42 – Resultados da exploração de bancada secundárias.

Parâmetro	Valor	Unidade
Tensão principal máxima	-440 598	kN/m2
Tensão principal mínima	-423 915	kN/m2
Tensão plástica efetiva	0.84	

A distribuição especial destes parâmetros é apresentada nas seguintes figuras:

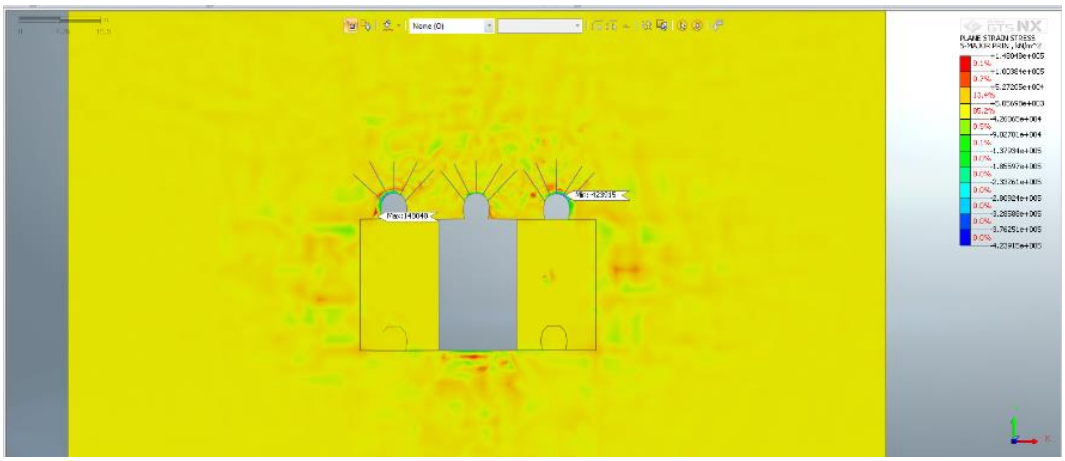


Figura 5.48 – Tensões principais após desmonte das bancadas secundárias.

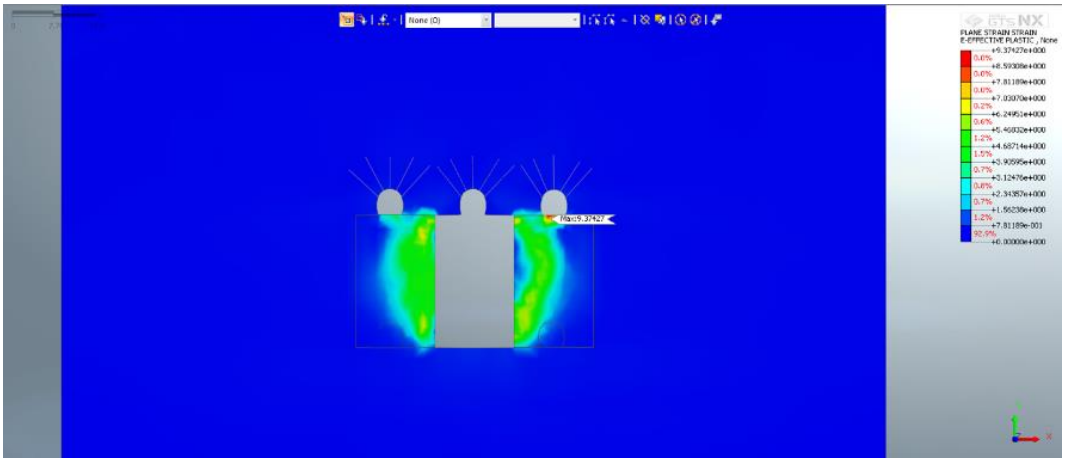


Figura 5.49 – Plasticidade efetiva após desmonte das bancadas secundárias.

5.6 PLANO DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO

5.6.1 RITMOS DE PRODUÇÃO - BANCADAS

Os ritmos de produção das bancadas para a criação do plano de mina foram calculados utilizando o tamanho típico de um desmonte de bancada e a produtividade dos equipamentos, obtido através do modelo financeiro. Os valores são apresentados na Tabela 5.43.

Tabela 5.43 – Ritmos paras as atividades – Bancadas.

Recurso	Unidade	Ritmo
Produção Bancadas: Desmonte + Remoção	t/d	1 100
Enchimento	m^3/d	2 000
Produção – Furação	m/d	210
Sustimento (cabos)	m/d	220

5.6.1.1 PRODUÇÃO DE BANCADAS

Os ritmos de produção de desmontes de bancadas, considerados no plano, incluem a remoção do material desmontado, carregamento da bancada e o desmonte da mesma. Foram considerados mais 4 dias de forma a estarem englobados potenciais atrasos na produção e problemas na planeados. Os valores são apresentados na Tabela 5.44.

Tabela 5.44 – Ciclo de produção – Bancadas.

Recurso	Unidade	Ritmo
Tamanho da Bancada	36 925	Ton
Ritmo de Remoção	1 635	t/d
Ritmo de Carregamento + Desmonte	5 400	t/d
Outros Atrasos	4	Dias

O ritmo efetivo de remoção do material foi calculado considerando um ciclo típico e equipamentos de 21 toneladas a trabalharem numa rolagem de 250 metros. Foi considerado que o equipamento tanto é operado por um operador (20%) ou remotamente (80%). Os parâmetros considerados estão apresentados na Tabela 5.45.

Tabela 5.45 – Parâmetros de Produtividade – Remoção.

Recurso	Operador	Remoto	Unidade
Capacidade nominal do balde	21	21	Ton
% do balde cheia	90	80	%

Recurso	Operador	Remoto	Unidade
Distância de rolagem	250	250	M
Velocidade de rolagem	5	5	Km/h
Tempo de carregamento e descarga (pá)	3	3	Minutos
Horas efetivas por turno	9.4	9.4	Horas
Turno	10.5	10.5	
Reunião de início de turno	0.25	0.25	
Viagem	0.5	0.5	
Outras pausas	0.4	0.4	
Turnos por dia	2	2	Turnos

Para o ritmo de carregamento e disparo foram considerados 2 turnos de 10.5 horas por turno, com uma produção por hora de 288 toneladas. Estes valores foram calculados através dos dados apresentados na Tabela 5.46.

Tabela 5.46 – Parâmetros de Produtividade – Carregamento.

Parâmetro	Operado	Unidade
Produtividade	288	Minério carregado ton/hora
Horas efetivas por turno	9.4	Horas
Turno	10.5	
Reunião de início de turno	0.25	
Viagem	0.5	
Outras pausas	0.4	
Turnos por dia	2	Turnos

5.6.1.2 FURAÇÃO

Foi considerado um ritmo de produção para a furação de 220 metros por dia, estes valores foram calculados através dos dados apresentados na Tabela 5.47.

Tabela 5.47 – Parâmetros de Produtividade – Furação.

Parâmetro	Operador	Unidade
Produtividade	11.7	m/horas operadas
Horas efetivas por turno	9.4	Horas
Turno	10.5	
Reunião de início de turno	0.25	
Viagem	0.5	
Outras pausas	0.4	
Turnos por dia	2	Turnos

5.6.2 RITMOS DE PRODUÇÃO - DESENVOLVIMENTO

Os ritmos para o desenvolvimento horizontal foram estabelecidos tendo em conta o domínio geotécnico e a secção do *drift*. Em todas as secções foi considerado um comprimento padrão de 3,8 metros. Um padrão de perfuração 1x1 com 13 furos de corte (4 furos alargados num quadrado com um furo no centro mais 4 ajudantes) foi também assumido em todas as secções para o equipamento de furação e de carregamento de explosivos. A Tabela 5.48 apresenta os detalhes dos ritmos por secção e domínio.

Tabela 5.48 – Ritmos paras as atividades – Desenvolvimento Horizontal.

Parâmetro	Secção	Unidade	Ritmo
DG2	5.0x5.0	m/d	1.90
DG3	5.0x4.5	m/d	1.90
DG3	5.5x5.5	m/d	2.53
DG4	5.5x5.5	m/d	3.80
DG4	6.5x6.0	m/d	3.80

A Tabela 5.49 apresenta os ritmos para o desenvolvimento vertical.

Tabela 5.49 – Ritmos paras as atividades – Desenvolvimento Vertical.

Parâmetro	Unidade	Ritmo
Chaminé de ventilação – Raise boring	m/d	4
Chaminé de ventilação – Drill & Blast	m/d	4

5.6.3 LIMITES DE PRODUÇÃO

Foi assumida uma taxa de produção nominal anual de 2 Mtpa não tendo sido estabelecida uma taxa de *ramp-up*. A capacidade de desenvolvimento horizontal é inicialmente assumida como sendo de 220 m por mês por equipamento de furação. Foi também considerado um limite anual adicional de 5 520 m de desenvolvimento de *cut&fill*.

5.6.3.1 DESENVOLVIMENTO PRE-PRODUÇÃO

O desenvolvimento da pré-produção ocorrerá durante cerca de 12 meses antes do início da primeira passagem de nível do *cut&fill*. A principal zona prioritária da estratégia de desenvolvimento é a jazigo Norte, seguida do bloco superior na zona Sul.

As primeiras bancadas serão extraídas no nível 100 da zona Norte. As atividades de pré-produção do caminho crítico incluem:

- Desenvolvimento de declive para aceder aos níveis de produção no Norte e atingir os níveis 100 e 125 Sul.
- Desenvolvimento dos níveis 15 e 75 Norte e da chaminé de ventilação de exaustão.
- Desenvolvimento do nível 100 Sul para a instalação da chaminé de ventilação de exaustão.

Está planeada uma necessidade de desenvolvimento total de 1 831 metros horizontais (desenvolvimento CAPEX e OPEX) e 98 metros verticais a serem concluídos durante os primeiros 12 meses.

5.6.3.2 Plano de Desenvolvimento

A zona Norte, por si só, não pode sustentar a taxa nominal de produção de minério (ou seja, 2 Mtpa) ao longo do tempo; por conseguinte, é necessário desenvolver a infraestrutura principal da zona Sul em paralelo com a exploração mineira no Norte, de modo a que a produção possa ser aumentada na zona o mais rapidamente possível. A Tabela 5.50 apresenta os resultados para o desenvolvimento.

Tabela 5.50 – Plano de Desenvolvimento.

Ano	CAPEX (m)		OPEX (m)		Total (m)	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Ano 1	1 715	98	116		1 831	98
Ano 2	5 211	334	5 588		10 799	334
Ano 3	3 587	586	6 039		9 626	586
Ano 4	2 434	89	8 365		10 799	89
Ano 5	2 063	162	8 737		10 800	162
Ano 6	1 487	148	5 681		7 167	148
Ano 7	8	24	7 239		7 247	24
Ano 8			4 735		4 735	
Ano 9			5 641		5 641	
Ano 10			2 735		2 735	
Ano 11			1 432		1 432	
Ano 12			1 713		1 713	

O desenvolvimento CAPEX, ou desenvolvimento capital, é o desenvolvimento de infraestrutura mineira com vida útil superior a um ano (ex: rampa principal/secundária, chaminés de ventilação, acessos a minério, nichos de bombagem, etc). O desenvolvimento operacional ou OPEX, é todo o desenvolvimento de acesso a minério com vida útil inferior a um ano. Estas galerias normalmente são acessos a minério que são depois cheios para aceder a novas áreas de exploração.

5.6.3.3 PLANO DE PRODUÇÃO

A Tabela 5.51 apresenta os resultados obtidos para o planeamento mineiro: o feed do plano anual e o NSR (*Net Smelter Retun*) médio. O NSR é a receita líquida após descontar os custos de transporte e refinação e é calculada de acordo com o exposto no ponto 4.2 deste documento. Note-se que os valores foram arredondados para um número adequado de algarismos significativos, pelo que os totais podem refletir pequenos erros de arredondamento.

Tabela 5.51 – Alimentação anual à Lavaria e valores NSR médios.

Ano	Produção de minério (kt)	NSR (USD/t)
Ano 1	2.00	19
Ano 2	350	50
Ano 3	860	51
Ano 4	2 000	61
Ano 5	2 000	65
Ano 6	2 000	64
Ano 7	2 000	65
Ano 8	2 000	64
Ano 9	1 200	55
Ano 10	930	50
Ano 11	730	53
Ano 12	560	50

A Tabela 5.52 e Tabela 5.53 apresentam a produção e valores de NSR durante a vida da mina, por método de desmonte e litologia, respetivamente. A alimentação nominal da central é atingida no sexto ano e mantida até ao sétimo ano, altura em que se inicia a redução gradual.

Tabela 5.52 – Alimentação anual à Lavaria por método de desmonte.

Ano	Produção de minério – Bancadas (kt)	Produção de minério – C&F (kt)	Alimentação total – (kt)
Ano 1	-	2	2
Ano 2	60	290	350
Ano 3	630	220	860
Ano 4	1 600	350	2 000
Ano 5	1 700	250	2 000
Ano 6	1 900	120	2 000
Ano 7	1 900	150	2 000
Ano 8	1 800	160	2 000
Ano 9	980	270	1 200
Ano 10	870	69	930

Ano	Produção de minério – Bancadas (kt)	Produção de minério – C&F (kt)	Alimentação total – (kt)
Ano 11	680	49	730
Ano 12	480	76	560

Tabela 5.53 – Alimentação anual à Lavaria por litologia.

Ano	GOS (kt)	TMS (kt)	PMS (kt)	STR (kt)	STWK (kt)
Ano 1	2	-	-	-	-
Ano 2	60	240	51	10	0.094
Ano 3	130	95	530	100	10
Ano 4	130	230	940	150	550
Ano 5	96	170	750	110	860
Ano 6	54	72	890	89	890
Ano 7	140	25	690	67	1 100
Ano 8	160	9.5	580	25	1 200
Ano 9	250	18	-	-	980
Ano 10	65	4.5	-	-	870
Ano 11	33	16	-	-	680
Ano 12	74	1.4	-	-	480

A lavaria funcionará apenas 5 anos na sua produção nominal, uma vez que se assumiu que existe potencial de crescimento da exploração devido à quantidade de recurso inferido sendo que parte será convertido em recurso medido e indicado e possivelmente em reserva mineira. Este é um acontecimento comum em todas as operações na Faixa Piritosa Ibérica.

5.7 VENTILAÇÃO

A ventilação é necessária para manter uma exploração mineira subterrânea segura e sustentável, garantindo boas condições ambientais. Para tal, é necessário que a concentração de gases, partículas poluentes e poeiras seja diluída para concentrações que não sejam nocivas em termos de saúde e segurança dos trabalhadores e manter o conforto térmico através do fornecimento de velocidade adequada do ar.

O sistema de ventilação pode ser observado na Figura 5.50, consiste num sistema paralelo onde o fluxo de ar fresco é assegurado pela rampa e duas chaminés de ventilação (*FAW Raise* – na imagem), uma no jazigo norte e outra no jazigo sul. O fluxo de ar sujo é extraído pelas chaminés localizadas no extremo de cada jazigo (*RAW Raise* – na imagem), os ventiladores principais estão localizados na superfície, no topo das chaminés.

Durante o desenvolvimento da rampa, a chaminé de ar fresco Norte será utilizada como extração de ar sujo até que chaminé dedicada no jazigo Norte seja desenvolvida.

O ar fresco é introduzido em cada nível através da rampa de acesso ao mesmo e das chaminés secundárias, com ligação à chaminé principal. Após passagem pela galeria de

acesso muro, o ar sujo é direcionado para as chaminés internas ligadas à chaminé de ar sujo. A quantidade de ar a circular em cada nível é reguladas pelos ventiladores e reguladores localizados na galeria de acesso e com a chaminé de extração. Esta disposição evita a recirculação de ar através do nível e previne que o ar contaminado se espalhe pelos vários níveis, no caso de existir um incêndio ou produção de fumo.

O ar é renovado com ar fresco, nas frentes de produção, através de ventiladores secundários.

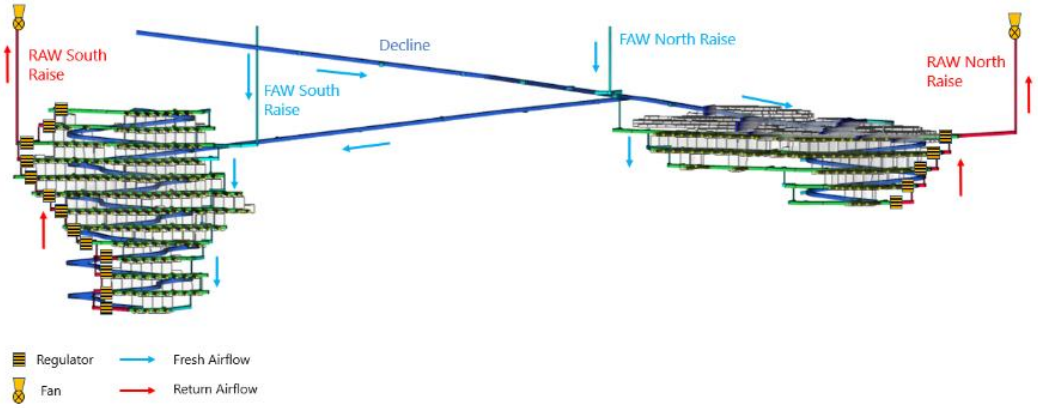


Figura 5.50 – Sistema de ventilação (vista longitudinal).

5.7.1 NECESSIDADE TOTAL DE FLUXO DE AR

O fluxo de ar necessário foi calculado utilizando um rácio de 50 l/s por trabalhador e 0,067 m³/s por Kw de equipamento diesel instalado, o que é mais conservador do que a exigência do "Decreto-Lei nº 162/90 de 22 de maio" do Ministério da Indústria e Energia, que exige 50 l/s por trabalhador do subsolo e 85l/s por CV de equipamento diesel instalado.

Para este plano foi assumido um fluxo adicional de 20% para infraestruturas subterrâneas, fugas, e ineficiências de equilíbrio. A Tabela 5.54 apresenta as necessidades de fluxo de ar totais, da zona Norte e zona Sul. Estes dados foram extraídos da estimativa de equipamentos e da produção.

Tabela 5.54 – Necessidade de fluxo de ar.

Ano	Necessidade total de fluxo de ar (m³/s)	Necessidade de fluxo de ar - Norte (m³/s)	Necessidade de fluxo de ar – Sul (m³/s)
1	53	42	11
2	163	88	75
3	234	198	36
4	273	202	71
5	290	169	120
6	274	207	67
7	259	215	44
8	264	156	108
9	274	134	140
10	259	109	151
11	213	45	168
12	205	34	171

5.7.2 DIMENSÕES DAS CHAMINÉS E LIMITES DE FLUXOS DE AR

De acordo com o "Decreto-Lei nº 162/90 de 22 de Maio", foi considerada que a velocidade do ar na áreas onde os trabalhadores circulam não deve ser superior a 8 m/s e inferior a 0,2m/s.

Desta forma, foram utilizados limites de velocidade do ar em diferentes áreas, o que é apresentado na Tabela 5.55.

Tabela 5.55 – Velocidade de fluxo de ar recomendada.

Zona	Velocidade (m/s)
Galeria de produção	4
Galerias desenvolvimento	5
Galerias de ventilação principais	8
Chaminés Secundárias	10

Zona	Velocidade (m/s)
Chaminés Principais	20

Como a rampa principal tem 38,4 metros quadrados de secção e a velocidade máxima recomendada para uma galeria deste tipo é de 6 m/s, o fluxo máximo de ar que deve circular através da descida é de 230 m³/s.

As chaminés de ar fresco devem fornecer 60 m³/s, sendo que o fluxo de ar máximo para as chaminés de ventilação deve ser de 20 m/s, dado isto foi determinado um diâmetro de 2 m para as mesmas. No caso das chaminés de ar sujo, estas devem extrair um fluxo de ar máximo igual a 290 m³/s, pelo que ambas as chaminés de ar sujo serão concebidas com 3,5 m de diâmetro.

As especificações das chaminés são as seguintes:

- Chaminés de ar fresco: o depósito Sul tem uma chaminé de ventilação de 180 m de comprimento e 2 m de diâmetro. A posição em vista plana é a seguinte: X = 547 287,193 m e Y = 4 230 983,286 m, em coordenadas UTM. A chaminé de ventilação na zona Norte tem 103 m de comprimento e 2 m de diâmetro. A posição na vista em planta é a seguinte: X = 546 848,791 m e Y = 4 231 792,008 m, em coordenadas UTM.

- Chaminés de ar sujo: o depósito Sul tem uma chaminé de 180 m de comprimento e 2 m de diâmetro. A posição em vista plana é a seguinte: X = 547 321,637 m e Y = 4 231 024,835 m, em coordenadas UTM. A chaminé de extração na zona Norte tem 150 m de comprimento e 3,5 m de diâmetro. A posição na vista em planta é a seguinte: X = 546 626,264 m e Y = 4 232 389,0718 m, em coordenadas UTM.

- Chaminés secundárias: estão localizadas entre os níveis de produção nas extremidades das galerias teto. O comprimento médio das chaminés é de 30 m. Serão executados a fogo com uma secção de 2,4 m de diâmetro. Os reguladores de fluxo de ar serão instalados no acesso às chaminés de retorno para ajustar o fluxo que circula em cada nível.

5.7.3 MODELO DE VENTILAÇÃO

O modelo de ventilação foi realizado utilizando o software *Ventsim*, seguindo os seguintes propósitos:

- Para validar a operacionalidade do circuito de ventilação garantindo que o fluxo de ar possa ser fornecido a todas as áreas necessárias;

- Para assegurar o cumprimento dos critérios de concepção;

- Para determinar os requisitos dos ventiladores e as necessidades energéticas.

O pico das funções do ventilador primário ocorrerá em plena produção em conjunto com o máximo de atividades de desenvolvimento nos níveis mais baixos de cada zona de ventilação. A Tabela 5.56 apresenta a secção e os fatores de fricção utilizados no modelo de ventilação.

Tabela 5.56 – Secções e fatores de fricção na ventilação do desenvolvimento.

Zona	Tipo de secção	Secção (m)	Fator de Fricção (kg/m^3)
Rampa principal	Arcada	6.5 x 6.0	0.016
Rampas secundária	Arcada	6.5 x 6.0	0.016
Galerias de rolagem	Arcada	5.5 x 5.5	0.016
Outras galerias	Arcada	5.0 x 5.0	0.016
Chaminé de ventilação secundária	Circular	Ø 2.4	0.02
Chaminé de ventilação principal	Circular	Ø 3.5	0.0028

5.7.4 VENTILADORES PRINCIPAIS

Ao longo da vida da mina, haverá uma multiplicidade de cenários para o circuito de ventilação, dependendo do tipo de atividades e da sua localização na mina.

Os requisitos estão resumidos na Tabela 5.57 para o ventilador Norte e Tabela 5.58 para o ventilador Sul:

Tabela 5.57 – Especificação do ventilador norte.

Descrição	Especificações
Trabalho	200 m^3/s @ 1865 Pa
Diâmetro	2.5 m
Tipo	ZVN 1-25-500/6. Axial/Horizontal/Unidirecional
Configuração	Um ventilador (ventilação forçada) situado no eixo Norte na superfície
Voltagem	690 V
Motor	500kW a 1000 rpm, capacidade de acionamento de frequência variável

Tabela 5.58 – Especificação do ventilador sul.

Descrição	Especificações
Trabalho	140m^3/s @ 3075 Pa
Diâmetro	2.5 m
Tipo	ZVN 1-25-630/6. Axial/Horizontal/Unidirecional
Configuração	Um ventilador (ventilação forçada) situado no eixo Sul na superfície
Voltagem	690 V

Descrição	Especificações
Motor	630 kW a 1000 rpm, capacidade de acionamento de frequência variável

5.7.5 VENTILAÇÃO AUXILIAR

Todas as áreas de trabalho na mina não ventiladas devem ser ventiladas utilizando sistemas auxiliares. O meio mais eficaz para fornecer fluxo de ar a áreas sem fluxo de ar primário é por norma com ventiladores axiais de pequeno diâmetro (até 1 400 mm) combinados com mangas de ventilação flexíveis e com poucas fugas.

5.7.5.1 INFRAESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento dos acessos dos níveis, distâncias de até 800 m serão ventiladas utilizando sistemas auxiliares. O pico do fluxo de ar auxiliar para a atividade de desenvolvimento será necessário para atenuar as emissões de um camião de 65 t e de uma pá carregadora de 21 t, totalizando 39 m³/s de fluxo de ar auxiliar.

A modelação indica que serão necessárias duas condutas. Cada conduta terá duas ventoinhas de 55 kW ligadas em série. A dimensão da conduta é de 1 200 mm de diâmetro. Isto fornecerá 40 m³/s até 800 m. Esta disposição permitirá uma folga adequada para um camião de 65 t totalmente carregado. A Figura 5.51 mostra uma simulação de ventilação secundária para o desenvolvimento de infraestruturas.

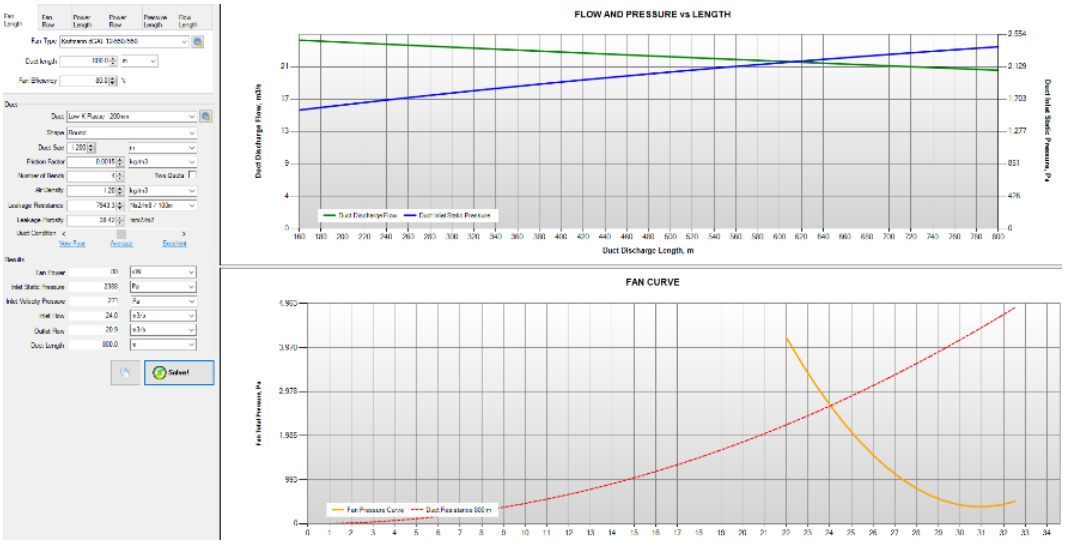


Figura 5.51 – Ventilação na infraestrutura.

5.7.5.2 DESMONTES DE BANCADAS

Foi dada uma tolerância de 13 m³/s para cada desmonte de bancada em exploração, para poeira, fumos do desmonte, e para a libertação de gases dos equipamentos. A

modelização indica que um ventilador de 55 kW de uma só fase, com 1 000 mm de diâmetro de baixa resistência, associado a mangas de ventilação, irá fornecer o fluxo de ar necessário a uma distância de pelo menos 400 m. A Figura 5.52 apresenta uma simulação de ventilação secundária para a exploração de desmontes de bancada.

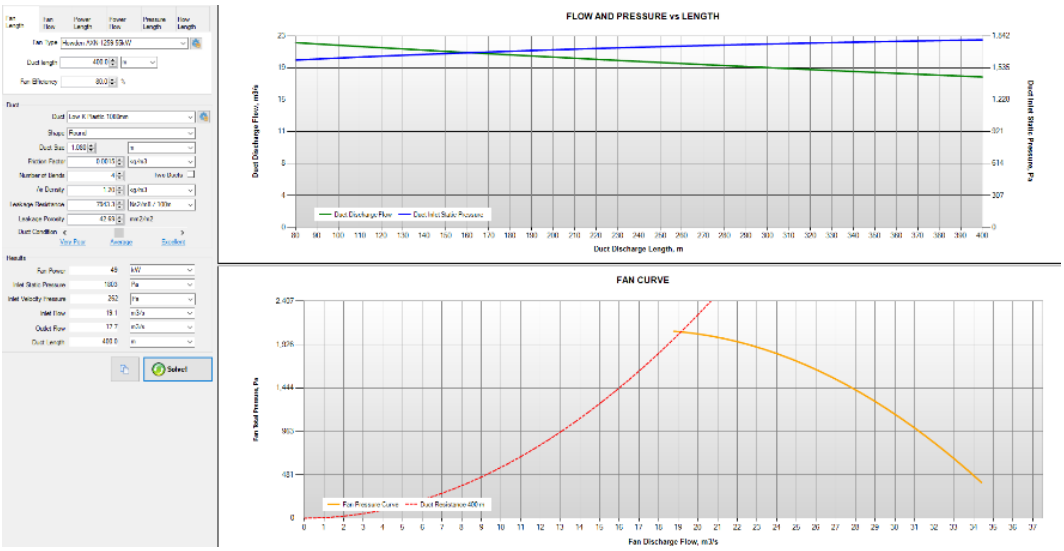


Figura 5.52 – Ventilação nos desmontes de bancadas.

5.7.6 PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS

No desenvolvimento da estratégia de ventilação para o Projecto, foi considerado o potencial para emergências. Como tal, foram estabelecidos os seguintes critérios:

- Em geral as rampas, uma vez desenvolvidas, serão em ar fresco.
- Em quase todos os níveis, a evacuação pode ser feita por uma rampa ou pela escada de emergência.
- Em cada rampa, a evacuação pode ser para um nível acima da rampa ou abaixo, para uma área segura.
- As portas corta-fogo estarão de acordo com os requisitos legais de forma a isolar áreas de elevado potencial de incêndio para assegurar que os gases nocivos não sejam distribuídos através do funcionamento da mina.
- As câmaras de refúgio serão portáteis para flexibilidade de localização nos pontos mais apropriados da mina.

Para os blocos de desmontes de bancadas, será instalado uma escada em cada uma das chaminés localizadas junto às rampas principais. As chaminés são dimensionadas de modo a permitir uma passagem fácil.

As chaminés de ar sujo à superfície serão apenas para ventilação e não serão utilizadas como um segundo meio de saída. Por esse motivo, as chaminés de ar sujo não terão escadas instaladas.

5.8 REQUISITOS DO EQUIPAMENTO MÓVEL

5.8.1 FASE DE PRÉ-PRODUÇÃO

Durante a fase de pré-produção, devem ser concluídos cerca de 7 200 m de desenvolvimento lateral para cumprir o calendário de produção. O desenvolvimento durante este período atingirá um pico de aproximadamente 3 700 m/trimestre, porém com uma média ao longo do período de pré-produção de cerca de 1 750 m/trimestre.

As necessidades em termos de equipamentos para o pico de pré-produção são apresentadas na Tabela 5.59.

Tabela 5.59 – Equipamento subterrâneo - fase de pré-produção

Equipamento	Quantidade	Potência (kW)
Equipamento de furação – drift	3	120
LHD 14 t (*)	1	256
Jumbo de sustimento	2	129
Jumbo de cabos	1	121
Robô de betão projetado	2	75
Autobetoneiras (*)	3	170
Equipamentos de furação longa	1	129
Raise bore	1	-
LHD 21 t (*)	3	352
Camião 65 t (*)	3	567

(*) – No modelo financeiro foi considerado o uso deste tipo de equipamentos em versão elétrica (baterias)

5.8.1.1 EQUIPAMENTOS DE FURAÇÃO

Um total de cinco jumbos serão necessários para satisfazer o pico programado durante a fase de pré-produção. Todas as unidades serão dois jumbos de drift (*Epiroc Boomer* M2C22 ou similar), o suficiente para o tamanho médio das galerias de produção.

5.8.1.2 PÁS MINEIRAS (LHD)

Serão necessárias até seis unidades LHD (*Load Haul Dump*) para remover o material desmontado, tanto das frentes de desenvolvimento como de produção. Seis unidades de 14 t (*Epiroc* ST14 ou similar) serão utilizadas na remoção das frentes de desenvolvimento, com uma unidade adicional de 21 t (Sandvik LH621 ou similar) utilizada para a remoção dos desmontes de bancada. Os tamanhos seleccionados

encontram-se dentro das frotas regionais de empreiteiros mineiros e, portanto, presume-se que estejam prontamente disponíveis para utilização na operação.

5.8.1.3 Camiões

Serão necessárias até 3 unidades de camiões de 65t (*Epiroc* MT42 ou similar) para sustentar o programa de desenvolvimento de pré-produção. As unidades serão utilizadas tanto no desenvolvimento como nos esforços de produção. A classe de tamanho selecionada é a habitualmente encontrada nas frotas de empreiteiros mineiros dentro da região e, portanto, a ser utilizada na operação.

5.8.1.4 Jumbo de Sustimento

É necessário um total de quatro unidades de sustimento (*Epiroc Boltec MC* ou equivalente) para a operação. Esta necessidade será maior do que na fase de produção, uma vez que a maior parte do desenvolvimento capital será desenvolvida no início da exploração da mina.

5.8.1.5 Jumbo de Cabos

Os jumbos de sustimento para cabos serão necessários para galerias de desenvolvimento capital e para os desmontes de bancada. Devido ao número de infraestruturas a serem desenvolvidas durante o período de pré-produção, prevê-se que será necessária uma única unidade móvel de sustimento para cabos (Epiroc Cabletec LC ou equivalente) para satisfazer esta necessidade.

5.8.1.6 Robô de Betão Projetado

Prevê-se que durante o período de pré-produção serão requeridos até quatro robôs de betão projetado (Normet Spraymec MF 050 ou similar). Para além do desenvolvimento lateral a maioria das infraestruturas capital desenvolvidas durante este período necessitam de betão projetado. Quando o Projeto entrar na fase de produção, os números necessários serão mais baixos.

5.8.1.7 Autobetoneiras

Será necessário um total de seis autobetoneiras (Normet Ultimec LF 600 ou similar) para assegurar o fornecimento atempado dos volumes de betão projectado necessários.

5.8.1.8 Equipamentos de furação longa

Será necessário um total de um equipamento de furação longa, para os desmontes de bancadas (*Epiroc Simba M6C* ou equivalente), durante o período de pré-produção. O seu número será aumentado durante o período de produção, uma vez que a produção referente a desmontes de bancadas atinja o valor nominal.

5.8.1.9 *RAISE BORE*

Será incorporada uma única raise bore (*Epiroc Easer L* ou equivalente) no final do período de pré-produção, para iniciar as actividades de furação de slots e desenvolvimento vertical capital.

5.8.2 FASE DE PRODUÇÃO

O empreiteiro fornecerá todo o equipamento de produção durante o período de produção. As necessidades em termos de equipamentos para o pico de produção são apresentadas na Tabela 5.60.

Tabela 5.60 – Equipamento subterrâneo - fase de produção.

Equipamento	Quantidade	Potência (kW)
Equipamento de furação – drift	5	120
LHD 14 t (*)	6	256
Jumbo de sustimento	4	129
Jumbo de cabos	2	121
Robô de betão projetado	4	75
Autobetoneiras (*)	6	170
Equipamentos de furação longa	5	129
Raise bore	1	-
LHD 21 t (*)	8	352
Camião 65 t (*)	8	567

(*) - – No modelo financeiro foi considerado o uso deste tipo de equipamentos em versão elétrica (baterias)

5.8.2.1 EQUIPAMENTOS DE FURAÇÃO

O desenvolvimento será mantido a uma taxa média de 9 900 m/ano durante os três primeiros anos do período de produção. Posteriormente, a taxa anual de desenvolvimento flutua entre 3 000 e 10 800 m, e desce progressivamente nos últimos anos da exploração da mina. Será necessário um total de cinco unidades para manter a taxa de produção.

5.8.2.2 PÁS MINEIRAS (LHD)

Serão necessárias até 6 unidades LHD (*Load Haul Dump*) para remover o material desmontado, tanto das frentes de desenvolvimento como de produção. Os desmontes de bancada necessitam de um total de 6 LHDs de 21 t (Sandvik LH621 ou similar), já para as outras atividades serão necessárias um total de 3 LHDs de 14 t (desenvolvimento *drift* e outro tipo de tarefas).

5.8.2.3 CAMIÕES

Serão necessárias até 8 camiões de 65t para sustentar o programa de produção. O número de unidades será aumentado no início do período de produção, à medida que a produção atingir a sua taxa nominal e for mantida. Em seguida, o número diminuirá à medida que os requisitos de desenvolvimento forem diminuindo.

5.8.2.4 JUMBO DE SUSTIMENTO

Serão necessários 4 jumbos de sustimento para sustentar as atividades de produção. O resto da fase de produção requer uma única unidade de sustimento.

5.8.2.5 JUMBO DE CABOS

Para os desmontes de bancada serão necessários 2 jubos de cabos duplos.

5.8.2.6 ROBÔ DE BETÃO PROJETADO

Será igualmente necessário betão projetado nos desmontes de bancada onde existe enchimento de pasta exposto, para a construção das portas de enchimento e para casos genéricos de sustimento nas zonas de desenvolvimento. Prevê-se que serão necessárias até quatro unidades durante o período de produção.

5.8.2.7 AUTOBETONEIRAS

No caso das autobetoneiras, serão necessárias até 6 unidades durante a fase de produção.

5.8.2.8 EQUIPAMENTOS DE FURAÇÃO LONGA

Será necessário um total de 5 jumbos de furação longa durante o período de produção. O número será mantido durante os primeiros anos do período, para depois ser reduzido nos últimos anos de produção.

5.8.2.9 RAISE BORE

Será utilizada uma *raise borer* (*Epiroc Easer L*) para as slots dos desmontes de bancadas. Esta máquina será também utilizada para realizar de furos de serviço e desenvolvimento de chaminés secundárias.

5.8.3 EQUIPAMENTO DE SUPORTE

O equipamento para as atividades de suporte da mina está apresentado e quantificado na Tabela 5.61.

Tabela 5.61 – Equipamento subterrâneo – equipamento de suporte.

Equipamento	Quantidade
Veículo de explosivos	1
Plataforma elevatória	4
Veículo de transporte de materiais	2
Veículo de transporte de pessoal	2
Empilhador	1
Niveladora	1
Carrinha de serviço	3
Camião de combustível/lubrificante	2

5.8.3.1 Veículo de Transporte de Materiais

Os veículos de transporte de materiais (*Normet Multimec MF100* ou equivalente) serão necessários para carregar materiais (parafusos swellex e de resina, malha-sol, mangas de ventilação, etc.) à superfície, transportá-los para o fundo de mina e descarregá-los nos locais designados.

Prevê-se que sejam necessários 2 veículos para suportar as atividades durante toda a vida da mina.

5.8.3.2 Veículo de Explosivos

Na produção total, o consumo de explosivos estimado é de 2,43 t/dia de emulsão a granel. Os explosivos serão entregues na mina em tanques de capacidade de 1.100 kg que serão transportados para ao longo da mina através de veículos de serviço.

Uma plataforma elevatória (Normet Utilift MF 540) será designada para o carregamento das frentes de trabalho. A maior parte das necessidades do período de pré-produção serão satisfeitas por uma única unidade.

5.8.3.3 Plataforma elevatória

Serão necessárias 4 plataforma elevatória (*Normet Utilift MF 540*) para executar tarefas diárias tais como tubagem de água, mangas de ventilação, cabos eléctricos, ventiladores, etc.

5.8.3.4 Veículo de Transporte de Pessoal

Até 2 veículos de transporte de pessoal (*Normet Multimec MF100*), cada um com uma capacidade de 16 pessoas, serão utilizados para transportar pessoal desde a superfície até à mina. A utilização de veículos de transporte de pessoal pretende reduzir o volume de tráfego de veículos ligeiros na mina. Em explorações mineiras subterrâneas o tráfego de veículos ligeiros constitui frequentemente o principal obstáculo à movimentação eficiente de camiões ao longo da mina, bem como o aumento do risco de colisões de tráfego e/ou acidentes subterrâneos.

5.8.3.5 EMPILHADOR

Um máximo de um empilhador (*Manitou MHT 10230* ou similar) será utilizado para manusear peças durante a instalação dos serviços no fundo de mina.

5.8.3.6 NIVELADORA

Uma motoniveladora subterrânea (*Veekmas FG 5 C* ou semelhante) será utilizada para manter o piso das vias de tráfego.

5.8.3.7 CARRINHA DE SERVIÇO

Um total de 3 veículos de serviço (*Normet MF 100*) serão utilizados para prestar assistência a curto prazo aos equipamentos de produção e desenvolvimento, de modo a não terem de ser conduzidos para as oficinas de manutenção subterrâneas, a menos que seja necessário. Ambas as unidades serão progressivamente incorporadas à medida que a dimensão da frota subterrânea se expande.

5.8.3.8 CAMIÃO DE COMBUSTÍVEL/LUBRIFICANTE

Será necessário um camião (*Normet MF 100* ou similar) para abastecer e lubrificar todos os equipamentos, tais como LHDs, jumbos, etc., que não sejam susceptíveis de regressar à área da oficina de superfície a intervalos frequentes. O tempo de paragem potencial, bem como o congestionamento do tráfego pode ser reduzido mantendo este camião perto dos locais de trabalho; o camião de serviço deslocar-se-á pelos vários equipamentos para efetuar a manutenção diária.

5.9 INFRAESTRUTURA SUBTERRÂNEA

5.9.1 BOMBAGEM DA MINA

5.9.1.1 DEFINIÇÃO DO SISTEMA

A primeira fase do estudo de bombagem da mina consiste em definir o sistema por meio de vários parâmetros. Estes parâmetros são estimados de acordo com a localização da mina, o caudal necessário e a pressão. As condições normais de operação são estabelecidas com base nas condições climáticas ou ambientais do local da mina.

Para este estudo, assumiu-se que a temperatura do fluido é de 25º C. Além disso, a pressão atmosférica absoluta foi fixada em 1 bar, uma vez que o desempenho deste sistema não será afetado por fortes variações da temperatura ambiente.

5.9.1.2 TAXA DE FLUXO

A bombagem da mina deve ter em conta os influxos de águas subterrâneas, a água libertada pelo trabalho dos equipamentos mineiros, a supressão de poeira e outros equipamentos operacionais.

Usando o método Monte-Carlo, o caudal de água necessário para fornecer 95% dos cenários possíveis de consumo de água foi estimado na Secção 5.9.5. O caudal necessário, incluindo as fugas, é de 9,2 l/s (ou 33 m3/h) com um pico de consumo de 16 l/s.

O caudal médio de águas subterrâneas foi estimado, tendo em conta o Estudo Hidrogeológico, em 30 l/s no Norte e 15 l/s no Sul. Estes caudais de bombagem asseguram que o sistema de bombagem tem capacidade para o pico de procura e tem uma margem para acomodar a incerteza no influxo de águas subterrâneas.

5.9.1.3 REDE DE BOMBAGEM

Foram considerados vários cenários de forma a avaliar a configuração final do sistema:

1. Tipo de bombagem:
    a. Sistema múltiplo de baixa pressão
    b. Sistema de alta pressão
2. Ponto de evacuação:
    a. Entrada da mina
    b. Chaminé de ar fresco
3. Rede subterrânea:
    a. Furos de serviço
    b. Rampas
    c. Chaminés ventilação

Foram avaliadas as vantagens e desvantagens de cada cenário e selecionado o seguinte cenário: sistema de alta pressão por estágios, com a bombagem localizada numa das chaminés de ventilação principal, e níveis intermédios de drenagem através das chaminés de ventilação secundárias até aos principais níveis de bombagem.

Este sistema maximiza a eficiência de bombagem e reduz o número de bombas necessárias, permite ter espaço suficiente para decantar a água antes da bombagem e minimiza o cumprimento das linhas de tubos, assegurando uma manutenção apropriada.

A Figura 5.53 demonstra a rede de bombagem a fúcsia. O sistema tem dois caminhos principais, uma até à estação de bombagem localizada a Norte na galeria de muro do nível 150 e o outro até à estação de bombagem localizada a Sul na galeria de teto do nível 325. Ambos convergem posteriormente para a estação principal de bombagem no nível 50. A partir deste ponto de convergência, ambos os fluxos seguem através de uma única tubagem, e alcançam a superfície através da chaminé principal de ventilação e serviços do jazigo Norte.

Uma vez na superfície, a linha segue para a lagoa de decantação.

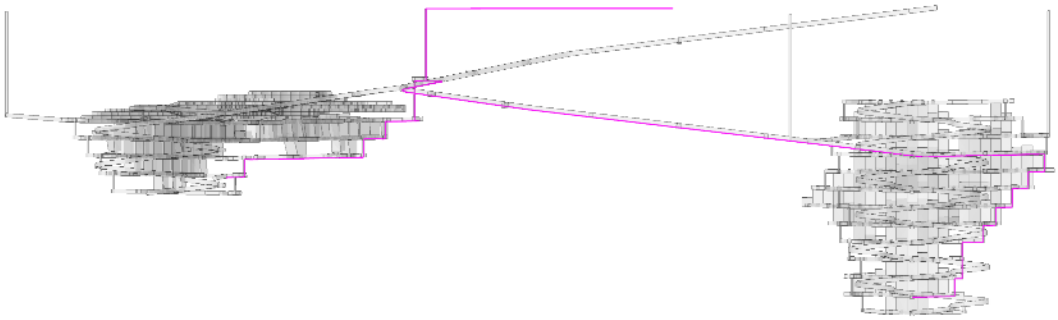


Figura 5.53 – Sistema de bombagem (corte longitudinal).

5.9.1.4 DIÂMETRO E TIPO DE TUBAGENS

O diâmetro do(s) tubo(s) é a mais importante variável para calcular a resistência da água que flui através do mesmo. Portanto, o diâmetro é o mais importante parâmetro para desenhar o sistema de tubagens.

Adicionalmente a esta resistência, a velocidade do fluído dentro do tubo é a principal causa do fenómeno de erosão. A erosão pode ser definida como o desgaste do material interno do tubo devido ao impacto das partículas sólidas (areia, metal, destroços, etc..) presente no fluído. Para minimizar o efeito de erosão, foi considerado uma quantidade de sólidos entre 4 000 e 5 000 mg/l.

A velocidade de fluxo deve ser limitada por forma a minimizar erosão e evitar cavitação. Por experiência em anteriores projetos, velocidades acima do 3 m/s devem ser evitadas. No entanto, a velocidade limite deve ser determinada na fase de engenharia detalhada do projeto.

Por outro lado, baixas velocidades do fluído podem provocar sedimentação dos sólidos no tubo, o que pode resultar em aumentos na resistência à passagem do fluído, ou mesmo entupimentos.

Para seleção do diâmetro dos tubos, foram usados os seguintes limites de velocidade do fluídos no sistema:

- Acima de 1,5 m/s para evitar sedimentação dos sólidos

- Menor que 3m m/s para prevenir fenómenos de erosão/corrosão e cavitação

5.9.1.5 ACESSÓRIOS E VÁLVULAS

Foram considerados os seguintes acessórios da simulação:

- Instalação de uma válvula em cada nível.
- Mudanças de direção serão feitas com acessórios adequados.
- Serão usadas válvulas de guilhotinas

5.9.1.6 BOMBAS

As bombas de membrana (Figura 5.54) foram consideradas, apesar de mais dispendiosas que as bombas centrífugas, uma vez que requerem menor manutenção, conseguem bombear fluídos com maior percentagem de sólidos e lidar com águas quimicamente mais agressivas.

Para efeitos de cálculos do sistema, foi considerado um caudal de 50 l/s e 100% de redundância do equipamento de bombagem em cada estação. Foi planeado um total de duas bombas por estação.

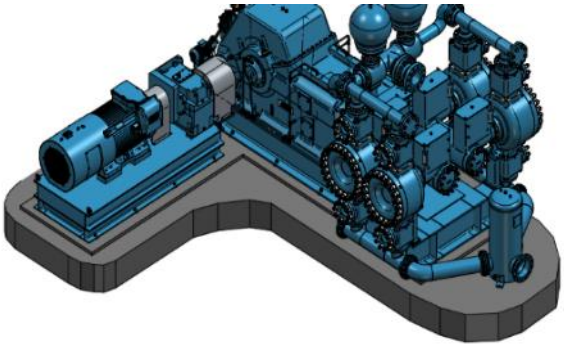


Figura 5.54 – Bomba de membrana Abbel HMQ-250-2000.

5.9.1.7 SIMULAÇÃO

Foi elaborada uma simulação com o diagrama do sistema de bombagem com o software *Pipe Flow Expert*. A simulação considerou os sistemas básicos da rede como as válvulas e cotovelos.

Foram consideradas as seguintes premissas para executar a simulação:

- Temperatura 25º C.
- Viscosidade da água não é afetada pelo conteúdo de sólidos (4 a 5 g/l).

A Figura 5.55 apresenta o diagrama do sistema de bombagem simulado.

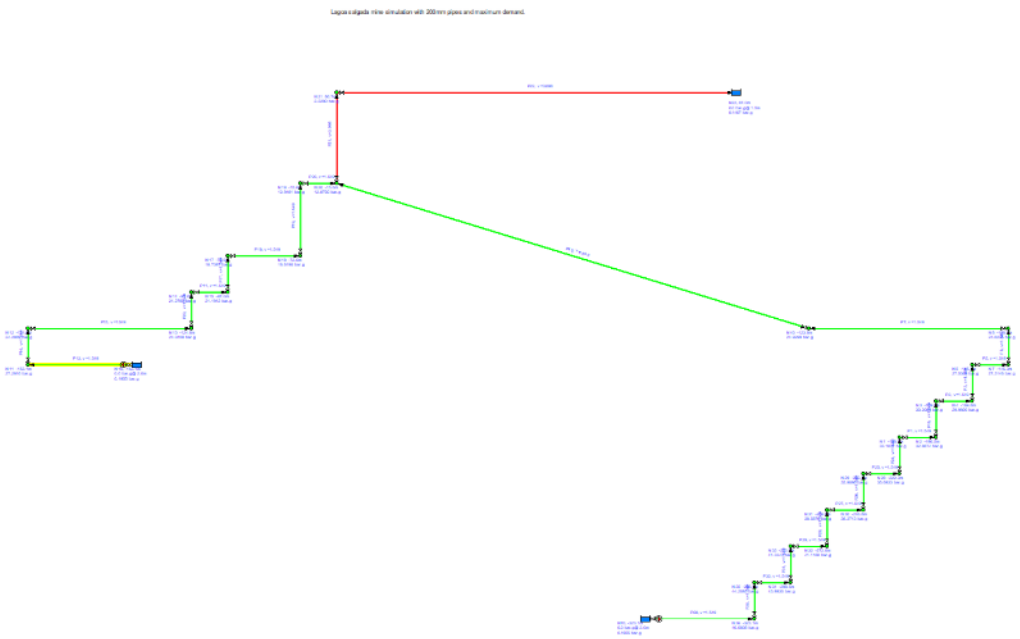


Figura 5.55 – Diagrama de simulação Pipe Flow.

A Tabela 5.62 resume os resultados obtidos para o cenário selecionado.

Tabela 5.62 – Características do cenário.

Parâmetro	Unidade	Valor
Tamanho da tubagem	mm	2 x 200
Nível 175 - caudal da estação de bombagem	l/s	50
Nível 175 - pressão da estação de bombagem	bar	27
Nível 350 - caudal da estação de bombagem	l/s	50
Nível 350 - pressão da estação de bombagem	bar	47

Os principais resultados da simulação são os seguintes:

- Os tubos devem ter no mínimo 200mm (8”) em todas as estações de bombagem.
- Tubos de aço são necessário em ambas estações de bombagem, uma vez que a pressão é sempre superior a 15 bar.

5.9.2 TRANSPORTE DO MATERIAL

O material extraído (ROM) é transportado por pás carregadoras mineiras (LHD) desde as áreas de produção até ao stock nos níveis ou diretamente para os camiões mineiros

que o transportam até à superfície. O material acumulado nos stocks é posteriormente carregado para camiões para transporte para o parque de minério na superfície.

5.9.3 REQUISITOS DE ENERGIA E DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA

A distribuição e instalações elétricas da mina foram projetadas considerando as seguintes normas técnicas portuguesas:

- "Decreto-Lei n.º 162/90" - "Ministério da Indústria e Energia".
- "Decreto-Lei n.º 18/85" - "Ministério da Indústria e Energia".

5.9.3.1 DESENHO PRINCIPAL

O projeto de distribuição de energia consiste em um anel elétrico que passa através das duas chaminés de exaustão dos jazigos Norte e Sul.

DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO

A Tabela 5.63 apresenta as características de distribuição de energia de baixa tensão.

Tabela 5.63 – Características principais da rede de baixa voltagem.

Parâmetro	Especificações
Classificação da voltagem	Rede eléctrica trifásica com três cabos de 690 V entre fases
Frequência	50 Hz
Resistência de isolamento	$\geq$ 0.5 MΩ
Rigidez dielétrica	Mínimo 1 500 V a 50 Hz durante 1 minuto

Para garantir a continuidade do fornecimento de energia e proteção contra choques elétricos, o padrão de distribuição da fase neutra será o padrão IT. Este padrão é baseado numa fase neutra isolada e não distribuída; aterramento da existente instalação usando um condutor de terra de proteção e ligação equipotencial, distribuída dentro da mina subterrânea e aterrada à superfície.

PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

A seguinte proteção será instalada:

- Proteções de sobre corrente.
- Proteções contra sobrecarga.
- Proteções contra curto-circuito.

Para definir os níveis de proteção contra curto-circuito, serão calculadas as correntes máxima e mínima de curto-circuito em cada circuito que necessita de proteção. Este circuito é definido como o segmento de distribuição entre duas proteções. As proteções contra curto-circuito garantem o seguinte:

- Todos os elementos da rede serão projetados para suportar os esforços eletrodinâmicos e térmicos causados pelas correntes de curto-circuito até que os dispositivos de interrupção funcionem.

- Dispositivos automáticos de proteção encarregados de interromper o curto-circuito em curto período serão instalados na rede. Esses dispositivos protegerão o sistema contra incêndio ou degradação do material.

- A mínima corrente de curto-circuito poderá acionar os dispositivos de interrupção dentro do intervalo de tempo adequado para evitar riscos de incêndio.

- A capacidade de interrupção nominal em curto-circuito dos disjuntores, que é determinada conforme as normas NP, será reduzida em 10%. No entanto, a capacidade de interrupção em curto-circuito ainda será suficiente para atender aos requisitos mencionados.

- Serão instaladas proteções contra curto-circuito nos seguintes pontos da rede:

- No ponto de conexão de cada consumidor ou no início de cada cabo de alimentação.

- No início das derivações elétricas.

- Na saída de cada transformador.

Extintores de incêndio estarão disponíveis em gabinetes elétricos e em subestações de transformação e distribuição. Esses extintores terão instruções visíveis para uso e estarão localizados em locais fáceis e acessíveis, mesmo após o início de um incêndio. Os materiais para extinção não serão tóxicos, asfixiantes ou condutores de eletricidade.

CABOS

Serão utilizados os seguintes tipos de cabos:

- Cabos rígidos e blindados em instalações fixas.

- Cabos flexíveis e blindados para alimentação de máquinas e dispositivos fixos, semi-fixos, semi-móveis e móveis.

- Cabos flexíveis não blindados para alimentação de todos os tipos de equipamentos e dispositivos, utilizando proteções elétricas adequadas.

Sempre que possível, os cabos serão instalados por meio de furos de serviços, evitando o contato direto com condutores energizados. Caso não seja possível, os cabos serão instalados no lado oposto dos serviços de drenagem e de água fresca no túnel.

PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

A proteção das pessoas contra choques elétricos será composta pelas seguintes medidas:

- É proibido usar fio nu, exceto para condutores de proteção e terra.
- Conectar eletricamente por meio de condutores de proteção todas as massas metálicas da instalação ou as que estiverem fora dela, mas acessíveis a partir dela.
- Conectar os condutores de proteção à terra das tomadas de energia. Um aterramento será localizado no exterior.
- Usar dispositivos controladores de isolamento para alerta e/ou desligamento automático da energia. Um alarme ótico e acústico será acionado quando a resistência de isolamento cair abaixo de 50Ω/V. Se a resistência de isolamento cair abaixo de 10Ω/V, todos os condutores ativos da linha de alimentação de energia serão desconectados automaticamente.

5.9.3.2 ALTA TENSÃO

A energia elétrica será fornecida para os poços de ventilação, um no Norte e outro no Sul, com uma tensão nominal de 15 kV. Ambos os cabos irão ser unidos dentro da mina formando um anel elétrico. A demanda média máxima da mina subterrânea é estimada em 5 MW.

A Tabela 5.64 e Tabela 5.65 apresentam o consumo elétrico estimado para a operação da mina, tanto na superfície quanto no subsolo, respetivamente.

Tabela 5.64 – Consumos de energia à superfície.

Equipamento	Potência (kW)	Fator de Redução (%)	kW Reduzidos/unidade	Unidades	Máximo kW reduzidos
Ventiladores de superfície	900	100	900	1	900
Bombagem de água industrial	8	50	4	1	8
Total	**908**	**75**	**904**	**2**	**908**

Tabela 5.65 – Consumos de energia no fundo de mina.

Equipamento	Potência (kW)	Fator de Redução (%)	kW Reduzidos/unidade	Unidades	Máximo kW reduzidos
Ventiladores da rampa	220	100	220	1	220
Ventiladores de reforço	55	100	55	1	55
Bombas principais	800	100	800	1	800
Ventiladores auxiliares de produção	675	88	591	1	675
Ventiladores auxiliares de desenvolvimento	495	88	433	1	495
Perfuração de produção	101	100	101	3	302
2-Boom Jumbo 160HP	135	100	135	3	405
Perfurador móvel	183	80	146	1	183
Aparafusador mecânico	68	100	68	2	135
Cableboter	68	100	68	1	68
Perfuradoras de diamante	75	52	39	2	150
Estações de refúgio	22	20	4	1	22
Total	**2 985**	**91**	**2 721**		**3 598**

Os principais ventiladores de exaustão da superfície serão alimentados por um transformador independente de 15 kV para 690 V. O transformador recomendado tem uma capacidade de 1.500 kVA para ter margem para satisfazer solicitações adicionais de energia.

Uma vez dentro da mina, o cabo alimentará os centros de transformação (15 kV para 690 V).

A Figura 5.56 mostra as linhas de 15 kV em vermelho dentro da mina

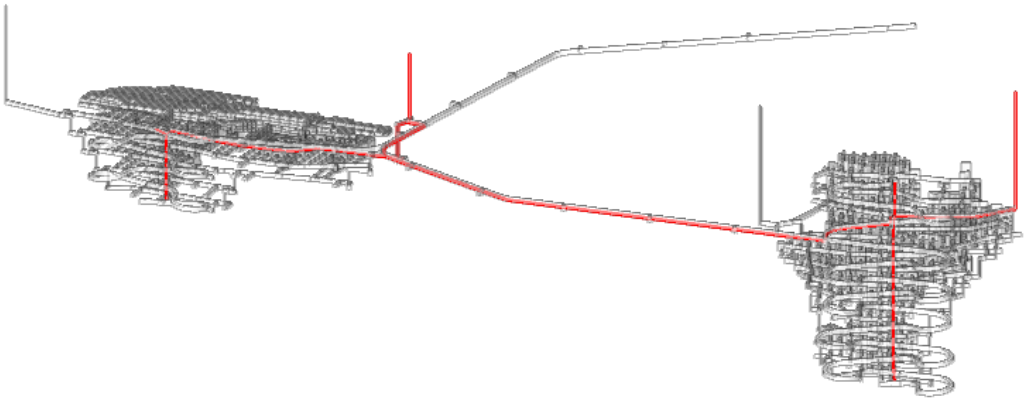


Figura 5.56 – Linhas elétricas de 15kV.

5.9.3.3 BAIXA TENSÃO

Transformadores móveis de rebaixamento serão instalados em diferentes acessos de níveis para fornecer tensão de 600 V às máquinas que trabalham na área enquanto o desenvolvimento da mina estiver em andamento. Células de distribuição serão instaladas em cada nível para permitir o movimento dos transformadores conforme necessário. Na etapa de produção, é aconselhável instalar um transformador de 2.000 kVA por nível para satisfazer o fornecimento de energia e até mesmo ser capaz de fornecer outros níveis. Serão necessários um total de cinco transformadores para alimentar ambas as áreas da mina (Norte e Sul).

A Tabela 5.66 apresenta as características do transformador para a mina subterrânea.

Tabela 5.66 – Características do transformador no fundo de mina.

Parâmetro	Especificações
Tensão primária	15 000 ± 2.5% ± 5% ± 7.5% V
Tensão secundária	690 V
Potência nominal	2 000 kVA
Isolamento	Classe H-180 ºC cabo de cobre
Frequência	50 Hz
Temperatura ambiente máxima	50 ºC
Temperatura ambiente média	+30 ºC
Temperatura ambiente média anual	+25 ºC
Humidade relativa média	90%

5.9.4 AR COMPRIMIDO

Todos os equipamentos de perfuração, incluindo jumbos drift, furação longa, sustimento e instalação de cabos de suporte, terão compressores portáteis adjacentes para atender aos seus requisitos de pressão elevada.

5.9.5 ABASTECIMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL

Foi realizado um estudo básico das necessidades de água doce e da instalação necessária para poder distribuir o fluxo de água pelos níveis de trabalho da mina de Lagoa Salgada.

Este estudo inclui:

- Critérios de design.
- Dados e suposições iniciais.
- Cálculo das taxas de fluxo.
- Cálculo de pressões.
- Seleção de equipamentos.

A abordagem para o desenvolvimento deste estudo ocorre em várias fases:

- Cálculo das necessidades (método Monte-Carlo).
- Simulação da rede.
- Seleção de equipamentos.

5.9.5.1 DEFINIÇÃO DO SISTEMA

O primeiro passo é definir os parâmetros de operação do sistema. Esses valores serão determinados tanto pela localização das instalações quanto pelos requisitos mínimos de pressão de alimentação dos equipamentos.

Todos os cálculos foram feitos considerando um nível de 2 Mtpa. Para simplificação nos cálculos, foi considerada uma temperatura média de fornecimento de água em torno de 20°C (293,15 K) e pressão absoluta de 1 bar.

5.9.5.2 ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES DE ÁGUA INDUSTRIAL

Foi efetuado um cálculo da solicitação de água doce necessária pela frota de produção e unidades de equipamentos auxiliares mostrados na Tabela 5.67.

Tabela 5.67 – Consumos de água industrial.

Equipamento	Quantidade
Jumbo de bancada - M2C22	3
Jumbo de drift - Simba M6C	4
Raisebore - Easer L	1
Jumbo de cabos - Cabletec LC BL17066	1

Equipamento	Quantidade
Jumbo de sustimento - Boltec MC	3
Aspersores - drift	8
Aspersores - bancada	10
Equipamento de sondagens	2

A solicitação total estimada foi calculada considerando 15% de perda de fluxo de água. Uma simulação de Monte Carlo foi usada para estimar a solicitação individual de cada unidade com uma probabilidade de 95%. Um total de 1000 cenários foram simulados, os resultados da simulação também são apresentados na Tabela 5.68 e Figura 5.57.

Tabela 5.68 – Estimativa do consumo de água industrial.

Parâmetro	Sub-total	Perdas (15%)	Total	Unidades
Consumo máximo	58	8.7	66.7	m^3/h
Consumo médio	19	2.8	21.8	m^3/h
95% consume provável	28.7	4.3	33	m^3/h

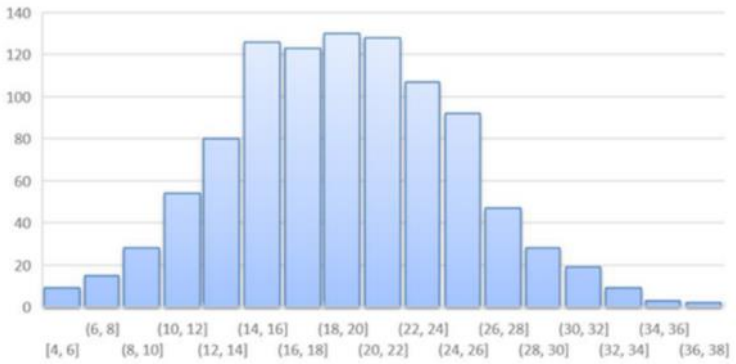


Figura 5.57 – Histograma da simulação de Monte-Carlo.

Como pode ser visto no histograma da Figura 5.57, devido à assimetria negativa do histograma, um grande volume de água não será necessário para cobrir a solicitação em 95% dos casos. Na verdade, 49% do consumo máximo será suficiente para 95% dos cenários de demanda. Um fluxo de capacidade de fornecimento de 33 l/s é necessário para cobrir 95% dos cenários, incluindo 15% de perdas no sistema.

Essa abordagem supera os problemas introduzidos por métodos menos sofisticados (por exemplo, calcular o uso médio de cada equipamento e, em seguida, calcular um uso médio para toda a frota) que tendem a subestimar a demanda. Como uma regra simples, uma capacidade de projeto para a necessidade média resultará em ter um déficit de capacidade aproximadamente metade do tempo.

Os resultados individuais, por equipamento, são apresentados entre a Tabela 5.76

Tabela 5.69 e a Tabela 5.76

Tabela 5.69 – Jumbo de bancada – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	3.2	m^3/h
Consumo máximo	9.6	m^3/h
Utilização total	34	%
Consumo médio	3.3	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	4.7	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	1.6	m^3/h
Pressão	5	bar

Tabela 5.70 – Jumbo de drift – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	3.6	m^3/h
Consumo máximo	14.4	m^3/h
Utilização total	15	%
Consumo médio	2.2	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	7.1	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	1.8	m^3/h
Pressão	2	bar

Tabela 5.71 – Raisebore – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	5.1	m^3/h
Consumo máximo	5.08	m^3/h
Utilização total	30	%
Consumo médio	1.5	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	2.5	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	2.5	m^3/h
Pressão	2	bar

Tabela 5.72 – Jumbo de cabos – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	2	m^3/h
Consumo máximo	2	m^3/h
Utilização total	15	%
Consumo médio	0.3	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	1	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	1	m^3/h

Parâmetro	Valor	Unidades
Pressão	2	bar

Tabela 5.73 – Jumbo de sustimento – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	1.7	m^3/h
Consumo máximo	4.98	m^3/h
Utilização total	34	%
Consumo médio	1.7	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	2.5	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	0.8	m^3/h
Pressão	2	bar

Tabela 5.74 – Aspersores - *drift* – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	0.7	m^3/h
Consumo máximo	5.6	m^3/h
Utilização total	50	%
Consumo médio	2.8	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	2.8	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	0.3	m^3/h
Pressão	5	bar

Tabela 5.75 – Aspersores - bancada – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	0.7	m^3/h
Consumo máximo	7	m^3/h
Utilização total	40	%
Consumo médio	2.8	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	3.5	m^3/h
95% de probabilidade de consumo por unidade	0.3	m^3/h
Pressão	5	bar

Tabela 5.76 – Equipamento de sondagens – Consumo de água industrial.

Parâmetro	Valor	Unidades
Consumo por unidade	3.5	m^3/h
Consumo máximo	7	m^3/h
Utilização total	60	%
Consumo médio	4.2	m^3/h
95% de probabilidade de consumo	3.5	m^3/h

Parâmetro	Valor	Unidades
95% de probabilidade de consumo por unidade	1.7	m^3/h
Pressão	2	bar

5.9.5.3 PRESSÃO DA ÁGUA

Como o equipamento da mina requer pressão de água que varia entre 2 e 5 bar, a pressão necessária no ponto de fornecimento será a maior desses valores, ou seja, 5 bar.

O sistema de abastecimento será conduzido por gravidade, portanto, o tanque de abastecimento será localizado na parte mais alta do sistema e controlado por válvulas redutoras de pressão. Essas válvulas garantirão que a pressão hidrostática na saída do ponto de abastecimento não exceda o valor limite predefinido, ou seja, 5 bar. A localização das válvulas será feita de forma que a pressão de 5 bar seja alcançada em todos os níveis da mina e que a pressão na tubulação principal não exceda 8 bar. A localização e o número de válvulas necessárias farão parte de um exercício detalhado de projeto de rede de distribuição de engenharia, mas esses itens foram incluídos na simulação, considerando que uma válvula é necessária por nível.

5.9.5.4 TRAÇADO DAS CONDUTAS

Considerando o *layout* projetado da mina, um projeto preliminar da rede de alimentação de água é apresentado na Figura 5.59. Um reservatório de água doce na superfície está conectado às diferentes áreas da mina através do fluxo por gravidade.

Ao contrário do ar comprimido ou eletricidade, um anel interno de distribuição não pode (e não deve) ser considerado. A natureza do fluido a ser transportado, a água, e a presença de válvulas reguladoras de pressão podem causar o aparecimento de pontos de baixa pressão nos ramos que conectam os níveis. Isso pode causar fenômenos de cavitação ou até mesmo destruição das tubulações devido às pressões negativas.

Deve-se notar que o projeto da rede de distribuição de água foi feito até os pontos de entrada nos níveis. Isso ocorre porque as tubulações nos níveis de produção podem ser danificadas pelos rebentamentos ou simplesmente recicladas para uso em outros níveis: efetivamente, elas podem ser consideradas mais como um custo operacional do que um custo de capital. No entanto, e embora não sejam consideradas no custo de capital, elas estão incluídas nas simulações da rede.

5.9.5.5 DIÂMETRO E CLASSE DA TUBAGEM

O diâmetro é a variável com maior influência no desenvolvimento de resistência ao fluxo em um tubo. Portanto, deve ser selecionado com cuidado.

O PEAD foi escolhido como material para as tubagens devido à facilidade de manuseio e instalação (algo que deve ser considerado ao planejar um sistema interno na mina), bem como sua resistência à corrosão devido à possível condensação de água nos tubos.

A classe de PEAD deve ser pelo menos PN10 (SDR13,5) considerando que o PEAD tem uma diminuição na resistência com temperaturas acima de 20ºC (Figura 5.58).

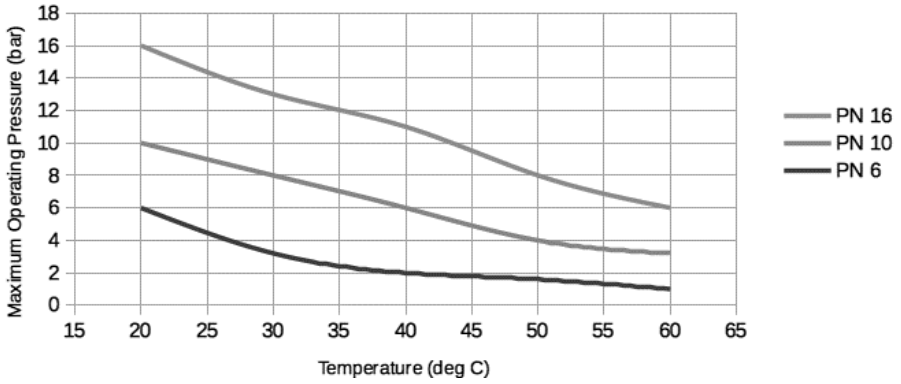


Figura 5.58 – Tubagem HDPE – resistência à temperatura.

Várias simulações foram realizadas com diferentes diâmetros para avaliar o mais adequado, sendo considerado um diâmetro de 100 mm para a maior parte da rede. Há duas exceções a esta regra, a saber:

- O ramal de alimentação do sul através da rampa principal deve alcançar uma pressão mais elevada para que os níveis superiores possam ser alimentados por gravidade. Essa parte da rede deve ser construída com tubulação de aço.

- O ramal de alimentação do reservatório de água doce deve ter um diâmetro de pelo menos 150 mm. Se fosse utilizada uma tubulação de 100 mm, as perdas de atrito no ramal poderiam levar a pressões negativas com risco de cavitação ou mesmo colapso da tubulação.

Detalhes sobre a localização desses ramais podem ser vistos na Figura 5.59.

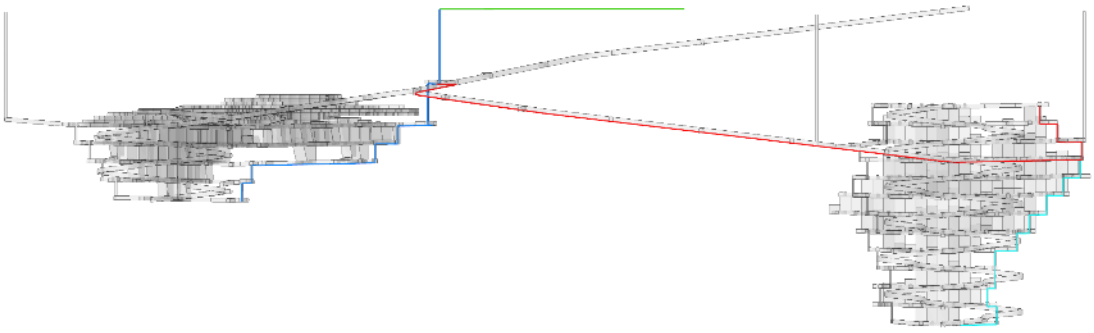


Figura 5.59 – Sistema de água industrial – corte longitudinal (Azul - 100mm HDPE; verde - 150mm HDPE; Vermelho - 100mm aço).

5.9.5.6 ACESSÓRIOS E VÁLVULAS

As conexões selecionadas devem ser padronizadas para que a instalação em todos os níveis seja semelhante. Foram seguidos os seguintes critérios para a seleção e simulação de conexões e válvulas.

- Haverá pelo menos uma válvula em cada mudança de nível.
- Cada ramificação deve ter uma válvula.
- Curvas com um raio inferior a 10 m terão um cotovelo de 90º.
- Se as chaminés não estiverem alinhadas entre os níveis, cotovelos de 90º ou 45º serão usados para conectá-los.
- Válvulas de guilhotina serão usadas em todos os casos.
- A base de cada chaminé é identificada como o ponto ideal para a instalação de válvulas de regulação de pressão.

5.9.5.7 SIMULAÇÃO

Foi realizada uma simulação com o *software Pipe Flow Expert*. Um diagrama de ligações 3D, demostrado na Figura 5.60, representando a rede foi projetado e as propriedades relevantes da rede (material da tubulação, rugosidade, propriedades do fluido, etc) foram atribuídas a todos os seus componentes.

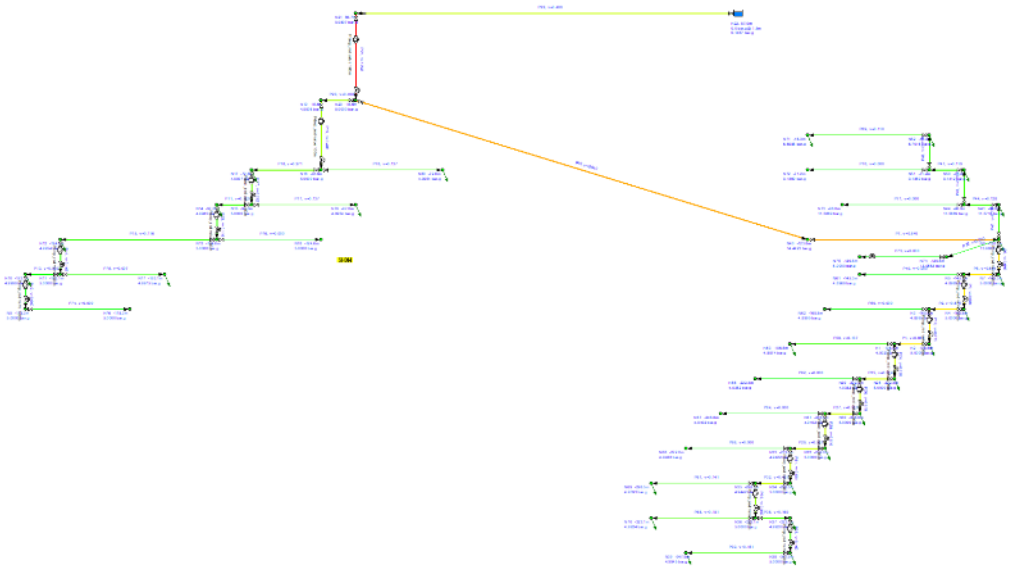


Figura 5.60 – Diagrama da rede de água industrial.

Os principais resultados da simulação são os seguintes:

- Os tubos devem ter de diâmetro pelo menos 100 mm no subsolo e 150 mm na superfície.

- Não pode haver nós fechados (anéis) na rede de água doce. Isso leva a conflitos entre válvulas reguladoras de pressão, que por sua vez podem causar cavitação nas tubulações.

- Outras combinações de diâmetros para a rede principal e secundária devem ser estudadas para permitir a otimização de custos.

A necessidade de válvulas de aeração nos pontos de baixa pressão também deve ser considerada.

5.9.6 Abastecimento de Combustível e Lubrificação

O reabastecimento de equipamentos será feito na superfície em um posto de combustível designado. Serão contabilizados dois camiões de abastecimento/lubrificação na frota que abastecerá a frota subterrânea consoante necessário. Não foi estudado o armazenamento de combustível na parte subterrânea da Mina.

A lubrificação será feita na oficina da superfície ou pelos caminhões de abastecimento subterrâneos.

5.9.7 Oficina

Devido ao tamanho da mina, não foi considerada uma oficina subterrânea.

5.9.8 Paiol

O projeto não englobará a construção de um paiol à superfície. Os explosivos serão fornecidos diariamente à medida das necessidades de consumo e ritmos de produção da mina.

5.9.9 Câmara de refúgio

As câmaras de refúgio portáteis (Figura 5.61) devem ser utilizadas para o desenvolvimento e operação da mina. As câmaras orçamentadas têm capacidade para 15 pessoas e têm total autonomia durante 24 horas. São construídas em aço com uma porta de câmara de vácuo, equipadas para fornecer ar com 100 Pa de pressão positiva. Serão climatizadas e, no caso de o ar comprimido não chegar à câmara, serão equipadas com depuradores de CO2 incorporados e botijas de oxigénio. Para o projeto da Lagoa Salgada serão necessárias três unidades.



Figura 5.61 – Câmara de refúgio portátil.

Adicionalmente, serão construídas câmaras de refúgio permanentes ao longo da mina (Figura 5.62), para servir áreas não cobertas pelas câmaras portáteis, uma vez afastadas. Estas câmaras permanentes podem ser construídas em nichos desativados (tais como zonas de stockagem de material) ou em desenvolvimentos dedicados.

Acomodam 40 pessoas e são equipadas com: uma porta de câmara de vácuo, um sistema elétrico de reserva de bateria, uma unidade de ar condicionado, uma unidade de eliminação de dióxido de carbono/monóxido de carbono, botijas de oxigénio, equipamento de primeiros socorros, alimentos, água, bem como ligação ao sistema de ar comprimido. A câmara de refúgio ficará ao lado de um *drift* e o acesso será feito através de um sistema de porta de vácuo.

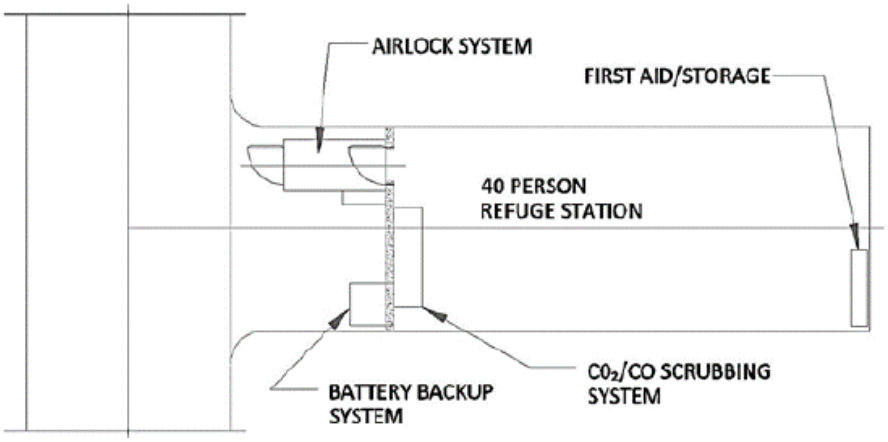


Figura 5.62 – Câmara de refúgio permanente.

5.9.10 COMUNICAÇÕES

As comunicações subterrâneas utilizarão um sistema de *leaky feeder*, instalado em todas as infraestruturas principais da mina. Este cabo funciona como antena, fornecendo rádio de banda VHF/UHF, bem como transmissão de dados para todos os locais onde o cabo é instalado.

Embora este seja um sistema robusto e testado que é capaz de controlar as comunicações, bem como a transmissão de dados para controlo do equipamento (localização, ventilação a pedido, controlo de bombas...) ou outros serviços, podem também ser consideradas redes de transmissão de dados adicionais (por exemplo WiFi - rede LTE) para permitir a utilização de tecnologias avançadas que requerem uma rede com maior largura de banda.

5.10 NECESSIDADES DE PESSOAL

5.10.1 PLANEAMENTO

O estudo considerou uma frota e uma mão de obra 100% operadas pelo proprietário, tendo sido considerado um ano de trabalho de 365 dias com dois turnos diários, cada um totalizando 10,5 horas de trabalho. Isto permite uma hora e meia para a evacuação dos fumos de detonação após o fim do turno de detonação. No entanto, o tempo de trabalho efetivo por turno e por dia será inferior a 10,5 horas, uma vez contabilizados o tempo de deslocação e as reuniões diárias antes do turno. Foi estimado que o tempo de trabalho efetivo por turno durante as operações de produção seja de 9,35 horas.

Para efeitos comparativos, foi também considerado um caso de empreiteiro a 100%, com o proprietário a manter funções-chave (i.e., supervisão e serviços técnicos).

5.10.2 ORGANIZAÇÃO E RECURSOS HUMANOS

A equipa de exploração mineira subterrânea será organizada em grupos operacionais de exploração mineira e de manutenção, respetivamente. O grupo de exploração mineira divide-se ainda em supervisão mineira, segurança e formação, produção e serviços técnicos. O grupo de manutenção divide-se em equipas de supervisão e manutenção.

O número médio de efetivos contratados por grupo operacional no período de produção nominal será aproximadamente de 257, com um máximo de 344 no 2.º trimestre do ano 5. Na Tabela 5.77 é apresentada uma repartição por grupo e subgrupo.

Tabela 5.77 – Recursos humanos por departamento e papel na produção nominal.

Grupo	Subgrupo	Cargo	Necessidade
Mina	Supervisão	Diretor de Produção	1
		Supervisores de Turno	5
		Secretário	0
	Segurança e Formação	Eng.º de Segurança	0
	Produção	Jumbos de furação Esquipamento de Sustimento Equipamento de Cabos	49
		Carregadores de pegas	19
		Pás Mineiras	29

Grupo	Subgrupo	Cargo	Necessidade
		Plataformas Elevatórias Empilhadores Camião de Combustível/Lubrificante Veículo de transporte de materiais	40
		Betão projetado	12
		Camiões / Auto-betoneiras	29
		Jumbos de Furação	11
		Raise Bore	2
	Serviços Técnicos	Engenheiro Chefe	1
		Engenheiro de Minas	6
		Técnico de Minas	2
		Topógrafo	2
		Técnico de sondagens	2
		Geólogo Chefe	1
		Geólogo Sénior	2
		Geólogo	5
		Técnico de Geologia	10
Manutenção	Supervisão	Chefe de Manutenção Geral	1
		Encarregado Geral Elétrico	1
		Supervisor de manutenção	5
		Supervisor Elétrico	5
		Planeador de manutenção	1
		Secretário	1
	Manutenção	Pilhas	1
		Mecânico de Equipamento Estático	5
		Mecânico de Equipamento Móvel	22
		Mecânico de Veículos Ligeiros	0
		Eletricista	5
		Instrumentista	1
		Trabalhador	1

5.11 AUTOMAÇÃO E ELETRIFICAÇÃO

O estudo realizado sobre automação e eletrificação para o projeto da Lagoa Salgada (*T2022-587 - Automation Study for Lagoa Salgada - Industry Mining V1.0*) revelou um potencial significativo para aumentar a segurança, a eficiência e a sustentabilidade das operações mineiras. A integração de tecnologias avançadas de automação e a eletrificação de equipamentos apresentam inúmeros benefícios que podem provocar uma revolução na indústria mineira subterrânea. Através deste estudo, foram identificados os principais resultados e tiradas conclusões que sublinham o impacto transformador da automação e eletrificação.

5.11.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E VANTAGENS

- Segurança reforçada: A automatização reduz a exposição dos mineiros a condições de risco e a tarefas potencialmente perigosas. O equipamento de controlo remoto ou autónomo elimina a necessidade do pessoal trabalhar em ambientes de alto risco, levando a uma diminuição de acidentes, ferimentos e mortes.

- Aumento da eficiência e da produtividade: A automatização melhora a eficiência operacional ao simplificar os processos, reduzir o tempo de inatividade e otimizar a utilização dos recursos. O equipamento autónomo pode funcionar de forma contínua e consistente, minimizando o erro humano e aumentando os níveis de produtividade.

- Redução de custos: A automação e a eletrificação podem produzir poupanças de custos significativas a longo prazo. Embora o investimento inicial possa ser substancial, a eliminação de tarefas de mão de obra intensiva, a melhor utilização do equipamento e a redução dos custos de energia e manutenção podem resultar numa maior rentabilidade das operações mineiras.

- Sustentabilidade ambiental: A eletrificação do equipamento mineiro subterrâneo reduz as emissões de gases com efeito de estufa e a poluição atmosférica, melhorando assim o desempenho ambiental. A transição de máquinas movidas a diesel para sistemas eléctricos reduz a pegada de carbono e minimiza o impacto nos ecossistemas circundantes.

5.11.2 RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO

- Integração de tecnologias: As empresas mineiras devem dar prioridade à integração de tecnologias de automação e eletrificação nas suas operações. Realizar estudos de viabilidade completos e projectos-piloto para avaliar a adequação e eficácia de tecnologias específicas para ambientes de exploração subterrânea. Colaborar com fornecedores de tecnologia e fabricantes de equipamentos para garantir uma integração perfeita e um desempenho ótimo.

- Requalificação e formação da força de trabalho: À medida que a automação se torna mais prevalente, as empresas de exploração mineira devem investir na requalificação e na melhoria das competências da sua força de trabalho. Fornecer programas de formação abrangentes para equipar os funcionários com as competências necessárias para operar e manter o equipamento automatizado e elétrico. Promover uma cultura de aprendizagem contínua e adaptabilidade para garantir uma transição suave e maximizar os benefícios das novas tecnologias.

- Apoio regulamentar e político: Os governos e os órgãos reguladores devem desenvolver políticas e regulamentos de apoio que incentivem a adoção da automação e eletrificação na exploração subterrânea. Fornecer incentivos, subsídios ou benefícios fiscais às empresas mineiras que investem em tecnologias e práticas sustentáveis. Promover a colaboração entre as partes interessadas para abordar as considerações legais e de segurança associadas à automação.

- Análise de dados e conectividade: Adotar a digitalização e implementar sistemas robustos de análise de dados para recolher e analisar dados em tempo real de equipamentos automatizados. Utilizar soluções de conetividade avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), para melhorar a monitorização do equipamento, a manutenção preditiva e a tomada de decisões operacionais. Aproveitar as informações baseadas em dados para otimizar os processos mineiros e melhorar a eficiência global.

- Colaboração e partilha de conhecimentos: Promover a colaboração entre empresas mineiras, fabricantes de equipamentos, fornecedores de tecnologia e instituições de investigação para partilhar as melhores práticas, experiências e lições aprendidas. Estabelecer padrões para toda a indústria para automação e eletrificação na exploração subterrânea para garantir a interoperabilidade e facilitar a adoção generalizada.

A automação e a eletrificação têm o potencial de revolucionar a exploração mineira subterrânea, permitindo operações mais seguras, mais eficientes e ambientalmente sustentáveis. As conclusões deste estudo destacam os inúmeros benefícios associados a estas tecnologias, incluindo a melhoria da segurança, o aumento da eficiência, a redução de custos e a sustentabilidade ambiental. Para implementar com sucesso a automação e a eletrificação, as empresas mineiras devem concentrar-se na integração da tecnologia, na formação da força de trabalho, no apoio regulamentar, na análise de dados e na colaboração. Ao adotar estas recomendações, a indústria mineira subterrânea pode prosperar na era da automação, alcançando maior produtividade, rentabilidade e sustentabilidade.

Prevê-se que, seguindo as directrizes deste estudo, o projeto da Lagoa Salgada possa reduzir os seus custos operacionais (OPEX) da mina subterrânea em 10%.

6 PROCESSOS MINERALÚRGICOS

A Lavaria da Lagoa Salgada foi concebida para o tratamento do minério proveniente da mina subterrânea, correspondente aos cinco domínios explorados (Sulfureto Maciço Fresco, Sulfureto de Transição, Stringer, Stockwork e Gossan) para a obtenção de concentrados metálicos de cobre, chumbo, zinco, estanho e um produto adicional sob a forma de lingotes (prata e ouro).

Uma vez que o Projeto contempla o processamento mineralúrgico de 5 domínios diferentes em separado, a lavaria foi pensada de modo a ser possível realizar as alterações necessárias num menor curto tempo possível. A Lavaria consistirá em várias áreas, Britagem, Moagem, Flutuação, Lixiviação, Filtragem e Rejeitados, Área de Reagentes e Serviços Auxiliares (ar, água bruta e de processamento, etc.) que serão descritos, em detalhe e independentemente para cada domínio, nos próximos capítulos.

Os relatórios realizados para os vários programas de testes mineralúrgicos encontram-se no ANEXO III, bem como os critérios de projeto, balanços de massa e água, lista de equipamentos e desenhos de projeto.

A Figura 6.1 apresenta um diagrama do processo mineralúrgico dimensionado para o Projeto da Lagoa Salgada.

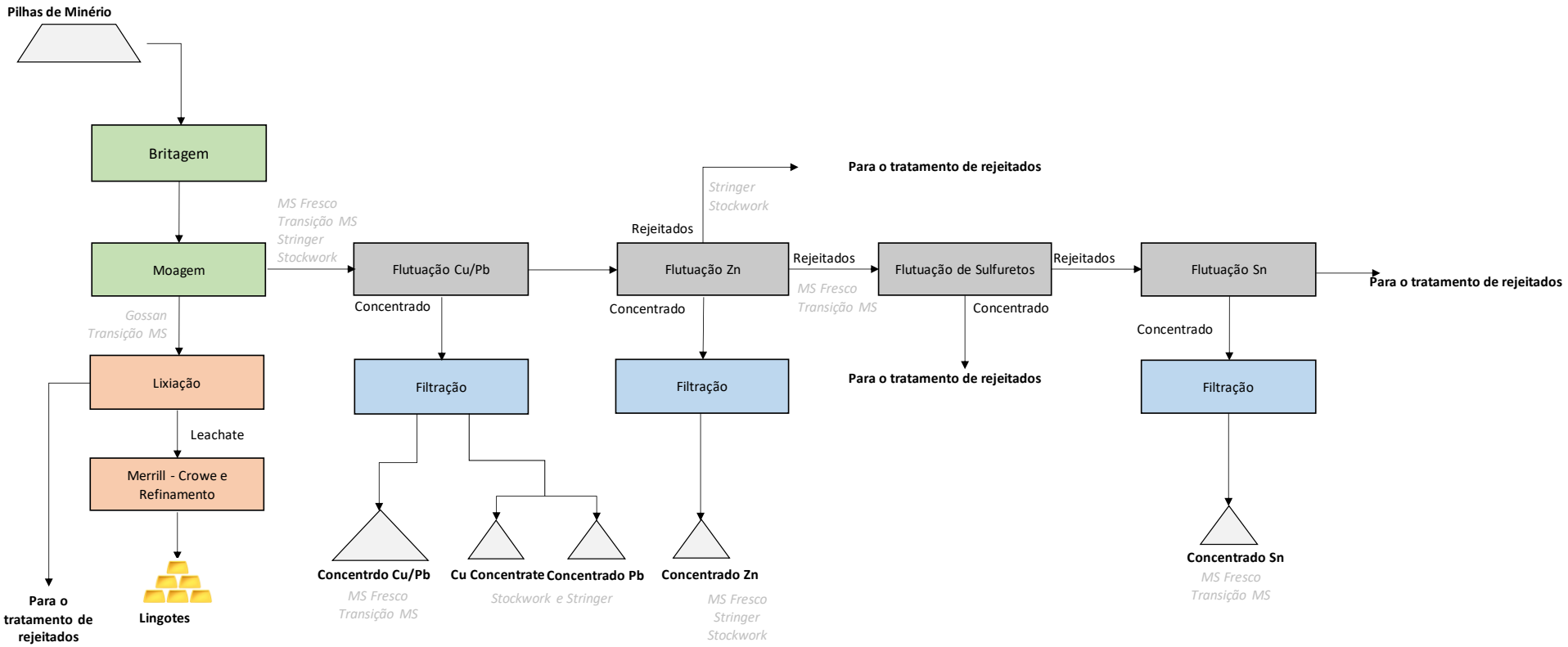


Figura 6.1 – Diagrama Geral do Processo

6.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

6.1.1 BRITAGEM

Ao longo da vida útil da mina, o minério será transportado de camião desde os trabalhos subterrâneos até à área de britagem, onde será descarregado diretamente na instalação através de um crivo de proteção estática a que se segue uma tolva de descarga (100-HOPP-01) ou, alternativamente, alimentado por pá carregadora frontal desde o parque minério. O minério será descarregado através de um alimentador de grelha (100-GRIZ-01). O minério mais grosseiro que 200 mm será britado no britador primário de maxilas (100-CRUS-01). O material proveniente da grelha e britador primário será descarregado num tapete de sacrifício (100-CONV-01) que alimentará uma tela de maiores dimensões que descarregará no silo (100-SILO-01) dimensionado com capacidade de 8 horas. A correia transportadora de sacrifício será equipada com uma balança dinâmica (100-WEIG-01), um detetor de metais (100-METD-01) e um separador magnético (100-MAGT-01) para remover qualquer material residual ou partículas metálicas presentes na alimentação. A descarga do silo será feita através de alimentador vibratório (100-FEED-02) ou tela alimentadora para trazer o material na tela alimentadora do moinho (100-CONV-03) que fornecerá o minério ao circuito de moagem. Esta correia transportadora será equipada com uma balança dinâmica (100-WEIG-02) para a reconciliação da produção da unidade de processamento.

Como medida de contingência, uma comporta de desvio de emergência direcionará o material diretamente para o silo ou bypass do silo para um transportador de bypass (100-CONV-04) alimentando um stock próximo ao silo (100-SILO-01). Este stock terá uma capacidade de volume de produção de 2 dias. O material do stock de emergência será transportado com uma pá carregadora frontal até uma tolva de descarga (100-HOPP-02) com um alimentador vibratório (100-FEED-01) retornando o material ao transportador de alimentação do moinho.

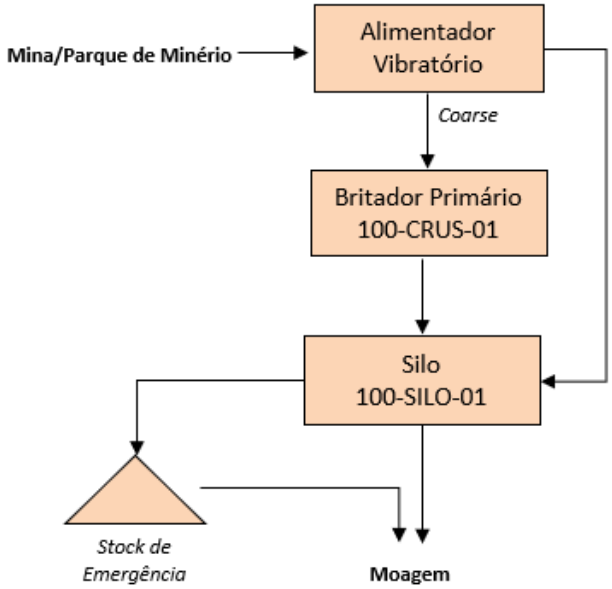


Figura 6.2 – Diagrama do circuito de britagem

6.1.2 MOAGEM

O circuito de moagem receberá o material da área de britagem e produzirá um produto final moído com um D80 de 29 µm utilizando as três seguintes etapas: moinho SAG, moinho de bolas e moinho vertical em circuito fechado com duas baterias de hidrociclones.

O minério da área de britagem será descarregado no moinho SAG (200-SAGM-01), onde será adicionada água para formar uma pasta, este ponto que representa o início do processo húmido do fluxograma. O moinho SAG descarregará o produto moído, por gravidade, para um peneiro vibratório (200-VSCR-01) que rejeitará o material grosseiro e recirculará o material de volta, através uma tela transportadora (200-CONV-01), para um britador de material grosseiro. Esta correia transportadora será equipada uma balança dinâmica (200-WEIG-01), detetor de metais (200-METD-01) e um separador magnético (200-MAGT-01) para remover quaisquer partículas metálicas no minério. Este minério será depois descarregado numa tolva (200-HOPP-01) instalada com um alimentador (200-FEED-01) para transportar o material para um britador cônico (200-PEBC-01), que descarregará no mesmo transportador alimentando o moinho SAG. O material proveniente do crivo vibratório será coletado por gravidade numa caixa de bombas com bombas horizontais (200-HPMP-01A/B).

As bombas horizontais conduzirão a polpa para a bateria primária de hidrociclones (200-CYCL-01) que gerará duas correntes, *underflow* (minério grosseiro) e *overflow* (minério fino). A corrente de *underflow* descarregará no moinho de bolas (200-BMIL-01), onde será adicionada água para ajustar a densidade da pasta e descarregará o produto moído por gravidade para a mesma caixa de bombagem do material do crivo vibratório. O *overflow* dos ciclones será coletado por gravidade numa caixa de bombagem com bombas horizontais (200-HPMP-02A/B).

As bombas horizontais anteriores conduzirão a polpa para uma bateria secundária de hidrociclones (200-CYCL-02). O *underflow* alimentará o estágio de moagem terciária, com um moinho vertical (200-VMIL-01) descarregando o produto para as mesmas unidades de bombagem coletando o *overflow* dos ciclones primários. O *overflow* representará o fluxo de moagem final seguindo para a área de flotação.

Toda a área de moagem será implementada sobre uma placa de betão com declive negativo para as bombas de fossa (200-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito. Uma ponte rolante (200-BCRA-01) cobrirá toda a área para fins de manutenção e carga de elementos necessários à moagem.

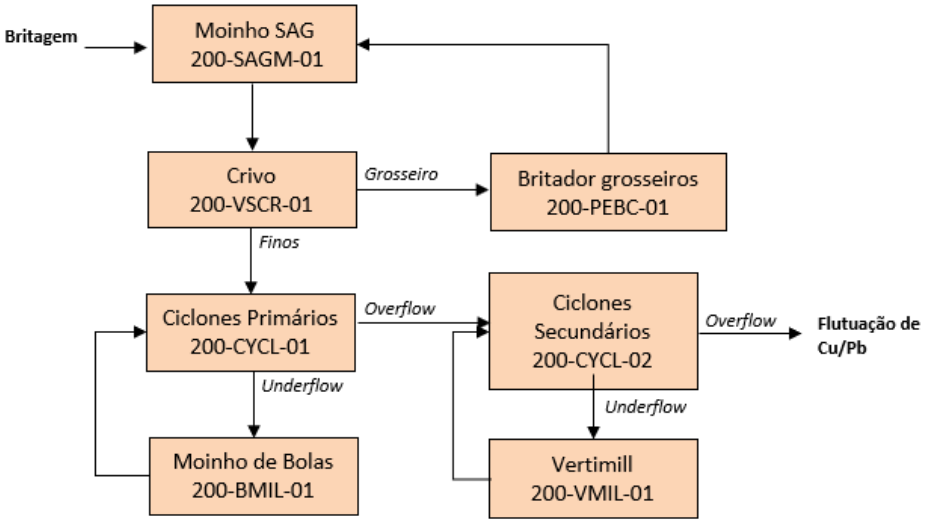


Figura 6.3 – Diagrama do circuito de britagem.

6.1.3 FLUTUAÇÃO

6.1.3.1 FLUTUAÇÃO DE COBRE E CHUMBO

Esta área será utilizada para a flutuação dos metais Cu e Pb de acordo com o domínio mineral a ser processado. O circuito de flutuação de cobre e chumbo será composto por uma etapa inicial com tanques de arejamento e condicionamento, seguido de uma linha de desbaste com três células de desbaste, um moinho de remoagem em circuito fechado com hidrociclones e quatro estágios de relavagem em seis células. Os rejeitados mais grosseiros são encaminhados para um tanque de condicionamento adicional alimentando a célula de apuramento cujo concentrado será bombeado para uma etapa adicional de remoagem, equivalente à descrita anteriormente para o desbaste, seguida de duas etapas de relavagem em quatro células.

Este circuito permitirá a produção de concentrados de Cu e Pb a granel ou separados, dependendo do domínio mineral a ser processado. Para a produção de concentrados a granel de Cu/Pb, quando se processar MS Fresco ou MS Transição, os dois circuitos de desbaste e apuramento funcionarão em paralelo, produzindo um único concentrado de

Cu/Pb. No caso do processamento de Stockwork e Stringer, para produzir concentrados separados de Cu e Pb, o circuito de desbaste atuará como circuito de flutuação de Cu e o apuramento atuará como circuito de flutuação de Pb.

O projeto foi pensado para o caso mais conservador em termos de volume de flutuação, dividindo ao máximo as diferentes etapas para obter a flexibilidade necessária para o tratamento de diferentes domínios. Ao processar um domínio mineral que não exigirá todo o volume de flutuação, a polpa continuará a fluir por todas as células de flutuação, fechando a entrada de ar para as inoperativas.

Toda a área será implantada numa bacia de betão com declividade negativa em direção às bombas de fossa (300-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito. Uma ponte rolante (300-BCRA-01) cobrirá toda a área para fins de manutenção.

CONFIGURAÇÃO PARA PRODUZIR CONCENTRADOS DE CU/PB A GRANEL NO PROCESSAMENTO DOS DOMÍNIOS MINERAIS MS FRESCO E MS DE TRANSIÇÃO:

O material proveniente do circuito de moagem com D80 nominal de 29 µm e aproximadamente 32,5% de sólidos (p/p) será bombeado para os tanques de arejamento (300-AERA-01) e condicionamento (300-COND-01). A polpa condicionada fluirá então por gravidade para as células de flutuação de desbaste (300-FLOT-01 a 03). Nessas células, um concentrado de desbaste será coletado e bombeado para uma etapa de remoagem composta por uma bateria de hidrociclones (300-CYCL-01) e um moinho de remoagem (300-TMIL-01). O material que sai do *overflow* do ciclone com um D80 nominal de 12 µm alimentará um tanque de condicionamento adicional (300-COND-03) e, por gravidade, fluirá para as células de relavagem (300-FLOT-05 a 10) que têm quatro estágios de relavagem. O concentrado produzido na última etapa de relavagem representará o primeiro fluxo de concentrado Cu/Pb. Os rejeitados da relavagem serão bombeados para o tanque de condicionamento do circuito de apuramento.

Os rejeitados do desbaste alimentarão um tanque de condicionamento adicional (300-COND-02) alimentando a célula de apuramento (300-FLOT-04). O concentrado será encaminhado para um circuito de remoagem onde um moinho de remoagem (300-TMIL-02) em circuito fechado com uma bateria de hidrociclones (300-CYCL-02) reduzirá a granulometria para um D80 de 12 µm. O concentrado remoído do apuramento, juntamente com os rejeitados da relavagem anterior, chegarão a um tanque de condicionamento (300-COND-04) alimentando dois estágios adicionais de células de relavagem (300-FLOT-11 a 14). O concentrado do último estágio da relavagem representará o segundo concentrado de Cu/Pb que, junto com o primeiro, será bombeado para a área de filtragem. Os rejeitados da relavagem e apuramento serão coletados numa caixa de bomba e bombeados (300-HPMP-03A/B) para a área de flutuação de Zn.

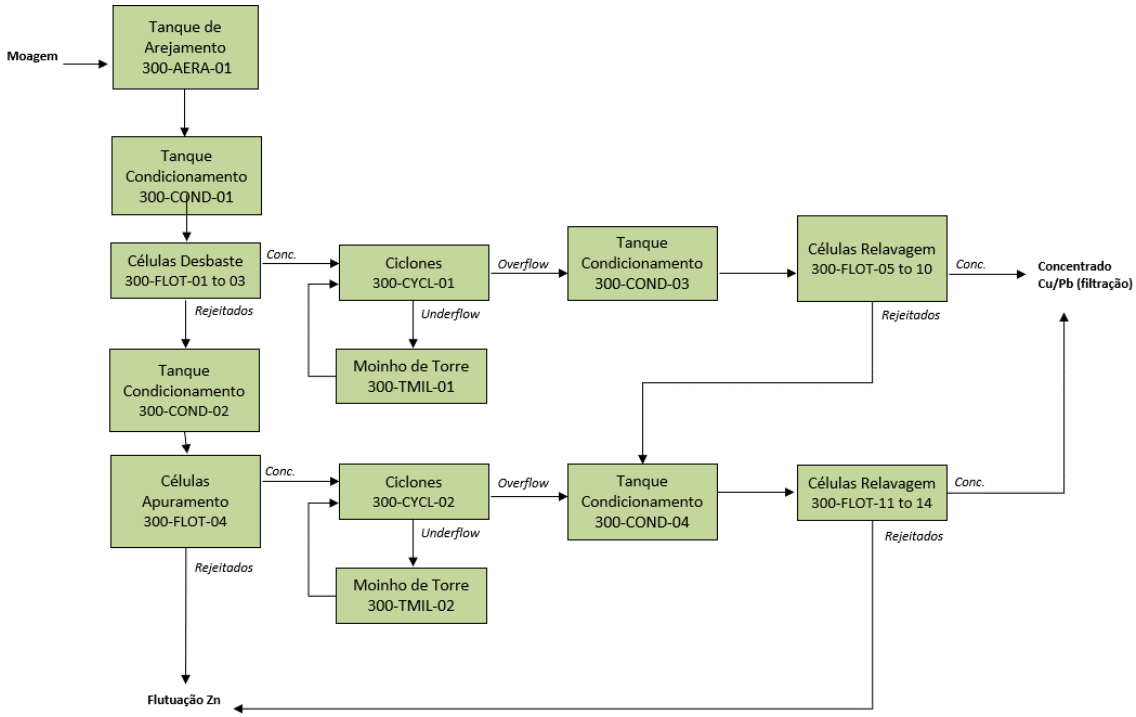


Figura 6.4 – Diagrama para a produção de concentrados de Cu/Pb.

CONFIGURAÇÃO PARA PRODUZIR CONCENTRADOS SEPARADOS DE CU E PB AO PROCESSAR OS DOMÍNIOS MINERAIS STOCKWORK E STRINGER:

O material proveniente do circuito de moagem com D80 nominal de 29 µm e aproximadamente 32,5% de sólidos (p/p) será bombeado para os tanques de arejamento (300-AERA-01) e condicionamento (300-COND-01). A polpa condicionada fluirá então por gravidade para as células de flutuação de desbaste (300-FLOT-01 a 03). Nessas células, o concentrado do desbaste será coletado e bombeado para uma etapa de remoagem composta por uma bateria de hidrociclones (300-CYCL-01) e um moinho de remoagem (300-TMIL-01). O material do *overflow* do ciclone com D80 nominal de 12 µm alimentará o tanque de condicionamento (300-COND-03) e por gravidade fluirá para os quatro estágios das células de apuramento (300-FLOT-05 a 10). O concentrado produzido na última etapa de apuramento representará o concentrado final de Cu a ser bombeado para a área de filtragem. Os rejeitados do apuramento serão bombeados para o tanque de condicionamento do apuramento do circuito Pb.

Os rejeitados mais grosseiros de cobre alimentarão um tanque de condicionamento adicional (300-COND-02) alimentando o estágio mais grosseiro de Pb (300-FLOT-04). O concentrado mais grosseiro será desviado para um circuito de remoagem onde um moinho de remoagem (300-TMIL-02) em circuito fechado com uma bateria de hidrociclones (300-CYCL-02) reduzirá a granulometria para D80 de 12 µm. Os concentrados do desbaste, juntamente com os rejeitados do apuramento de Cu, alimentarão um tanque de condicionamento (300-COND-04) alimentando os dois estágios das células de apuramento (300-FLOT-11 a 14). O concentrado do último estágio de apuramento representará o concentrado de Pb final a ser bombeado para a

área de filtragem. Os rejeitados do desbaste e apuramento serão coletados numa caixa de bomba e bombeados (300-HPMP-03A/B) para a área de flotação de Zn.

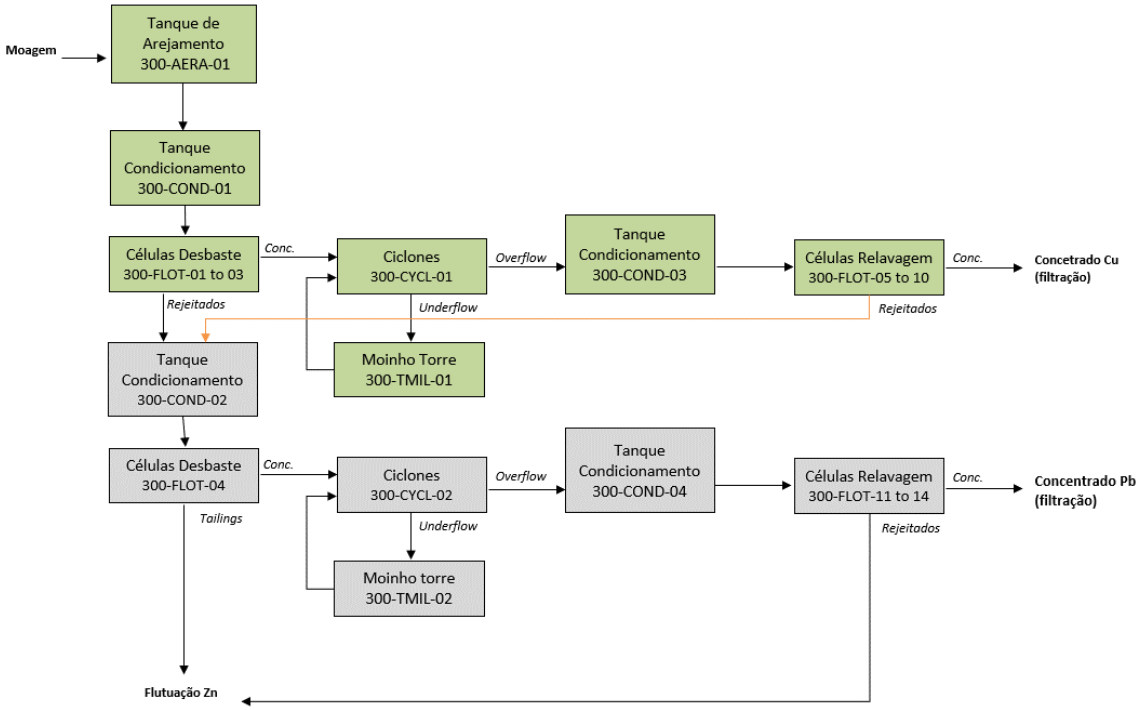


Figura 6.5 – Diagrama para a produção separada de concentrados de Cu e Pb.

MANUSEAMENTO E TRANSPORTE DE CONENTRADO DE CHUMBO

O concentrado de chumbo gerado na unidade de processamento mineral será manuseado meticulosamente. Para garantir o transporte e manuseio adequados dos concentrados de chumbo, é essencial seguir diretrizes específicas. Primeiramente, o armazenamento irá ocorrer em locais projetados para esse fim, como armazéns ventilados, equipados com sistemas de contenção de derrames. Durante o manuseamento do concentrado, os trabalhadores devem utilizar equipamentos de proteção individual, evitando o contato direto com a pele e a inalação da poeira. No transporte, o concentrado será embalado em recipientes herméticos para evitar derrames e contaminação ambiental. Durante todas as etapas, a supressão da poeira é fundamental, utilizando técnicas como aplicação de água. O descarte de resíduos deve seguir regulamentações locais e nacionais. A monitorização ambiental regular será necessária para detetar qualquer contaminação. Além disso, a educação e conscientização dos envolvidos sobre os riscos e práticas seguras são essenciais para um transporte e manuseio responsável.

Os trabalhadores envolvidos no processo devem também ser alvo de exames regulares no âmbito da medicina no trabalho para acompanhar eventual contaminação com estes agentes.

6.1.3.2 FLUTUAÇÃO DE ZINCO

O circuito de flotação de Zn será composto por uma etapa inicial com tanques de condicionamento, seguida de uma linha de desbaste com duas células, um moinho de remoagem em circuito fechado com hidrociclones e quatro estágios de relavagens em oito células. Os rejeitados do desbaste irão fluir para duas células de apuramento, cujo concentrado será bombeado para uma etapa adicional de remoagem, equivalente à descrita anteriormente para o desbaste, seguida de duas etapas de relavagem em duas células.

Com exceção do MS Fresco que passará por todos os estágios e células de flutuação nesta área de processo, os demais domínios utilizarão apenas o circuito de desbaste e de relavagens. O projeto foi pensado para o caso mais conservador em termos de volume de flutuação, dividindo ao máximo as diferentes etapas para obter a flexibilidade necessária para o tratamento de diferentes domínios. Ao processar um domínio mineral que não exigirá todo o volume de flutuação disponível na instalação, o circuito da polpa continuará por todas as células de flutuação, fechando a entrada de ar para as inoperantes (que não fazem falta naquele domínio).

Toda a área será implantada em sobre uma bacia de betão com declividade negativa em direção às bombas de fossa (400-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito. Uma ponte rolante (300-BCRA-01) cobrirá toda a área para fins de manutenção.

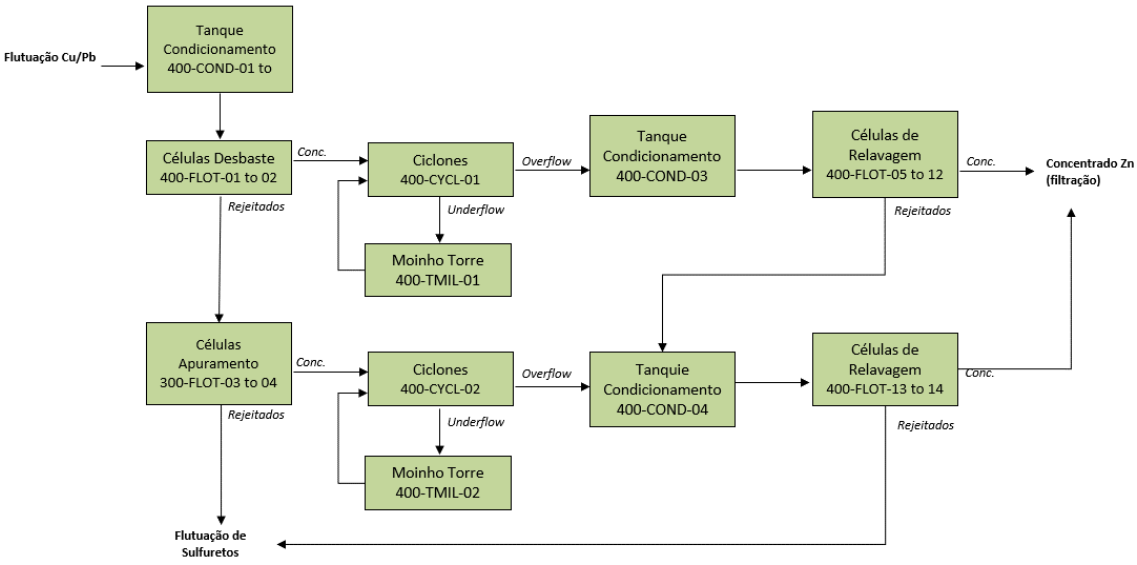


Figura 6.6 – Diagrama de flutuação do Zn.

O material que sair do circuito de flutuação de Cu/Pb com D80 nominal de 20 µm e aproximadamente 29,5% de sólidos (p/p) será bombeado para os tanques de condicionamento (400-COND-01 e 02). A polpa condicionada fluirá então por gravidade para as células de flutuação desbaste (400-FLOT-01 e 02). Nessas células, um concentrado de desbaste será coletado e bombeado para uma etapa de remoagem

composta por uma bateria de hidrociclones (400-CYCL-01) e um moinho de remoagem (400-TMIL-01). O material que sai do transbordo do ciclone com D80 nominal de 12 µm alimentará um tanque de condicionamento (400-COND-03) e, por gravidade, fluirá para as células de relavagem (400-FLOT-05 a 12) conformando quatro estágios de relavagens. O concentrado produzido no último estágio de relavagem representará o primeiro fluxo de concentrado de Zn. Os rejeitados das relavagens serão bombeados para o tanque de condicionamento das relavagens do circuito de apuramento.

Os rejeitados do desbaste alimentarão as células de apuramento (400-FLOT-03 e 04). Nessas células, um concentrado de apuramento será coletado e bombeado para outro estágio de remoagem composto por uma bateria de hidrociclones (400-CYCL-02) e um moinho de remoagem (400-TMIL-02). O material que sai do *overflow* dos ciclones com D80 nominal de 12 µm alimentará um tanque de condicionamento (400-COND-04) e, por gravidade, fluirá para as células de relavagem (400-FLOT-13 e 14) conformando dois estágios de relavagem. O concentrado da última etapa de relavagem representará o segundo concentrado de Zn que, junto com o primeiro, será bombeado para a área de filtragem. Os rejeitados do apuramento e da relavagem serão coletados numa caixa de bomba e bombeados (400-HPMP-02A/B) para o próximo estágio.

Ao processar os domínios Stockwork e Stringer, os rejeitados da flutuação de Zn serão bombeados para a área de gestão de resíduos. Para o caso de MS Fresco e MS Transição, a polpa será transferida para a próxima área de flutuação de sulfuretos.

6.1.3.3 FLUTUAÇÃO DE SULFURETOS

Esta área será utilizada para a remoção de sulfuretos durante o processamento dos domínios MS Fresco e MS Transição, antes da concentração dos minerais de estanho na próxima área de processo. A separação dos sulfuretos será feita por meio de um circuito de flutuação composto por um tanque de condicionamento, uma etapa de desbaste com quatro células e três etapas de relavagem com uma célula cada.

Toda a área será implantada numa bacia de betão com declive negativo em direção às bombas de fossa (500-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito. Uma ponte rolante (300-BCRA-01) cobrirá toda a área para fins de manutenção.

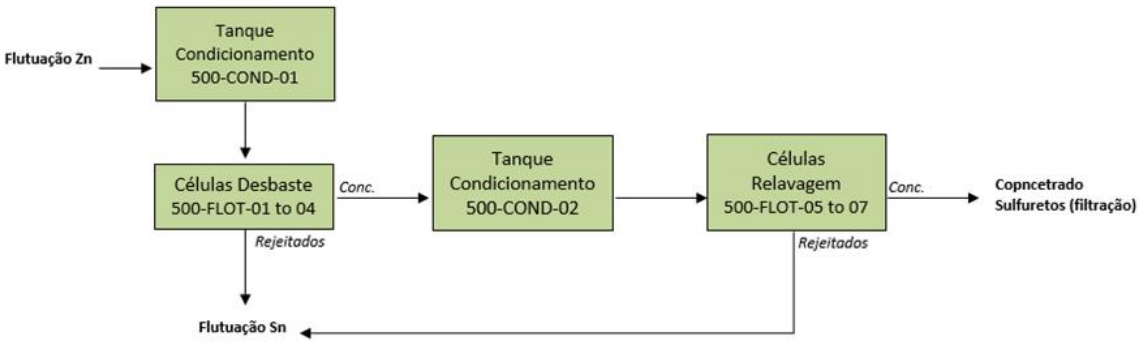


Figura 6.7 – Diagram de flutuação de sulfuretos.

O material que sair do circuito de flutuação de Zn com D80 nominal de 20 µm e aproximadamente 27,9% de sólidos (p/p) será bombeado para o tanque de condicionamento (500-COND-01). A polpa condicionada fluirá então por gravidade para as células de flutuação de desbaste (500-FLOT-01 a 04). Nestas células, um concentrado de desbaste será coletado e bombeado para o tanque de condicionamento (500-COND-02), e por gravidade fluirá para as células de relavagem (500-FLOT-05 a 07) conformando em três estágios. O concentrado produzido na última etapa de relavagem representará o fluxo de sulfuretos que será bombeado para a área de gestão de rejeitados. Os rejeitados mais grosseiros serão coletados em uma caixa de bomba e bombeados (500-HPMP-01A/B) para a área de flotação de Sn.

6.1.3.4 FLUTUAÇÃO DE ESTANHO

A flutuação de estanho concentrará os minerais de estanho ao processar os domínios MS Fresco e MS Transição, combinando flutuação e tecnologias de concentração gravimétrica. O circuito de flutuação, com tanques de condicionadores e arejamento, flutuação de desbaste em duas células e cinco estágios de relavagem, uma célula cada, produzirá um concentrado intermediário de estanho que alimentará seção final de concentração gravítica. Quatro separadores multi-gravíiticos aumentarão o teor de estanho para um grau vendável, recirculando os rejeitados de volta para a cabeça do circuito de flutuação das relavagens.

Toda a área será implantada em uma bacia de betão com declividade negativo em direção às bombas de fossa (600-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito. Uma ponte rolante (300-BCRA-01) cobrirá toda a área para fins de manutenção.

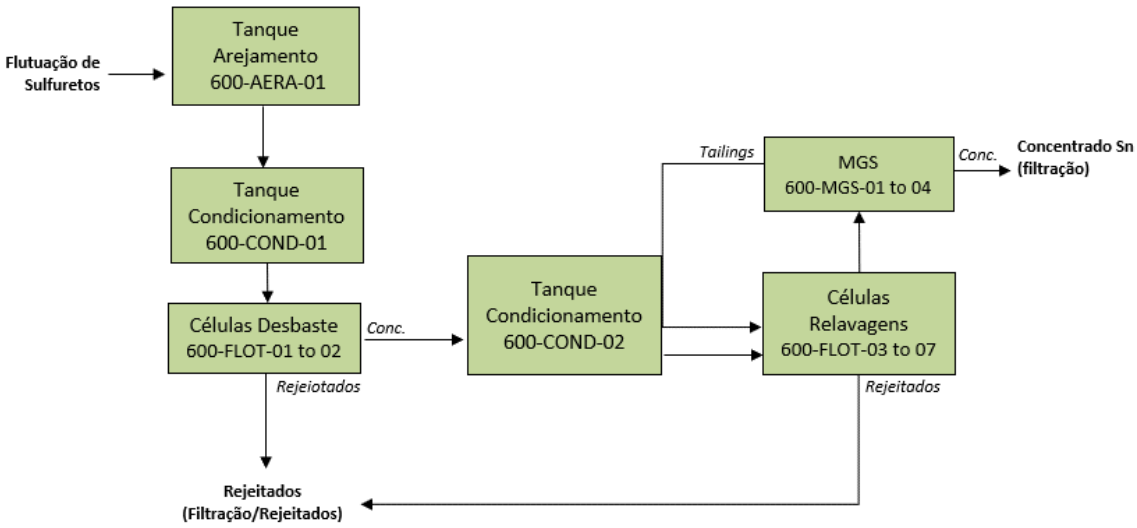


Figura 6.8 – Diagrama de Flutuação de Sn.

O material que sair do circuito de flutuação de sulfetos com D80 nominal de 20 µm aproximadamente 26,9% de sólidos (p/p) será bombeado para o tanque de arejamento (600-AERA-01) e condicionamento (600-COND-01). A polpa condicionada fluirá então

por gravidade para as células de flutuação de desbaste (400-FLOT-01 e 02). Nestas células, o concentrado de desbaste será coletado e bombeado para o tanque de condicionamento (600-COND-02), e por gravidade fluirá para as células de relavagem (600-FLOT-03 a 07) conformando cinco estágios de limpeza. O concentrado produzido na última etapa de relavagem será o fluxo intermédio de concentrado de Sn que será bombeada para a secção de separação gravítica. Os separadores multigravidade (600-MGS-01 a 04) aumentarão o teor de estanho para um grau vendável, recirculando os rejeitados de volta para a cabeça do circuito de flutuação das relavagens. Os rejeitados do desbaste e das relavagens serão coletados em uma caixa de bomba e bombeados (600-HPMP-01A/B) para a área de gestão de rejeitados.

6.1.4 LIXIVIAÇÃO

Esta área de processo recuperará Au e Ag presentes nos domínios Gossan e MS Transição, através de um processo convencional de lixiviação com cianeto seguido de um processo CCD (*Counter-Current Decantation*) e precipitação Merrill-Crowe. Todos os equipamentos que fazem parte desta secção serão implementados separadamente do edifício principal do processo.

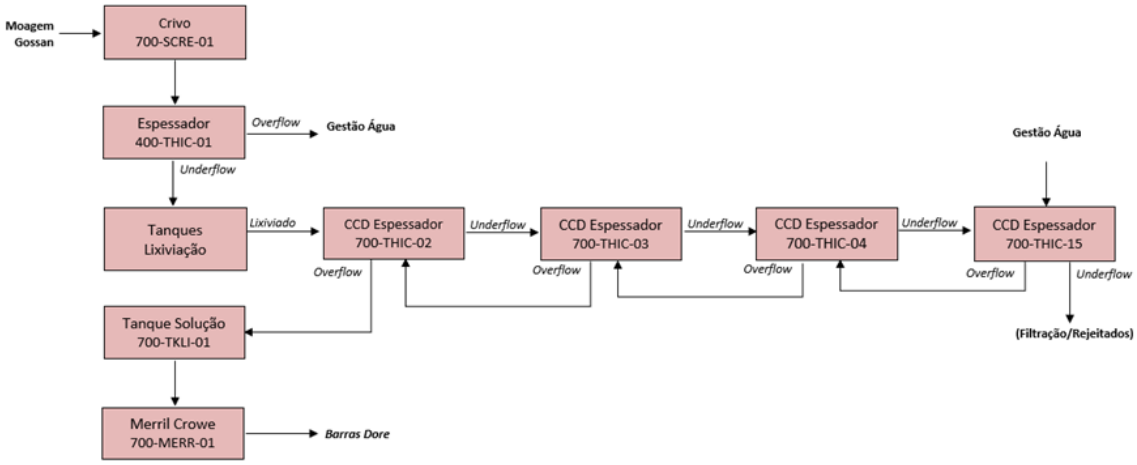


Figura 6.9 – Diagrama de Lixiviação.

O material que sair do circuito de moagem com um D80 nominal de 29 µm e aproximadamente 35% de sólidos (p/p) será bombeado para a área de lixiviação. A etapa começará com uma triagem com crivo vibratório (700-SCRE-01) para retirada de plásticos, madeiras ou outros elementos que prejudiquem o processo de lixiviação. O material do infra-crivo será descarregado por gravidade para o espessador (700-THIC-01), aumentando o teor de sólidos para 45% em peso. O *underflow* do espessador será bombeado (700-HPMP-01A/B) para os seis tanques de lixiviação (700-TKLE-01 a 06) conectados por gravidade, onde será adicionada uma solução de cianeto para lixiviar os metais de interesse.

A polpa do último tanque será descarregada por gravidade para o primeiro dos quatro espessadores CCD (700-THIC-02 a 05). O *underflow* de cada espessador será bombeado,

avançando para o próximo enquanto o *overflow* será descarregado por gravidade para o anterior. O padrão de fluxo em contracorrente ajuda a maximizar a eficiência do processo de separação e garante que a maior concentração possível do mineral seja obtida do minério.

O primeiro overflow do espessador representará o *licor* rico que será acumulado num tanque de armazenamento (700-TKLI-01) alimentando a Merrill-Crowe final e a área da refinaria (700-MERR-01), onde a adição de zinco à solução permitirá a precipitação eficiente dos metais, ocorrendo um processo de fundição para a obtenção de barras de ouro.

Toda a área será implantada em numa bacia de betão com declive negativo em direção às bombas de fossa (700-SPMP-01A/B) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo a mesma ao circuito.

PROCESSO MERRILL-CROWE

O processo de cianetação, proposto para a área de lixiviação da unidade de tratamento mineral da Lagoa Salgada, tem uma história que remonta à década de 1890. O método, amplamente utilizado para extrair ouro e prata de minérios, incorpora a inovadora técnica de precipitação conhecida como cimentação de zinco. Esta técnica, que constitui a base do processo Merrill-Crowe, foi patenteada em 1884. Notavelmente, foi rapidamente integrada em aplicações industriais, antecedendo a adoção generalizada do próprio processo de cianetação.

PRINCIPIOS BÁSICOS DA CIMENTAÇÃO DE ZINCO

Qualquer metal com maior afinidade pelo cianeto do que o ouro ou a prata desloca esses metais, deixando o precipitado solubilizado como um cianeto metálico complexo, precipitando assim os metais preciosos. Por exemplo, a ordem eletroquímica em soluções de cianeto indica a sequência de positivo para negativo: Mg, Al, Zn, Cu, Au, Ag, Hg, Pb, Fe, Pt. Qualquer metal nesta sequência tenderá a dissolver-se numa solução de cianeto mais rapidamente do que o metal à sua direita, deslocando-os e precipitando-os. Por exemplo, o cobre precipitará ouro, prata, mercúrio, etc.

Magnésio ou alumínio precipitariam ouro e prata mais rapidamente do que o zinco. No entanto, o zinco oferece maiores vantagens económicas e técnicas, tornando-o o método mais amplamente utilizado em todo o mundo para a cimentação de ouro e prata. Consequentemente, é crucial que a solução tenha um potencial de oxidação baixo para estabilizar o ouro e a prata metálicos.

O PROCESSO MERRILL-CROWE

O processo Merrill-Crowe é um método amplamente utilizado para a recuperação de metais preciosos, particularmente ouro e prata, a partir de soluções de lixiviação por cianeto. Envolve a cimentação destes metais a partir da solução utilizando pó de zinco. As etapas do processo são as seguintes:

1. **Clarificação**: a solução líquida de ouro proveniente dos tanques de lixiviação frequentemente contém impurezas e partículas sólidas. É clarificada por filtração ou outros métodos para remover sólidos em suspensão e impurezas, garantindo uma solução de alimentação limpa para a etapa de precipitação.
2. **Desaeração**: a solução clarificada é então desaerada para reduzir a concentração de oxigénio dissolvido. Isto é crucial para prevenir reações secundárias indesejadas que podem reduzir a eficiência da precipitação e consumir zinco em excesso. A desaeração é frequentemente alcançada aplicando vácuo à solução.
3. **Precipitação**: o pó de zinco é introduzido na solução desaerada. O zinco, com maior afinidade pelo cianeto do que o ouro ou a prata (como descrito acima), desloca estes metais preciosos da solução. A reação química global pode ser representada da seguinte forma:

$$2Au(CN)_2^- + Zn = 2Au + Zn(CN)_4^{2-}$$

4. **Filtração**: após a precipitação, a mistura é submetida a filtração para separar o precipitado sólido (ouro e prata) da solução. Diversos sistemas de filtração, como filtros de placas e molduras, folhas, discos e velas, podem ser empregues.
5. **Secagem e fundição**: o precipitado é então seco e fundido para obter ouro e prata puros.

FUNDIÇÃO NO PROCESSO MERILL-CROWE

Como descrito, o processo de fundição tem como objetivo converter o precipitado recolhido em ouro e prata metálicos refinados.

A fundição ocorre num forno a temperaturas elevadas, normalmente variando entre 1.100 e 1.300 graus Celsius. Durante a fundição, são adicionados materiais fundentes, como bórax ou cinzas de soda, para facilitar a separação de impurezas do metal fundido. Reações de oxidação e redução ocorrem, resultando na formação de uma escória composta por impurezas não metálicas e fundente. O metal fundido, contendo ouro e prata refinados, é então vertido em moldes a altas temperaturas para solidificar em barras ou formas desejadas. Uma gestão adequada da escória, envolvendo remoção eficiente, arrefecimento e conformidade com regulamentos ambientais, é essencial para obter metais preciosos de alta pureza, garantindo ao mesmo tempo uma eliminação responsável dos resíduos.

As escórias produzidas no processo de fundição Merrill-Crowe são inerentemente estáveis e inertes devido à vitrificação que ocorre no forno. A vitrificação, uma técnica amplamente utilizada para tornar materiais perigosos inertes, envolve a conversão dos materiais num estado vítreo, não cristalino. No caso das escórias de fundição, esta vitrificação garante que o material resultante seja completamente inerte. A escória fundida, contendo impurezas e fundente, passa por um arrefecimento rápido e solidificação, resultando numa estrutura vitrificada. Este estado vitrificado não só aumenta a estabilidade das escórias, como também reduz a lixiviação de elementos potencialmente prejudiciais para o ambiente. Como resultado, estas escórias vitrificadas

inertes irão ser depositadas no aterro de resíduos, contribuindo para práticas de gestão de resíduos ambientalmente responsáveis na indústria mineira.

EMISSÕES DO FORNO DE FUNDIÇÃO

Para garantir a conformidade ambiental e mitigar o impacto das emissões, os gases provenientes dos fornos de fundição são submetidos a um tratamento rigoroso. Tecnologias avançadas de controlo de emissões, incluindo lavadores, filtros e outros sistemas de redução da poluição, são utilizadas para capturar e neutralizar eficazmente matérias particuladas, dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de azoto (NO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO) e metais pesados. Estas medidas são implementadas para cumprir com leis e regulamentos rigorosos que regem as emissões. Ao submeter os gases de escape a um tratamento completo, as instalações industriais cumprem os padrões legais, evitando a libertação de poluentes para a atmosfera e protegendo tanto a saúde pública como o ambiente. Em projeto de execução o detalhe das emissões e processos de controlo serão descritos pormenorizadamente.

NEUTRALIZAÇÃO DE REJEITADOS

O processo de lixiviação da Lagoa Salgada terá incluída a neutralização dos rejeitados de modo a cumprir as melhores práticas do setor. Com base no Relatório de Ciência para Políticas do JRC (*Joint Recherche Centre*) sobre as BAT (*Best Available Techniques* - Melhores Técnicas Disponíveis) para a gestão de resíduos provenientes de indústrias extrativas, em conformidade com a Diretiva 2006/21/EC. Descreve-se a técnica da redução da presença de substâncias perigosas, especialmente cianetos, nos resíduos extrativos.

O método a utilizar na Lagoa Salgada será a destruição de cianetos por oxidação usando o processo SO_2/Ar.

O processo SO_2/ar, utilizado em todos os locais europeus, e a Lagoa Salgada ocorrerá o mesmo processo, para tratar as lamas antes de serem descarregadas na área de deposição de resíduos extrativos, é descrito pelas seguintes reações:

- Oxidação:

$$CN^-_{free} + SO_2 + O_2 + H_2O \leftrightarrows OCN^- + H_2SO_4 \quad (1a)$$

$$M(CN)_4^{2-} + 4SO_2 + 4O_2 + 4H_2O \leftrightarrows 4OCN^- + 4H_2SO_4 + M^{2+} \quad (1b)$$

onde $M^{2+} = Zn^{2+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Cd^{2+}$ etc.

- Neutralização usando cal:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrows CaSO_4 \times 2H_2O \quad (2)$$

- Precipitação:

$M^{2+} + Ca(OH)_2 \leftrightarrows M(OH)_2 + Ca^{2+}$ (3a)

$2M^{2+} + Fe(CN)_6^{4-} \leftrightarrows (M)_2 Fe(CN)$ (3b)

onde M = Zn, Cu, Ni, Cd, Fe, etc.

A presença de iões de cobre catalisa as reações. Os mesmos ligam-se ao cianeto formando complexos estáveis de cobre, que podem ser destruídos usando a oxidação tanto do cobre quanto do cianeto. Quanto maior a concentração de cobre, mais estáveis são esses complexos. Por outro lado, altos teores de cobre no minério exigirão mais cianeto na lixiviação e, se a eficiência de destruição do CN permanecer a mesma, a concentração residual de cianeto será maior, de acordo com o MTWR BREF (EC-JRC 2009).

A influência do dióxido de enxofre não é totalmente explicada, mas presume-se que alguns compostos intermediários são gerados, acelerando as reações. A dispersão de oxigênio está relacionada à viscosidade. Quando a viscosidade é alta, os níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) são mais baixos e a cinética da reação desacelera, de acordo com o MTWR BREF (EC-JRC 2009).

Finalmente, iões de cianeto podem hidrolisar para amónia de acordo com a seguinte reação:

$OCN^- + H^+ + 2H_2O \leftrightarrows HCO_3^- + NH_4^+$ (4)

O processo requer uma separação sólido/líquido a jusante para remover os Sólidos Totais Suspensos (TSS). A destruição de cianeto é aplicada nas seguintes fases do ciclo de vida da gestão de resíduos extrativos:

- Fase de Planeamento e Design

Planeamento das capacidades de tratamento e condições operacionais com base nas características dos resíduos extrativos e no processamento mineral.

- Fase Operacional (construção, gestão e manutenção)

Tratamento de resíduos extrativos antes da deposição.

a) Benefícios Ambientais Alcançados

Redução da concentração de cianeto nos resíduos extrativos.

b) Desempenho Ambiental e Dados Operacionais

A reação é normalmente realizada a um pH de ~ 7,5 a 9,5, adicionando cal automaticamente para neutralizar o ácido (H^+) formado na reação, a fim de manter o pH nesta faixa.

O dióxido de enxofre (SO_2) necessário na reação, é fornecido como metabissulfito de sódio ($Na_2S_2O_5$). O oxigênio (O_2) também é necessário na reação de oxidação e geralmente é fornecido na forma de ar comprimido. O cobre (Cu_2^+) é necessário como catalisador, normalmente adicionado como solução de sulfato de cobre ($CuSO_4$-$5H_2O$). Um misturador é utilizado no reator para garantir que o ar e os reagentes se dissolvam efetivamente no lodo. A quantidade de ar bombeado é mantida constante. A quantidade de metabissulfito de sódio é medida para corresponder à quantidade de cianeto utilizada no reator.

A destruição de CN pode reduzir a concentração de CN livre nas lamas de 140 mg/l para abaixo de 2 mg/l, se o teor de cobre no minério não for muito elevado. Se a alimentação para a lixiviação com cianeto contiver mais de 0,1% de Cu, não é possível atingir níveis tão baixos de CN livre nos resíduos extrativos do processamento mineral. Em concentrações elevadas de cobre, podem ser necessárias várias etapas de destruição de CN, de acordo com o MTWR BREF (EC-JRC 2009). A Tabela abaixo fornece uma visão geral das concentrações de CN reportadas em vários locais.

Níveis de CN em três operações europeias utilizando cianetação

Operação	Boliden*	Ovacık*	Rio Narcea*
Lixiviado de resíduos extrativos:			
CN Livre (mg/l)	120	200	400-450 (NaCN)
pH	-	10.5	10.5
Frequência de medição	Diariamente	A cada 2 horas	Continuamente online
Mín.	70	180	-
Máx.	50	220	-
Efluentes do tratamento:			
CN Livre	-	-	-
WAD CN	-	0.33	0
CN Total	0.87	0.4	10-30
pH		7-8	8.5
Frequência de medição	1-3 por dia	A cada 2 horas	A cada 3 horas
Mín.	0.31 (total)	0.06 (WAD)	1 (WAD)
Máx.	1.94 (total)	0.88 (WAD)	40 (WAD)
Na área de deposição de resíduos extrativos (incluindo a EWF):			
CN Livre	-	-	-
WAD CN	-	0.23	0
CN Total	0.3	0.39	20-30
pH	-	7-8	8.5
Frequência de medição	Esporádica	Diariamente	Diariamente

Mín.	0.05 (total)	0.04 (WAD)	10 (WAD)
Máx.	0.74 (total)	0.71 (WAD)	30 (WAD)
Descarga na área de deposição de resíduos extrativos (incluindo a EWF):			Sem descarga
CN Livre	0.06	Sem descarga	0
WAD CN			0.5-1.0
CN Total			8-8.5
pH			
Frequência de medição	Diariamente	-	Diariamente
Mín.	0	-	0.2 (WAD)
Máx.	0.33	-	2 (WAD)

*MTWR BREF (EC-JRC 2009)

- De acordo com o MTWR BREF (EC-JRC 2009), na planta de processamento mineral da Boliden, foi realizado em 2001 a monitorização da destruição do CN e da qualidade da água do efluente do resíduo extrativo do processamento mineral e do tanque de clarificação. Os resultados mostram que 99,5% do CN livre foi destruído. Uma degradação adicional do CN ocorre naturalmente no tanque. Resultados semelhantes foram relatados em Ovacık e Rio Narcea.
- Na mina de Kittilä, a concentração de WAD CN no resíduo extrativo lixiviado bombeado para o tanque de resíduos extrativos lixiviados (tanque CIL) é muito inferior ao valor limite de 25 mg/l (Diretiva 2006/21/CE). O nível de cianeto é monitorizado várias vezes ao dia. Toda a água é bombeada do tanque de resíduos extrativos lixiviados de volta para o processo, e nenhuma água é libertada do local.

Após a lixiviação por cianeto, o resíduo extrativo lixiviado é encaminhado para os tanques de destruição de cianeto. A concentração de cianeto no resíduo extrativo lixiviado que entra nos tanques de destruição é, em média, de 150-300 mg/l.

- Nas minas de Ovacık e Mastra, o teor total de cianeto no resíduo extrativo do processamento mineral foi relatado como sendo inferior a 1 ppm em Ovacık e inferior a 10 ppm em Mastra.
- Com base em informações de minas canadianas: um teor total de cianeto no lodo de resíduos extrativos inferior a 5 ppm é estimado como alcançável (MEND 2014).

Para garantir um bom desempenho, é importante gerir a dosagem de cianeto na lixiviação por cianeto e controlar com precisão a alimentação de metabisulfito de sódio e sulfato de cobre nos tanques de destruição de cianeto.

APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA PARA O DETOX DE CN^-

Podem ser aplicadas medidas de segurança ao destruir cianetos, através do seguinte:

- Dimensionamento do circuito de destruição de cianeto com capacidade duas vezes superior à necessidade real.
- Instalação de um sistema de backup para adição de cal.
- Instalação de geradores de energia de backup.

Uma vez que os rejeitados estão sujeitos a neutralização de cianeto os mesmos serão depositados no aterro de rejeitados em conjuntos com os restantes rejeitados provenientes dos outros processos de concentração. A classificação destes resíduos está no Anexo V.

6.1.5 FILTRAGEM E REJEITADOS

Todos os fluxos de concentrados provenientes das áreas de flutuação de Cu, Pb, Zn e Sn alimentarão a área de filtragem de concentrados para recuperar parte da água contida, reduzindo o teor de humidade a um nível adequado para expedição por via rodoviária e/ou ferroviária. Todos os equipamentos que fazem parte deste processo serão implantados separadamente do edifício principal da unidade de beneficiação, em estrutura independente com filtros no nível superior, descarregando o *filter cake* no piso térreo para carregamento posterior de camiões com recurso a pá carregadora frontal.

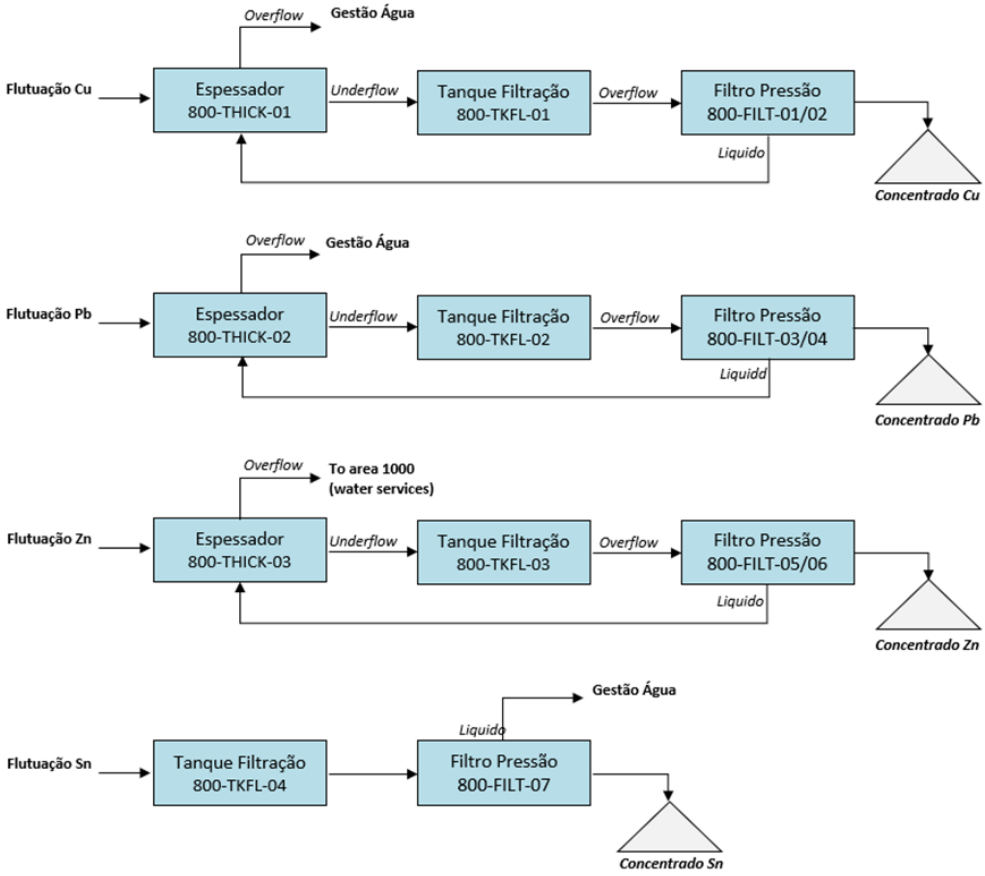


Figura 6.10 – Diagrama Filtração.

Com exceção do concentrado de estanho, que será filtrado sem etapa intermediária de espessamento, os concentrados de cobre, chumbo e zinco serão filtrados por meio de espessadores (800-THIC-01 a 03) e filtros de pressão (800-FILT-01 a 06). Os *underflows* do espessador, com aproximadamente 60% de sólidos em peso, serão acumulados em tanques intermediários onde serão instaladas bombas de alta e baixa pressão (800-HPMP-01 a 06). Os *filters cake*, com aproximadamente 87% de sólidos (p/p), serão stockados numa pilha para carregamento de camiões usando pa carregadora frontal. A água recuperada nos filtros de pressão retornará ao espessador correspondente e o *overflow* dos espessadores descarregará no tanque de água de processo.

Conforme descrito anteriormente, o concentrado de estanho será filtrado num filtro de pressão (800-FILT-07) sem um estágio intermediário de espessamento. O concentrado proveniente da área de flutuação de estanho será acumulado num tanque instalado com bombas de alta e baixa pressão (800-HPMP-07 e 08) alimentando o filtro. A configuração de descarga do *filter cake* será a mesma estabelecida para os restantes concentrados.

Uma báscula para os camiões será instalada na área de carregamento para conciliação e expedições da produção de concentrados. Todas as áreas dos espessadores e tanques serão implementadas numa bacia de betão com declividade negativa em direção às bombas de fossa (800-SPMP-01 a 04) coletando qualquer derrame de polpa e devolvendo-a ao circuito.

6.1.6 ÁREA DE REAGENTES

Os seguintes reagentes serão usados na lavaria. A configuração do sistema de abastecimento, preparação e distribuição é descrita abaixo.

- Sulfato de zinco ($ZnSO_4$)

$ZnSO_4$ (sulfato de zinco) é comumente usado como ativador na flutuação de minerais com sulfuretos como a esfalerite (ZnS) e galena (PbS). O $ZnSO_4$ é frequentemente usado como um ativador na flutuação de esfalerite e galena porque pode aumentar a hidrofobicidade dos minerais de sulfuretos formando uma espécie hidrofóbica de sulfureto de zinco (ZnS) na superfície do mineral. Isso torna os minerais de sulfuretos mais reativos aos reagentes coletores usados no processo de flutuação, resultando numa melhor recuperação do mineral. Este será fornecido em estado sólido em *big-bag* de 1.000 kg, preparado com um tanque agitado (900-TKPT-01) e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-01) de onde a bomba de reagentes (900-RPMP-02A/B) fornecerá o produto aos pontos de consumo.

- Sulfato de cobre ($CuSO_4$)

O sulfato de cobre ($CuSO_4$) é comumente usado na flutuação de minerais com sulfuretos, particularmente minerais contendo cobre, como a calcopirite ($CuFeS_2$). O sulfato de cobre é frequentemente usado como ativador na flutuação de minerais de sulfuretos de cobre porque pode ativar a superfície das partículas minerais e melhorar sua resposta aos reagentes coletores usados no processo de flutuação. O sulfato de cobre também pode formar uma espécie hidrofóbica de sulfureto de cobre (CuS) na superfície do

mineral, melhorando ainda mais sua resposta à flutuação. Este será fornecido em estado sólido em *big-bag* de 1.000 kg, preparado num tanque agitado (900-TKPT-02) e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-02) de onde a bomba de reagentes (900-RPMP-04A/B) fornecerá o produto aos pontos de consumo.

- NASFROTH 250

É um reagente espumante comumente utilizado em processos de flutuação mineral, particularmente na flutuação de minerais com sulfuretos como cobre, chumbo e sulfuretos de zinco. O NASFROTH 250 é uma mistura de álcoois alifáticos e glicóis, e é conhecido pelas suas boas propriedades de formação de espuma, estabilidade e seletividade. É frequentemente usado em combinação com outros reagentes espumantes para otimizar as propriedades da espuma para um determinado mineral e condições de flutuação. O produto será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-03) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-06A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- DOWFROTH 200

É um reagente espumante comumente utilizado em processos de flutuação mineral, particularmente na flutuação de minerais com sulfuretos como cobre, chumbo e sulfuretos de zinco. DOWFROTH 200 é uma mistura de polipropileno glicóis e álcool, e é conhecido pelas suas boas propriedades de formação de espuma, estabilidade e seletividade. É frequentemente usado em combinação com outros reagentes espumantes para otimizar as propriedades da espuma para um determinado mineral e condições de flutuação. O produto será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-04) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-07A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- AERO 7249

É um reagente coletor especializado utilizado em processos de flutuação mineral, particularmente na flutuação de minerais com sulfuretos como cobre, chumbo e sulfuretos de zinco. O AERO 7249 é um reagente coletor à base de mercaptan e é conhecido pela sua seletividade e eficácia na flutuação de cobre e outros minerais com sulfuretos. É frequentemente usado em combinação com outros reagentes coletores para otimizar a seletividade e recuperação do mineral alvo para um determinado minério e condições de flutuação. O produto será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-05) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-10A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- AERO 845

É um promotor ou coletor químico comumente utilizado no processo de flutuação de minerais de estanho. É um coletor de tionocarbamato, o que significa que contém átomos de enxofre e nitrogénio na sua estrutura molecular que lhe conferem a capacidade de adsorver na superfície dos minerais. O Aero 845 é frequentemente usado em combinação com outros produtos químicos coletores, como xantatos ou ditiofosfatos, para melhorar a sua eficiência e seletividade. O produto será fornecido

líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-XX) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-XXA/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- SIBX

É um reagente coletor comumente utilizado em processos de flutuação mineral, principalmente na flutuação de minerais com sulfuretos como cobre, chumbo e sulfuretos de zinco. O SIBX, também conhecido como isobutil xantato de sódio, é um reagente coletor à base de xantato e é conhecido pela sua seletividade e eficácia na flutuação de cobre e outros minerais com sulfuretos. É frequentemente usado em combinação com outros reagentes coletores para otimizar a seletividade e recuperação do mineral alvo para um determinado minério e condições de flutuação. O produto será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-06) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-12A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- CAL / Hidróxido de Cálcio ($Ca(OH)_2$)

É frequentemente usado na flutuação de minerais com sulfuretos para ajustar o pH da polpa para a faixa ideal para a flutuação. A adição de cal na flutuação mineral de sulfuretos pode desempenhar um papel importante na otimização do pH da polpa e na melhoria da seletividade e recuperação do mineral alvo. O produto será recebido sólido em camiões de 25 t. Um silo (900-SILO-01) armazenará o produto e alimentará um tanque de preparação (900-TKDT-07) onde a suspensão será bombeada (900-RPMP-13) para os pontos de consumo.

- 3814A

É um reagente coletor utilizado em processos de flutuação mineral, principalmente na flutuação de minerais de cobre, chumbo e sulfureto de zinco. O 3418A é um reagente coletor de alquil ditiofosfato e é conhecido pela sua eficácia na flutuação de minerais de cobre, chumbo e sulfureto de zinco. É frequentemente usado em combinação com outros reagentes coletores para otimizar a seletividade e recuperação do mineral alvo para um determinado minério e condições de flutuação. O produto será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-08) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-15A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- SMBS

É um depressor comumente usado em processos de flutuação mineral. É usado para deprimir seletivamente minerais dos sulfuretos, como pirite, arsenopirite e pirrotite, e evitar que flutuem com os minerais valiosos. O SMBS reage com a superfície dos minerais do sulfureto, formando uma camada superficial que reduz a sua hidrofobicidade e os torna menos propensos a aderir às bolhas de ar e flutuar na superfície da célula de flotação. Esta depressão seletiva de minerais dos sulfuretos pode melhorar o teor e a recuperação do mineral alvo. O produto será fornecido líquido em

IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-09) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-17A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- Silicato de sódio ($NaSiO_3$)

É um depressor comumente usado em processos de flutuação mineral. É usado para deprimir seletivamente certos minerais, como quartzo e minerais de ganga de silicatos, e evitar que flutuem com os minerais valiosos. O silicato de sódio reage com a superfície dos minerais de silicatos, formando uma camada superficial que reduz a sua hidrofobicidade e os torna menos propensos a aderir a bolhas de ar e flutuar na superfície da célula de flutuação. Esta depressão seletiva de minerais dos silicatos pode melhorar o teor e a recuperação do mineral alvo. Este será fornecido líquido em IBC de 1.000 litros e transferido para um tanque doseador (900-TKDT-10) de onde as bombas de reagentes (900-RPMP-19A/B) fornecerão o produto aos pontos de consumo.

- NaCN

É um reagente comumente utilizado na lixiviação de minérios de ouro e prata. Ele é usado para dissolver e extrair os metais preciosos do minério num processo chamado lixiviação por cianeto. Este será fornecido sólido em big-bag de 1.000 kg preparado num tanque agitado (900-TKPT-03) e transferido para um tanque de dosagem (900-TKDT-11) de onde a bomba de reagente (900-RPMP-21A/B) fornecerá o produto aos pontos de consumo.

- Floculante

São comumente utilizados em estações de tratamento mineral para auxiliar na sedimentação de sólidos e melhorar a eficiência dos processos de separação sólido-líquido. Floculantes são polímeros que são adicionados à polpa para auxiliar na formação de flóculos. Eles trabalham atraindo e unindo as partículas individuais, fazendo com que elas se agreguem e formem flóculos. Os flóculos sedimentam mais rapidamente do que as partículas individuais, melhorando a eficiência do processo de sedimentação. O produto será entregue em sacos de 25 kg e preparado e doseado a partir de unidade floculante (900-FLOC-01).

6.1.7 Área de Serviços

6.1.7.1 Água

Dois sistemas de água independentes serão implementados na unidade de processo: circuitos de água fresca e de processo. A água fresca será obtida de fontes externas. Serão utilizados para fins não industriais, como limpeza geral, irrigação e saneamento, bem como para a preparação de determinados reagentes químicos. Será acumulado em tanque aberto (1000-TKFW-01) com capacidade de 500 m^3 instalado com bombas centrífugas para alimentação principal (1000-HPMP-01A/B). O sistema de proteção contra incêndio (1000-FIRE-01) também será implementado no tanque de água fresca, com um volume específico dedicado a essa finalidade.

A água de processo será utilizada para processos industriais numa estação de tratamento mineral. A água de processo virá principalmente da lagoa de retenção e da área de gestão de rejeitados. Será acumulado em tanque aberto (1000-TKPW-01) com capacidade de 1.000 m^3 instalado com bombas centrífugas para alimentação principal (1000-HPMP-02A/B).

Além das duas caixas de água principais, será implantada uma auxiliar para a água de empanque necessária nas vedações de bombas centrífugas horizontais. Este tanque (1000-TKPW-02) com capacidade de 250 m^3 será instalado com bombas centrífugas (1000-HPMP-03A/B) abastecendo o anel de água de empanque.

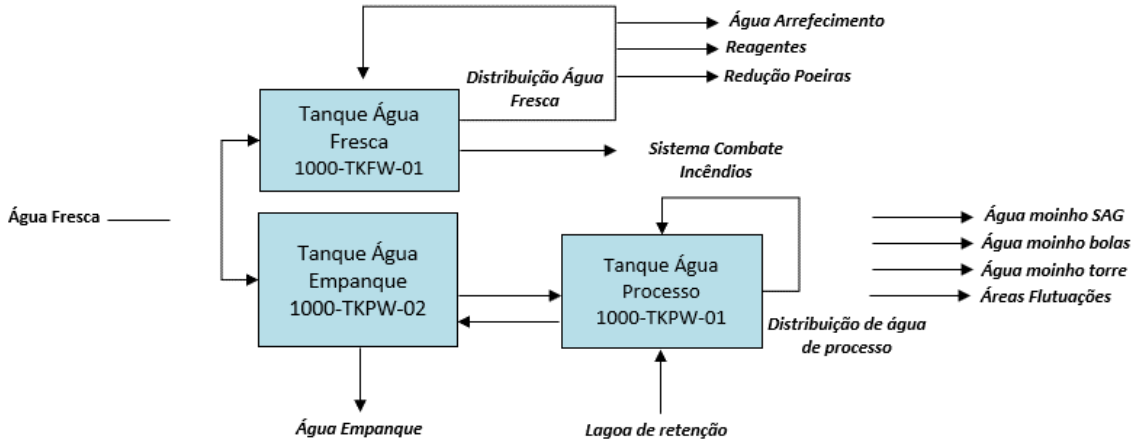


Figura 6.11 – Diagrama dos serviços de água.

6.1.7.2 AR

O ar de baixa pressão necessário nas células de flotação será fornecido por três compressores (1000-BLOW-01A/C). O ar comprimido será fornecido a partir de dois circuitos separados. O primeiro para limpeza, manutenção e operação com dois compressores (1000-COMP-01A/B) e o segundo para instrumentos e sistemas de controle, como atuadores pneumáticos e válvulas, também com duas unidades (1000-COMP-02A/ B).

6.1.7.3 ON STREAM ANALYSIS SYSTEM (OSA)

Para controlo do processo em tempo real, será implementado o sistema OSA (1000-OSAS-01). O sistema usará sensores on-line para medir as principais variáveis do processo, como as concentrações de minerais valiosos e produtos químicos de processo na polpa, à medida que ela flui pelo circuito de flutuação. Os dados dos sensores serão transmitidos para um sistema de computacional que usará algoritmos avançados para analisar os dados e tomar decisões de controle de processo em tempo real. O sistema de computacional pode ajustar os principais parâmetros do processo, como a taxa de fluxo de ar e produtos químicos do processo, para otimizar o desempenho do processo de flutuação em tempo real. Os sistemas OSA também podem fornecer aos operadores informações detalhadas sobre o desempenho do circuito de flutuação, como taxas de

recuperação e teor do concentrado final, e podem alertar os operadores sobre quaisquer desvios das condições ideais de operação.

6.2 SISTEMAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE DERRAMES NA PLANTA DE TRATAMENTO MINERAL

Em termos de prevenção de derrames e controle de emissões, várias técnicas podem ser usadas para minimizar o seu impacte no meio ambiente. A escolha da técnica depende em grande parte da natureza do material manuseado. Por exemplo, os métodos utilizados para a gestão de materiais grosseiros e pesados diferem significativamente daqueles usados para substâncias mais finas. Embora essas considerações possam variar conforme o material envolvido, este capítulo concentra-se em apresentar estratégias gerais e eficazes que podem ser aplicadas em todas as áreas da planta de processo para prevenir emissões.

6.2.1 MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS (BEST AVAILABLE TECHNIQUES – BAT)

Esta secção faz referência ao Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis (BAT) para as Indústrias de Metais Não Ferrosos, produzido pelo Gabinete Europeu para a Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (EIPPCB) no Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia – Direção B: Crescimento e Inovação. O relatório foi desenvolvido no âmbito da Diretiva de Emissões Industriais (2010/75/UE) e é baseado na troca de informações conforme estipulado no Artigo 13 da Diretiva.

De acordo com o documento BAT, várias técnicas gerais são altamente eficazes na prevenção de emissões durante o armazenamento, manuseio e transporte de matérias-primas. Essas técnicas foram utilizadas como referência no projeto dos sistemas de contenção e controle de derramamentos para a Unidade de Tratamento Mineral da Lagoa Salgada. As principais técnicas são detalhadas a seguir, com as mais importantes:

6.2.1.1 ARMAZENAMENTO EM ESPAÇOS FECHADOS:

- Armazenar materiais que geram poeira, como concentrados, fluxos ou materiais finos, em edifícios fechados, silos ou recipientes para evitar emissões.
- Utilizar armazenamento coberto para materiais que contenham compostos orgânicos solúveis em água, como concentrados, fluxos, combustíveis sólidos e coque, para protegê-los da exposição ambiental.
- Aplicar embalagens seladas para materiais que formam poeira ou compostos orgânicos solúveis em água, minimizando o risco de derrames ou emissões.

6.2.1.2 ARMAZENAMENTO E SUPRESSÃO DE POEIRA:

- Armazenar materiais pelotizados ou aglomerados em baias cobertas.
- Usar sprays de água ou sprays de névoa para suprimir a poeira. Este método é inadequado para processos que requerem materiais secos ou em regiões com escassez de água ou temperaturas baixas. Nesses casos, considerar o uso de agentes selantes, como melaço e acetato de polivinila (PVA), como alternativas.

6.2.1.3 Sistemas de Armazenamento de Líquidos:

- Conter sistemas de armazenamento de líquidos dentro de bacias impermeáveis, capazes de armazenar pelo menos o volume do maior tanque de armazenamento.
- Projetar áreas de armazenamento para capturar e conter derrames. Usar materiais resistentes para a construção dos tanques; tanques de parede dupla são recomendados em alguns casos.
- Empregar sistemas de deteção de derrames quando necessário.
- Exibir claramente o conteúdo dos tanques e usar sistemas de alarme para detetar derrames. Para evitar transbordos, implementar cronogramas de entrega e controles automáticos.

6.2.1.4 Ácido Sulfúrico e Materiais Reativos:

- Armazenar em tanques de parede dupla ou bacias resistentes a produtos químicos com a mesma capacidade.
- Garantir áreas de armazenamento impermeáveis e resistentes se houver risco de contaminação do lençol freático.

6.2.1.5 Pontos de Entrega e Segregação:

- Conter pontos de entrega dentro da bacia para coletar quaisquer derrames que possam ocorrer durante a transferência de líquidos. Além disso, redirecionar os gases deslocados de volta para o veículo de entrega por meio de um sistema de ventilação reversa para minimizar a liberação de COVs no ambiente.
- Utilizar mecanismos de vedação automática nas conexões de entrega para evitar derrames durante o carregamento ou descarregamento.
- Segregar materiais incompatíveis (por exemplo, agentes oxidantes e materiais orgânicos) e usar gases inertes em tanques de armazenamento ou áreas, se necessário.

6.2.1.6 Drenagem e Tratamento de Efluentes:

- Instalar intercetores de óleo e sólidos nos sistemas de drenagem de áreas de armazenamento abertas. Armazenar materiais que possam libertar óleo em superfícies betonadas equipadas com meios de contenção.
- Implementar métodos de tratamento de efluentes para espécies químicas armazenadas.

6.2.1.7 Transportadores e Tubagens:

- Colocar transportadores de transferência e tubagens em áreas abertas e de fácil acesso, acima do solo, para permitir a rápida deteção de derrames e reduzir o risco de danos acidentais.

- Documentar e marcar o percurso das tubagens enterradas para materiais não perigosos, adotando sistemas de escavação seguros.

6.2.1.8 Recipientes Pressurizados para Gases:

- Usar recipientes pressurizados bem projetados e robustos com sistemas de monitoração para indicar roturas ou derrames.
- Instalar monitores de gás em áreas confinadas e próximo aos tanques de armazenamento.

6.2.1.9 Transporte e Manuseio de Materiais Poeirentos:

- Utilizar transportadores fechados ou sistemas pneumáticos com equipamentos de extração e filtração para evitar emissões de poeira no ambiente.
- Transportar materiais poeirentos em recipientes fechados; manusear componentes dispersáveis ou solúveis em água em sacos ou tambores fechados.
- Armazenar materiais não poeirentos e insolúveis em superfícies impermeáveis, como betão, com drenagem e coleta.

6.2.1.10 Manuseio de Materiais Oleosos:

- Armazenar cavacos, aparas e outros materiais oleosos em áreas cobertas para protegê-los de serem levados pela água da chuva.
- Otimizar sistemas de transferência de materiais para minimizar a geração de poeira e o transporte entre processos.

6.2.1.11 Limpeza e Manutenção:

- Usar áreas de descarga fechadas para descarregar camiões ou vagões ferroviários.
- Implementar sistemas de lavagem de rodas e carrocerias ou outros sistemas de limpeza para veículos que transportam ou manuseiam materiais poeirentos.
- Usar limpeza de estradas com água ou equipamentos especializados para remover poeira depositada nas áreas de tráfego e manuseio.

6.2.1.12 Controle de Inventário e Inspeção:

- Usar sistemas de controle de inventário e inspeção para evitar derrames e identificar fugas.
- Integrar sistemas de amostragem e ensaio de materiais no manuseio e armazenamento para verificar a qualidade das matérias-primas.

6.2.1.13 DETECÇÃO E PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS:

- Inspecionar regularmente áreas de armazenamento para agentes redutores, como carvão, coque ou cavacos de madeira, para identificar e mitigar o risco de incêndios por autoignição.
- Seguir as melhores práticas no projeto, construção e manutenção.

6.2.1.14 TÉCNICAS DE ARMAZENAMENTO EXTERNO (PARA MATERIAIS QUE EMITEM POEIRA):

- Humedecer regularmente as superfícies das pilhas ou usar substâncias que ligam a poeira.
- Aplicar agentes selantes, como melaço e acetato de polivinila, em materiais finos.
- Alinhar os eixos longitudinais das pilhas paralelamente às direções predominantes do vento.
- Utilizar plantios protetores, cercas de quebra-ventos ou montes contra o vento para reduzir a influência do vento.
- Quando possível, prefira usar uma única pilha em vez de várias e construir paredes de contenção para criar baias designadas.
- Coletar o excedente de água de aspersão e água da chuva, conectando-o a um sistema de esgoto.
- Limpar regularmente as áreas de armazenamento e humedecê-las com água quando necessário.
- Instalar intercetores de óleo e sólidos nos sistemas de drenagem de áreas de armazenamento abertas. Armazenar materiais que possam libertar óleo nas superfícies betonadas equipadas com dispositivos de contenção.

6.2.2 PREVENÇÃO DE DERRAMES E SISTEMAS DE CONTROLO

6.2.2.1 ÁREAS SECAS

A principal preocupação com derrames em áreas secas, como a estação de receção e britagem de minerais, não é a fuga de líquidos, mas a geração e dispersão de poeira. A poeira pode representar riscos significativos à saúde, segurança e ao meio ambiente, caso não seja devidamente controlada. Para resolver isso, serão implementadas medidas eficazes de controle de poeira. Essas medidas incluem sistemas de aspersão de água e coleta de poeira.

Os sistemas de aspersão de água ou nebulização serão empregues para humedecer as partículas de poeira nas pilhas de minerais, impedindo que elas se tornem aéreas. Essa técnica é comumente utilizada na construção civil, mineração e manuseio de materiais para reduzir a geração imediata de poeira. Ao humedecer a superfície, os sprays de água suprimem efetivamente a formação de poeira na sua origem.

Sistemas avançados de coleta de poeira serão instalados em locais da unidade de tratamento com alta produção de poeira, como correias transportadoras, pontos de descarga e estações de transferência. Cada pacote inclui sistemas de vácuo industrial,

coletores de poeira e unidades de filtração de ar projetados para capturar e remover partículas de poeira do ar, evitando assim a sua dispersão no ambiente. Ao capturar a poeira na origem, esses sistemas desempenham um papel crucial na manutenção da qualidade do ar e na minimização dos riscos de exposição para os trabalhadores. Eles garantem o cumprimento das normas ambientais e criam um ambiente de trabalho mais seguro e limpo. Coletores de poeira e unidades de filtração posicionados estrategicamente capturarão com eficiência as partículas aéreas, reduzindo significativamente o risco de propagação de poeira.

Ao combinar esses dois métodos, a instalação garante uma estratégia robusta de gestão de poeira. Essa abordagem integrada minimiza de forma eficaz a dispersão de poeira, promovendo uma operação mais segura e ambientalmente responsável na Planta de Tratamento Mineral de Lagoa Salgada.

6.2.2.2 ÁREAS HÚMIDAS

Nas áreas húmidas da instalação, como estações de lavagem de minério, zonas de processamento mineral e áreas de manuseio de polpa, as principais preocupações são a gestão da água e a prevenção de derrames de líquidos. Essas áreas apresentam desafios únicos, incluindo a necessidade de conter a água do processo, evitar a contaminação e manusear a polpa de forma segura. Sistemas adequados de contenção de derrames e gestão de água são essenciais para garantir a eficiência operacional e a conformidade ambiental. A implementação de estratégias eficazes nessas áreas húmidas mitiga os riscos associados ao transbordo de água, fugas de produtos químicos e derrames de polpa, promovendo ao mesmo tempo a reutilização da água e reduzindo a pegada ambiental da lavaria.

Em conformidade com essas prioridades de gestão de água, é essencial avaliar as capacidades de armazenamento de líquidos e os sistemas de contenção em cada área de processo. Ao avaliar os volumes de armazenamento e compará-los com os limites de contenção recomendados, a instalação pode garantir que não só responde, mas também supera os padrões das Melhores Técnicas Disponíveis (BAT). A tabela abaixo fornece uma visão geral da capacidade de contenção implementada, com base no volume esperado de líquido e no maior tanque instalado em cada área.

Tabela 6.1 - Capacidades de armazenamento de líquidos e bacias de contenção por área de processo

	Volume Máximo Armazenamento (m^3)	**Volume maior tanque (m^3)**	**Altura do muro da bacia de decantação (m)**	**Capacidade de contenção implementada (m^3)**
Área de Moagem	325	65	1	481
Área de Flutuação	1 755	100	1	1 710
Área dos Tanques de Água	1 750	1 136	2	1 180
Edifício de Preparação de Reagentes	269	50	1	374
Área de Lixiviação	6 650	1 250	2	2 869

	Volume Máximo Armazenamento (m^3)	Volume maior tanque (m^3)	Altura do muro da bacia de decantação (m)	Capacidade de contenção implementada (m^3)
Edifício de Filtração de Concentrados	825	325	2	458

Todas as capacidades de contenção implementadas nas áreas de processo da instalação superam as recomendações mínimas delineadas nas diretrizes BAT. Cada área de processo, incluindo aquelas que lidam com grandes volumes de líquidos, como as estações de lavagem de minério e zonas de processamento de polpas, está equipada com sistemas de contenção de derrames que ultrapassam os limiares exigidos. Essa abordagem garante que, mesmo no caso de um transbordo inesperado, derrame químico ou falha de equipamento, a instalação mantenha total conformidade com as regulamentações ambientais. Ao exceder os padrões BAT, a instalação não apenas minimiza o risco de contaminação ambiental, mas também aprimora a segurança operacional e promove práticas sustentáveis de gestão da água.

A imagem a seguir ilustra os sistemas de contenção implementados na área de lixiviação e CCD, que seguem a mesma estratégia de contenção utilizada em toda a instalação. Nessas áreas, o equipamento principal é instalado sobre bacias de betão impermeáveis projetadas para capturar e conter quaisquer derrames potenciais. As bacias possuem inclinações contínuas que direcionam qualquer material derramado para bombas de sumidouro, permitindo a coleta eficiente e recirculação de líquidos derramados de volta ao processo. Projetadas para responder às especificações de capacidade delineadas anteriormente, essas bacias garantem a contenção segura de qualquer volume líquido em caso de derrame ou falha de equipamento. Essa abordagem de design é consistente em toda a instalação, fornecendo prevenção e gestão robustas de derrames para todas as instalações de equipamentos críticos.

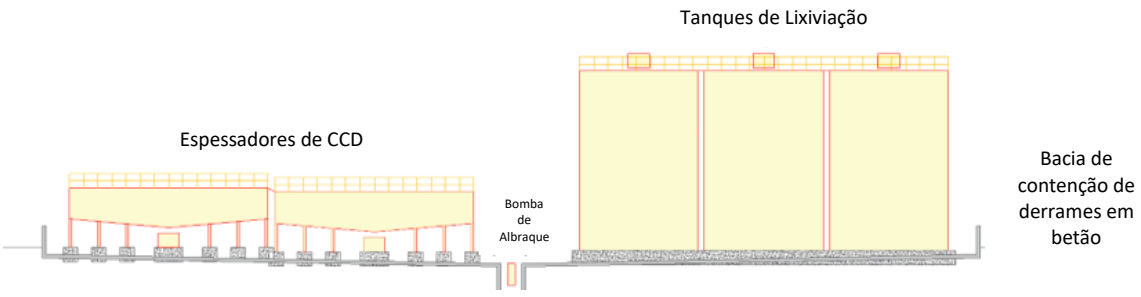


Figura 6.12 – Sistemas de contenção na área de lixiviação e CCD

6.2.2.3 Áreas de Moagem

A área de moagem é uma parte crítica da operação de processamento mineral, onde o minério é moído e misturado com água. Dada a extensa utilização de água no processo de moagem, essa área apresenta um alto risco de derramamento de água e polpa. Para

abordar esses riscos, o piso na seção de moagem é impermeável, com sistemas de drenagem integrados projetados para canalizar quaisquer derrames acidentais para uma zona de contenção designada. Além disso, diques e barreiras são estrategicamente colocados ao redor do equipamento de moagem para conter os derrames na fonte. Bombas de sumidouro são utilizadas para gerir qualquer água acumulada no piso, garantindo que as operações possam continuar sem interrupções e sem o risco de contaminação ambiental. O foco na prevenção e contenção de derrames na área de moagem é crucial para a eficiência operacional e a segurança ambiental.

6.2.2.4 Áreas de Flutuação

Na área de flutuação, os riscos de derrame de polpa e produtos químicos são elevados devido ao uso de água e reagentes químicos necessários para separar minerais valiosos dos resíduos. Esta seção está equipada com um piso impermeável e sistemas de drenagem semelhantes para gerir possíveis derrames. Barreiras são instaladas ao redor das células de flutuação e do equipamento auxiliar para conter qualquer polpa na fonte. Sistemas avançados de gestão da água nesta área concentram-se na reciclagem da água do processo, que é tratada e reutilizada para minimizar tanto o consumo de água quanto a libertação de contaminantes. Sensores de nível de líquido e alarmes de transbordo são instalados em tanques e equipamentos na área de flutuação, proporcionando monitorização em tempo real e deteção precoce de qualquer fuga ou transbordamento potencial

6.2.2.5 Áreas de Tanques de Água

A área dos tanques de água desempenha um papel fundamental no suporte às etapas de processamento mineral, armazenando tanto água limpa quanto água do processo. Esta zona está equipada com medidas robustas de contenção de derrames, incluindo grandes bacias de contenção projetadas para gerir quaisquer fugas ou transbordos dos tanques de armazenamento. Cada tanque é equipado com sensores de nível de líquido e alarmes de transbordo para monitorização em tempo real e resposta rápida a quaisquer derrames potenciais. O piso impermeável nesta área, juntamente com sistemas de drenagem dedicados, direciona quaisquer derrames acidentais para áreas de contenção seguras. Inspeções regulares por pessoal treinado são realizadas para identificar sinais de desgaste, fugas ou derrames, garantindo armazenamento seguro e eficiente de água em toda a unidade. O foco aqui é manter a segurança operacional e reduzir a pegada ambiental por meio de sistemas eficazes de gestão da água.

6.2.2.6 Edifício de Preparação de Reagentes

No edifício de preparação de reagentes, os produtos químicos utilizados no processo mineral, como floculantes, coletores e modificadores de pH, são misturados e preparados. O manuseio desses reagentes envolve riscos potenciais de derrames e fugas químicos. Para mitigar esses riscos, o edifício conta com pisos resistentes a produtos químicos e áreas com diques projetadas especificamente para conter quaisquer libertações acidentais. Cada produto químico é manuseado e preparado em bacias individuais, que não apenas contêm derrames potenciais, mas também evitam o contato

entre diferentes produtos. As bacias são construídas com inclinações contínuas que levam até bombas de sumidouro, permitindo a coleta e recirculação eficientes de quaisquer líquidos derramados de volta ao processo. Kits de contenção e agentes neutralizantes são estrategicamente colocados para permitir uma resposta rápida em caso de derrame químico, prevenindo assim danos tanto ao pessoal quanto ao meio ambiente.

Sistemas adequados de ventilação e extração de fumos gerem efetivamente as emissões voláteis durante a preparação dos reagentes. Sistemas de monitorização automatizados estão em funcionamento para detetar prontamente fugas ou derrames, acionando alarmes e iniciando procedimentos de contenção. Sensores de deteção de fugas são instalados próximos a pontos críticos, como tanques de armazenamento e estações de mistura, para detetar a presença de líquido e desligar automaticamente os equipamentos para evitar novos derrames.

Tabela 6.2 - Capacidades de armazenamento de líquidos e bacias de contenção por reagente

	Volume Máximo Armazenamento (m^3)	**Volume maior tanque (m^3)**	**Altura do muro da bacia de decantação (m)**	**Capacidade de contenção implementada (m^3)**
$CuSO_4$	9	5	1	20
NaCN	40	20	2	40
3418	1	1	1	10
Nasfroth	1	1	1	10
NaSil	5	5	1	10
Dowfroth	2	1	1	10
7249	1	1	1	19
SMBS	50	50	2	64
SIBX	50	50	2	64
$ZnSO_4$	60	50	2	64
Lime	50	50	2	64
Total	**269**	**234**	**-**	**374**

O cianeto de sódio será armazenado numa sala dedicada, independente e totalmente fechada para garantir os mais altos padrões de segurança. Esta sala será equipada com todas as medidas adequadas para ventilação e extração de vapores, especificamente projetadas para evitar a acumulação de vapores perigosos e garantir um ambiente controlado. Além disso, os tanques de preparação e dosagem de NaCN serão construídos com contenção de parede dupla, proporcionando uma camada extra de proteção contra possíveis fugas. Esse design de parede dupla atua como um sistema de contenção secundário, garantindo que quaisquer libertações acidentais sejam contidas e isoladas, aumentando ainda mais a segurança do pessoal e do ambiente ao redor.

6.2.2.7 Áreas de Lixiviação e área CCD

A área de lixiviação e CCD é uma seção crucial onde ocorre a extração de metais valiosos do minério usando soluções químicas. Esse processo gera grandes volumes de polpa e exige uma gestão meticulosa de água e produtos químicos.

Os tanques de lixiviação e os espessadores CCD estão cercados por áreas com diques projetados para conter derrames ou fugas. Revestimentos de polietileno de alta densidade (HDPE) são usados para fornecer uma camada adicional de contenção, prevenindo a infiltração de produtos químicos no solo. Sensores de nível automatizados e alarmes de transbordo são instalados nos tanques para monitorizar os níveis de fluido e evitar transbordos.

Estão em funcionamento sistemas para recuperar e reciclar qualquer polpa derramada, garantindo que materiais valiosos não sejam perdidos e minimizando o impacto ambiental. A água do processo desta área também é tratada e reutilizada dentro da unidade, aumentando ainda mais a eficiência hídrica.

Sistemas avançados de sensores monitorização continuamente a integridade dos tanques de lixiviação e tubagens. Isso inclui sensores de pressão e detetores ultrassônicos que podem identificar fugas com base em quedas de pressão ou mudanças nas ondas sonoras. Inspeções regulares são realizadas usando verificações visuais e ferramentas de inspeção automatizadas, como câmaras e drones, que conseguem aceder a áreas de difícil alcance para detetar fugas precocemente.

Na área de lixiviação e CCD, todos os espessadores, tanques de lixiviação, vasos e tubagens estão equipados com um sistema avançado de deteção e monitorização contínuo de nível. Esse sistema é projetado para fornecer dados em tempo real sobre níveis de fluido, pressões e taxas de fluxo, que são continuamente transmitidos para uma sala de controle centralizada. A sala de controle opera 24 horas por dia, 7 dias por semana, recebendo atualizações ao vivo de uma rede de sensores instalados em toda a instalação, garantindo que os operadores sempre tenham acesso às informações operacionais mais atuais.

Monitorização e Alarmes em Tempo Real

Cada tanque de lixiviação, espessador e tubagens estão equipados com detetores de nível de alta precisão e sensores de pressão que medem os níveis de fluido e detetam quaisquer anomalias, como transbordos, fugas ou bloqueios. Esses sensores são projetados para operar em condições extremas, fornecendo leituras precisas mesmo na presença de produtos químicos corrosivos ou altas temperaturas. Se algum sensor detetar uma condição fora dos parâmetros seguros predefinidos (como um aumento repentino nos níveis de líquido devido a um possível transbordo ou uma queda de pressão indicando uma fuga), o sistema dispara imediatamente um alarme na sala de controle.

Esse sistema de alarme é hierárquico, com diferentes níveis de alerta correspondentes à gravidade do problema. Desvios menores podem acionar alertas, enquanto condições mais críticas (como um derrame detetado ou uma queda significativa de pressão)

resultam em alarmes de alta prioridade. Os operadores da sala de controle são notificados por sinais visuais e auditivos, e o sistema exibe a área afetada em um painel interativo que destaca a localização exata e a natureza do problema.

Resposta Automática e Desligamento de Emergência

Além de alertar os operadores, o sistema de monitorização é integrado a mecanismos de controle automatizados que podem tomar medidas imediatas para prevenir ou mitigar derrames. Por exemplo, em caso de transbordo detetado, o sistema pode fechar válvulas automaticamente, reduzir a velocidade das bombas ou ativar bombas de contenção de emergência para desviar a polpa para tanques de reserva. Para derrames ou quedas de pressão em tubagens, o sistema pode isolar a seção afetada para evitar mais fugas, reduzindo o risco de contaminação ambiental.

Registo de Dados e Análise de Tendências

Todos os dados monitorizados — seja de detetores de nível, sensores de pressão ou outros dispositivos de monitorização — são continuamente registados num banco de dados centralizado. Isso permite uma análise detalhada ao longo do tempo, possibilitando a identificação de tendências que possam indicar desgaste ou degradação dos equipamentos. Por exemplo, mudanças graduais nas leituras dos sensores podem sugerir a necessidade de manutenção antes que ocorra uma falha crítica. Essa abordagem proativa apoia a manutenção preditiva, que pode prevenir paradas inesperadas, reduzir custos de reparo e prolongar a vida útil dos equipamentos.

Os operadores na sala de controle podem aceder a dados históricos a qualquer momento, bem como gerar relatórios para revisões de desempenho, auditorias ou conformidade regulatória. Esses dados são cruciais para manter a integridade operacional e garantir que os processos de lixiviação e CCD operem dentro de parâmetros ideais.

Monitorização Remota e Redundância do Sistema

O sistema também está equipado com capacidades de acesso remoto, permitindo que pessoal autorizado monitorize o desempenho da unidade de processamento de locais externos. Isso garante que os tomadores de decisão e equipas de manutenção possam responder prontamente, mesmo que não estejam fisicamente presentes na sala de controle. Em caso de problemas de rede ou quedas de energia, o sistema de monitorização é projetado com redundância, incorporando sensores de backup, fontes de alimentação e canais de comunicação para garantir operação e transmissão de dados contínuas.

Recursos Adicionais para Segurança Aprimorada e Proteção Ambiental

1. **Detecção Avançada de Fugas**: Além dos detetores de nível, sensores ultrassónicos e sistemas de monitorização acústico são instalados ao longo das principais tubagens e tanques. Esses sensores podem detetar até pequenas fugas identificando quedas de pressão ou variações sonoras causadas por

fluidos em fuga. Isso permite a deteção precoce de fugas antes que se tornem incidentes de grande escala.

2. **Contenção e Monitorização Ambiental**: As áreas de contenção ao redor dos tanques de lixiviação e espessadores, que são revestidas com HDPE para evitar infiltração química, também estão equipadas com sensores para monitorizar qualquer acumulação de fluido. Esses sistemas de contenção estão ligados à sala de controle, alertando os operadores sobre qualquer violação nas camadas de contenção, garantindo que tanto os sistemas de contenção primária quanto os secundários permaneçam intactos.
3. **Visualização ao Vivo**: Na sala de controle, os operadores têm acesso a uma interface visual ao vivo que fornece uma representação gráfica de toda a unidade. Esse sistema exibe o status de todos os equipamentos-chave, incluindo indicadores com códigos de cores mostrando se os níveis de fluido estão dentro dos limites seguros ou se estão a aproximar-se de limites críticos. Isso permite que os operadores tomem decisões informadas rapidamente, garantindo que medidas corretivas possam ser implementadas sem demora.
4. **Diagnóstico Regular do Sistema**: O sistema de monitorização contínuo também é capaz de realizar autodiagnósticos regulares. Ele verifica a calibração dos sensores, a saúde da rede de comunicação e a funcionalidade dos sistemas de resposta automatizada. Quaisquer falhas ou desempenhos degradados são imediatamente sinalizados para manutenção, garantindo que o sistema permaneça confiável o tempo todo.

6.2.2.8 Edifício de Filtração de concentrados

No edifício de filtração de concentrado, o concentrado de minério é separado da polpa por meio de filtração, resultando num produto sólido pronto para processamento adicional ou expedição. Essa área envolve o manuseio de concentrado húmido e da água do filtrado. A água do filtrado é coletada em tanques designados e tratada antes de ser reciclada de volta ao processo, reduzindo o consumo de água doce e melhorando o balanço hídrico da instalação. Qualquer derrame potencial é controlado por pisos inclinados e sistemas de drenagem que direcionam os líquidos para poços de coleta, onde são tratados, garantindo uma gestão eficaz de derrames e eficiência operacional.

Além do equipamento de filtração, os espessadores e tanques que alimentam os filtros serão instalados em bacias protetoras projetadas para coletar qualquer derrame acidental. Essas bacias garantem que qualquer transbordo ou fuga do equipamento seja contido e gerido de forma segura, prevenindo a contaminação ambiental e danos aos equipamentos.

Embora seja principalmente uma área húmida, o edifício também trata do controle de poeira à medida que o concentrado seca. Sistemas de ventilação e supressão de poeira estão instalados para evitar que partículas suspensas escapem, mantendo um ambiente de trabalho limpo e seguro.

6.2.2.9 SISTEMAS DE CONTROLO E PREVENÇÃO DE TUBAGENS

Os sistemas de prevenção e controle de derrames das tubagens da instalação são projetados para fornecer proteção abrangente contra fugas e derrames durante o transporte de líquidos entre áreas críticas, incluindo estações de lavagem de minério, zonas de processamento mineral e seções de manuseio de polpa. A maioria das tubagens é direcionada diretamente acima das bacias de contenção descritas, permitindo a captura imediata de derrames em caso de fuga, com áreas de contenção projetadas para coletar e gerir com segurança quaisquer libertações acidentais de líquidos.

Para trechos das tubulações principais que passam por áreas sem bacias de contenção, medidas de proteção avançadas são implementadas para garantir a máxima segurança. Uma solução chave é o uso de tubulações de parede dupla, que fornecem uma camada adicional de proteção. Se a tubulação interna falhar, a parede externa contém o vazamento, impedindo que ele atinja o meio ambiente. Esse design reduz significativamente o risco de derramamentos, mesmo em áreas sem sistemas diretos de contenção.

Além disso, a instalação terá uma rede de sensores de deteção de fugas instalados ao longo de todas as tubagens. Esses sensores monitorizam continuamente qualquer sinal de fugas, como quedas de pressão ou escape de líquidos. Os sensores conseguem detetar precocemente até mesmo pequenas fugas, permitindo intervenção imediata antes que o problema se agrave. Ao detetar uma fuga, o sistema aciona um alarme e ativa válvulas automáticas de bloqueio para isolar rapidamente a seção afetada da tubagem. Essa característica de contenção minimiza o volume de líquido escapado, reduzindo o impacto potencial e permitindo reparos e limpezas rápidas.

Para aumentar ainda mais a segurança das tubagens, sistemas de deteção de pressão são integrados em toda a rede para monitorizar a pressão interna das tubagens em tempo real, garantindo que todas as tubagens permaneçam dentro das condições operacionais seguras. Se for detetado um aumento ou diminuição anormal da pressão, o sistema sinaliza possíveis problemas, como bloqueios, sobrepressão ou fugas. Nesses casos, o sistema de deteção de pressão trabalha em conjunto com os sistemas de deteção de fugas e bloqueio automático para evitar falhas nas tubagens.

Essas salvaguardas combinadas garantem que as tubagens, estejam elas dentro de zonas de contenção ou circulando entre elas, sejam continuamente monitorizadas e protegidas. Ao usar a deteção avançada de fugas, monitoramento de pressão, designs de parede dupla e sistemas de bloqueio automático, a instalação minimiza o risco de derrames, melhora a segurança operacional e garante a conformidade ambiental.

6.2.2.10 TUBAGEM DE TRANSPORTE DE REJEITADOS

A tubagem de transporte de rejeitados desempenha um papel crucial no transporte seguro dos resíduos da planta de processamento mineral para a instalação de armazenamento de rejeitados (TSF). Essa tubagem lida com o transporte de rejeitados, que normalmente contêm uma mistura de partículas finas, água e produtos químicos

residuais das etapas de processamento do minério, tornando essenciais os sistemas robustos de contenção e monitorização para prevenir a contaminação ambiental e garantir a segurança operacional.

Toda a tubagem de transporte de rejeitados, desde a planta até a TSF, será instalada em um canal aberto impermeável revestido com lâminas de polietileno. Esse design garante que quaisquer derrames ou fugas acidentais sejam contidos dentro do canal, evitando a contaminação do ambiente circundante. Além disso, poços intermediários serão estrategicamente posicionados ao longo do trajeto para coletar qualquer material derramado, permitindo uma recuperação rápida e redireccionamento de volta ao processo em caso de emergência.

A tubagem está equipada com várias camadas de proteção e sistemas de monitorização. Sistemas de deteção de fugas estão integrados ao longo de toda a extensão, monitorando continuamente em tempo real as diferenças de pressão e taxa de fluxo. Esses sensores detetam irregularidades, como fugas, bloqueios ou quedas de pressão. Quando um problema potencial é identificado, alarmes são acionados, e válvulas automáticas de bloqueio isolam imediatamente a seção afetada, minimizando o risco de novos derrames e garantindo a contenção rápida do problema.

Medidas secundárias de contenção, como o canal impermeável e as bombas de sumidouro intermediárias, são projetadas para capturar quaisquer fugas ou roturas acidentais ao longo do trajeto. O canal impermeável evita que os rejeitados ou produtos químicos residuais se infiltrem no solo ou na água subterrânea.

A própria tubagem é construída com materiais resistentes à corrosão, como o polietileno de alta densidade (HDPE), escolhidos especificamente para suportar a natureza abrasiva dos rejeitados e produtos químicos. Esses materiais reduzem significativamente o risco de desgaste e prolongam a vida útil da tubagem. Estruturas de suporte adequadas são instaladas para evitar o afundamento ou danos, garantindo a integridade da tubagem a longo prazo.

Inspeções e manutenções regulares, incluindo inspeções visuais, monitorização remota por drones ou radar de penetração no solo e testes periódicos de pressão, garantem a integridade da tubagem. Em áreas que cruzam estradas, rios ou infraestrutura crítica, seções de tubagem com parede dupla fornecem contenção adicional, garantindo que quaisquer fugas na tubagem interna sejam capturadas pela camada externa.

7 INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO

7.1 INFRAESTRUTURA DE BASE

O presente capítulo descreve os estudo realizados e opções tomadas no que diz respeito às vias internas e externas e o estudo de acesso à mina, i.e. *Box-Cut*, do Projeto da Lagoa Salgada.

No caso das infraestruturas de base, viárias e de acesso à mina, dividem-se nas seguintes componentes principais:

- Definição geométrica do traçado;
- Estudo de Terraplenagens;
- Definição dos desenhos de pormenores dos perfis transversais tipo;
- Drenagem.

Neste capítulo são descritas as condições, opções tomadas, soluções adotadas e metodologia seguida, na preparação deste projeto.

7.1.1 VIAS – INTERNAS E EXTERNAS

O estudo de vias presentado pretende sistematizar e justificar a conceção adotada para a rede viária de acesso aos edifícios, bem como da rede de circulação dentro do perímetro da Mina Lagoa Salgada.

Foi estudada a viabilidade da execução de plataformas, os acessos de ligação às estradas envolventes e a rede de vias internas dentro do complexo da Mina, de forma a garantir uma boa articulação entre a rede de vias internas com as vias externas.

A rede viária foi projetada em função das características topográficas do terreno e da rede viária existente, tendo determinado três acessos à Mina, um acesso preferencialmente para ligeiros (Opção C) e duas alternativas de acesso para veículos pesados (Opções A e B) - Figura 7.1. Todos estes acessos foram analisados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

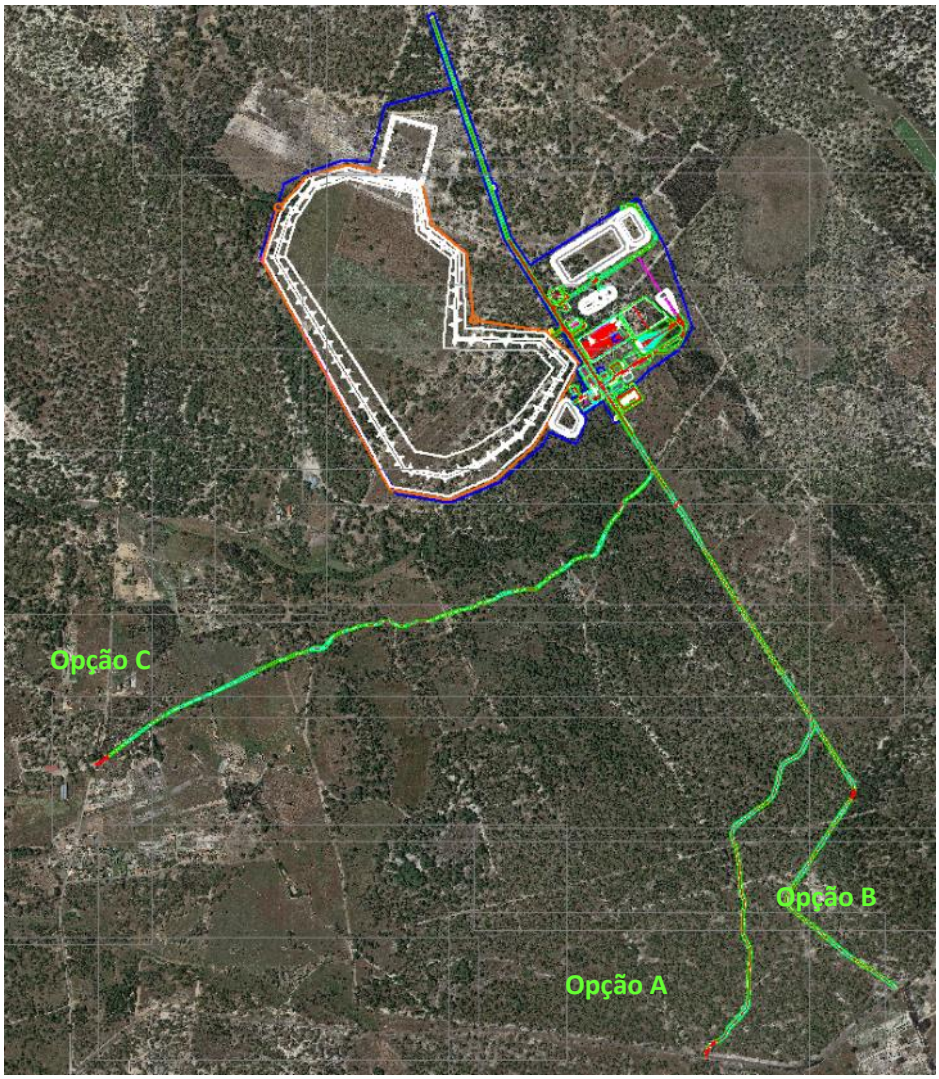


Figura 7.1 – Vias internas e externas do Projeto da Lagoa Salgada.

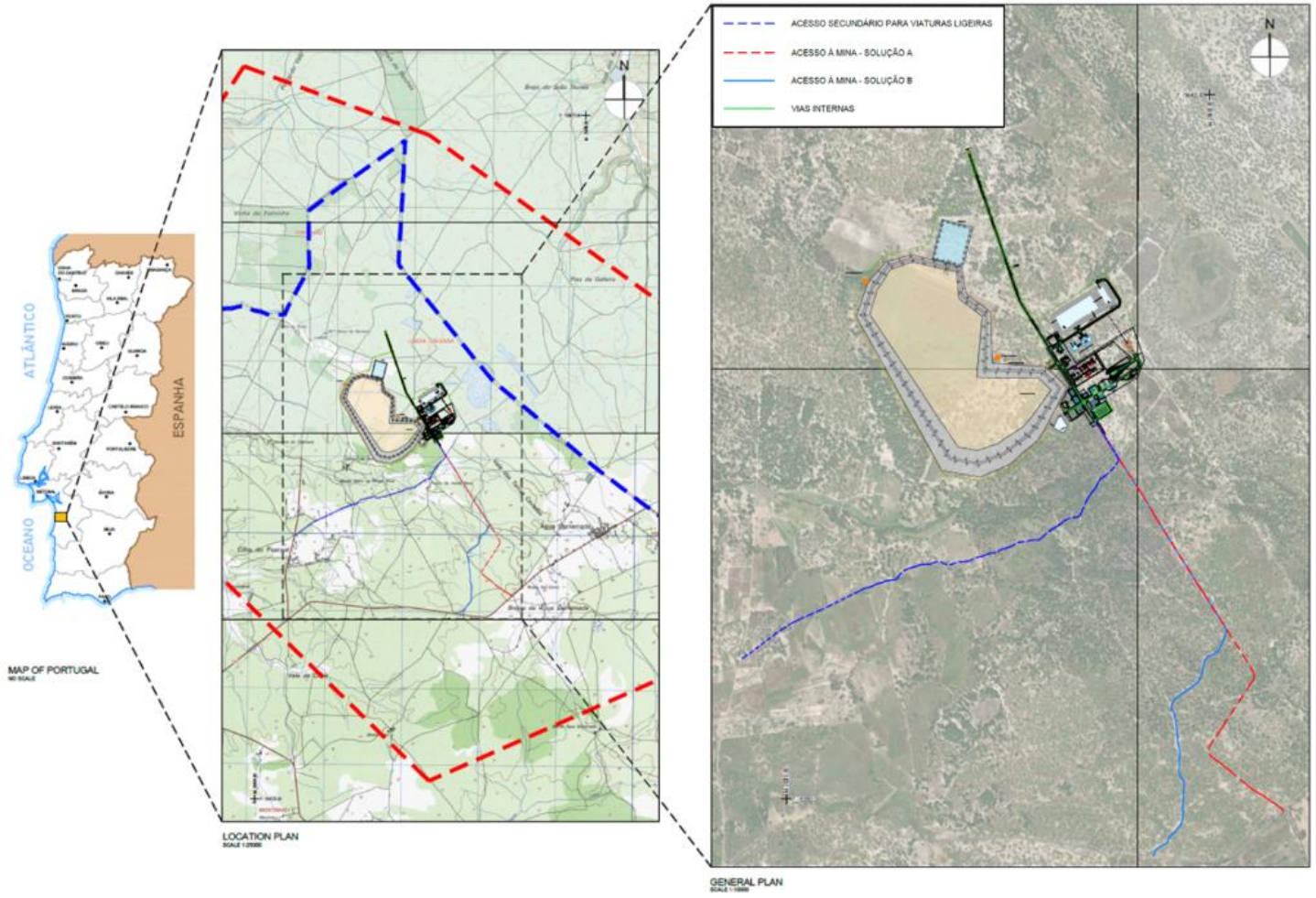


Figura 7.2 – Vias externas: opções estudadas.

7.1.1.1 TRAÇADO

Para a definição geométrica dos acessos procurou-se uma boa funcionalidade de conjunto, quer do ponto de vista de traçado, quer do ponto de vista de escoamento de águas pluviais, com as limitações inerentes às suas funções de circulação (velocidade reduzida), sendo ainda tomada em consideração a orografia do terreno.

As vias a implantar são caracterizadas por baixas velocidades de circulação e têm como objetivo a circulação dos veículos pesados.

O traçado das vias de acesso externo quando possível estão condicionadas, tanto em planta como em perfil longitudinal, às vias existentes.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

VIAS EXTERNAS

- Vias Externas (Acesso Secundário – Veículos ligeiros, Via de Acesso à Mina Sol. A & Sol. B)

As vias externas estudadas são constituídas por alinhamentos retos concordados por curvas circulares cujos raios variam entre 18 m e 5000 m.

Em perfil longitudinal, as rasantes são constituídas por traineis cujas inclinações variam entre 0,3% e 3,5%. A ligação entre trainéis é efetuada através de concordâncias verticais côncavas, com um parâmetro mínimo de 350m de raio, e concordâncias convexas, com um parâmetro mínimo de 335 m de raio.

VIAS INTERNAS

As vias internas estudadas são constituídas por alinhamentos retos concordados por curvas circulares cujos raios variam entre 8 m e 60 m.

Em perfil longitudinal, as rasantes são constituídas por traineis cujas inclinações variam entre 0,3% e 19.5%. A ligação entre trainéis é efetuada através de concordâncias verticais côncavas, com um parâmetro mínimo de 75m de raio, e concordâncias convexas, com um parâmetro mínimo de 200 m de raio.

Nas peças desenhadas (ANEXO IV) apresentam-se a planta e o perfil longitudinal, sendo assim possível observarem-se as respetivas características geométricas.

PERFIL TRANSVERSAL TIPO

Foram considerados 9 perfis transversais tipo para caracterizar a rede de vias externas e internas propostas, estes perfis são descritos no presente capítulo e podem ser analisados nas peças desenhadas do ANEXO IV.

VIAS EXTERNAS

O perfil transversal tipo do Acesso Secundário para veículos ligeiros caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 5.0 m de largura (duas vias com 2.50 m cada);
- Bermas esquerdas com 0.50 m de largura;
- Bermas direitas com 0.50 m de largura.

O perfil transversal tipo do Acesso à Mina Sol. A & Sol. B caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 7.0 m de largura (duas vias com 3.50 m cada);
- Bermas esquerdas com 1.00 m de largura;
- Bermas direitas com 1.00 m de largura.

As bermas, apresentam a mesma inclinação transversal da faixa de rodagem e a mesma estrutura de pavimento.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os estacionamentos e passeios de 2,0% para o eixo.

VIAS INTERNAS

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 01 a 04 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 8.0 m de largura (duas vias com 4.00 m cada);
- Passeios com 2.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os passeios de 2,0% para o eixo.

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 05 a 09 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada);
- Passeios com 2.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os passeios de 2,0% para o eixo.

O perfil transversal tipo da Via Interna 06 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 5.0 m de largura (duas vias com 2.50 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 07 a 08 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 10.0 m de largura (duas vias com 5.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo da Via Interna 11 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 8.0 m de largura (duas vias com 4.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas 10, 12, 13, 14, 15,16 e 17 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas 12, 13, 16 e 17 caracteriza-se por apresentar:

- Faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada);
- Estacionamento com 7.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os estacionamentos de 2,0% para o eixo.

7.1.1.2 TERRAPLENAGEM

Com base no modelo geológico considerado no presente projeto, considerou-se uma decapagem média de 0,20 m.

Relativamente aos taludes de escavação a executar propõe-se neste estudo uma inclinação de 1:1,5 (V:H).

As inclinações adotadas neste estudo devem ser confirmadas quando forem realizados e analisados os trabalhos de prospeção.

Em relação aos taludes de aterro, adotaram-se inclinações de 1:1,5 (V:H), considerando a aplicação de materiais que possibilitem tais inclinações.

Para implantação das vias projetadas serão necessários realizar os seguintes movimentos de terras (Tabela 7.1):

Tabela 7.1 - Movimentos de terras (m^3).

INFRAESTRUTURA	DECAPAGEM (m^3)	ESCAVAÇÃO (m^3)	ATERRO (m^3)	BALANÇO DE TERRAS (m^3)
VIAS DE ACESSO EXTERNAS	16701	9282	24472	15190
VIAS DE ACESSO INTERNAS	24040	2634	83529	80895
TOTAL	40741	11916	108001	96085

Assim, verifica-se que haverá necessidade de terras de empréstimo, pois o volume de aterro é superior ao volume de escavação.

LEITO DO PAVIMENTO

A camada de leito de pavimento com espessura de 0.30m será constituída em materiais do tipo S4, de forma a garantir um CBR de projeto 10% e um módulo de deformabilidade da fundação do pavimento de 100MPa.

7.1.1.3 PAVIMENTAÇÃO

METODOLOGIA

O método utilizado para verificar a estrutura dos novos pavimentos é o método analítico, que se baseia na análise estrutural das camadas do pavimento, determinando os estados de tensão e deformação induzidos na estrutura do pavimento e na respetiva fundação, quando solicitado pelos eixos dos veículos pesados (Figura 7.3).

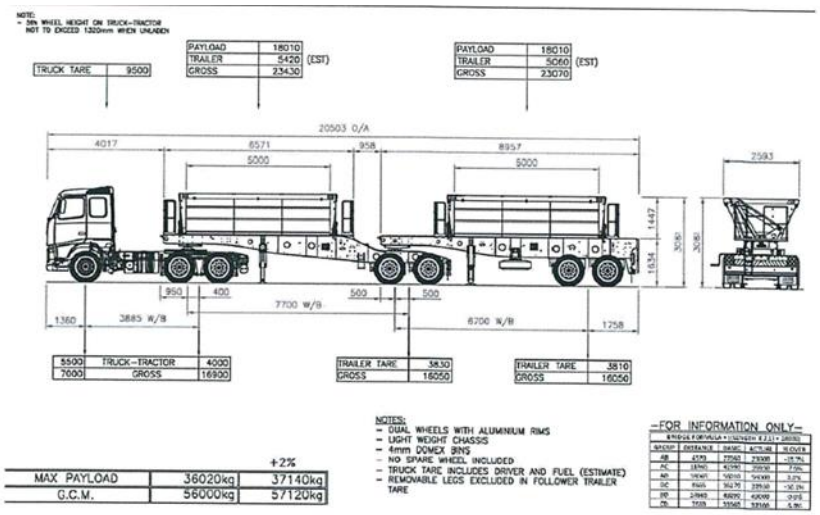


Figura 7.3 – Veículo Pesado considerado no estudo: nº de passagens (8/dia).

A metodologia seguida consiste em arbitrar uma estrutura modelo e otimizá-la até que os valores de tensões ou tensões induzidas pela aplicação de uma carga unitária sejam inferiores aos valores-limite admissíveis obtidos a partir dos critérios de ruína das misturas betuminosas e do leito do pavimento.

Para se poder apreciar uma dada solução de pavimento, é necessário estabelecer critérios de conceção que reflitam os estados limite de ruína do pavimento. Os estados limite de ruína da estrutura de um pavimento são considerados os mesmos quando as verificações anteriores foram efetuadas:

- A rutura por tração das camadas betuminosas resultante das sucessivas passagens dos veículos pesados (efeito de fadiga), que resulta numa fenda excessiva na superfície do pavimento;

- Deformação excessiva (valas de rodas) da superfície da camada de desgaste associada a deformações excessivas transmitidas ao respectivo leito.

Para efeitos de conceção, estes estados limite de ruína são considerados utilizando os seguintes critérios:

- Limitar a extensão máxima de tracção da zona inferior das camadas betuminosas (ε_t), evitando a rutura por fadiga, em tração, dessas camadas durante o período de dimensionamento;

- Limitar a extensão vertical da compressão na parte superior da fundação do pavimento (ε_z), que visa reduzir a contribuição das deformações permanentes da fundação para a formação de ranhuras da banda de rodagem.

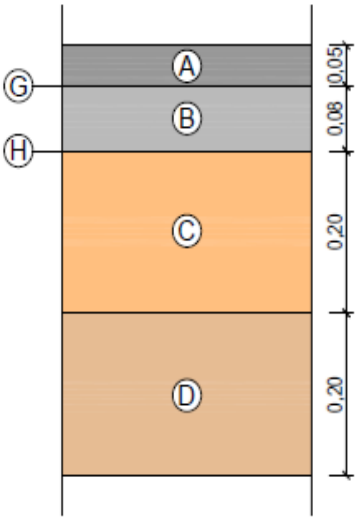
Para calcular as tensões, deformações e deslocamentos induzidos no pavimento pelas rodas do veículo, é necessário ter um modelo que simule o comportamento estrutural dos pavimentos.

O modelo de comportamento adotado consiste em assimilar o pavimento a um conjunto de camadas sobrepostas com base na respetiva fundação, em que cada camada tem uma determinada espessura constante e é considerada infinita no plano horizontal.

DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS ADOTADAS

ACESSO SECUNDÁRIO – VEÍCULOS LIGEIROS, VIA DE ACESSO À MINA, VIAS INTERNAS E ESTACIONAMENTOS

Para este tipo e intensidade de cargas circulantes, a estrutura do pavimento é definida da seguinte forma (Figura 7.4):



A – Camada de Desgaste do tipo AC14 surf 35/50 (BB) com espessura de 5 cm;

B – Camada de Ligação do tipo AC 20 bin 35/50 (MB) com espessura de 8 cm;

C – Camada Base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com espessura de 20 cm;

D – Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com espessura de 20 cm;

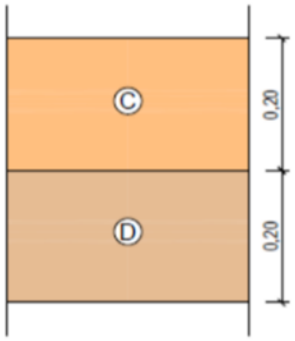
G – Rega de Colagem em emulsão Catiónica de rotura rápida;

H – Rega de Impregnação em emulsão Betuminosa de rotura lenta.

Figura 7.4 – Pavimento Tipo I.

VIAS INTERNAS (VI 01 DO KM 0+000 ATÉ 1+080 E VI 16 DO KM 0+090 ATÉ 0+632.074)

Para este tipo e intensidade de cargas circulantes, a estrutura do pavimento é definida da seguinte forma (Figura 7.5):



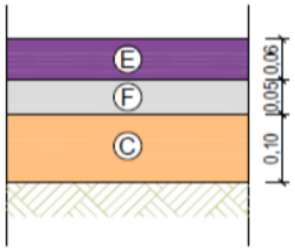
C – Camada Base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com espessura de 20 cm;

D – Camada de SubBase em Agregado Britado de Granulometria Extensa com espessura de 20 cm.

Figura 7.5 – Pavimento Tipo II.

PASSEIOS

A estrutura do pavimento é definida da seguinte forma (Figura 7.6):



E – Blocos de Betão Pré-Fabricados com espessura de 6 cm;

F **–** Camada de assentamento em areia e cimento ao traço 3:1 com espessura de 5 cm;

C – Camada Base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com espessura de 20 cm.

Figura 7.6 – Pavimento Tipo III.

7.1.1.4 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

Os sinais de trânsito e marcações rodoviárias têm como objetivo dirigir, informar e controlar o comportamento dos utentes dos acessos e da rede das vias internas e com o objetivo de tornar os mesmos tão seguros quanto possível para todos.

A velocidade de projeto considerada foi de 40/50km/h nos Acessos e 20 km/h para as vias internas, velocidades baixas dadas as características dos veículos a circularem nas mesmas.

Para os sinais de trânsito é proposto o tamanho de 0,70m para o diâmetro/largura dos sinais circulares/triangulares/octogonais.

A altura mínima de montagem recomendada para os sinais de trânsito (medida até à borda inferior do sinal) a serem localizados em áreas destinadas a serem utilizadas por peões é de 2100 mm. A altura normal de montagem para as restantes áreas é de 1600 mm acima da faixa de rodagem.

Para a sinalização horizontal (marcas no pavimento), serão utilizadas marcas longitudinais contínuas e tracejadas, com larguras de 0,10m e 0,12m, bem como várias outras marcas no pavimento, tais como passagens de peões e setas.

Todas as marcações na estrada são brancas.

Os materiais a serem aplicados são do tipo termoplástico, aplicados manualmente nas marcas transversais e "outras marcas", e mecanicamente pelo processo "spray" no que diz respeito às marcas longitudinais.

7.1.1.5 DRENAGEM PLUVIAL

O objetivo do presente estudo é definir e dimensionar um sistema de drenagem eficaz, que garanta a proteção da obra dos efeitos prejudiciais da água e proporcione uma circulação segura nas vias de acesso à mina bem como nas vias internas da mesma.

Um objetivo importante da drenagem das vias internas é encaminhar as águas de escoamentos, contaminadas com materiais prejudiciais das atividades mineiras, recolhidas pelas valas quer de plataforma quer de pé de talude e encaminhá-las para a bacia de retenção designada de Bacia de Retenção de Águas Pluviais para posterior bombagem para a bacia de retenção maior designada de Bacia de Retenção.

As águas de escoamento não sujeitas a contaminação com os materiais de exploração mineira serão drenadas naturalmente para as linhas de água e terrenos adjacentes à área da mina.

A conceção da rede de águas pluviais assegurará que não haja mistura de água contaminada e não contaminada devido a restrições ambientais.

DRENAGEM LONGITUDINAL

A drenagem das vias é assegurada por um conjunto de obras longitudinais, superficiais e internas, que recolherão as águas caídas nessa zona.

Assim, tendo em conta as características e a constituição dos perfis transversais, definiram-se as seguintes obras:

- Valetas de plataforma e bordadura, colocadas nas vias a fim de recolherem e conduzirem as águas escorridas da plataforma;
- Valas de pé de talude trapezoidais, destinadas a recolher as águas dos taludes e dos terrenos adjacentes a este;
- Descidas de água nos taludes;
- Caixas de visita com grelha;
- Caixas de visita com tampa metálica;
- Coletores em betão, com os diâmetros indicados em planta;
- Canal retangular de betão com tampa em betão.

DRENAGEM TRANSVERSAL

A drenagem transversal da via será assegurada pela implementação de passagens hidráulicas em pontos baixos do terreno.

As obras de drenagem transversal são fundamentalmente constituídas pelos seguintes elementos:

- Tubos de betão armado ou reforçado, com diâmetros interiores de ∅ 0.60 m a ∅ 1.50 m;
- Bocas de entrada e saída para aquedutos circulares em betão;
- Valas trapezoidais de desvio de linhas de água, revestidas com enrocamento argamassado;
- Órgãos de dissipação de energia e proteção contra a erosão em taludes de aterro.

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

CAUDAL DE CÁLCULO

O pré-dimensionamento dos órgãos de drenagem previstos no presente estudo tiveram por base o cálculo e definição de dados como período de retorno, tempo de concentração e intensidade de precipitação que em seguida se apresentam.

Para a determinação dos caudais a considerar no dimensionamento dos sistemas de drenagem adotou-se a seguinte fórmula:

Equação 7.1 – Cálculo de caudal.

$$Q = \frac{C.I.S}{360}$$

em que:

Q = caudal, em m³/s
C = coeficiente de escoamento
S = área da bacia, em hectares
I = intensidade de precipitação, em mm/h

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração (t_c) de uma bacia hidrográfica definida numa determinada secção de um curso de água corresponde ao tempo para que a totalidade da bacia contribua para o escoamento superficial na secção considerada. Para o seu cálculo nas secções objeto de avaliação de caudais de ponta de cheia, recorreu-se à fórmula de Témez (bacias com áreas inferiores a 20 km^2).

O tempo de concentração mínimo usado neste estudo foi de 10 minutos.

Equação 7.2 – Fórmula de Temez.

$$t_c = 0.30 \times \left(\frac{L_b}{i^{0.25}}\right)^{0.76}$$

em que:

t_c = tempo de concentração (h)
L_b = comprimento do curso de água principal da bacia (km)
i = declive médio do curso de água principal da bacia (m/m)

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

Este coeficiente tem em linha de conta as perdas de precipitação, incluindo, as perdas por interseção, infiltração, retenção superficial e evapotranspiração, e a difusão do escoamento, entendida como sendo uma medida da "capacidade" da bacia hidrográfica, para atenuar os caudais de ponta de cheia.

O coeficiente de escoamento (C) deve ter em conta também o período de retorno considerado na avaliação de caudais de ponta de cheia, pois de facto, as perdas da precipitação dependem do grau de humidade da bacia hidrográfica.

PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno corresponde ao tempo médio que decorre entre dois eventos hidrológicos consecutivos, sendo definido como o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado.

No dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal considerou-se um período de retorno de 20 anos.

No dimensionamento dos órgãos de drenagem transversal considerou-se um período de retorno de 100 anos.

INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Para a determinação da intensidade de precipitação correspondente ao tempo de concentração de cada bacia, recorreu-se às curvas I-D-F (Intensidade-Duração-Frequência) definidas na publicação "Estudos de Precipitação com Aplicação no Projeto de Sistemas de Drenagem Pluvial" (M.R. Matos e M.H. da Silva, LNEC 1987).

Estas curvas são do tipo exponencial e seguem uma função do tipo:

Equação 7.3 – Intensidade de precipitação

$$I = a \times t^b$$

I = Intensidade de precipitação (mm/h);
t = tempo da chuvada (min);
a e b = parâmetros referentes às curvas I-D-F para diferentes locais do país.

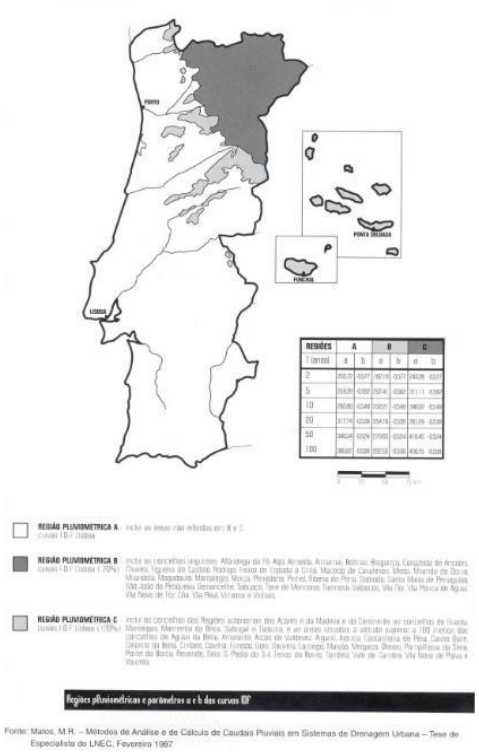


Figura 7.7 – Regiões Pluviométricas.

Tabela 7.2 – Parâmetros a e b.

a			
T anos	Zona A	Zona B	Zona C
2	202.720	162.180	243.260
5	259.260	207.410	311.110
10	290.680	232.210	348.820
20	317.740	254.190	381.290
50	349.540	279.630	419.450
100	365.620	292.500	438.750

b			
T anos	Zona A	Zona B	Zona C
2	-0.577	-0.577	-0.577
5	-0.562	-0.562	-0.562
10	-0.549	-0.549	-0.549
20	-0.538	-0.538	-0.538
50	-0.524	-0.524	-0.524
100	-0.508	-0.508	-0.508

Dado que o projeto da Mina da Lagoa Salgada se localiza na região A (Figura 7.7) e que o dimensionamento da drenagem longitudinal será efetuado para caudais com período de retorno de 20 anos, a curva IDF utilizada no presente estudo é dada pela fórmula seguinte, sendo que os valores *a* e *b* foram retirados da tabela apresentada anteriormente.

$$i = 317{,}74 \times t^{-0{,}538}$$

Tendo em conta que se admitiu os 10 minutos tempo de duração da chuvada, obteve-se a seguinte intensidade, expressas em milímetros por hora:

$$i = 92{,}06\ mm/h$$

Para as passagens hidráulicas o estudo é efetuado para caudais com período de retorno de 100 anos, sendo a curva IDF utilizada no presente estudo dada por:

$$i = 365{,}62 \times t^{-0{,}508}$$

Tendo como *t,* o tempo de concentração obtido pela fórmula de Temez para cada uma das passagens hidráulicas.

DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM TRANSVERSAL

As características geométricas e de implantação das passagens hidráulicas são definidas de modo a garantir o restabelecimento das linhas de água sem prejuízo para a via, nomeadamente sem risco de inundação ou galgamento da mesma. Assim, a verificação do funcionamento destas estruturas faz-se calculando a altura de água a montante das mesmas, para o caudal de ponta de cheia das linhas de água a restabelecer.

Como critérios iniciais de dimensionamento das passagens hidráulicas, tomou-se o seguinte:

- A secção mínima circular a considerar será de diâmetro igual a 0.60m;
- A velocidade máxima considerada foi de 5m/s, sendo considerada a proteção à saída das passagens hidráulicas, sempre que os benefícios de construção e segurança o justificam.
- As relações Hw/D ≤ 1.50, e hu/D ≤ 0.80, foram cumpridas no cálculo das passagens hidráulicas.

DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM LONGITUDINAL

O dimensionamento das valas, valetas e caleiras é uma questão de análise, uma vez que as secções a usar são previamente definidas, situando-se a decisão apenas ao nível da necessidade de o sistema ser descarregado ou, se necessário, apoiado por coletor.

Para o dimensionamento dos diversos elementos constituintes dos sistemas de drenagem considerar-se-á que o escoamento se processa em regime uniforme, sendo aplicável a fórmula de Manning-Strickler.

Esta fórmula relaciona o caudal com as características geométricas da secção de vazão, rugosidade da tubagem e ainda a perda de carga unitária, e é representada por:

Equação 7.4 – Fórmula de Manning-Strickler.

$$Q = K\,S\,R^{2/3} i^{1/2}$$

em que:

Q = caudal de dimensionamento (m³/s);
K = coeficiente de Strickler (m1/3 s-1);
S = área líquida (m²);
R = raio hidráulico (m);
i = perda de carga unitária (m/m).

7.1.2 ESTUDO DE ACESSO À MINA – BOX-CUT

O presente capítulo refere-se ao Projeto de Escavação e Contenção do Box-Cut (entrada à mina). Este estudo teve em conta todas as condicionantes em termos de geotécnia e dos aquíferos envolventes, tendo como principal objetivo encontrar uma solução de engenharia ótima, sem afetação dos aquíferos.

Para o desenvolvimento, definição da geometria de escavação e medidas de contenção/estabilização associadas a esta escavação, foi realizado um Plano de Prospeção Geotécnica específico para a zona de implantação do Box-Cut.

Os capítulos referentes às verificações de segurança dos taludes de escavação e da galeria de acesso encontram-se nas peças desenhadas do ANEXO IV.

7.1.2.1 PLANO DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICA

Para caracterização das obras da rampa de acesso ao emboquilhamento do túnel de acesso à mina foi apresentado um plano de prospeção em abril de 2022, tendo em consideração a geometria de escavação prevista nessa fase de desenvolvimento dos estudos.

Os trabalhos foram realizados de acordo com a disposição apresentada na Figura 7.8.

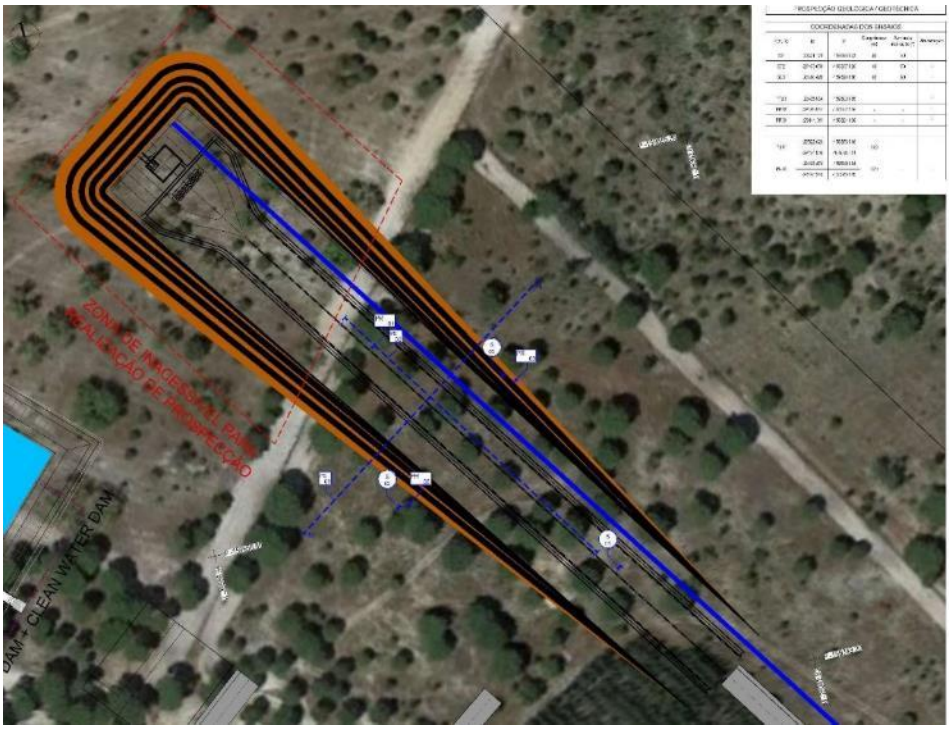


Figura 7.8 – Localização da prospeção geológico-geotécnica.

A prospeção geológico-geotécnica, foi condicionada pelas acessibilidades e permissões de acesso para a realização dos mesmos. O principal condicionalismo à definição do Plano de Prospeção deveu-se à impossibilidade de aceder à zona Norte do emboquilhamento, ou seja, o talude frontal.

Os trabalhos de prospeção consistiram em 3 (três) sondagens mecânicas, acompanhadas de ensaios SPT (*Standart Penetration Test*) dos quais foram posteriormente recolhidos 3 provetes para a realização de ensaios de compressão uniaxial, com determinação do módulo de deformabilidade.

Para permitir a recolha de um volume de material, com vista à realização de ensaios laboratoriais de caracterização, foram realizados 3 (três) poços de reconhecimento.

As amostras remexidas de solos foram posteriormente sujeitas aos seguintes ensaios laboratoriais, estes foram:

- Análise granulométrica por peneiração;
- Limites de Atterberg (LL e LP);
- Teor em água natural;
- Absorção de Azul de Metileno;
- Ensaio de compactação Proctor Modificado;

- Ensaio CBR.

A classificação dos solos ensaiados foi realizada segundo as normas e recomendações das classificações ASTM e AASTHO.

Complementarmente, foram realizados 2 (dois) perfis de refração sísmica.

7.1.2.2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DA ZONA DE IMPLANTAÇÃO DO BOX-CUT

A litoestratigrafia da área correspondente à área de interesse ao estudo encontra-se cartografada na CartaGeológica de Portugal, publicada à escala 1:50 000, folha 39-D (Torrão), pelos extintos Serviços Geológicos de Portugal (1992) e atual Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), da qual se apresenta um extrato na Figura 7.9.

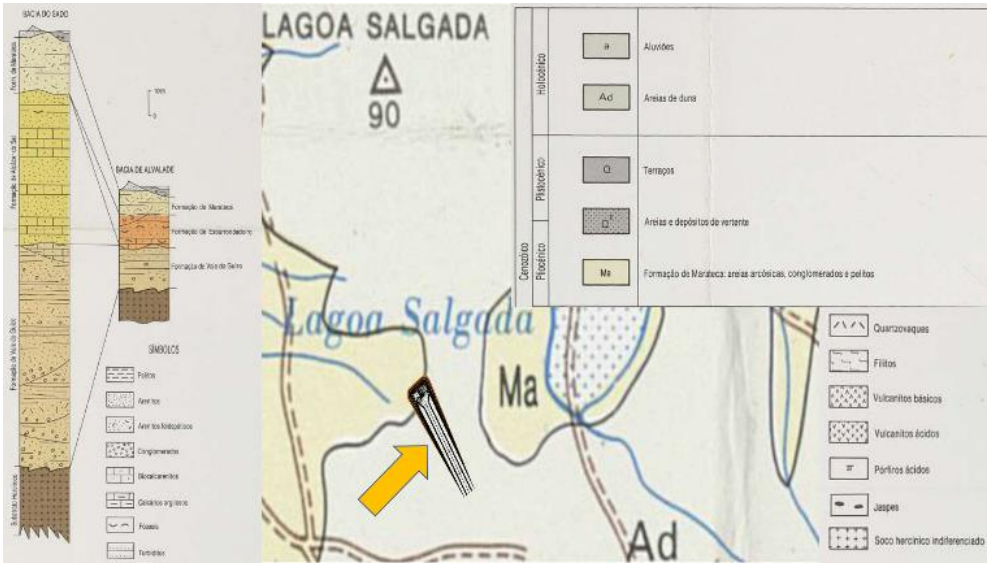


Figura 7.9 – Extrato da Folha 39-D da Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000.

O projeto de Lagoa Salgada tem grande desenvolvimento em profundidade e as litologias superficiais teminteresse apenas para as estruturas a instalar à superfície e para a construção da rampa de acesso ao emboquilhamento do túnel.

O local de implantação do projeto insere-se na margem esquerda do rio Sado que integra a Bacia do Sado.

Com base na informação constante na notícia explicativa da Carta Geológica – Folha 39-D têm para interesse da análise atual as seguintes formações geológicas:

- Areias de Duna – Ad (Holocénico)
    - Trata-se de areias mais ou menos equigranulares, que a oeste do rio Sado, na dependência de drenagem deficiente, tendem a permitir a acumulação de água em lagoas temporárias (ex. Lagoa Salgada), onde se acumularam depósitos turfosos.

- Formação da Marateca – Ma (Pliocénico)
    - Composta por depósitos de areias pliocénicas, mais ou menos grosseiras, às vezes bastante feldspáticas (arcoses) intercaladas com camadas de argilas montmoriloníticas.
- Formação de Alcácer do Sal – AS (Miocénico médio a superior)
    - Composta por conglomerados pouco espessos, biocalcarenitos mais ou menos espessos, areias médias a finas e, marginalmente, argilas, com uma espessura entre 30 a 50 m. Pelos resultados obtidos verifica-se que muitas destas litologias se encontram litificadas.
- Formação de Vale do Guizo – VG (Miocénico inferior a médio)
    - Trata-se de conglomerados com elementos angulosos, argilas, margas, calcários gresosos e arenitos argilosos, com uma espessura que pode ir até 90 m. Pelos resultados obtidos verifica-se que muitas destas litologias se encontram litificadas.

CARACTERIZAÇÃO GEOMECÂNICA

Os poços de reconhecimento foram abertos até à profundidade máxima de manobra do braço da retroescavadora (≈4 m) e no conjunto dos poços foram identificados 3 (três) horizontes geológico-geotécnicos principais:

- A topo ocorre uma camada de terra vegetal pobre, com espessura variável entre 0.4 m a 0.8 m constituída por areias eólicas com alguma matéria orgânica e raízes.
- As areias eólicas ocorrem até profundidade variável entre 1,8 m a 2,2 m, trata-se de areias mal graduadas (SP) ou com silte (SP-SM) [amostras de laboratório PR1 e PR2].
- A camada inferior identificada ocorre até à profundidade de termino dos poços e admite-se que se prolongue em profundidade. Trata-se de argilas gordas, muito plásticas (IP=35%).

Os perfis de refração sísmica foram realizados com 120 m de comprimento e permitiram investigar o subsolo até cerca de 20 - 25 m de profundidade. As velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais (ondas P) não atingiram valores superiores a 1000m /s. Estes resultados corroboram a presença de solos até cerca de 20 m de profundidade nas sondagens realizadas (Figura 7.10).

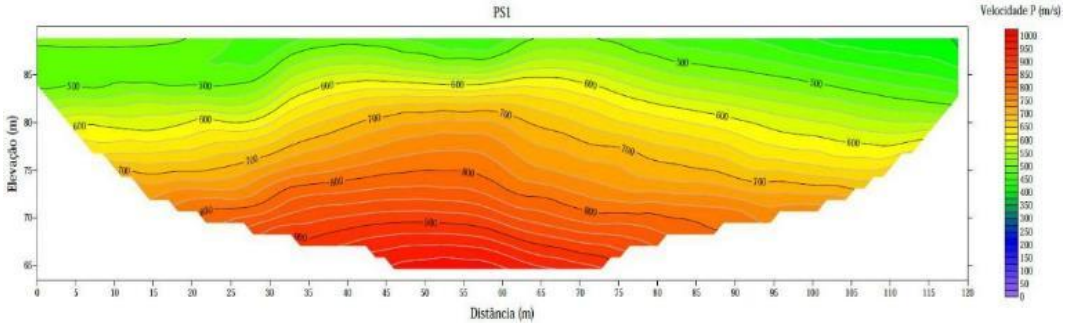


Figura 7.10 – Extrato Tomografia sísmica obtida no perfil PS1.

Na Figura 7.11, sintetiza-se a informação obtida nas sondagens geomecânicas e verifica-se que até aos 40 m de profundidade podem ser individualizadas 4 camadas com comportamento geotécnico diferenciado:

- Profundidade entre os 0.00 e os 2.00 m - Areia eólica e areia fina a média;
- Profundidade entre os 2.00 e os 7.00 m - Argila gorda, com valores de NSPT entre as 7 e 17 pancadas;
- Profundidade entre os 7.00 e os 17.00 m – Areias Silto-Argilosas (Plio-Plistocénico), com valores de NSPT entre as 18 e as 30 pancadas;
- Profundidade entre os 17.00 e os 22.00 m - Arenitos e Argilitos (Miocénico), com valores de NSPT entre 40 e >60 pancadas com nega na 1ª fase do ensaio SPT e cujo RQD pode ser enquadrado no intervalo 25% a 90%.

Profundidade (m)		Sondagem	LS01	LS02	LS03	LS01	LS02	LS03
		Prof. (m)	39.8	39.8	39.8			
Inicio	Fim	Nível de água	?	?	?			
		Ensaio SPT						
		Prof. (m)	N_{SPT} (2ª+3ªfase)			RQD (%) / RCU e E		
0	2.3							
2.3	3.8	2.3	16	7	11			
3.8	5.3	3.8	14	17	17		RCU: 0,23MPa E: 17 MPa	
5.3	6.8	5.3	9	11	13			
6.8	8.3	6.8	12	35	35			
8.3	9.8	8.3	17	41	19			
9.8	11.3	9.8	18	35	24	RCU: 0,35MPa E: 108 MPa		RCU: 0,87MPa E: 32 MPa
11.3	12.8	11.3	18	30	31			
12.8	14.3	12.8	12	23	29			
14.3	15.8	14.3	18	29	26			
15.8	17.3	15.8	60	60	40			
17.3	18.8	17.3	***60***	-	60	53 RCU: 5,55 MPa E: 230 MPa	82 RCU: 2,38 MPa E: 250 MPa	
18.8	20.3	18.8	***60***	-	-	32	49	69
20.3	21.8	-	-	-	-	40	81	46
21.8	23.3	-	-	-	-	55	84	79 RCU: 3,08 MPa E: 100 MPa
23.3	24.8	-	-	-	-	55	93	57
24.8	26.3	-	-	-	-	33	100	48
26.3	27.8	-	-	-	-	53	78 RCU: 8,92 MPa E: 378 MPa	45
27.8	29.3	-	-	-	-	0	83	61
29.3	30.8	29.3	***60***	60	-	0	15	63
30.8	32.3	30.8	***60***	-	-	0	69	44
32.3	33.8	32.3	***60***	-	60	0	0	0
33.8	35.3	33.8	***60***	-	60	0	12	0
35.3	36.8	35.3	-	-	60	0	27	59 RCU: 3,06 MPa E: 170 MPa
36.8	38.3	36.8	60	-	-	0	76	53
38.3	39.8	38.3	***60***	-	-	33	51	53

Areia eólica e areia fina a média
Areia siltosa com passagens argilosas
Argila gorda
Arenito e Argilito friável
Arenito e argilito brechóide com cimento ferruginoso e carbonatado, geomecanicamente competente

RCU: Resistência à compressão uniaxial simples
E: Módulo de Elasticidade
60 Nega à penetração na 1ª fase do ensaio

Figura 7.11 – Resumo dos resultados das sondagens rotativas.

Na Figura 7.12 representam-se as camadas acima descritivas (estratigrafia).

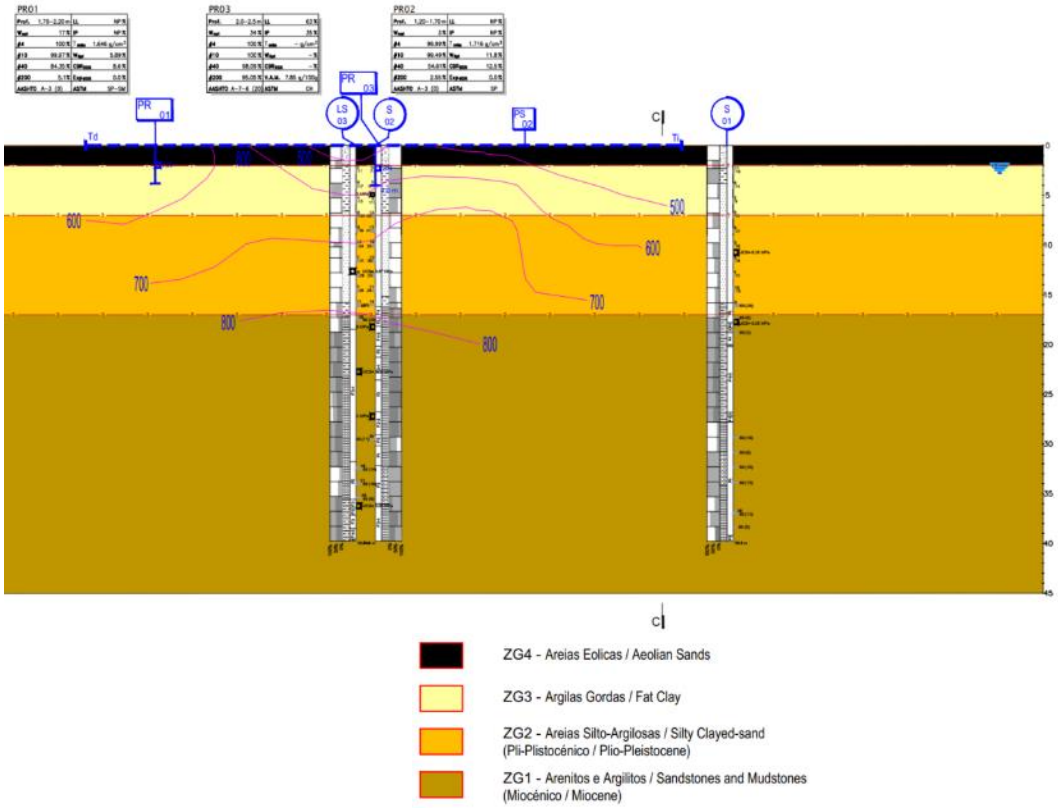


Figura 7.12 – Camadas estratigráficas consideradas, na zona do Boxcut.

Os solos identificados na área em estudo correspondem a areias mal graduadas (SP), por vezes com silte(SP-SM), e argilas gordas (CH), pela classificação ASTM e a solos das classes A-3 (0) e A-7-6 (20), pela classificação AASHTO.

Na Tabela 7.3 sintetizam-se os resultados obtidos nos ensaios de laboratório realizados em amostras de solos.

Tabela 7.3 – Resultados obtidos nos ensaios de laboratório - amostras remexidas de solo.

Poço	Prof. da amostra (m)	% material passado				LL (%)	IP (%)	ω (%)	VAM (g/100g)	Compactação				Classificação ASTM / AASHTO
										ω_{opt} (%)	γ_{dmax} (g/cm^3)	CBR (%)	Exp. (%)	
		#200	#40	#10	#4					Proctor Mod.		Ensaio CBR		
PR01	1.7 – 2.2	5.10	84.35	99.97	100	NP	NP	17	-	5.89	1.646	8.6	0	SP-SM / A-3 (0)
PR02	1.2 – 1.7	2.55	54.61	99.49	99.99	NP	NP	3	-	11.8	1.716	12.5	0	SP / A-3 (0)
PR03	2.0 – 2.5	95.1	98.09	100	100	63	35	34	7.85	-	-	-	-	CH / A-7-6 (20)

Na Figura 7.13 e Figura 7.14 apresentam-se as curvas granulométricas dos solos ensaiados e a projeção dos mesmosna Carta de Plasticidade de Casagrande.

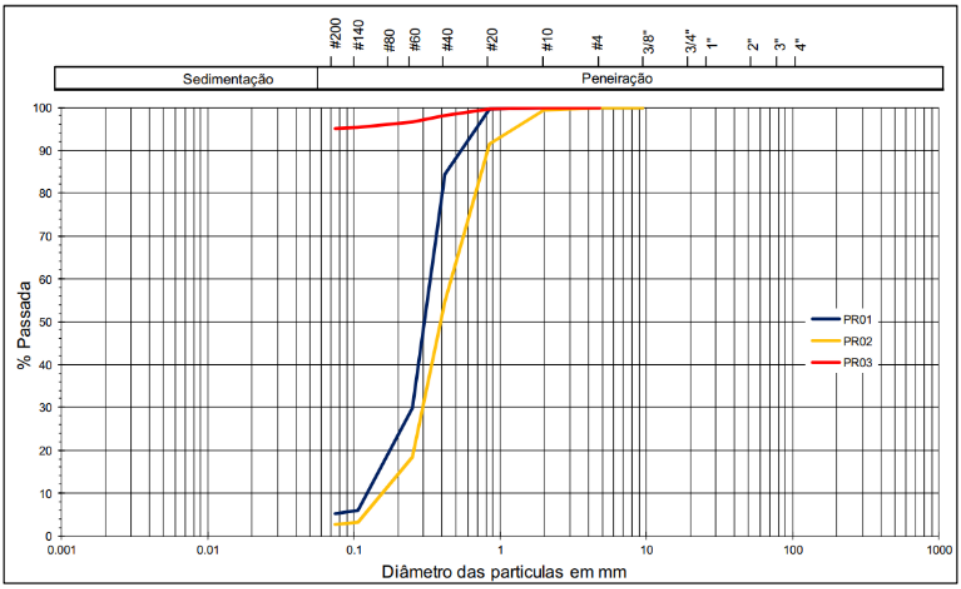


Figura 7.13 – Curvas granulométricas dos solos superficiais.

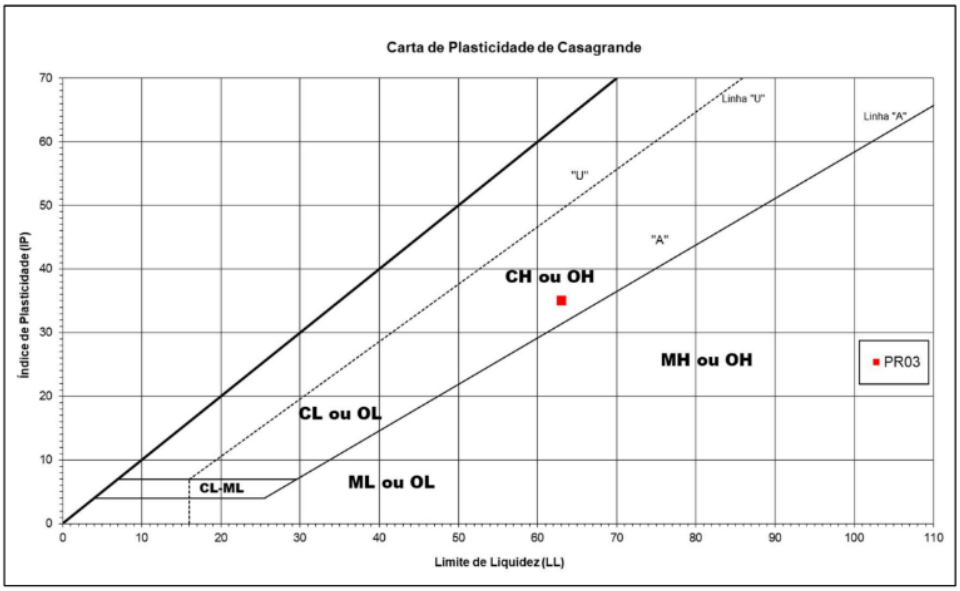


Figura 7.14 – Carta de Casagrande com representação dos solos superficiais.

Para a caracterização geotécnica das formações identificadas em profundidade, foram realizados ensaios de compressão uniaxial em testemunhos obtidos nas sondagens realizadas.

Na Tabela 7.4, apresentam-se os resultados obtidos no ensaio de compressão uniaxial.

Tabela 7.4 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios de compressão uniaxial.

Sond.	Prof. (m)	Litologia	Grau de Fraturação	RQD (%)	UCS (MPa)	E (GPa)
LS01	10.5 – 11.0	Areia argilosa	-	-	0.35	0.108
	17.4 – 17.9	Argilito / Arenito	F4-5	50	5.55	0.230
LS02	4.8 – 5.1	Argila	-	-	0.23	0.017
	18.0 – 18.5	Arenito	F4-3	80	2.38	0.250
	27.0 – 27.6	Arenito	F3-2	75	8.92	0.378
LS03	12.4 – 12.8	Areia argilosa	-	-	0.87	0.032
	22.5 – 23.0	Argilito / Arenito	F3-4	75	3.08	0.100
	36.0 – 36.50	Arenito	F3	50	3.06	0.170

UCS – Resistência à compressão uniaxial; E – Módulo de Elasticidade;

ZONAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO GEOMECÂNICA

A fixação dos parâmetros geomecânicos para o maciço terroso e a subsequente avaliação das capacidades resistentes e de deformabilidade tiveram em conta os resultados das sondagens mecânicas e os ensaios de laboratório realizados.

Nos ensaios SPT pode proceder-se à correção dos resultados dos ensaios SPT aplicando os critérios definidos na norma NP EN1997-2:2010, relativos à eficiência (Er-60%), ao comprimento das varas (λ) e à tensão efetiva de recobrimento em areias (C_N), aplicados na seguinte relação:

Equação 7.5 – Relação para ensaios SPT.

$$(N_1)_{60} = \frac{Er}{60} \times \lambda \times C_N \times N$$

Considera-se que os equipamentos com dispositivo de disparo automático do pilão apresentam uma eficiência da ordem dos 60%, onde o fator corretivo relacionado com a energia de cravação (ER/60) é igual a 1.

A norma NP EN1997-2:2010 propõe, em areias, que a determinação do índice de densidade relativa (I_D) seja efetuada pela seguinte relação para os ensaios SPT:

Equação 7.6 – Índice de densidade relativa (I_D).

$$I_D = \sqrt{\frac{(N_1)_{60}}{60}}$$

A partir dos valores de N_{SPT} a mesma norma propõe que o ângulo de atrito interno (ϕ') possa serdeterminado aproximadamente pela relação ϕ'=27+15ID.

A coesão não drenada (C_u), característica dos materiais argilosos, pode ser determinada empiricamentepela seguinte correlação:

Equação 7.7 – Coesão não drenada (C_u).

$$C_u \approx 5.74 \times N_{60} \text{ (kPa)}$$

Na determinação do módulo de deformabilidade para condições não drenadas (E_u), com base nos resultados dos ensaios SPT, utilizaram-se as seguintes formulações para argilas.

Equação 7.8 – Módulo de deformabilidade (E_u).

E_u= (500 a 1500) Cu (kPa), IP< 30% |E_u= (100 a 500) Cu (kPa), IP> 30%

(em Foundations Analysis and Design, Bowles, J. – 1997)

Na determinação do módulo de deformabilidade para condições drenadas (E_s), com base nos resultadosdos ensaios SPT, foi seguida a formulação abaixo indicada, válida para areias normalmente consolidadas.

Equação 7.9 – Módulo de deformabilidade (E_s).

$$E_s = 500 \times (15 + N_{SPT}) \text{ (Areias muito soltas a soltas)}$$

$$E_s = 7000 \times \sqrt{N_{SPT}} \text{ (Areias medianamente compactas a muito compactas)}$$

(em Foundations Analysis and Design, Bowles, J. – 1997)

A definição do modelo de comportamento do maciço rochoso (Arenitos, conglomerados e argilitos) baseou-se no critério de rotura de Hoek-Brown, que obedece à seguinte expressão:

Equação 7.10 – Critério de rotura de Hoek-Brown.

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^a$$

onde:

σ_1' e σ_3' = tensões efetivas principal máxima e mínima na rotura;
σ_{ci} = resistência à compressão simples da rocha;
m_b = valor do parâmetro m para o maciço rochoso;
s e *a* = são constantes que dependem das características geotécnicas gerais do maciço rochoso, sendo o valor de a determinado pela seguinte expressão.

Equação 7.11 – Critério de rotura de Hoek-Brown.

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3}\right)$$

A determinação dos parâmetros m_b e s pode ser determinado com base na expressão:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

Onde, m_i é o valor do parâmetro m para a rocha intacta e GSI o índice de resistência geológica (*Geological Strenght Index*).

A relação entre s e GSI é avaliada através da seguinte expressão, válida para GSI> 25, maciço rochoso não perturbado e para valores de resistência à compressão simples da rocha iguais ou inferiores a 100 MPa.

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

Para a determinação das características resistentes do maciço rochoso foram definidas as envolventes de rotura em termos de σ_1' e σ_3'. Admitiu-se no estudo que K=1. Uma vez conhecido o modelo de comportamento, utilizou-se o critério de rotura de Mohr-Coulomb para avaliar a coesão (c') e o ângulo de atrito interno (ϕ').

Admitindo-se que as escavações no maciço rochoso serão reduzidas considerou-se um fator de perturbação do maciço rochoso D=0.3 que simula a redução da capacidade do maciço rochoso devido às escavações.

Para estimar o valor do módulo de deformabilidade do maciço rochoso utilizou-se a metodologia proposta por Hoek e Diederichs, que está sintetizada na seguinte expressão:

Equação 7.12 – Módulo de deformabilidade (Hoek e Diederichs).

$$E_{rm} = E_i\left(0.02 + \frac{\frac{1-D}{2}}{1+e^{\frac{60+15D-GSI}{11}}}\right)$$

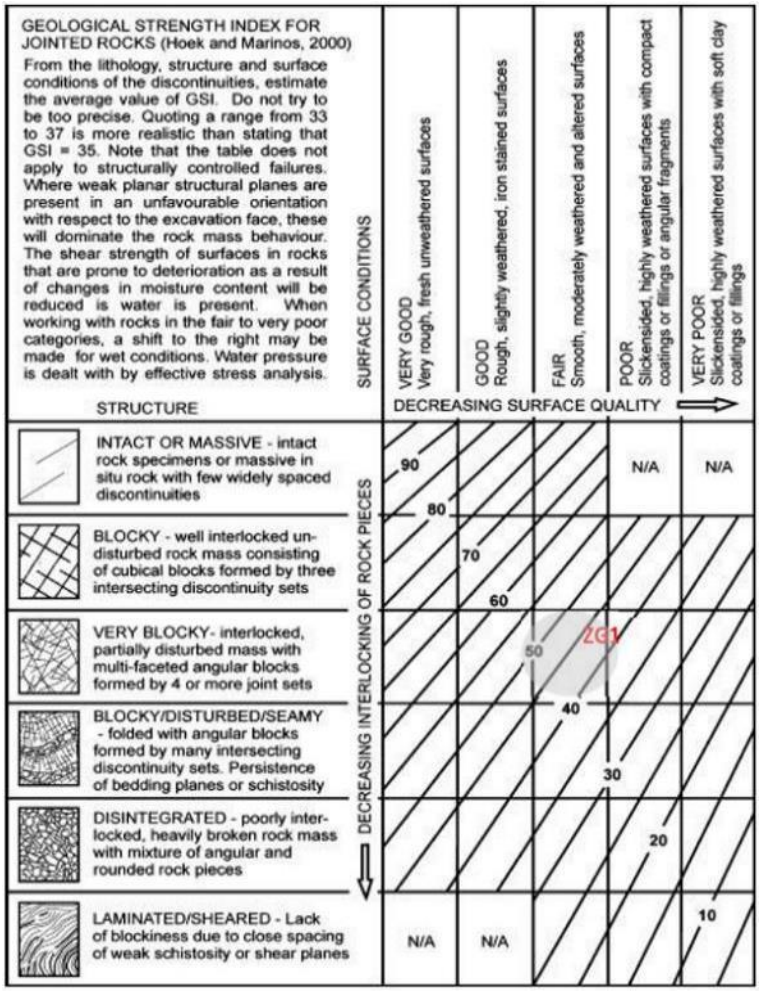


Figura 7.15 – Tabela para obtenção do índice GSI baseado na estrutura e condição das descontinuidades (Marinos& Hoek, 2000).

Na tabela seguinte (Tabela 7.5) sintetizam-se os valores de resistência e deformabilidade dos terrenos, calculados com base nos critérios de rotura acima referidos e também na experiência em terrenos com o mesmo comportamento geotécnico, sendo os resultados obtidos ajustados de forma conservativa.

Tabela 7.5 – Síntese da parametrização geomecânica adotada no dimensionamento.

Estratigrafia		NSPT	γ	c'	ϕ'	cu
		[pancadas]	[kN/m³]	[kPa]	[º]	[kPa]
Areias eólicas		-	15	0	28	
Argila gorda		7 - 17	17	5	15	30
Areias Silto-Argilosas		18 - 30	18	2.5	32	-
Arenitos e Argilitos		40 - >60	19 – 21	60	33	-

7.1.2.3 ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO GERAL

Embora apresentado em estudo próprio (Capítulo 03 – Estudo Hidrogeológico), no presente capítulo resume-se o contexto hidrogeológico na zona de implantação do *box-cut* e os condicionalismos deste, para a escavação.

A zona afeta ao Projeto da Lagoa Salgada corresponde a uma zona aplanada e recortada entre rios, i.e., entre o rio Sado e seus dois afluentes principais da margem esquerda, a ribeira do Arcão a Norte e a ribeira de Grândola a Sul, formando uma elevação mais ou menos arredondada, a qual é limitada pelos vales dos rios principais, e todos os afluentes terciários que a eles aportam, e recortada por linhas de água com drenagem radial.

Na área do Projeto, elenca-se dois de cursos de água, na margem esquerda do rio Sado, que têm relação direta com esse mesmo Projeto, a ribeira do Arcão e a ribeira de Grândola.

O rio Sado que corre a cotas entre +2m e +12 metros (com influência de marés, até ao seu troço intermédio, junto a Porto Rei a Este dos jazigos), pode sentir os efeitos da recarga, a partir de montante e a partir do fluxo direto da drenagem superficial da rede hidrográfica daquelas duas ribeiras na margem esquerda. Pode ter ainda comportamento ganhador a partir da descarga aquífera dos sistemas hidrogeológicos Miocénicos e Plio-Plistocénicos, mas pode ter comportamento perdedor em profundidade, para jusante, onde o limite de contatos tectónicos e-estratigráficos favoreça essa recarga aquífera mais profunda da base do Cenozoico e do Paleozoico.

Os sistemas aquíferos multicamada identificados são complexos e de produtividade variável, sendo que foi estabelecido o seguinte contexto hidrogeológico geral:

- Sistema Cutâneo: Formações mais jovens superiores (Holocénico e Plio-Plistocénico); aquíferos livres nos arenitos finos não consolidados, a profundidade média de 0-20 m;

- Sistema Intermédio: Formações do Miocénico; arenitos porosos, conglomerados e calcarenitos; istema aquífero semi-confinado multicamada (até 4-5 m de espessura cada uma), a profundidade intermédia entre 30 e 80 m). Inclui a formação do topo do Paleogénico quando arenítica no seio de argilitos (80-85 m)

- Sistema Basal: Contacto Paleogénico/Paleozoico correspondente ao importante hiato estratigráfico ocorrido; aquífero heterogéneo, à profundidade variável do contato entre 120 e 150 m. Nem sempre é aquífero, designadamente quando o contato abruto se apresenta consolidado e sem alteração/fraturação, entre as formações do Paleozoico e do Paleogénico.

- Sistema Profundo: Paleozoico vulcânico e sulfuretos disseminados; corresponde a rochas fraturadas e/ou relacionadas com a mineralização (sulfuretos maciços polimetálicos, stockwork) e *gossan*; sistema heterogéneo misto poroso/fissurado, confinado a semi-confinado; profundidade indefinida. Por

vezes o contato é direto com o Paleogénico, onde pode apresentar pequena franja de paleo-alteração.

Em consequência, foi efetuado o estabelecimento da relação da litologia *vs* sistemas hidrogeológicos potenciais, sendo, que resultou no seguinte, do topo para a base:

1) Aquífero livre a semilivre pelicular a superficial nas areias eólicas e aluviões inconsolidados do Holocénico.

   Aquífero pelicular holocénico (Ex: lagoas e brejos). Espessura métrica. Na área da cartografia geológica assume-se que a inexistência de acumulação de águas peliculares supõe que a água alimente verticalmente e de modo direto o sistema aquífero cutâneo subjacente do Pio-Pleistocénico.

   Ao contrário, quando sub-saturado por efeito de eventos pluviais em anos hidrológicos normais, pode dar-se a acumulação provisória seguida de derrame lateral para as areias do Plio-Plistocénico e para a rede hidrográfica adjacente.

2) Aquífero cutâneo, livre a semilivre nas areias, conglomerados e argilas do Plio-Plistocénico (Formações de Ulme/"Marateca" e Vale Figueira).

   Aquífero cutâneo do Plio-Plistocénico. Algumas litologias argilosas intercaladas no topo da Formação de Ulme/Marateca, mais caraterísticamente arenosa fina, são a base daqueles aquíferos livres a semilivres do Holocénico, como referido acima.

   Este sistema aquífero cutâneo, está intimamente relacionado com as areias finas monogranulares, muito finas, inconsolidadas a semi-consolidadas, do Plio-Plistocénico indiferenciado. Na base pode observar-se a presença ocasional de cascalheira fina de espessura centimétrica.

   No restante, fundem-se num só aquífero cutâneo. Espessuras observadas em sondagem até cerca de 20 m, relativamente à cota de superfície de referência de 90m (a.n.m), pois que localmente pode interpretar-se como podendo ter maior espessura, entre esta cota e a cota 107m (a.n.m) do marco geodésico da Fresta.

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS HIDROGEOLÓGICOS

Duas das sondagens realizadas no âmbito do Plano de Prospeção (ver capítulo 7.1.2.1), foram reconvertidas para piezómetros de monitorização hidrogeológica e designados de GT – ST 01 e GT - ST02.

A sua execução até cerca de 40 m de profundidade garante que controlam a piezometria do sistema aquífero Plio-plistocénico e eventualmente o aquífero mais alto do Miocénico Superior, quando intersectado acima de 40 m.

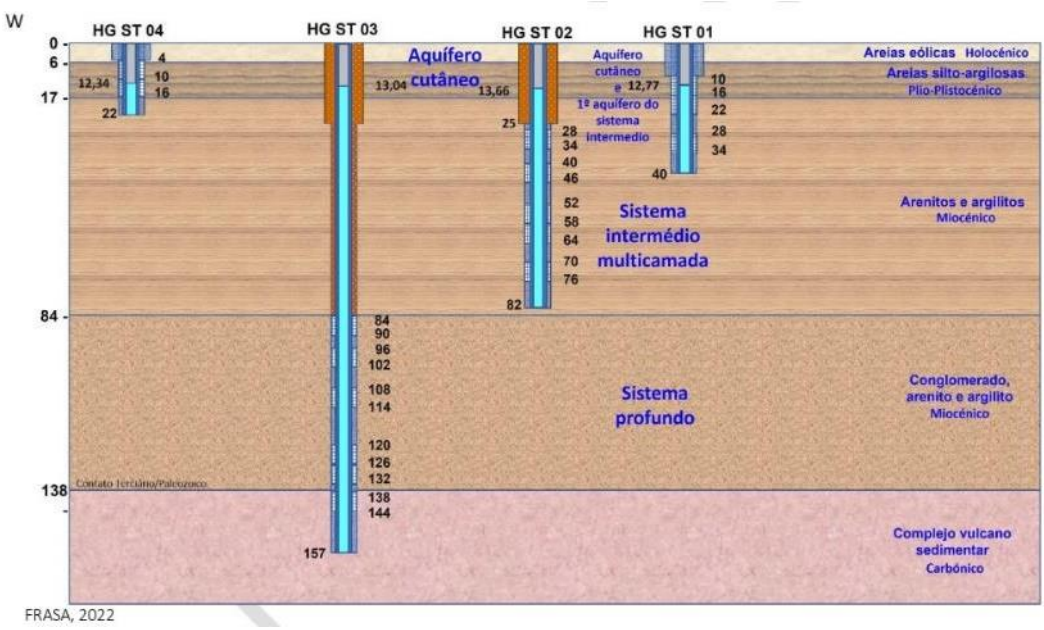


Figura 7.16 – Esboço e litologias dos furos de investigação hidrogeológica no jazigo de Venda Nova Sul (Fonte: Relatório Hidrogeológico).

Assim, tendo como base o estudo hidrogeológico, na zona de implantação do Box Cut, verifica-se a existência de um aquífero cutâneo que se desenvolve até uma profundidade de 17 m. Este é controlado pela água meteórica. A sua recarga é na vertical e descarga lateralmente, possuindo um contacto de base impermeável.

No referido estudo, é indicada uma transmissividade de $1.81x10^{0}$ m^3/dia e uma condutividade hidráulica de $1.07x10^{-1}$ m/d.

Face ao exposto, considerou-se necessária a materialização de uma barreira impermeabilizante por forma a minimizar o impacto neste aquífero aquando da materialização da escavação associada ao *Box Cut*.

Desta forma será possível a realização de uma escavação sem que ocorra a afluência de água à mesma, bem como prescindir de uma solução de impermeabilização do acesso mineiro no troço em questão.

Na Figura abaixo representam-se os aquíferos referidos (Figura 7.17).

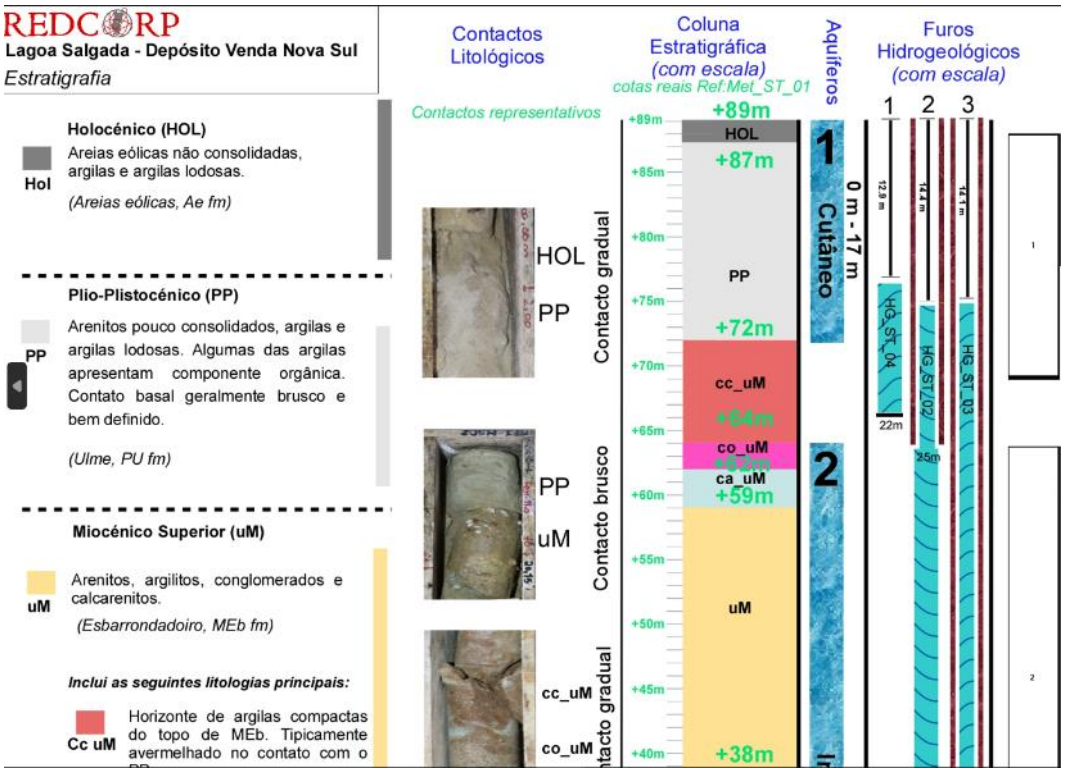


Figura 7.17 – Representação estratigráfica e aquífero cutâneo e intercamada identificado no jazigo de Venda Nova Sul (Fonte: Relatório Hidrogeológico).

7.1.2.4 SOLUÇÕES PRECONIZADAS

Face aos condicionalismos hidrogeológicos e ao cenário geológico e geotécnico, preconiza-se a execução de cortina de impermeabilização ao longo do perímetro da escavação do *Box Cut*, por forma a minimizar os impactos no referido aquífero, bem como assegurar a realização de uma escavação a seco.

Esta foi a única opção estudada, pois foi a única vista como viável nesta fase de projeto de modo a não interferir no aquífero de superfície. Todos os detalhes de cálculo estão no Anexo IV.

Tendo em vista o arranque da escavação mineira do túnel, procurou-se que esta ocorre-se abaixo do aquífero cutâneo, ou seja, dos 17,00m de profundidade e em terrenos do Miocénico, onde o comportamento geomecânicos é mais favorável quando comparado com a camadas acima.

Assim, preconiza-se que o arranque da escavação subterrânea mineira ocorra, aproximadamente aos 24 m de profundidade, sendo para tal, será necessária a realização de uma escavação a céu aberto ao abrigo de uma contenção.

No sentido de se otimizar o custo e o tempo de execução dessa contenção, uma vez que a abertura do túnel condiciona o início da exploração mineira, optou-se por dotar a mesma de um caracter provisório, sendo adotada entre as profundidades 24m e 10m

um quadro fechado construído por "*cut & cover*" (a partir deste ponto denominada galeria de Acesso).

CONTENÇÃO PROVISÓRIA

Para a estabilização dos taludes, em fase provisória, preconiza-se uma solução do tipo parede pregada caracterizada pela execução pregagens e um revestimento em betão projetado com rede electrossoldada.

A maior altura de escavação ocorre no talude frontal, onde emboquilhará a obra mineira, materializando-se uma altura máxima de aproximadamente 24 m, materializada por 3 panos de talude com alturas de 8 m, intercalados por uma banqueta com uma largura de 3 m.

A geometria de escavação definida, passa pela adoção de uma inclinação de talude de 1:2 (V:H) no pano de escavação superior, sem a aplicação de contenção. Nos panos inferiores a geometria de escavação é verticalizada, adotando-se inclinações de 2:1 e 3:1 (V:H) conjugada com a execução de quatro níveis de pregagens, em varão ∅25mm de aço A500NR, dispostas em quincôncio, afastadas de 2,0 m entre si com comprimentos de 12 m.

No que diz respeito à superfície do talude, esta será revestida através da aplicação de três camadas de betão projetado (5+5+5 cm de espessura) intercaladas, entre si, por uma rede electrossoldada AQ50.

As pregagens devem ser realizadas em furo de diâmetro NX (∅76 mm) com comprimento de furo superior cerca de 20 cm ao valor teórico.

As pregagens deverão ser executadas, em regra, com uma inclinação de 15° com a horizontal.

Deverão também ser realizados drenos sub-horizontais, com 6,0 m de comprimento e 80 mm de diâmetro, em P.V.C. rígido, canelado e crepinado, revestidos com geotêxtil de 150 g/m². Estes drenos assegurarão a drenagem interna do maciço, prevenindo a eventual geração de impulsos hidrostáticos provocados pela infiltração de águas pluviais. De forma a garantir o escoamento gravítico das águas captadas, estes elementos deverão dispor de uma inclinação ascendente de 5° com a horizontal.

CORTINA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Por forma a assegurar a impermeabilização da área de escavação, houve necessidade de definir uma solução que garantisse a não interferência com os aquíferos, bem no que diz respeito à sua piezometria, quer à possibilidade de contaminação dos mesmos.

Assim, é preconizada uma solução recorrendo à tecnologia de injeção (*jet-grouting*) de material de base argilosa que, pela sua baixa permeabilidade, permite formar uma cortina de impermeabilizante.

Desta forma, será possível a realização das escavações a seco, bem como prescindir de solução de impermeabilização ao longo do troço da galeria de acesso em "*cut and cover*".

A materialização da cortina de impermeabilização será realizada através de dois alinhamentos de furos de injeção, com uma distribuição em planta # 1,20 x 1,20 m e uma profundidade na ordem dos 17 m.

GALERIA DE ACESSO

A adoção no trecho inicial da rampa de acesso à mina de uma galeria em quadro fechado, e como já descrito, destina-se a assegurar que a operação da mina seja suportada por uma trincheira de acesso de menor volume definitivo, com as vantagens associadas.

A galeria que antecederá o túnel mineiro será realizada *in-situ*, no interior de uma escavação temporária (Figura 7.18, Figura 7.19 e Figura 7.20).

A geometria da galeria será em quadro fechado, a materializar em betão armado, com um gabarito livre de 6.5m, e uma largura interna de 6.0m.

As espessuras de betão armado variarão por trechos ao longo do comprimento de 137m, de modo a se obter uma otimização do uso dos materiais, sem excessivamente complicar a construção. As espessuras dos montantes e lajes variam por isso entre 0.50 m e 1.0 m.

A altura de terras sobre a estrutura da galeria varia entre 3 m e 17 m.

No tardoz dos montantes é instalado um ecrã drenante destinado a conduzir eventuais águas que, sobretudo, não tenham sido contidas pela ensecadeira envolvente. A presença deste ecrã drenante permite que não seja necessário considerar no dimensionamento do quadro a presença de um nível freático, consideração essa que a ocorrer iria requerer um aumento dimensional expressivo dos montantes e lajes da galeria. Não se espera que os caudais capturados por estes ecrãs sejam expressivos, sendo que os mesmos serão conduzidos para o primeiro poço de bombagem no interior da mina.

A circulação dos veículos ocorrerá sobre um pavimento de betão nervurado/ranhurado posicionado sobre a laje inferior da galeria.

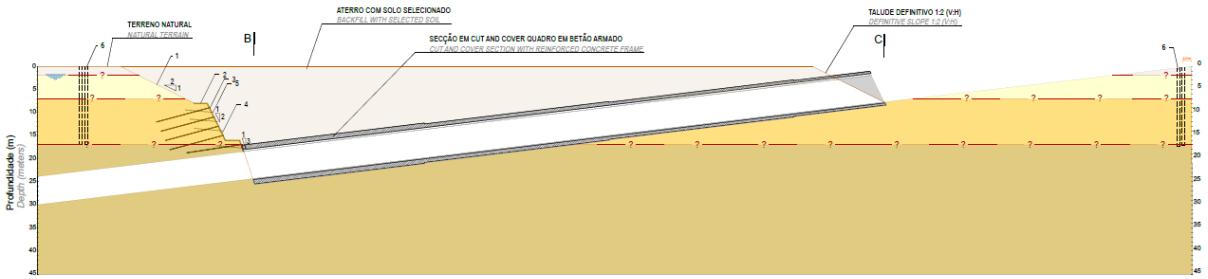


Figura 7.18 – Galeria de Acesso – Corte transversal B.

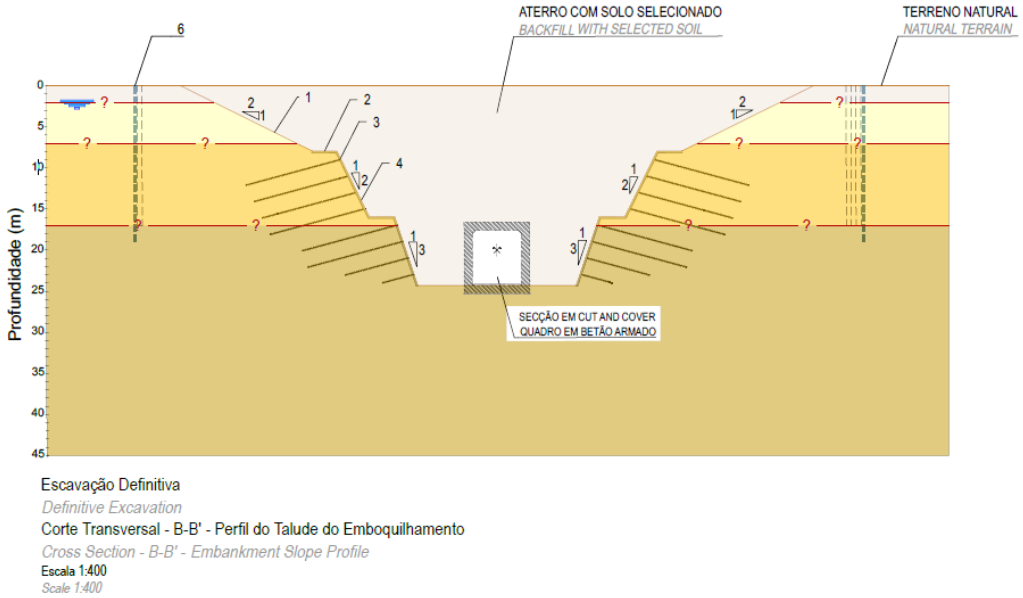


Figura 7.19 – Galeria de Acesso – Corte transversal C.

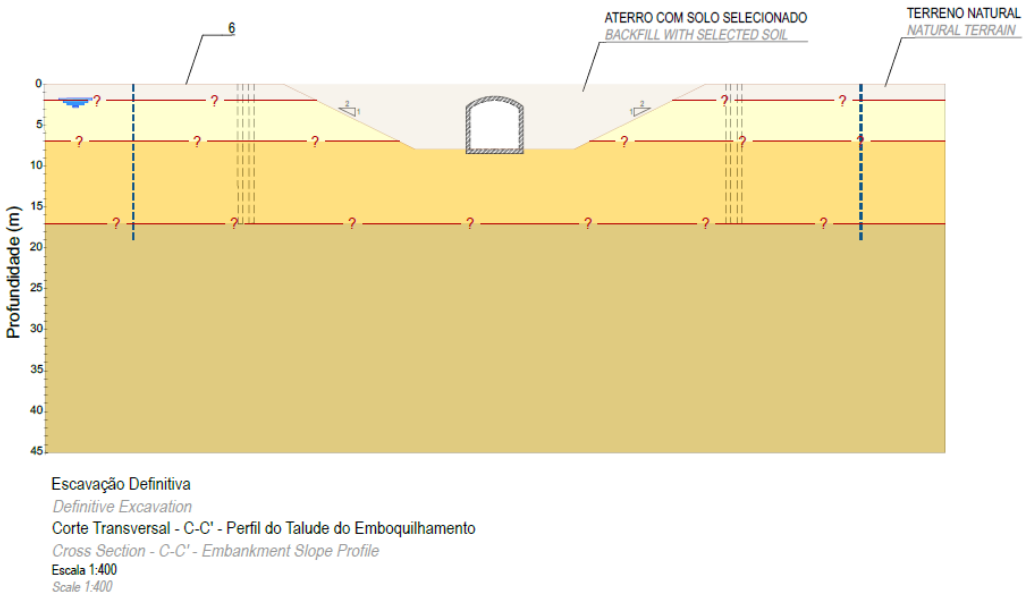
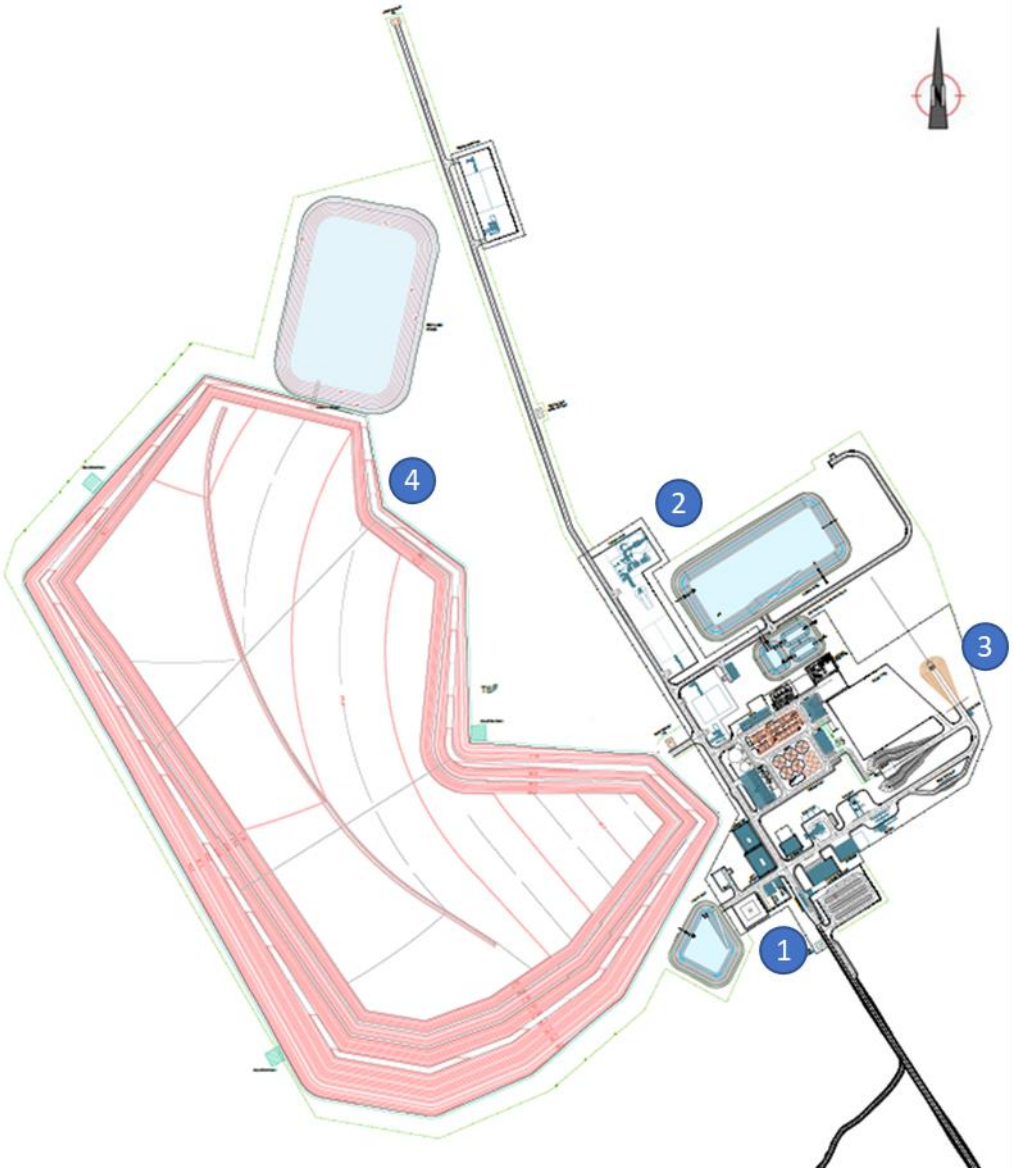


Figura 7.20 – Galeria de Acesso – Corte longitudinal.

7.2 INFRAESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE

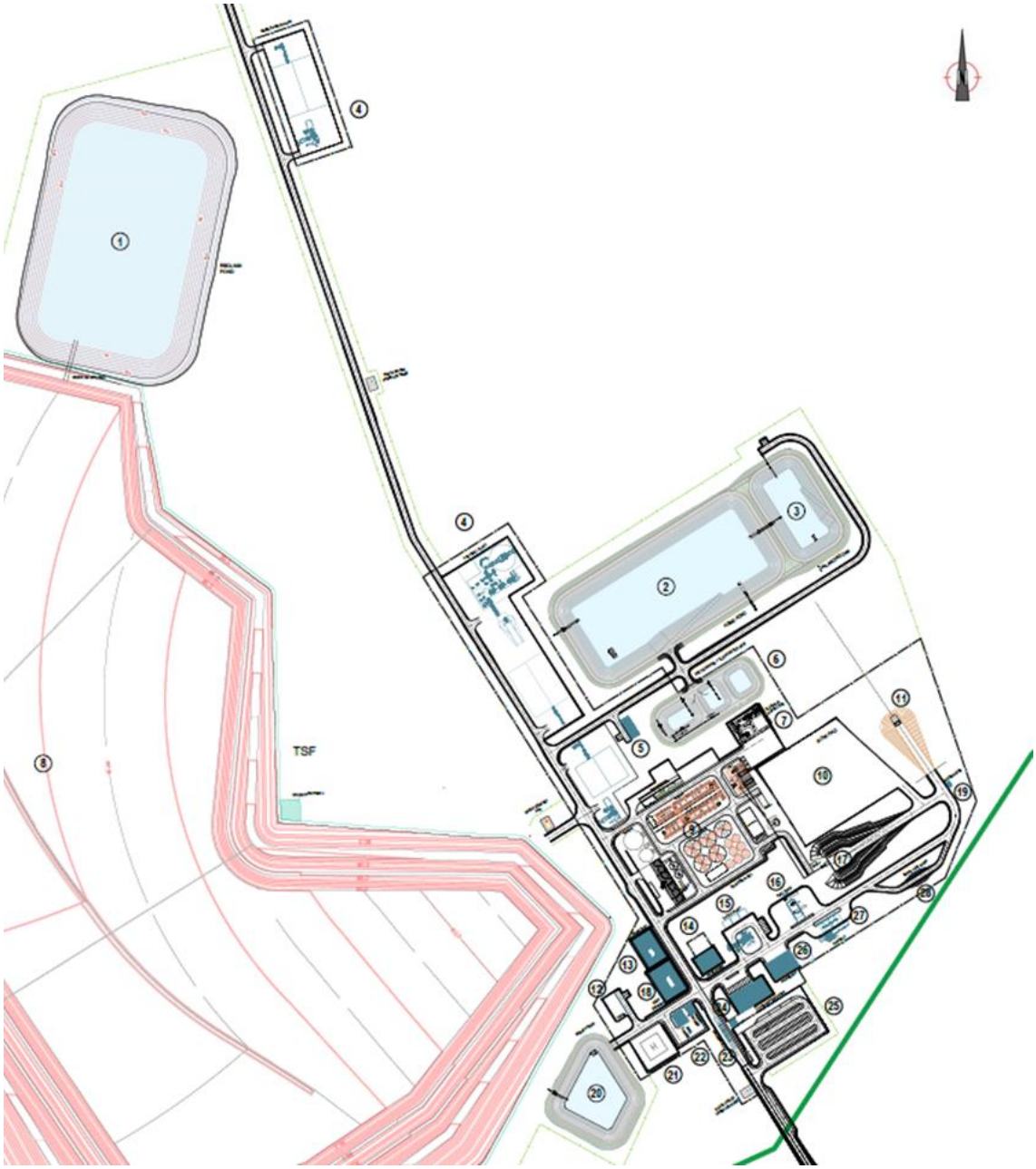
O complexo mineiro foi pensado de modo a diminuir o tamanho da pegada ecológica do Projeto, separando as áreas industriais e de instalações sociais e concentrando o mais possível todas as instalações (Figura 7.21 – ver com maior detalhe nas peças desenhadas do Anexo 04).

Devido aos ventos dominantes de noroeste, os edifícios sociais foram colocados de modo a não estarem na linha das possíveis partículas e ruído gerado pela operação. A disposição e ocupação do espaço teve em conta os habitats do local, evitando os mesmos, nomeadamente as áreas de montado e recargas de aquíferos.



1 – Zona Administrativa/Social; 2- Zona Industrial; Entrada da Mina; Instalação de Rejeitados

Figura 7.21 – Complexo Mineiro.



1 - Bacia de Escoamento	8 - Instalação de Resíduos	15 - Central de Betão	22 - Centro Médico + Edifício Equipa de Resgate
2 - Bacia de Retenção	9 - Lavaria	16 - Posto de Combustível	23 - Báscula
3 - Bacia de Regularização	10 - Parque de Minério	17 - Britagem Principal	24 - Portaria + Balneários Mina
4 - Cental da Pasta	11 - Entrada da Mina	18 - Edifício Principal	25 - Parque de Estacionamento
5 - Estação de Tratamento de Águas	12 - Estação de Tratamento de Águas Residuais	19 - Guarita	26 - Oficina
6 - Bacias de Decantação e Água Limpa	13 - Laboratório	20 - Bacia de Retenção de Águas Pluviais	27 - Lavagem de Veículos
7 - Subestação Elétrica	14 - Armazém	21 - Heliporto	28 - Rampa para Teste de Travagem

Figura 7.22 – Complexo Mineiro – Detalhe.

Proveniente do interior da Mina, além do minério, existirão veículos móveis quer de transporte de minério (camiões mineiros), quer de transporte de pessoal (viaturas ligeiras) e transporte de betão (autobetoneiras).

Os camiões mineiros têm como destino o parque de minério, a instalação de britagem primária e estação de abastecimento de combustível. As autobetoneiras circulam desde a mina até à central de betão e utilizam também a zona de abastecimento de combustível. Os veículos ligeiros que deslocam-se à Mina para transporte de pessoal utilizam a zona de abastecimento de combustível, a zona de lavagem de equipamentos e a rampa para teste de travões.

No seguimento dos parágrafos anteriores, foi criado o seguinte diagrama de fluxos para o complexo mineiro (com maior detalhe nas peças desenhadas do ANEXO IV).

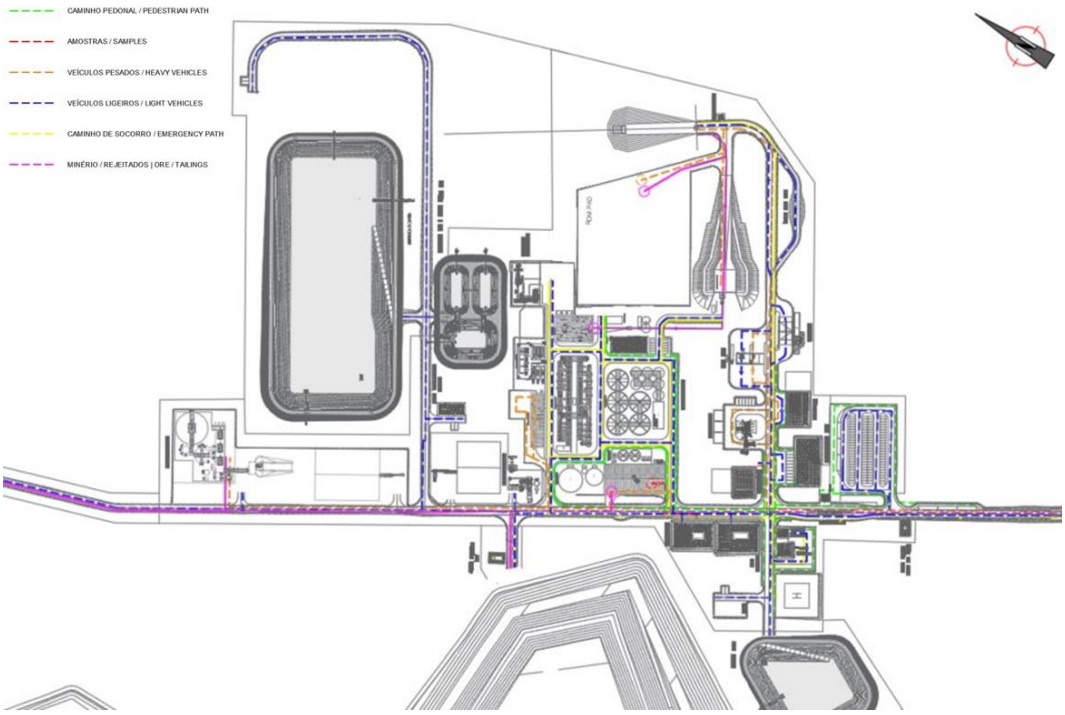


Figura 7.23 – Diagrama de Fluxos.

De acordo com a legislação portuguesa em vigor devem existir duas ligações entre o interior da Mina e a superfície. No caso da Lagoa Salgada a ligação principal será a rampa de acesso à Mina, por onde se efetuará todo o fluxo de equipamentos e pessoas. Como saída secundária ou de emergência funcionará uma estrutura de escadas e plataformas instalada numa das chaminés de entrada de ar fresco.

7.2.1 INSTALAÇÕES DE ADMINISTRATIVAS E TÉCNICAS

O presente capítulo descreve os edifícios de superfície que irão fazer parte do projeto Lagoa Salgada, estes edifícios têm como intuito o apoio à exploração mineira e englobam várias tipologias, edifícios administrativos, sociais e técnicos.

Foi realizado um estudo de detalhe para cada um dos edifícios, o qual englobou não só o estudo arquitetónico, mas também de todas as disciplinas envolvidas na execução de um edifício, estas foram as seguintes:

- Arquitetura;
- Estruturas;
- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Redes hidráulicas;
- Instalações elétricas (equipamentos elétricos, de telecomunicações e de segurança).

Relativamente à especificação funcional o projeto da infraestrutura de superfície pretende criar um conjunto edifícios de linguagem arquitetónica industrial onde os espaços técnicos e os percursos funcionais são concebidos de modo a resolver conceptualmente e funcionalmente o programa.

No que diz respeito à conceção estrutural o estudo dos vários edifícios teve como intuito obter uma estrutura o mais económica possível que, indo inteiramente de encontro aos requisitos propostos no projeto de Arquitetura, permita uma construção utilizando processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se a um reduzido prazo de construção, e cumprindo, obrigatoriamente, a sua função estrutural com total segurança.

Os edifícios a construir apresentam áreas de implantação, condicionantes e soluções estruturais diferentes e podem, simplificadamente, ser agrupados nos seguintes 3 conjuntos distintos.

- Edifícios 01 (Portaria), 04 (Centro Médico) e 10 (Guarita) – Trata-se de pequenas estruturas em betão armado, com áreas de implantação compreendidas entre 14m^2 e 86m^2.
- Edifícios 02 (Edifício Principal), 03 (Balneários) e 05 (Laboratório) – Trata-se de edifícios com estrutura em betão armado com áreas de implantação entre 712m^2 e 942m^2.
- Edifícios 06 (Edifício da Equipa de Resgate), 07 (Oficina) e 08 (Armazém) – Trata-se de edifíco com estrutura mista, com uma parte em estrutura metálica e outra parte em betão armado, os quais apresentam áreas de implantação compreendidas entre 182m^2 e 600m^2.

A descrição da solução estrutural de cada um destes grupos de edifícios encontra-se nas peças escritas do ANEXO IV, bem como a informação relativa ao estudo de detalhe dos edifícios. No presente capítulo é dado uma maior ênfase à funcionalidade de cada edifício, bem como à sua estrutura.

7.2.1.1 PORTARIA

O edifício foi concebido para ser acedido pelo pessoal de segurança e para controlar os fluxos de entrada e saída dos trabalhadores mineiros e visitantes. Este edifício terá 3 funcionários de segurança em permanência e terá uma receção para visitantes, uma sala de controlo da báscula, um escritório, WC e kitchenette.

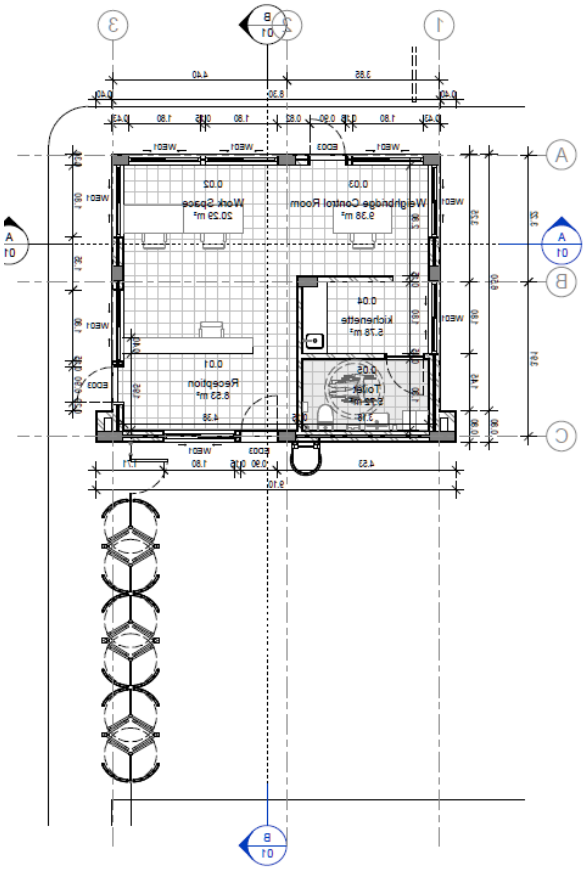


Figura 7.24 – Portaria – Planta piso térreo.

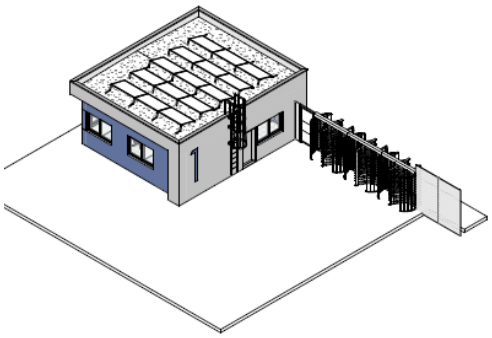


Figura 7.25 – Portaria – Vista 3D.

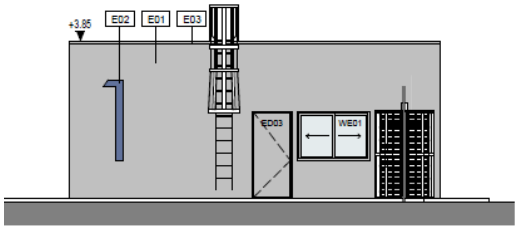


Figura 7.26 – Portaria – Alçado frontal.

7.2.1.2 EDIFÍCIO PRINCIPAL

O Edifício Principal tem dois programas independestes, o da administração e escritórios e do controlo e videovigilância.

O programa da administração e escritórios funcionará como o centro principal de escritórios da mina, com um número estimado de utilizadores de 72 trabalhadores permanentes. Terá três áreas de trabalho distintas, a área da administração, a área dos técnicos de minas e a área dos trabalhadores administrativos, esta última em *open space*. Terá uma receção com sala de espera, vários espaços de escritório, salas de reuniões, salas de briefing, kitchenette e instalações sanitárias.

A zona de controlo e videovigilância está concebida para ser acedida pelo pessoal de segurança e para regular os fluxos de entrada e saída. Esta terá pessoal de segurança permanentemente, uma sala de emergência, uma sala de controlo, kitchenette e instalações sanitárias.

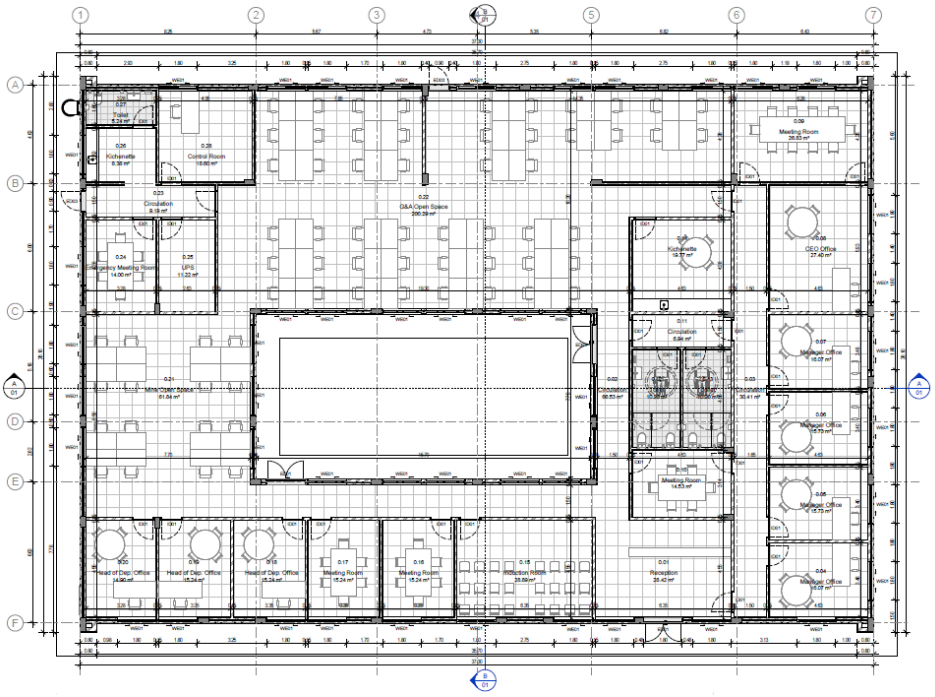


Figura 7.27 – Edifício Principal – Planta piso térreo.

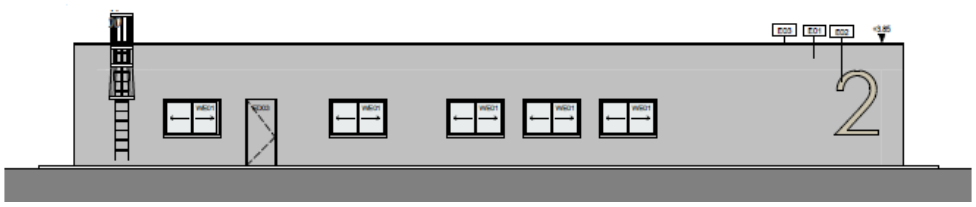


Figura 7.28 – Edifício Principal – Alçado direito.

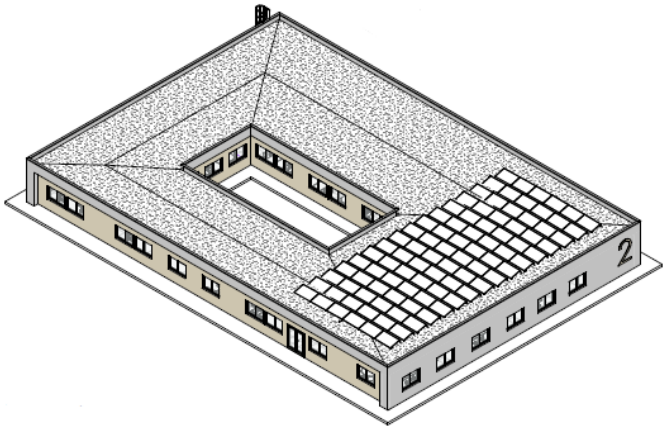


Figura 7.29 – Edifício Principal – Vista 3D.

7.2.1.3 BALNEÁRIOS

O edifício de balneário da mina, tem dois balneários para mineiros com capacidade para 40 mineiros/turno, 172 cacifos, dois balneários para técnicos e visitantes com capacidade para 31 utilizadores e dois balneários para supervisores com capacidade para 13 utilizadores. Terá ainda uma receção, lavandaria, vestiários para homens e mulheres, armazém, área de *briefing* e uma *lamp room*.

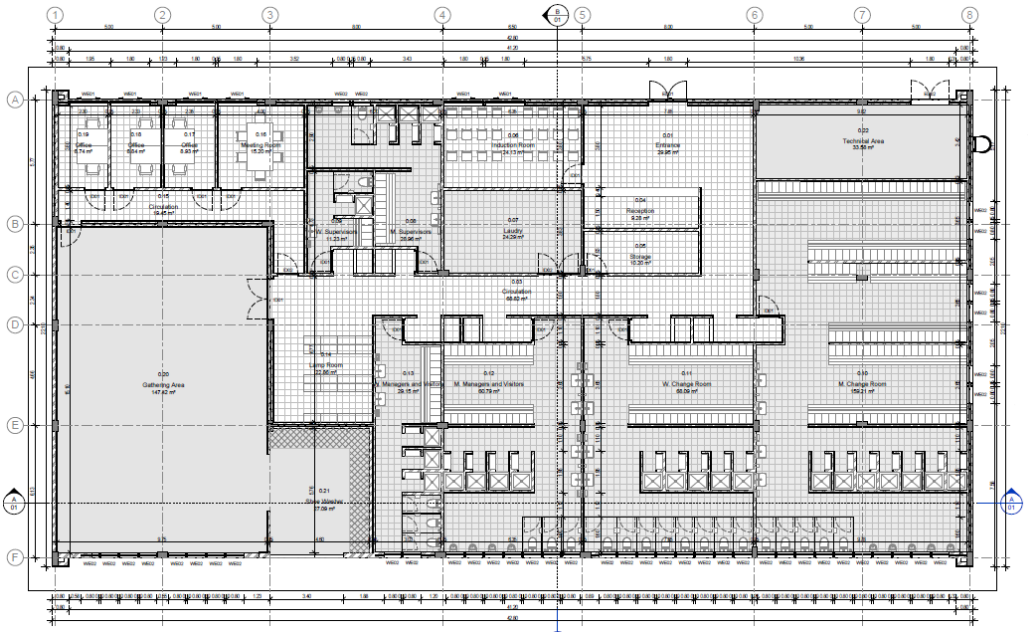


Figura 7.30 – Balneários – Planta piso térreo.

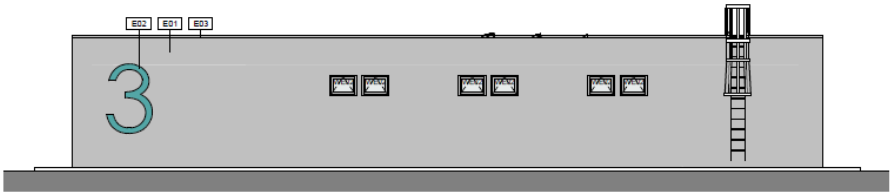


Figura 7.31 – Balneários – Alçado direito.

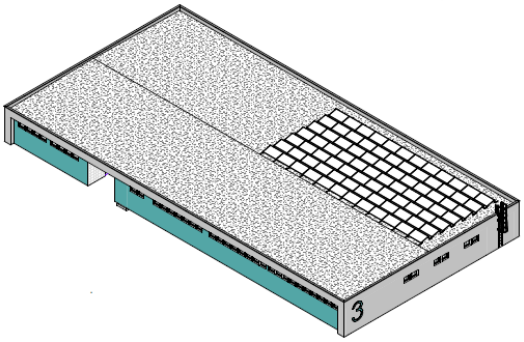


Figura 7.32 – Balneários – Vista 3D.

7.2.1.4 CENTRO MÉDICO

O edifício funcionará como centro médico da mina, para consultas médicas ocasionais, e para traumas graves ou necessidades médicas especiais, para posterior encaminhamento para hospitais próximos. O número estimado de trabalhadores permanentes é de 4 pessoas. Terá uma receção, sala de espera, sala médica e enfermaria, armazém, instalações sanitárias e uma entrada de emergência.

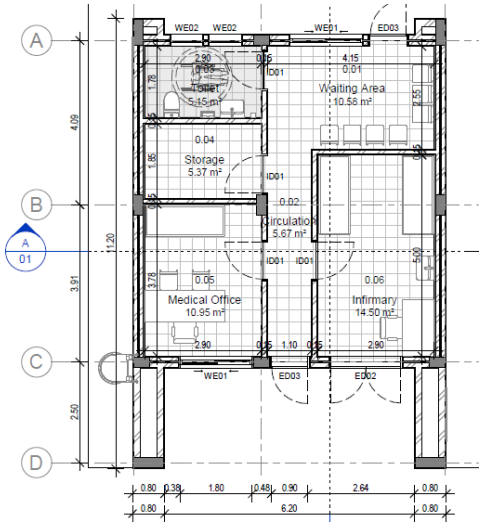


Figura 7.33 – Centro Médico – Planta piso térreo.

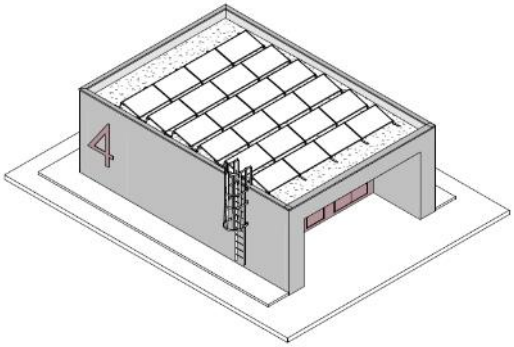


Figura 7.34 – Centro Médico – Vista 3D.

7.2.1.5 LABORATÓRIO

O edifício servirá para analisar os produtos obtidos na exploração mineira e tem capacidade para 6 pessoas permanentes. Terá instalações sanitárias, laboratórios, salas de armazenamento e manipulação de amostras, escritórios, kitchenette e sanitários.

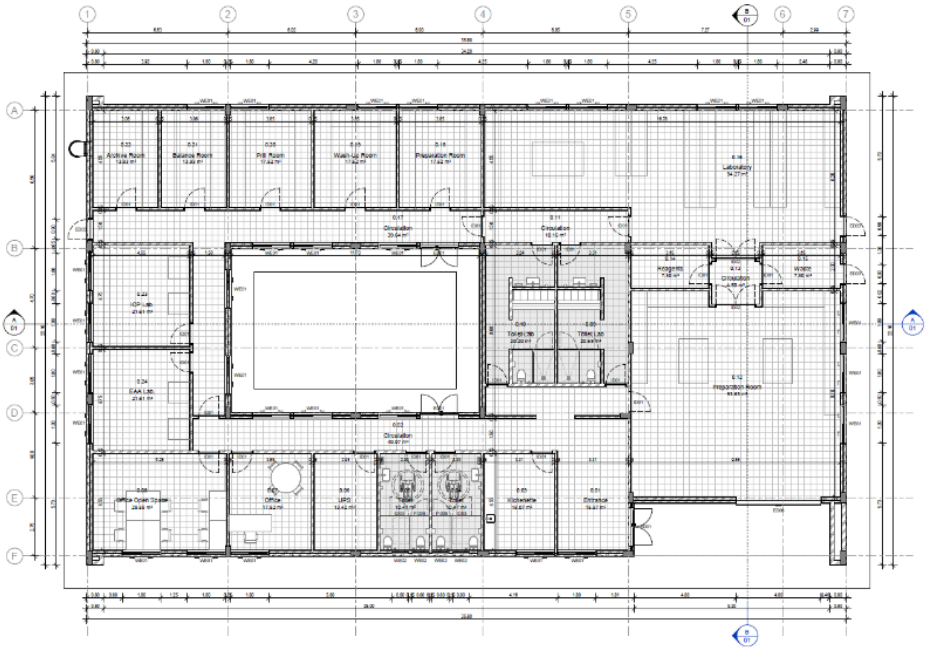


Figura 7.35 – Laboratório – Planta piso térreo.

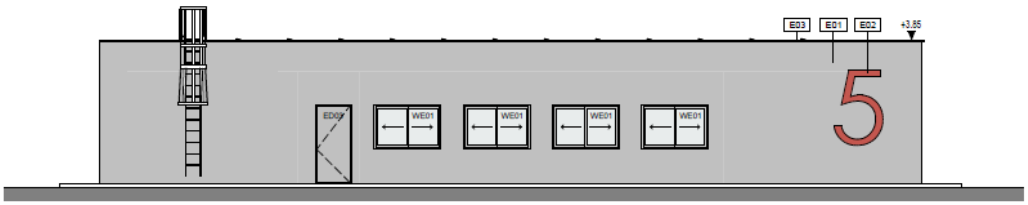


Figura 7.36 – Laboratório – Alçado direito.

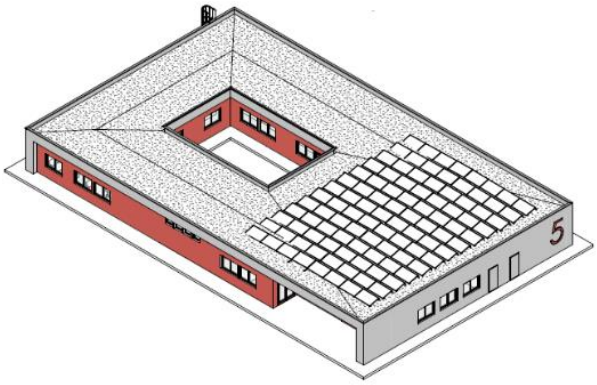


Figura 7.37 – Laboratório – Vista 3D.

7.2.1.6 EDIFÍCIO DA EQUIPA DE RESGATE

O edifício funcionará como centro de operações de resgate, servindo para o armazenamento de equipamento de combate a incêndios e veículos relacionados, equipamento de proteção pessoal para situações de crise/emergência. O número estimado de utilizadores do edifício é de 3 trabalhadores permanentes. Terá escritórios, instalações sanitárias e uma arrecadação.

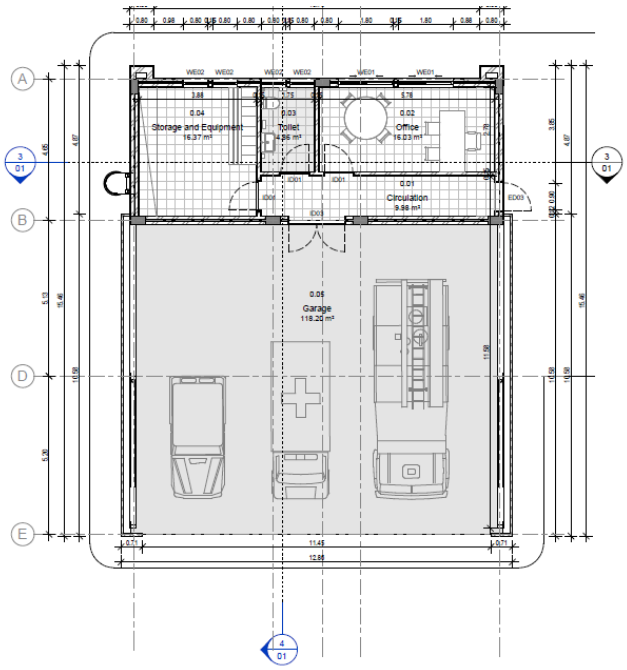


Figura 7.38 – Edifício Da Equipa De Resgate – Planta piso térreo.

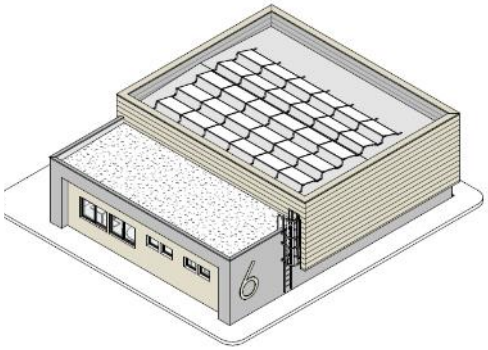


Figura 7.39 – Edifício Da Equipa De Resgate – Vista 3D.

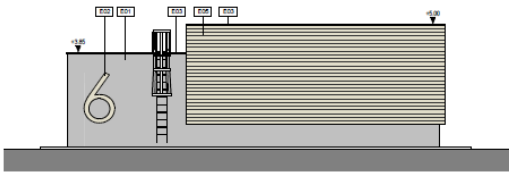


Figura 7.40 – Edifício Da Equipa De Resgate – Alçado esquerdo.

7.2.1.7 OFICINA

O edifício funcionará como uma oficina para equipamento fixo e/ou veículos móveis e o número estimado de utilizadores do edifício é de 4 trabalhadores permanentes. Terá quatro grandes espaços para manutenção, equipadas com uma grua suspensa, espaços de escritório, armazéns, kitchenette e instalações sanitárias.

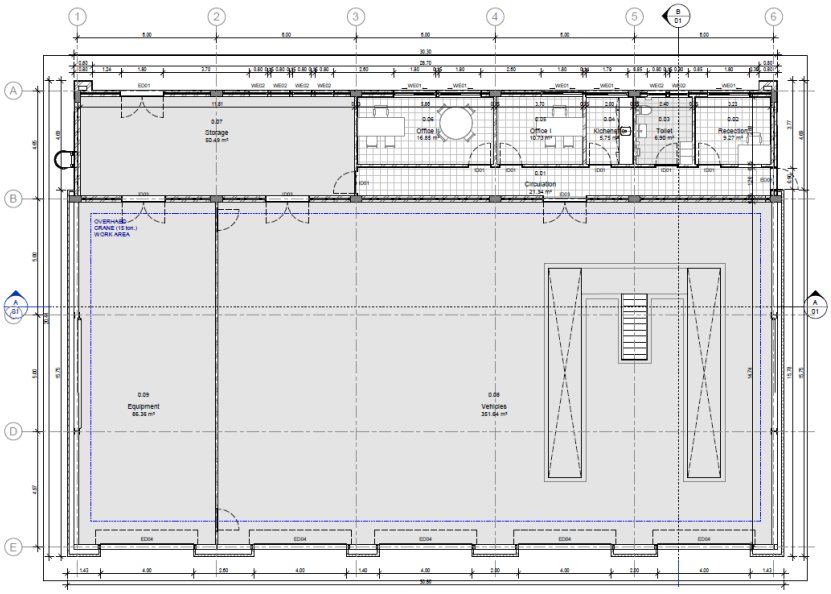


Figura 7.41 – Oficina – Planta piso térreo.

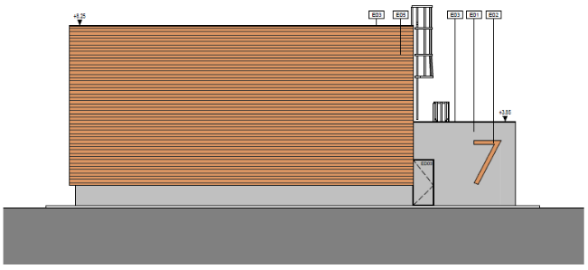


Figura 7.42 – Oficina – Alçado direito.

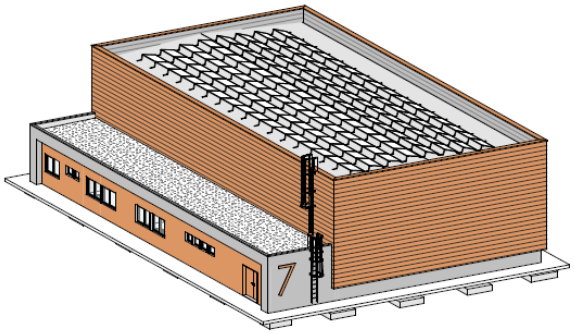


Figura 7.43 – Oficina – Vista 3D.

7.2.1.8 ARMAZÉM

O edifício funcionará como armazém de peças e equipamento, e o número estimado de utilizadores do edifício é de 2 trabalhadores permanentes. Terá um grande espaço interior e exterior para armazenamento, um espaço de escritório, arrumos, uma entrada e receção para levantamento de peças e materiais, kitchenette e instalações sanitárias.

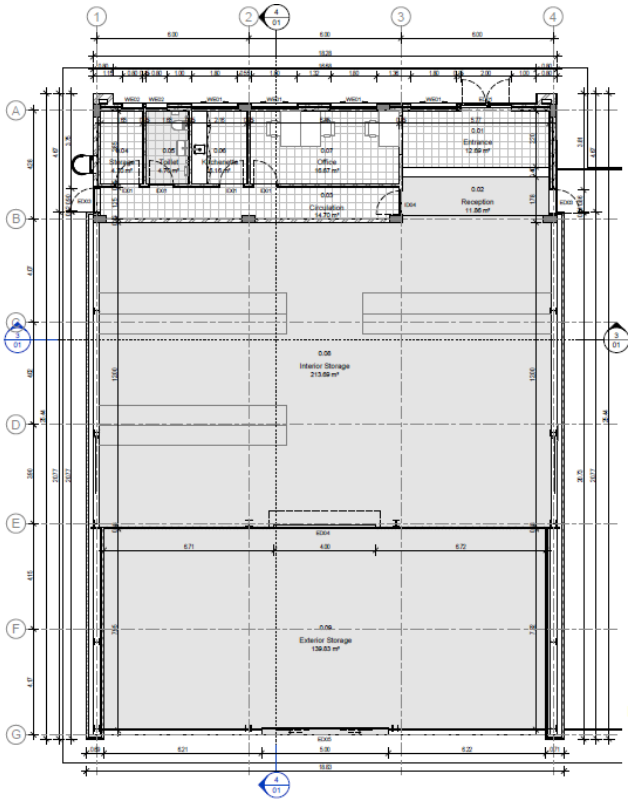


Figura 7.44 – Armazém – Planta piso térreo.

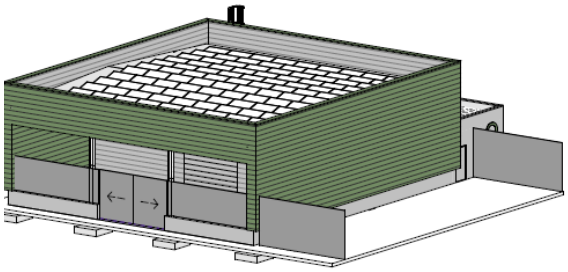


Figura 7.45 – Armazém – Vista 3D.

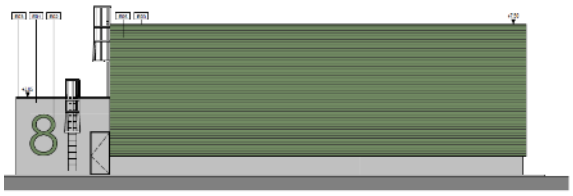


Figura 7.46 – Armazém – Alçado esquerdo.

7.2.1.9 GUARITA

O edifício foi concebido para ser acedido pelo pessoal de segurança, para controlar a entrada e saída da boca da mina. Este edifício terá segurança permanente e terá uma sala de controlo e uma casa de banho.

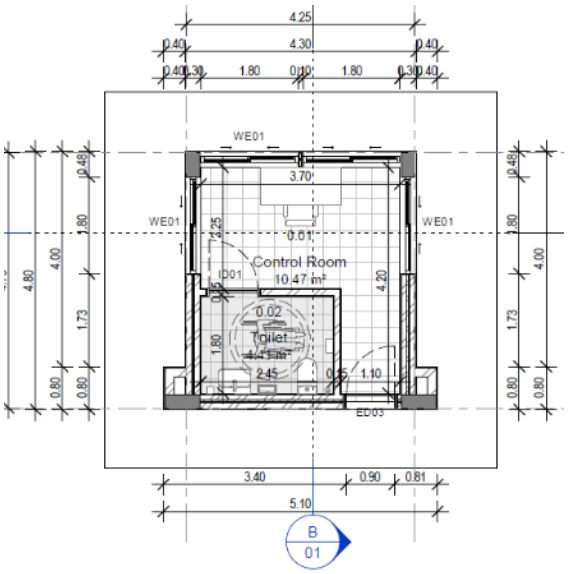


Figura 7.47 – Guarita – Planta piso térreo.

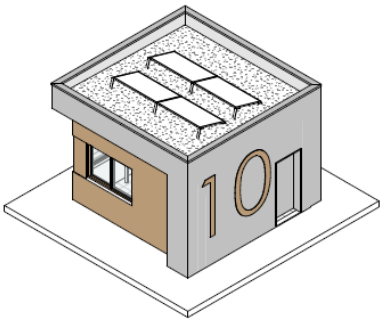


Figura 7.48 – Guarita – Vista 3D.

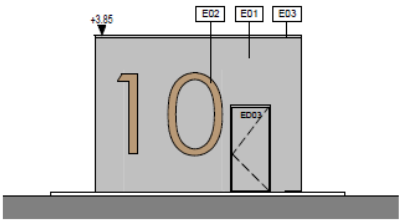


Figura 7.49 – Guarita – Alçado esquerdo.

7.2.2 INSTALAÇÕES DE APOIO ÀS OPERAÇÕES MINEIRAS

7.2.2.1 LAVARIA E BRITAGEM

O Projeto contempla o processamento mineralúrgico de 5 domínios diferentes (MS Fresco, MS Transição, Gossan, Stockwork e Stringer) em separado e que para o tratamento do material referente a cada um destes minérios existe uma sequência distinta, o complexo da Lavaria foi pensada de modo a ser possível realizar as alterações necessárias num menor curto tempo possível.

A área da lavaria contemplará várias zonas, nomeadamente, britagem, moagem, flutuação, lixiviação e filtração. Além destas áreas principais terá uma zona administrativa e de balneários, uma zona para armazenamento de reagentes, espessadores, salas elétricas, sala de compressores e zona de tratamento de água (tratamento de tiossais por reação Fenton).

Desta forma, foram definidas as seguintes áreas (Figura 7.50):

- Britagem Primária.
- Silo e Bypass Stock.
- Área de Moagem.
- Área de Flutuação.
- Área de Lixiviação.
- Recuperação de Ouro e Prata.
- Manuseamento de Concentrado.
- Água de Processo.
- Armazém de Reagentes
- Ar Comprimido.
- Sala Elétrica.
- Edifício de Controlo.

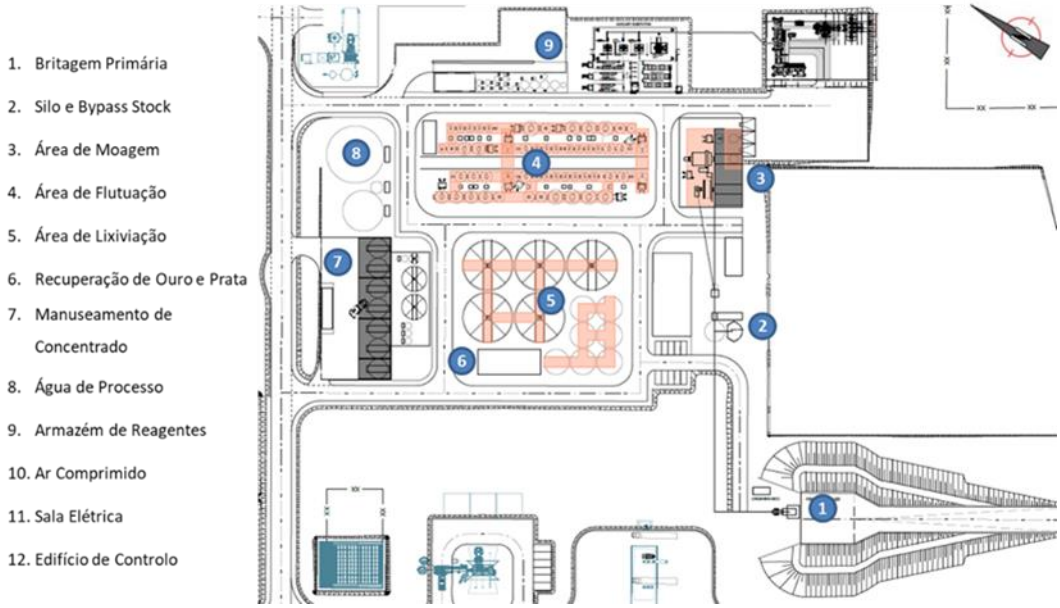


Figura 7.50 – Layout geral da Lavaria.

A lavaria contempla os seguintes edifícios, sendo que todas as infraestruturas não apresentadas não são cobertas. As peças desenhadas e memórias descritivas das áreas estudadas encontram-se no ANEXO IV.

EDIFÍCIO DE CONTROLO

O edifício funcionará como o centro de controlo da Lavaria, no qual é feita a gestão do funcionamento do processo de tratamento do minério. Este incluí também os balneários para os trabalhadores desta área.

Numa das frentes, terá um percurso de limpeza dos trabalhadores, prevendo zona de lavagem de sapatos e balneários masculinos e femininos. Na outra, terá uma zona administrativa para pessoal permanente, prevendo receção, salas de reuniões, escritórios, instalações sanitárias e kitchenette. O edifício prevê também as respetivas áreas técnicas.

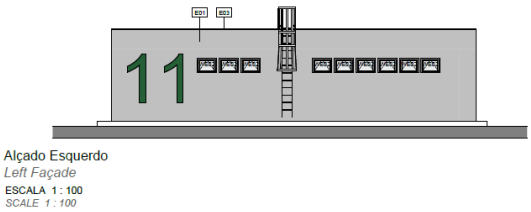


Figura 7.51 – Edifício de Controlo – Alçado esquerdo.

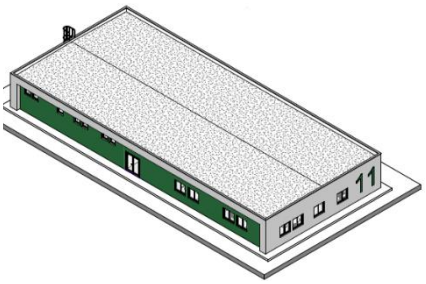


Figura 7.52 – Edifício de Controlo – Vista 3D.

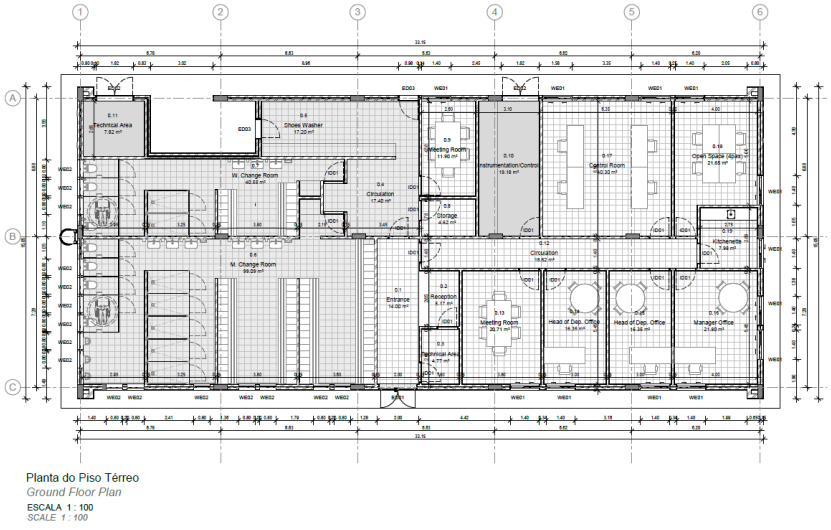


Figura 7.53 – Edifício de Controlo – Planta piso térreo.

Moagem

O edifício funcionará como um edifício para moagem do minério, onde o calibre é reduzido através do moinho SAG (semi-autógeno) e vertical, com a finalidade de se atingir a granulometria ideal para libertação dos minérios através dos processos de separação.

É caracterizado por um volume de altura generosa, que permite albergar as demais máquinas e equipamentos necessários à sua função. Concebido com estrutura mista de metal e betão, este volume é revestido com chapa metálica.

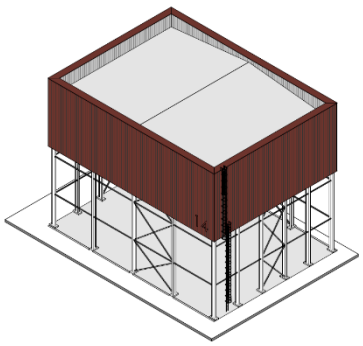


Figura 7.54 – Edifício de Moagem – Vista 3D.

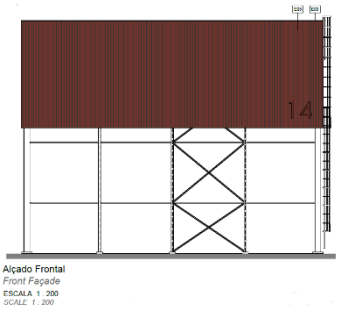


Figura 7.55 – Edifício de Moagem – Alçado frontal.

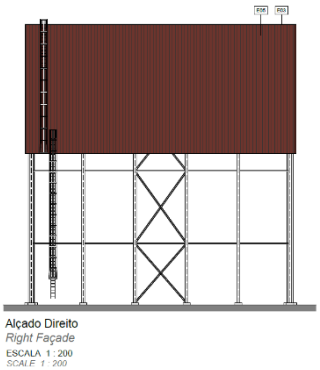


Figura 7.56 – Armazém de Concentrados – Alçado direito.

EDIFÍCIO DE REAGENTES

O edifício funcionará como um depósito de agentes reativos, utilizados nos processos físico-químicos (flutuação e lixiviação) para obtenção do concentrado final.

É caracterizado por um volume linear, que permite armazenar estes agentes. Concebido com estrutura mista de metal e betão, este volume é revestido com chapa metálica.

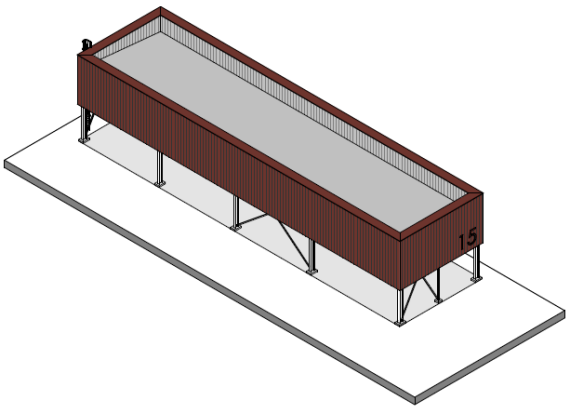


Figura 7.57 – Edifício de Reagentes – Vista 3D.

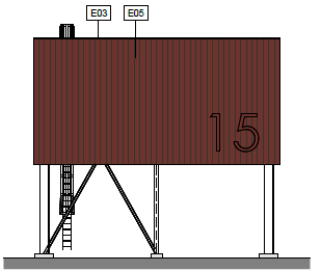


Figura 7.58 – Edifício de Reagentes – Alçado direito..

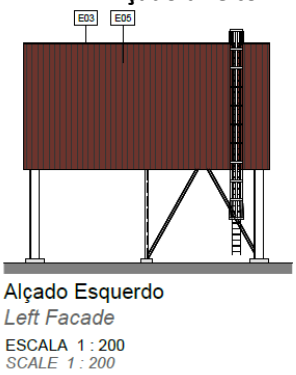


Figura 7.59 – Edifício de Reagentes – Alçado esquerdo.

ARMAZÉM DE CONCENTRADOS

O edifício funcionará como uma deposição de concentrados, fase final do processo de obtenção do concentrado, após realização da separação da água do produto final.

É caracterizado por dois volumes, que permitem um piso superior em parte do conjunto. Concebido com estrutura mista de metal e betão, este volume é revestido com chapa metálica.



Figura 7.60 – Armazém de Concentrados – Alçado direito.

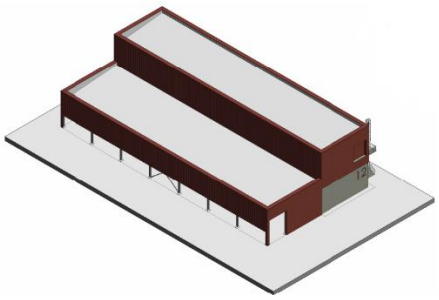


Figura 7.61 – Armazém de Concentrados – Vista 3D.

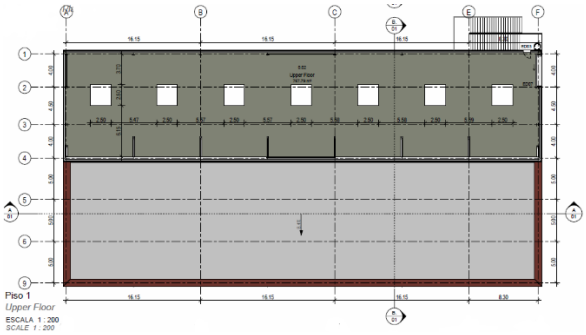


Figura 7.62 – Armazém de Concentrados – Planta piso térreo.

7.2.2.2 PARQUE DE MINÉRIO

O armazenamento temporário de minério será feito à superfície numa zona dimensionada para o efeito. Esta zona foi denominada de parque de minério.

O objetivo desta infraestrutura será armazenar temporariamente o minério proveniente do interior da mina antes de ser processado na lavaria. O parque de minério foi dimensionado no sentido de armazenar os vários domínios a serem processados, uma vez que a lavaria trabalhará por campanhas. No entanto, este armazenamento nunca será superior a 3/4 semanas devido a problemas de oxidação do minério que têm impacto negativo no processamento mineralúrgico. Idealmente o minério extraído da Mina será britado na instalação de superfície e não armazenado no parque de minério.

Como boa prática de operação mineira o stock permanente no parque de minério deverá ser de um modo constante um equivalente a 4/5 dias de operação da lavaria, de modo a constituir uma almofada que impeça a paragem da instalação de processamento de minério no caso de alguma paragem ou problema de produção na Mina.

No sentido de minimizar a produção de poeiras nesta zona de movimentação de minério, está prevista a instalação de canhões de projeção de água atomizada de modo a conter as poeiras em suspensão.

Os canhões de água ou neblina serão instalados para operar automaticamente usando sensores de radar. Sempre que um veículo, como um dumper de carga, se posiciona pronto para bascular, ou a pá carregadora se movimenta, o sensor de radar deteta o

veículo em movimento e inicia um sistema de ventilador e névoa de alta pressão, os quais estão conectados e montados na saída de trajetória do canhão de água/neblina.

O sistema desligará automaticamente após um tempo predeterminado, uma vez o veículo tenha completado a sua operação.

A água passa por um bico de nebulização em alta pressão, criando uma densa nuvem de névoa, que é dirigida às áreas de movimentação de material por um ventilador de tamanho industrial.

A água atomizada liga-se às partículas de poeira para aumentar a sua massa e impedir que flutuem nas correntes de ar. O benefício de usar apenas água é que nenhum perigo é imposto à saúde dos trabalhadores, o abastecimento é acessível e nenhum produto químico agressivo é libertado no meio ambiente.



Figura 7.63 – Exemplo de canhão de água/neblina.

DIMENSIONAMENTO DO PARQUE DE MINÉRIO

A análise do dimensionamento do Paque de Minério definiu 3 opções para uma, duas e três pilhas de materiais. Para todas essas opções, foi considerada uma inclinação de 1:5 para o material depositado.

Para a opção 1 - stock único - a altura máxima será de 30 metros, com um volume de 130.000 m^3 (Figura 7.64).

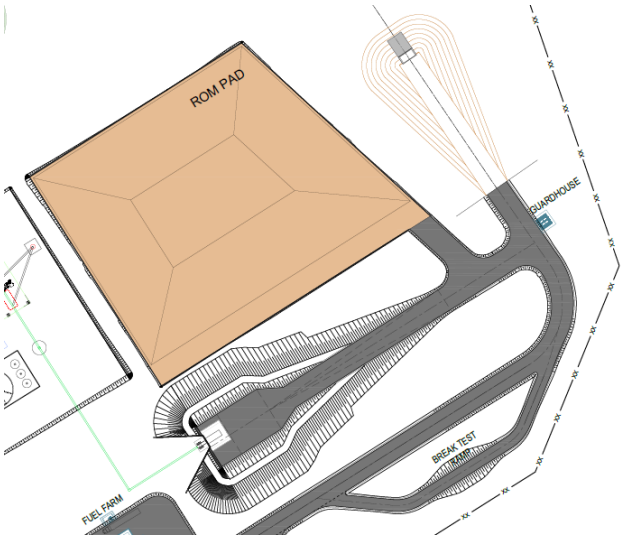


Figura 7.64 – Opção 1.

A segunda opção (Figura 7.65) consiste em duas pilhas de minério com uma altura máxima de 30 metros, o stock direito e esquerdo, apresentados na figura abaixo têm a mesma capacidade, de 55,300 m^3.

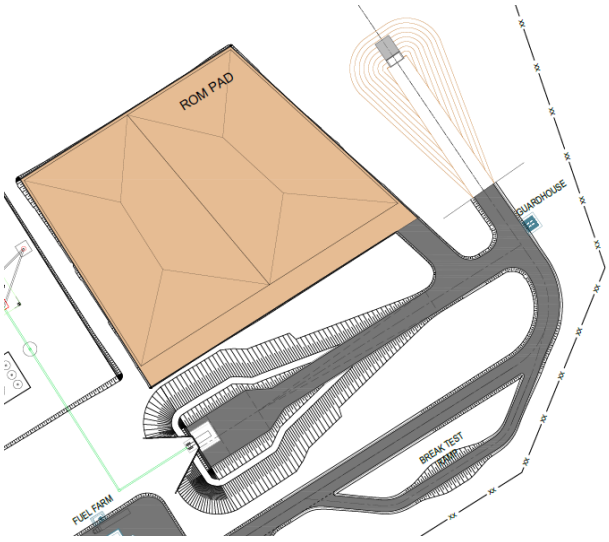


Figura 7.65 – Opção 2.

No caso da 3ª opção (Figura 7.66), esta consiste em 3 pilhas de minério, cada uma com uma altura de 13.5m, com uma capacidade de 24,900 m^3 cada.

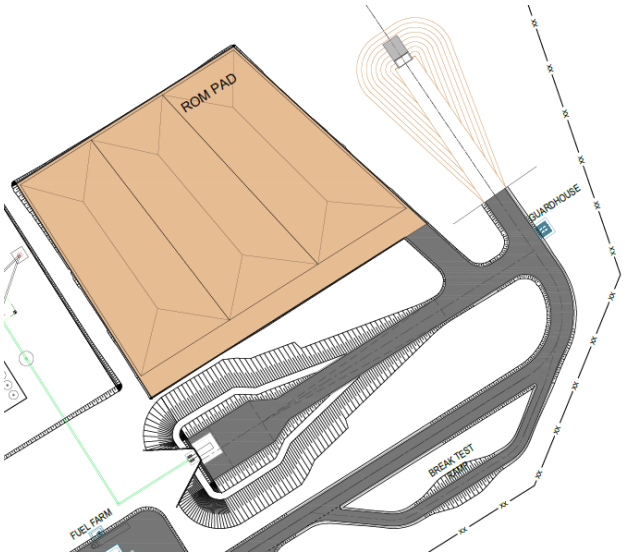


Figura 7.66 – Opção 3

As informações sobre o volume por pilha estão resumidas na tabela abaixo (Tabela 7.6), estes valores representam apenas uma das pilhas para as opções 2 e 3.

Tabela 7.6 - Volume de cada opção.

Opções	Volume (k m^3)
Opção 1	130
Opção 2 (x2)	55
Opção 3 (x3)	25

Para o cálculo da tonelagem máxima para cada pilha, foram assumidos os valores de densidade apresentados na tabela seguinte - Tabela 7.7, onde esta informação se encontra dividida pelas diferentes litologias.

Tabela 7.7 - Densidade por litologia.

Litologia	Densidade (t/m^3)
Gossan	3.0
Sulfureto Maciço	4.6
Stockwork	3.0
Estéril	2.8
Terciário	2.2

Convertendo o volume para as diferentes litologias, a capacidade de stockagem é a seguinte (Tabela 7.8):

Tabela 7.8 - Tonelagem por Litologia/Opção.

Opções	Tonelagem (KTon)				
	Gossan	Sulfureto Maciço	Stockwork	Estéril	Terciário
Opção 1	390	603	390	364	291
Opção 2 (x2)	166	257	166	155	124
Opção 3 (x3)	75	116	75	70	56

Utilizando um fator de empolamento de 1.6, devido aos vazios do material, as pilhas têm a seguinte capacidade (Tabela 7.9):

Tabela 7.9 - Tonelagem por Litologia/Opção com Fator de Empolamento.

Opções	Tonelagem (KTon)				
	Gossan	Sulfureto Maciço	Stockwork	Estéril	Terciário
Opção 1	244	377	244	228	182
Opção 2 (x2)	104	160	104	97	77
Opção 3 (x3)	47	72	47	44	35

Aplicando um coeficiente de erro de 0,8 aos valores do quadro anterior, uma vez que a pilha não inclui rampas para a stockagem e todas as pilhas são uma piramidal perfeita, os valores finais são (Tabela 7.10):

Tabela 7.10 - Tonelagem por Litologia/Opção com Fator de Empolamento e Coeficiente de Erro

Opções	Tonelagem (KTon)				
	Gossan	Sulfureto Maciço	Stockwork	Estéril	Terciário
Opção 1	217	335	217	202	162
Opção 2	92	143	92	86	69
Opção 3	42	64	42	39	31

7.2.2.3 CENTRAL DE BETÃO

A Central de Betão a ser instalada no local do projeto será uma Central de Betão ARCEN, modelo EXPRESS T50 /4i+, com uma capacidade máxima de produção de 50 m^3/h (tempo de mistura considerado: 30 segundos). Esta tem as seguintes dimensões:

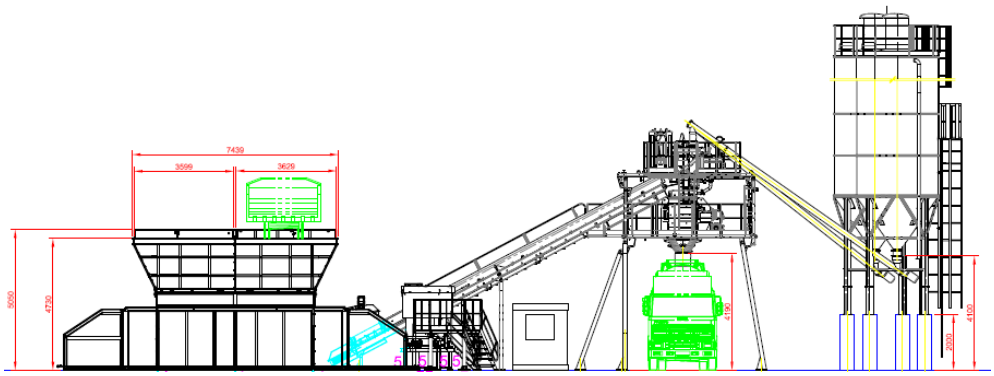


Figura 7.67 – Dimensões Central de Betão (fonte: ARCEN).

7.2.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

7.2.3.1 FONTES DE ENERGIA

LINHA AT

O presente capítulo tem como objeto a caracterização referente ao Projeto da linha aérea a 60 kV de interligação à RESP da subestação de Lagoa Salgada. Esta interligação será realizada na subestação Arregota Nova da E-REDES, em fase de construção.

Prevê-se a instalação de 52 apoios no alinhamento do traçado em Grândola, Setúbal, Portugal, conforme Figura 7.68. A Linha Aérea de Alta Tensão (LAAT) de Lagoa Salgada tem um comprimento de aproximadamente 15.1 Km.

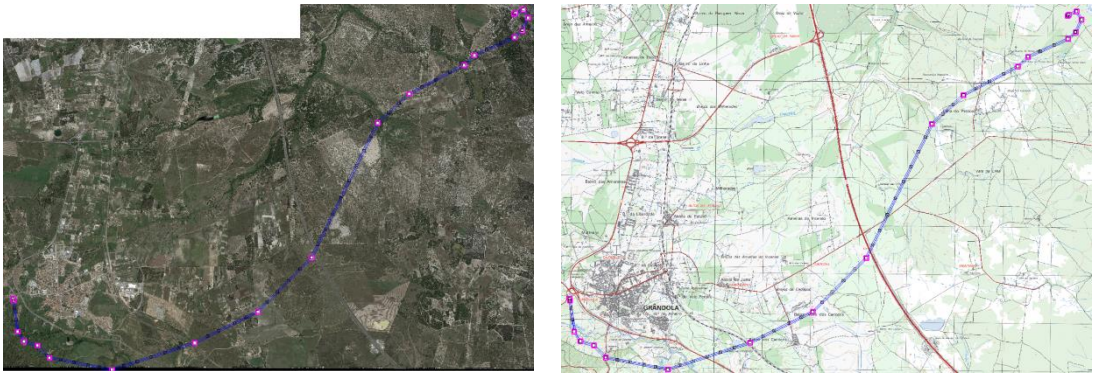


Figura 7.68 – Traçado da LAAT em ortofoto e carta militar.

CARACTERÍSTICAS DA LINHA

A linha a estabelecer será uma linha simples, em toda a sua extensão, constituída pelo condutor Alumínio-Aço 325 mm² e o cabo de guarda OPGW AS/AA/St 34/170. A potência a transportar será sob a forma de corrente alternada trifásica, com frequência de 50 Hz e à tensão de 60 kV.

Será uma linha constituída por 52 apoios metálicos do tipo F, caracterizando 51 vãos topográficos, com o objetivo de interligar as instalações acima referidas.

LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO

CONDIÇÕES TOPOGRÁFICAS

DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Para o dimensionamento mecânico da linha, de forma a garantir a sua fiabilidade e estabilidade, são consideradas as seguintes cargas do vento em função da altura dos apoios e presença de gelo, segundo o RSLEAT:

Tabela 7.11 – Pressão do vento de acordo com a zona.

Zona	Altura Acima Do Solo	Vento Máximo Habitual	Vento Reduzido
ZONA A	< 30 m	750 Pa a +15ºC	300 Pa a -5ºC
	30 m ≤ h ≤ 50 m	900 Pa a +15ºC	360 Pa a -5ºC
	H ≥ 50 m	1050 Pa a +15ºC	420 Pa a -5ºC
ZONA B sem gelo	< 30 m	900 Pa a +15ºC	360 Pa a -5ºC
	30 m ≤ h ≤ 50 m	1050 Pa a +15ºC	420 Pa a -5ºC
	H ≥ 50 m	1270 Pa a +15ºC	508 Pa a -5ºC
ZONA B com gelo	< 30 m	900 Pa a +15ºC	360 Pa a -10ºC
	30 m ≤ h ≤ 50 m	1050 Pa a +15ºC	420 Pa a -10ºC
	H ≥ 50 m	1270 Pa a +15ºC	508 Pa a -10ºC

Para a linha em questão, foram considerados apoios com altura útil inferior e superior a 30 metros, não se encontrando em zona de gelo. Desta forma, a zona a considerar será a Zona A, com h < 30m e 30m ≤ h ≤ 50m.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INTEGRADAS NA RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL (RAN)

O presente traçado apresenta 5 apoios numa zona considerada como Reserva Agrícola Nacional.



Figura 7.69 – Identificação das zonas RAN.

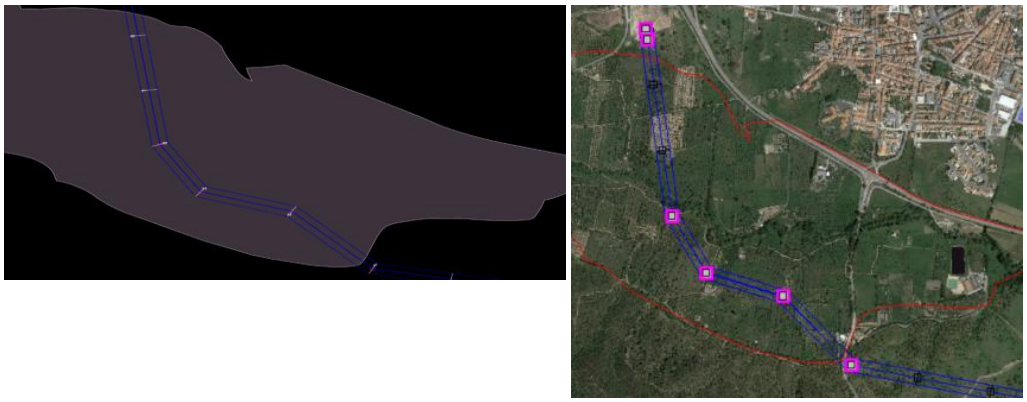


Figura 7.70 – Apoios implementados em zonas RAN.

Tabela 7.12 – Localização dos apoios na zona RAN

Nº Apoio	Coordenadas (Datum 73)	
	X[m]	Y[m]
47	-38452,57	-166548,82
48	-38732,78	-166462,62
49	-38858,17	-166255,28
50	-38891,67	-166017,87
51	-38925,43	-165778,73

CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS

No âmbito da estratégia mundial de desenvolvimento e implementação das Energias Renováveis, é hoje expressivo o recurso a unidades de produção energética por radiação solar, ou seja, as Centrais Solares Fotovoltaicas.

O projeto da instalação estará sujeito ao cumprimento de toda a legislação e regulamentação vigente que lhe seja aplicável, tanto nacional como a nível europeu. Incluindo o cumprimento de:

- EN 50341-3-17 - Aspetos Normativos Nacionais.
- IEC 60826 - Critérios de projeto de linhas aéreas de transmissão.
- Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT).
- Circulares da Direção Geral de Aviação Civil.
- Condicionalismos relativos aos diversos Planos de Diretores Municipais (PDM).
- Legislação relativa à Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).
- Legislação referente ao Domínio Hídrico.

- Legislação relativa à Reserva Agrícola Nacional (RAN) incluindo o Regime Florestal.
- Legislação relativa à Reserva Ecológica Nacional (REN).
- Lista de Documentos e Desenhos Técnicos Normativos elaborados pela E-REDES.
- Normativos e Publicações da CEI, ISO e CENELEC aplicáveis.
- Manual de Coordenação de Isolamento (DRE-C10-001/N).
- DGEG: Recomendações para linhas aéreas de Alta Tensão, até 30 kV.
- Guia técnico de terras (DRE-C11-040/N).

EQUIPAMENTO

CONDUTORES E CABOS DE GUARDA

A linha será constituída em toda a sua extensão por um condutor alumínio-aço e por um cabo de guarda OPGW, incorporado com fibras óticas. O condutor e cabo de guarda terão as seguintes características:

Tabela 7.13 – Características dos cabos.

Parâmetro	Condutores	Cabo de Guarda
Tipo de cabo	Al – Aço 325 mm2 (ACSR)	OPGW AS/AA 34/170 ST 1x24 F
Secção Total (mm2)	326.12	204.13
Secção de Alumínio (mm2)	264.42	170.11
Secção de Aço (mm2)	61.70	34.02
Diâmetro (mm ∅)	23.45	19.0
Composição (n.º fios x mm ∅)	30 x 3.35 + 7 x 3.35	15 x 3,8 + 3 x 3,8 + 1 x 3,8
Resistência (Ω /km a 20˚C)	0.1093	0,184
Peso linear (kg/m)	0.1213	0,726
Carga de rotura (daN)	10938	8830
Modulo de elasticidade (daN/ mm2)	20700	8000
Coeficiente de dilatação linear (ºC-1)	11.5 x 10-6	19.5 x 10-6

ISOLAMENTO DE CADEIAS DE ISOLADORES

A linha será equipada com 3 cadeias de isoladores em apoios de alinhamento e 6 em apoios de ângulo e fim de linha, constituídas por 6 isoladores cada. Cada elemento das cadeias de isoladores será do tipo U100BLP, de vidro temperado, com as seguintes características:

Tabela 7.14 – Características da linha.

Parâmetro (IEC 60383-1)	*U100BLP*
Força de rotura mecânica	100 kN
Tensão suportável à freq. industrial, sob chuva	50 kV ef.
Tensão suportável ao choque atmosférico, a seco	110 kV ef.
Tensão suportável de perfuração à freq. industrial dos elementos de cadeias	125 kV ef
Diâmetro nominal máximo da parte isolante, D	280 mm
Passo nominal, P	146 mm
Linha de fuga nominal mínima, L	445 mm
Diâmetro do espigão, d1	16 mm

APOIOS

Os apoios a considerar serão do tipo F, modelos F20CA para alinhamentos, F95CA para ângulos e fim de linha, e F165CD (s/ braços) para ângulo reto à saída da SE.

ARMAÇÕES

De acordo com o tipo de apoio.

CÁLCULO MECÂNICO

Embora este projeto tenha sido desenvolvido e verificado em PLS-CADD, ainda vão ser realizados os cálculos segundo o RSLEAT para verificação da estabilidade mecânica dos apoios e distância entre condutores.

CONDUTORES E CABO DE GUARDA

Os condutores serão instalados de forma a não ultrapassarem a tração de 2608.12 daN (8 daN/mm2) nas condições mais desfavoráveis, sendo a sua tração de rotura de 10938 daN, não excedendo a tensão máxima de 4375.20 daN, segundo o Artigo 24.º do RSLEAT.

Da mesma forma, o cabo de guarda será instalado de forma a não ultrapassar a tração de 1837.17 daN nas condições mais desfavoráveis (9 daN/mm2), não excedendo a tensão máxima de 3532 daN, para uma carga de rotura de 8830 daN.

As trações mecânicas acima referidas foram adotadas de forma a cumprir o distanciamento entre condutores e distanciamento entre condutores e cabo de guarda. Foi tido em conta os esforços totais aplicados aos apoios e às armações, de forma a cumprir a estabilidade do conjunto.

CRUZAMENTOS E TRAVESSIAS

LINHAS DE ÁGUA

Verificam-se cerca de 33 travessias de linhas/cursos de água, chegando a ocorrer mais que uma travessia por vão. Estas encontram-se ilustradas na Figura 7.71.
Em todas estas travessias, os apoios encontram-se a mais de 10m de distância do eixo das linhas de água.

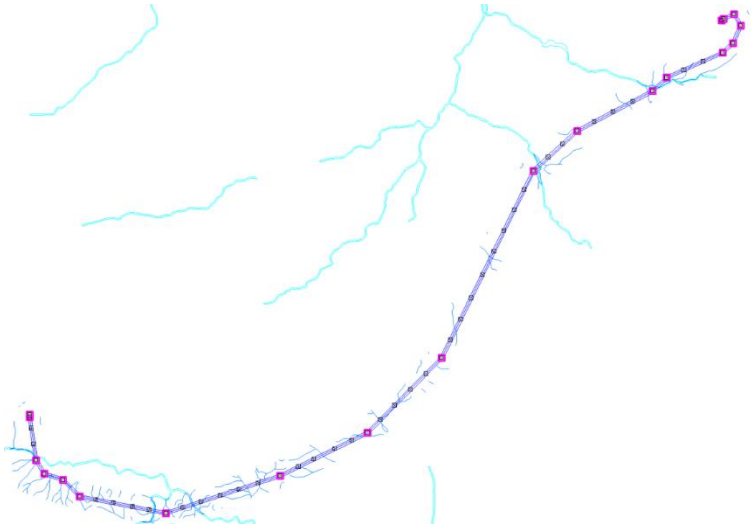


Figura 7.71– Travessias de linhas/cursos de água.

LINHAS ELÉTRICAS

Relativamente a cruzamentos de linhas elétricas, existem 9, sendo 8 cruzamentos MT e 1 MAT.

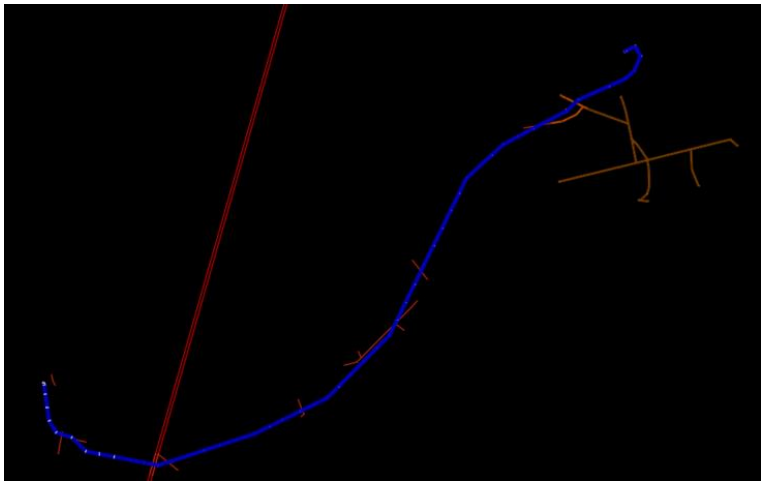


Figura 7.72 – Cruzamentos de linhas elétricas.

REDE RODOVIÁRIA

Verifica-se a travessia aérea do IP1 (A2). Esta travessia será realizada segundo o regulamento e normativas em vigor (distâncias de segurança, sinalização, dimensionamento dos apoios, etc).



Figura 7.73 – Travessia do IP1.

REDE FERROVIÁRIA

Verifica-se a travessia aérea dos caminhos de ferro na localidade Bairro dos Cadoços, na Grândola. Esta travessia será realizada segundo o regulamento e normativas em vigor (distâncias de segurança, sinalização, dimensionamento dos apoios, etc).



Figura 7.74 – Travessia de caminhos de ferro.

SOBREIROS

Existem travessias de sobreiros, embora não seja, em princípio, necessário o abate. Esta travessia será aérea e, no pior dos casos, apenas será necessário desbaste da copa para garantir as distâncias de segurança. Mas ainda a confirmar com o levantamento.

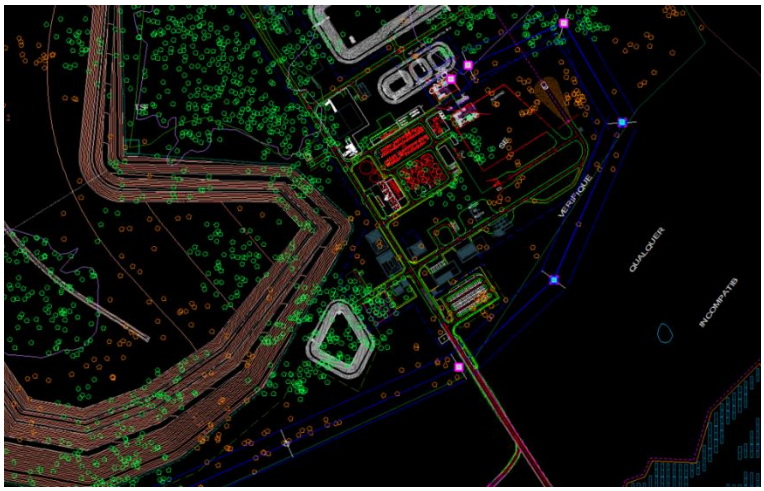


Figura 7.75 – Travessia de sobreiros.

De salientar que este estudo apenas é válido para os sobreiros já levantados em campo. Apenas depois do levantamento do corredor total é que se pode verificar a situação (cotas dos sobreiros + árvores protegidas não levantadas).

UPAC

A Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) tem em vista a produção de energia elétrica através da utilização da radiação solar e do efeito fotovoltaico utilizando Módulos fotovoltaicos, de acordo com a normativa aplicável à produção de energia elétrica tendo por base a utilização de recursos renováveis estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 15/2022 de 14 de janeiro.

A UPAC de Lagoa Salgada estará dividida em três zonas. Estas irão contar com um total cumulativo de 58 048 módulos fotovoltaicos com uma potência unitária de 600 Wp na estrutura *tracker*, uma rede de cabos de corrente contínua para ligação entre os módulos e os 99 inversores descentralizados de 330 kVA, uma rede subterrânea de cabos de corrente alternada que farão a ligação entre os inversores e os quadros de baixa tensão dos Postos de Transformação e uma rede subterrânea de cabos de média tensão que farão a ligação entre os mesmos e entre os Postos de Transformação e a Subestação que será construída.

No âmbito da estratégia mundial de desenvolvimento e implementação das Energias Renováveis, é hoje expressivo o recurso a unidades de produção energética por radiação solar, ou seja, as Centrais Solares Fotovoltaicas.

De facto, procura-se que a implementação destas instalações seja o menos invasiva possível, sobre o ponto de vista construtivo, e que assegure a possível reversibilidade na utilização de solos, se e quando desativadas, dando desta forma origem a unidades de produção como a que se propõe no presente projeto.

Na Tabela 7.15, são apresentadas as principais características da UPAC de Lagoa Salgada.

Tabela 7.15 - Principais Características da UPAC de Lagoa Salgada.

Parâmetros	Zona 1	Zona 2	Zona 4	Total
Área de implantação (ha)	44,47	11,21	12,82	68,50
Potência CC Total (MWp)	23,06	5,38	6,39	34,83
Potência CA Total (MVA)	19,80	4,50	5,40	29,70
Rácio CC/CA	1,16	1,19	1,18	1,17
Postos de Transformação 6600 MVA (unidades)	3	1	1	5
Postos de Transformação 3 300 MVA (unidades)	2	-	-	2
Inversores (unidades)	66	15	18	99
Estruturas dos módulos (unidades)	1 201	280	333	1 814
Módulos (unidades)	38 432	8 960	10 656	58 048

A energia produzida destina-se ao autoconsumo da instalação e será composta pelos seguintes elementos:

- 58 048 módulos fotovoltaicos de tecnologia monocristalina, com uma potência unitária de 600 Wp, RSM120-8-580-600M ou equivalente;
- 1 814 estruturas *trackers*;
- Sistema de conversão da corrente contínua em corrente alternada trifásica por intermédio de 99 inversores de *string*, com potência unitária de 330 kVA, SUN2000-330KTL-H1 ou equivalente;
- 5 Postos de Transformação (PTs) 0,8-0,8/15 kV de 6 600 MVA (@40ºC), JUPITER-6000K-H1 ou equivalente;
- 2 Postos de Transformação (PTs) 0,8/15 kV de 3 300 MVA (@40ºC), JUPITER-3000K-H1 ou equivalente;
- Infraestrutura em cabos AC (com valor máximo de queda de tensão de 1%) e caminho de cabos entubados e enterrados, para interligação dos inversores ao PT;
- Infraestrutura em cabos MT entubados e enterrados, para interligação dos PTs e entre os PTs e a SE.

PRINCÍPIOS BÁSICOS

A conceção geral do presente projeto foi regida pela satisfação simultânea dos seguintes princípios básicos:

- Segurança geral das pessoas e bens;
- Simplificação e padronização da construção;
- Facilidade de manutenção;
- Implementação de soluções que minimizem o impacte ambiental, no meio envolvente;

NORMATIVA APLICÁVEL

Na conceção e cálculo das instalações elétricas foram tomadas em consideração:

- Decreto-Lei nº 15/22, de 14 de Janeiro, estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional;

- Decreto-Lei nº 313/95, de 24 de Novembro, altera o Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio estabelecendo medidas relativas à atividade de produção de energia elétrica por pessoas singulares ou coletivas e de direito público ou privado;

- Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio, faz uma revisão do Decreto-Lei nº 189/88, de 27 de Maio, com a redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei nº 313/95, de 24 de Novembro;

- Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, estabelece as regras aplicáveis à atividade de produção de energia elétrica a partir de recursos renováveis e à produção combinada de calor e eletricidade;

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento – RSSPTS – (Decreto-Lei n.º 42895, de 31/03/06, alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de fevereiro);

- Norma IEC 61936-1 2010 – Power Installations Exceeding 1 kV A.C. – Common Rules;

- RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

- Condições aplicáveis a energia reativa – Portaria 596/2010;

- Normas Portuguesas;

- Normas EN e IEC;

- Outra Legislação aplicável, e atualmente em vigor, a este tipo de instalações, mesmo que não mencionadas explicitamente no presente documento;

- Regras de boa arte, para que a instalação seja tecnicamente correta e em condições de perfeita exploração.

Deverá ter-se ainda em conta toda a legislação aplicável às Instalações Fotovoltaicas, assim como as normativas Europeias para instalações de Tensão reduzida, nomeadamente:

- UTE C 18-510 (Novembro 1988, com atualização em 2004);

- UTE C 18-530 (Maio 1990, com atualização em 2004);

- CEI 62305 -1-2-3; CEI 61643-11 (2002); CEI 61215; CEI 61730-1 e 2;

- DIN VDE 0126-1-1 (Fevereiro 2006);

- CEI 61000-3-2 (V 2.2 de 2004).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INSTALAÇÃO

Na Figura 7.76, apresenta-se sobre ortofotomapa o Projeto da UPAC de Lagoa Salgada, incluindo os elementos fundamentais que a constituem como descrito abaixo.

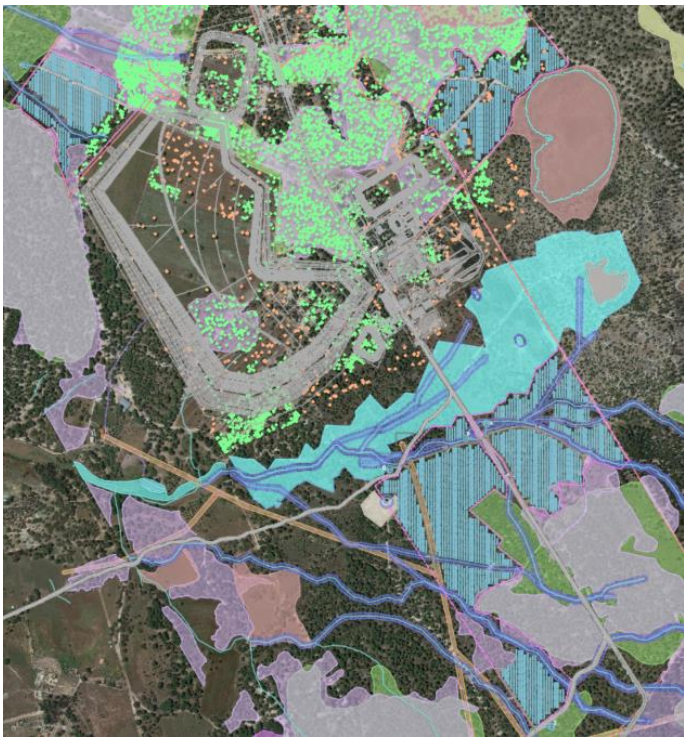


Figura 7.76 – Implantação da UPAC de Lagoa Salgada.

Denominação: UPAC de Lagoa Salgada

Potência Corrente Contínua: 34 829 kWp

Potência Corrente Alternada: 29 700 kVA (@ 40ºC)

A UPAC será fundamentalmente composta pelos seguintes elementos:

- Módulos Fotovoltaicos:
    - Marca: RISEN
    - Modelo: RSM120-8-580M-600M
    - Potência de Pico às STC: 600 Wp
    - Nº Total de módulos: 58 048
- Estrutura *Tracker*:

- Tipo de estrutura: 2V16
- Nº Total de estruturas: 1 814

- Inversores descentralizados:
  - Marca: Huawei
  - Modelo: SUN2000-330KTL-H1
  - Potência Nominal 330 kVA
  - Nº Total de inversores: 99

- Postos de Transformação:
  - Marca: Huawei
  - Modelo: JUPITER-6000K-H1
    - Potência Nominal 6 600 kVA a 40ºC
    - Nº Total de postos de transformação: 5
  - Modelo: JUPITER-3000K-H1
    - Potência Nominal 3 300 kVA a 40ºC
    - Nº Total de postos de transformação: 2

ARQUITETURA DA INSTALAÇÃO

No presente projeto, a produção de energia é feita tendo por meio da utilização de Inversores Descentralizados (*String Inverters*), os quais serão ligados aos Postos de Transformação distribuídos ao longo da área de implantação. Serão utilizadas duas tipologias de Postos de Transformação: um com transformador de 6 600 kVA a 40ºC (5 unidades); e outro com transformador de 3 300 kVA a 40ºC (2 unidades).

Os postos de transformação serão ligados à subestação a construir que por sua vez interligará com um painel de 60kV na Subestação Arregota Nova, da E-REDES.

Os equipamentos de medida e proteção da Rede serão instalados no ponto de interligação na subestação da Mina de Lagoa Salgada 45 MVA 60/15 kV. As instalações de produção de energia comportam 3 níveis de tensão:

- Tensão do circuito Corrente Contínua (1,5 kV), entre os Módulos e os inversores;

- Tensão dos inversores (0,8 kV), entre os inversores e os Postos de Transformação;

- Tensão da rede interna do parque (15 kV), entre Postos de transformação e entre a Subestação e os Postos de Transformação.

O sistema elétrico a instalar permitirá satisfazer os requisitos modulares desta UPAC, garantindo a correta entrega da energia produzida para os locais de consumo da Mina, seguindo as regras de arte atualmente em vigor em Portugal.

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

O campo fotovoltaico será constituído por módulos monofaciais de tecnologia fotovoltaica de silício cristalino, da marca RISEN e modelo RSM120-8-580M-600M (ou equivalente).

A tabela abaixo mostra algumas das principais características dos módulos fotovoltaicos considerados.

Tabela 7.16 - Características principais dos módulos fotovoltaicos.

Parâmetros	Valores
Potência	600 W
Tensão em circuito aberto (Voc)	41,60 V
Corrente de curto-circuito (Isc)	18,32 A
Tensão à potência máxima (Vmp)	34,70 V
Corrente à potência máxima (Imp)	17,30 A
Eficiência	21,2 %
Tensão máxima	1500 V
Dimensões exteriores (CxLxE)	2 172 x 1 303 x 35 mm
Peso	31,5 kg

O projeto considera a instalação de 58 048 painéis fotovoltaicos que serão agrupados em *strings.* Cada um destes grupos de painéis está ligado a um inversor que por sua vez estará ligado a um Posto de Transformação (PT). Na tabela abaixo, está indicado a quantidade de módulos que serão instalados por cada zona.

Tabela 7.17 - Quantidades de módulos fotovoltaicos por zonas.

PARÂMETROS	Zona 1	Zona 2	Zona 4	Total
Módulos (unidades)	38 432	8 960	10 656	58 048

Os módulos a instalar entendem-se como os mais indicados para o projeto em questão e respetiva localização. O amplo espectro de sensibilidade, o bom desempenho em condições de pouca luz, a baixa temperatura nominal de funcionamento da célula (NOCT) e um baixo coeficiente de temperatura para a sua classe, asseguram um alto rendimento energético (kWh/kWp).

Os módulos serão interligados de modo a obter-se o número de *strings* cuja tensão global seja a adequada tendo em conta a gama de funcionamento de tensão de entrada dos inversores. Apresenta-se em anexo a ficha técnica dos módulos fotovoltaicos.

INVERSORES

Serão utilizados 99 inversores descentralizados da marca Huawei, modelo SUN2000 - 330KTL-H1, de montagem exterior, instalados em estrutura metálica própria, junto das mesas dos módulos fotovoltaicos.

Tabela 7.18 - Características principais dos inversores.

Parâmetros	Valores
Corrente DC máxima à entrada por MPPT [A]	65
Corrente DC máxima de Curto-Circuito à entrada por MPPT [A]	115
Tensão DC à entrada [V]	1080
Potência de Saída [kW]	330 @30ºC 315 @35ºC 300 @40ºC
Tensão AC à saída [V]	800
Corrente AC máxima à saída [A]	238,2
Dimensões [mm]	1048 x 732 x 395

Os inversores serão distribuídos ao longo da UPAC, de acordo com o apresentado nas peças desenhadas. Na tabela abaixo, está indicado a quantidade de inversores que serão instalados por cada zona.

Tabela 7.19 - Quantidades de inversores por zonas.

Parâmetros	Zona 1	Zona 2	Zona 4	Total
Inversores (unidades)	66	15	18	99

Na Figura 7.77, encontrar-se uma figura representativa do inversor a utilizar instalado numa estrutura própria para o efeito.



Figura 7.77 – Imagem representativa do inversor.

ESTRUTURAS DE SUPORTE DOS MÓDULOS

Os módulos fotovoltaicos serão instalados numa estrutura capaz de suportar o seu próprio peso e os esforços decorrentes das ações do vento e da neve definidos na legislação em vigor.

A separação entre as estruturas no sentido Este-Oeste deve ser tal que se minimizem os efeitos de sombreamento entre elas. Apresentam-se nas peças desenhadas os pormenores de estruturas e respetiva implantação no terreno.

Serão utilizadas estrutura do tipo 2V16, do qual se destacam as seguintes características:

- Fundações por estacas cravadas diretamente no solo;
- Estrutura projetada para as condições específicas do terreno;
- Componentes do sistema em aço galvanizado a quente.

As estruturas a instalar serão do tipo seguidor com um eixo central. Cada estrutura 2V16 estará equipada com um total de 32 módulos fotovoltaicos, os quais estão dispostos na vertical, em duas filas. A parte inferior dos módulos fotovoltaicos deve estar aproximadamente a 0,5 m acima do solo, a fim de evitar o sombreamento de vegetação e facilitar a manutenção.

Na tabela seguinte, encontram-se as principais características da estrutura.

Tabela 7.20 - Principais características da estrutura tracker.

Estrutura	2V16
Módulos na vertical	2 em retrato
Módulos na horizontal	16 em retrato
Total de módulos	32
Inclinação	[-55º; 55º]
Material	Aço

Na Figura 7.78 é apresentado o exemplo de uma estrutura seguidora com 1 único eixo.



Figura 7.78 – Exemplo de estrutura seguidora com 1 eixo.

As fundações das estruturas dos módulos serão executadas através de estacaria ao solo a uma profundidade média de 2 a 3 metros, necessárias para alcançar a estabilidade e resistências adequadas.

Para a fixação das estruturas de suporte aos painéis fotovoltaicos, não se prevê a necessidade de utilizar fundações em betão, passando a solução de fixação pelo estaqueamento das estruturas diretamente no solo natural. Desta forma, estas estruturas tem um impacto mínimo no solo e permitem que no final da sua vida útil sejam retiradas muito facilmente sem deixar qualquer vestígio ou pegada ambiental.

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO

A energia elétrica produzida no campo fotovoltaico e convertida em corrente alternada pelos inversores é elevada para Média Tensão por meio de Postos de Transformação da marca Huawei, de acordo com os seguintes modelos:

a) JUPITER-6000K-H1, com uma potência unitária de 6 600 kVA (@40º), tendo as seguintes características principais:

Tabela 7.21 - Especificações JUPITER-6000K-H1.

Característica	Valor
Transformador de potência	
Potência de Saída [kVA]	6 600 @40ºC 5 940 @50ºC
Tensão estipulada do primário em vazio [kV]	15
Tensão estipulada dos secundários em vazio [kV]	0,800 – 0,800
Ligação	Trifásico
Grupo de ligação	Dyn11yn11
Tipo construtivo	Imerso em óleo mineral
Frequência	50 Hz
Refrigeração	ONAN
Tensão máxima	17,5 kV
Tensão de ensaio à onda de choque (1,2/50 μs)	95 kV
Tensão de ensaio à frequência industrial durante 1 minuto	38 kV
Celas MT	
Tipo de isolamento	SF6
Rate corrente [A]	630
Quantidade	3 ou 2
Transformador de Serviços Auxiliares	
Potência [kVA]	5
Nível de tensão [V]	800
Geral	
Dimensões [mm]	6 058 x 2 896 x 2 438
Normas	IEC 61439-1 EN 50588-1 IEC 62271-202 IEC 62271-200 IEC 60076

b) JUPITER-3000K-H1, com uma potência unitária de 3 300 kVA (@40º), tendo as seguintes características principais:

Tabela 7.22 - Especificações JUPITER-3000K-H1.

Característica	Valor
Transformador de potência	
Potência de Saída [kVA]	3 300 @40ºC 2 970 @50ºC
Tensão estipulada do primário em vazio [kV]	15
Tensão estipulada dos secundários em vazio [kV]	0,800
Ligação	Trifásico

Característica	Valor
Grupo de ligação	Dyn11
Tipo construtivo	Imerso em óleo mineral
Frequência	50 Hz
Refrigeração	ONAN
Tensão máxima	17,5 kV
Tensão de ensaio à onda de choque (1,2/50 μs)	95 kV
Tensão de ensaio à frequência industrial durante 1 minuto	38 kV
Celas MT	
Tipo de isolamento	SF6
Rate corrente [A]	630
Quantidade	2
Transformador de Serviços Auxiliares	
Potência [kVA]	5
Nível de tensão [V]	800
Geral	
Dimensões [mm]	6 058 x 2 896 x 2 438
Normas	IEC 61439-1 EN 50588-1 IEC 62271-202 IEC 62271-200 IEC 60076

Na Figura 7.79, encontrar-se uma figura representativa do Posto de Transformação a utilizar.



Figura 7.79 – Exemplo de Posto de Transformação JUPITER 6000K-H1 e JUPITER 3000K-H1.

Os transformadores elevadores BT/MT (0,8/15 kV) servem também como separação galvânica entre os inversores e a rede de corrente alternada. A central fotovoltaica

contará com um total de 7 Postos de Transformação. Na tabela abaixo, está indicado a quantidade de PTs que serão instalados por cada zona.

Tabela 7.23 - Quantidades de PTs por zonas.

Parâmetros	Zona 1	Zona 2	Zona 4	Total
Postos de Transformação 6600 MVA (unidades)	3	1	1	5
Postos de Transformação 3 300 MVA (unidades)	2	-	-	2

Nos Postos de Transformação, serão instalados os transformadores BT/MT, os Quadros Gerais de BT que recebem a energia dos inversores bem como os Quadros MT com as celas e inerentes proteções.

Destacam-se ainda algumas das principais características construtivas a que os PTs projetados devem cumprir:

- Devem ser homologados pela DGEG e com equipamento MT certificado;
- Deverão respeitar todas as Normas e Regulamentos aplicáveis, garantindo a total segurança de exploração;
- Deverão ser fabricados em metal de elevada resistência e total impermeabilidade;
- Deverão conter portas e grelhas de ventilação em aço galvanizado e pintado;
- Resistentes aos ambientes mais agressivos;
- Integração simples;
- Flexibilidade na utilização do espaço interior;
- Custo reduzido de trabalhos adicionais de construção civil.

REDE SUBTERRÂNEA DE MÉDIA TENSÃO

A instalação de Média Tensão (MT) engloba os PTs a instalar / construir, bem como as canalizações entre estes.

A interligação entre os PTs e a subestação será feita por intermédio de cabos de alumínio com características que permitam o seu enterramento direto assegurando a sua integridade, a segurança e a disponibilidade de operação.

A fim de garantir o funcionamento adequado dos equipamentos, as quedas de tensão nos cabos MT não poderão ser superiores a 1%.

A profundidade mínima de enterramento dos cabos será de 1,00 m. Após tapamento da vala, serão colocados pequenos marcos de sinalização exterior, ao longo da vala, indicando os seus locais de passagem, derivação e mudanças de direção. Os marcos serão realizados em betão ou alvenaria, havendo a possibilidade de serem encamisados por tubo plástico tendo como dimensões de referência 50cm de altura e 15cm de diâmetro.

A energia transformada em média tensão (15 kV) será conduzida desde os Postos de Transformação através de rede subterrânea, até à subestação elevadora 15/60 kV da Mina.

Para o efeito serão instalados cabos do tipo RH5Z1-OL 12/20 (24) kV, ou equivalentes, nos troços entre os Postos de Transformação e a Subestação privada. No Anexo 1, está representado o dimensionamento dos cabos MT da UPAC.

A instalação desta rede subterrânea respeitará o definido nas peças desenhadas do projeto.

REDE SUBTERRÂNEA DE BAIXA TENSÃO

Os circuitos elétricos de baixa tensão englobam as ligações elétricas desde os módulos fotovoltaicos até aos inversores e posteriormente ao quadro elétrico.

O esquema de ligação é composto por duas partes: o circuito de corrente contínua (CC/DC) e o circuito de corrente alternada (CA/AC).

Os circuitos CC fazem a ligação desde os módulos fotovoltaicos até aos inversores. Os módulos são agrupados em série fazendo a respetiva ligação aos inversores. Por sua vez os circuitos CA iniciam-se na saída dos inversores e terminam no quadro geral de baixa tensão do PT.

- Piranómetro para calcular a radiação solar real em W/m2 situada junto aos módulos no plano horizontal (opcional);
- Sensor para medir a temperatura ambiente;
- Sensor para medir a temperatura dos módulos;
- Sensor de Humidade;
- Sensor de precipitação;
- Anemómetro.

SERVIÇOS AUXILIARES

A instalação disporá de alguns sistemas que complementam a operação da mesma, nomeadamente no que respeita a questões de exploração, segurança e manutenção.

A energia necessária para alimentação dos sistemas complementares será fornecida pela energia produzida na central durante o período diurno de produção da mesma.

Na Central Fotovoltaica serão instalados transformadores de serviços auxiliares de 5 kVA e respetivos Quadro de Serviços Auxiliares em cada um dos Postos de Transformação, perfazendo um total de 35 kVA de potência de serviços auxiliares.

Os TSA dos PTs são alimentados a partir do inerente QGBT.

REDES ELÉTRICAS ENTERRADAS

As redes elétricas de cabos de transporte de energia produzida, bem como dos cabos de controlo e comando e rede de terras de proteção, são passadas enterradas em vala a uma profundidade mínima de 60 cm para cabos de baixa tensão e 1 m para cabos de média tensão.

As valas serão abertas com recurso a meios mecânicos, podendo, no entanto, existir exceções em caso de travessias com circuitos de diversos tipos já instalados e, conforme anteriormente descrito, preveem diferentes profundidades e larguras consoante o tipo de cabos e número de circuitos que a constituem.

Após a abertura da vala, deve-se assegurar que o leito da vala se encontra liso e livre de pontas afiadas, saliências, pedras, etc. Serão então aplicadas as diversas camadas que constituem o circuito enterrado, e na parte superior será espalhada uma camada de terra vegetal, proveniente da escavação, garantindo o mesmo recobrimento vegetal existente antes da abertura da vala com a devida compactação.

Durante o tempo em que as valas permanecem abertas, serão cumpridas todas as recomendações de balizagem, para assegurar as devidas condições de segurança de pessoas e bens.

Estas valas estarão de acordo com os pormenores apresentados nas peças desenhadas.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Para realizar as medidas do desempenho real da instalação, nomeadamente a performance rácio (PR), serão instaladas estações meteorológicas que serão constituídas pelos seguintes equipamentos:

- Piranómetro para calcular a radiação solar real em W/m2 situada junto aos módulos no mesmo plano dos mesmos;

VEDAÇÃO DO TERRENO

Os prumos são fundados diretamente no terreno. Na zona dos portões, os prumos são fundados no terreno com pequenos maciços individuais argamassados para garantir a resistência e a indeformabilidade da vedação.

A vedação é composta por uma rede de malha quadrangular de 2 metros de altura, do tipo "*BEKAERT*" ref. URSUS LIGEIRA 80 x 8 x 15 em arame de aço galvanizado (ou equivalente), fixada em postes de madeira tratada em autoclave de 12 cm de diâmetro, com classe de risco IV, estando garantido um período de garantia de 20 anos pelo fabricante. Deverá ser garantido um espaçamento entre o nível do solo e a vedação de pelo menos 15 cm.

Na Figura 7.80, é apresentado o exemplo da vedação a utilizar neste projeto.

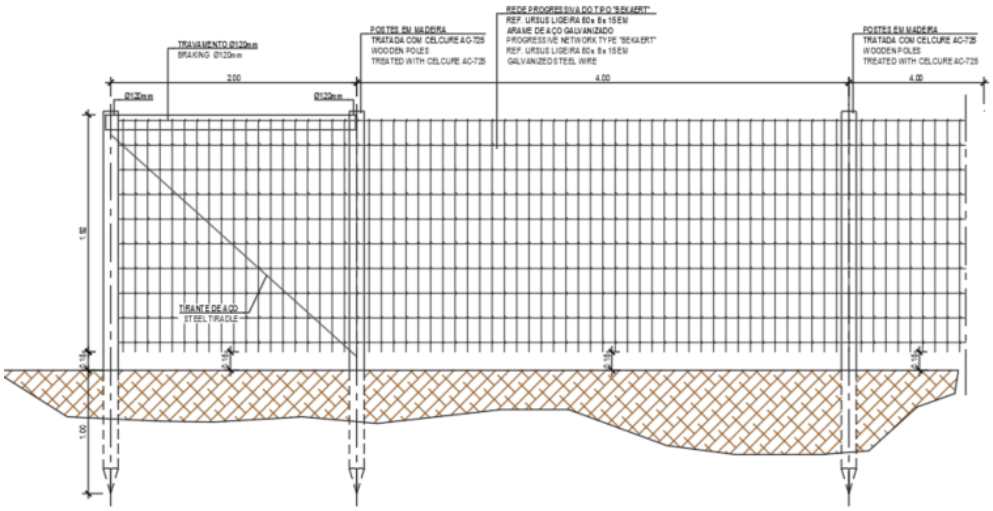


Figura 7.80 – Vedação perimetral considerada.

Os portões de metal têm 2,0 x 5,0 m e os postes pertencentes aos portões são de metal, de acordo com a Figura 7.81.

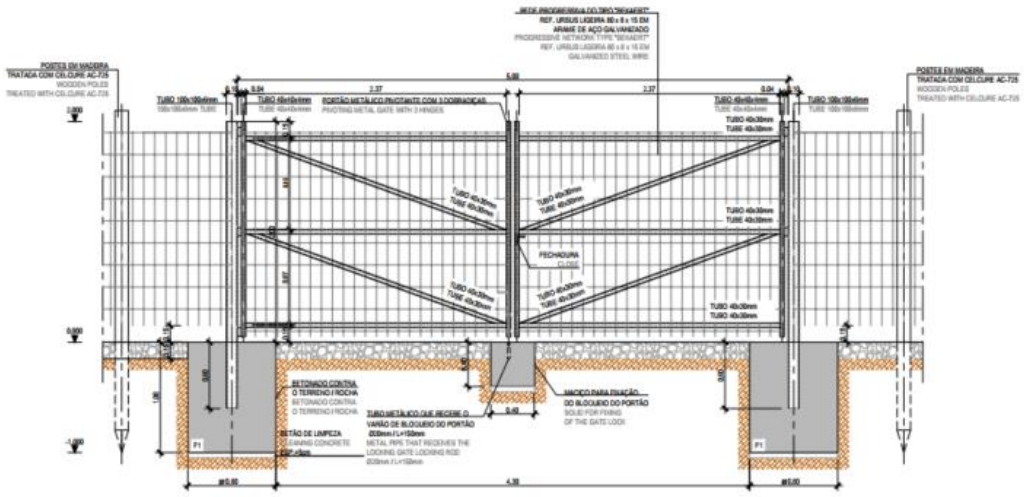


Figura 7.81 – Alçado tipo do portão e respetivas fundações.

REDE DE TERRAS

A rede de terras da instalação Fotovoltaica será única e interligará todos os elétrodos respeitantes à UPAC. Será considerada a utilização de um cabo de cobre nú de 25 mm^2 nas valas dos cabos de baixa e média tensão. Nos PTs, serão instalados elétrodos de terra verticais (varetas ou placas).

As partes metálicas da estrutura serão ligadas entre si por meio de ligações com cabo de cobre nú ou isolado, formando uma massa única que por sua vez se ligará à malha de terra enterrada.

As partes metálicas das subestações unitárias devem ser ligadas ao anel equipotencial de terra, que garante a proteção contra contacto indireto.

Para garantir a segurança das pessoas, as tensões de passo e contacto em qualquer ponto da instalação deverão ser sempre inferiores à que o corpo pode suportar.

Os PTs serão dotados de malhas de terra equipotenciais que limitem as tensões de passo e contacto no exterior e interior dos mesmos.

A subestação será dotada de uma rede de terras única, reunindo as funções de terra de serviço e de proteção com uma resistência global inferior a 1 Ω. A rede geral de terras será essencialmente constituída por uma malha de terras subterrânea e por um circuito de terra à superfície, ligados entre si.

7.2.3.2 PROJETO ELÉTRICO

SUBESTAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO

DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A subestação terá as seguintes características elétricas gerais apresentadas na Tabela 7.24, compatíveis com as das redes elétricas de AT e MT que irão integrar. Os equipamentos a instalar na subestação deverão ser compatíveis com as características da subestação, não comprometendo assim o seu perfeito funcionamento.

Tabela 7.24 - Características elétricas gerais da subestação.

Características	Nível 60 kV	Nível 15 kV	Nível 400 V
Número de polos/fases	3	3	3
Tensão nominal (U_n)	60 kV	15 kV	400 V
Tensão máxima (U_m)	72 kV	17,5 kV	1000 V
Corrente simétrica inicial de curto-circuito	TBD	TBD	TBD
Pico da corrente de curto-circuito	TBD	TBD	TBD
Frequência nominal	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Sistema de neutro no circuito	*Resistance Earthed*	*Resistance Earthed*	*Solidly Earthed*

Do ponto de vista da conexão à rede, considera-se uma nova ligação à rede de distribuição, neste caso à E-Redes, nomeadamente ao nível da distribuição de 60 kV.

Dentro da mina, será feita uma nova subestação para reduzir o nível de tensão de conexão à rede (60 kV) para os níveis de tensão de distribuição interna (15 kV) e distribuir a energia da subestação até as cargas.

A configuração do sistema de alimentação proposto pode ser vista no projeto Diagrama Unifilar: T2021-620-DFS-HVE-301-00.

No parque da subestação estão instalados:

- Todo o equipamento exterior AT e MT;
- Um transformador de potência de 60/15 kV com potência nominal máxima de 45 MVA (ONAN/ONAF);
- Um transformador auxiliar;

- Uma reatância de neutro;
- Um grupo gerador de emergência.

Os edifícios têm as seguintes salas:

- Sala MT onde as celas estão instaladas;
- Gabinete com um WC.

Serão previstos sistemas de encravamentos elétricos entre os dois níveis de tensão, necessários ao funcionamento da instalação em condições de segurança e que impeçam a realização de falsas manobras da aparelhagem de AT e de MT.

O regime de neutro considerado no nível AT será de neutro ligado diretamente a terra.

O regime de neutro considerado para o nível MT esta ligado através da criação da criação de um neutro artificial, que será assegurada por uma reactância trifásica limitadora da corrente de defeito fase-terra.

A alimentação dos serviços auxiliares da subestação será assegurada através do Transformador de Serviços Auxiliares 15/0,4-0,23 kV, com uma potência de 50 kVA.

Considerou-se que o local de implantação da subestação, para a definição de isoladores, caixas terminais e descarregadores de sobretensões exteriores, como um local com um nível de poluição forte, de acordo com os níveis definidos na norma IEC 60815.

Todos os equipamentos elétricos a instalar na subestação terão características dielétricas compatíveis com a altitude a que serão instalados.

DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS

As diferentes secções dos níveis de AT e MT para a Subestação Lagoa Salgada de 60/15 kV são definidas do seguinte modo:

Painéis AT

Tabela 7.25 – Descrição dos painéis do nível AT.

Painel	Descrição
Painel Linha/Transformador 60 kV	Assegurará a ligação entre a linha aérea AT e o nível de tensão AT do transformador de potência AT/MT

PAINÉIS MT

Tabela 7.26 – Descrição dos painéis do nível MT.

Painel	Descrição
K01 – Painel 1	Garante a conexão entre o barramento MT e o Cabo Mina 1
K02 – Painel 2	Garante a conexão entre o barramento MT e o Cabo Mina 2
K03 – Painel 3	Garante a conexão entre o barramento MT e o TD1 + TD 2
K04 – Painel 4	Garante a conexão entre o barramento MT e o TD3 + TD 4 (Anel aberto)
K05 – Painel 5	Garante a conexão entre o barramento MT e o TD3 + TD 4 (Anel aberto)
K06 – Painel 6	Garante a conexão entre o barramento MT e o TD5 + TD 6 + TD 7
K07 – Painel 7	Reserva Equipada Neste local também foram instalados os transformadores de medição de tensão para o barramento MT
K08 – Painel 8	Garante a conexão entre o nível MT do transformador de potência AT/ MT e o barramento MT
K09 – Painel 9	Garante a conexão entre o barramento MT e o Processo 1
K10 – Painel 10	Garante a conexão entre o barramento MT e o Processo 1
K11 – Painel 11	Chegada CSF
K12 – Painel 12	Chegada CSF
K13 – Painel 13	Chegada CSF
K14 – Painel 14	Reserva Equipada
K15 – Painel 15	Garante a conexão entre o barramento MT e a Bateria de Condensador
K16 – Painel 16	Garante a conexão entre o barramento de MT, o nível de MT do Transformador de Serviços Auxiliares e a Reatância de neutro.

PLANTA GERAL DA SUBESTAÇÃO

A Subestação de Lagoa Salgada de 60/15 kV consistirá na instalação apresentada na Figura 7.82, com maior detalhe no ANEXO IV – Peças Desenhadas.

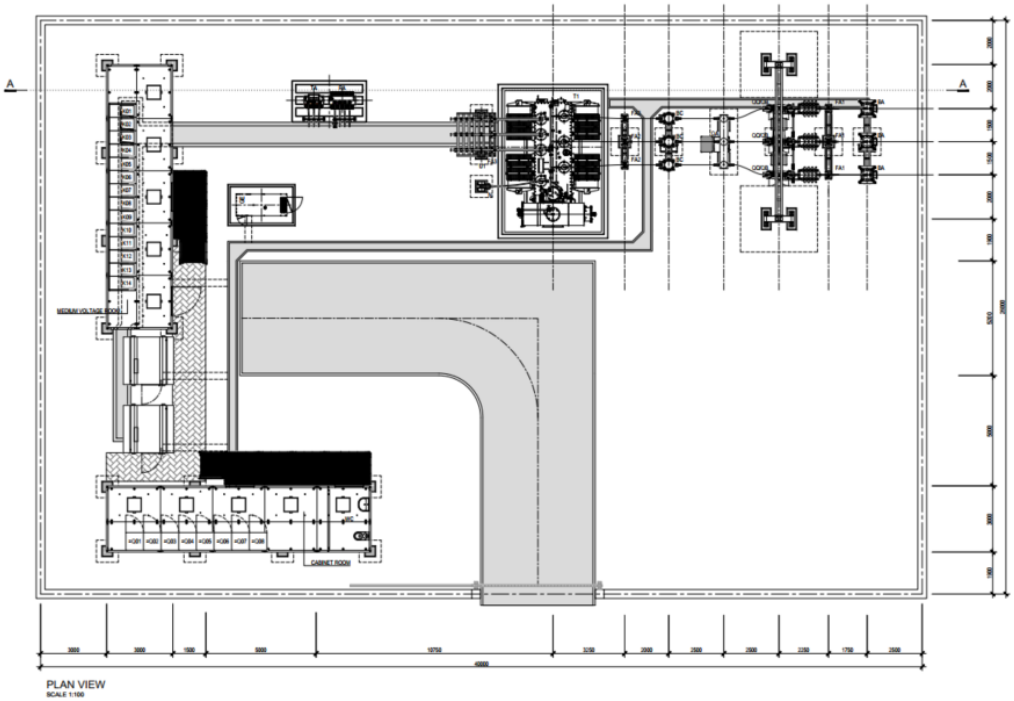


Figura 7.82 – Planta geral da subestação.

CRITÉRIOS DE PROJETO DA SUBESTAÇÃO

Nos eventuais casos em que não foi possível obter informação de algum parâmetro necessário para a realização do presente projeto, consideraram-se as recomendações estabelecidas nas normativas em Portugal e internacionais, aplicáveis a este tipo de instalações. Na ausência do enquadramento normativo ou regulamentação adequada, consideraram-se as características técnicas normalmente assumidas para este tipo de instalações em Portugal.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS

As condições ambientais de serviço previstas para a subestação serão as seguintes (Tabela 7.27):

Tabela 7.27 – Condições ambientais.

Características	Valores
Altitude	90 m
Temperatura máxima do ar ambiente	45 °C

Características	Valores
Temperatura média do ar ambiente	30 °C
Temperatura mínima do ar ambiente	-25 °C
Velocidade máxima do vento	34 m/s
Nível de poluição	Forte

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DA SUBESTAÇÃO

CARACTERÍSTICAS GERAIS

A subestação terá as seguintes características elétricas gerais apresentadas na Tabela 7.28, compatíveis com as das redes elétricas de AT e MT que irão integrar. Os equipamentos a instalar na subestação deverão ser compatíveis com as características da subestação, não comprometendo assim o seu perfeito funcionamento.

Tabela 7.28 – Características elétricas gerais da subestação.

Características	Escalão AT	Escalão MT
Número de Fases	3	3
Tensão Nominal (Un)	60 kV	15 kV
Tensão máxima para os equipamentos (Um)	72 kV	17,5 kV
Frequência nominal	50 Hz	50 Hz
Número de Fases	Neutro diretamente ligado à terra	Neutro impedante

DADOS DE CORRENTES NOMINAIS

As correntes nominais para especificação dos equipamentos a instalar e as correntes de serviço a utilizar para o dimensionamento da instalação serão as seguintes:

Tabela 7.29 – Correntes para os painéis do escalão AT.

Painel	Corrente Nominal	Corrente De Serviço
Painel Linha/Transformador	1250 A	250 A

Tabela 7.30 – Correntes para os painéis MT.

Painel	Corrente Nominal	Corrente de Serviço
H01 – Painel 1	630 A	216 A
H02 – Painel 2	630 A	216 A
H03 – Painel 3	630 A	48 A
H04 – Painel 4	630 A	62 A

Painel	Corrente Nominal	Corrente de Serviço
H05 – Painel 5	630 A	62 A
H06 – Painel 6	630 A	158 A
H07 – Painel 7	630 A	-
H08 – Painel 8	2500 A	1732 A
H09 – Painel 9	630 A	227 A
H10 – Painel 10	1000 A	832 A
H11 – Painel 11	TBD	TBD
H12 – Painel 12	TBD	TBD
H13 – Painel 13	TBD	TBD
H14 – Painel 14	630 A	-
H15 – Painel 15	630 A	TDB
H16 – Painel 16	630 A	2

As correntes nominais indicadas, para além de darem o devido cumprimento aos requisitos do projeto, visam dar resposta ao standard de mercado no que respeita à disponibilidade normalizada do equipamento associadas a este tipo de instalações.

As correntes de serviço indicadas servirão de base para o dimensionamento das instalações de interligações dos vários equipamentos, nomeadamente no que se refere aos diversos condutores.

NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADO

Os níveis de isolamento estipulado da aparelhagem e restantes partes sobre tensão, 60 kV, 15 kV e 0,4 kV a adotar para o presente projeto serão os seguintes[1]:

Tabela 7.31 – Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem AT, MT e BT.

Tensão Nominal (Valor Eficaz)	Tensão Máxima (Valor Eficaz)	Valor Estipulado Da Tensão Suportável À Frequência Industrial (Durante 1 Min.) (Rms)	Valor Estipulado Da Tensão Suportável Ao Choque Atmosférico (Valor de Pico)
60 kV	72 kV	140 kV	325 kV
15 kV	17,5 kV	36 kV	95 kV
0.69 kV	1 kV	1 kV	4 kV
0,4 kV	1 kV	1 kV	4 kV

SEGURANÇA CONTRA CONTACTOS DIRETOS COM PEÇAS EM TENSÃO

O critério adotado com vista à garantia de um elevado grau de segurança das pessoas, que desempenham atividades/trabalhos no parque exterior da subestação sobre as

[1] De acordo com a Tabela I da Norma IEC 61936-1

mais diversas condições de exploração, será o de "segurança por afastamento", que consiste no cumprimento das distâncias de isolamento e de segurança recomendadas, através da colocação dos condutores não isolados em tensão a distâncias que impossibilitem contactos acidentais diretos.

As distâncias de isolamento e segurança no ar foram definidas de acordo com os níveis de isolamento estipulados anteriormente e com as normas aplicáveis, tendo em consideração os seguintes aspetos:

- Garantia de que as tensões suportáveis entre fases e entre fases e a terra não são inferiores aos níveis de isolamento definidos na Tabela 7.31;

- Aplicação das recomendações IEC relativamente à circulação de pessoas ou veículos, distância a edifícios e, possibilidade de execução de trabalhos de manutenção com a subestação em funcionamento.

Outro fator que condicionará as distâncias de afastamento será o facto de os isoladores serem elementos sujeitos a tensão degressiva, estando apenas a sua base ao potencial da terra, pelo que deverá ser impedida a possibilidade de "curto-circuitar" com as mãos, parte de uma coluna isolante. Neste sentido, será definida como altura mínima de distância de 2,25 m, de acordo com o estabelecido na norma IEC 61936, do solo à base isolante do equipamento AT e MT a instalar no parque exterior de aparelhagem.

A disposição dos equipamentos no painel da subestação foi feita de acordo com as recomendações e distâncias propostas na IEC 61936 e RSSPTS, adotando-se em cada caso o mais restritivo.

Desta forma, a distância mínima H a considerar entre o ponto mais baixo em tensão de um equipamento e o nível do solo, ou seja, a distância às partes ativas ao solo é dada pelas seguintes fórmulas:

Equação 7.13 – Escalão AT (de acordo com o RSSPTS).

$$H = 2200 + (10mm \times kV\ tensão\ serviço)\ [mm]$$

Equação 7.14 – Escalão MT (de acordo com o RSSPTS).

$$H = 2200 + (10mm \times kV\ tensão\ serviço)\ [mm]$$

Assim, a distância mínima do nível de tensão AT na subestação de Lagoa Salgada, tendo em conta as considerações mencionadas anteriormente, é dada por:

Equação 7.15 – Distância mínima do nível de tensão AT.

$$H = 2200 + (10 \times 60) = 2800\ [mm]$$

A distância mínima do nível de tensão MT na subestação de Lagoa Salgada é:

Equação 7.16 – Distância mínima do nível de tensão MT.

$$H = 2200 + (10 \times 15) = 2350\ [mm]$$

As distâncias de isolamento indicadas são valores mínimos que deverão ser garantidos em funcionamento da subestação em regime de operação normal. Em condições de funcionamento especiais, em que se verifique, por exemplo, o balanceamento dos condutores, dilatações e esforços devidos a curto-circuitos, foram consideradas as margens sobre os valores indicados de acordo com as recomendações da norma IEC 61936.

No que diz respeito aos equipamentos MT instalados no edifício, os critérios de segurança consistem em colocar todas as partes energizadas dentro dos compartimentos fechados dos painéis.

Este tipo de equipamento será dotado de um sistema de encravamentos que impedirá a realização de qualquer falsa manobra ou contacto acidental com peças em tensão. Complementarmente, os seus compartimentos serão dimensionados para resistirem a um arco no seu interior, sem permitirem a propagação dos seus efeitos aos compartimentos vizinhos, nem provocar lesões a pessoas que se encontrem nas suas imediações.

PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA AT/MT

A conceção da disposição da subestação teve em consideração um eventual incêndio no transformador de potência AT/MT não poderá, em qualquer momento, afetar/danificar outros equipamentos ou objetos presentes na subestação, excetuando-se aqueles que se encontrem diretamente associados ao transformador.

Para este propósito, deverão ser garantidas as distâncias de segurança estabelecidas na norma IEC 61936-1, a qual estabelece que, considerando o tipo de transformador de potência a instalar e com um volume de óleo de isolamento superior a 45000 litros, a distância mínima a outros transformadores ou objetos não combustíveis deverá ser de 15 m.

De acordo com as recomendações desta norma e, uma vez que estão garantidas as distâncias mencionadas na conceção da subestação, não está prevista a instalação de muros corta-fogo.

PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES E DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A proteção contra descargas atmosféricas diretas pode ser assegurada através do para-raios não radioativo com dispositivo de ionização (PDI), de acordo com a norma NP 4426:2013, conectado ao sistema de terras geral da subestação, a ser instalado no pórtico de chegada e no telhado do edifício de controlo.

Em relação à proteção contra sobretensões do exterior, será assegurada através da instalação de para-raios na entrada do compartimento da linha AT (círculo azul) e no Edifício da Sala de Controlo (círculo verde), como pode ser visto na Figura 7.83. Estes

para-raios serão de óxido de zinco (ZnO), para ligação fase-terra, instalado numa posição vertical, sobre uma base isolante.

O transformador de potência de 60/15 kV é objeto de uma proteção especial cuja função é limitar a sobretensão incidente para valores compatíveis com os níveis de isolamento do equipamento a ser protegido. Neste caso, ambos os para-raios irão protegê-lo.

O para-raios dos edifícios e da subestação são adequado às características da subestação onde estão instalados e devem cumprir os critérios mínimos, cumprindo com as normas aplicáveis, nomeadamente IEC 60099-4 e IEC 60099.

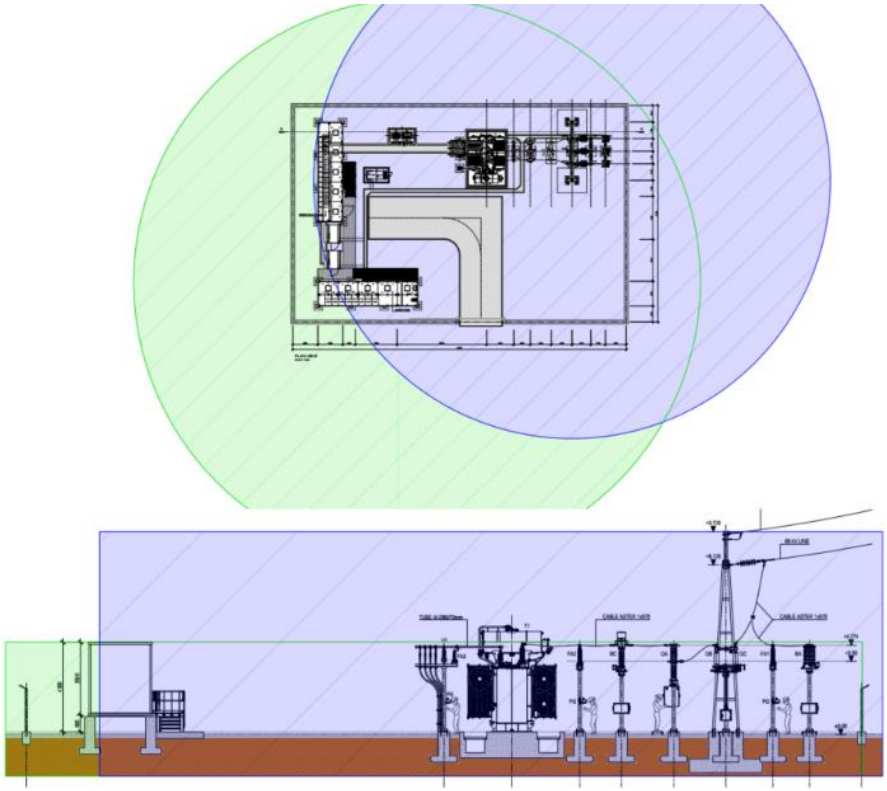


Figura 7.83 – Proteção contra descargas atmosféricas.

O sistema de baixa tensão também é protegido por um sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Este sistema é composto por três níveis de proteção no fornecimento AC (nível de proteção de alta capacidade, nível de proteção primário ou médio e nível de proteção secundário ou fino) e dois níveis no fornecimento DC (nível de proteção de alta capacidade, nível de proteção primário ou médio).

ILUMINAÇÃO EXTERIOR DA SUBESTAÇÃO

O sistema de iluminação exterior terá por finalidade permitir a inspeção e a operação manual dos equipamentos na subestação.

Os valores mínimos de iluminância média, de uniformidade e altura de trabalho considerados como referência para o presente projeto são os estabelecidos na Tabela 7.32.

Tabela 7.32 – Critérios utilizados para o projeto da iluminação exterior.

Zona	Nível Mínimo De Iluminância Média (E_m)	Fator De Uniformidade Mínimo (U_0)	Altura Do Plano De Cálculo
Parque Exterior de Aparelhagem	100 Lux	0,40	1,5 m
Vias de circulação pedonal	20 Lux	0,40	0 m
Restantes zonas no interior do Complexo	5 Lux	0,25	0 m

Os valores apresentados na Tabela 7.32 serão os requeridos durante os trabalhos normais de inspeção, operação e manutenção, com presença dos operadores da subestação.

O sistema de iluminação exterior será constituído por colunas de iluminação com um sistema de travessas para afixação dos projetores. Estas travessas possibilitam uma maior flexibilidade no que diz respeito à orientação dos projetores, permitindo cobrir áreas maiores a partir de menos pontos de emissão (colunas). Adicionalmente, serão instalados projetores na fachada do edifício de comando, permitindo por sua vez uma redução de número total de colunas de iluminação. A solução recomendada permitirá assim obter um sistema eficiente, reduzindo os custos de instalação e funcionamento de forma significativa.

Particularmente, a distribuição dos projetores no PEA terá em consideração que o sistema deverá cumprir com os níveis de iluminação requeridos sem, no entanto, representar um obstáculo para a circulação, trabalhos de operação e manutenção dentro da subestação.

Os equipamentos que constituirão a iluminação exterior a instalar no parque exterior de aparelhagem deverão satisfazer, pela sua construção e acessórios utilizados, as normas IEC ou respetivas normas aplicáveis.

O sistema de iluminação será constituído essencialmente por projetores de tecnologia LED, apresentando como grande vantagem o baixo consumo e eficiência associados a este tipo de equipamentos.

TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

O Transformador de Serviços Auxiliares será conectado ao painel MT (K14). É um equipamento de montagem exterior, trifásico, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados, em cobre, imersos em óleo mineral, herméticos à penetração do ar exterior.

As travessias de MT, devem ser montados na tampa, perpendicularmente à sua superfície, do tipo cone exterior, preparadas para a instalação de caixas terminais pré-moldadas, de acordo com a norma EN 51080, sendo marcados com as letras 1U, 1V e 1W para as fases, e 1N para o neutro.

REATÂNCIA DE NEUTRO

A reatância limitadora da corrente de defeito à terra (normalmente designada por reatância de neutro) a instalar será de montagem exterior, trifásica, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados, em cobre, imersos em óleo mineral, herméticos à penetração do ar exterior.

CABOS/CONECTORES

CONDUTORES FLEXÍVEIS (CABOS NUS)

As diversas ligações flexíveis entre aparelhagem no PEA serão executadas utilizando os seguintes condutores (Tabela 7.33):

Tabela 7.33 - Condutores a utilizar nas ligações flexíveis da subestação.

Características	Valor
Designação do condutor	570-AL4 (Aster 570)
Número de condutores por fase	1
Corrente suportável em regime permanente	892 A
Corrente térmica equivalente de curto-circuito	40,53 kA (1 s)

LIGAÇÕES RÍGIDAS (BARRAMENTOS)

Estão previstos condutores rígidos para a ligação dos cabos isolados MT ao secundário do transformador de potência AT/MT.

Os condutores que materializam as ligações entre as travessias dos transformadores e os cabos isolados de MT foram dimensionados de forma a suportar a corrente de serviço, resistir aos esforços térmicos e eletrodinâmicos da corrente de curto-circuito previsível, de acordo com os métodos da norma IEC 60865.

As ligações entre as travessias do transformador e os cabos isolados de MT, materializadas através de tubo de alumínio, serão realizadas com o auxílio de estruturas

metálicas devidamente dimensionadas para o seu peso próprio, para o peso dos acessórios de ligação, o peso dos cabos de MT e para os esforços eletrodinâmicos que possam estar sujeitas a ocorrência de um curto-circuito. As ligações entre o barramento e os acessórios serão realizadas através de ligadores apropriados em tipo e dimensão. Os barramentos, dispostos numa posição horizontal e apoiados por isoladores de poste, têm as seguintes características principais, apresentadas na Tabela 7.34.

Tabela 7.34 – Condutor rígido utilizado para as ligações na subestação.

Características	Valor
Tipo de condutor	Tubo de alumínio
Diâmetro (exterior/interior)	80/70 mm
Corrente máxima admissível	1765 A
Corrente térmica equivalente de curto-circuito	25,14 kA (3s)

CABOS MT ISOLADOS

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CABOS MT

Os cabos isolados MT a serem utilizados são do tipo unipolar com um núcleo condutor redondo, *multi-strand*, em cobre compactado ou alumínio, isolamento de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos numa fita do mesmo material e bainha exterior de PVC retardante de chama. Os cabos MT, a serem usados nas conexões dos transformadores de potência para o MT Barramentos são do tipo LXHIOV (cbe)[2] construídos e testados seguindo a norma IEC 60502-2 (Tabela 7.35).

Todos os cabos isolados MT terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

CARACTERIZAÇÃO DAS LIGAÇÕES MT

Tabela 7.35 – Caracterização das ligações MT na Subestação.

Origem	Destino	Designação do Cabo	Modo de Instalação	Comprimento	Corrente de Serviço	Corrente Máxima Admissível
Painel 1	Mina 1	3x(1x400) mm^2	Enterrado	1400 m	216 A	255 A
Painel 2	Mina 2	3x(1x400) mm^2	Enterrado	1800 m	216 A	270 A
Painel 3	TD1 + TD 2	3x(1x120) mm^2	Enterrado	700 m	48 A	92 A

[2] Designação do cabo de acordo com a norma NP 665

Origem	Destino	Designação do Cabo	Modo de Instalação	Comprimento	Corrente de Serviço	Corrente Máxima Admissível
Painel 4	TD 3	3x(1x120) mm^2	Enterrado	2800 m	62 A	91 A
Painel 5	TD 4	3x(1x120) mm^2	Enterrado	1620 m	62 A	91 A
Painel 6	TD5 + TD 6 + TD 7	3x(1x240) mm^2	Enterrado	1520 m	158 A	207 A
Painel 7	Reserva Equipada	-	-	-	-	-
Painel 8	Chegada Transf.	3x(4x400) mm^2	Caleira	20 m	-	1832
Painel 9	Processo 1	3x(1x120) mm^2	Enterrado	50 m	272	324
Painel 10	Processo 2	3x(4x400) mm^2	Enterrado	50 m	832	952
Painel 11	Chegada CSF	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Painel 12	Chegada CSF	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Painel 13	Chegada CSF	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Painel 14	Reserva Equipada	-	-	-	-	-

Os cabos isolados de MT dentro da subestação devem ser instalados em calhas reservadas para este fim, conforme especificado nos desenhos do projeto. Dentro do edifício os cabos são instalados debaixo o piso elevado.

A fixação dos cabos MT às estruturas metálicas nas conexões do transformador de potência ao painel MT no edifício de controle é realizada utilizando braçadeiras de plástico com fixação de parafuso de aço inoxidável, do tipo "DUTCHCLAMP", ou equivalente, com adequada resistência mecânica e força.

Os cabos devem ser instalados nas seguintes condições:

- Colocados numa configuração de trevo/esteira para cada circuito trifásico;
- Devem ser tomadas precauções para não danificar os cabos durante a instalação, não excedendo as cargas máximas admissíveis de tração;
- O raio de curvatura dos cabos não deve ser inferior a 20 vezes o seu diâmetro externo;
- A blindagem do cabo deve ser ligada ao solo em ambas as extremidades;

- Serão estabelecidas barreiras de incêndio nos tubos e nas entradas e saídas dos cabos do edifício da subestação e da cela do transformador de potência, feitos de materiais intumescentes com a propriedade de restringir a propagação de possíveis focos de incêndio, não permitindo a propagação de um incêndio do exterior para o interior, ou vice-versa, vedando as áreas funcionais da subestação. Essas barreiras também terão a função de impedir a entrada de água e animais na área da subestação e devem garantir uma proteção IP 67 - os tubos que não são utilizados devem ser completamente lacrados com uma massa resistente ao calor e ao fogo, que isola o exterior do interior de modo a garantir, de forma duradoura, uma proteção IP 67;

- Todos os requisitos de qualidade e segurança solicitados pelo cliente também devem ser cumpridos.

SISTEMA GERAL DE REDE DE TERRAS

O sistema geral de terras é projetado de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensão de passo[3] e contato[4] e limitando estes a valores de forma a que não sejam perigosos no caso de uma falha à terra.

O sistema geral de ligação à terra é um grupo interligado formado por:

- Terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de energização acidental no caso de um defeito de isolamento.

- Terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede no caso de uma falha à terra.

A subestação está equipada com um único sistema de terras, combinando as funções de serviço e terra de proteção. O sistema geral de terras consiste essencialmente num sistema de terras subterrâneo e um circuito de terra superficial, conectados conforme apresentado nos desenhos do projeto.

NUMERAÇÃO E REFERÊNCIAS DOS PAINÉIS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Todos os painéis, equipamentos e materiais são numerados e referenciados para permitir sua correta e fácil identificação.

[3] A tensão de passo é a diferença de potencial entre dois pontos na superfície do solo, separados por um passo, que se supõe ser de 1 metro, na direção do gradiente de potencial máximo.
[4] A tensão de toque é a diferença de potencial entre uma estrutura metálica ligada à terra e um ponto na superfície do solo igual à distância horizontal normal máxima que ela pode tocar, aproximadamente 1 metro.

CRITERIOS DE DESIGN DA MINA

CABOS ISOLADOS BT

Os cabos isolados BT que garantem a passagem da corrente alternada e os circuitos de corrente contínua são do tipo LSVAV, tendo uma tensão nominal de 0,6/1 kV e seção de acordo com as funções que executam, os revestimentos metálicos, se existirem, devem ser ligados à terra em ambas as extremidades.

A escolha do tipo e secção para os cabos isolados BT é feita de acordo com a função a ser executada, com pelo menos 2,5 mm^2 de seção, para motores, comando, sinalização, circuitos de medição e proteção e outros circuitos de acordo com os regulamentos aplicáveis, nomeadamente em relação ao RTIEBT.

Dentro do edifício de controlo, os cabos BT isolados serão instalados no piso, em tubos ou caminhos de cabos, sobre o piso falso.

Caracterização das ligações BT na Mina

Tabela 7.36 – Características das ligações BT na mina.

Origem	Destino	Designação Do Cabo	Modo De Instalação	Comprimento	Corrente de Serviço	Corrente Máxima Admissível
TD1	Laboratório	4x120 mm^2	Enterrado	60 m	222 A	255 A
TD1	Edifício Principal	2x(4x95) mm^2	Enterrado	85 m	299 A	358 A
TD1	Equipa de Resgate	4x16 mm^2	Enterrado	115 m	27 A	84 A
TD1	Centro Médico	4x16 mm^2	Enterrado	130 m	33 A	84 A
TD1	WU 1	4x16 mm^2	Enterrado	100 m	49 A	84 A
TD1	WU 2	4x16 mm^2	Enterrado	70 m	17 A	84 A
TD2	Armazém	4x16 mm^2	Enterrado	90 m	59 A	84 A
TD2	Central da Pasta	4x50 mm^2	Enterrado	75 m	119 A	153 A
TD2	Bomba de	4x25 mm^2	Enterrado	120 m	8 A	107 A
TD2	Balneários	4x25 mm^2	Enterrado	60 m	77 A	107 A
TD2	Oficina	4x120 mm^2	Enterrado	60 m	246	255 A
TD2	Lavagem de Veículos	4x25 mm^2	Enterrado	140 m	46 A	107 A
TD2	Guarita	4x50 mm^2	Enterrado	400 m	27 A	153 A
TD2	Portaria	4x16 mm^2	Enterrado	110 m	33 A	84 A
TD3	Chaminé de Ventilação Norte	2x(4x120) mm^2	Enterrado	20 m	440 A	510 A
TD4	Chaminé de Ventilação Sul	2x(4x185) mm^2	Enterrado	20 m	555 A	646 A

Origem	Destino	Designação Do Cabo	Modo De Instalação	Comprimento	Corrente de Serviço	Corrente Máxima Admissível
TD5	WU 3	4x95 mm^2	Enterrado	300 m	62 A	224 A
TD5	WU 4	4x95 mm^2	Enterrado	70 m	131 A	224 A
TD5	WU 5	4x16 mm^2	Enterrado	100 m	3 A	84 A
TD5	Central da Pasta 1	TBD	Enterrado	200 m	TBD	TBD
TD6	WU 6	4x25 mm^2	Enterrado	400 m	9 A	107 A
TD6	Central da Pasta 1	TBD	Enterrado	100 m	TBD	TBD
TD7	Central de Espessamento	TBD	Enterrado	100 m	TBD	TBD

CABOS ISOLADOS MT

Características gerais dos cabos MT

Os cabos isolados MT a serem utilizados são do tipo unipolar com um núcleo condutor redondo, multifilamento, cobre compactado ou alumínio, isolamento de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita do mesmo material e bainha exterior de PVC retardante à chama. Os cabos MT, a serem usados nas ligações dos transformadores de potência para o barramento MT são do tipo LXHIOV (cbe)[5], construídos e testados segundo a norma IEC 60502-2.

Todos os cabos isolados MT terão a blindagem conectado à terra em ambas as extremidades.

Caracterização das ligações MT

Tabela 7.37 – Caracterização das Ligações MT da mina.

Origem	Destino	Designação Do Cabo	Modo De Instalação	Comprimento	Corrente de Serviço	Corrente Máxima Admissível
TD1	TD2	3x(1x120) mm^2	Enterrado	300 m	48 A	92 A
TD3	TD4	3x(1x120) mm^2	Enterrado	1300 m	62 A	91 A
TD 5	TD 7	3x(1x240) mm^2	Enterrado	420	158	207 A
TD 7	TD 6	3x(1x240) mm^2	Enterrado	600	158	207 A

[5] Designação do cabo de acordo com a Norma NP 665.

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Tal como na subestação, nos edifícios da mina, a proteção contra descargas atmosféricas diretas pode ser assegurada através do para-raios não radioativo com dispositivo de ionização (PDI), de acordo com a norma NP 4426:2013, conectado ao sistema de terras geral da subestação, a ser instalado no telhado dos edifícios.

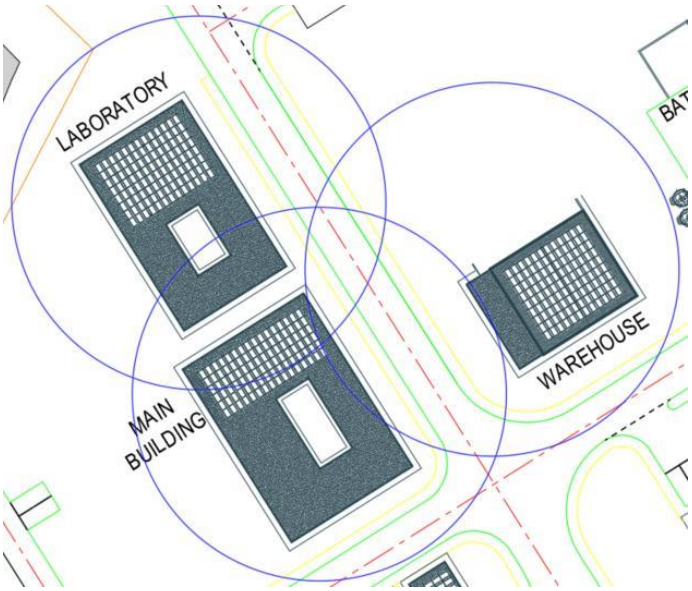


Figura 7.84 – Exemplo do Sistema de proteção contra descargas atmosféricas dos edifícios.

Neste caso, a proteção será assegurada pela instalação de para-raios nos telhados dos edifícios (círculo azul), como pode ser visto na Figura 7.84. Estes para-raios serão do tipo óxido de zinco (ZnO), para ligação fase-terra, instalado numa posição vertical, sobre uma base isolante.

ILUMINAÇÃO VIÁRIA

Para a iluminação exterior da mina, foi considerada uma pequena parte de um troço de uma via, com 230 metros aproximadamente, servindo de exemplo para as restantes vias.

As luminárias foram colocadas com uma distância de 20 metros entre elas, como é possível observar na Figura 7.85 e na Figura 7.86.

As luminárias utilizadas neste estudo foram as *Lightning VIA S IV 4x16 HO 740 A-T2*.

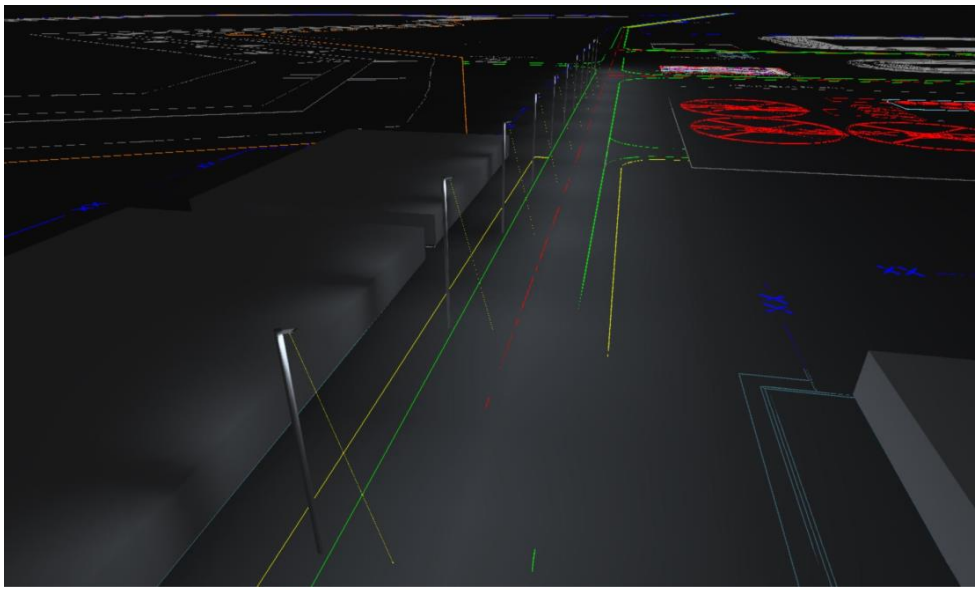


Figura 7.85 – Exemplo de iluminação da via.

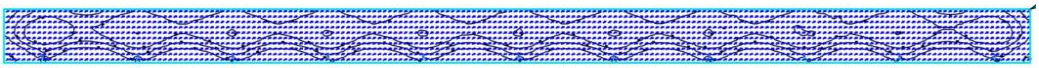


Figura 7.86 – Distribuição Lux.

SCADA E SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

O sistema SCADA e automação do Projeto de Lagoa Salgada será baseado em microprocessadores digitais, incluindo:

- Servidores SCADA;
- Servidores HMI;
- Servidores de Engenharia
- Controladores lógicos programáveis;
- Equipamento de entrada/saída remoto;
- Relé de Controlo e Proteção;
- Medidores digitais;
- Equipamentos específicos de Controlo;
- Equipamentos específicos de Campo.

Os equipamentos de comunicação presentes do campo, PLC e sala de controlo irão estar conectados através de uma rede em FO/Ethernet

Os protocolos de comunicação a serem utilizados para troca de informações entre os vários subsistemas - SCADA, Controlo, Proteção e Equipamentos de Campo - devem ser baseados em protocolos padrão industrial suportados em Ethernet.

LAN

Para aumentar a fiabilidade, a LAN será implementada utilizando uma arquitetura de anel lógico, garantindo uma redundância N+1 em caminhos de comunicação.

Para garantir o mesmo nível de fiabilidade no nível de comunicação, os *switches* LAN que fazem interface diretamente com o *backbone* devem ser capazes de implementar o *Rapid Spanning Tree Protocol* (RSTP) para redundância do caminho de comunicação, de acordo com o padrão IEEE 802.1D-2004.

Cada empreiteiro deve projetar a arquitetura LAN de seu subsistema para garantir uma interface adequada com o *backbone* LAN, independentemente da arquitetura ou do equipamento LAN interno utilizado internamente no seu subsistema.

7.2.4 PROJETO HIDRÁULICO

7.2.4.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento de água num projeto mineiro é um dos temas fundamentais a ter em conta durante a fase de estudo, indo de encontro aos fatores atuais de sustentabilidade e gestão dos recursos hídricos. Tendo por base os temas anteriormente referidos, foi realizado um estudo para o projeto Lagoa Salgada no qual foi definido o ponto de abastecimento de água ao projeto e uma análise da gestão da água, realizando para tal um balanço hídrico.

Foram também dimensionadas as infraestruturas hidráulicas mais relevantes, tendo por base as normas mais atuais, nomeadamente:

- Armazenamento de água:
    - Reservatórios de terra de Água Bruta e Água de Processo;
    - Reservatórios de Água Potável e Incêndio;
- Redes de Abastecimento de Água Pressurizada:
    - Estação de Tratamento de Água para edifícios e equipamentos;
    - Rede de Água Potável para edifícios e equipamentos;
    - Rede de Água para Combate a Incêndio;
    - Linhas de Água Bruta para atividades de processamento;
    - Linhas de Água de Processo de Recirculação para atividades de processamento;
- Sistema de Drenagem de Águas Residuais:
    - Rede de Drenagem de Águas Residuais;
    - Estação de Tratamento de Águas Residuais;

Desta forma são estabelecidas as bases para o dimensionamento de todas as infraestruturas hidráulicas associadas ao projeto.

BALANÇO HÍDRICO

Um modelo determinístico do balanço hídrico foi desenvolvido para a fase operacional, com o objetivo de:

- Verificar se os caudais de água necessários para o processamento são compatíveis com as disponibilidades;
- Determinar as bases de projeto para gestão da água das infraestruturas e equipamentos da mina;
- Simular a transferência de água entre bacias, de forma a utilizar a água recolhida na mina para apoiar as atividades mineiras (processo, supressão de poeiras, etc.) e para efetuar descargas de água em excesso para o meio ambiente.

Foram desenvolvidas simulações de balanço hídrico para as condições de precipitação anual média (os dados de precipitação para o Projeto Lagoa Salgada são provenientes da estação climática de Grândola), bem como para as condições de precipitação anual seca e húmida com base em três períodos de retorno diferentes: 10 anos, 25 anos e 100 anos.

O balanço hídrico foi calculado numa base mensal para refletir as estações extremas de chuva e seca que se fazem sentir no local. As figuras abaixo apresentam o balanço hídrico total e os volumes em falta e descarregados durante a vida útil da mina, para condições médias, respetivamente.

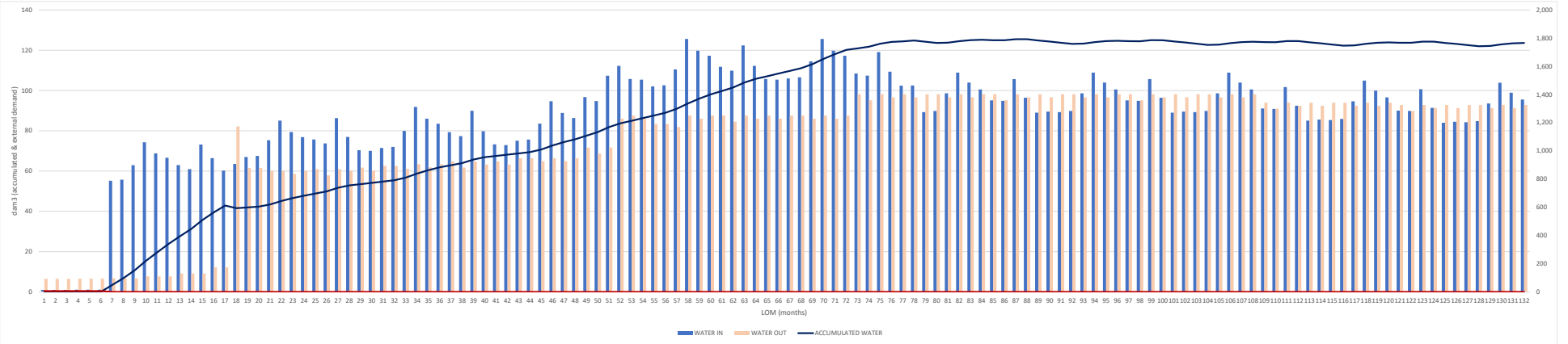


Figura 7.87 – Balanço Hídrico – Condições médias.

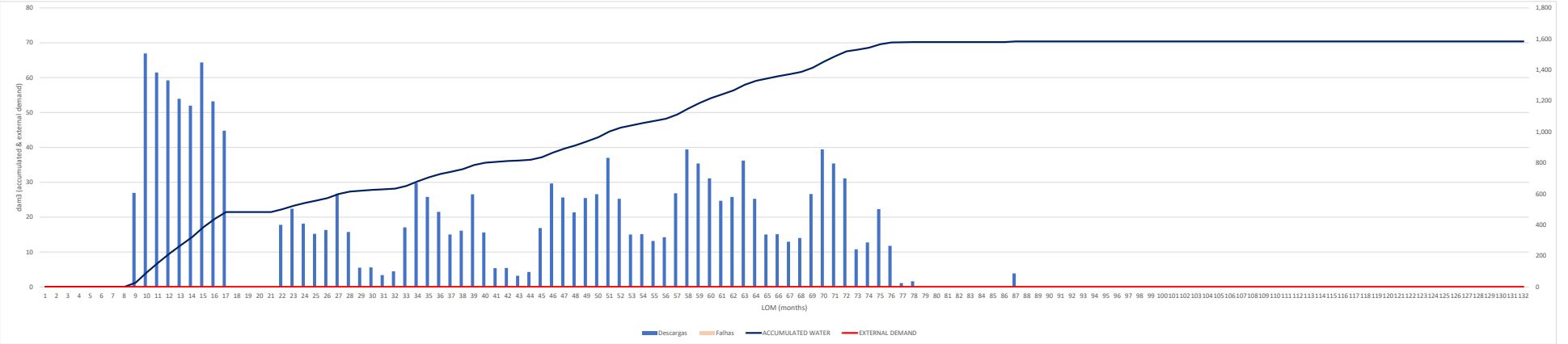


Figura 7.88 – Falhas e descargas – Condições médias.

Os resultados do modelo demonstram que a água recirculada pode (em média) atender às necessidades de água de processo e da mina sem retirar água adicional dos aquíferos ou outras fontes de água. Ocorre, no entanto, até ao mês 87 a necessidade de descarregar água no meio ambiente.

GESTÃO DA ÁGUA

A estratégia de gestão da água do Projeto é desviar a água de escoamento superficial sem contato com agentes contaminadores para longe do local do Projeto na medida do possível e armazenar e tratar a água de contato (contaminada) para uso posterior. Quando aplicável, deverão ser utilizadas as melhores práticas de gestão para controlar os sedimentos e a erosão.

A maior parte da água que precisa de ser gerida *in-situ* vem do interior da mina, logo depois vem a água gerada pelo escoamento superficial ao redor das infraestruturas e equipamentos à superfície, especialmente durante grandes eventos de precipitação (como tempestades com período de retorno de 20 anos). Aspetos adicionais da gestão da água em torno da mina incluem o armazenamento de água para uso em processos e o tratamento de água potável para os edifícios.

GESTÃO DA ÁGUA NÃO CONTAMINADA

Como o local do Projeto é relativamente plano, deverão ser construídas bermas e valas de desvio em torno dos limites das áreas contaminadas para minimizar a área drenada contaminada e facilitar a drenagem de água não contaminadas para fora do local.

GESTÃO DA ÁGUA CONTAMINADA

Água de contato (contaminada) é a água que esteve em contato com atividades de exploração mineira, material extraído e/ou infiltração de minas subterrâneas. A água de contato será armazenada, tratada, testada e reutilizada para processamento e operações de exploração mineira.

A água de contato superficial coletada será transferida para um reservatório de retenção (*Aging Pond*). O armazenamento de água subterrânea de contato e a retirada de água da mina serão geridas por meio de uma série de bombas e fossas que transferem a água para os reservatórios de retenção e decantação. Quatro reservatórios vão ser construídos à superfície para gerir a água de contato e de processo. Os detalhes dos reservatórios estão resumidos abaixo:

- Bacia de retenção – Uma bacia de retenção impermeabilizada com capacidade de aproximadamente 100 000 m³ será construída para armazenar o excesso de água proveniente da mina e da bacia de retenção de águas pluviais. Um descarregador de emergência permite o extravasamento controlado se a chuvada de projeto considerada for ultrapassada;
- Bacia de decantação – Será construída uma bacia de decantação revestida com capacidade de aproximadamente 2 x 1 000 m³ para contenção, sedimentação e

polimento de contato superficial e desaguamento de mina subterrânea. A bacia de decantação possui duas células separados por uma estrada de acesso com descarregador de superfície. Um descarregador de emergência permite o extravasamento controlado se a chuvada de projeto projetada for ultrapassada;

- Bacia de água limpa – Esta bacia está localizada perto da entrada da mina e terá uma capacidade de aproximadamente 1 000 m³. Esta bacia armazena água para uso nas operações de exploração dentro da mina;
- Bacia de retenção de águas pluviais – Será construída uma bacia de retenção impermeabilizada com capacidade de 10 000 m³ para reter e desviar a chuva que cai em áreas contaminadas. Terá uma estação de bombagem para transportar a água para a bacia de retenção maior. Um descarregador de emergência permite o extravasamento controlado se a chuvada de projetado for ultrapassada.

As considerações descritas acima estão sumarizadas no Diagrama de Fluxo de Processo que se apresenta de seguida.

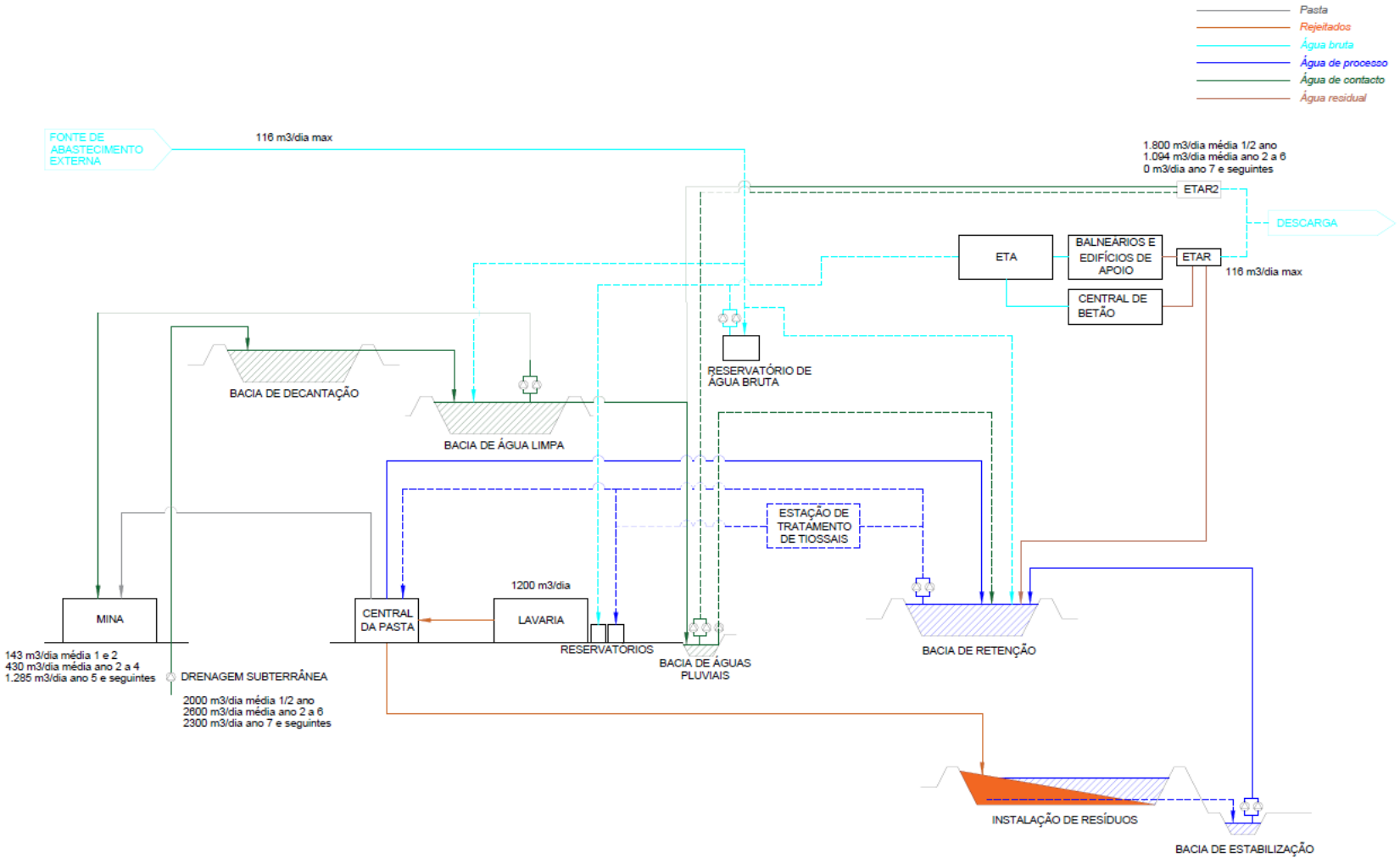


Figura 7.89 – Diagrama de Fluxo do Processo.

7.2.4.2 INFRAESTRUTURAS DE ÁGUA

LINHAS DE ÁGUA BRUTA E DE PROCESSO

ÁGUA BRUTA

Para ter água potável nas instalações da mina, a água bruta tem que ser bombeada através de uma conduta adutora desde a albufeira de Vale de Gaio até ao reservatório de regularização na mina e depois para uma estação de tratamento de água antes de chegar aos edifícios e outros equipamentos da mina.

ÁGUA DE PROCESSO E DE CONTATO

A água necessária para as atividades da mina e a sua recirculação ao redor da mesma foi abordada no capítulo prévio e engloba Diagrama de Fluxo do Processo (PFD). No entanto, remete-se para o presente capítulo considerações do dimensionamento do transporte e armazenamento da água.

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTAS

As condutas de água bruta serão dimensionadas de acordo com os seguintes princípios:

- O material a ser utilizado nas condutas é o PEAD PE100.
- A fórmula de Darcy-Weisbach será usada para calcular as perdas de carga ao longo do percurso com o fator de atrito f dado pela equação de Colebrook-White.

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

  - Onde ΔH é a perda de carga contínua para uma conduta com fator de atrito f , diâmetro interno D , comprimento L e velocidade V .

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10}\left(\frac{k}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{R_e \cdot f}\right)$$

  - Onde k é a rugosidade da superfície da conduta e R_e é o número de Reynolds.
- O valor da rugosidade da superfície (k) das condutas de PEAD é de 0.03 mm.
- As condutas devem seguir corredores de serviços tanto quanto possível e o recobrimento mínimo é de 1.0 m;
- As velocidades e inclinações das condutas devem ser mantidas dentro dos limites apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7.38 - Parâmetros de dimensionamento para condutas de água bruta.

Parâmetros de projeto	Condutas	
	Secções Ascendentes	Secções Descendentes
Velocidade máxima	2.0 m/s	
Velocidade mínima	0.3 m/s	
Inclinação mínima	0.3%	0.5%
Inclinação máxima	15.0%	

VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

A linha de transporte de água bruta será equipada com válvulas de seccionamento instaladas em locais estratégicos para otimizar a operação e manutenção do sistema. Além disso, as válvulas de seccionamento devem ser instaladas ao longo das condutas de forma que nenhuma válvula de seccionamento fique espaçada mais de 4 km de outra.

As ventosas devem permitir a entrada e saída de ar nas condutas principais e devem ser instaladas nas seguintes condições:

- Em pontos altos;
- Em secções descendentes com aumento abrupto da inclinação;
- A montante de válvulas de seccionamento, quando instaladas em secções ascendentes;
- A jusante de válvulas de seccionamento, quando instaladas em secções descendentes;

As descargas de fundo devem ter um diâmetro mínimo de 50 mm e devem ser instaladas nas seguintes condições:

- Em pontos baixos;
- A montante de válvulas de seccionamento, quando instaladas em secções descendentes;
- A jusante de válvulas de seccionamento, quando instaladas em secções ascendentes;

Todas as válvulas devem ser instaladas em caixas de válvulas.

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

O dimensionamento das estações elevatórias deve ser realizado de acordo com as recomendações do fornecedor. As bombas especificadas devem ser verificadas por meio de um teste de fábrica de acordo com os padrões recomendados.

Todas as bombas de água bruta e de processo serão submersíveis e serão instaladas num flutuador localizado dentro dos respetivos reservatórios.

Na tabela seguinte são apresentados os pontos de funcionamento das estações elevatórias e respetiva localização e destino da bombagem.

Tabela 7.39 - Projeto da bomba de água bruta e de processo.

Origem	Destino	Q (l/s)	Hm (m)	Observações
Reservatório de Água Bruta	ETA e Reservatório de incêndio	2.02	33,7	2 x bomba (1 reserva)
Bacia de Retenção de Águas Pluviais	Bacia de Retenção	197,00	12.81	3 x bomba submersível (FLYGT BS2201MT) (1 reserva)
Bacia de Retenção	Lavaria	143,97	36.37	3 x bomba submersível (FLYGT BS2400) (1 reserva)
Bacia de retenção	*Pastefill Plant*	5,98	36.37	3 x bomba submersível (FLYGT BS2075) (1 reserva)
TSF	Bacia de Retenção	11.96	20.53	2 x bomba submersível (FLYGT BS2740) (1 reserva)

BACIA DE DECANTAÇÃO

A Bacia de Decantação é dimensionada para reter a água pelo tempo suficiente para que grandes partículas misturadas com a água oriunda das atividades da mina se depositem no fundo da bacia. Será dividida, igualmente, em 2 para fins de manutenção e limpeza. Não será efetuado nenhum tratamento, ou seja, apenas ocorrerá a deposição por gravidade e tempo de residência.

Estão previstas descargas de fundo para fins de limpeza e drenagem da bacia, as mesmas são dimensionadas tendo em conta tempos aceitáveis para esvaziar completamente o reservatório. A bacia também deverá ter uma altura livre mínima de 1.0 m em relação ao coroamento da bacia. De igual forma, prevê-se a execução de um descarregador de superfície no nível máximo de água e o mesmo será dimensionado considerando o caudal máximo de uma chuvada de projeto com 10 minutos que cai no reservatório somado a qualquer afluência de outras proveniências.

Face ao exposto a Bacia de Decantação tem as seguintes características (Figura 7.90):

- Volume líquido – 2 x 1 000 m³;

- Tempo de retenção – 11.6 h;
- Nível mínimo de água – 89.0 m;
- Nível máximo da água – 90.5 m;
- Descarga de fundo:
    - Descarga na Bacia de Água Limpa;
    - 2 x PEAD DN200;
    - Tempo de Descarga Completa - 6 h;
- Descarregador de superfície:
    - Descarga na Bacia de Água Limpa;
    - Canal aberto de betão em forma de U:
        - Base – 1.0 m;
        - Altura – 0.8 m;
    - Caudal máximo esperado – 0.17 m³/s
    - Subida do nível de água máximo em relação à base do descarregador – 0.22 m.

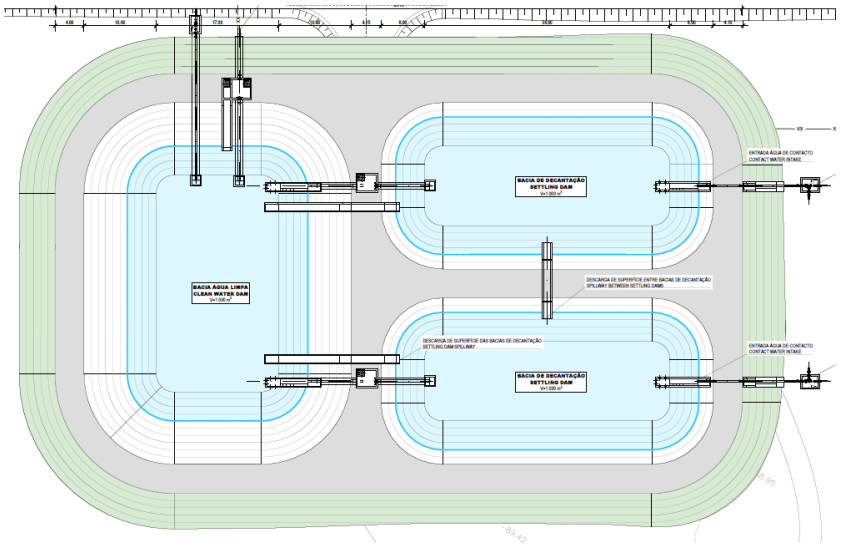


Figura 7.90 – Bacia de Decantação e de Água Limpa – Vista em Planta.

BACIA DE ÁGUA LIMPA

A Bacia de Água Limpa recebe água da Bacia de Decantação já decantada e livre de grandes partículas que podem causar problemas de funcionamento nos equipamentos da mina.

Estão previstas descargas de fundo para fins de limpeza e drenagem da bacia, as mesmas são dimensionadas tendo em conta tempos aceitáveis para esvaziar completamente o reservatório. A bacia também deverá ter uma altura livre mínima de 1.0 m em relação ao coroamento da bacia. De igual forma, prevê-se a execução de um descarregador de superfície no nível máximo de água e o mesmo será dimensionado considerando o caudal máximo de uma chuvada de projeto com 10 minutos que cai no reservatório somado a qualquer afluência de outras proveniências.

Face ao exposto a Bacia Água Limpa tem as seguintes características (Figura 7.90):

- Volume líquido – 1 000 m³;
- Nível mínimo de água – 87.0 m;
- Nível máximo da água – 88.5 m;
- Descarga de fundo:
    - Descarga na Bacia de Retenção;
    - PEAD DN200;
    - Tempo de Descarga Completa - 6 h;
- Descarregador de superfície:
    - Descarga na Barragem de Água Limpa;
    - Canal aberto de betão em forma de U:
        - Base – 1.0 m;
        - Altura – 0.8 m;
    - Caudal máximo esperado – 0.25 m³/s
    - Subida do nível de água máximo em relação à base do descarregador – 0.28 m.

BACIA DE RETENÇÃO

A Bacia de Retenção irá receber água contaminada das diversas atividades de processamento da mina, bem como descargas de todos as outras bacias da mina.

Estão previstas descargas de fundo para fins de limpeza e drenagem da bacia, as mesmas são dimensionadas tendo em conta tempos aceitáveis para esvaziar completamente o reservatório. A bacia também deverá ter uma altura livre mínima de 1.0 m em relação ao coroamento da bacia. De igual forma, prevê-se a execução de um descarregador de superfície no nível máximo de água e o mesmo será dimensionado considerando o caudal máximo de uma chuvada de projeto com 10 minutos que cai no reservatório somado a qualquer afluência de outras proveniências.

Face ao exposto a Bacia de Retenção tem as seguintes características (Figura 7.91):

- Volume líquido – 100 000 m³;
- Nível mínimo de água – 84.5 m;
- Nível máximo da água – 87.5 m;
- Descarga de fundo:
    - Descarga na TSF;
    - PEAD DN900;
    - Tempo de Descarga Completa - 48 h;
- Descarregador de surperfície:
    - Descarga na TSF;
    - Canal aberto de betão em forma de U;
        - Base – 2.0 m;
        - Altura – 0.8 m;
    - Caudal máximo esperado – 1.72 m³/s
    - Subida do nível de água máximo em relação à base do descarregador – 0.65 m.

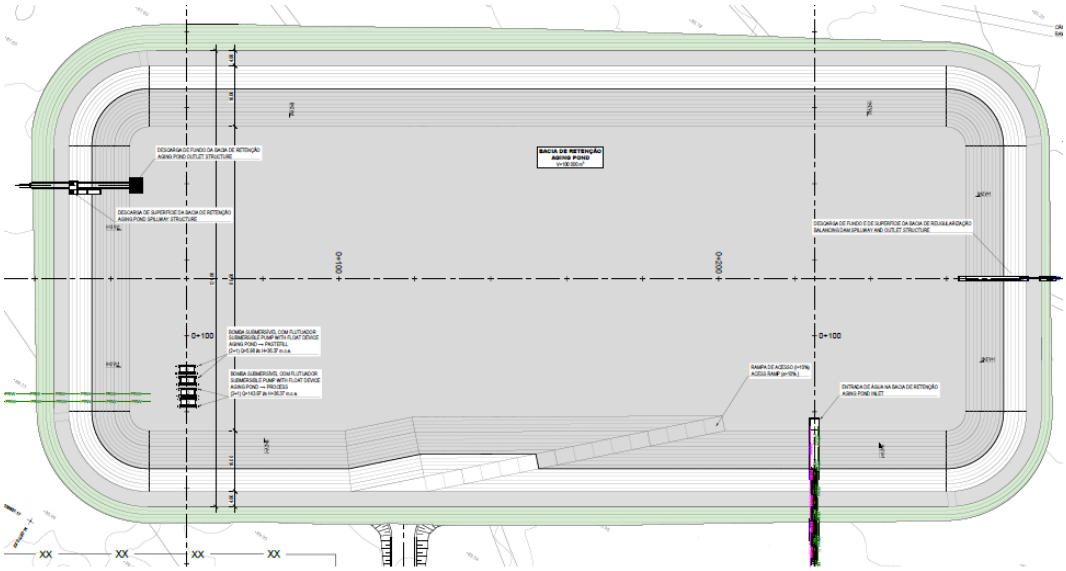


Figura 7.91 – Bacia De Retenção – Vista em Planta.

BACIA DE RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A Bacia de Retenção de Águas Pluviais recebe água de eventos pluviosos que escoa em possíveis áreas contaminadas, como a Lavaria. Será dimensionada para assegurar o encaixe de um evento pluvioso de 1 dia com um período de retorno 20 anos.

Estão previstas descargas de fundo para fins de limpeza e drenagem da bacia, as mesmas são dimensionadas tendo em conta tempos aceitáveis para esvaziar completamente o reservatório. A bacia também deverá ter uma altura livre mínima de 1.0 m em relação ao coroamento da bacia. De igual forma, prevê-se a execução de um descarregador de superfície no nível máximo de água e o mesmo será dimensionado considerando o caudal máximo de uma chuvada de projeto com 10 minutos que cai no reservatório somado a qualquer afluência de outras proveniências.

Face ao exposto a Bacia de Retenção de Água Pluviais tem as seguintes características (Figura 7.92):

- Volume líquido – 10 000 m³;
- Nível mínimo de água – 82.5 m;
- Nível máximo da água – 85.0 m;
- Descarga de fundo:
  - Descarga na TSF;
  - PEAD DN400;
  - Tempo de Descarga Completa - 12 h;
- Descarregador de superfície:
  - Descarga na TSF;
  - Canal aberto de betão em forma de U;
    - Base – 1.0 m;

- Altura – 0.8 m;

- Caudal máximo esperado – 0.29 m³/s
- Subida do nível de água máximo em relação à base do descarregador – 0.31 m;

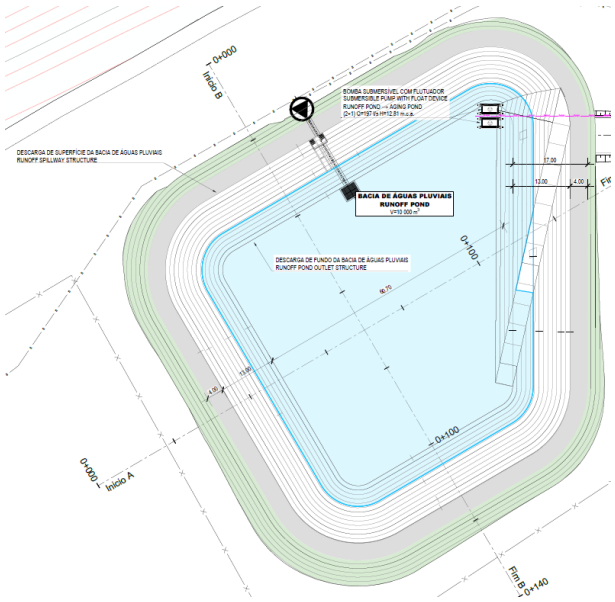


Figura 7.92 – Bacia De Retenção De Águas Pluviais – Vista em Planta.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

Deve ser fornecida água potável a todos os edifícios, como escritórios, WC e vestiários. Além disso, alguns equipamentos serão abastecidos com água potável para evitar a instalação de linhas de água de serviço paralelas que aumentam os custos e a manutenção desnecessariamente.

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTAS, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

A rede de abastecimento de água será dimensionada de acordo com os critérios referenciados na anterior, tendo presentes os seguintes princípios:

- A fórmula de Darcy-Weisbach será usada para calcular as perdas de carga ao longo do percurso com o fator de atrito f dado pela equação de Colebrook-White.

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

  - Onde ΔH é a perda de carga contínua para uma conduta com fator de atrito f , diâmetro interno D , comprimento L e velocidade V .

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10}\left(\frac{k}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{R_e \cdot f}\right)$$

  - Onde k é a rugosidade da superfície da conduta e R_e é o número de Reynolds.

- Os valores de rugosidade da superfície da conduta a serem utilizados estão descritos na tabela a seguir;

Tabela 7.40 - Rugosidade das condutas para abastecimento de água potável.

Material da Conduta	Rugosidade - *k* (mm)
PEAD	0.03
Ferro fundido dúctil	0.1

- As válvulas de seccionamento devem ser colocadas de modo que ocorra o mínimo de interrupções durante operações de manutenção ou reparação;
- Devem prever-se ventosas nos pontos altos;
- Devem prever-se descargas de fundo nos pontos baixos;
- Deverá ter-se especial atenção em situações de atravessamento de condutas em faixas de rodagem de veículos;
- Os cruzamentos na faixa de rodagem de veículos devem ser minimizados e o recobrimento não deverá ser menor que 1.0 m;
- As condutas de água devem ser implantadas por forma a minimizar de interferência com outras estruturas;
- As condutas devem seguir corredores de serviços tanto quanto possível e o recobrimento mínimo é de 0.8 m;
- Todas as válvulas devem estar em caixas de válvulas;
- As condutas devem estar, geralmente, enterradas;
- Podem ser instalados caudalímetros em pontos específicos da rede dentro de caixa;
- As velocidades devem ser mantidas dentro dos limites apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7.41 - Velocidades de dimensionamento de condutas de distribuição de água potável.

Parâmetros de dimensionamento	Condutas
Velocidade máxima	2.0 m/s
Velocidade mínima	0.3 m/s

NECESSIDADES DE ÁGUA POTÁVEL

As tabelas abaixo descrevem os volumes por utilizador, por dia, que devem ser usados para estimar as necessidades diárias de água potável.

Tabela 7.42 - Volumes de água potável por utilizador por dia.

Descrição	ℓ /utilizador/dia
Administração (trabalhador de escritório)	68
Balneários (trabalhador por turnos)	180

Os valores descritos nas tabelas incluem as necessidades para lavandaria, cozinha e quaisquer outros serviços gerais.

A tabela a seguir apresenta os números de utilizadores e a sua afetação aos diferentes edifícios.

Tabela 7.43 - Número de utilizadores em cada edifício.

	Capacidade total	Em simultâneo	Número de turnos/dia	Horas/Turno
EDIFÍCIO PRINCIPAL	72	72	1	9
BALNEÁRIOS	155	66	2	12
LAVARIA	73	25	2	12
OUTROS EDIFÍCIOS				
Centro médico	4	4	2	12
Laboratório	4	4	2	12
Equipa de resgate	2	2	2	12
Oficina	4	4	2	12
Armazém	2	2	2	12
Workshop	1	1	2	12
Pastefill Plant	2	2	2	12
Guarita	1	1	2	12
Portaria	3	1	2	12
TOTAL	323	184		

Serão, ainda, considerados outros consumos conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 7.44 - Outros consumos..

	Horas de trabalho por dia	Caudal (l/s)
Oficina	1	0.33
WashBay	8	2.0
Workshop	1.5	6.0

Portanto, a demanda máxima estimada de água potável é de 116.22 m³/dia.

CAUDAL DE PONTA

Os caudais de ponta são calculados pelo número de acessórios em cada local multiplicado pelo caudal unitário de cada acessório. Somam-se todos os caudais e posteriormente aplica-se um coeficiente de simultaneidade (assumindo que nem todos os acessórios devem estar abertos num determinado momento, exceto para os duches nos balneários).

A tabela abaixo apresenta os caudais unitários de cada aparelho considerados:

Tabela 7.45 - Caudais unitários por aparelho.

Aparelho	Caudal (ℓ /s)
Duche	0.15
Sanita	0.10
Torneira	0.15
Lavatório	0.10
Pia	0.20
Mictório	0.15

Desta forma, o caudal de ponta máximo estimado é de 15.20 l/s.

ANÁLISE HIDRÁULICA

A rede será analisada hidraulicamente usando um modelo de caudal de ponta máximo em cada troço. A pressão dinâmica mínima permitida em qualquer ponto e em qualquer momento deve ser de 15 m (1.5 bar). Alguns equipamentos requerem mais pressão como a *Washbay* e a B*atch Plant*, que exigem até 4 bar.

MATERIAIS E ESPECIFICAÇÕES

Todo as condutas devem ser geralmente em PEAD e seguir as especificações normativas vigentes.

Condutas em PEAD (Polietileno de Alta Densidade):

De acordo com EN 12201.

Válvulas:

As válvulas especificadas devem ser aptas para transporte de água potável, com a classe indicada, assim como a direção de fecho.

Flanges:

As flanges devem ser especificadas para as pressões de trabalho e para os padrões de perfuração.

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

O dimensionamento das estações elevatórias deve ser realizado de acordo com as recomendações do fornecedor. As bombas especificadas devem ser verificadas por meio de um teste de fábrica de acordo com os padrões recomendados.

A estação elevatória de água potável terá um ponto de funcionamento de 15.2 l/s a 53 m e possui um sistema 2+1 (1 bomba de reserva) (Lowara GHV30/46SV3/2AG110T/4/PMA/CP).

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A estação de tratamento de água será modular assim como quaisquer dispositivos mecânicos e elétricos por forma a facilitar a montagem e manutenção.

A ETA deverá estar preparada para tratar 116.2 m^3/dia de água bruta em 16h/dia (caudal de 7.5 m^3/h).

As principais funções são descritas a seguir:

- Remoção de sólidos em suspensão, matéria orgânica, turvação e microrganismos patogênicos;
- Redução do teor de cálcio, magnésio e bicarbonatos da água, evitando assim incrustações em condutas e equipamentos;
- Tratamento de água de qualidade média, principalmente água de fontes superficiais, como rios ou albufeiras. Características da água de entrada:
    - TSS < 200 mg/l;
    - Turvação < 20 NTU;
    - TDS < 1500 mg/l;

- Concentração de contaminantes abaixo dos limites permitidos.

As principais características são as seguintes:

- Equipamento compacto para potabilização de água, cumpre a norma portuguesa DL 306/2007 e as recomendações da OMS.
- Estrutura fabricada em aço carbono, constituída pelos seguintes componentes, segundo as aplicações:
  - Filtros de anilhas com diferentes graus de filtragem, conforme as aplicações;
  - Sistema de alimentação ao tratamento de filtração com bombas centrífugas 1+1, dotadas de sistema de regulação e controlo de caudal, reguladores de nível;
  - Sistema de limpeza com bomba centrífuga, dotada de sistema de regulação e controlo de caudal, reguladores de nível;
  - Filtro de alto rendimento, em PRFV (Poliéster reforçado com Fibra de Vidro), com sistema de limpeza automática, dotada de material de enchimento de sílex e antracite, com granulometria selecionada.
  - Filtro descalcificador, em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro), com sistema de regeneração automático, enchimento de resina de alta capacidade, adequado para uso alimentar.
  - Quadro elétrico para controlo e comando do tratamento.
  - Conjunto de acessórios composto por tubagens de interligação entre equipamentos, válvulas, tomadas de amostragem, sistemas de regulação e controlo, etc.
- Estrutura em PRFV com interligações hidráulicas e elétricas.
- Fornecimento de cloro residual para remoção de microorganismos patogênicos e controlo da qualidade da água. Estrutura portátil e compacta, com interligações hidráulicas e elétricas com os seguintes acessórios:
  - Controlador digital com dois pontos de controlo e leitura de cloro e pH;
  - Sonda amperométrica/potenciométrica para medição de cloro livre, montada em porta-sondas com sensor e regulação de caudal;
  - Sonda de pH;
  - Sonda de temperatura (0 a 50 ºC);
  - Bombas doseadoras, incluindo sonda de nível, acessórios e depósito para armazenamento de agente desinfetante;
  - Sistema de bombas de recirculação, incluindo controlo de níveis e válvulas de seccionamento;
  - Painel de montagem;
  - Quadro elétrico de proteção e manobra;
  - Outros acessórios: manómetros, válvulas e tomada de amostragem.

SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

O caudal de água residual máximo é determinado pelo número de ligações em cada edifício multiplicado pelo caudal unitário de cada aparelho, somando todas as vazões e aplicando um coeficiente de simultaneidade. A drenagem de águas residuais é calculada tendo presente um fator de afluência à rede de 90% do consumo diário de água potável acrescido de possíveis infiltrações no percurso.

A água residual será tratada numa ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais). O efluente de água residual tratada deve ser reciclado ou, eventualmente, descarregado no meio natural salvaguardando os requisitos de descarga de água aplicáveis em meio natural.

DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES

A fórmula de Manning-Strickler juntamente com a fórmula de conservação de massa será usada da seguinte forma para dimensionar os coletores de águas residuais.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \cdot S^{1/2}$$

- Onde *Q* é o caudal no coletor, *n* o coeficiente de Manning, *A* a área da secção transversal molhada, *P* o perímetro da seção transversal molhada e *S* o gradiente de perda de carga que se toma igual à inclinação do coletor se o regime for uniforme.

Os coletores utilizados na rede de drenagem de águas residuais serão principalmente em PVC cujo coeficiente de Manning é descrito na tabela a seguir.

Tabela 7.46 - Coeficiente de Manning para Materiais de Drenagem de Esgoto.

Material do coletor	Coeficiente de Manning - *n* (s/m $^{1/3}$)
PVC	0.010

Critérios de dimensionamento:

- Diâmetro nominal mínimo do tubo: ..... 200 mm
- Inclinação máxima: 15,0%
- Inclinação mínima: 0,3%
- Velocidade máxima: .....3 m/s
- Velocidade mínima: .....0,6 m/s

- Altura de água máxima no coletor: ..... 0.5 x Diâmetro interno do coletor (até DN500)
- Recobrimento mínimo do coletor: .....1.2 m
- Os coletores devem serem instalados sob todas as outras linhas (água potável, água de incêndio, água pluviais, …)
- Espaçamento máximo das caixas de visita: .....100 m
- Diâmetro interno mínimo das caixas de visita: ..... 1.00 m (1.25 m para profundidades ≥ 2.5 m)

MATERIAIS E ESPECIFICAÇÕES

Todos os coletores devem ser selecionados de acordo com os especificações vigentes:

- Coletores uPVC:..... Coletores em uPVC devem ser especificados para Classe 51 no caso de tráfego normal e Classe 34 para tráfego de veículos pesados.
- Condutas elevatórias de águas residuais:..... Devem ter um diâmetro interno mínimo de 90 mm e o material do tubo deve ser uPVC ou PE100 para os requisitos de pressão aplicáveis.
- Válvulas: ..... As válvulas especificadas devem ser aptas para contacto com água residual e com a respetiva classe indicada, bem como a direção de fecho.
- Flanges: ..... As flanges devem ser especificados para as pressões de trabalho e padrões de perfuração.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

A estação de tratamento de águas residuais será modular, incluindo quaisquer dispositivos mecânicos e elétricos por forma a facilitar a montagem e manutenção.

A ETAR deverá estar preparada para tratar 112.6 m³/dia de água residual doméstica.

Os próximos subcapítulos apresentam os principais equipamentos da ETAR.

POÇO DE BOMBAGEM:

As principais características são descritas a seguir:

- Depósito fabricado em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) construído segunda a norma UNE-EN 12050-1;

- Duas unidades de bombas submersíveis para águas residuais (impulsor Vortex) com esquema de funcionamento alternado com dispositivos de elevação e ancoragem automáticos;
- Sistema de medição de nível através de 5 reguladores de nível ou ultrassons;
- Válvulas de retenção e válvulas de seccionamento com montagem no poço ou em caixa de válvulas independente;
- Tubagens de entrada, transbordo (opcional) e impulsão, e tomadas para saídas de cabos e ventilação;
- Montagem de tubos, curvas 90 º, cotovelos, etc;
- Quadro elétrico de PRFV;
- Guindaste para extração de bombas, tampas, escadas, sistema de desodorização e limpeza do poço de bombagem;
- Cesto de gradados em aço inoxidável, para evitar que sólidos de grandes dimensões entrem no poço e danifiquem as bombas.

CÂMARA SEPARADORA DE GORDURAS HORIZONTAL

A função principal é a de separação de óleos e gorduras de natureza orgânica (animais e vegetais) da água, com base no fenômeno de diferença de densidade.

As principais características são descritas a seguir:

- Câmara em PRFV fabricada pelas normas UNE-EN1825-1:2005;
- Alto rendimento na separação de óleos e gorduras devido à elevada área de superfície;
- Extração manual de óleos e gorduras através de abertura com tampa de PRFV;
- Tubagens de entrada e saída em PVC. Tubos de ventilação;
- Possibilidade de adicionar bactérias específicas para eliminação/redução de gordura;
- Alarme de deteção de óleos e gorduras.

DEPURADORA DE LAMAS ATIVADAS DE BAIXA CARGA (AREJAMENTO PROLONGADO)

A função principal do depurador de lamas ativadas (arejamento prolongado) com decantador, compressor, grelha de difusores e sistema de recirculação de lamas é remover a matéria orgânica da água (CBO5).

As principais características são descritas a seguir:

- Equipamento fabricado em PRFV;
- 80-90% de rendimento na remoção de CBO5;
- Sistema de fornecimento de oxigénio e homogeneização de licor através de compressor e grelha de difusores de bolha fina em EPDM;
- Decantador compacto e sistema de recirculação de lamas ativadas através de bomba submersível;
- Tubagens de entrada e saída em PVC. Tubo de ventilação;
- Operações de limpeza através de aberturas com tampa PRFV.

CÂMARA DE CLORAÇÃO COM SISTEMA DE DOSEAMENTO

A principal função do sistema de cloração é remover elementos patogênicos do efluente.

As principais características são descritas a seguir:

- Câmara de contacto fabricado em PRFV com câmara cilíndrica equipada com tabiques defletores para contato e tubagens de entrada e saída em PVC;
- Bomba doseadora de hipoclorito:
    - Bomba doseadora de membrana, com acionamento eletromagnético e sondas de nível;
    - Reservatório em polietileno com 120 l, para mistura de agente desinfetante;
    - Kit de acessórios: filtro com válvula de retenção de esfera dupla, racor de injeção com válvula de retenção e tubos de aspiração e impulsão.

SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO

REQUISITOS PARA A REDE DE INCÊNDIO

ÂMBITO

Deverão ser instalados sistemas adequados de deteção e supressão de incêndio em cada edifício e junto a outros equipamentos. A rede de incêndio deve ser:

- Instalada em locais seguros onde não há probabilidade de ser danificada;

- Dimensionada para fornecer o caudal e a pressão de água necessárias para operar hidrantes ou sistemas de aspersão de água;
- Usada apenas para fins de combate a incêndios e não deve alimentar nenhum outro sistema;
- Fornecida com água limpa e suficiente fornecida de uma fonte dedicada.

Poderão ser fornecidas válvulas nas condutas principais de incêndio para permitir o isolamento de troços quando necessário.

REQUISITOS MÍNIMOS DE DIMENSIONAMENTO

As válvulas de seccionamento na rede de incêndio devem ser de boa qualidade, da classe de pressão de 16 bar e equipadas com indicadores ABERTO/FECHADO.

Todas as válvulas devem estar acessíveis em qualquer momento e não devem ser instaladas em locais onde são necessários equipamentos especiais, como escadas portáteis, etc., para permitir que o pessoal tenha acesso à válvula.

Devem prever-se pontos de descarga da rede de incêndio nos pontos mais baixos.

A rede de incêndio deve ser testada a 150% da pressão máxima normal de trabalho.

A rede de incêndio deve ser instalada segundo as seguintes especificações mínimas para as tubagens:

- PEAD PE100 PN16;

As condutas principais da rede de incêndio terão diâmetros nominais de 200 mm (nunca inferior a 90 mm).

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

ÂMBITO

As bombas de incêndio aspiram água de um reservatório de tamanho adequado, sempre com a tubagem cheia. Deverão ser instaladas 2 bombas de incêndio, sendo pelo menos uma a gasóleo. Devem instalar-se bombas de incêndio sempre que possível.

As bombas de incêndio e reservatórios de água para combate a incêndio devem ser instalados dentro da área de segurança da mina numa estrutura segura.

A estação elevatória de incêndio terá um ponto de serviço de 40.0 l/s a 44 m e possui uma configuração 1+1 (1 bomba de backup a diesel) (Lowara GEM2YJN80-200/300+GEM2KN80-200/D195).

REQUISITOS MÍNIMOS DE DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

O funcionamento da estação elevatória deve ser determinado para o caudal máximo de água necessário no pior cenário, ou seja:

- O caudal de água para os hidrantes, que é de 20 ℓ /s a operar a uma pressão de 300 kPa,

Mais

- O caudal de água calculada para o maior sistema automático de aspersão/aspersão de água, que será instalado na área da mina ou equipamento em questão.

O ponto de funcionamento da bomba deve ser calculado por uma pessoa competente ou um consultor de incêndio reconhecido e permitir quaisquer possíveis extensões futuras conhecidas da operação.

A estação elevatória deve ser capaz de funcionar no mínimo no ponto de funcionamento de 125% do caudal de cálculo a ± 85% de pressão.

A estação elevatória deve incluir controlos das bombas, quadro elétrico, cabos elétricos, iluminação e estar implantada de forma a possibilitar a testagem periódica.

O caudalímetro deve ter uma precisão de 2%.

A velocidade através de qualquer secção de aspiração não deve exceder 2.0 m/s.

As bombas de incêndio devem estar ligadas por meio de um tubo de aspiração de tamanho adequado ao reservatório de água de incêndio dedicado. A distância entre a ligação da aspiração no reservatório e a ligação de aspiração na bomba não deve exceder 25m.

É necessária uma bomba jockey e deve ser instalada e encaixada na aspiração da bomba de incêndio e na tubagem de compressão. A bomba jockey deve controlar a pressão da água na rede de incêndio. O equipamento de sustentação da pressão da bomba jockey será configurado para operar acima da bomba de incêndio principal. Desta forma, minimizará o número de vezes que as bombas de incêndio principais são colocadas em funcionamento.

O arranque da bomba jockey/incêndio deve ser instalado junto da estação elevatória para simular a baixa de pressão no sistema de incêndio. Os pressóstatos, que devem ser ajustados na sequência do teste, devem controlar as bombas de incêndio e a bomba jockey.

MEDIDAS DE CONTROLO

As bombas de incêndio devem ser testadas pelo menos uma vez por mês, por um período de 20 minutos. Deve ser mantido um registo dos testes na casa de bombas e deverá ser preenchido em cada visita à casa de bombas, indicando o trabalho efetuado.

Uma pessoa competente (Engenheiro / Consultor de Incêndio), deve testar as bombas de incêndio a cada seis meses. Devem ser preparadas curvas das bombas para cada bomba e mantido um registo para eventual análise posterior.

RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO

ÂMBITO

O reservatório de armazenamento de água de incêndio deve ser totalmente dedicado para fins de combate a incêndio, ou quando o reservatório for compartilhado com outros serviços, haverá uma reserva dedicada na parte inferior do reservatório para fins de combate a incêndio. Todas as outras ligações de serviço devem ser retiradas do reservatório dedicado acima do nível de reserva para água de combate a incêndio.

REQUISITOS MÍNIMOS DE DIMENSIONAMENTO

Os reservatórios serão construídos em betão armado.

O reservatório de armazenamento de água de incêndio deve conter água suficiente para os sistemas funcionarem com os seguintes requisitos mínimos:

- Volume mínimo do tanque – 60 m³;
- Caudal mínimo – 20 l/s para cada hidrante a funcionar simultaneamente (no máximo 2);
- Pressão mínima de trabalho – 150 kPa.

No entanto, dada a necessidade de mitigar o risco de incêndio em qualquer momento, foram consideradas as seguintes medidas adicionais:

- Volume mínimo necessário para operar o sistema de água de incêndio em caudal máximo por pelo menos 60 minutos ininterruptamente (volume mínimo necessário de 144 m³);
- Caudal mínimo – 40 l/s (2 hidrantes a operar a 20 l/s cada);
- Pressão mínima de trabalho – 300 kPa.

Os reservatórios devem ser fornecidos com as seguintes características:

- Válvulas para enchimento e seccionamento,

- Tubo para descarga de superfície,
- Descarga de fundo,
- Ligação de aspiração com válvula de seccionamento e inibidor de vórtices instalado dentro do reservatório,
- Indicador de nível que mostra o nível máximo de água no reservatório e o nível de reserva restante mantido dentro do reservatório.

MEDIDAS DE CONTROLO

Os reservatórios devem ser esvaziados a cada três anos para repintura, se necessário, ou limpar e retocar a tinta na linha de água normal.

HIDRANTES

ÂMBITO

Os hidrantes e abrigos para mangueiras de incêndio, com mangueiras de comprimento suficiente, devem ser instaladas nos pontos designados ao redor da propriedade da mina e devem ser operadas apenas por pessoal com formação para combate a incêndios.

REQUISITOS MÍNIMOS DE DIMENSIONAMENTO

Os hidrantes devem ser instaladas a distâncias não superiores a 30 m ao redor de cada saída do edifício. Além disso, o espaçamento mínimo entre hidrantes nunca pode ultrapassar 100 m.

Devem ser instalados hidrantes adicionais, onde necessário, em cada andar superior de edifícios ou fábricas de modo que, ao implantar a mangueira de 90 m de comprimento, um incêndio possa ser alcançado em cada andar.

Os hidrantes devem ser operados por chave e volante, e devem ser equipados com ligações de libertação rápida.

O diâmetro do ramal de alimentação do hidrante será determinado de acordo com o risco envolvido. Em qualquer caso, o diâmetro nominal não deve ser inferior a 90 mm.

MEDIDAS DE CONTROLO

Mensalmente, uma pessoa afeta para tal, deve inspecionar todos os hidrantes e preencher um relatório indicando o número e defeitos dos hidrantes. Todo o trabalho de manutenção corretiva deve ser concluído no prazo de sete dias a partir do relatório.

ABRIGO DE MANGUEIRA DE INCÊNDIO

ÂMBITO

Deve estar disponível em cada área mangueiras de incêndio suficientes. Este equipamento é de grande importância, uma vez que as equipas de combate a incêndio necessitarão dele para as operações de combate a incêndio, assim que o alarme de incêndio tenha sido disparado.

REQUISITOS MÍNIMOS DE DIMENSIONAMENTO

Os abrigos de mangueira de incêndio devem ser equipados com 3 x 30 m de comprimento de mangueira com ligador metálico em cada extremidade, uma chave de hidrante e um ramal ajustável controlado manualmente e de tamanho adequado.

O diâmetro do ramal será determinado de acordo com o risco envolvido. Em qualquer caso, o diâmetro nominal não deve ser inferior a 75 mm.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL

A ETARI deverá estar preparada para tratar 2.400 m^3/dia (correspondente ao valor máximo esperado no primeiro ano de operação; nos meses de Inverno). Entre os anos 2 e 6 estima-se que este valor passe para 1.200 m^3/dia, também nos meses de Inverno. Nos meses correspondentes ao período sem precipitação não há descarga de efluente industrial. No ano 7 e seguintes não existe tratamento pois toda a água irá circular em circuito fechado, não existindo descarga.

Como explicado no esquema de gestão de águas, a água a descarregar no meio será proveniente do fundo da Mina que é um circuíto separado da água do processo de tratamento mineral, por ser mais simples e mais eficaz o seu tratamento.

Inicialmente, a água da mina terá baixo teor de metais dissolvidos, mas terá altos sólidos suspensos e potencial de hidrocarbonetos. As rochas na Faixa Piritosa Ibérica (FPI) são tipicamente ácidas e o contato da água com a rocha recém-detonada diminuirá o pH (acidez). As águas com pH mais baixo tendem a dissolver metais. Esse processo depende do tempo e pode levar vários meses ou anos para se desenvolver. No entanto, sob certas condições, algumas águas podem não cumprir os limites de descarga de metais, e a planta de tratamento de água proposta será projetada para controlar a descarga de metais dissolvidos.

À medida que a mina avança para as zonas mineralizadas, os metais dissolvidos das zonas de sulfuretos aumentarão. A FPI é conhecida pelo seu alto teor de enxofre e ferro altamente solúvel proveniente da pirite e pirrotite.

Na Lagoa Salgada serão utilizados explosivos de emulsão para reduzir a libertação de nitratos na água da mina. Nas minas da FPI, o tratamento para nitratos geralmente não tem sido necessário, pois a água que entra na mina compensa e permite a descarga sem tratamento adicional.

O método de tratamento de água bem estabelecido na maioria das minas do FPI é a precipitação de metais dissolvidos usando precipitação com cal, produzindo um lodo. O processo é tipicamente chamado de Neutralização de pH ou simplesmente Neutralização. As águas finais do processo poderão ser descarregadas no meio ambiente. Os lodos serão descartados numa instalação de disposição aprovada no local.

As características da água necessária para este processo são típicas da água encontrada na FPI em projetos de mineração que desenvolvem trabalhos nas zonas de Sulfuretos Maciços (MS). As principais características da qualidade da água são geralmente as seguintes:

O processo de neutralização requer a seguinte qualidade de água:

- A corrente de resíduos deve ter um pH ácido (menos de 6 S.U.)
- A corrente de resíduos deve conter metais solúveis. Os principais metais são: ferro, cromo, zinco, cobre, níquel ou alumínio.
- Controlar o pH para minimizar a precipitação convencional.
- Aplicável para a precipitação de $CaCO_3$ e $CaSO_4$.

Inicialmente, espera-se que apenas os sólidos em suspensão e possivelmente um ajuste de pH sejam necessários quando o desenvolvimento da mina estiver em rocha não pirítica.

O processo de neutralização é realizado pela adição de:

- A adição de cal é usada para precipitar sulfato na forma de gesso $CaSO_4$. $2H_2O$.
- A quantidade de remoção de sulfato é limitada à solubilidade do gesso na água do local, aproximadamente 1.600 mg/l - 2.000 mg/l SO_4.
- A cal pode ser adicionada como:
    - Calcário, $CaCO_3$
    - Óxido de cálcio (cal virgem), CaO
    - Hidróxido de cálcio (cal morta), $Ca(OH)_2$
    - Cal hidratada (cal virgem + água)
    - Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) também pode ser necessária para equilibrar a reação de precipitação.
    - Ácido sulfúrico para regular o pH, se necessário.

O tratamento de neutralização para a água da mina é constituído por um reator duplo de adição de cal simples com feedback do lodo do clarificador. Em cada reator, o pH é controlado antes de enviar ao clarificador.

Os lodos do clarificador são tipicamente filtrados e depois descartados na instalação de armazenamento de rejeitados (TSF).

O tanque/bacia de entrada irá remover quaisquer hidrocarbonetos que possam vir da mina. Esta bacia deve ser betonada, pois reterá muitos sedimentos que são bombeados para a superfície. A remoção desses sólidos reduz o desgaste da planta de tratamento.

Geralmente, são recomendados dois reatores para permitir dois níveis de controle de pH e melhorar a eficiência da unidade. Dos reatores ao tanque de controle de pH, o fluxo é por gravidade. O nível de agitação e a taxa de fluxo devem ser controlados para garantir que as cadeias de floculantes não se rompam e permitam floculantes maiores.

Parte dos lodos dos clarificadores é filtrada usando um filtro-prensa. O bolo é então despejado no chão e transportado para um local de descarte revestido. Esse lodo deve ser isolado ou coberto para evitar qualquer possível lixiviação no futuro. Algumas instalações usam geobags em vez de filtros-prensa, mas isso requer muito espaço, pois a densidade dos lodos é muito baixa.

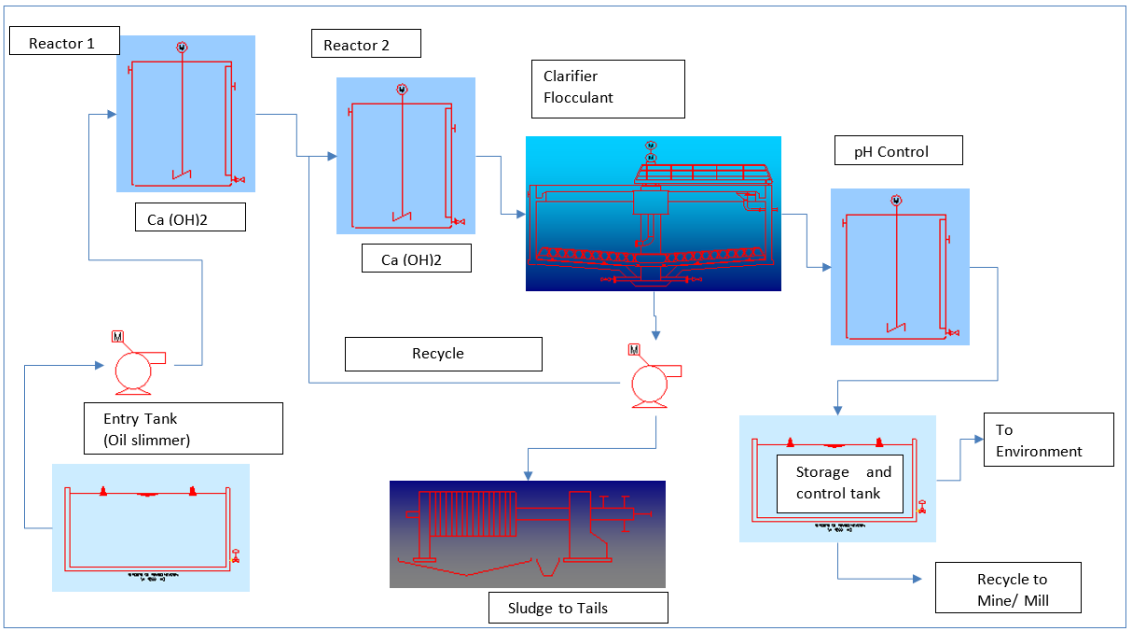


Figura 7.93 – Esquema simplificado do tratamento de água indsutrial

Um tanque de controle de pH e amostragem é necessário para garantir que a qualidade da água seja ajustada para a descarga no meio ambiente. Parte da água do sistema pode ser usada novamente para uso industrial subterrâneo.

Pouquíssimos produtos químicos são usados no processo. A tecnologia é comprovada e tem sido amplamente utilizada em todo o mundo. Geralmente, são usados cal, carbonato de sódio, floculante e ácido sulfúrico.

O sistema geralmente está localizado ao ar livre e não há emissões gasosas. Os resíduos são lodos com gesso e hidróxidos metálicos. Esses lodos são filtrados e descartados na área TSF planeada para o projeto.

A qualidade da água para descarga no meio ambiente é regulamentada. O projeto Lagoa Salgada possui um balanço hídrico positivo e a unidade de tratamento de água proposta será capaz de se adaptar às mudanças nas características da água à medida que o projeto amadurece e a oxidação começa a impactar a qualidade da água. Os limites aplicáveis de descarga industrial, conforme o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de agosto.

Parâmetro	Unidade	VLE	Observações[1]
Aldeídos	mg/l	1,0	
Alumínio Total	mg/l Al	10	10,0
Boro	mg/l B	1,0	
Cianetos Totais	mg/l CN	0,5	0,5
Cloro Residual Disponível Total	mg/l Cl2	1,0	
Cobre Total	mg/l Cu	1,0	1,0
Crómio Hexavalente	mg/l Cr (VI)	1,0	0,1
Crómio Total	mg/l Cr	2,0	2,0
Crómio Trivalente	mg/l Cr (III)	2,0	
Detergentes (lauril-sulfatos)	mg/l	50	2,0
Estanho Total	mg/l Sn	2,0	
Fenóis	mg/l C6H5OH	1	0,5
Ferro Total	mg/l Fe	2,5	2,0
Hidrocarbonetos Totais	mg/l	15	
Manganês Total	mg/l Mn	2,0	
Nitratos	mg/l NO3	50	50,0
Nitritos	mg/l NO2	10	
Pesticidas	µg/l	3,0	
Prata Total	mg/l Ag	1,5	
Selénio Total	mg/l Se	0,1	
Sulfuretos	mg/l S	2,0	1,0
Vanádio Total	mg/l Va	10	
Zinco Total	mg/l Zn	5,0	

(1) VLE do Anexo XVIII do Decreto-Lei n.° 236/98, de 1 de agosto, na sua redação atual (descarga no meio recetor)

Figura 7.94 – Limites de descarga

Com base no trabalho hidrogeológico, espera-se que, no pico da mineração, até 72 m³/h de entrada de água da mina precisem ser tratadas. Além disso, as águas de contato serão também tratadas na planta de neutralização.

Propõe-se que, para garantir uma margem de segurança no início do projeto e em caso de uma entrada inesperada que possa exigir tempo para ser controlada, a unidade de tratamento de água seja dimensionada para 120 m³/h. Isso permitirá a manutenção regular e as atividades de descalcificação necessárias para o funcionamento adequado da unidade.

A unidade de tratamento funcionará 24 horas por dia, com uma disponibilidade de 80% e uma sobrecapacidade de 20%. Foram considerados 10 m³/h adicionais para água de contato. Isso implica que a unidade terá uma capacidade nominal de 120 m³/h.

Espera-se que, no início do desenvolvimento da rampa, o único tratamento necessário seja para sólidos suspensos e possivelmente algum controle de pH para cumprir os parâmetros de descarga encontrados na figura anterior.

A acidificação da água ocorrerá à medida que a mineração avança nos sulfuretos massivos. As porções de Gossan da mina têm altos níveis de argila e o método de tratamento proposto irá precipitar essas argilas e filtrá-las para descarte na TSF.

QUÍMICA DA ÁGUA

A solubilidade dos metais na água é função da acidez da água. Quando águas ácidas dissolvem metais, uma mudança no pH pode resultar na sua precipitação como hidróxidos. Estes podem então ser retidos nos lodos. A simples adição de cal em várias concentrações resultará na precipitação dos metais. Além disso, a reação da água ácida da mina, que pode ser rica em sulfato, produzirá gesso como precipitado no clarificador. Os lodos do clarificador que foram floculados também ajudam a promover a precipitação do gesso.

Algum controle de pH pode ser necessário se os níveis de pH excederem os limites de descarga.

A água da mina durante a fase de desenvolvimento e a fase operacional precisará de tratamento para os seguintes parâmetros:

- Remoção de hidrocarbonetos;
- Sólidos Suspensos Totais (TSS);
- Precipitação de Metais, principalmente Fe e Cu, que geralmente são os mais móveis;
- Controle de pH para cumprir os critérios de descarga;
- Clarificação para remover qualquer sedimento fino remanescente subsequente ao tratamento da água.

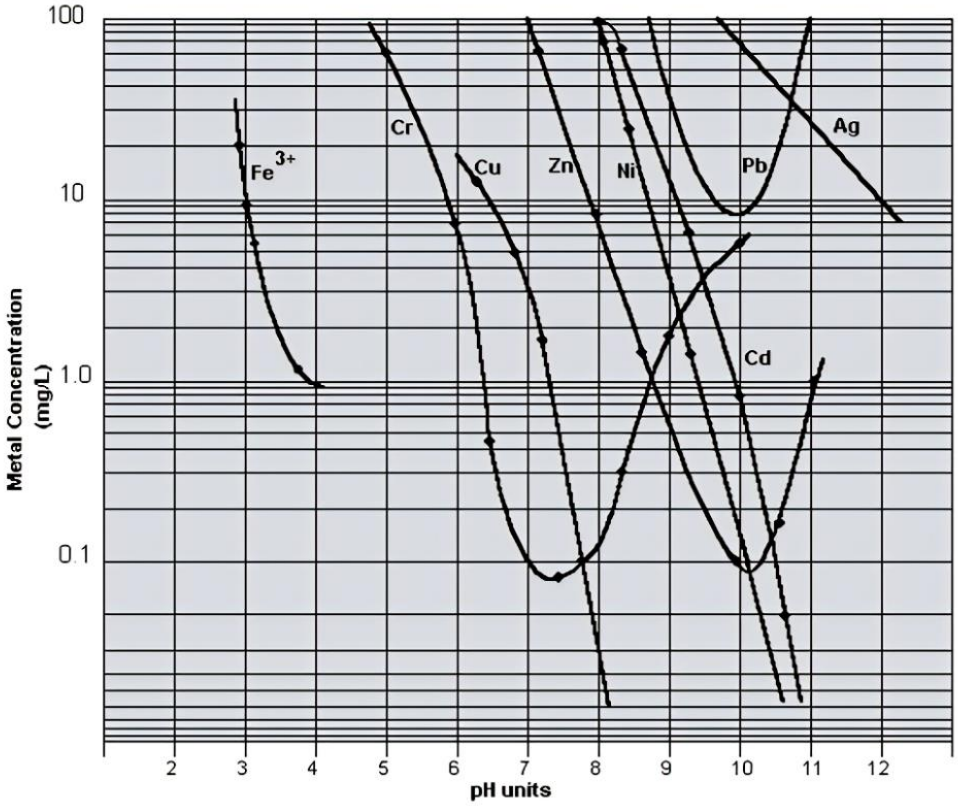


Figura 7.95 – Curva de Solubilidade dos metais vs. PH

A Figura 7.95 é um gráfico útil que ilustra a solubilidade dos metais sob diferentes pH. O ferro e o cobre são facilmente tratados num processo de precipitação com cal. O zinco e o chumbo geralmente não são tão móveis e normalmente não apresentam problemas. No entanto, os sulfuretos massivos da FPI liberam muito ferro quando deixados em pilhas por longos períodos de tempo. Entretanto, o ferro é fácil de precipitar com a unidade de tratamento proposta, mas as pilhas de material devem ser mantidas ao mínimo.

8 PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

8.1 CARACTERISTÍCAS DOS REJEITADOS

O relatório completo de análise dos rejeitados e da sua geoquímica encontra-se no ANEXO V.

8.1.1 DENSIDADE *IN-SITU*

A média da densidade seca in-situ da instalação determina a capacidade total de armazenamento de rejeitados que a Instalação de Resíduos poderá armazenar. Como parte deste estudo, assume-se que a média da densidade seca in-situ dos rejeitados está entre 2 e 2,2 t/m^3. A densidade inferior assume uma razão de vazios conservadora de 1,1, típica para o planeamento de instalações convencionais de deposição de lamas. Com a deposição de rejeitados espessados em camadas finas, espera-se que a razão de vazios seja menor (cerca de 0,9), resultando numa densidade mais alta de 2,0 t/m^3. As densidades serão otimizadas numa fase posterior.

8.1.2 DEPOSIÇÃO DOS REJEITADOS

Foi selecionada uma consistência de rejeitados filtrados e não segregados que serão descarregados por meio de tubagens e orifícios em redor da Instalação de Resíduos. Os rejeitados em forma de lama devem garantir uma inclinação de praia consistente a partir do ponto de descarga e espera-se que seja de aproximadamente 50 horizontal (H): 1 vertical (V). Isso deve permitir uma boa drenagem a partir do topo da instalação durante as operações até ao encerramento.

8.1.3 CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DOS REJEITADOS

Foi realizada uma avaliação geoquímica para os rejeitados e a rocha proveniente do desenvolvimento mineiro tanto da Venda Nova Norte (‘Lote Norte’) quanto da Venda Nova Sul (‘Lote Sul’), onde ocorrerá a exploração mineira. A lixiviação estática e a longo prazo foram avaliadas utilizando testes cinéticos para estabelecer o momento de início da lixiviação ácida (SLR, 2023) e prever a qualidade do lixiviado em relação à presença de iões metálicos e não metálicos dissolvidos. Os diversos testes geoquímicos realizados estão detalhados no relatório geoquímico (SLR, 2023). A conclusão dos testes da Lote Norte é que a pirite está presente nos rejeitados e, como resultado disso e da falta de minerais de amortecimento presentes, os rejeitados serão geradores de ácido. Os rejeitados do Lote Sul consistem em minerais aluminossilicatos e carbonatos que amortecem o pH e impedem a ocorrência imediata de condições ácidas no local, apesar da presença de sulfuretos. Os testes sugerem que haverá um período de vários anos antes que as condições ácidas possam ser geradas nos rejeitados do Lote Sul, uma vez que o potencial de neutralização tenha sido esgotado (SLR, 2023).

8.2 CENTRAL DA PASTA

O projeto de enchimento com pasta no Lagoa Salgada foi um processo que teve uma duração de 12 a 14 meses, onde foram realizadas propecções adicionais, atualizações geológicas, testes de processo e atualizações de design de processo, juntamente com estudos de engenharia da mina. Como resultado, os estudos sobre o enchimento com rejeitados também evoluíram, à medida que amostras se tornaram disponíveis para testes e design de processo. O custo de capital para uma central de pasta típica utilizando os rejeitados totais da lavaria para o enchimento com pasta foi estimado em >$40M de Capex, no entanto uma solução de menor custo de capital (Capex) foi selecionada, utilizando recursos locais de areia misturados com rejeitados espessados para produzir uma pasta para a maioria da exploração mineira; a zona de gossan que utiliza um método de *cut&fill* (C&F) poderá utilizar uma mistura de areia não cimentada ou cimentada. Esta avaliação, incluindo capital e operação, inclui:

- Disposição subaérea de rejeitados espessados não segregados para suportar deposição em pilha de rejeitados (potencial de ultrapassar a elevação da instalação de resíduos), com instalações separadas de armazenamento de água de processo/contato e de rejeitados;
- Eliminação de filtros de rejeitados e bombas de pasta, a menos que justificados por maiores recursos minerais, reserva mineral e *payback*;
- Sistema de bombagem de pasta de rejeitados espessados do tanque de armazenamento agitado para cada tanque receptor Norte e Sul;
- Sistema de armazenamento de areia e pá carregadora frontal (FEL) para alimentar a planta móvel de enchimento;
- Uma única planta móvel de enchimento para ser recolocada conforme necessário para as Zonas Norte e Sul, cada uma com descarga direta em furos revestidos resistentes ao desgaste por gravidade para os desmontes;
- Receita de enchimento para incluir rejeitados, areia e aglomerante, utilizados com cada tipo de minério;
- Sistemas de distribuição subterrânea para as zonas Norte e Sul.

Durante o processo foram executados vários estudos que estão delineados abaixo:

- Critérios de projeto e dados operacionais;
- Localização da central de enchimento com pasta;
- Opções de enchimento.

A central de pasta inicialmente desenvolvida dependia do espessador de pasta e dos filtros de vácuo de disco para processar os rejeitados oriundos da lavaria e preparar o enchimento de pasta para apoiar a operação mineira subterrânea. No entanto, devido ao alto custo de capital, foram estudadas soluções alternativas usando rejeitados misturados com areia, eliminando filtros e colocando a central móvel sobre as zonas conforme necessário para eliminar as bombas de pasta. O estudo das opções de enchimento considerou algumas configurações diferentes de filtragem, incluindo uma unidade móvel de enchimento com pasta, configurações de transporte de enchimento com pasta (bombagem de pasta versus gravidade) e misturas de enchimento com variações de rejeitados e areia. Cada opção considerada foi comparada com o projeto

inicial da central da pasta. O resultado final está refletido no CAPEX, OPEX e do Valor Atual Líquido, que estão apresentados na Figura 8.1, sendo que a Opção 2 foi a escolha preferencial do concessionário.

Tabela 8.1 – Sistemas de Enchimento com Pasta.

Base Case	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Espessador de Pasta	Espessador de Pasta	Espessador de Pasta	Ciclones
2 Filtros Vácuo	Sistema Areia	Sistema Areia	2 Filtros Vácuo
2 Bombas Pasta	2 Bombas Pasta	Central Móvel Pasta	2 Bombas Pasta

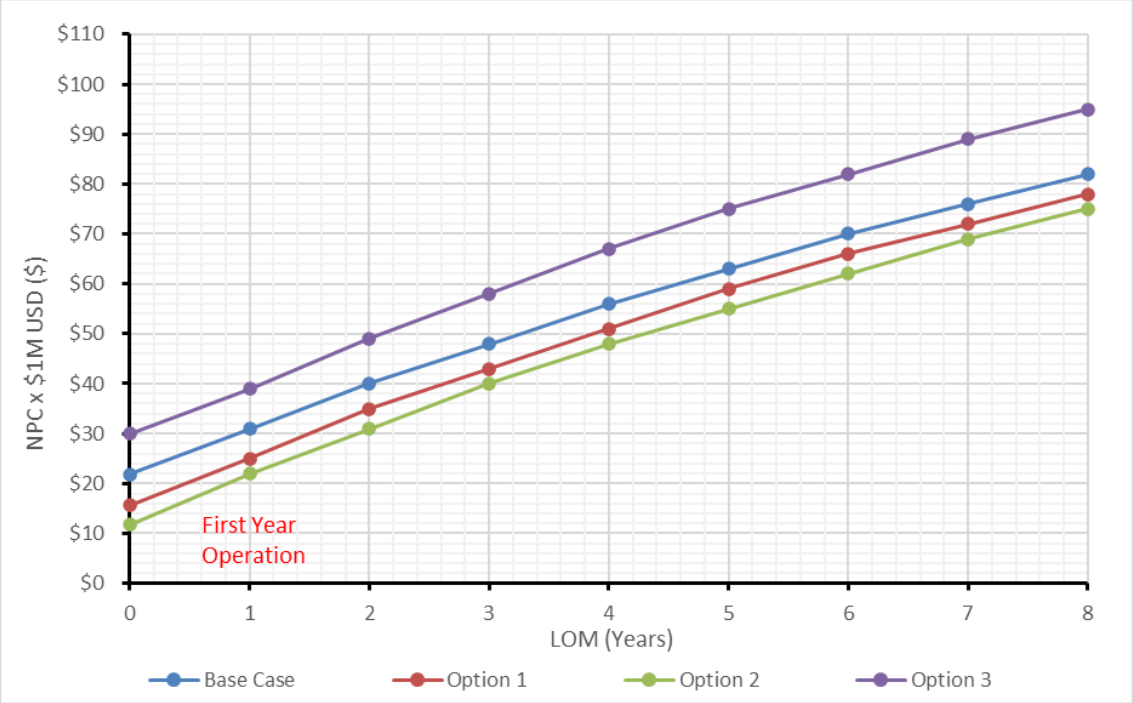


Figura 8.1- Estimativa de Valor Atual Líquido (NPC).

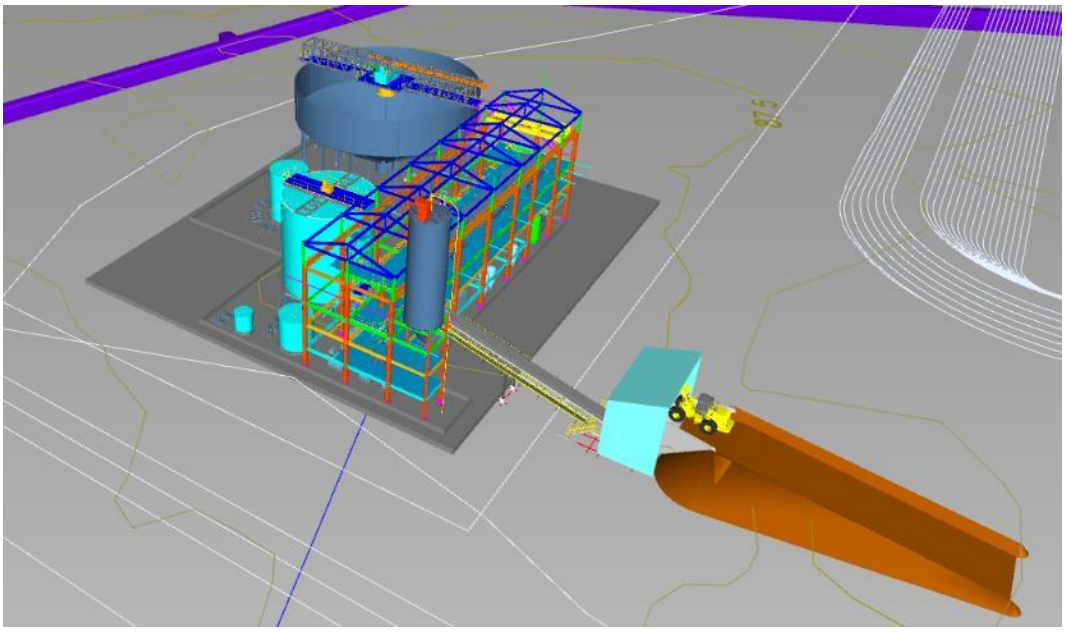


Figura 8.2 - Central de Pasta – Base Case.

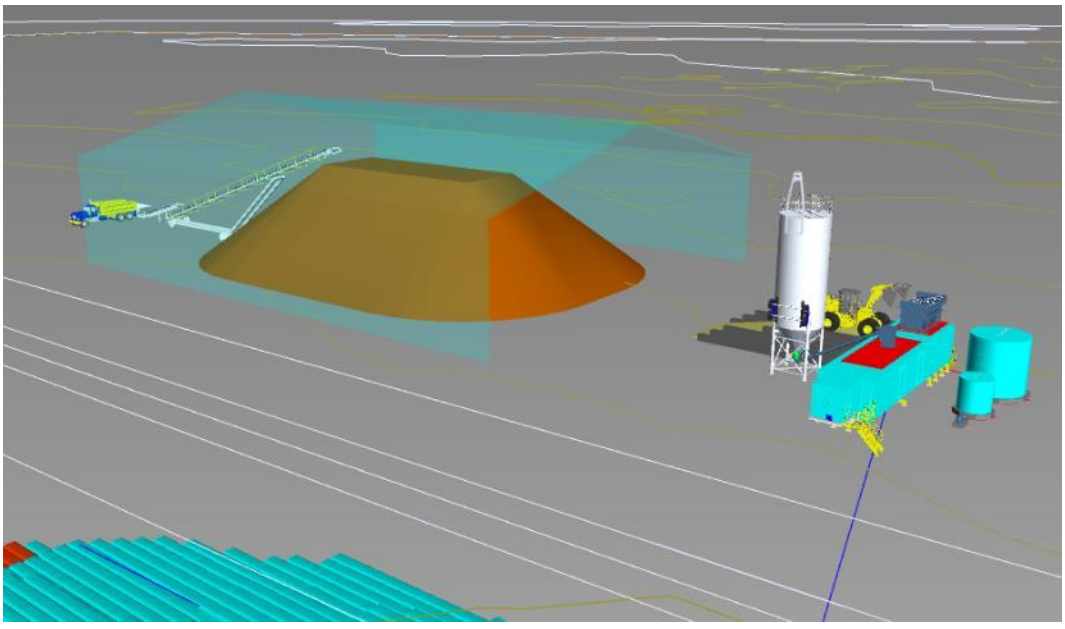


Figura 8.3 - Central da Pasta – Opção 2.

Com base nos resultados do estudo comparativo, o concessionário decidiu avançar com a estratégia da Opção 2 (espessador de pasta com central de mistura móvel, distribuição por gravidade para as galerias); caso se verifiquem recursos/reservas adicionais, justificando assim uma maior capacidade na instalação de resíduos, e consequentemente, exigindo uma maior dependência da eliminação de areia no enchimento (ou seja, mais disposição de rejeitados), então o desenvolvimento de uma única central de pasta com filtros e bombeio poderá ser justificada no futuro. Esse aumento de despesas de capital não foi incluído neste estudo, pois é assumido que a Opção 2 será levada até o final do atual Plano de Vida Útil da Mina.

A capacidade de produzir rejeitados é provavelmente a restrição determinante no futuro, ao considerar os aspetos não económicos. O empilhamento subaéreo de rejeitados espessados previsto neste estudo permitirá que a instalação de resíduos contenha todos os rejeitados segundo os recursos/reservas previstas. Se for necessária uma maior capacidade, estudos adicionais podem ser justificados para avaliar as taxas de reatividade dos rejeitados provenientes de sulfuretos, incluindo a introdução de ar durante o processo de filtração, transporte por camiões ou transportadores, pás carregadoras, tratores e compactadores. Além disso, tipos de minério com alto teor de argila e baixo teor de sulfuretos podem ser usados para encapsular rejeitados reativos.

8.2.1 Resumo dos Testes Laboratoriais

Os testes laboratoriais contemplaram uma ampla gama de variabilidades de processo e minerais em relação ao projeto (densidades de alimentação, tempos de ciclo, etc.) para incluir um fator corretivo suficiente para o projeto e seleção de principais equipamentos. Esses fatores foram incorporados aos fluxogramas e estimativas de custos para o projeto. Os testes de laboratório de rejeitados e enchimento foram conduzidos para avaliar os parâmetros do processo para os componentes de engenharia das opções propostas e as propriedades de enchimento. As principais categorias dos testes realizados incluíram o seguinte:

- Caracterização de Material.
- Reologia.
- Desidratação.
- Filtração;
- Teste de Resistência à Compressão Uniaxial (RCU).

Na tabela seguinte estão resumidos os tipos de amostras, pesos e datas de recepção das mesmas.

Tabela 8.2 – Amostras recebidas para testagem.

Tipo de Amostra	Peso (kg, seco)	Data Receção
Cimento – Alhandra	20	26 junho 2022
Cimento – Loulé	26	
Areia	40	
Rejeitados Sulfureto Maciço (MS)	11	6 julho 2022
Rejeitados Sulfureto Transição	8.8	
Rejeitados Stockwork	12	
Rejeitados Stockwork	45	13 dezembro 2022
Rejeitados Sulfureto Maciço (MS)	20	
Rejeitados Stringer	22	

Todas as amostras foram recepcionadas secas, sendo preparadas com água corrente para conterem a quantidade de sólidos requerida ocorrendo depois a correção de pH usando cal.

8.2.2 CARATERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

A caracterização dos materiais é importante para avaliar se a amostra que será testada é representativa dos rejeitados ou resíduos esperados. Parâmetros físicos e químicos, como peso específico, distribuição de granulométrica, pH e análise mineralógica, são tipicamente incluídos para uma comparação abrangente. O peso específico das amostras está apresentadas na Tabela 8.3.

Tabela 8.3 – Peso Específico das amostras.

Amostra	Densidade
MS Fresco – 1	4,86
MS Fresco – 2	4,89
Sulfureto de Transição	4,46
Stockwork – 1	2,80
Stockwork - 2	2,91
Stringer	3,10
Areia	2,65

A distribuição granulométrica das amostra é apresentada na Tabela 8.4 e Figura 8.4.

Tabela 8.4 – Distribuição granulométrica (µm).

Amostra	% <20µm	P_{30}	P_{50}	P_{80}
MS Fresco – 1	53	11	19	36
MS Fresco – 2	53	10	18	35
Sulfureto de Transição	56	10	18	33
Stockwork – 1	58	6	15	42
Stockwork - 2	57	6	15	43
Stringer	63	5	12	36
Areia	0	316	402	583

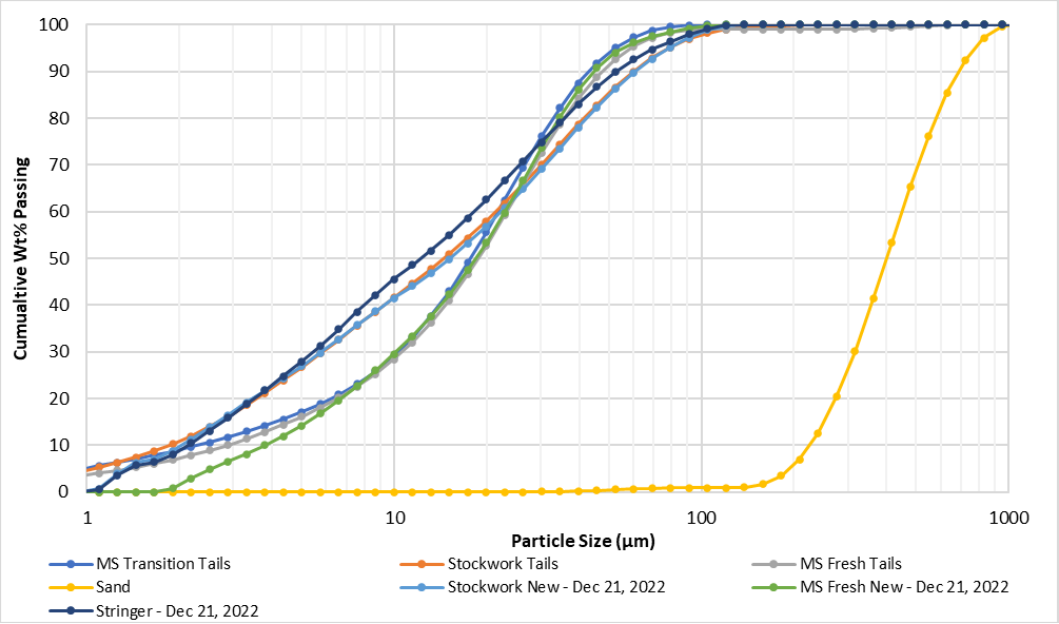


Figura 8.4 – Curvas granulométricas dos rejeitados.

Na tabela seguinte está representada a mineralogia por análise quantitativa (peso relativo %) usando refração por raio-X e método de Rietveld.

Tabela 8.5 – Mineralogia por refração de raio-X.

Mineral	Fórmula	MS - 1	MS - 2	MS Tra	Stck - 1	Stck - 2	Areia
Pirite	FeS_2	91	96	77	1.4	3	94
Caulinite	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	3.4	0.8	-	2.6	1.7	-
Quartzo	SiO_2	2.3	2	15	37	41	-
Plagioclas feldspato	$(CaNa)Al_2Si_2O_8$	1.2	-	-	0.7	1.3	1.9
Gesso	$CaSO_42H_2O$	0.7	-	-	-	-	-
Troilite	FeS	0.7	0.3	-	-	-	-
Pyrrotite	$Fe_{1-x}S$	0.5	-	0.5	-	-	-
Mica/ilite	$KAl_2(OH)_2(AlSi_3(O,OH)_{10})$	0.3	-	-	15	8	0.6
Anglesite	$PbSO_4$	-	0.7	-	-	-	-
Galena	PbS	-	0.2	0.5	-	-	-
Clorite	$(MgFe)_5Al(AlSi_3)O_{10}(OH)_9$	-	-	-	33	37	-
Goetite	FeO(OH)	-	-	4.5	-	-	-
Plumbojarosite	$PbFe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$	-	-	1.9	-	-	-
Hematite	Fe_2O_3	-	-	0.4	-	-	-
Bernalite	$Fe(OH)_3$	-	-	0.2	-	-	-
Greigite	Fe_3S_4	-	-	0.2	-	-	-
Feldspato Potássio	$KAlSi_3O_8$	-	-	-	3.2	1.1	3.2
Talco	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	-	-	-	3.1	-	-
Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	-	-	-	2.7	1.6	0.2
Siderite	$FeCO_3$	-	-	-	1	4.6	-
Epidote	$Ca_2Al_2(Fe_3+Al)(Si_2O_7)O(OH)$	-	-	-	-	0.8	-
Magnetite	FeS_2	-	-	-	-	0.6	-
Rhodochrosite	$MnCO_3$	-	-	-	-	0.3	-
Calcite	$CaCO_3$	-	-	-	-	-	0.1
	Total	**1**00	**1**00	**1**00	**1**00	**1**00	**1**00

A análise completa de rocha encontra-se na tabela Tabela 8.6.

Tabela 8.6 – Análise de complera de rocha.

Óxido	Fórmula	MS - 1	MS - 2	MS Tra	Stck - 1	Stck - 2	Areia
Al_2O_3	1	1	0.05	15	15	15	2
BaO	<RDL	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
CaO	0.17	0.24	0.07	0.92	1.0	0.58	0
Cr_2O_3	0.07	0.07	0.08	0.04	0.05	0.05	<RDL
CuO	0.25	0.24	0.91	0.03	0.07	0.06	<RDL
Fe_2O_3	63	61	58	13	17	24	0
HfO_2	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL
K2O	<RDL	<RDL	<RDL	1.1	0.83	1	1
MgO	<RDL	0	<RDL	6.6	7.1	6	0.04
MnO	<RDL	<RDL	<RDL	0.42	0.57	0	<RDL
Na_2O	0.17	0	0.09	0.15	0.20	0	0.14
NiO	0.03	0	0.04	0.02	0.03	0	<RDL
P_2O_5	<RDL	<RDL	0.01	0.11	0.10	0	<RDL
PbO	0.13	1	0.31	0.05	0.13	0	<RDL
SO_3	0.06	>RDL	>RDL	1.3	1.4	1	<RDL
SiO_2	1.6	2	11	55	49	42	97
SrO	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL	<RDL
TiO_2	0.10	0	0.11	1	0.58	0.62	0.03
V_2O_5	<RDL	<RDL	0.05	<RDL	<RDL	0.02	<RDL
ZnO	0.68	0.9	0.14	0.25	0.36	0.16	<RDL
ZrO_2	<RDL	<RDL	<RDL	0.01	<RDL	<RDL	<RDL
LOI	33	32	28	6.1	7	10	0
Total	**100**	**97**	**99**	**100**	**100**	**100**	**100**

8.2.3 REOLOGIA

A caracterização reológica é realizada para avaliar as propriedades de fluxo da polpa ou da pasta, fornecendo uma indicação do comportamento do material (pasta espessada) durante a mistura, ajuste de fluidez, bombagem, fluxo e em repouso. A caracterização reológica fornece dados para a seleção de equipamentos de processamento, como misturadores, tremonhas, bombas e tubagens, bem como propriedades deposicionais para determinação do ângulo de deposição.

As avaliações de fluidez e de rendimento estático são geralmente realizadas com polpa, rejeitados espessados, pasta e faixa húmida do filtro, medindo o abaixamento com um cone de 300 mm (12 ") ASTM, a tensão estática com uma pá ViscoTester IQ, o teor de sólidos em percentagem e viscosidade dinâmica. No entanto, devido à quantidade limitada de rejeitados fornecidos para o programa de testes, as quantidades eram insuficientes para a medição padrão de fluidez ASTM. Assim, foram realizados testes de fluidez com um mini cone de fluidez. O teste de mini-fluidez é um teste indicativo reprodutível amplamente adotado para avaliar a trabalhabilidade de pastas cimentadas frescas, e o valor pode ser cuidadosamente extrapolado para prever os valores comparáveis do cone de fluidez ASTM padrão quando calibrado contra os outros

métodos descritos acima. As dimensões de cada cone de fluidez estão mostradas na Figura 8.5.

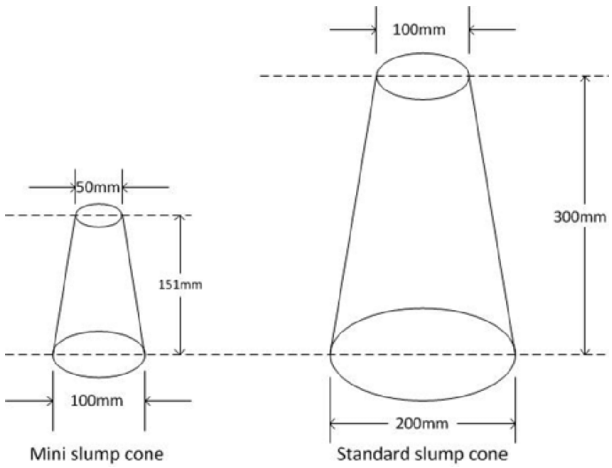


Figura 8.5 - Dimensões do mini-cone e cone standars para testes de abaixamento.

Durante o teste é produzida uma pasta espessa nominalmente, que é gradualmente diluída até uma faixa de espessamento de rejeitados e de polpa enquanto se verifica o abaixamento e o teor de sólidos após cada adição de água, até que a amostra se torne uma polpa de baixa densidade. O abaixamento só é significativo aproximadamente com 250mm; todos os abaixamentos ≤250mm podem ser bem correlacionados com uma humidade específica, muitas vezes dentro de ¼%.

Os resultados de abaixamento sem cimento versus teor de sólidos são apresentados nas Figura 8.6 e Figura 8.7, e a tensão de cisalhamento estática sem cimento e cimentada versus teor de sólidos pode ser encontrada na Figura 8.8.

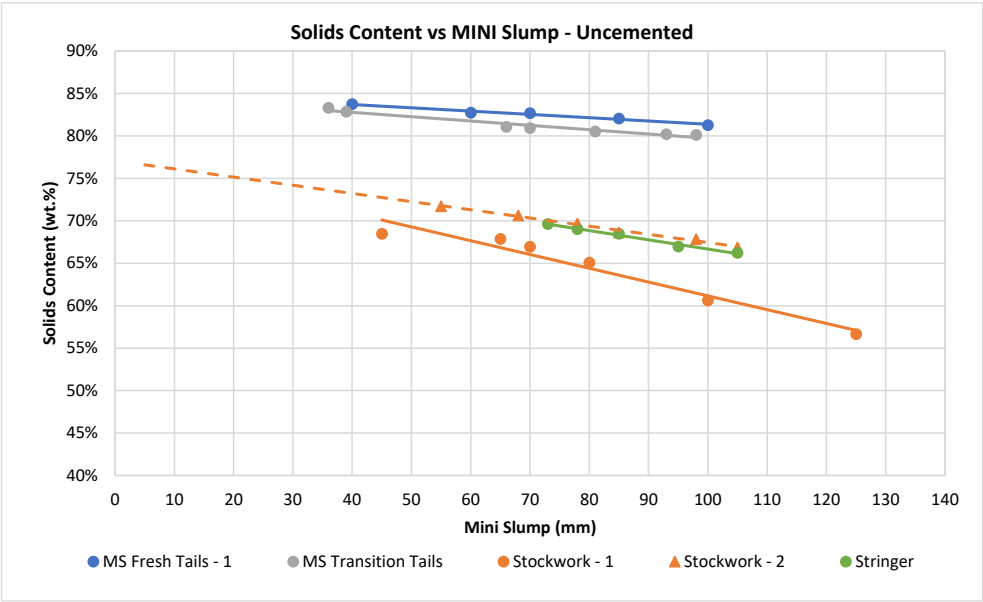


Figura 8.6 – Mini abaixamento.

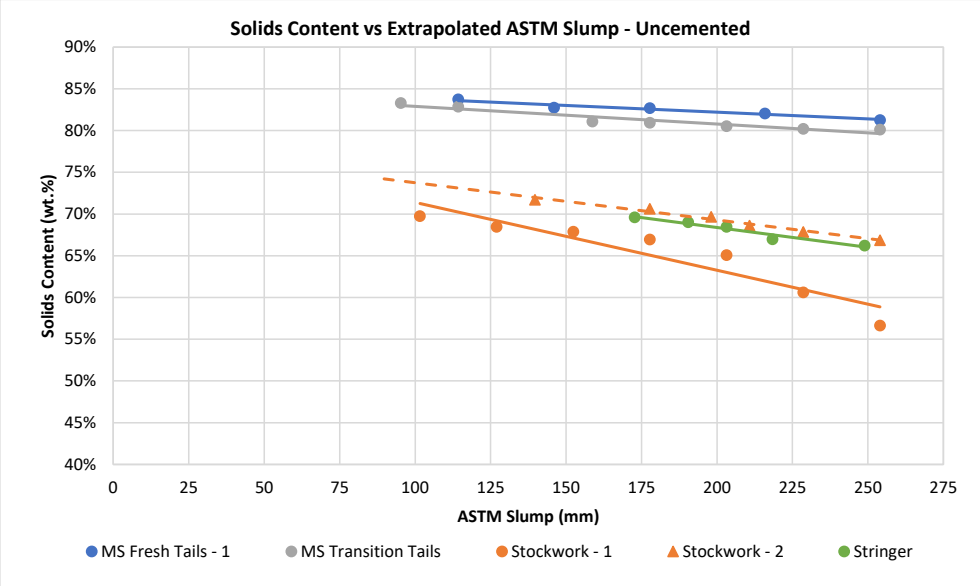


Figura 8.7 – Abaixamento ASTM extrapolado.

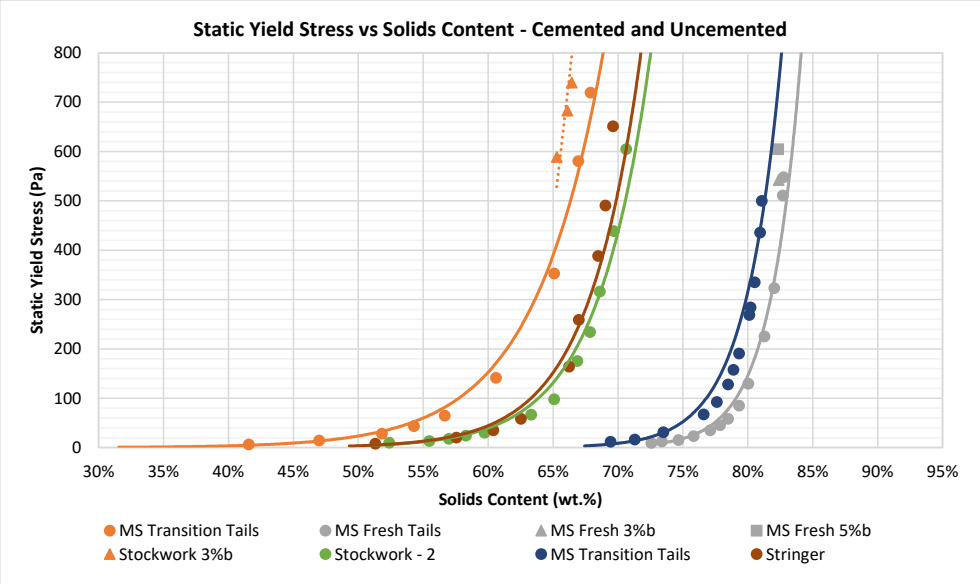


Figura 8.8 – Reologia.

8.2.4 DESIDRATAÇÃO

O teste de desidratação é normalmente realizado para dimensionar e selecionar equipamentos de desidratação, incluindo sistemas de floculação, espessadores e filtros (cerâmicos, de pressão e de vácuo (disco, tambor, correia, etc.)). Os testes foram conduzidos de forma ampla para avaliar outras opções de equipamentos, com um objetivo de otimização do consumo de reagentes garantindo uma operação robusta para a deposição de rejeitados e enchimento da mina. Como parte desses testes, foram considerados espessadores e filtros de vácuo de disco.

Estes testes revelaram uma boa floculação com 905 VHM, 910 VHM, 913 VHM, 920 VHM, 926 VHM e 934 VHM da SNF. Os resultados foram bons para todos os floculantes. O consumo de floculante aponta para resultados efetivos em torno de 30 a 40 g/t. Uma densidade ótima de alimentação floculada de 15 a 20% em peso de sólidos é o objetivo para obter boas taxas de abaixamento e claridade da água de transbordo no espessador.

8.2.4.1 Seleção e Espessamento de Floculante/Coagulante

A diferença entre coagulação e floculação é que o primeiro é o processo de união ou aglomeração de partículas, enquanto o segundo é a sedimentação das partículas coaguladas. A maioria dos rejeitados não necessita de coagulantes, pois os floculantes costumam ser suficientes. Na presença de argilas alteradas frequentemente são necessários coagulantes para remover e neutralizar a densidade de carga das partículas através da coagulação e, em seguida, facilitar a união de partículas através da floculação para que as partículas maiores agregadas se separem facilmente da água e se depositem no fundo.

O teste de espessamento consiste na seleção de diferentes floculantes e coagulantes ao longo de um intervalo típico de carga, densidade de carga e peso molecular para aplicações com rejeitados, bem como para a seleção da alimentação de sólidos. Uma vez concluído este processo, são realizados testes estáticos maiores e, por fim, testes dinâmicos de espessamento.

8.2.4.1.1 Otimização da Alimentação e Floculante

A seleção de floculante e otimização da alimentação foi realizada em cada amostra para determinar a seleção de floculante e/ou coagulante e os parâmetros de dosagem para cada tipo de rejeitado, com a finalidade de alcançar condições ideais de espessamento, incluindo a densidade da alimentação. A seleção do floculante é realizada primeiro em cilindros de 500 ml e doseada incrementalmente até que seja alcançado o desempenho máximo. Após a seleção do floculante, diferentes densidades de alimentação e doses de floculante são testadas em cilindros de 1000 ml. As condições de testagem para continuação dos testes são determinadas com base nas taxas de sedimentação, claridade do overflow e compactação do material.

<u>Seleção de Floculante para os Sulfuretos Maciços Frescos (MS)</u>

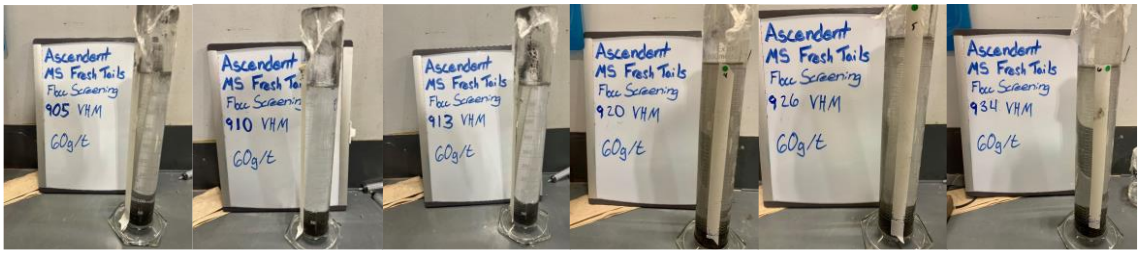


Figura 8.9 - Seleção de floculante para os rejeitados de sulfureto maciço fresco.

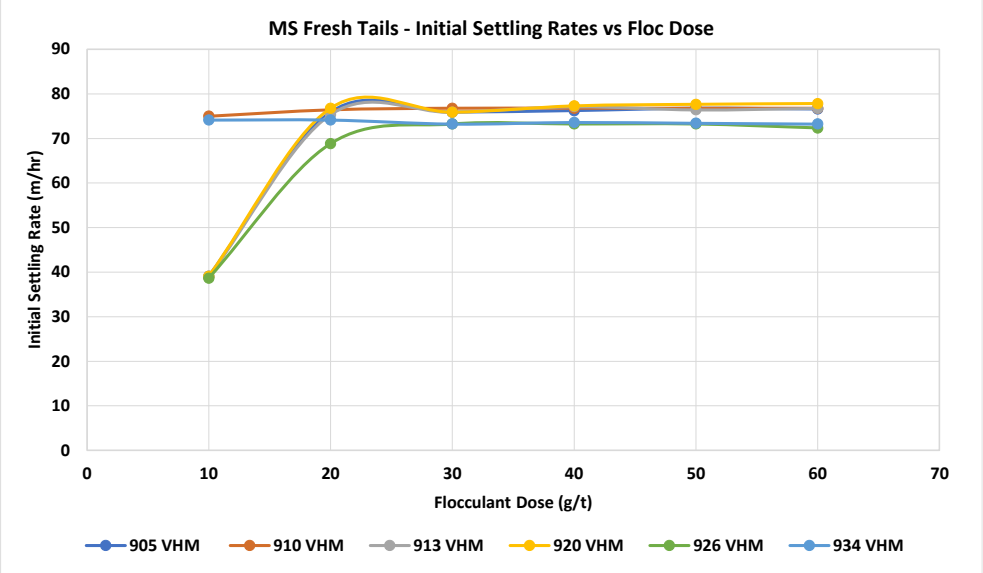


Figura 8.10 – Rácio de sedimentação x Dose floculante, tipo de floculante.

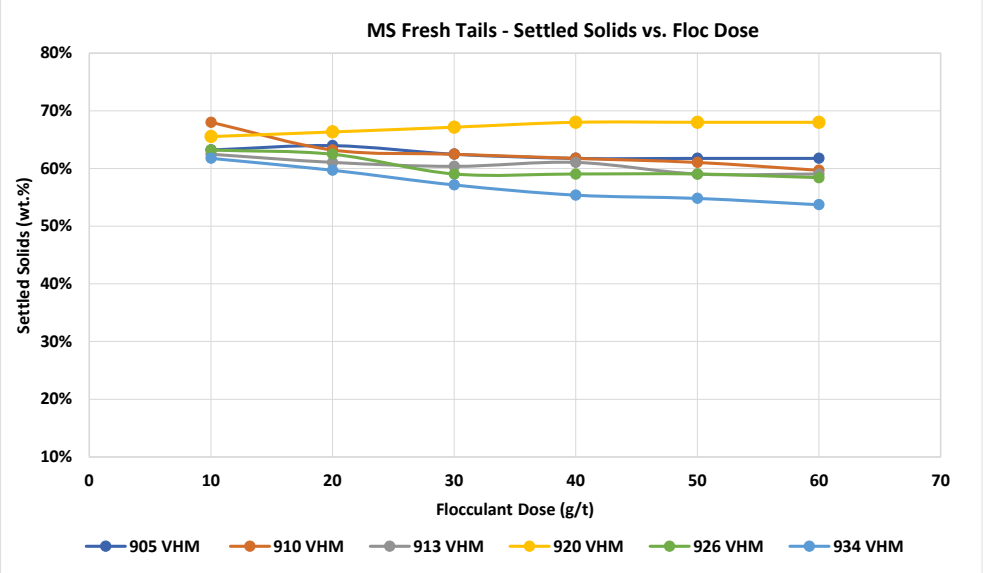


Figura 8.11 – Densidade do underflow por tipo de floculante e dosagem.

Seleção de Floculante para os Sulfuretos Maciços de Transição

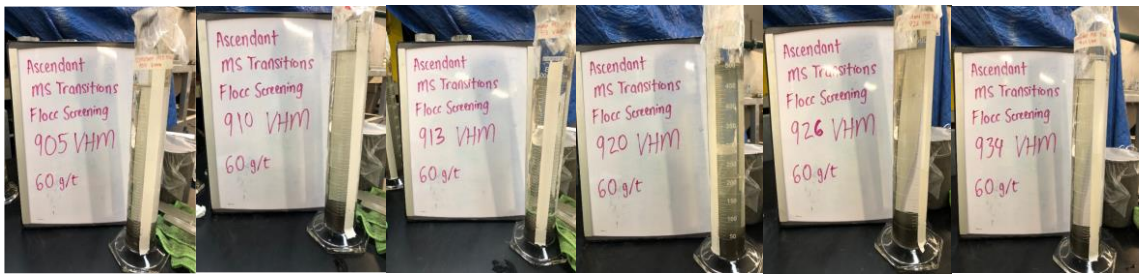


Figura 8.12 – Seleção de Floculante.

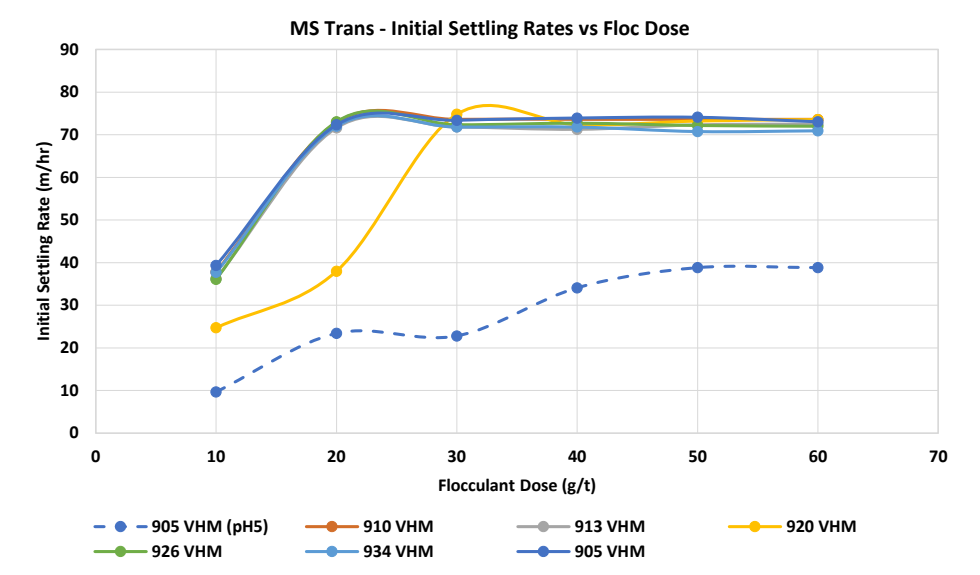


Figura 8.13 - Rácio de sedimentação x Dose floculante, tipo de floculante.

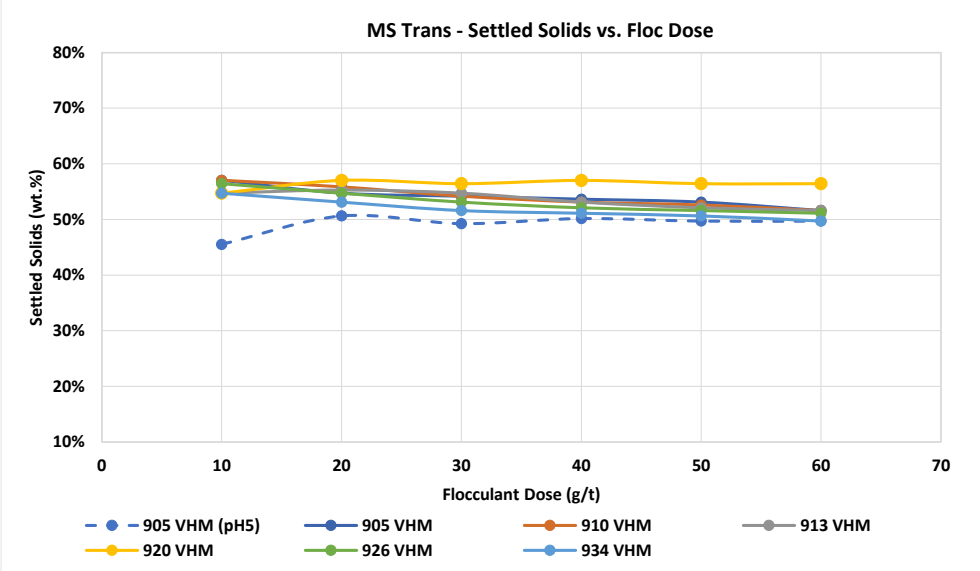


Figura 8.14 - Densidade do underflow por tipo de floculante e dosagem.

Seleção de Floculante para o Stockwork - 1



Figura 8.15 - Seleção de floculante.

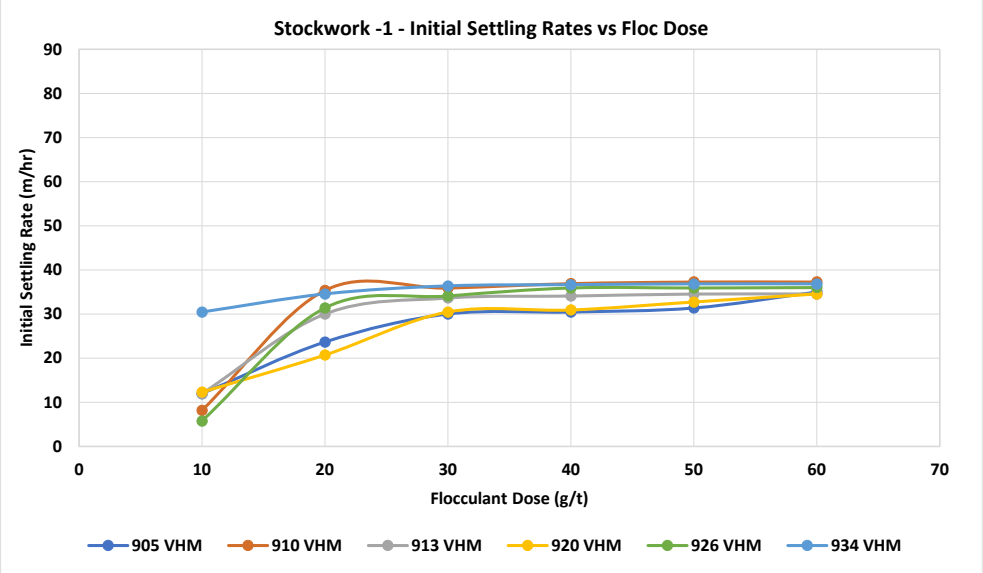


Figura 8.16 - Rácio de sedimentação x Dose floculante, tipo de floculante.

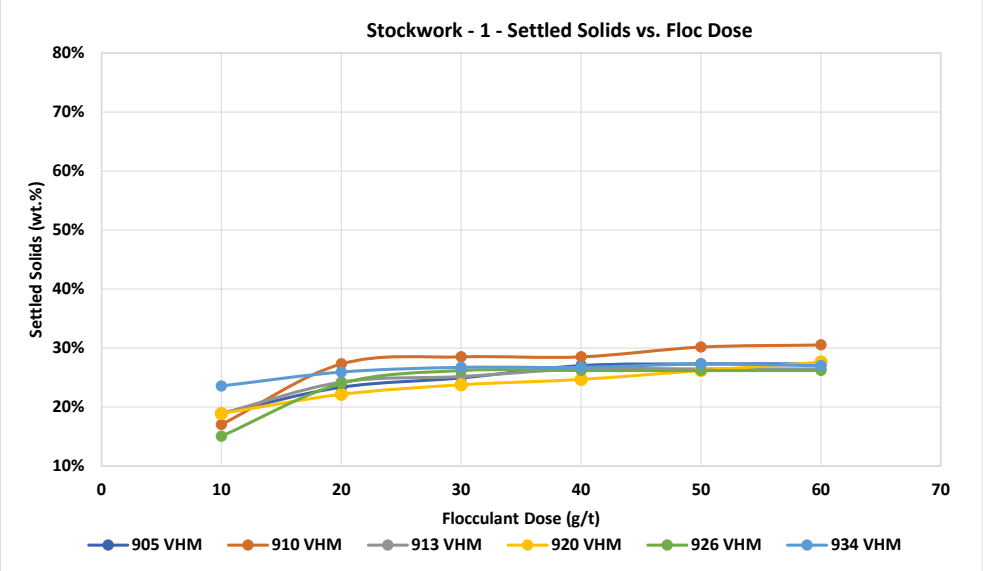


Figura 8.17 - Densidade do underflow por tipo de floculante e dosagem.

Seleção de Floculante para o Stockwork - 2

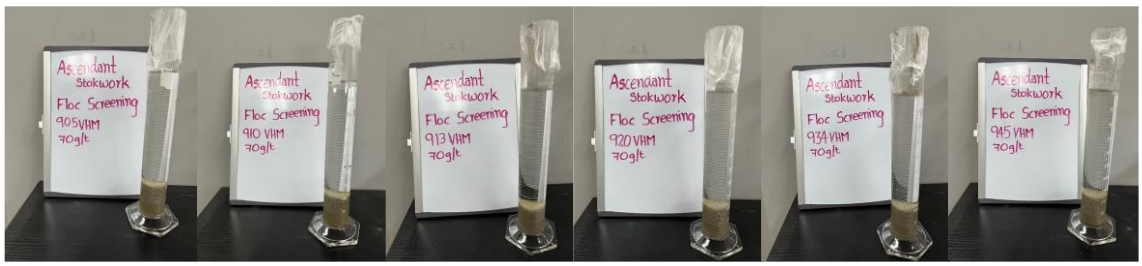


Figura 8.18 – Seleção de floculante.

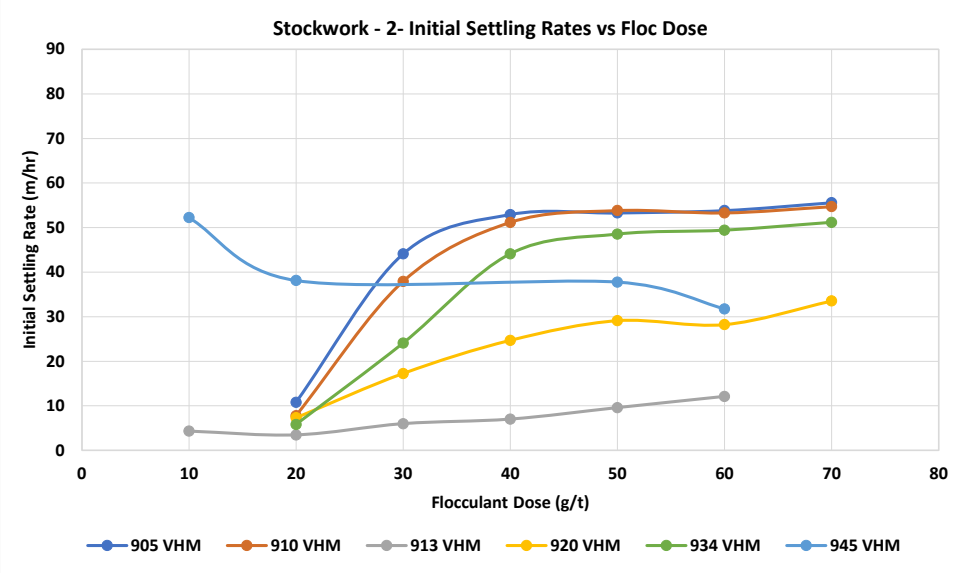


Figura 8.19 - Rácio de sedimentação x Dose floculante, tipo de floculante.

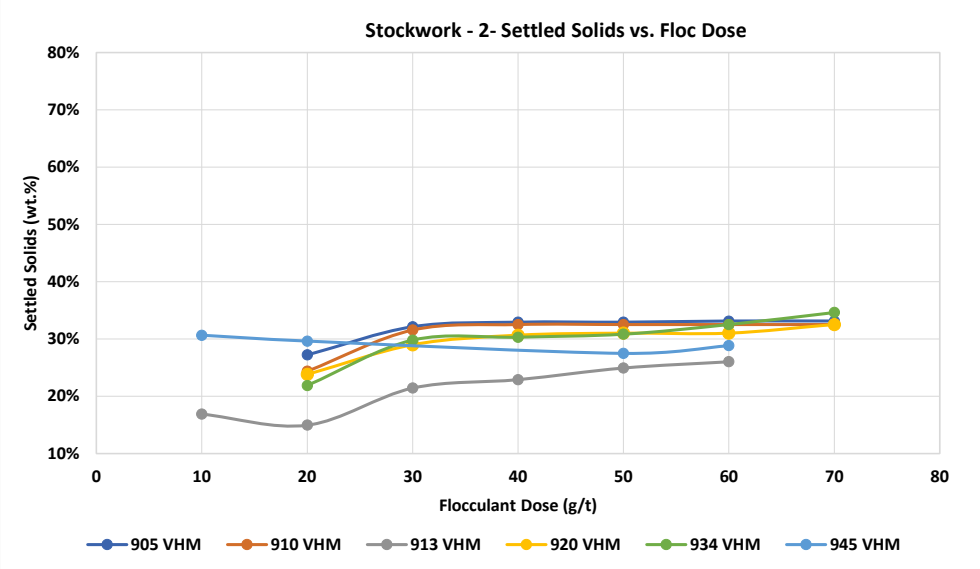


Figura 8.20 - Densidade do underflow por tipo de floculante e dosagem.

Tabela 8.7 – Resultados da seleção da alimentação.

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	pH	Dose Floc (g/t)	Densidade underflow calculada (wt %)	Velocidade inicial de sedimentação (m/h)	Claridade (NTU)
Rejeitados MS Fresco 1	10%	11.7	10	66%	64	120
		11.6	20	68%	91	70
		11.6	30	67%	92	60
	15%	11.6	10	72%	36	150
		11.6	20	71%	84	60

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	pH	Dose Floc (g/t)	Densidade underflow calculada (wt %)	Velocidade inicial de sedimentação (m/h)	Claridade (NTU)
		11.6	30	71%	85	60
	20%	11.6	10	76%	11	120
		11.6	20	71%	74	70
		11.5	30	74%	55	110
	25%	11.5	20	72%	19	90
Rejeitados MS Transição	10%	11.7	10	66%	38	150
		11.7	20	62%	88	70
		11.6	30	61%	90	60
	15%	11.9	10	66%	26	130
		11.9	20	62%	41	40
		11.7	30	62%	79	40
	20%	11.7	30	63%	71	50
	25%	11.5	30	64%	59	40
Stockwork 1	10%	11.9	10	39%	17	40
		11.7	20	38%	25	20
		11.7	30	36%	41	10
	15%	11.4	10	27%	1	10
		11.6	20	35%	17	10
		11.5	30	33%	4	20
	20%	11.6	10	75%	36	150
		11.6	20	74%	84	60
		11.6	30	73%	85	60
	25%	11.4	60	34%	1	10
Stockwork 1	5%	12.2	30	37%	42	30
		12.1	50	37%	69	22
	10%	11.8	30	43%	80	59
		11.7	50	42%	77	48
	15%	11.7	30	37%	5	24
		11.7	50	39%	10	15
Stringer	5%	11.6	30	36%	38	18
	10%	11.9	30	37%	13	24

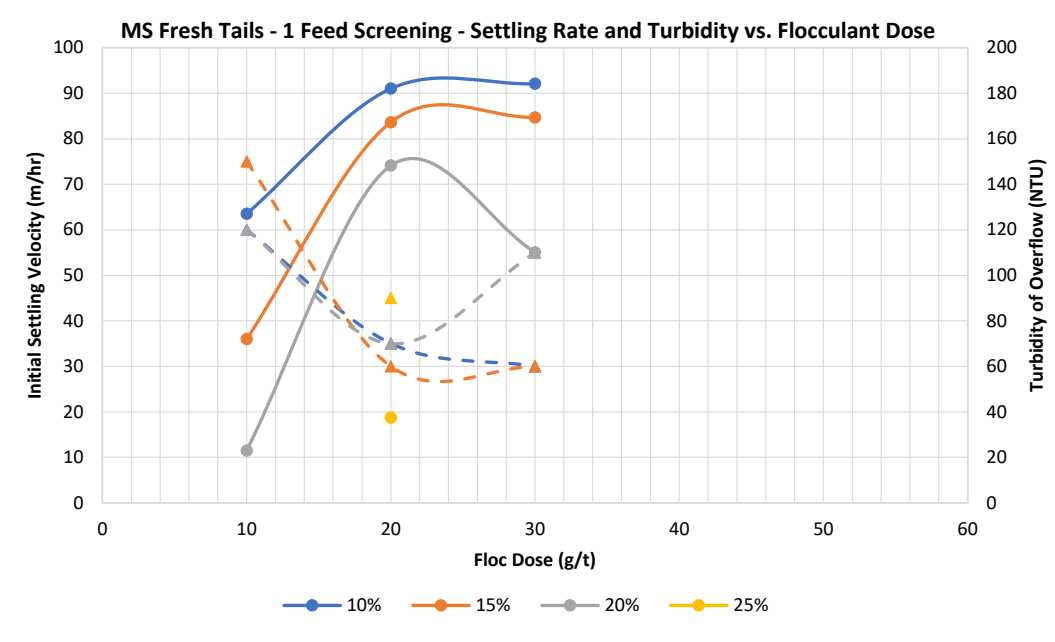


Figura 8.21 – Seleção alimentação MS Fresco.

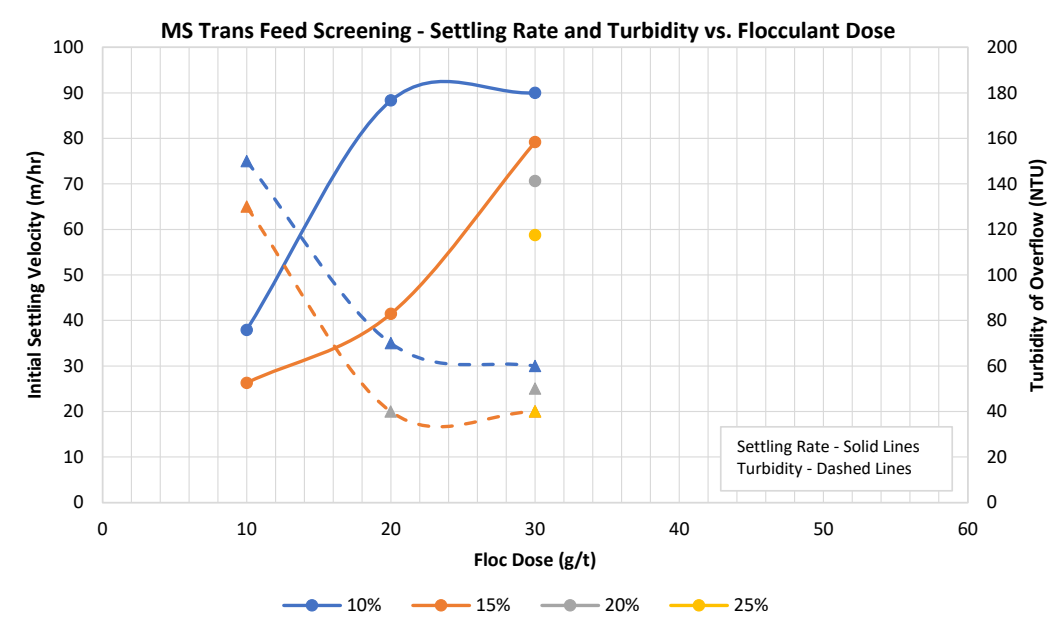


Figura 8.22 - Seleção alimentação MS Transição.

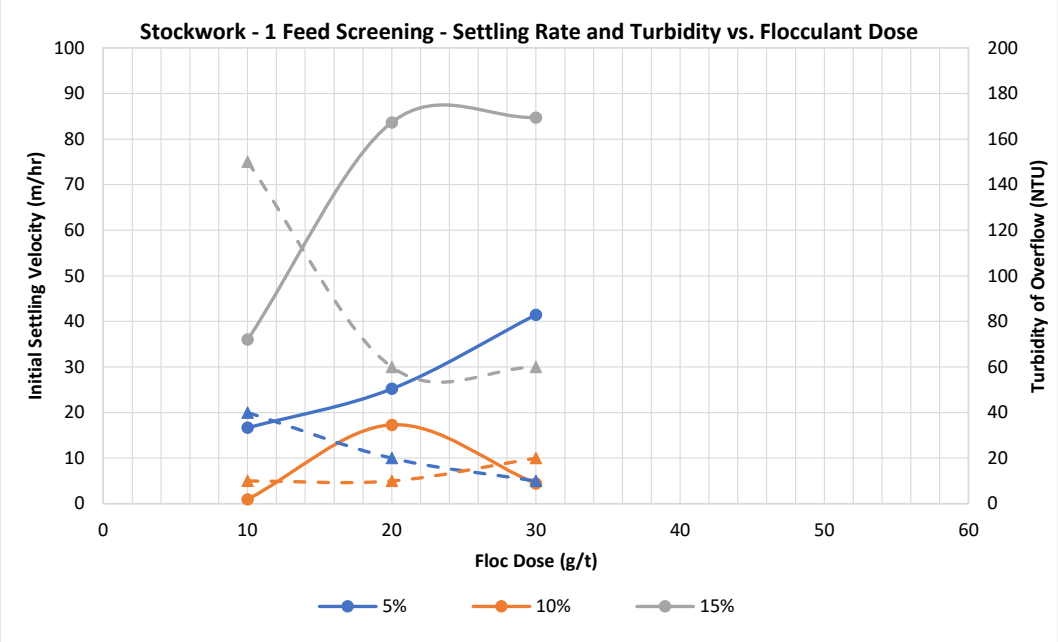


Figura 8.23 - Seleção alimentação Stockwork 1.

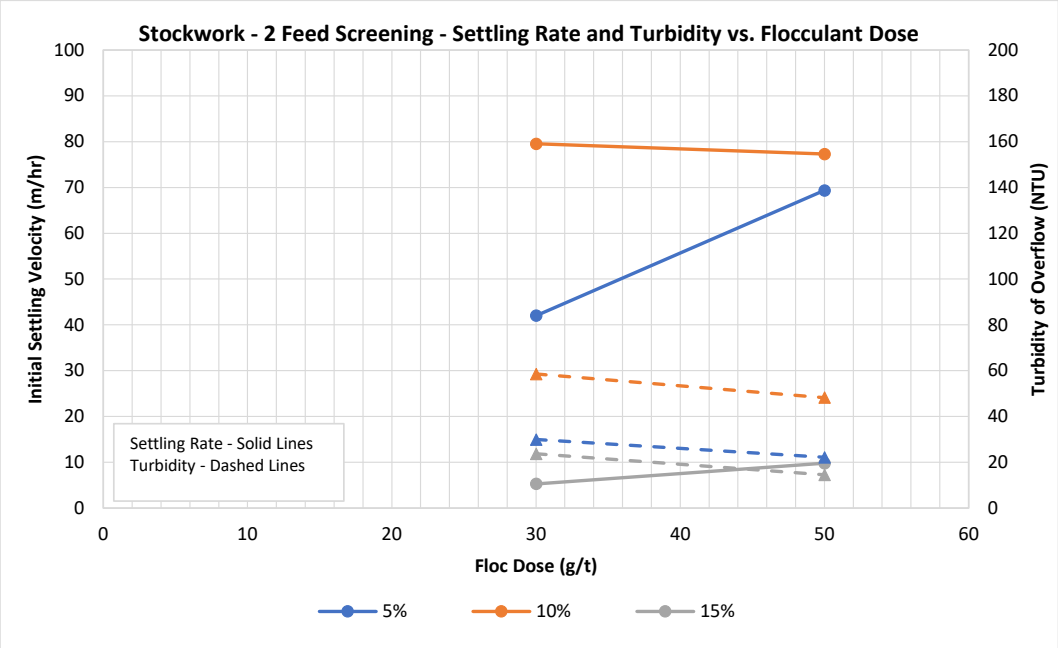


Figura 8.24 - Seleção alimentação Stockwork 2 .

ESPESSAMENTO ESTÁTICO

Os testes estáticos foram realizados em cilindros de 2 litros para avaliar a taxa de sedimentação inicial, densidade do underflow, clareza do overflow e compactação final. A sedimentação é registada ao longo do tempo e permitido a compactação durante 24 horas. Os resultados estão resumidos na Tabela 8.8.

Tabela 8.8 – Resultados do espessamento estático (pH – 11,5).

Amostra	Espessador	Sólidos Alimentação (wt%)	Dose Floculante (g/t)	Sólidos Sedimentados (wt%)	Overflow TSS @ 2h (mg/l)	Vel. Sedimentação inicial (m/h)	Não Cizalhado YS (Pa)	Cizalhado YS (Pa)
Rejeitados Ms Fresco	HRT Unraked	20%	20	69%	34	25	226	9
	HRT Raked		20	77%	28	78	922	36
	HCT Raked		20	79%	NA	NA	945	52
	PTUF Raked		20	79%	NA	NA	432	58
Rejeitados MS Transição	HRT Unraked	25%	30	69%	4	21	669	8
	HRT Raked		30	75%	5	18	1532	28
	HCT Raked		30	78%	NA	NA	694	66
	PTUF Raked		30	79%	NA	NA	827	132
Stockwork 1	HRT Unraked	15%	20	45%	21	1	49	12
	HRT Raked		20	56%	77	1	64	55
	HCT Raked		20	56%	NA	NA	253	8
	PTUF Raked		20	59%	NA	NA	67	14
Stockwork 2	HRT Unraked	10%	50	49%	13	24	24	14
	HRT Raked		50	54%	19	81	73	30
	HCT Raked		50	41%	8	28		
	PTUF Raked		30	48%	13	80		
Stringer	HRT Unraked	5%	50	41%	8	28	Muito aquoso	Muito aquoso
	HRT Raked		30	48%	13	80	Muito aquoso	Muito aquoso
	HCT Raked		-	-	-	-	-	-
	PTUF Raked		-	-	-	-	-	-

8.2.5 FILTRAÇÃO

Foram realizados testes de filtração a vácuo para determinar o tamanho e a eficácia preliminar dos típicos filtros de disco a vácuo com tecido, numa variedade de tempos de ciclo, densidades de alimentação e pressões de vácuo, para avaliar a variabilidade da alimentação nos índices de produção da mistura e humidade da mistura.

A filtração a vácuo em disco foi realizada com um equipamento de imersão de folha de filtro e simulou o processo de um filtro de disco numa escala industrial. Uma bomba de vácuo com regulador de vácuo foi utilizada para atingir e manter o vácuo durante o teste. O vácuo utilizado foi o máximo alcançável com base na cota da central. Os níveis de vácuo foram ajustados para o máximo alcançável, levando em consideração a elevação do local e um nível de vácuo eficiente. Todas as capacidades de filtração reproduzidas são reduzidas utilizando um fator típico de 0,70 para permitir uma produção contínua realista com um filtro de disco.

As Figura 8.25 e Figura 8.26 ilustram os valores de desempenho do filtro com base nos testes laboratoriais, com a maior densidade de alimentação em 17" Hg.

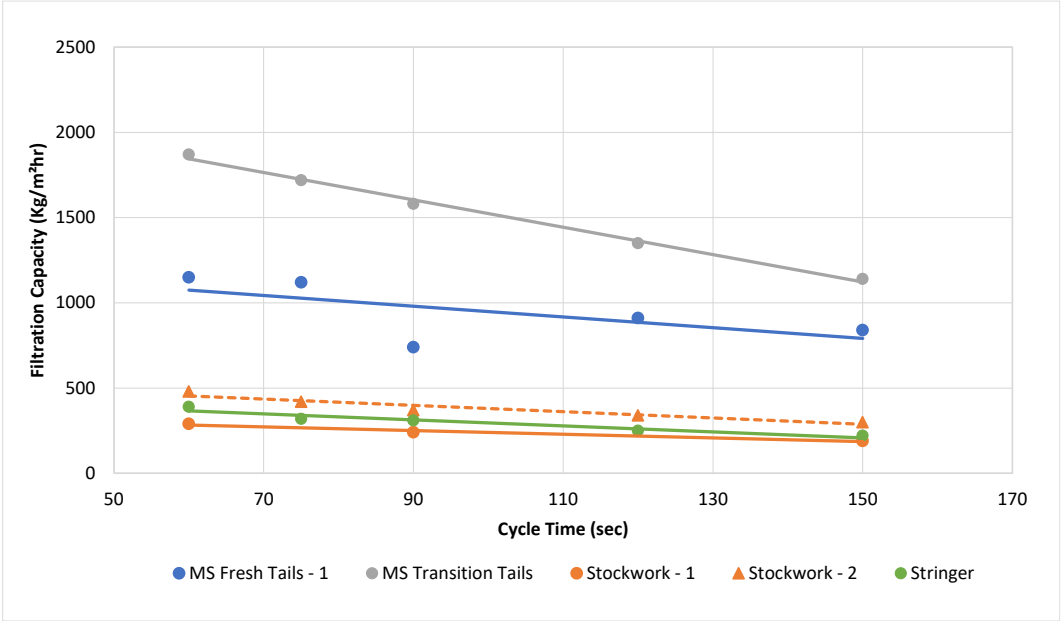


Figura 8.25 – Desempenho do filtro vs. Tempo de ciclo.

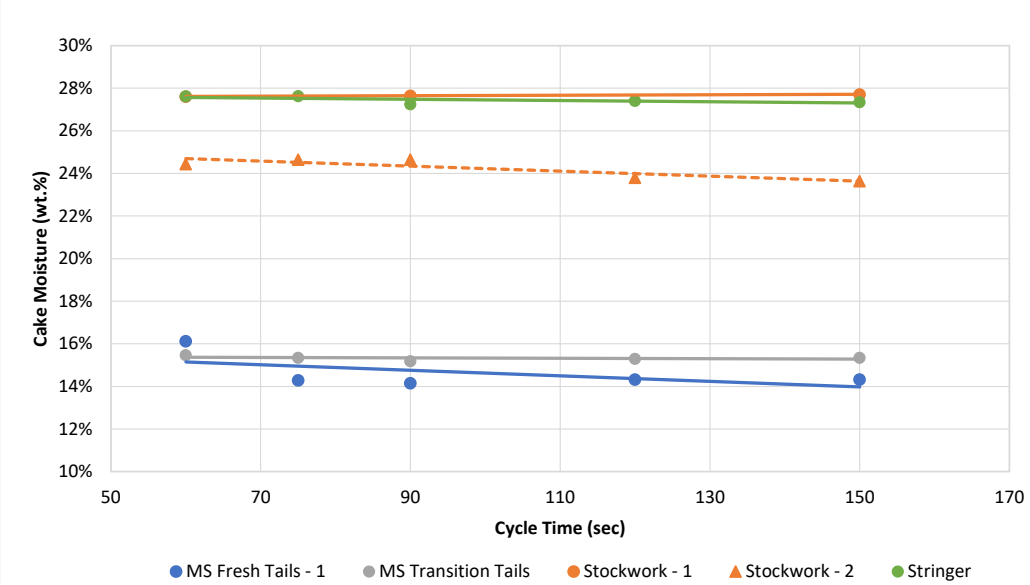


Figura 8.26 – Mistura vs. Tempo de Ciclo.

A Tabela 8.9 resume os resultados da filtração a vácuo. Foi considerado um tempo de ciclo típico de 90 segundos. Os valores são utilizados para desempenho do filtro, seleção, dimensionamento e aquisição (estimativa de custos).

Tabela 8.9 – Resultados dos testes do filtro de vácuo.

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	Vácuo (" Hg)	Tempo Forma (s)	Tempo Secagem (s)	Tempo Ciclo (s)	Espessura Bolo (mm)	Mistura Bolo (wt%)	Capacidade Filtragem (kg/m²h)
Rejeitados MS Fresco	75%	24	20	24	60	9	15%	1360
			25	30	75	11	15%	1300
			30	36	90	12	14%	1160
			40	48	120	13	15%	1010
			50	60	150	15	14%	940
			20	3	60	9	15%	1340
			30	5	90	11	15%	1060
			50	8	150	13	15%	870
	75%	17	20	24	60	8	16%	1150
			25	30	75	9	14%	1120
			30	36	90	10	14%	740
			40	48	120	11	14%	910
			50	60	150	13	14%	840
			20	5	60	7	15%	1050
			30	8	90	10	15%	900
			50	10	150	12	15%	670
	70%	24	20	24	60	7	14%	970
			25	30	75	8	14%	920

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	Vácuo (" Hg)	Tempo Forma (s)	Tempo Secagem (s)	Tempo Ciclo (s)	Espessura Bolo (mm)	Mistura Bolo (wt%)	Capacidade Filtragem (kg/m²h)
			30	36	90	9	14%	860
			40	48	120	10	14%	740
			50	60	150	11	14%	670
			20	3	60	7	15%	920
			30	5	90	8	15%	770
			50	6	150	10	15%	610
	70%	17	20	24	60	6	15%	820
			25	30	75	6	15%	750
			30	36	90	7	15%	700
			40	48	120	8	15%	620
			50	60	150	9	15%	550
			20	3	60	5	15%	780
			30	5	90	7	15%	650
			50	6	150	9	16%	500
Resultados MS Transição	76%	24	20	24	60	12	15%	2150
			25	30	75	15	15%	1900
			30	36	90	17	15%	1780
			40	48	120	20	15%	1640
			50	60	150	22	15%	1400
			20	8	60	14	16%	2110
			30	7	90	16	16%	1990
			50	7	150	20	16%	1390
	76%	17	20	24	60	13	15%	1870
			25	30	75	14	15%	1720
			30	36	90	15	15%	1580
			40	48	120	17	15%	1350
			50	60	150	18	15%	1140
			20	5	60	11	16%	1590
			30	5	90	14	16%	1400
			50	8	150	17	16%	1090
	68%	27	20	24	60	9	14%	1260
			25	30	75	10	14%	1180
			30	36	90	11	14%	1050
			40	48	120	12	14%	940
			50	60	150	15	14%	860
			20	3	60	8	16%	1150
			30	4	90	10	16%	940
			50	5	150	13	16%	750
	68%	17	20	24	60	7	16%	1060
			25	30	75	9	15%	960
			30	36	90	10	15%	880

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	Vácuo (" Hg)	Tempo Forma (s)	Tempo Secagem (s)	Tempo Ciclo (s)	Espessura Bolo (mm)	Mistura Bolo (wt%)	Capacidade Filtragem (kg/m²h)
			40	48	120	11	15%	770
			50	60	150	12	15%	660
			20	3	60	8	17%	960
			30	4	90	9	16%	810
			50	5	150	12	17%	660
Stringer	53%	17	20	24	60	7	16%	1060
			25	30	75	9	15%	960
			30	36	90	10	15%	880
			40	48	120	11	15%	770
			50	60	150	12	15%	660
			20	3	60	8	17%	960
			30	4	90	9	16%	810
			50	5	150	12	17%	660
Stockwork 1	53%	24	20	20	60	5	27%	360
			30	17	90	5	26%	260
			50	26	150	7	26%	210
	53%	17	20	14	60	4	28%	290
			30	20	90	6	28%	240
			50	29	150	7	28%	190
	47%	24	20	16	60	4	27%	270
			30	12	90	5	27%	210
			50	16	150	6	28%	170
	47%	17	20	16	60	4	29%	230
			30	12	90	5	29%	180
			50	16	150	6	30%	140
Stockwork 2	63%	24	20	24	60	8	25%	610
			25	30	75	9	25%	520
			30	36	90	10	26%	470
			40	48	120	10	24%	370
			50	60	150	11	25%	340
			20	22	60	8	25%	510
			30	34	90	10	25%	480
			50	44	150	11	25%	340
	63%	17	20	24	60	7	24%	480
			25	30	75	7	25%	420
			30	36	90	8	25%	370
			40	48	120	9	24%	340
			50	60	150	10	24%	300
			20	23	60	7	25%	530
			30	34	90	8	24%	450
			50	45	150	10	25%	310

Amostra	Densidade Alimentação (wt %)	Vácuo (" Hg)	Tempo Forma (s)	Tempo Secagem (s)	Tempo Ciclo (s)	Espessura Bolo (mm)	Mistura Bolo (wt%)	Capacidade Filtragem (kg/m²h)
	58%	24	20	24	60	7	25%	420
			25	30	75	7	25%	390
			30	36	90	8	25%	360
			40	48	120	8	25%	310
			50	60	150	10	25%	270
			20	23	60	7	25%	440
			30	29	90	8	25%	360
			50	43	150	10	25%	270
	58%	17	20	24	60	5	25%	380
			25	30	75	6	25%	360
			30	36	90	7	25%	320
			40	48	120	9	25%	280
			50	60	150	9	26%	260
			20	23	60	5	25%	400
			30	29	90	7	25%	340
			50	43	150	9	26%	250
	53%	24	20	24	60	5	25%	340
			25	30	75	6	25%	290
			30	36	90	6	25%	280
			40	48	120	7	25%	220
			50	60	150	7	25%	200
			20	12	60	5	25%	310
			30	22	90	6	26%	250
			50	23	150	7	26%	190
	53%	17	20	24	60	4	26%	290
			25	30	75	5	26%	260
			30	36	90	5	25%	230
			40	48	120	7	26%	220
			50	60	150	8	26%	190
			20	21	60	4	25%	310
			30	28	90	5	26%	240
			50	34	150	8	26%	190

8.2.6 TESTES DE RESISTÊNCIA

Os testes de resistência são realizados para avaliar o potencial de "ganho de resistência" de um fluxo de rejeitados. Diferentes ligantes são usados para determinar se a composição mineralógica tem um efeito sinérgico nas características de resistência da amostra, a fim de selecionar um ligante preferencial e económico para as operações mineiras. Os dados resultantes podem ser utilizados juntamente com as resistências alvo necessárias para o plano da mina, a fim de melhorar a produtividade, fornecer um enchimento bem projetado com baixa diluição e reduzir os custos operacionais.

8.2.7 CRITÉRIOS DE PROJETO

Segundo os dados operacionais e o plano da mina, a capacidade de produção da unidade de processamento é declarada como 2,0 Mt/ano; levando em consideração que paragens de 2 a 3 dias serão necessárias para reconfigurar o moinho entre o processamento dos diferentes tipos de minério. De acordo com o plano da mina, o circuito de espessamento na área do concentrador será projetado para a capacidade total de rejeitados da lavaria de ~279 t/h em base seca sólida, sendo considerado um fator de projeto do equipamento de 1,1, conforme discutido com a equipa de projeto.

Com base na decisão de prosseguir com o projeto de uma central de pasta móvel sem filtração a vácuo, a mesma produzirá uma mistura que consiste em areia e rejeitados espessados na proporção de aproximadamente 70%/30% a 60%/40% (essa proporção varia de acordo com o tipo de minério, uma vez que a densidade do minério de sulfuretos vs. stockwork varia de 4,9 a 2,8). Além disso, a variação mineralógica entre os corpos de minério afetará a densidade dos rejeitados espessados e as propriedades da pasta, incluindo densidades de deposição finais, o que resultará em diferentes sinergias de rejeitados e estratégias operacionais entre o enchimento subterrâneo e a instalação de resíduos, uma vez que a areia afeta a quantidade de rejeitados depositados no subterrâneo. A fim de manter a faixa de velocidade de transporte de pasta entre 1 m/s e 1,5 m/s ao longo do sistema de distribuição subterrâneo, com tubos de 8" (200 mm), central móvel será projetado para processar uma taxa de produção de pasta de 250 a 300 t/h em base seca sólida.

Mais especificamente, com base no nível atual de testes, a reologia da pasta na zona de *stockwork* varia de Cw de 67% a 70% para um slump de 250 mm a 175 mm, enquanto a reologia na zona de MS será de Cw de 82% a 83% de sólidos. No entanto, devido ao projeto de mistura de pasta na proporção nominal de 60/40, as densidades na zona de *stockwork* e na zona de MS seriam de Cw de 75% e Cw de 83%, respectivamente. Devido à menor densidade, os minerais argilosos finos na zona de *stockwork* retêm uma quantidade significativa de água na pasta e terão uma taxa volumétrica relativamente alta. A proporção de areia:rejeitados e a taxa de produção serão geridas de acordo com as necessidades da operação mineira, mantendo as velocidades equilibradas de fluxo no sistema de distribuição subterrâneo. No entanto, a zona de *stockwork* reterá mais água no enchimento, resultando numa maior percentagem de rejeitados depositados na instalação de resíduos à superfície. O armazenamento de rejeitados na superfície, com base nas densidades do enchimento com mistura de 60% de areia, é apresentado na Tabela 8.10.

Tabela 8.10 – Sinergias de Rejeitados e Densidades de Deposição para os vários tipos de enchimento (areia/rejeitados).

Descrição		**Densidades Depositadas (t/m³)**			**Sinergia de Rejeitados por tipo de minério Instalação de resíduos/enchimento**	
Tipo de Minério	Slump Pasta	RD Húmida	DR Seca	Água	% Superfície	% Subterrâneo
MS Fresco	175 mm	2.94	2.44	0.50	68	32
MS Fresco	250 mm	2.88	2.36	0.52		
MS Transição	175 mm	2.81	2.33	0.48	68	32
MS Transição	250 mm	2.75	2.25	0.50		
Gossan	175 mm	A determinar			A determinar	
Gossan	250 mm					
Stringer	175 mm	2.25	1.84	0.41	82	18
Stringer	250 mm	2.22	1.79	0.43		
Stockwork	175 mm	1.97	1.48	0.49	78	22
Stockwork	250 mm	1.97	1.48	0.49		
Enchimento com Areia	Não é pasta	1.91	1.76	0.15	-	

8.2.8 DESCRIÇÃO DO PROCESSO E PROJETO DA CENTRAL DE PASTA

8.2.8.1 LOCALIZAÇÃO DA CENTRAL

As localizações da central de enchimento com pasta para os corpos de minério Sul e Norte e a localização da planta de espessamento são ilustradas na Figura 8.27. As localizações Norte e Sul para central móvel estão posicionadas aproximadamente 650 m ao norte e 300 m ao sul, respectivamente, da unidade espessamento. Ambas as localizações da central móvel foram definidas para proporcionar transporte por gravidade desde superfície até aos desmontes subterrâneos, eliminando a necessidade de bombas de pasta.

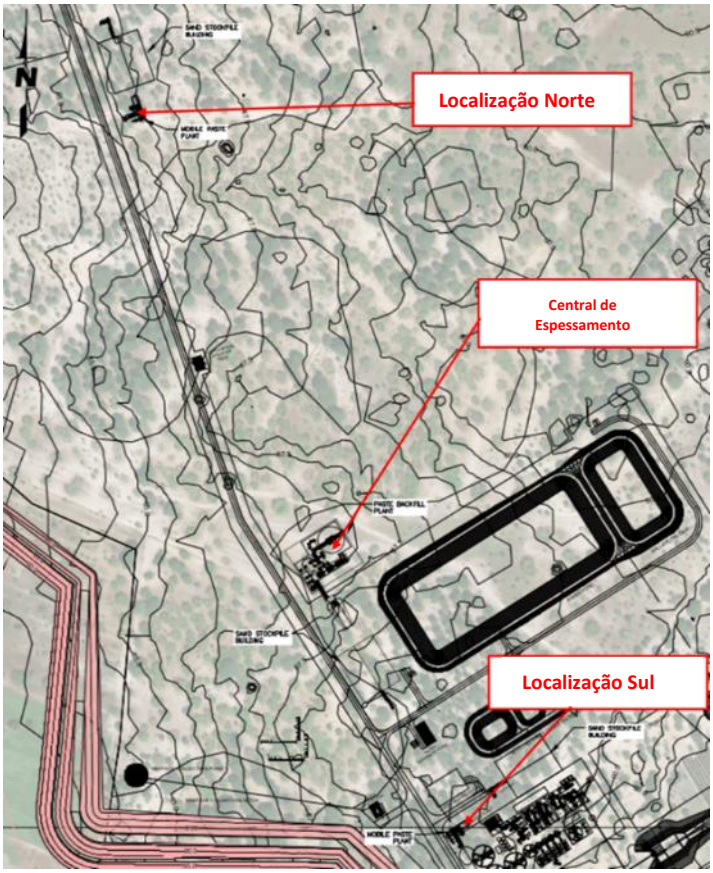


Figura 8.27- Localização dos espessadores, localização norte e sul

8.2.8.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Os rejeitados totais provenientes da lavaria serão drenados pelo espessador de pasta instalado entre os corpos de minério Norte e Sul. Ao mesmo tempo, o espessador processará o fluxo de rejeitados e reciclará a água do processo de volta para a lavaria. A central móvel de enchimento alternará entre os corpos de minério Norte e Sul, conforme necessário, dependendo do jazigo de minério que estará em produção e necessita de enchimento com pasta.

Quando o minério MS Fresco e o minério MS de Transição são processados, o espessador densificará os respetivos rejeitados totais para aproximadamente 77%, que serão armazenados num tanque agitado (com com um armazenamento mínimo de 8 horas).

O tanque de armazenamento agitado permitirá uma independência entre a central da pasta e a lavaria e fornecendo um enchimento contínuo de no mínimo 8 horas, caso a unidade de processamento tenha dificuldades operacionais ou ocorra uma avaria inesperada. Do tanque de armazenamento agitado, uma parte dos rejeitados espessados será bombeada através de uma tugagem de PEAD de parede dupla de 650 metros de comprimento, composto por um tubo interno de 6" (150 mm) DR 11 e um

tubo externo de 10" (250 mm) DR 17, até ao tanque de armazenamento agitado nas localizações Norte e Sul. Esta tubagem de transferência de rejeitados de parede dupla garantirá o transporte seguro dos rejeitados espessados e evitará possíveis derramamentos ambientais. O tanque de armazenamento agitado em cada localização atuará como ponto de transferência, oferecendo capacidade de armazenamento de 1 hora. O sistema de dois tanques de armazenamento agitados oferece uma capacidade de armazenamento total de aproximadamente 9 horas. Ao mesmo tempo, a água do processo será fornecida do tanque de água do processo na lavaria através de uma tubagem de PEAD de 16" (400 mm) DR 13,5 para o tanque de água do processo na localização Norte. A areia será fornecida por camiões e stockada num sistema de contenção coberto para mitigar a formação de poeira. Estima-se que o armazenamento de areia tenha capacidade de 12.000 toneladas, garantindo uma operação contínua de enchimento. Uma única pá carregadora de frente será utilizada para alimentar a central móvel com areia. A areia será alimentada através de tela transportadora doseadora para fornecer uma taxa controlada de areia de acordo com a receita de enchimento. tela doseadora fornecerá a areia ao misturador de eixo duplo para ser misturada com os rejeitados, ligante e água do processo, de acordo com a receita de enchimento desejada. Os três componentes: compartimento de recolha, tela doseadora e misturador de eixo duplo, serão montados num único reboque que será movido para as localizações Norte e Sul conforme necessário. Um silo estacionário para o ligante será instalado em cada localização, juntamente com tanques de água do processo, sistemas de limpeza e bombas para apoiar a preparação do enchimento. O tamanho do silo será dimensionado de acordo com o plano de mineiro; caso a taxa de produção de minério aumente, é possível fornecer armazenamento adicional de ligante usando contentores e um sistema suplante para apoiar o consumo de ligante, caso o transporte rodoviário pelo fornecedor seja restrito.

Quando o enchimento for necessário, os rejeitados espessados serão entregues por bombas centrífugas desde o tanque de armazenamento agitado durante 1 hora para o misturador de eixo duplo. Com base na receita estabelecida de enchimento, a água do processo, a areia e o ligante serão adicionados simultaneamente ao misturador de eixo duplo e misturados com os rejeitados espessados. A mistura de enchimento preparada com a quantidade adequada de ligante e fluidez, com a densidade correspondente, será então descarregada do misturador de eixo duplo para o furo de descarga e transportada por gravidade através do reticulo subterrâneo até a localização desejada da frente de lavra, dentro do corpo de minério Norte.

Paralelamente à operação de enchimento e durante a fase operacional 1 da instalação de resíduos, a porção restante dos rejeitados espessados será bombeada continuamente desde o tanque de armazenamento agitado na unidade de espessamento para a instalação de resíduos, por meio de uma única bomba centrífuga e uma tubagem terrestre de 1,2 km de extensão. Esta infraestrutura de bombagem de transporte de rejeitados será construída de acordo com o desenvolvimento gradual da instalação de resíduos em fases e com base na gestão do investimento ao longo do tempo. A primeira bomba centrífuga será instalada no início do projeto (fase 1 da instalação de resíduos), juntamente com todo o suporte necessário, como elétrico, betão, etc., para toda a infraestrutura de bombagem. A tubagem de transferência de rejeitados espessados será composto por tubos de PEAD de 8" (250 mm) DR 9.0 (fase 1

da instalação de resíduos) que serão instalados desde a unidade de espessamento até ao topo da instalação de resíduos (pontos de descarga). De acordo com as fases da instalação de resíduos, a primeira seção da tubagem de transferência de rejeitados, que vai da unidade de espessamento até à instalação de resíduos, será substituída por tubos de 6" (150 mm) Sch 40, enquanto a outra seção que passa sobre o topo da instalação será composta pelos mesmos tubos de PEAD de 8" (250 mm) DR 9.0. A rota da tubagem de transferência de rejeitados espessados para as fases 1 a 2 e 2 a 6 é apresentada na Figura 8.28.

Conforme o aterro de resíduos avança de acordo com as fases mostradas na Figura 8.29, mais duas bombas centrífugas (2ª e 3ª) dispostas em série seriam adicionadas à unidade de bombagem para transferência de rejeitados, resultando numa configuração final composta por 3 bombas instaladas em série. A configuração completa será composta por unidade de bombagem em operação e outro em back-up. Esta configuração de bombagem será capaz de atender até à Fase 6 da instalação de resíduos. De acordo com isso, a tubagem de transferência de rejeitados de 6" (150 mm) HDPE DR 9.0, instalado no topo da instalação, será estendido com um comprimento adicional de aproximadamente 2,1 km.

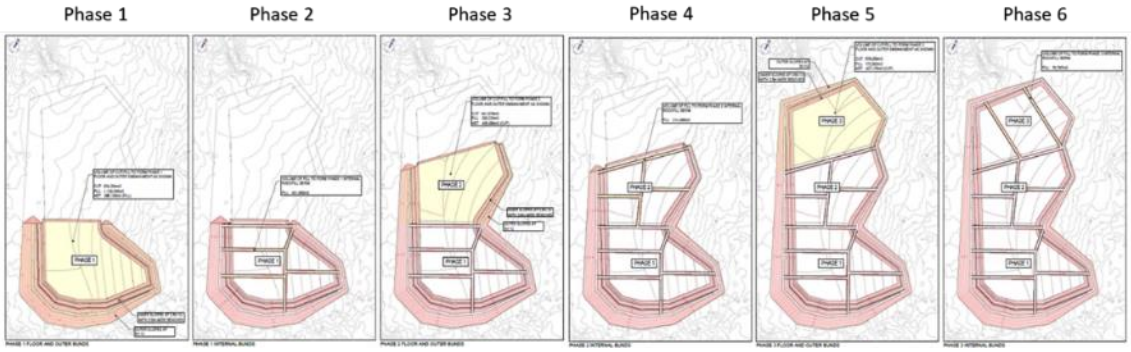


Figura 8.29 – Faseamento de construção da instalação de resíduos (fonte: SLR).

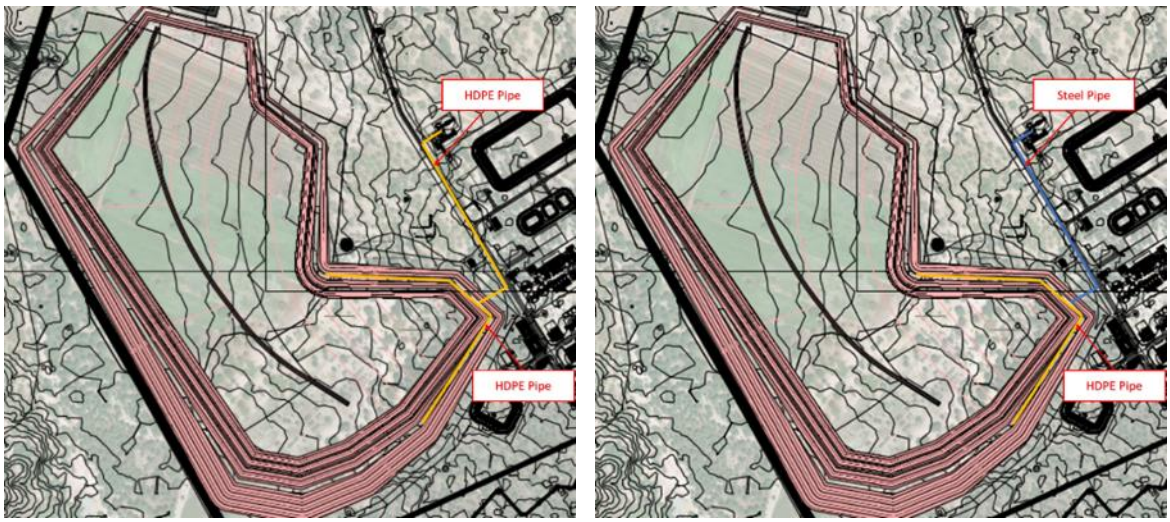


Figura 8.28 – Tubagem de transferência de rejeitados – instalação de resíduos fase 1 (Fase 1-2: esquerda / Fase 2-6: direita.

Durante o processamento mineral de stockwork e stringer, o procedimento de enchimento será executado de forma semelhante à estratégia descrita acima. Antes do início da operação de enchimento, a central móvel será movida da localização Norte para a localização Sul e preparada para a operação de enchimento com pasta.

Neste caso, o espessador da pasta densificará os rejeitados espessados em Cw ~ 63% e armazenados no principal tanque agitado com 8 horas de capacidade. A partir desse tanque, os rejeitados serão divididos, sendo uma parte dos rejeitados espessados bombeados por meio de uma tubagem de parede dupla em PEAD de 400 metros de comprimento, que consiste num tubo interno de 6" (150 mm) DR 11 e um tubo externo de 10" (250 mm) DR 17, para um tanque menor de armazenamento agitado de 1 hora de capacidade na localização Sul. Essa tubagem de transferência de rejeitados com contenção de parede dupla garantirá o transporte seguro dos rejeitados espessados e evitará possíveis derrames ambientais. Ao mesmo tempo, a água do processo será fornecida a partir tanque de água do processo na central de espessamento por meio de um tubo de PEAD de 16" (400 mm) DR 13.5 até o tanque de água do processo na localização Norte. Na localização Sul existirá um stock de areia com uma capacidade de armazenamento de 12.000 t. A mesma pá carregadora frontal usada na localização Norte será usada para alimentar a central móvel na localização Sul.

Quando o enchimento for necessário, os rejeitados espessados serão entregues por bombas centrífugas a partir do tanque de armazenamento agitado para o misturador de dois eixos e misturados com os outros ingredientes: areia, água e ligante, de acordo com a receita de enchimento desejada. A mistura de enchimento preparada com uma densidade desejada será descarregada do misturador de dois eixos para o furo vertical e transportada por gravidade através do reticulado subterrâneo até ao local de enchimento desejado, dentro do corpo mineral da região Sul.

Paralelamente à operação de enchimento e durante a fase 1 de operação da instalação de resíduos, a porção restante dos rejeitados espessados ser bombeada continuamente do tanque de armazenamento agitado principal na central de espessamento para a instalação de resíduos, por uma única bomba centrífuga (fase 1) e pela mesma tubagem de transferência de rejeitados descrito acima para os rejeitados MS Fresco e MS Transição (Figura 8.28).

O minério de gossan passará por um processo de lixiviação para recuperar ouro e não será processado por processos de flutuação, pois contém uma pequena quantidade de metais base. O programa de testes está em curso e identificará se há presença de óxidos de chumbo ou zinco, os quais, se presentes, com base em dados de referência de outros projetos, podem ter um forte impacto negativo na resistência do enchimento; nesse caso, será utilizado enchimento de areia em vez dos rejeitados da lixiviação.

No entanto, caso os rejeitados não contenham óxidos de chumbo e/ou zinco prejudiciais e as resistências do enchimento sejam aceitáveis, então os rejeitados da lixiviação passarão por destruição de cianeto antes de serem processados para enchimento. Sistemas simples com pequenas distâncias horizontais podem permitir o uso de areia de

alta densidade. Estimou-se que uma areia de alta densidade com Cw ~ 73% a 75% seria suficiente para fins de enchimento.

Os rejeitados espessados serão processados pela mesma unidade de espessamento e continuamente bombeados para a instalação de resíduos pelo mesmo sistema de bombagem de deposição de rejeitados e tubagem de transferência de rejeitados utilizado para os rejeitados de stringer e stockwork. Também será possível bombear os rejeitados de gossan pela tubagem reservada para os rejeitados de MS Fresco e MS Transição, o que será ditado pelo volume de rejeitados sólidos.

8.2.9 Sistema de Distribuição Subterrâneo

Foram avaliadas três localizações para a central de enchimento com pasta, conforme listado na tabela abaixo, modelando o sistema de distribuição subterrâneo que será utilizado para fornecer enchimento de pasta às galerias.

Tabela 8.11 – Opções consideradas para o sistema de distribuição subterrâneo.

Localização Central Pasta	Descrição	Área da Mina
A	Central Móvel de Pasta	Zona Sul
B	Central de Pasta Fixa Futura	Zona Central
C	Central Móvel de Pasta	Zona Norte/Sul

A localização das centrais de pasta 'A' e 'C' são instalações temporárias com uma unidade móvel de enchimento com pasta, e a localização 'B' será uma instalação fixa. Todas as localizações foram consideradas nesta avaliação.

Esta análise hidráulica de estado estacionário considera apenas os pontos de deposição mais próximos e mais distantes do ponto de avanço do furo vertical até às galerias nos níveis-chave das áreas de exploração, para avaliar a carga esperada e a densidade da pasta (faixa de consistência de 175 a 250 mm) durante a operação do sistema reticulado subterrâneo como sistema de bombagem ou sistema por gravidade.

Todos os tubos de pasta de aço subterrâneos de 8 polegadas (200 mm) foram modelados com base nas dimensões da norma ASME B36.10, para facilitar taxas de enchimento adequadas que permitam taxas de exploração produtivas, mantendo uma faixa de velocidade de 1-1,5 m/s. As classificações de pressão para cada tipo de tubo foram calculadas de acordo com a norma ASME B31.4, incluindo o tipo de acoplamento e as tolerâncias para desgaste.

8.2.9.1 Tubagens e Pontos de Deposição

Para o estudo das tubagens de transporte da pasta e deposição nos vários níveis, foram considerados os perfis das figuras seguintes, onde se observa um perfil ao longo da mina mostrando o futuro Sistema de Disposição nas duas zonas da mina (Sul e Norte),

juntamente com os pontos de descarga tanto na zona norte (N1, N2, N3, N4, N5, N6) quanto na zona sul (S1, S2, S3, S4, S5, S6) que foram considerados nesta avaliação.

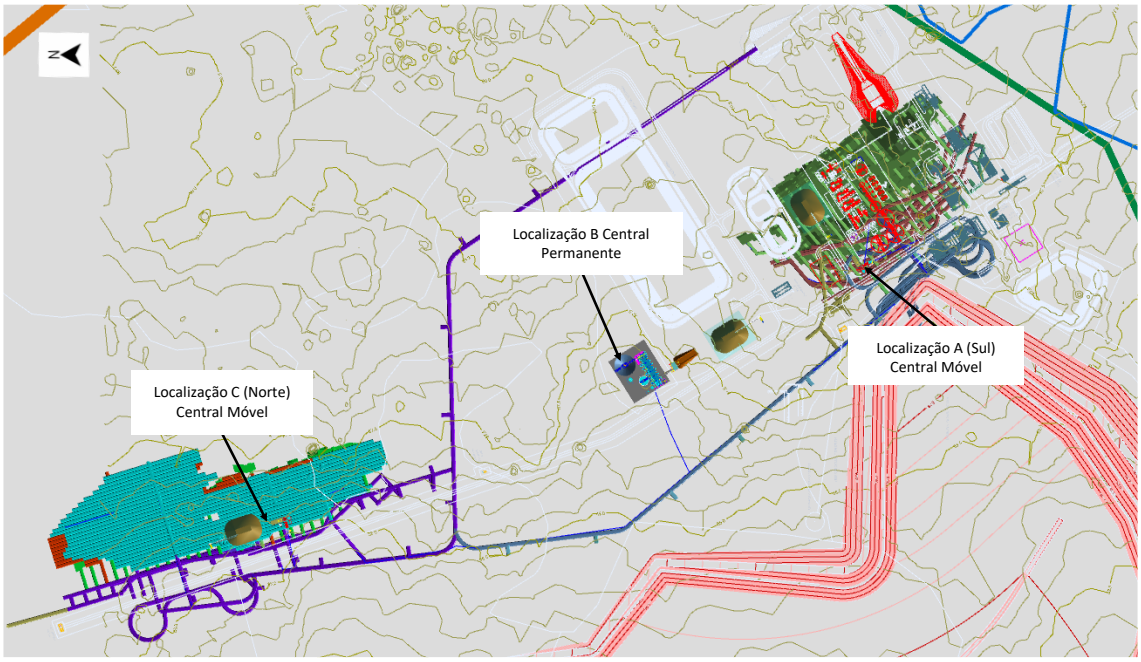


Figura 8.30 – Localizações das centrais da pasta consideradas (vista em planta).

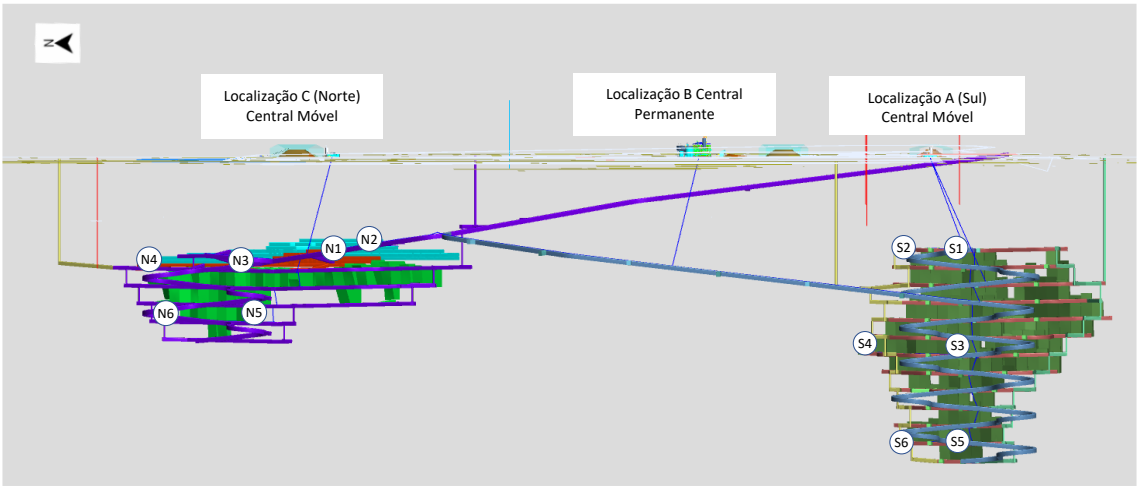


Figura 8.31 - Localizações das centrais da pasta consideradas (vista isométrica).

8.2.9.2 Sistema com Bombagem de Pasta (Central Permanente)

Os requisitos do sistema de distribuição subterrâneo foram avaliados com base nas pressões de descarga da bomba necessárias para fornecer receitas de pasta com consistência típica variando de 175 a 250 mm (perdas por atrito típicas de qualidade de pasta de 4 a 12 kPa/m) na razão nominal de 125 m^3/h (±12%, 110 a 140 m^3/h). Os requisitos de pressão para os pontos de deposição mais distantes das frentes de trabalho Sul e Norte para as duas amostras (Stockwork e MS Fresco) são apresentados na Figura 8.32 e Figura 8.33, respectivamente.

As figuras indicam que a localização preferível para a central da pasta seria a localização B (entre as 2 zonas de exploração). Esta localização equilibrará o sistema global de pressões do reticulado subterrâneo bem como, assegura as condições necessárias da pasta em ambas as zonas. A localização B também evita a necessidade de uma tubagem adicional na superfície para as outras localizações (A e C).

As figuras também mostram que, com base nas pressões de descarga da bomba necessárias nas Zonas Norte e Sul, a bomba mais adequada é aquela com classificação de 150 bar (100 bar nominal), pois é capaz de fornecer a pressão necessária e permitir mais flexibilidade no sistema ao bombear para essas duas zonas da mina. Além disso, a pressão adicional permitirá uma faixa de operação de consistência mais ampla durante a expansão em maiores profundidades e, caso ocorra obstrução da pasta, a pressão adicional ajudará a desobstruir a tubagem. Uma bomba com classificação mais baixa, como uma classificada para 100 bar (80 bar nominal), limitará a faixa de operação do sistema e, consequentemente, aumentará o consumo de ligante para atender aos requisitos de resistência nas frentes de trabalho.

A pressão nominal de descarga da bomba em operação (100 bar) e a pressão máxima de descarga da bomba (150 bar) são indicadas pelas linhas horizontais nas figuras seguintes.

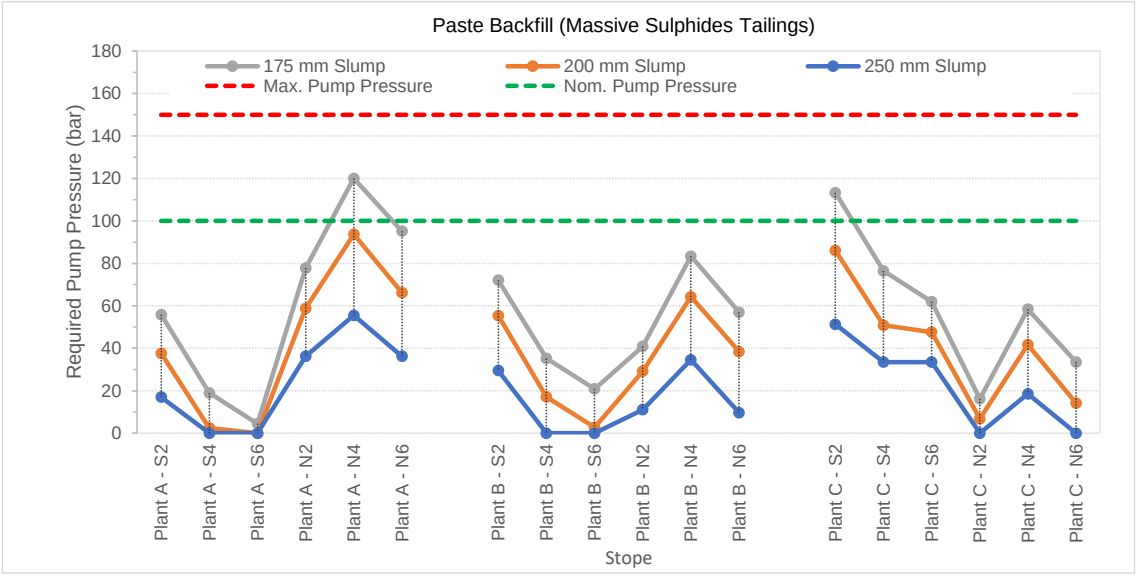


Figura 8.32 – Pressão de bombagem necessária para enchimento com pasta – Rejeitados MS Fresco.

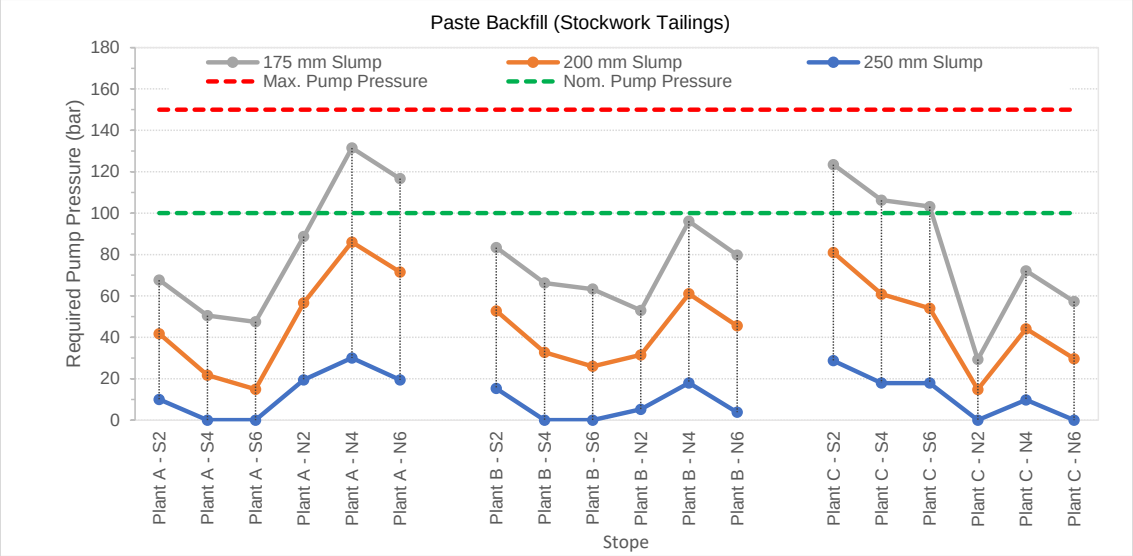


Figura 8.33 - Pressão de bombagem necessária para enchimento com pasta – Rejeitados Stockwork.

8.2.9.3 Sistema por Gravidade (Central Móvel de Pasta – Opção 2)

Considerando que a central móvel de enchimento terá a flexibilidade de se deslocar para a zona Sul ou Norte, ambas as localizações A e C foram analisadas para que um sistema de gravidade seja utilizado para fornecer pasta ao reticulado subterrâneo. Nenhuma bomba foi especificada para essa opção, uma vez que a altura estática disponível no sistema é suficiente para alcançar todos os pontos de deposição na produção nominal de 125 m^3/h ao longo da faixa típica de consistência.

8.2.9.4 Especificações da Tubagem

Tubagem do Furo Vertical

Para a zona Sul, foram especificados dois furos desde a superfície, e para a zona Norte, um furo, embora cada sistema tenha dois furos para garantir a redundância.

Na zona Sul, o primeiro furo será perfurado até ao nível -180, onde se presume que a exploração será iniciada no primeiro ano. O segundo furo será perfurado até ao nível -130, no nível superior da zona Sul. Na zona Norte, um furo será perfurado até ao nível -140.

Todos os furos serão revestidos com tubos de aço resistente à abrasão (como cerâmica, indução ou revestimento de soldagem de carboneto) com extremidades roscadas para facilitar a instalação e serão fixados na rocha. Recomendam-se tubos DN200, com espessura de parede *schedule* 80 e flanges classe 600, para atender à classificação de pressão necessária.

Recomenda-se o revestimento de cerâmica para a tubagem de revestimento dos furos de superfície devido à abrasividade da areia, de acordo com a escala de Mohs. O dióxido de silício é mais duro do que o aço, o que resultaria num desgaste acelerado do interior do tubo.

Tubagem Principal

A tubagem principal foi especificada para ser DN 200 *schedule* 80 com acoplamentos Victaulic HP-70ES. Este sistema de tubagem e acoplamentos fornecem classificação de pressão suficiente para os troços relativamente longos da tubagem principal até aos pontos de deposição.

Tubagem nos Níveis de Distribuição

A tubagem nos níveis de distribuição foi especificada para ser DN200 *schedule* 40 com acoplamentos Victaulic Style 77. Este esquema de tubagem e acoplamentos fornecem uma classificação de pressão adequada para a tubagem secundária saindo da tubagem principal, desde as galerias até aos cortes transversais (galerias de acesso transversal).

Tubagem nas Galerias de Acesso Transversal

Para as galerias horizontais de acesso aos desmontes, foi selecionada tubagem de PEAD (polietileno de alta densidade) SDR 11 (tubo de plástico) com acoplamentos Victaulic 905 nas extremidades das tubulações. Os acoplamentos flexíveis Victaulic Style 907 também são necessários para permitir uma transição segura entre o tubo de aço carbono e o tubo de PEAD. Os acoplamentos Victaulic Style 905 fornecem uma classificação de pressão adequada para unir as seções de tubulação de PEAD.

O comprimento da tubagem de PEAD é determinado pela receita a ser utilizada. No entanto, dada a complexidade de vários tipos de minério e receitas de enchimento que podem ocorrer, e considerando que se trata de um sistema de gravidade, será necessário ter cuidado em cada frente de trabalho, pois a perda de atrito por receita (tipo de rejeitado, percentagem de areia, ligante e consistência) irá variar. As frentes de trabalho dentro da faixa de 175 mm precisarão de ter comprimentos de PEAD calculados de aproximadamente 12 kPa/m; aquelas que só podem ser atendidas com consistência de 250 mm terão comprimentos calculados usando 4 kPa/m, e assim por diante. Os comprimentos máximos das tubagens dependem das perdas de atrito da pasta que estará a ser usada nas frentes de trabalho, pois o gradiente de pressão varia com base nos requisitos da receita (concentração de sólidos vs. consistência).

8.2.9.4.1 Intervalo de Operação da Central Móvel

A modelação de fluxo indica que um sistema de gravidade será suficiente para o transporte da pasta para as operações subterrâneas, desde que a planta móvel de enchimento esteja localizada nas localizações representadas nas zonas de minério Sul e Norte, conforme mostrado na Figura 8.30. Caso a central da pasta esteja localizada mais distante das zonas de minério, podem ser necessárias bombas de pasta.

O sistema de reticulado subterrâneo deve ser equilibrado levando em consideração a taxa de fluxo, a reologia da pasta (perdas de atrito, consistência alvo), o comprimento da tubagem e o comportamento do fluxo necessário da pasta após a descarga. Se os parâmetros operacionais não estiverem equilibrados, o sistema não conseguirá alcançar a frente de trabalho na taxa de fluxo desejada ou ocorrerá cavitação. Portanto, é crucial ter um controle rigoroso e conhecimento adequado dos parâmetros da receita alvo.

A faixa de operação da central móvel de enchimento é apresentada na Figura 8.34. A figura indica que o sistema operará com perdas de atrito da pasta variando de consistência de 175 mm (12 kPa/m) a até 250 mm de consistência (4 kPa/m). Quanto menor a consistência, menor será o consumo de ligante, mas maior será a pressão. Caso as perdas de atrito estimadas sejam menores do que o previsto e dependendo da localização da frente de trabalho em relação ao furo em cada nível, pode ser necessário adicionar tubagens de retorno de atrito adicionais para fornecer pressão suficiente ao sistema e evitar a ocorrência de cavitação. Testes de circuito de fluxo serão necessários na próxima fase do projeto para determinar as perdas de atrito reais.

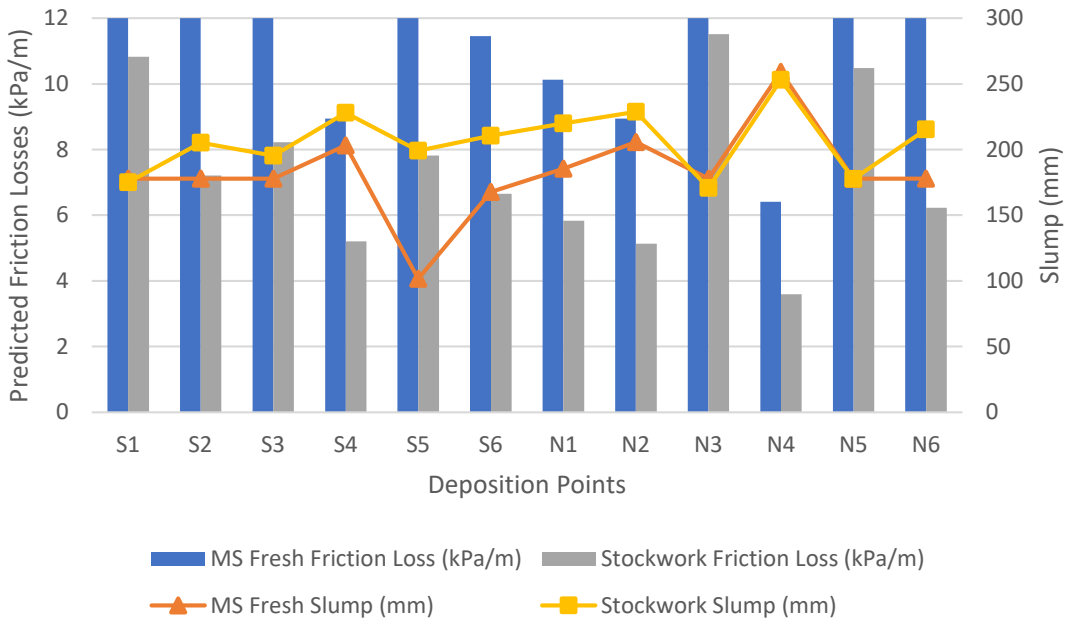


Figura 8.34 – Intervalo de Operação da Central de Pasta Móvel.

8.3 INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS

O presente capítulo apresenta o estudo realizado para a Instalação de Resíduos da Mina da Lagoa Salgada. A informação de base que serviu para a elaboração do presente estudo pode ser consultada no ANEXO V, nomeadamente no capítulo *2.0 Site Characteristics*, do documento *Tailings Storage Facility Design Report, SLR 2023*.

As características genéricas do local e projeto são apresentadas na Tabela 8.12.

Tabela 8.12 – Características do local e Projeto.

Critério	Valor	Un.
Condições Locais		
Temperatura mínima (janeiro)	5	ºC
Temperatura máxima (julho)	29	ºC
Precipitação anual média	646	mm
Evaporação anual média	1.221	mm
Eventos Extremos		
1:100 anos precipitação (24h)	96.6	mm
Precipitação máxima provável (PMP) (24h)	327.2	mm
Descrição de Projeto		
Deposição de Rejeitados		
• Transporte	Polpa espessada via tubagens	
• Deposição	Subaérea, não segregada	
• Descarga	Tubagens no topo do paramento	
• Ângulo de deposição	>1%	
Características do aterro		
• Área aterro	64	ha
• Lagoa de Escoamento	5	há
Estratégia de Decantação		
Instalação de Resíduos	Drenagem passiva lagoa escoamento	
• Lagoa de Escoamento	Bombagem para a unidade de processo	

8.3.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

Foi realizada uma investigação de campo que consistiu em 11 poços de reconhecimento localizados no eixo central do aterro da Instalação de Resíduos e ao longo da bacia de estabilização. Foram coletadas amostras representativas do solo nos poços de reconhecimento para testes de laboratório.

8.3.1.1 ENSAIOS GEOTÉCNICOS

A catalogação dos poços de reconhecimento foi feita de acordo com as normas britânicas BS5930:2015. Um resumo dos poços de reconhecimento é apresentado na Tabela 8.13. A Figura 8.35 apresenta as localizações dos furos de sondagem e dos poços de reconhecimento.

Tabela 8.13 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos.

Poços de Reconhecimento	Latitude	Longitude	Profundidade (m)	Ensaio	Amostra Recolhida (m)
TP01 - 22	-28788.994	-159910.911	2.1	TP01-04	1.6
TP02 - 22	-29009.577	-160175.914	2	TP02-05	1.8
TP03 - 22	-29297.885	-160398.116	2.3	TP03-07	2.1
TP04 - 22	-29255.882	-160217.581	3.2	TP04-06	3
TP05 - 22	-29495.306	-160038.492	2.7	TP05-08	2.5
TP06 - 22	-29658.615	-159733.563	3.5	TP06-09	3
TP07 - 22	-29762.974	-159340.663	3.5	-	-
TP08 - 22	-29450.186	-159268.420	3.5	TP08-02	2.2
TP09 - 22	-29388.078	-159042.323	3.1	TP09-03	3.1
TP10 - 22	-29218.380	-159395.679	3.2	TP10-01	2
TP11 - 22	-29173.613	-159864.210	4	TP11-10	3.5

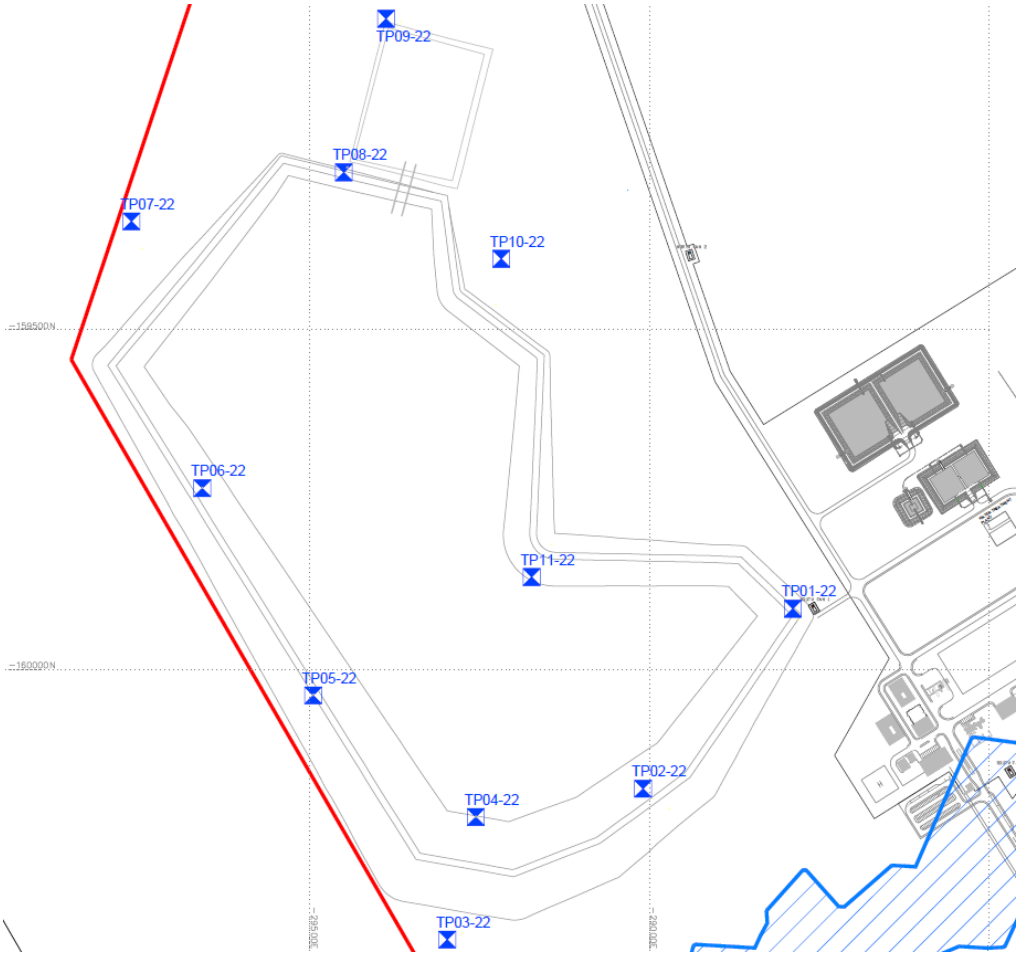


Figura 8.35 – Localização dos Ensaios Geotécnicos.

De modo geral, os registros dos poços de reconhecimento (Tabela 8.14) indicaram que a geologia do local é composta principalmente por areia com características siltosas/argilosas, que se estende até a base dos poços (entre 2,0 m abaixo do nível do solo e 4,0 m abaixo do nível do solo). No entanto, os poços TP01-22 e TP02-22 indicaram a presença de uma camada de argila arenosa sob a areia, que se estende até a base dos poços (entre 2,0 m abaixo do nível do solo e 2,1 m abaixo do nível do solo).

Tabela 8.14 – Resultados dos Ensaios Geotécnicos.

Poços de Reconhecimento	Camada Superficial	Areia	Argila
TP01 - 22	0 – 0.2	0.2 – 1.4	1.4 – 2.1
TP02 - 22	0 – 0.25	0.25 – 1.65	1.65 – 2.0
TP03 - 22	0 – 0.3	0.3 – 2.3	-
TP04 - 22	0 – 0.3	0.3 – 3.2	-
TP05 - 22	0 – 0.3	0.3 – 3.7	-
TP06 - 22	0 – 0.3	0.3 – 3.5	-
TP07 - 22	-	0 - 3.5	-
TP08 - 22	0 – 0.3	0.3 – 3.5	-
TP09 - 22	0 – 0.5	0.5 – 3.1	-
TP10 - 22	0 – 0.3	0.3 – 3.2	-
TP11 - 22	0 – 0.25	0.25 – 4.0	-

Água subterrânea só foi encontrada no poço TP07-22 a uma profundidade de 1,5 m abaixo do nível do solo, no entanto, foi observada uma camada de areia húmida em torno de 1,4 m abaixo do nível do solo.

8.3.1.2 ENSAIOS LABORATORIAIS

No total, foram recuperadas 10 amostras dos poços de reconhecimento para testes laboratoriais. Um resumo dos testes dos padrões utilizados nos ensaios laboratoriais é apresentado na Tabela 8.15.

Tabela 8.15 – Análises Laboratoriais e Standards Utilizados.

Teste	Norma
Ensaio de Peneiração por Via Húmida	LNEC E-239
Conteúdo de Humidade Natural	NP-84
Limites de Atterberg	NP-143

Os resultados dos testes laboratoriais indicaram que a camada de areia tinha baixa granulometria e foi classificada de acordo com o sistema americano USCS como SP/SP-SM, indicando origem aluvial. As amostras recuperadas dos poços TP01-22 e TP02-22

indicaram material argiloso arenoso e foram classificadas de acordo com o sistema americano USCS como SC (argila arenosa), com um índice de plasticidade (PI) variando de 26% a 37%.

O teor de umidade da argila fica na faixa de 11% a 15%, no entanto, o limite de liquidez dentro do material argiloso fica fora da faixa de teor de umidade, variando de 37% a 53%. O teor de umidade do material de areia varia de 5% a 16%.

8.3.1.3 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Após análise da geologia local, verificou-se que a Instalação de Resíduos é fundada principalmente na formação de areia Ulme, com bolsas de areias a oeste e a leste. Argilas do Mioceno também podem estar presentes ao sul.

Os Poços de Reconhecimento realizadas em toda a área recolheram principalmente areias com uma quantidade limitada de argilas. As areias foram geralmente caracterizadas como areia levemente siltosa, sendo a argila caracterizada como argila arenosa. As argilas foram identificadas nos Poços de Reconhecimento TP01 e TP02, o que apoia a possível presença das argilas do Mioceno a sul. As argilas foram caracterizadas como firmes a rígidas (em consistência) e devem ser consideradas como contribuintes para a estabilidade do aterro na zona sul.

Não foi interceptada água subterrânea na maioria dos Poços de Reconhecimento, exceto no TP07, em que a água subterrânea foi observada a uma profundidade de 1,5 m abaixo do nível do solo. Ainda não estão disponíveis dados sobre as flutuações sazonais da água subterrânea

A areia recolhida nos Poços de Reconhecimento apresentou uma granulometria uniforme.

8.3.1.4 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA COMPLEMENTAR

O Projeto propõe uma investigação complementar do local, numa fase seguinte do estudo, para apoiar o projeto de execução da Instalação de Resíduos. Esta investigação incluí o seguinte:

9 poços de reconhecimento com ensaios SPT a serem realizados em torno da periferia da Instalação de Resíduos;

- 2 poços de reconhecimento com ensaios SPT a serem realizados dentro da área do lago;
- 2 poços de reconhecimento com ensaios SPT a serem realizados dentro da área da bacia da Instalação de Resíduos.

Os poços de reconhecimento serão realizados até uma profundidade média de 20 metros. O cronograma de testes incluirá testes de classificação padrão e testes

avançados de solo, no entanto, se uma camada contínua de argila for identificada, serão necessários mais testes, incluindo permeabilidade, edômetro e retenção de água.

8.3.1.5 Sistema de Monotorização e Instrumentação

O Projeto também propõe o seguinte sistema de monitorização e instrumentação para apoiar o design da Instalação de Resíduos. O sistema inclui o seguinte (representado na Figura 8.36):

34 pontos de monitorização de subsidências, localizados ao longo do talude da Instalação de Resíduos;

18 piezómetros, dos quais 15 ficam localizados no topo da instalação, ao longo do talude da Instalação de Resíduos e 3 dentro da área da bacia;

- 1 inclinómetro localizado no topo da altura final da instalação.

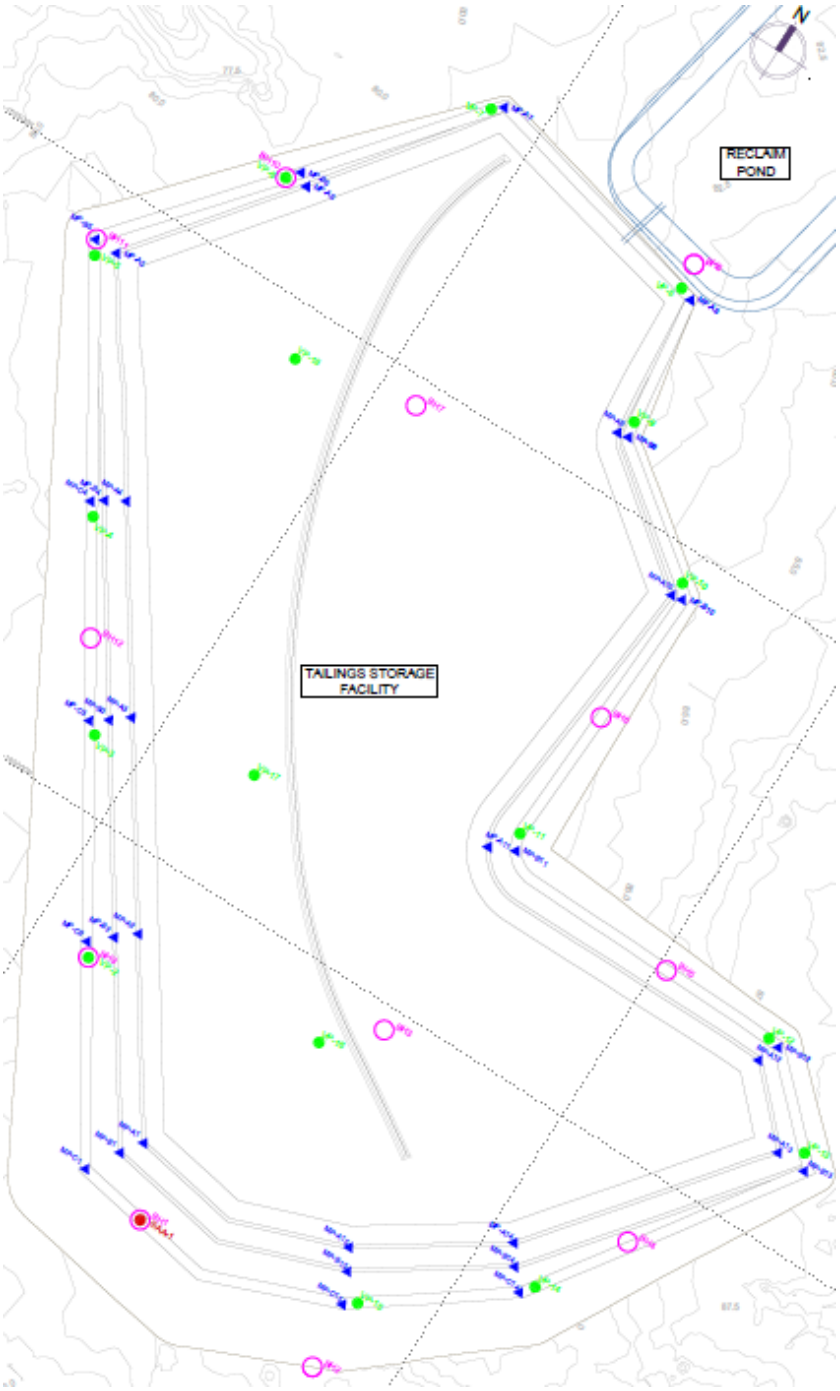


Figura 8.36 – Plano proposto para a Monotorização e Instrumentação.

8.3.2 CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO

8.3.2.1 PLANO DE PRODUÇÃO

A mina processará vários domínios de minério e produzirá diferentes fluxos de rejeitados. Os rejeitados gerados a partir do depósito norte são potencialmente geradores de ácido (PAG), enquanto os rejeitados do depósito sul são esperados como não potencialmente geradores de ácido (não-PAG). Os rejeitados de PAG precisarão de ser mantidos num estado saturado para inibir a oxidação e evitar a geração de ácido.

A consistência de rejeitados espessos e não segregados foi selecionada como descarga via tubagens em torno da Instalação de Resíduos. Os rejeitados não potencialmente geradores de ácido podem ser preferencialmente descarregados para uso de uma cobertura ou revestimento basal para os rejeitados do PAG.

Os rejeitados serão filtrados para uma polpa não segregada (alta densidade) na instalação de produção de pasta. A porção utilizada para o enchimento subterrâneo será posteriormente filtrada para uso como pasta cimentada. A água da filtragem dos rejeitados depositados e o escoamento da precipitação irão drenar passivamente para uma lagoa revestida e impermeabilizada de recuperação (bacia de recuperação), de onde a água será recirculada para uso como água de reposição do processo de tratamento de minério.

8.3.2.2 CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO

Os critérios de projeto foram definidos a partir da base de projeto para a Instalação de Resíduos da Lagoa Salgada. A base de projeto estabelece as diretrizes regulatórias e as práticas da indústria, bem como os critérios e dados contextuais relevantes para o projeto da Instalação de Resíduos. Os critérios de projeto apresentados na Tabela 8.16 fornecem um resumo dos dados básicos.

Tabela 8.16 – Características do Local e Projeto.

Descrição	Valor	Fonte
Produção Nominal de Rejeitados	1,880,000 t/ano	PEA
Percentagem de Rejeitados usados para enchimentos da Mina (Paste-Fill)	37 %	RMS Design Basis Memo
Percentagm de Rejeitados depositados na instalação de resíduos	63 %	RMS Design Basis Memo
Deposição de Rejeitados na Instalação de Resíduos	600,312 t/ano	SLR Design Basis Report Memo
Tempo de vida da instalação	7.9 anos	SLR Design Basis Report Memo
Capacidade de armazenamento necessária da Instalação de Resíduos	9,463,924t	SLR Design Basis Report Memo
Rocha do Desenvolvimento Mineiro	1,039,000 t	SLR Design Basis Report Memo

Descrição	Valor	Fonte
Rocha de Desenvolvjmento Mineiro depositada na Instalação de Resíduos PAG	259,750 t	Assume-se que 50% será para enchimento no fundo e 50% da rocha de desenvolvimento é PAG
Rocha de Desenvolvjmento Mineiro depositada na Instalação de Resíduos NAG	259,750 t	
Dados de Projeto do Paramento		
Método de construção	Construção a jusante com sistema de revestimento na face a montante.	
Revestimento	Revestimento composto por HDPE/Geossintético em Argila em cima da base e	
Sistema Drenagem Subterrâneo	Camada de areia com espessura de 500mm sobre a base da Instalação de Resíduos, com um canal central de coleta de drenagem	
Largura da crista do aterro	10 m	
Inclinação transversal da crista do aterro	2 %	
Talude a montante do aterro	2.5H:1V com bandadas de 3.5m largura	
Talude a jusante do aterro	3H:1V	
Vertedouro		
Posição	Aterro Norte	
Cota de descarga	101.4 mRL	
Projeto de Evento Extremo	Duração crítica Probabilidade de máxima precipitação (PMP)	
Construção da descarga	Secção transversal trapezoidal revestida com enrocamento de rocha, com largura de base de 10,0 m, inclinação lateral de 6H:1V e profundidade de 1,0 m	
Bacia de estabilização Externa		
<u>Reservatório Operacional</u>		
Fase 1	110,000 m^3	Balanço de água
Fase 2	198,000 m^3	
Fase 3	213,000 m^3	
<u>Armazenamento de cheia do Projeto Ambiental</u>		
Fase 1	24,900 m^3	Calculado
Fase 2	45,500 m^3	
Fase 3	62,500 m^3	

Descrição	Valor	Fonte
Fase 3 da Bacia de estabilização		
Posição de descarga	Canto NW	
Cota da descarga	79.8 mRL	
Projeto de evento extremo	Duração crítica PMP	
Construção da descarga	Secção transversal trapezoidal revestida com enrocamento de rocha, com largura de base de 10,0 m, inclinação lateral de 6H:1V e profundidade de 1,0 m	
Dados dos Rejeitados		
Tipo de Rejeitados	Pasta filtrada	SLR Design Basis Report Memo
Densidade	2.0 t/m^3	SLR Design Basis Report Memo
Densidade da polpa (% sólidos em peso)	70%	RMS Design Basis Memo
Talude de praia	1V in 50H	SLR Design Basis Report Memo
Método de deposição de rejeitados	Descarga tubagem	
Dados de Projeto do Aterro		
Fator de Segurança de Estabilidade Mínimo		
Durante/Final da Construção	1.3	CDA
Longo Prazo	1.5	
Sísmico - Pseudo-estático	1	
Sísmico - Pós-tremor de terra	1.2	
Parâmetros do Solo		
Fundação de areia	Drenada ϕ' = 30°, c’ = 0 kPa Não drenada N/A	Assumido
Enchimento com area	Drenada ϕ' = 34°, c’ = 0 kPa Não drenada N/A	Assumido
Argila	Tensão de deslizamento* ϕ' = 26°, c’ = 0 kPa Não drenada τ/σ = 0.3, (min 30kPa)	Assumido
Rejeitados de Pasta	Não drenada τ/σ = 0.3	Assumido
Carga Sísmica		
Projeto Sísmico máximo	0.26 g	Assumido
Dados Hidrológicos		
Precipitação media anual	647 mm	Quadrante (2022)

Descrição	Valor	Fonte
Evaporação anual média	1,304 mm	SNIRH (2023)
Projeto de Tempestade		
Projeto de Tempestade para os canais do perímetro da Instalação de Resíduos	Duração crítica PMP	
Projeto de Tempestade para os sistemas de bombagem dos reservatórios	Duração crítica para evento de 1 / 100 anos	
Projeto de Tempestade para desvio de água pluviais limpas	Secção de baixo fluxo: Duração crítica para evento de 1 / 10 anos Secção de alto fluxo: Duração Crítica PMP	

8.3.3 OPÇÕES CONCEPTUAIS DE DESENVOLVIMENTO

Localização da Instalação de Resíduos

O processo de seleção do local de deposição dos rejeitados envolve a identificação de todos os possíveis locais a uma distância razoável da Lavaria que possam conter a tonelagem de rejeitados planeada, seguido de uma abordagem sistemática e racional que considera um equilíbrio de fatores ao longo do ciclo de vida para chegar ao local de melhor adequação.

A terminologia adotada tem em conta a consistência dos rejeitados no ponto de deposição, a saber:

Rejeitados convencionais são utilizados para denotar uma suspensão diluída que tende a se segregar após ser descarregada na Instalação de Resíduos, com partículas de rejeitados mais grosseiras caindo da suspensão, próximo do ponto de descarga, sendo que as partículas mais finas permanecem em suspensão até que ocorra a separação sólido-líquido;

- Rejeitados espessados que se referem a uma suspensão de alta densidade com separação reduzida de água após a deposição, existindo pouco ou nenhum processo de segregação de tamanhos de partículas. A inclinação é relativamente uniforme e gerenciável, devido ao aumento da viscosidade e ausência de necessidade de uma bacia;

- Rejeitados de pasta desidratados, assemelhando-se ao cimento fresco, que se deforma após a deposição. Praticamente nenhuma água se separa dos rejeitados depositados;

- Rejeitados filtrados resultam do uso de equipamentos de filtração por vácuo ou pressão para produzir um bolo húmido.

8.3.3.1 POSSÍVEIS LOCAIS IDENTIFICADOS

Foram avaliadas oito (8) opções de Instalação de Resíduos, as quais foram classificadas com base em critérios de desempenho, incluindo a classificação de consequências dos rejeitados, capacidade de armazenamento, relação de armazenamento, etc. A Figura 8.37 apresenta os possíveis locais de deposição de rejeitados identificados, que poderiam conter a tonelagem de projetada, dentro de um raio de 10 km das infraestruturas. A Tabela 8.17 apresenta a avaliação dos possíveis locais, tamanho/área, propriedades, quantidades de armazenamento/rejeitados, bacias hidrográficas, etc.

Com base na Tabela 8.17 as seguintes localizações foram excluídas:

- Opção A - Embora este local não tenha elementos detratores significativos ou falhas de concepção, não se enquadra na área de estudo ambiental e o terreno não é propriedade da RedCorp. Como tal, esta solução só seria aplicável como último recurso.
- Opção B - Possui uma grande bacia hidrográfica a montante, que será um desafio para redirecionar. O risco e o custo de um desvio desta dimensão tornam a uma solução impraticável.
- Opção C - Está localizado a uma distância considerável dos jazigos e tem uma baixa eficiência de armazenamento (a relação entre o volume de armazenamento de rejeitados e o enchimento da barragem é de 3,5).
- Opção D - Está localizado a uma distância considerável do local e requer uma contenção total (empilhamento).
- Opção E - Este local não tem falhas significativas de concepção, e apesar de ter uma grande bacia de captação a montante, é possível um desvio com baixo risco. Está, no entanto, localizado fora da área de estudo ambiental.
- Opção F - Está localizado nas proximidades do rio Sado, criando um potencial risco ambiental.
- Opção G - Localiza-se do outro lado do rio Sado, no município adjacente, incorrendo em riscos operacionais e de aprovação significativos.
- Opção I - Tem uma área insuficiente para conter o volume de rejeitados.

As seguintes opções foram consideradas para uma análise mais detalhada:

- Opção E - Tem uma importante bacia hidrográfica a montante, mas é possível um desvio de engenharia com baixo risco. No entanto, não está dentro da área de estudo ambiental, mas está próximo das terras pertencentes à RedCorp, sendo que mesmo fora da área de estudos ambientais, esta opção foi considerada.
- Opção H - Tem a eficiência de armazenamento necessária, está localizada dentro da área de estudos ambientais, e está bastante próxima da exploração.

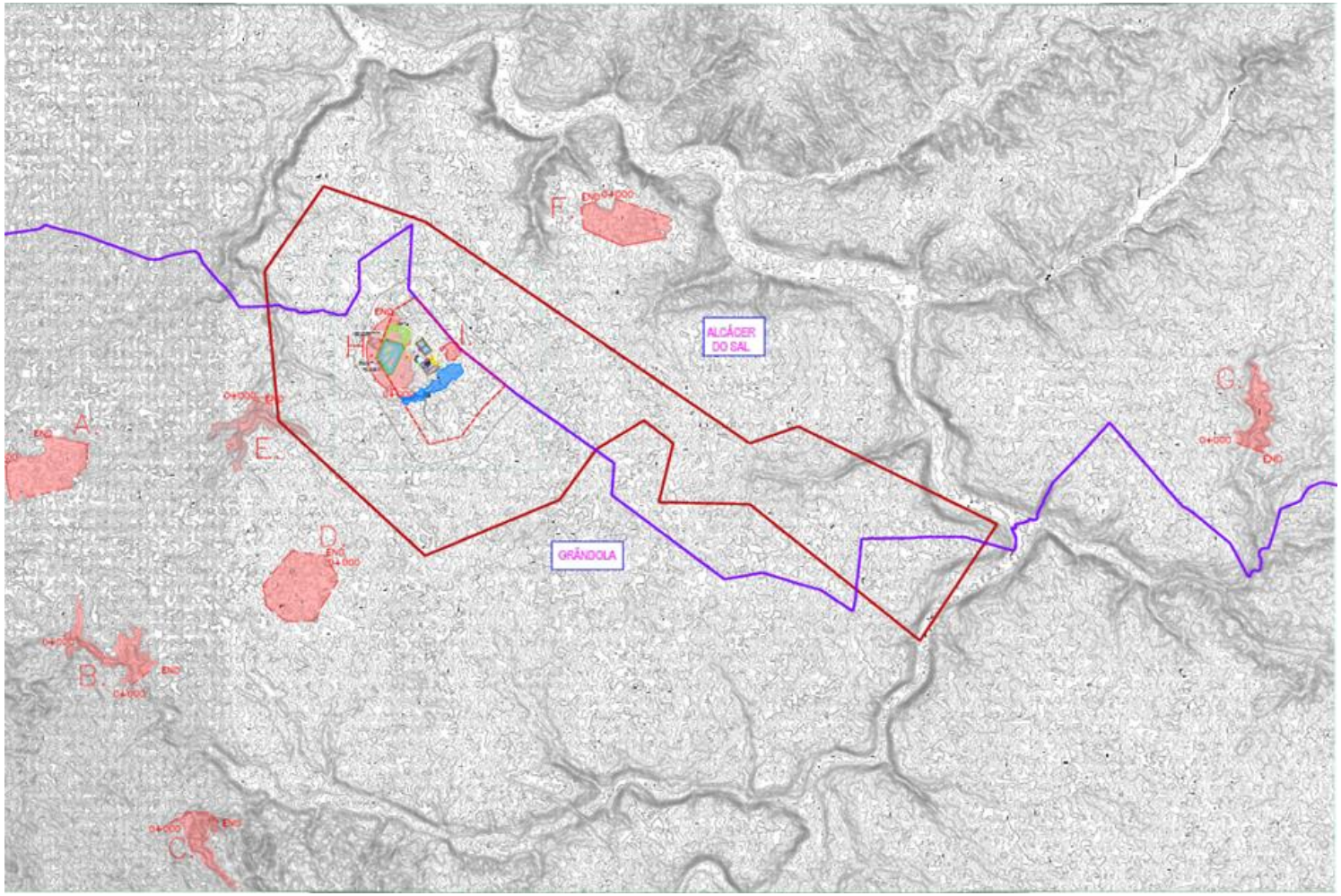


Figura 8.37 – Localização de várias opções (A a H) avaliadas durante a projecção preliminar.

Tabela 8.17 – Comparação dos Possíveis Locais para a Instalação de Resíduos.

ID	Área	Capacidade (Note 1)			Volume da Instalação					Tipo de Armazenamento	Estado	Consistência dos Rejeitados
		Cota de nível	Cota mínima	Barragem necessária para tonelagem de projecto	Comprimento	Altura Máxima	Elevação aterro	Enhcimento aterro	Eficiência de armazenamento (Nota 2)			
	(ha)	(m)	(m)	(% perímetro)	(m)	(m)	(m)	(m^3)	(-)			
A	188	87.2	80	44%	4,531	7	90.2	356,588	17.2	Encosta	Local Candidato	Espessado, pasta ou bolo filtrado
B	120	87.2	74	5%	642	17	90.2	255,976	24.0	Vale	Rejeitado: Uma grande bacia hidrográfica a montante é difícil de desviar	Espessado, pasta ou bolo filtrado
C	102	95.7	80	10%	1,336	31	98.7	1,737,994	3.5	Vale	Rejeitado: longa distância da mina, baixa eficiência de armazenamento	-
D	206	88.7	86	90%	4,948	8	91.7	676,477	9.1	Plano, aterro em anel	Rejeitado: Requer contenção total (pilhas), mas mais distante da mina	-
E	79	59.7	40	5%	516	19	62.7	202,843	30.3	Vale	Local Candidato	Espessado, pasta ou bolo filtrado
F	161	89.7	84	65%	4,215	9	92.7	827,304	7.4	Encosta	Rejeitado: perto de linha de água	-
G	91	63.8	50	10%	680	23	66.7	408,202	15.1	Vale	Rejeitado: localizado do outro lado do rio e noutro município	-
H	136	89.1	82	59%	2,688	11	92.1	630,274	9.8	Encosta	Local Candidato	Espessado, pasta ou bolo filtrado
I	13	135.3	88	100%	180	49	138.3	12106,991	0.5	Pilha	Rejeitado: área insuficiente para a tonelagem requerida	-

8.3.3.2 COMPARAÇÃO DOS LOCAIS CANDIDATOS

Figura 8.38: Apresenta um conceito para o desenvolvimento da Opção E com uma superfície inclinada e espessa. de forma a reduzir o tamanho da barragem e facilitar o seu encerramento. A concepção para o encerramento é da maior importância para evitar custos significativos de encerramento pós-operação, alinhando-se e com as melhores práticas atuais.

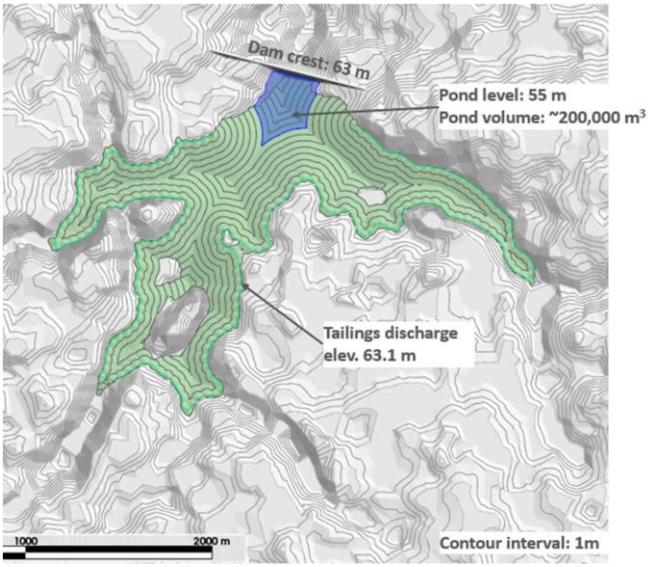


Figura 8.38 – Configuração Conceptual do Local E.

Figura 8.39: Apresenta o conceito de desenvolvimento da Opção H, para a deposição de rejeitados espessos e de alta densidade, produzindo um depósito de rejeitados relativamente uniforme e homogéneo. As águas superficiais serão dirigidas para uma lagoa de recuperação externa (Bacia de Recuperação).

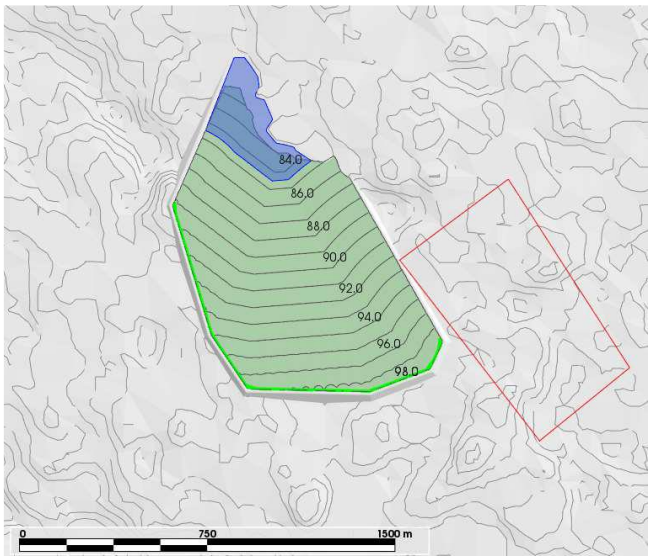


Figura 8.39 – Configuração Conceptual do Local H.

De seguida são apresentados os critérios utilizados na comparação das diferentes opções:

- Aspetos operacionais e complexidade:
    - Requerimentos para o processamento e deposição dos rejeitados;
    - Qualidade da água a enviar para a lavaria;
    - Interações com os equipamentos mineiros.
- Riscos:
    - Planeamento;
    - Design e custos de construção;
    - Aspetos sociais e regulamentares.
- Aspetos ambientais e sociais:
    - Estabilidade física e química.
- Custos:
    - Construção;
    - Central de Espessamento;
    - Custos iniciais e de operação;
    - Potenciais impactos - infiltrações, poeiras, potenciais falhas na instalação
    - Impactos no balanço de águas.

Com base na avaliação dos locais candidatos, a Opção H foi adoptada como a mais adequado. A Opção E não foi adoptada devido aos riscos associados à aquisição de terrenos e à falta de estudos ambientais.

Tabela 8.18 – Locais Candidatos para a Instalação de Resíduos.

ID	Conceito			Considerações de Custos		Questões Operacionais	Riscos	
	Localização	**Consistência dos Rejeitados**	**Áreas de armazenamento**	**Comparação de custos de capital** (Notas 2 até 4)	**Custos operacionais para deposição e filtração de rejeitados** (Notas 5 & 6)	**Deposição, vigilância, manutenção ou outras**	**Ambientais & Sociais**	**Projeto & temporização de aprovação**
Local E	Vale remoto localizado a oeste da lavaria	Polpa de alta densidade ou pasta	Área: 150 ha Redirecionado: 3,700 há	Preparação local: $ ~ 3.8 M Aterro: US $5.4M Redirecionados: US $2.7M Total: US $11.9 M	$ ~13 M $ ~1 / t rejeitados ($0.75 a $2.50)	Maiores custos de manutenção (longos canais de diversão, tubagens, etc.). Poderá precisar de uma zona para escombreiras. Poderá ser mais fácil submergir os rejeitados se necessário.	Não identificados. O local está for a da área de estudo; constrangimentos não foram avaliados.	Estudos ambientais ainda não realizados ou em fase preliminar.
Local H	Infraestrutura localizada na área industrial a oeste da lavaria	Polpa de alta densidade ou pasta	Área: 100 ha Redirecionado: - ha	Preparação local: $ ~ 2.5 M Aterro: $4 - 12 M Redirecionados: - Total: $6.5 - $14.5 M	$ ~13 M $ ~1 / t rejeitados ($0.75 a $2.50)	Deposição em camadas finas, com ciclo de descarga necessário.	Sobreposição com habitats sensíveis poderá requerer de medidas compensatórias.	Justificativa técnica necessária para suportar o revestimento parcial da base e questões de qualidade da água a longo prazo devido aos rejeitados potencialmente geradores de ácido
Local H'	Infraestrutura localizada na área industrial a oeste da lavaria	Filtrados	Área: 56 ha Redirecionado: - há	Preparação local: $ ~5.6 M Aterro: US$ 1.7M Redirecionado: US $ - Total: $ 7.3 M "Aterro" inclui os rejeitados compactados que formam proteção exterior	$ ~65 M $ ~5 / t rejeitados ($4 a $12)	Pode exigir uma célula ou área para os rejeitados alterados. Potencial de Drenagem Ácida de Rocha (DAR) para rejeitados não saturados. Problemas de poeiras.	Impactes menores nas zonas de habitats sensíveis.	Poderá ser difícil gerir a qualidade da água no curto e longo prazo devido aos rejeitados potencialmente geradores de ácido.

1. A indicação de custos é apresentada apenas para fins de comparação. Os custos são apenas indicativos e sujeitos a variações significativas.
2. Os custos de preparação do local assumem $10/m^2 para nivelamento, drenagem de revestimento, etc. sobre toda a área de deposição e 25% dos locais de rejeitados espessados.
3. Os custos de construção de barragens de contenção variarão significativamente dependendo da disponibilidade de rocha da mina. Os custos unitários assumidos são de $10 para rochs da mina e $25 por m^3 para enchimento importado.
4. A escavação do canal de desvio e proteção contra erosão assumem um custo de capital de $10 por m^3.
5. Os custos operacionais para filtração e colocação do bolo filtrado em pilha consideram uma taxa unitária de $5/m^3.

8.3.4 ESTUDO DE ROTURA

Foi realizada uma avaliação qualitativa das consequências de uma falha na Instalação de Resíduos a fim de definir os critérios de concepção do projeto de Instalação de Resíduos. Foi desenvolvida uma classificação preliminar das consequências no âmbito das normas GISTM (2020) e CDA (2019). Uma vez que este projeto foi desenvolvido em estudo prévio foram utilizadas normas internacionais aceites como bases para o projeto de execução onde se refinará os conceitos apresentados com o Regulamento Segurança de Barragens Decreto-Lei n.º 21/2018.

Em seguida é apresentado um resumo da avaliação preliminar e recomendações para trabalhos futuros.

8.3.4.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA

A avaliação qualitativa das consequências de uma falha de desenvolvida através dos dados topográficos disponíveis, dos detalhes preliminares de concepção e da caracterização da rede de águas local.

CONFIRGURAÇÃO DO LOCAL

A Instalação de Resíduos está localizada num terreno pouco inclinado, com inclinação típica de aproximadamente 1:100 a 1:150 em direção oeste-noroeste. Duas linhas de drenagem (cursos de água não permanentes) foram identificadas nas proximidades da Instalação de Resíduos: i) 150m a noroeste da Instalação de Resíduos com direção a noroeste, e ii) 150m a sul da Instalação de Resíduos com direção a oeste. Ambas estas linhas de drenagem desaguam na Ribeira do Arcão (2,5km a oeste da Instalação de Resíduos) que desagua no Rio Sado (7km a norte da Instalação de Resíduos). Os terrenos em redor da Instalação de Resíduos compreendem uma combinação de agricultura arável e floresta escassa/árvores de baixa densidade.

CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

A superfície final da Instalação de Resíduos irá inclinar-se para norte, com altura máxima de 27,5m a sul e altura mínima de 7m a norte. Os rejeitados espessos serão depositados na Instalação de Resíduos com uma concentração de sólidos de aproximadamente 70%. Espera-se que o excesso de água proveniente da consolidação dos rejeitados seja mínimo. As taxas anuais de evaporação potencial excedem a precipitação.

A caracterização geoquímica dos rejeitados indica que existe um elevado risco de drenagem ácida e lixiviação de metais e, como resultado, a Instalação de Resíduos será uma instalação impermeabilizada, a fim de minimizar os impactos ambientais.

CARACTERIZAÇÃO DA ROTURA

O potencial de liquefação dos rejeitados ainda não foi avaliado, pelo que se deve assumir que os rejeitados são susceptíveis à liquefação. Em linha com o boletim técnico do CDA para análises de ruptura da barragem de rejeitados (CDA, 2021), o caso de ruptura da barragem seria o Caso 2A - Rejeitados liquefeitos sem tanque sobrenadante ou o Caso 2B - Rejeitados não liquefeitos sem tanque sobrenadante.

Dado isto, deve assumir-se que a falha da estrutura da Instalação de Resíduos é credível. Não se espera que uma inundação induzida por um colapso excessivo seja um cenário de falha credível. Contudo, após uma avaliação mais aprofundada, espera-se que os seguintes cenários de falha sejam credíveis:

As fugas através do revestimento podem evoluir para uma falha da tubagem através do aterro, libertando assim os rejeitados.

Pressões elevadas de água no aterro ou camadas fracas nas fundações do aterro poderiam desencadear uma falha no declive ou um deslizamento do aterro, libertando assim os rejeitados através da secção de falha do aterro.

Em caso de falha do aterro, os rejeitados libertados comportar-se-iam como um fluxo de lama / escorregamento de fluxo devido a concentrações elevadas de sólidos. Dado o terreno relativamente plano, espera-se que o escoamento dos rejeitados seja limitado a várias centenas de metros. No entanto, quaisquer rejeitados libertados na rede do curso de água poderiam ser mobilizados muito mais longe, transportados por qualquer fluxo através do curso de água.

RECETORES E IMPACTOS

A localização da Instalação de Resíduos, topografia local, e potenciais receptores identificados são apresentados na Figura 8.40.

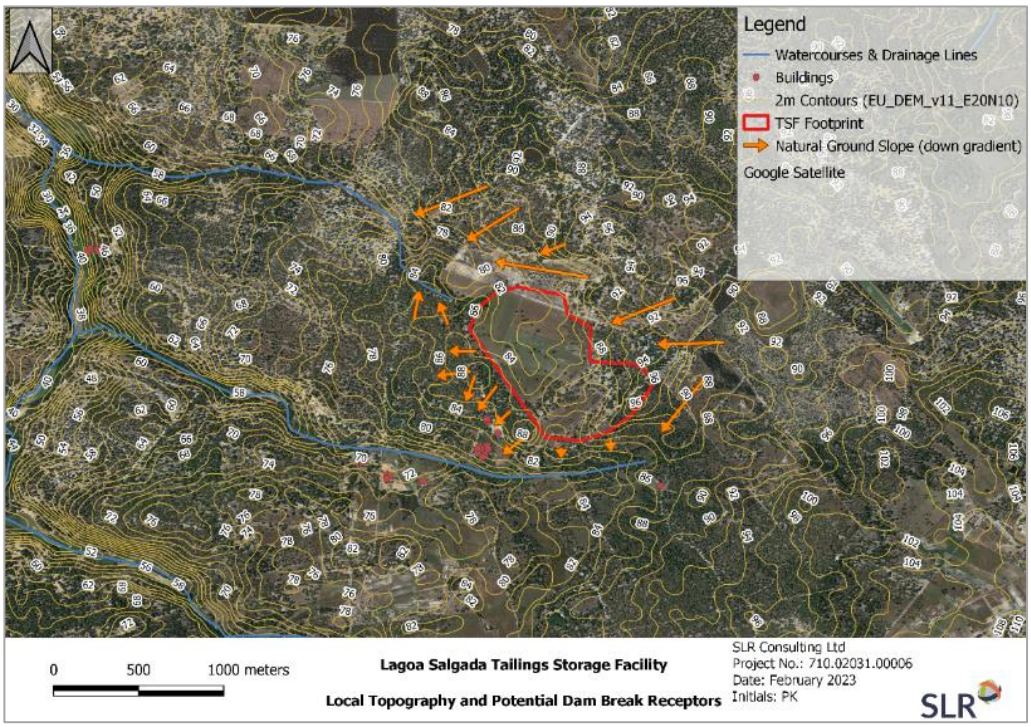


Figura 8.40 - Topografia local e Potenciais receptores de rotura.

Os impactos potenciais resultantes de uma falha na Instalação de Resíduos são considerados em diferentes locais, conforme abordado abaixo:

Norte – uma falha a norte da Instalação de Resíduos poderia resultar no escoamento de rejeitados poderia deslocar a água dentro da lagoa de recuperação (que será escavada abaixo do nível do solo natural). A mistura de rejeitados e água do tanque poderia ser altamente móvel, embora o volume de descarga fosse mínimo (altura da barragem de 7m). Os rejeitados libertados e a água fluiriam no sentido oeste ao longo de uma linha de drenagem e para a rede do curso de água. Os impactos serão mais notáveis para os recetores ambientais, uma vez que a rede do curso de água será afectada. Não foram identificados edifícios na provável área de inundação.

Este – uma falha a Este da Instalação de Resíduos poderá resultar em escoamento de rejeitados que poderão inundar a Lavaria e as infraestruturas associadas. No entanto, os impactos seriam localizados apenas como as encostas do terreno em direção ao oeste e noroeste.

Sul – uma falha a Sul da Instalação de Resíduos poderia resultar no volume máximo de descarga (altura da barragem de 27,5m). O escoamento de rejeitados atingiria a linha de drenagem próxima e poderia resultar na mobilização de material de rejeitados por qualquer fluxo na linha de drenagem e transportado para a rede do curso de água. Os impactos serão mais notáveis para os receptores ambientais, uma vez que a rede do curso de água será afetada. Não foram identificados edifícios na provável área de inundação.

Oeste – uma falha a oeste da Instalação de Resíduos poderá resultar na inundação da quinta identificada a 200m oeste da Instalação de Resíduos que, com base em imagens de satélite, compreende uma habitação residencial e vários anexos. O escoamento dos rejeitados chegaria à linha de drenagem próxima e poderia resultar na mobilização de material de rejeitados por qualquer fluxo na linha de drenagem e ser transportado para a rede do curso de água.

Espera-se que uma falha no sudoeste da Instalação de Resíduos resulte em consequências mais graves e constituirá a base da classificação preliminar de consequências discutida abaixo.

8.3.4.2 Classificação Preliminar de Consequências

Para efeitos de seleção dos critérios de concepção a adoptar, as classificações preliminares das consequências são as seguintes:

- GISTM: Muito Elevada
- CDA: Muito Alto

Deve notar-se que as perdas ambientais foram avaliadas de forma conservadora, e o trabalho adicional pode demonstrar uma redução na classificação para Alto, tanto no âmbito do GISTM como do CDA, se for possível demonstrar que as perdas ambientais são menos graves.

Tabela 8.19 – Classificação das Consequências.

Classificação Consequência da Rotura do Aterro	Perdas Incrementadas				
	Potencial População em Risco	**Potencial Perda de Vidas**	**Ambiente**	**Saúde, Social e Cultural**	**Infraestructura e Financeiro**
Baixo	None	Não Esperadas	Mínima perda ou deterioração a curto prazo do habitat ou de espécies raras e ameaçadas de extinção.	Efeitos mínimos e interrupção dos negócios e meios de subsistência. Nenhum efeito mensurável na saúde humana. Nenhuma interrupção dos patrimónios culturais, recreativos, comunitários ou culturais.	Perdas financeiras baixas: área contém infraestrutura ou serviços limitados. <US$1M.
Significante	1-10	Não Específicadas	Não há perda ou deterioração significativa do habitat. Potencial contaminação do fornecimento de água para animais com efeito insignificante na saúde. Água do processo com baixo potencial de toxicidade. Rejeitados não têm potencial para gerar ácidos e têm baixo potencial de lixiviação neutra. A restauração é possível dentro de 1 a 5 anos.	Significativa interrupção dos negócios, serviços ou deslocamento social. Baixa probabilidade de perda de patrimónios culturais, recreativos, comunitários ou culturais regionais. Baixa probabilidade de efeitos na saúde	Perdas para infraestruturas de recreio, locais de ocupação sazonal e rotas de transporte não frequentes. <US$10M.
Alto	10-100	Possíveis (1-10)	Perda ou deterioração significativa do habitat crítico ou de espécies raras e ameaçadas de extinção. Potencial contaminação do fornecimento de água para animais com efeito insignificante na saúde. Água do processo é moderadamente tóxica. Baixo potencial para drenagem ácida de rochas ou efeitos de lixiviação de metais dos rejeitados liberados. A área potencial de impacto é de 10 km^2 a 20	500 a 1.000 pessoas afetadas pela interrupção dos negócios, serviços ou deslocamento social. Interrupção dos patrimónios culturais, recreativos, comunitários ou culturais regionais. Potencial para efeitos na saúde humana a curto prazo.	Grandes perdas financeiras afetando infraestrutura, transporte públicos e infraestrutura comercial e de emprego. Relocação/compensação moderada às comunidades. <US$100M.

			km^2. A restauração é possível, mas difícil e pode levar mais de 5 anos		
Muito Alto	100-1 000	Prováveis (10-100)	Perda ou deterioração significativa do habitat crítico ou de espécies raras e ameaçadas de extinção. Água do processo é altamente tóxica. Alto potencial para drenagem ácida de rochas ou efeitos de lixiviação de metais dos rejeitados liberados. Área potencial de impacto > 20 km^2. A restauração ou compensação é possível, mas muito difícil e requer um longo tempo (de 5 a 20 anos)	1.000 pessoas afetadas pela interrupção de negócios, serviços ou deslocamento social por mais de um ano. Perda significativa do patrimônio nacional, comunitário ou cultural. Potencial para efeitos significativos na saúde humana a longo prazo.	Perdas financeiras muito elevadas afetando importantes infraestruturas ou serviços (ex: auto-estradas, indústrias, armazéns ou substâncias perigosas). Elevada relocação/compensação às comunidades. < US$1B.
Extremo	>1 000	Real (>100)	Perda catastrófica do habitat crítico ou de espécies raras e ameaçadas de extinção. Água do processo altamente tóxica. Potencial muito alto para drenagem ácida de rochas ou efeitos de lixiviação de metais dos rejeitados liberados. Área potencial de impacto > 20 km^2. A restauração ou compensação na forma original é impossível ou requer um tempo muito longo (> 20 anos)	5.000 pessoas afetadas pela interrupção de negócios, serviços ou deslocamento social por anos. Património nacional, instalações comunitárias significativas ou ativos culturais destruídos. Potencial para efeitos graves e/ou de longo prazo na saúde humana	Perdas financeiras extremas afetando infraestruturas ou serviços críticos (ex: hospitais, complexos industriais e grandes plataformos logísticas). Muito elevada relocação/compensação às comunidades e custos socias muito elevados >US$1B.
Comentários de Suporte	Total da população nas quintas e dependências próximas (sudoeste da Instalação de Resíduos) provavelmente será de 5-10. É esperada uma alta taxa de mortalidade nas proximidades da Instalação de Resíduos devido à inundação rápida e falta de tempo para aviso e evacuação, porém a		A caracterização geoquímica dos rejeitados indica um alto risco de drenagem ácida e lixiviação de metais. Espera-se que a água do processo seja tóxica. A libertação de rejeitados na rede de cursos de água deve resultar em efeitos na saúde do gado e fauna. A área potencial de impacto é esperada ser < 20km^2. A restauração é esperada ser possível dentro de 1 a 5 anos.	Disrupção do património histórico, recreativo, comunidade ou ativos culturais é considerada possível. Possíveis impactos de curto prazo na saúde humana são considerados possíveis ao afetar a água de qualquer captação local de águas subterrâneas e superficiais.	Espera-se que os danos à infraestrutura sejam mínimos, limitados à infraestrutura agrícola local, uma ou duas travessias de cursos de água e pequenos troços de estradas secundárias. Espera-se que as perdas totais de infraestrutura sejam de US$10 a 100M.

	perda total de vidas esperada é abaixo de 10.			

Nota 1. Definição para a população em risco:

- Nenhum - Não há população identificável em risco, portanto, não há possibilidade de perda de vidas, exceto por meio de acidentes imprevisíveis.
- Temporário - As pessoas estão apenas temporariamente na zona de inundação da rutura da barragem (por exemplo, uso sazonal de chalés, passagem em rotas de transporte, participação em atividades recreativas).
- Permanente - A população em risco está normalmente localizada na zona de inundação da rutura da barragem (por exemplo, como residentes permanentes); são propostas três classes de consequências (alta, muito alta, extrema) para permitir estimativas mais detalhadas de possíveis perdas de vidas (para auxiliar na tomada de decisões se a análise apropriada for realizada).

Nota 2. Implicação para perda de vidas:

- Não especificado - O nível apropriado de segurança exigido numa barragem onde as pessoas estão temporariamente em risco depende do número de pessoas, tempo de exposição, natureza de sua atividade e outras condições. Uma classe mais alta pode ser apropriada, dependendo dos requisitos. No entanto, os requisitos de cheia de projeto, por exemplo, podem não ser maiores se a população temporária não estiver presente durante a temporada de cheias.

8.3.5 CONFIGURAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Como referido anteriormente, a opção escolhida para a Instalação de Resíduos está localizada imediatamente a oeste da Lavaria (Opção H), abrangendo uma área de 70 ha, o que evita as áreas de habitat restrito nas proximidades. A localização da Instalação de Resíduos é apresentada abaixo na Figura 8.41.

Devido aos rejeitados e o estéril proveniente do desenvolvimento terem características de potencial geração de ácidos, foi utilizado um método de deposição na instalação de rejeitados que forma uma praia de deposição inclinada. Desta forma a posição dos rejeitados permite que os mesmos sejam colocados numa posição em que a água é direcionada, durante toda a vida da mina, para zona pretendida (zona norte), o que permite evitar as infiltrações.

As células de recuperação temporária e permanente serão utilizadas de forma a gerir a água de contacto e de infiltração recolhida pelo sistema de drenagem, e posteriormente devolvida à Lavaria.

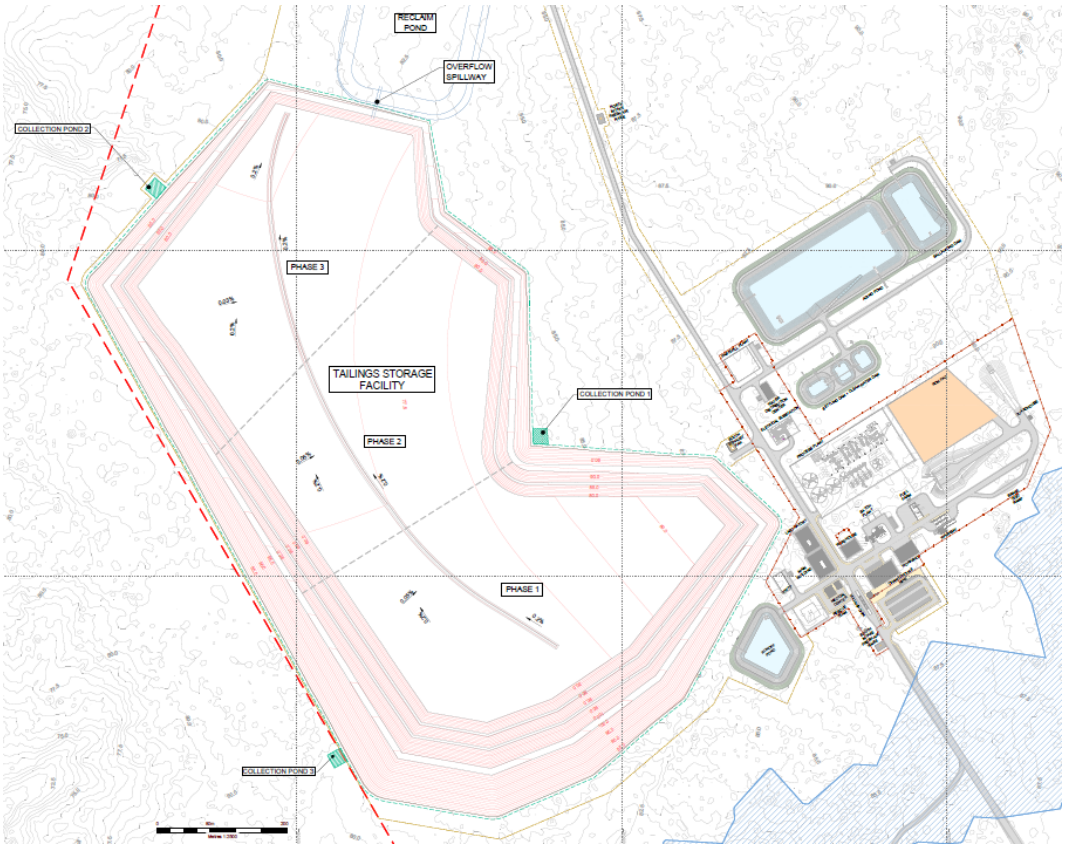


Figura 8.41 – Vista em Planta.

Este capítulo apresenta o estudo realizado para o projeto construtivo da Instalação de Resíduos.

8.3.5.1 AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA

Para avaliar a capacidade da Instalação de Resíduos e as quantidades de materiais para construção, foi gerado um modelo geométrico 3D. O plano de base da Instalação de Resíduos desloca-se de sul para norte, com um canal a percorrer a linha central que direciona a água para a Bacia de Recuperação. Em redor do perímetro da Instalação de Resíduos, os aterros proporcionam a contenção dos rejeitados e rochas de desenvolvimento a serem depositadas. Estes aterros são concebidos para passar de uma elevação máxima de 102 mRL no sul para uma elevação mínima de 82 mRL no norte, escoando a água para a *Aging Pond*.

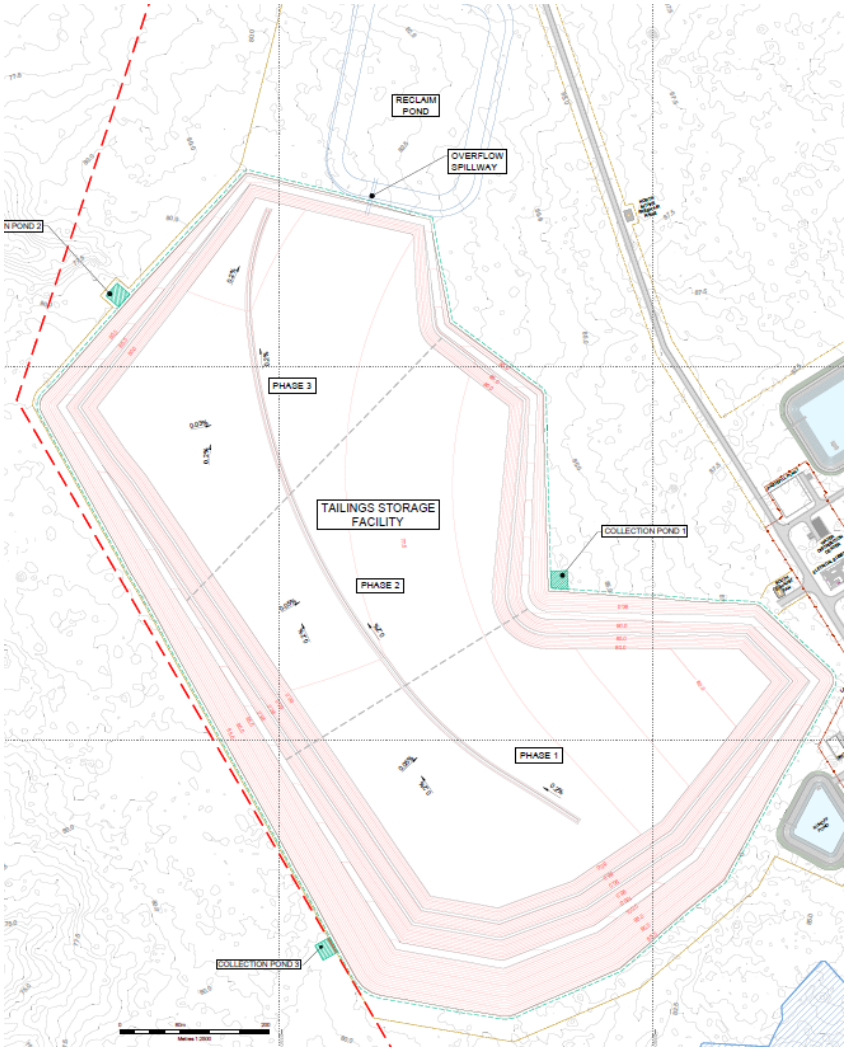
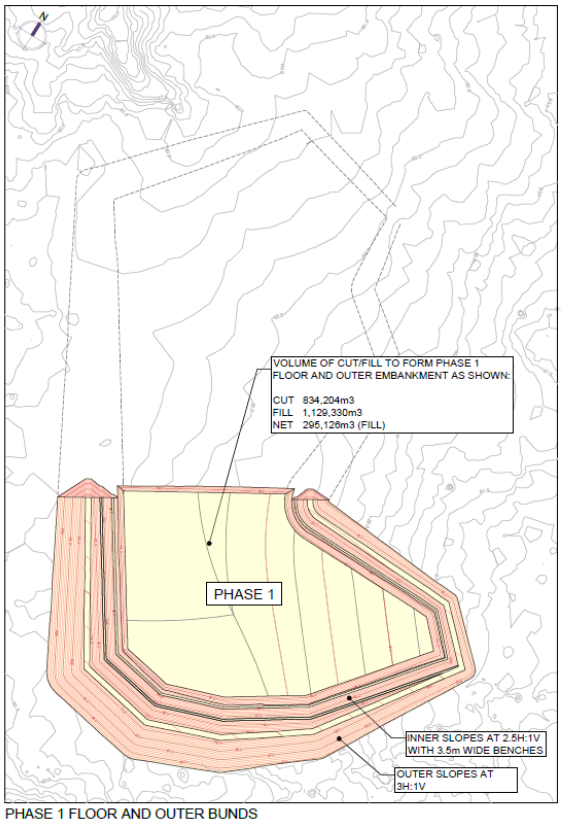


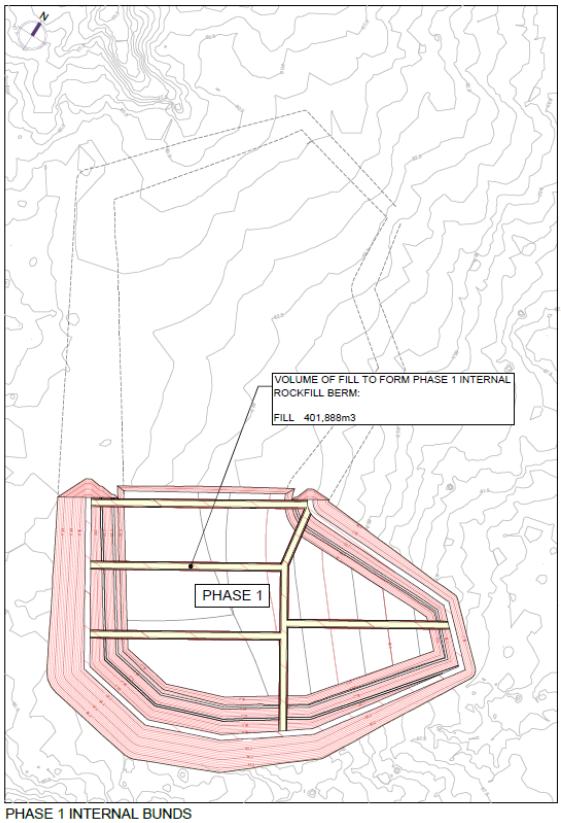
Figura 8.42 – Faseamento da construção da Instalação de Resíduos.

Uma vez removido e armazenado o solo superficial, o material para construir os aterros e quaisquer bermas internas será proveniente da escavação, a fim de atingir a altura final. A escavação média na área da instalação é de 5m e prevê-se que encontre depósitos de areia e argila.

Para proporcionar flexibilidade durante a deposição dos rejeitados, a Instalação de Resíduos foi concebida para ser desenvolvida numa série de fases. O desenvolvimento proposto para a Instalação de Resíduos divide a área em 3 fases, aproximadamente iguais em área, de modo a proporcionar flexibilidade durante a deposição dos rejeitados. O desenvolvimento proposto para a Instalação de Resíduos divide a área basal em 3 fases, aproximadamente iguais em áreas, e cada uma delas será preenchida em várias fases de elevação vertical. As bermas internas formam os limites das fases dentro da área base, assim como subdividem cada fase em zonas menores dentro de cada elevação vertical. A divisão através de fases permite a gestão da colocação de rejeitados geradores de ácido e inertes, assegurar a sua secagem e oxidação e reduzindo a possibilidade de geração de ácidos.



PHASE 1 FLOOR AND OUTER BUNDS



PHASE 1 INTERNAL BUNDS

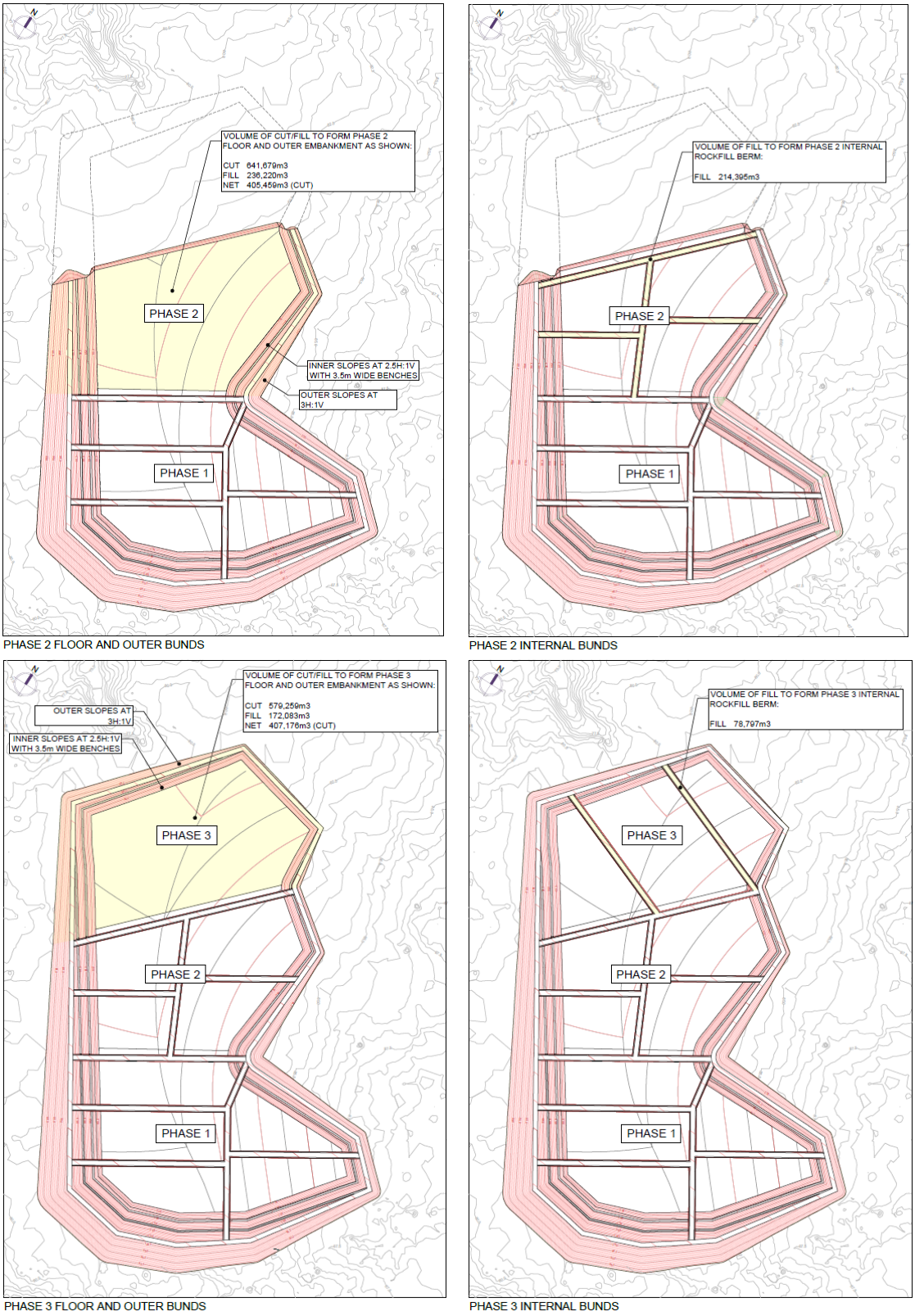


Figura 8.43 – Faseamento da construção da Instalação de Resíduos.

A Tabela 8.20 apresenta os volumes de terraplanagem gerados e as capacidades de armazenamento para o desenho da Instalação de Resíduos em cada fase.

Tabela 8.20 – Volumes de terraplanagem e Capacidade da Instalação de Resíduos.

Fase	Área (m^2)	Volume Escavação (m^3)	Volume Aterro (m^3)	Volume Enchimento Paramento Interno (m^3)	Capacidade Instalação Resíduos (m^3)[1]	Capacidade Instalação Resíduos (t)[2]	Rácio Armazenamento[3]
1	221,059	834,204	1,129,330	401,888	2,879,939	5,759,878	3.58
2	150,357	641,679	236,220	214,395	1,653,233	3,306,466	2.69
3	144,788	579,259	214,395	78,797	1,318,258	2,636,516	2.40
Total	516,204	2,055,142	1,579,945	695,080	5,851,430	11,702,860	2.97

Nota
[1] Capacidade não inclui devolvimento mineiro PAG usado na construção do paramento interno
[2] Assumida densidade dos rejeitados 2.0 t/m3.
[3] O rácio de armazenamento considera que 250,000 m3 do paramento é desenvolvimento mineiro PAG, separado num rácio pro rata durante as fases baseado na área do revestimento

A capacidade de armazenamento de rejeitados baseia-se no nível de cobertura final, que excede a capacidade necessária com base no atual plano mineiro, de forma a permitir a expansão futura da mina. É de notar que, como resultado da flexibilidade do projeto Instalação de Resíduos e do método previsto de deposição de rejeitados, a capacidade da Instalação de Resíduos pode ser reduzida, caso o volume de rejeitados seja menor, sem comprometer os objetivos do projeto de descarga de água para a bacia de recuperação. Do mesmo modo, se o volume de rejeitados exceder a capacidade de projeto, poderá ser gerada uma capacidade adicional através de uma combinação dos seguintes fatores:

- Elevação dos aterros;
- Reduzir o declive do declive final da cobertura;
- Reduzir o perfil da cobertura final.

A Tabela 8.21 apresenta os princípais elementos para o desenho da Instalação de Resíduos.

Tabela 8.21 – Resumo das Dimensões.

Parâmetro	Instalação de Resíduos
Cota final máxima do aterro	102.4
Área total da instalação (ha)	64
Área de armazenamento de rejeitados (ha)	50.6
Aterros	
Talude a Montante	2.5H:1V

Parâmetro	Instalação de Resíduos
Talude a Jusante	3H:1V
Largura mínima (m)	10
Rejeitados armazenados (Mt)	9.3
Rejeitados armazenados (Mm^3)	4.7
Fontes de enchimento	
Escavação da Instalação de Resíduos (Mm^3)	2.06
Desenvolvimento Mineiro (Mm^3)	0.5
Bacia de estabilização	
Total (Mm^3)	
Volume de enchimento necessário	
Aterro perimetral (Mm^3)	1.58
Bermas internas (Mm^3)	0.7
Total (Mm^3)	2.28
Área de Geomembrana na Instalação de Resíduos (m^2)	516,000
Vida da Instalação de Resíduos (anos)	8

8.3.5.2 DESCRIÇÃO

CONFIGURAÇÃO

Os aterros da Instalação de Resíduos serão construídos numa série de elevações com inclinação de 3H:1V a jusante e uma inclinação de 2,5H:1V a montante (Figura 8.44). Para o topo do talude de cada paramento foi definido uma largura mínima de 10m, a qual garante o acesso para manutenção. O declive a montante dos aterros incluirá duas bancadas de 3,5 m de largura, em linha com o topo de cada paramento de forma a permitir a colocação do sistema de revestimento.

O aterro será construído principalmente por areia de enchimento e material argiloso escavado na bacia da Instalação de Resíduos. Os tipos de materiais utilizados na construção do aterro serão colocados e compactados de acordo com um método definido de compactação, cuja especificação (ou seja, espessura da camada, número de passagens, etc) será determinada com base nas características desse material, ou seja, os materiais de areia e argila exigirão, cada um deles, um método de compactação diferente.

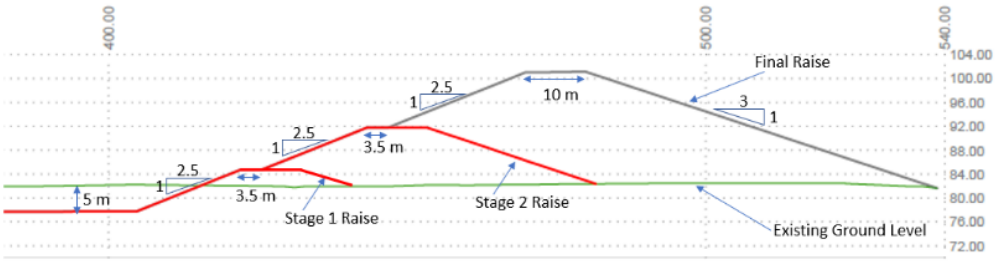


Figura 8.44 – Secção Tipo – Paramento da Instalação de Resíduos.

SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Será necessário um sistema de impermeabilização para reduzir o impacto das possíveis infiltrações na Instalação de Resíduos, que poderão resultar na contaminação das águas subterrâneas ou afetar a qualidade da água das linhas de água a jusante da Instalação de Resíduos.

Embora existam provas de uma camada de argila natural de baixa permeabilidade sob a Instalação de Resíduos, não existem dados suficientes que comprovem a existência de uma formação contínua de baixa permeabilidade sob a Instalação. Portanto, tendo em vista a construção de um sistema de revestimento adequado, foram utilizados materiais geossintéticos na área do projecto.

Com referência à Figura 8.45, o sistema de revestimento proposto para a Instalação de Resíduos consiste numa geomembrana HDPE com um geossintético de revestimento (GCL) subjacente, que em conjunto formam um revestimento composto. O sistema de revestimento será instalado sobre a área basal e os taludes laterais da Instalação de Resíduos. A geomembrana será ancorada na crista e ao longo das bermas interfases, para cada fase de construção, sendo a geomembrana para a fase seguinte amarrada à geomembrana da fase anterior. Uma camada de areia de 500mm de espessura atuará como camada de drenagem sobre a geomembrana e proporcionará igualmente protecção contra danos acidentais do vento, antes da colocação de rejeitados sobre a base da Instalação de Resíduos.

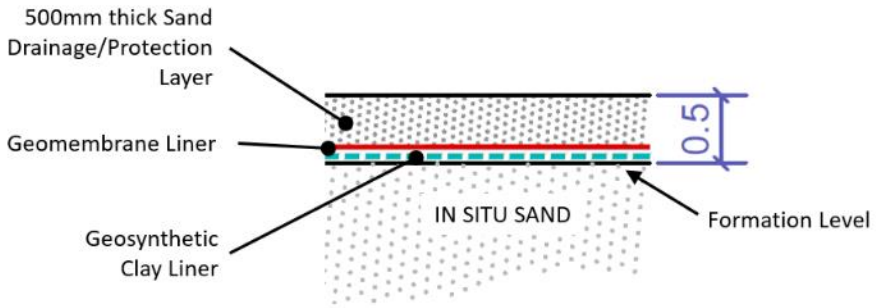


Figura 8.45 – Sistema de Impermeabilização.

SISTEMA DE DRENAGEM

O estudo geotécnico realizado na área da Instalação de Resíduos identificou uma camada de argila subjacente que actua como um aquitardo, armazenando água subterrânea.

O desenho da drenagem compreende um dreno localizado em torno do paramento (Figura 8.46), a montante do aterro perimetral na interface entre a argila e a areia sobreposta, que drena para a Bacia de Recuperação no canto noroeste da Instalação de Resíduos. O projeto destina-se a controlar quaisquer águas subterrâneas locais localizadas acima desta camada de argila, evitando forças ascendentes que actuem sobre o sistema de revestimento e que possam resultar em instabilidade.

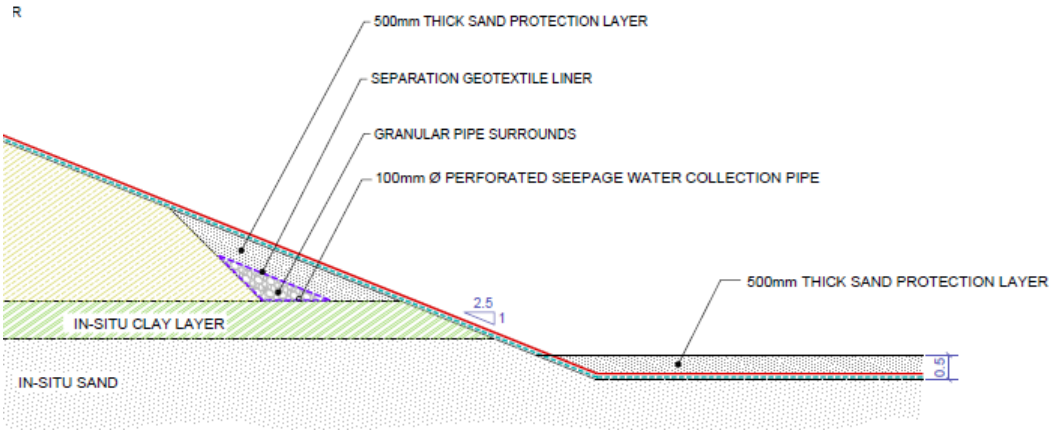


Figura 8.46 – Secção Tipo - Drenagem de Águas Subterrâneas.

SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUA DOS REJEITADOS

A base da Instalação de Resíduos será construída de modo a permitir que a água flua para o interior desde o montante do aterro da Instalação até ao centro da bacia. Neste local, a água será drenada num canal central que corre de sul para norte, drenando a água para a Bacia de Recuperação.

O canal de drenagem corre ao longo da linha central da bacia, com uma profundidade mínima de 1m, 3m de largura na base e declives laterais de 2.5H:1V (Figura 8.47). O canal será sobreposto por uma camada protetora de areia e uma tubagem instalada e preenchida com rocha de desenvolvimento com uma granulometria máxima de 50mm. Um separador geotêxtil será envolto em torno da rocha de desenvolvimento, de forma a evitar a passagem de areia mais fina na rocha mais grosseira e na tubagem.

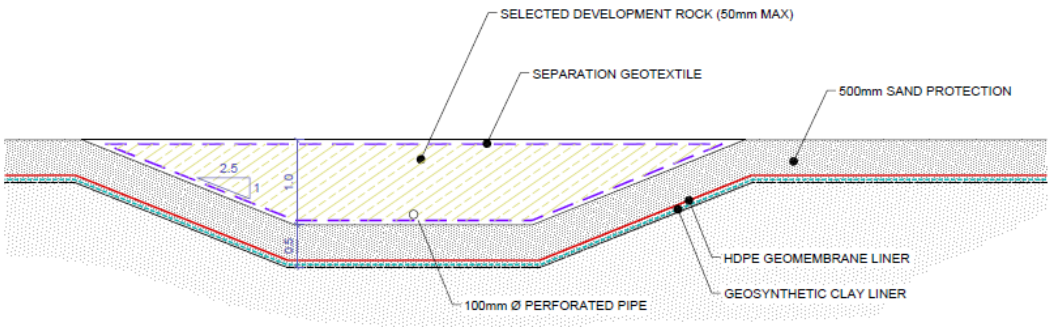


Figura 8.47 – Secção Tipo - Drenagem de águas dos rejeitados.

Uma camada de 500mm de areia protectora será colocada sobre o revestimento da geomembrana, que também funcionará como um caminho de drenagem para canalizar a água o longo da base da Instalação de Resíduos. Esta camada de areia protegerá a geomembrana contra danos acidentais durante o funcionamento.

As bermas interfásicas formadas, quer de areia quer de rocha de desenvolvimento, formam também parte do sistema de drenagem, com o enchimento granular de drenagem permitindo a drenagem da água através das bermas e a sua recolha a jusante, como é demonstrado na Figura 8.49.

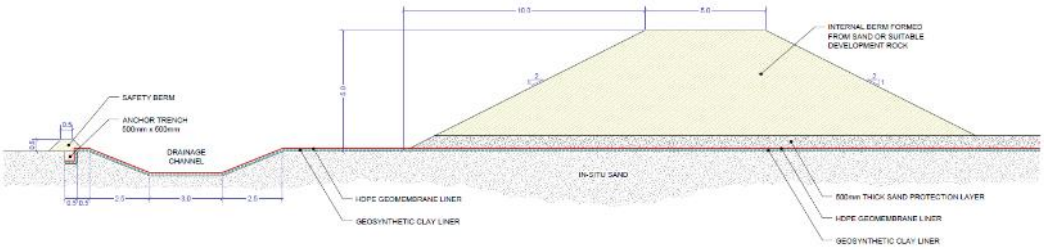


Figura 8.48 – Secção Tipo - Bermas Interfásicas.

CANAIS PERIMETRAIS E POÇOS DE BOMBAGEM

O escoamento de águas pluviais de contacto a partir dos declives exteriores da Instalação de Resíduos e da estrada de acesso à Instalação de Resíduos será coletado em canais perimetrais (Figura 8.49) à Instalação de Resíduos e direcionado para estações de bombagem em pontos baixos em redor da instalação. A recolha de água será bombeada para a Bacia de Recuperação como uma fonte adicional de água de retorno para a Lavaria. Serão necessários dois pontos de bombagem na Instalação de Resíduos, para as Fases 1 e 2. O terceiro ponto de bombagem, no local de menor cota da Instalação (norte da instalação), será necessário para a Fase 3.

Os canais perimetrais terão uma secção transversal retangular com 1,0 m de largura na base e 1,0 m de profundidade, sendo revestidos a betão. Os declives dos canais variarão entre 0,2% e 1,2%, dependendo da topografia natural.

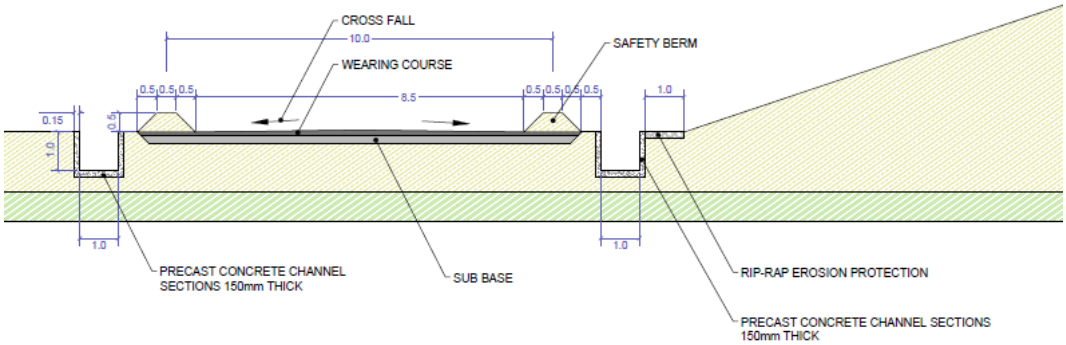


Figura 8.49 – Secção Tipo - Canais de recolha a jusante do perímetro e estrada de acesso.

Os canais perimetrais foram concebidos para colmatar o fluxo de pico com base num evento crítico. Estes irão drenar uma área total de captação de 25,4 ha na Fase 3 da Instalação de Resíduos. O caudal máximo estimado num canal perimetral é de 1,41 m³/s para o evento crítico.

BACIA DE RECUPERAÇÃO

Foi dimensionada uma bacia de recolha da água drenada dos rejeitados a partir da Instalação de Resíduos, a Bacia de Recuperação (Figura 8.50), para operar durante toda a vida operacional da Instalação. A localização da bacia de recuperação irá alterar durante o desenvolvimento da Instalação, inicialmente mantida dentro da mesma, sendo que após a Fase 1 esta irá ser definida numa localização final a nordeste da Instalação. Esta bacia externa à Instalação reduz o risco de ruptura e minimiza as perdas por evaporação.

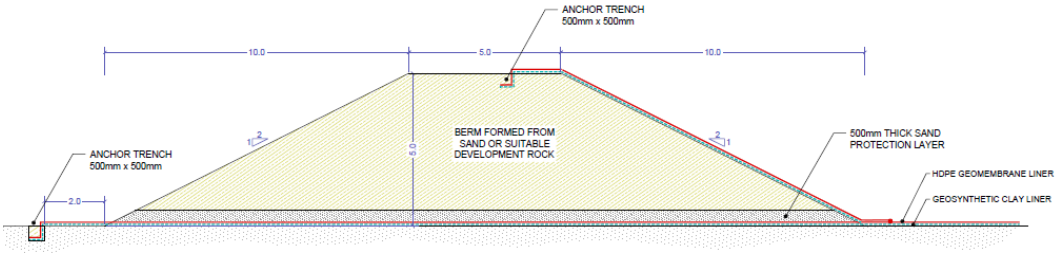


Figura 8.50 – Secção Tipo – Bacia de Recuperação.

As bacias temporárias na Fase 1 e 2 serão formadas na base da Instalação de Resíduos através da escavação parcial e do revestimento da fase seguinte. Irá ser construída uma berma temporária com um revestimento PEAD na face a montante da berma. Esta será construída no limite a jusante da escavação para reter água. A drenagem para as lagoas temporárias ocorrerá passivamente, de forma à água passar pelas bermas interfásicas e ser direcionado através de um canal de drenagem paralelo às bermas. O revestimento na face a montante das bermas temporárias será removido uma vez terminada a construção da fase seguinte e a recuperação da bacia.

Na Fase 3 a água recolhida a jusante das bermas internas será bombeada para uma bacia de recuperação permanente (Bacia de Recuperação). Uma vez que os níveis de rejeitados atinjam a altura das bermas, estes irão elevar o nível da água na Instalação de tal forma que o excesso de rejeitados seja derramado através de um sistema de bombagem para o tanque de recuperação permanente.

A Bacia de Recuperação foi dimensionada para conter os seguintes volumes de água:

- O volume máximo de água de funcionamento, com base na modelação do balanço médio anual de água da Instalação de Resíduos, numa escala mensal.

A duração crítica tendo em conta o estudo de cotas de cheia (100 anos):

- Os volumes de armazenamento necessários na Bacia de Recuperação nas três fases de desenvolvimento da Instalação de Resíduos estão resumidos na Tabela 8.22.

Tabela 8.22 – Volume de Armazenamento – Bacia de Recuperação.

Características do Projeto	Instalação de Resíduos Fase 1	Instalação de Resíduos Fase 2	Instalação de Resíduos Fase 3
Área de drenagem(ha)	27.6	55.1	63.5
Volume máximo de água operacional [m³]	110,000	198,000	213,000
Volume de Projeto Ambiental de cheia [m³]	24,900	45,500	62,500
Capacidade de não descarga [m³]	135,000	243,000	276,000

A Bacia de Recuperação será construída a norte da Instalação de Resíduos e será impermeabilizada com a mesma especificação que a Instalação de Resíduos (Figura 8.51). A bacia tem 315 m por 215 m, cobre uma área de 6,5 ha, e será escavado a uma profundidade de 7m com declives laterais de 3H:1V.

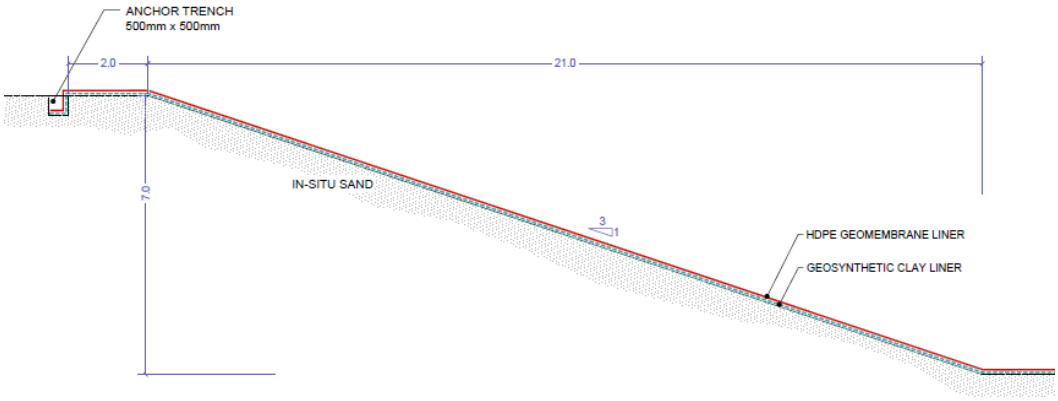


Figura 8.51 – Secção Tipo – Impermeabilização (Bacia de Recuperação).

O material escavado da Bacia de Recuperação será utilizado para colmatar qualquer falta no balanço de terraplanagens da Instalação de Resíduos, ou será armazenado para ser utilizado como aterro. As caraterísticas desta 3ª Fase são apresentadas na Tabela 8.23.

Tabela 8.23 – Bacia de Recuperação (3ª fase).

Caraterísticas do Projeto	Descrição
Cota superior do reservatório [m]	81.0
Cota inferior do reservatório [m]	73.4
Profundidade total do reservatório [m]	7.6
Taludes do reservatório [H: 1V]	3
Revestimento do reservatório	Revestimento de compósito que consiste numa geomembrana de HDPE sobreposta sobre um revestimento geossintético de argila

Caraterísticas do Projeto	Descrição
Cota da descarga de emergência [m]	79.8
Seção da descarga de emergência	Trapezoidal com 10 m de largura na base, 1.2 m profundidade e taludes laterais de 3H: 1V
Revestimento da descarga de emergência	350 mm de espessura de enrocamento de rocha (D_{50} = 200 mm) sobreposto por geotêxtil não tecido.
Nível máximo de água (MOWL) [m]	78.2
Área de reservatório no MOWL [ha]	5.0
Cota de projeto para evento de máxima cheia [m]	79.4
Cota de descarga [m]	79.8
Nível de projeto de entrada de cheia [m]	80.1
Cota livre acima nível de projeto de entrada de cheia [m]	0.9

8.3.5.3 Instalação de Resíduos – Faseamento da Construção

O desenvolvimento da Instalação de Resíduos terá lugar em 3 fases que serão seguidas de elevações verticais do aterro. Estas fases são descritas em seguida.

FASE 1

A Fase 1 forma a parte sul da Instalação de Resíduos cobrindo uma área de 22 ha (Figura 8.52). O solo superficial será removido da área a ser desenvolvida e armazenado para ser utilizado como solo de reabilitação. A área da Fase 1 e a primeira fase vertical do aterro serão construídas em primeiro lugar, utilizando a areia e argila escavadas como enchimento para construir o aterro. O sistema de revestimento será instalado em toda a área e nos taludes laterais da Fase 1. Será dimensionada uma berma interfásica permeável de 5m de altura, construída a partir da rocha de desenvolvimento, que se estende ao longo da interface entre as Fases 1 e 2, formando o limite norte.

A Fase 1 será subdividida em um número de pequenas bermas, separadas por bermas internas permeáveis, construídas a partir de rocha de desenvolvimento ou areia. O número e orientação das bermas serão determinados pelas intervenções no local. Estas sub-fases permitirão a colocação dos rejeitados em camadas, permitindo a consolidação de cada camada antes da colocação de uma camada adicional.

Será construído um lago temporário de recuperação revestido dentro da área da instalação, a norte das bermas interfásicas (Fase 1/2), permitindo o armazenamento e a gestão da água drenada. O sistema de revestimento do reservatório será construído com a mesma especificação que a Instalação de Resíduos e ligar-se-á ao revestimento da Fase 1. Uma berma temporária revestida será construída ao longo do limite norte do tanque para reter água.

Os rejeitados em pasta serão depositados a partir dos aterros sul e oeste da Fase 1, formando um declive contínuo de rejeitados com uma inclinação de 1V em 50H (2%) descendo na direção norte. Isto assegurará que a água de infiltração e a água de contacto recaia sempre na lagoa de recuperação e não seja retida na superfície dos rejeitados.

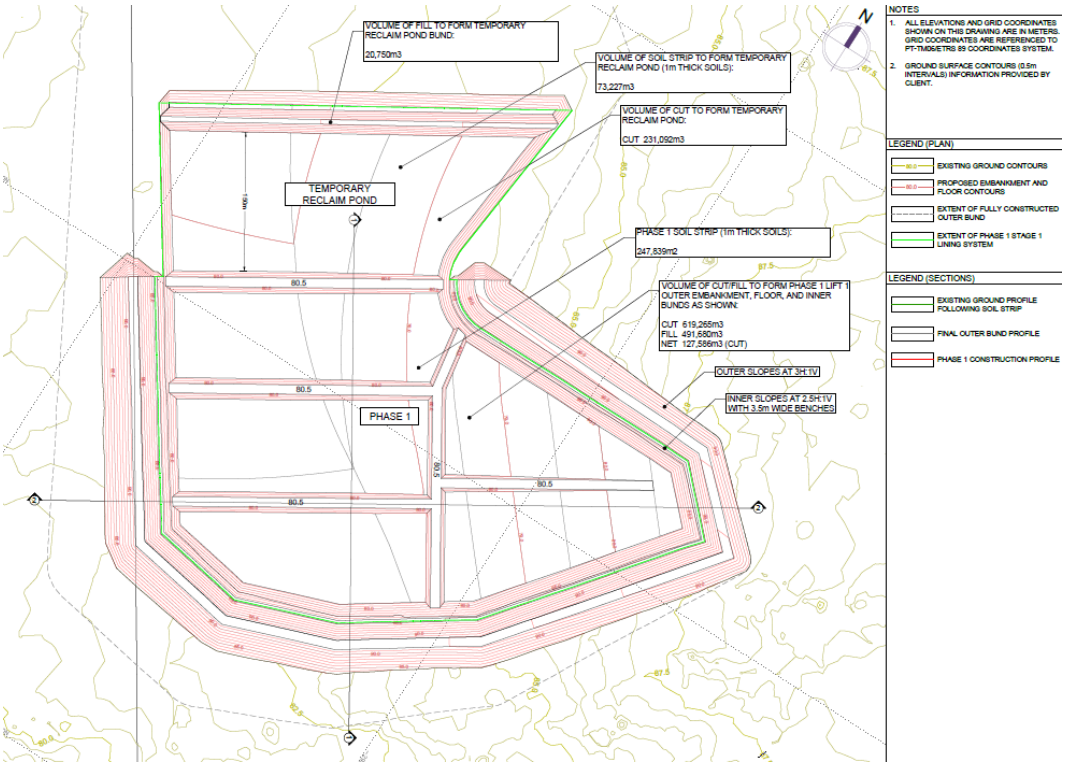


Figura 8.52 – Descrição Fase 1.

FASE 2

A fase 2 forma a parte central da instalação e cobre uma área de 15 ha (Figura 8.53). Enquanto a Fase 1 está operacional, na área restante da Fase 2, a norte da bacia de recuperação temporária, e na bacia de recuperação temporária na Fase 3, será removida da camada superficial do solo e escavada até aos níveis de projeto. O solo superficial será armazenado e os materiais de enchimento escavados serão utilizados para construir os aterros e as bermas internas na Fase 2. Qualquer material em excesso da Fase 2 será utilizado para construir as bermas internas na Fase 1 ou colocado no aterro da Fase 1.

A Fase 2 será revestida da mesma forma que a Fase 1, com uma berma interfásica e uma bacia de recuperação temporária construída dentro da área da Fase 3. Contudo, antes de colocar a camada de areia e o detalhe da vala de drenagem na Fase 2, a água retida no tanque de recuperação temporária terá de ser libertada e permitir o seu escoamento para o novo reservatório temporário. Uma vez que a berma de recuperação temporária seja exposta, o revestimento que cobre a face a montante da berma será removido por precaução.

Uma vez que os rejeitados na margem norte da Fase 3 tenham alcançado o topo das bermas interfásica, os rejeitados serão depositados na Fase 3. Os rejeitados na Fase 2 serão depositados no aterro oeste para manter uma inclinação contínua de 1V em 50H (2%) de inclinação. A deposição de rejeitados na Fase 2 para a elevação vertical da Fase 1 terá início, assim que os rejeitados forem colocados ao longo da base da Fase 2.

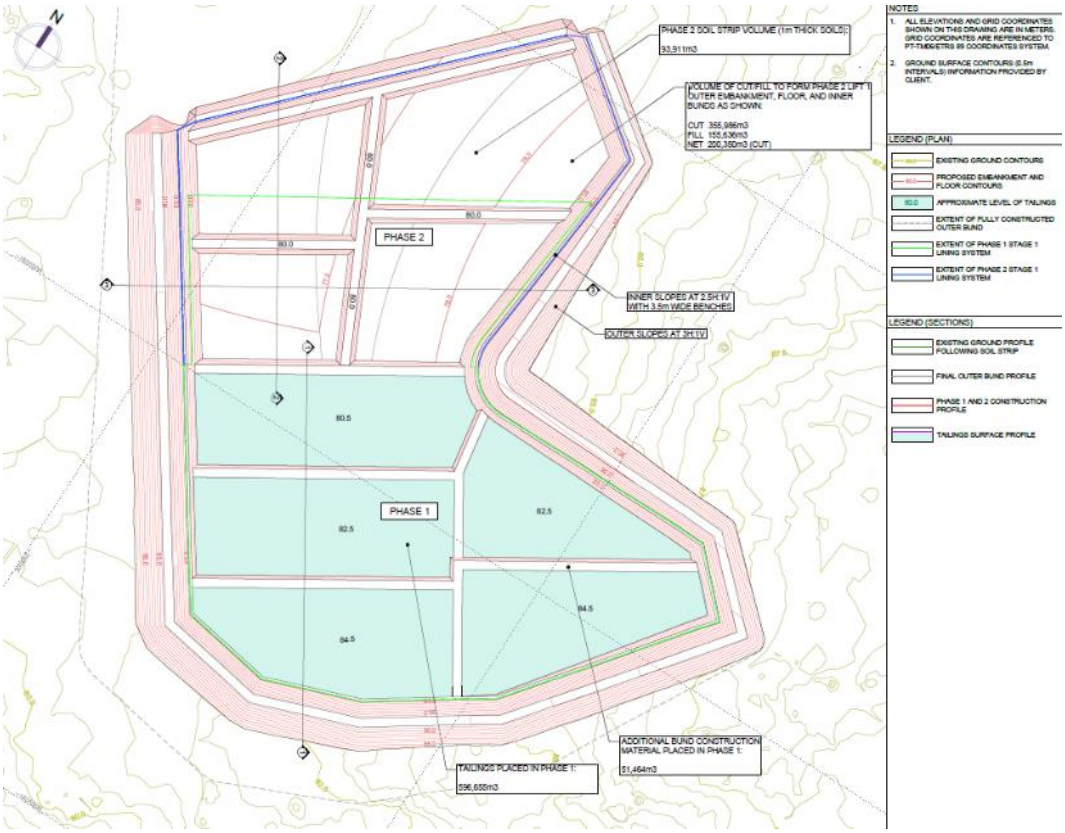


Figura 8.53 – Descrição Fase 2.

FASE 3

A fase 3 forma a parte mais a norte da instalação, cobrindo uma área de 14,5 ha (Figura 8.54). Enquanto a Fase 2 está operacional, a área restante da Fase 3, e a lagoa de recuperação permanente, será despojada do solo superficial e escavada até aos níveis de concepção. O solo superficial será armazenado e os materiais de enchimento escavados serão utilizados para construir os aterros e as bermas internas na Fase 3. Durante a escavação da Fase 3, qualquer material não utilizado na sua construção será utilizado para completar o aterro da Fase 1 (se necessário) e as bermas internas na Fase 1 e 2. O material em excesso será armazenado para ser utilizado em bermas internas, solos de restauração ou enchimento do reservatório de recuperação no encerramento da mina.

Esta fase será revestida da mesma forma que as Fases 1 e 2, com um reservatório temporário de recuperação formado dentro da sua área. Semelhante à fase 2, a água

mantida no tanque de recuperação temporária terá de ser libertada e o revestimento que cobre a face a montante da berma de recuperação temporária terá de ser removido.

Uma vez que a colocação dos rejeitados na extremidade norte da Fase 2 tenha alcançado o topo da camada interfásica, os rejeitados serão depositados na Fase 3 com uma inclinação de 1V e 50H (2%).

O processo de enchimento das fases verticais de norte a sul continuará até que a Instalação de Resíduos tenha atingido os níveis finais de concepção ou a mina tenha cessado a produção, altura em que a Instalação de Resíduos passará à fase de encerramento.

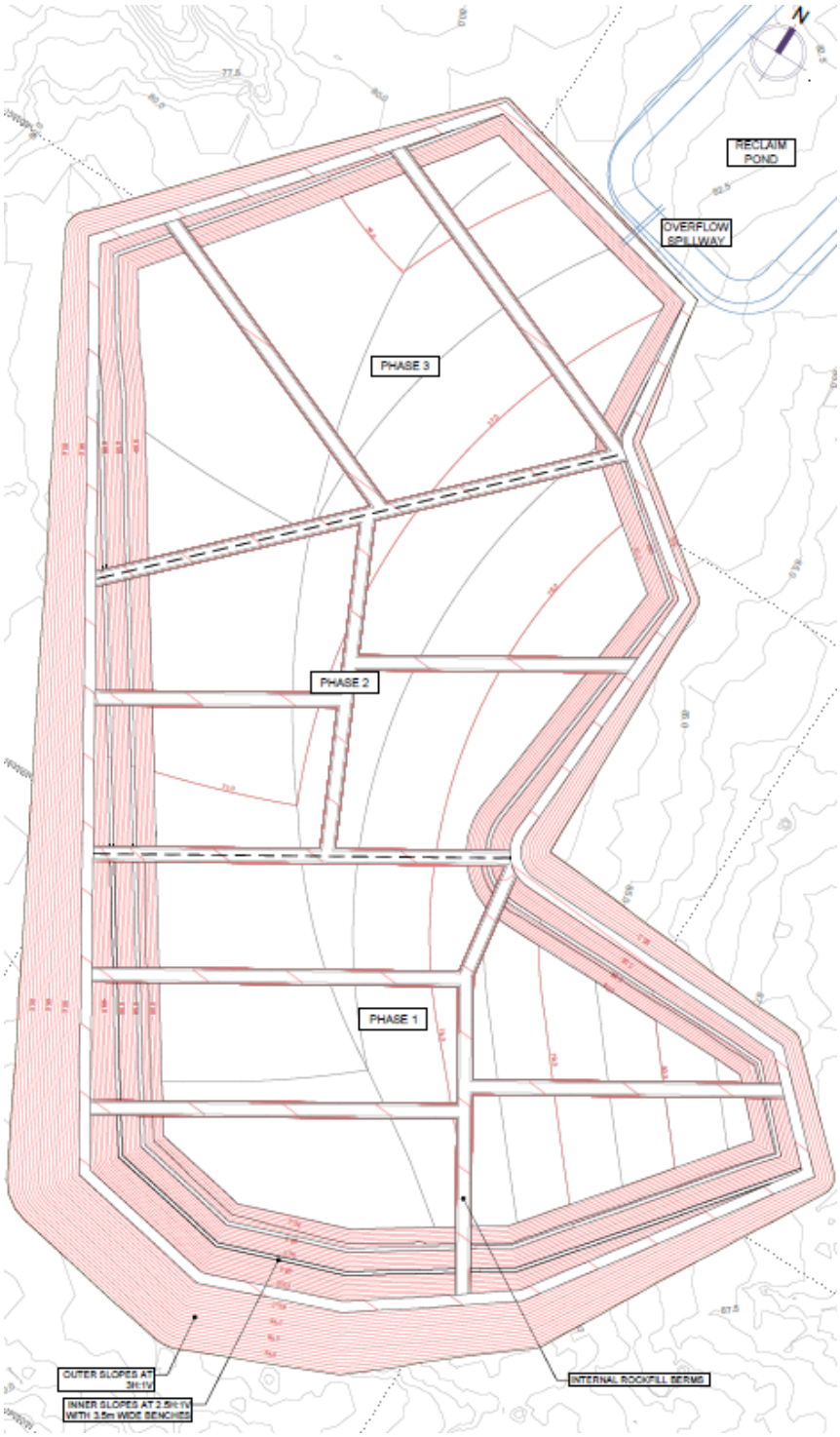


Figura 8.54 – Instalação de Rejeitados – Fase 3.

8.3.5.4 EROSÃO

A topografia em redor do local do aterro de resíduos é caracterizada como plana e arenosa, com crescimento mínimo de vegetação. Solos arenosos e baixo crescimento de vegetação apresentam um alto risco de erosão, particularmente nos lados íngremes de um aterro. A erosão da camada de cobertura pode resultar numa forma de relevo inadequada para seu uso pós-encerramento, bem como na exposição do material dos rejeitados, levando ao derramamento de rejeitados e contaminação ambiental. Além disso, o material erodido pode ser depositado na infraestrutura de águas pluviais, resultando em bloqueios que podem causar transbordamento e falha catastrófica das paredes do aterro durante grandes eventos de tempestade.

Uma análise de erosão de alto nível, RUSLE, é apresentada no Anexo E do documento escrito pela SLR no Anexo 5 deste documento, que considera as encostas externas do aterro de resíduos para prever o nível de erosão esperado. Com base nos cálculos realizados, concluiu-se que medidas de mitigação são necessárias para minimizar a erosão das encostas expostas, tanto a jusante quanto a montante durante a construção.

Como parte das obras de construção, as encostas a montante serão cobertas com um sistema de revestimento composto, prevenindo a erosão da areia subjacente. Medidas de drenagem serão incluídas nas cristas dos taludes para coletar e drenar a água de forma controlada para dentro do aterro. As encostas a jusante serão progressivamente restauradas em consonância com cada elevação do talude. O enchimento de areia que forma o talude será coberto com camadas de grãos mais finos de subsolo e solo superficial, obtidas a partir de pilhas de solos removidos da área de implantação do aterro de resíduos. O plantio de vegetação nativa de rápido estabelecimento para garantir uma boa cobertura da superfície da encosta e o reforço dos solos pelo sistema radicular das plantas também protegerão ainda mais contra a erosão. À medida que as encostas a jusante forem progressivamente restauradas, a vigilância e manutenção das encostas reabilitadas serão um requisito tanto das fases operacionais quanto de pós-encerramento do aterro para garantir que as medidas de proteção contra erosão permaneçam em vigor.

Uma proteção adicional contra a erosão das encostas a jusante também pode ser proporcionada por uma ou uma combinação das seguintes medidas de mitigação:

1. Aplanar as encostas laterais da Instalação de Resíduos.
2. Moldar as encostas laterais de modo a reduzir a erosão - as encostas côncavas e os taludes que imitam a topografia natural mostram-se menos erosivos do que as encostas lineares.
3. Utilização de medidas de controlo da erosão nas encostas laterais (tais como tapetes e redes).

Estas medidas de mitigação serão desenvolvidas como parte do projeto de execução.

8.3.5.5 CONDUTA DE TRANSPORTE DE REJEITADOS

O trajeto da conduta de transporte de resíduos desde o espessador para o aterro de resíduos está nos relatórios da RMS e SLR (2024) que constam do Anexo V do Plano de Lavra. No entanto A Figura 8.55 mostra o trajeto da conduta desde a central de espessamento até ao aterro de resíduos.

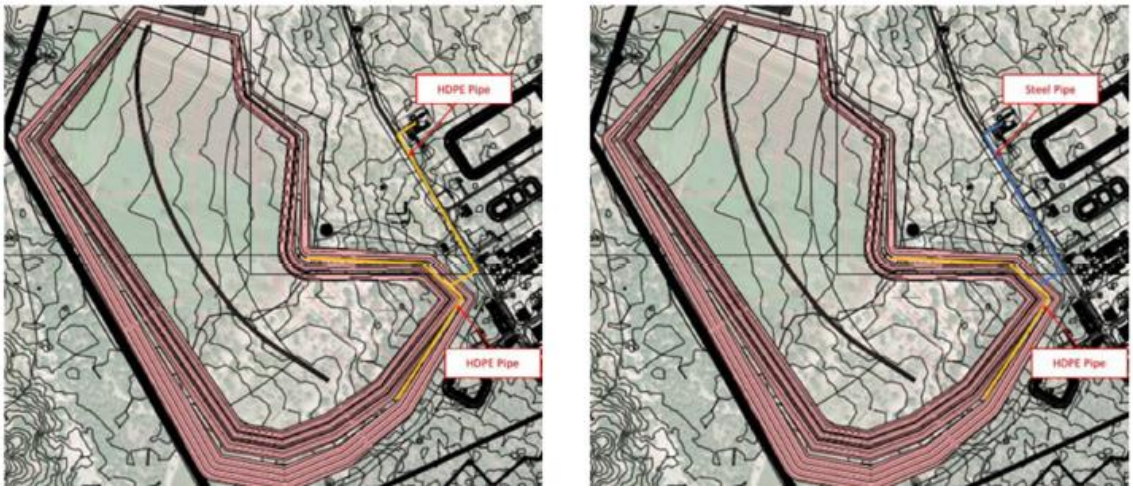


Figura 8.55 – Trajeto da conduta de transporte de rejeitados desde a central de espessamento até ao aterro de resíduos.

A Figura 8.56 ilustra a proteção da tubagem no coroamento do aterro de resíduos.

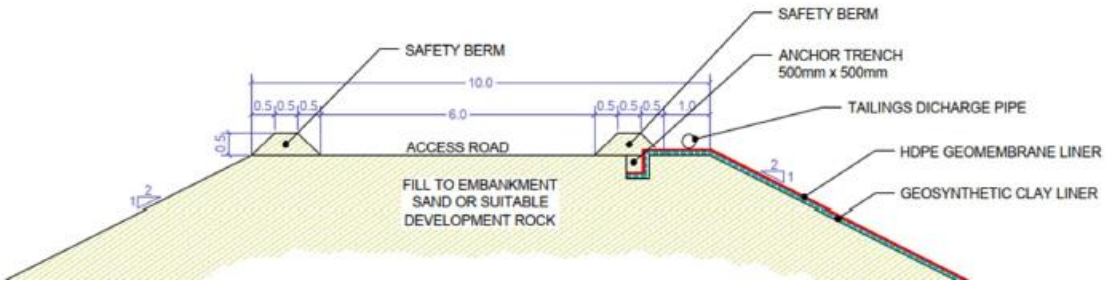


Figura 8.56 – Pormenor do coroamento do aterro de resíduos com a conduta de transporte de rejeitados

O objetivo do projeto do da conduta é evitar a libertação descontrolada de resíduos usando contenção de derrames. O conceito dos sistemas de contenção de derrames foi construir uma conduta constituída por tubos de parede dupla. Os tubos de aço seriam utilizados em zonas críticas, incluindo as zonas onde a conduta passa por baixo de passagens rodoviárias e onde atravessa o talude do aterro de resíduos para chegar à crista. Os derrames de potenciais ruturas nestas áreas são difíceis de conter à superfície. Nos locais onde a conduta se encontra na crista do aterro, está prevista uma berma de segurança para evitar que a conduta seja danificada por veículos e equipamento. As potenciais fugas ou derrames devidos a uma rutura da conduta seriam contidos no

interior do aterro. O lado a montante da crista do aterro e a face a montante do aterro estão protegidos com um revestimento de geomembrana. Os pormenores suplementares da conduta e do sistema de contenção de derrames da conduta são apresentados na figura seguinte.

- Uma vala de contenção da conduta revestida a geomembrana quando a conduta se encontra à superfície ou
- Uma conduta de parede dupla quando a conduta passa por baixo de estradas ou sobe a encosta a jusante do aterro de resíduos

A tubagem de parede dupla consiste numa tubagem interior para transportar os resíduos e uma tubagem exterior que conteria qualquer fuga no espaço anelar entre os tubos. São instalados sensores de pressão diferencial em cada extremidade do segmento de tubo exterior para detetar qualquer fuga no tubo interior através de uma alteração da pressão no espaço anelar.

A conduta seria constituída por um tubo DN100 SDR 11 entre o espessador e o aterro de resíduos, com um tubo exterior DN200 SDR 17 para os segmentos de parede dupla. A tubagem utilizada no interior do aterro seria constituída por um PEAD SDR 9 DN150.

O escoamento e as fugas durante a limpeza ou substituição do(s) segmento(s) de tubagem perto do aterro e da estrada de acesso adjacente à lavaria seriam contidos a jusante para a Lagoa de Recolha 1, no pé do aterro, de onde seriam bombeados para o interior do aterro. A Lagoa de Recolha 1 está revestida com geomembranas (SLR, 2024).

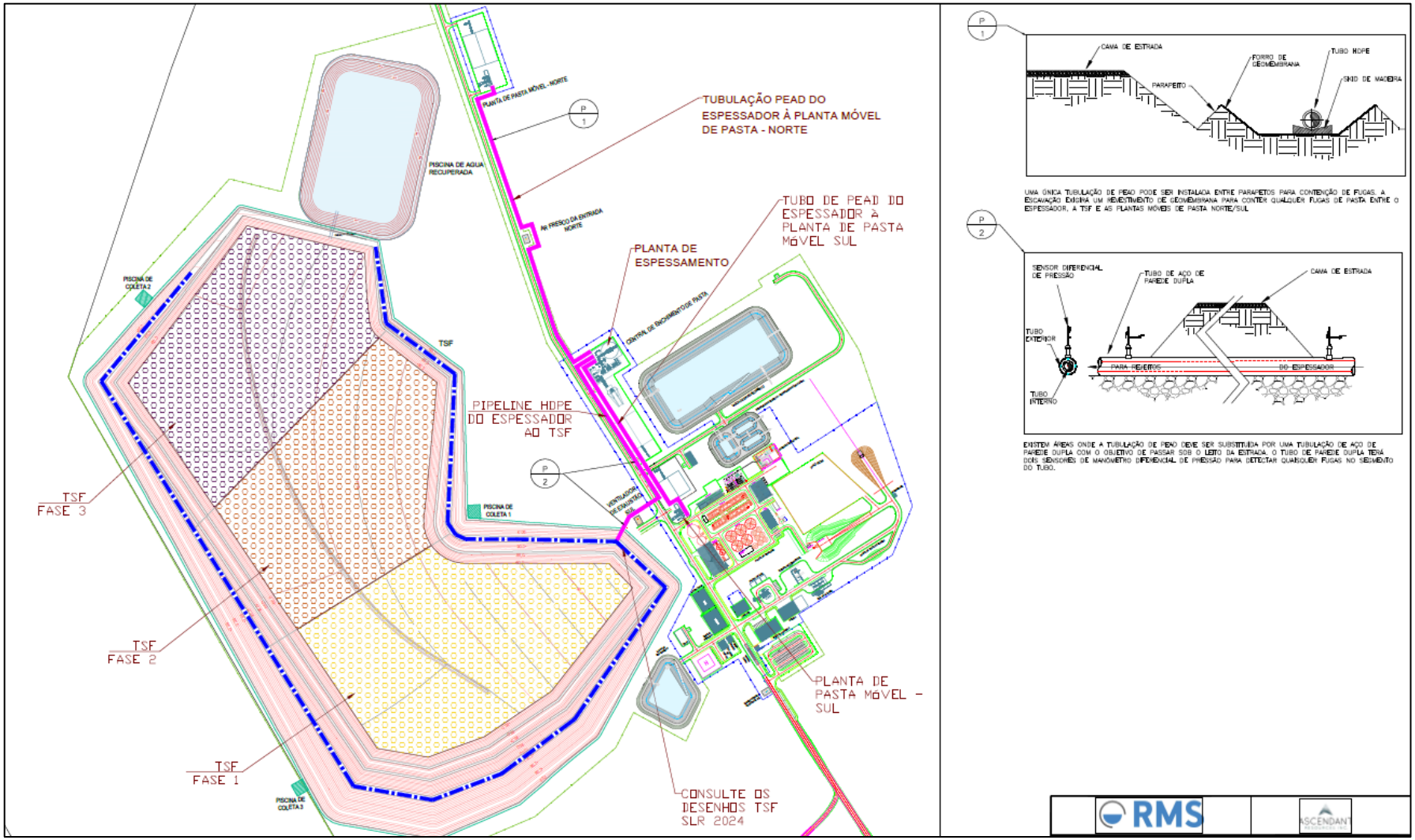


Figura 8.57 – Detalhes adicionais das tubagens de transporte de rejeitados à superfície

8.3.5.6 MONOTORIZAÇÃO OPERACIONAL

Será elaborado e implementado um programa de monitorização como parte das operações da Instalação de Resíduos. Este será elaborado integralmente na fase seguinte de conceção e posteriormente incluído no Manual de Operações, Manutenção e Vigilância que, segundo os requisitos do GISTM, será desenvolvido antes da Instalação de Resíduos entrar em funcionamento. O Manual também incluirá informações importantes para a gestão da instalação, incluindo a estrutura de gestão de rejeitados, procedimentos operacionais normalizados, manutenção, inspeções, procedimentos de gestão de alterações, requisitos ambientais, requisitos de comunicação e relatórios.

Será instalada instrumentação na instalação e os dados serão recolhidos e revistos mensalmente.

Os seguintes itens terão de ser registados como parte do programa de monitorização:

- Monitorização ambiental:
- Deposição de resíduos:
- Operações em torno do perímetro da Instalação de Resíduos;
- Tonelagem diária depositada na Instalação de Resíduos;
- Gestão da água.
- Monitorização da superfície freática
- Monitorização do movimento de terraplenagem.
- Fiscalização.

8.3.5.7 RESPOSTA A EMERGÊNCIAS

Será desenvolvido um Plano de Preparação e Resposta de Emergência (PPRE) específico do local antes do início da fase operacional. O PPRE será elaborado com base em modelos de falha desenvolvidos para o projeto, geralmente como parte da avaliação da ruptura da barragem. Deverá identificar as ações a serem tomadas pelo proprietário/operador e as responsabilidades atribuídas aos indivíduos apropriados no local, bem como as de outras entidades e partes afetadas.

A preparação para emergências refere-se a ações que possam e devam ser realizadas antes de uma emergência, tais como reuniões de planeamento e coordenação, elaboração de procedimentos, formação de equipas, exercícios e simulacros de emergência, e preparação de equipamento de emergência. Envolve também a identificação e descrição de perigos, as notificações associadas a serem emitidas e as ações esperadas de outros intervenientes (i.e., entidades externas). A resposta a emergências refere-se a ações tomadas em resposta a um evento de emergência real.

8.3.6 ANÁLISE DE ESTABILIDADE

8.3.6.1 INTRODUÇÃO

Foi realizada uma avaliação da estabilidade do reservatório principal proposto para fundamentar a concepção da instalação de armazenamento de rejeitados (Instalação de Resíduos). Foi desenvolvida uma secção transversal representativa para o aterro, baseada na revisão das informações disponíveis em relação à investigação do terreno e do projeto proposto.

Foram realizadas análises estáticas para derivar fatores de segurança utilizando níveis de superfície freáticos conservadores dentro da fundação do aterro. Pseudoanálises estáticas foram realizadas com base em parâmetros de risco sísmico presumidos de fontes publicadas.

As análises de estabilidade estática foram conduzidas de acordo com as diretrizes do CDA (edição de 2013). Os critérios de concepção sísmica aplicados baseiam-se também na classificação CDA (2013) para uma classificação de consequências muito elevadas que tem uma Probabilidade de Excesso Anual (PEA) de ½ entre 1/2.475 e 1/10.000.

No anexo V do plano de lavra encontra-se um documento intitulado "*Estudo de Viabilidade Aterro de Resíduos – Análises de Estabilidade – Apêndice*" onde são replicadas as análises de estabilidade apresentadas nos pontos seguintes com base no documento (Lagoa Salgada Tailings Storage Facility Feasibility Study Report, código: 403.064441.00001, datado de maio de 2024), enquadrando as mesmas na Regulamentação e Norma Nacionais em vigor, nomeadamente:

- NP EN 1997 – Projeto Geotécnico (EC7);
- NP EN 1998 – Projeto de Estruturas para Resistência aos Sismos (EC8).

Os detalhes dos parâmetros do solo selecionados e as análises efetuadas no relatório da SLR, são apresentados nas secções seguintes.

8.3.6.2 PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA DO MATERIAL

Os parâmetros do solo foram estabelecidos com base na investigação do local e nos testes laboratoriais. Os parâmetros de resistência adoptados para a geomembrana texturizada (GT) e para o revestimento de argila geossintética (RAG) são valores conservadores baseados numa revisão da informação publicada.

Os valores dos parâmetros adoptados são apresentados na Tabela 8.24.

Tabela 8.24 – Valores de Resistência adoptados no Estudo.

Material	Densidade (kN/m³)	Coesão Efetiva (kPa)	Ângulo de Fricção Efetivo (º)	Tensão não drenada Coeficiente de coesão total (kPa) Relação Tau/Sigma
Argila	18	0	26	0.3 (Min 30 kPa)
Areia de fundação	18	0	30	-
Areia de enchimento	19	0	32	-
Rejeitados de pasta	15	10	-	0.3
Rejeitados de pasta liquefeitos	15	-	-	0.05
Revestimento (Texturado GM / GCL)	20	0	18	-

8.3.6.3 Análise da Estabilidade do Paramento

As análises de estabilidade estática, utilizando a abordagem de equilíbrio limite, foram consideradas tanto para condições estáticas (longo prazo) como para o fim da construção, de acordo com as orientações do CDA (2014/2019). As condições de carga a serem avaliadas são descritas como se segue:

- Fim da construção: representa a estabilidade de um aterro onde a carga e/ou falha ocorre com rapidez suficiente para que não haja tempo suficiente para a drenagem do excesso de pressão de água induzida, ou onde as pressões são desenvolvidas devido à natureza de contração dos rejeitados e/ou materiais de aterro e fundação. Os materiais para os quais a resistência é importante são os rejeitados de contração saturados e quaisquer camadas de fundação de contração ou coesivas fracas.

- Longo-prazo: o excesso de pressão dos poros causado pela carga dissipa-se devido a uma taxa lenta de construção ou tempo suficiente após a construção, e as pressões dos poros induzidas pelo cisalhamento são nulas devido a uma taxa lenta de cisalhamento durante a falha. Todos os materiais são caracterizados com uma tensão eficaz.

- Condições pseudo-estáticas - A estabilidade pseudo-estática foi avaliada através da aplicação de um coeficiente sísmico à análise da estabilidade. Foram aplicadas forças efetivas.

- Condições Pós-Terremoto - As condições pós-terremoto foram avaliadas através da aplicação conservadora de valores reduzidos de parâmetros de resistência ao cisalhamento a materiais não liquefáveis. As resistências residuais são aplicadas a materiais liquefeitos (neste caso, assume-se que apenas os rejeitados são liquefeitos sob tremor de terra).

Os fatores de segurança determinados como parte das análises de estabilidade estática utilizando os valores dos parâmetros do material foram avaliados em relação aos requisitos mínimos de acordo com as orientações da CDA (edição de 2013), resumidos na Tabela 8.25.

Tabela 8.25 – Factores de Segurança para a Estabilidade do Paramento - Avaliação Estática.

Condições de Carga	Talude	Fator mínimo de segurança
Durante ou no final da construção (antes de começar a deposição de rejeitados)	Montante e Jusante	1.3
Durante a operação mineira e durante os alteamentos dos paramentos.	Montante e Jusante	1.5
Longo prazo (Condições de estado estacionário em relação à configuração do aterro e infiltração, nível normal do reservatório.)	Montante e Jusante	1.5

Os fatores de segurança determinados como parte das análises de estabilidade pseudo-estática e pós-terremoto foram avaliados em relação aos requisitos alvo das directrizes do CDA (2014/2019), tal como resumidos na Tabela 8.26.

Tabela 8.26 – Factores de Segurança para a Estabilidade do Paramento – Análise Sísmica.

Condições de Carga	Fator mínimo de segurança
Pseudo-estático	1.0
Pós-sismo	1.2-1.3

As análises são apresentadas tanto para o aterro principal como para as bermas internas. Apenas foram aplicadas análises a curto prazo às bermas internas, dado que estas acabarão por ser totalmente submersas por resíduos de pasta.

O cálculo dos fatores de segurança apresentados nos próximos pontos estão demonstrados no relatório da empresa SLR, *Tailings Storage Facility Design Report (appendix G)*, no anexo V deste documento.

8.3.6.3.1 ESTRUTURA PRINCIPAL

A Tabela 8.27 apresenta os resultados de estabilidade do aterro principal juntamente com os fatores mínimos recomendados e calculados de segurança para os cenários a curto, longo prazo, pseudostático e pós-terremoto.

Para a análise pseudostática, é geralmente aceite a utilização de um valor de coeficiente sísmico que corresponde a 50% do pico de aceleração do solo (PAS). Contudo, dada a incerteza dos parâmetros de concepção sísmica (ou seja, não há dados disponíveis para

o período de retorno sísmico necessário de ½ entre 1/2.475 e 1/10.000), foram apresentados casos que representam o PAS completo e 50% do PGA.

Tabela 8.27 – Resustado da Análise de Estabilidade.

Cenário	Talude	Fator mínimo de segurança recomendado	Fator de segurança calculado
Curto-prazo não drenado	Montante	1.3	1.38
Curto-prazo não drenado	Jusante	1.3	1.37
Longo-prazo drenado	Jusante	1.5	1.70
Pseudo-estático MDE (100% PGA)	Jusante	1.0	0.93
Pseudo-estático MDE (50% PGA)	Jusante	1.0	1.22
Pós-sismo (80% redução da efetividade nos parâmetros de tensão)	Jusante	1.0	1.56

Os resultados da estabilidade indicam que os fatores de segurança calculados para os cenários a curto, longo prazo e pós-terremoto satisfazem ou excedem os fatores recomendados de acima indicados.

O fator de segurança para condições pseudostáticas é inferior a 1,0, o que indica que poderá ser necessária realizar análises dinâmicas durante o projeto de execução de forma a confirmar a deformação sísmica, caso seja aplicada o PAS de 0,26g. No entanto, o fator de segurança aumenta para 1,22 e é considerado aceitável caso seja aplicado o valor de 50% do PAS.

8.3.6.3.2 BERMAS INTERNAS

A Tabela 8.28 apresenta os resultados da estabilidade das bermas internas juntamente com os fatores mínimos recomendados e calculados de segurança para o cenário a curto prazo. A estabilidade das bermas foi verificada ao longo da interface bermas/revestimento, e também numa elevação da berma interna.

A bermas internas foram também verificadas quanto à estabilidade, assumindo condições não drenadas nos resíduos de pasta e a características típicas de um Volvo A40 totalmente carregado.

Tabela 8.28 – Estabilidade das bermas internas.

Cenário	Fator mínimo de segurança recomendado	Fator de segurança calculado
Berma interna – curto-prazo, rejeitados não drenados – sem sobrecarga	1.3	1.48
Berma interna – curo-prazo, rejeitados não drenados – Carga de dumper A40	1.3	1.48

Cenário	Fator mínimo de segurança recomendado	Fator de segurança calculado
Berma interna – curto-prazo, berma / revestimento com solo de fundação	1.3	1.52
Berma interna – curto-prazo, berma / revestimento com deslizamento forçado ao longo da base impermeável	1.3	1.34

Os resultados de estabilidade indicam que os fatores de segurança calculados para os cenários internos satisfazem ou excedem os fatores de segurança recomendados para condições de curto prazo.

8.3.6.4 Deformação Sísmica

É esperada alguma deformação do aterro, resultante do assentamento dos materiais de enchimento na eventualidade de um sismo. O assentamento potencial do aterro foi estimado utilizando a relação empírica fornecida por Swaisgood (2003). Esta relação foi desenvolvida a partir de uma análise de casos de sismicidade específica, esta relação foi desenvolvida a partir de uma extensa análise de casos de estudo referentes a Instalações de Resíduos.

As informações necessárias para a este estudo incluem a magnitude do terramoto, a aceleração máxima na rocha no local, a profundidade da rocha (espessura de sobrecarga) e a altura do aterro. Para uma altura total de aterro de aproximadamente 27,5 m, e uma profundidade do solo de 20 m, o assentamento previsto é de aproximadamente 0,1 m para um sismo de magnitude 7,5, com uma aceleração máxima da rocha de 0,26g. Os assentamentos para esta magnitudes não são susceptíveis de induzir uma ruptura por excesso, no entanto, este valor é considerado preliminar e deve ser revisto na próxima fase de estudo.

Recomenda-se que as deformações sejam avaliadas com uma análise dinâmica apropriada, uma vez realizada uma avaliação de perigo específica do local.

8.3.6.5 Potencial de Liquefação

Não se preveem solos liquefeitos sob os aterros ou no interior dos materiais de enchimento dos aterros. Espera-se que quaisquer depósitos potencialmente liquefeitos (que podem liquefazer-se se saturados e sofrerem cargas não drenadas) sejam removidos sob a encosta a jusante do aterro.

Presume-se que os rejeitados sejam potencialmente liquefeitos, uma vez que serão saturados quando depositados. Além disso, foi proposto manter a saturação durante as operações para minimizar o potencial de geração de ácido. Os rejeitados podem liquefazer-se devido a uma série de fatores, por exemplo: carga não drenada, aumento dos níveis de água, movimentos de arrastamento e carga dinâmica. Os rejeitados não são necessários para suportar os aterros confinados, pelo que não existe um cenário

credível em que a liquefação estática ou dinâmica conduza diretamente a uma falha do aterro principal. Contudo, dada a inclinação da superfície dos rejeitados propostos ao longo do depósito, existe um potencial para os rejeitados se mobilizarem e potencialmente ultrapassarem os aterros. Efetivamente, (Alshawmar e Fall, 2020) demonstraram que os rejeitados de pasta podem ser suscetíveis à liquefação (devido ao aumento da pressão) sob uma aceleração relativamente moderada do solo de 0,13 g. Os autores também referem o fato de alguns investigadores indicarem que os rejeitados de pasta formam um declive entre 3° e 10° graus. O declive atualmente previsto (1,1°) na Instalação de Resíduos é mais plano e, portanto, não se espera que os aterros sejam superados. No entanto, recomenda-se um trabalho adicional durante a próxima fase de projeto para avaliar melhor o risco de sobreposição com os rejeitados liquefeitos.

8.3.7 ANÁLISE DE RISCOS

Os riscos que podem, potencialmente, afetar a Instalação de Resíduos estão apresenatdos na Tabela 8.29.

Tabela 8.29 – Riscos e Mitigações.

Item	Fator de Risco	Impacto	Mitigação
1	Atividade Sismica	Terramotos na região podem desencadear a deformação das fundações e a liquefação dos rejeitados armazenados dentro da Instalação de Resíduos. O assentamento excessivo da crista da Instalação de Resíduos pode resultar numa falha de transbordo. Fissuras podem formar-se no revestimento de argila da Instalação de Resíduos e a geomembrana de HDPE pode rasgar, resultando numa drenagem excessiva através das fundações ou dos aterros.	A construção a jusante fornece uma configuração estável que garantiria a contenção total dos rejeitados no caso de liquefação. O projeto foi desenvolvido para armazenar água acima dos rejeitados em lagoas de recuperação escavadas no solo.
2	Evento de chuva extrema	Chuvas excessivas na Instalação de Resíduos podem resultar num evento de transbordo, que pode causar enchentes e contaminação a jusante. A estabilidade do aterro pode ser comprometida. Um evento de chuvas intensas pode fazer com que os rios próximos transbordem e invadam as lagoas de recuperação, potencialmente misturando água "limpa" com água de drenagem contaminada e transportando-a para o meio ambiente. Isso também pode resultar numa erosão da drenagem da lagoa de recuperação, bem como da face a jusante do aterro da Instalação de Resíduos.	A lagoa de retenção foi projetada para ter uma margem livre suficiente para armazenar um evento de inundação de 1,5.000 anos com base numa categoria de consequência muito alta para o GISTM (2020). O vertedouro foi dimensionado para transportar um evento de inundação de 1:5.000 anos. Instalações adicionais de bombagem devem ser disponibilizadas no local para complementar a capacidade diária de bombagem caso ocorra um evento de tempestade excessiva. O canal de desvio de águas pluviais no lado leste da Instalação de Resíduos foi projetado para transportar o evento de inundação de 1:100 para evitar a acumulação excessiva de água da tempestade na lagoa de retenção. Medidas de controlo da erosão devem ser colocadas nas faces a jusante dos aterros e vertedouros. Um modelo de balanço hídrico deve ser desenvolvido para a mina e atualizado regularmente para ajudar a manter o controle da água no local. Os eventos de tempestade também devem ser atualizados regularmente para levar em conta os eventos de mudança climática dos últimos anos.

Item	Fator de Risco	Impacto	Mitigação
3	Falha de drenagem durante evento de chuva extrema	A saída de água de emergência pode falhar durante a passagem do evento de tempestade projetado, resultando em erosão que poderá comprometer a estabilidade da instalação construída.	A saída de água deve ser projetada por um engenheiro estrutural qualificado para suportar as forças exercidas sobre ela durante o uso. Além disso, a saída de água foi posicionada de forma a manter a profundidade até o nível original do solo o mais rasa possível, o que evitará a erosão de uma profundidade significativa do aterro e reduzirá o volume de rejeitados libertados. A saída de água deve ser inspecionada regularmente em busca de danos ou obstruções como parte do programa de vigilância operacional e deve estar sempre em condições aceitáveis.
4	Superfície Freática Elevada	Superfície freática elevada dentro da instalação reduz a resistência efetiva dos materiais de construção e pode afetar a estabilidade da instalação.	A metodologia de construção a jusante reduz a dependência da resistência dos rejeitados e a estabilidade depende principalmente do aterro construído. Os fatores de segurança, portanto, não são tão sensíveis a uma superfície freática elevada dentro dos rejeitados. No entanto, a superfície freática dentro do aterro construído afetará a estabilidade e deve ser monitorada usando instrumentação. Piezómetros de arame vibratório devem ser instalados dentro do aterro em locais adequados para determinar a superfície freática ao longo de seções de controlo que podem ser usadas para avaliações anuais de estabilidade.
5	Densidade de Rejeitados In-Situ	Uma densidade de rejeitados no local inferior a 2 t/m^3 resultará numa capacidade de tonelagem inferior para a Instalação de Resíduos.	Durante a operação, o volume in-situ dos rejeitados depositados deve ser determinado anualmente e utilizado em conjunto com as tonelagens anuais depositadas na Instalação de Resíduos para determinar a densidade in-situ. Isso indicará se as assunções de projeto estão de acordo e se os planos para futuras alternativas de armazenamento de rejeitados necessitam de ser acelerados.
6	Taludes de Praia	As inclinações dos taludes de praia do projeto foram determinadas como 1V em 50H. Se as inclinações reais de praia forem mais íngremes ou mais planas do que as suposições de projeto, a capacidade da Instalação de Resíduos pode ser reduzida.	Durante as operações, levantamentos regulares da praia devem ser realizados para monitorizar as inclinações. Um plano de deposição deve ser desenvolvido e seguido para alcançar inclinações de praia que estejam de acordo com as assunções de projeto.
7	Contaminação do Solo	Se a permeabilidade do sistema de revestimento for maior do que os parâmetros de projeto, a infiltração através do sistema de revestimento pode ser maior do que o esperado. A água de infiltração pode então contaminar as águas	Testes de permeabilidade dos materiais dos rejeitados e do revestimento de argila devem ser conduzidos durante a construção para garantir que as assunções de projeto sejam alcançadas. A geomembrana HDPE deve ser fabricada e testada completamente em conformidade com normas internacionais reconhecidas para garantir que o

Item	Fator de Risco	Impacto	Mitigação
		subterrâneas e rios próximos de forma mais significativa do que o previsto.	vazamento seja mantido no mínimo absoluto. O operador deve ter muito cuidado ao colocar e mover os tubos de drenagem para não danificar a geomembrana durante as operações. A análise da qualidade da água deve ser realizada regularmente como parte do programa de monitorização operacional. As amostras devem ser coletadas do lago sobrenadante, bem como dos poços de monitorização localizados ao longo do perímetro a jusante dos taludes da Instalação de Resíduos. Se for detetado um nível inaceitável de contaminação, medidas de mitigação devem ser projetadas e implementadas (por exemplo, a instalação de poços de drenagem).
8	Disponibilidade de Materiais de Construção	A disponibilidade de materiais de construção com a granulometria ou especificação necessárias pode ser limitada.	Essa instalação foi projetada com base na premissa de um equilíbrio de terraplanagem, ou seja, o volume de escavação é igual ao volume de aterro. Os volumes de materiais utilizados na obra e colocados em pilhas temporárias devem ser cuidadosamente monitorizados para garantir que não haja escassez. Os materiais a utilizar na construção serão 2 Mm^3 resultantes da escavação para a instalação de resíduos (areia e material argiloso compactado) e 0,5 Mm^3 provenientes do desenvolvimento mineiro. As características geotécnicas destes materiais encontram-se no capítulo 5.4.

8.4 ESCOMBREIRAS

O presente projeto não terá escombreiras associadas, sendo os rejeitados do material explorado usados para o enchimento dos desmontes, através da Central da Pasta, ou depositado na Instalação de Resíduos.

9 PLANO AMBIENTAL DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA

9.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo refere-se ao Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística da Mina da Lagoa Salgada, em fase de Estudo de Viabilidade, elaborado em conformidade com o Decreto-Lei n.º 30/2021, de 7 de maio, o qual procede à regulamentação da Lei nº 54/2015, de 22 de junho, no que respeita aos depósitos minerais.

Atende ao seu artigo 65º, bem como ao conteúdo do ANEXO VI no que se refere ao conteúdo do Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística, tendo em conta que se trata de um projeto sujeito a avaliação de impacte ambiental. Assim, este plano centra-se nas medidas de recuperação e integração paisagística das várias estruturas e intervenções previstas no Plano de Lavra da mina.

O presente Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística tem como principal objetivo a recuperação de todas as áreas afetadas temporariamente durante a fase de construção e durante a fase de laboração da mina, com reposição da utilização anterior ou eventualmente, se aplicável, requalificação dos espaços e sua adaptação a novos usos; e a integração de todas as estruturas com caráter permanente a criar e dos elementos novos que surgirão ao longo do período de exploração da mina, garantindo a sua melhor integração cénica e funcional na paisagem envolvente.

Pretende-se que a recuperação paisagística de todas as áreas intervencionadas tenha início sempre o mais cedo possível, imediatamente após o encerramento de cada uma das áreas a intervencionar ao longo da exploração mineira e em concomitância com a mesma. Serão assim potencialmente reduzidos, eventualmente eliminados, alguns dos impactes negativos da atividade mineira.

9.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

9.2.1 ENQUADRAMENTO

A área de projeto situa-se nos terrenos Holocénicos e Plio-Plistocénicos da bacia do rio Sado, dominados por areias de duna e conglomerados, com afloramento de formações miocénicas mais compactas em alguns locais. Esta origem relativamente recente e a conjugação de areias de dunas com substratos compactos reflete-se no relevo e na vegetação da área. No que respeita ao relevo, esta é uma zona de terreno plano a levemente ondulado, com uma matriz de declives predominantemente baixos, até 3 % (por vezes 5 %). Na proximidade dos cursos de água de maior dimensão atravessados pela linha de transporte de energia e pelas condutas de adução de água observa-se a ocorrência de declives mais elevados, sobretudo entre 8 e 16 %.

A ocupação do solo é constituída predominantemente por sistemas agroflorestais com sobreiro e por pinhais, com predominância do pinheiro-manso. Existem algumas manchas de eucaliptal, assim como algumas áreas de culturas arvenses. Os solos mais férteis das várzeas estão ocupados por arrozais.

Em termos biogeográficos, e de acordo com Capelo *et al.* (2021)[6], a área de projeto situa-se no Distrito Sadense (Província Costeira Lusitano-Andaluza Ocidental, Subprovíncia Gaditano-Sadense, Setor Ribatejano Sadense); de acordo com a cartografia de Mesquita e Sousa (2009)[7] e, segundo o sistema bioclimático de Rivas-Martínez *et al.* (2011)[8], tem macrobioclima mediterrânico, termotipo predominantemente termotipo Termomediterrânico superior e ombrotipo Seco.

9.2.2 VEGETAÇÃO POTENCIAL

De acordo com Capelo *et al.* (2007)[9], nesta área a vegetação natural climatófila enquadra-se nas séries de vegetação *Aro neglecti-Querco suberis sigmetum*, quando em substratos arenosos soltos, e *Asparago aphylli-Querco suberis sigmetum*, quando em substratos compactos. Estas séries têm como etapa climácica bosques dominados por sobreiros. No cimo de dunas profundas, onde o nível freático nunca está próximo da superfície, o substrato é demasiado seco para que se desenvolva um bosque espontâneo, pelo que aí se desenvolve vegetação enquadrável na minorissérie *Daphno gnidii-Junipero navicularis minorisigmetum*, que tem como etapa climácica um matagal

[6] Capelo, J., Aguiar, C. & Mesquita, S. (2021). Sinopse da biogeografia de Portugal. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). *A vegetação de Portugal*. Pp. 26-30. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa.

[7] Mesquita S. & Sousa A.J. (2009). Bioclimatic mapping using geostatistical approaches: application to mainland Portugal. *International Journal of Climatology*. 29 (14): 2156-2170.

[8] Rivas-Martínez S., Rivas Sáenz S. & Penas Merino A. (2011). Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-638.

[9] Capelo J., Mesquita S., Costa J.C., Ribeiro S., Arsénio P., Neto C., Monteiro T., Aguiar C., Honrado J., Espírito-Santo M.D. & Lousã M. (2007). A methodological approach to potential vegetation modeling using GIS techniques and phytosociological expert-knowledge: application to mainland Portugal. *Phytocoenologia* 37(3-4): 399-415.

de zimbro-galego. A vegetação natural destes locais é constituída por mosaicos de vegetação formados pelos seguintes elementos (Neto & Capelo, 2021)[10]:

Em locais com substratos arenosos (série *Aro neglecti-Querco suberis sigmetum*):

- bosques dominados por sobreiros (*Aro neglecti -Quercetum suberis*);
- medronhal (*Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*);
- mato de carvalhiça e zimbro (*Junipero navicularis-Quercetum lusitanicae*);
- urzal-tojal (*Erico umbellatae-Ulicetum welwitschianii*);
- mato de tojo-chamusco (*Thymo capitellati-Stauracanthetum genistoides*);
- prados vivazes dominados por bracejo (*Euphorbio transtaganae-Celticetum giganteae*).

Em topos de paleodunas muito secos (*minorissérie Daphno gnidii-Junipero navicularis minorisigmetum*):

- matagal de zimbro-galego (*Daphno gnidi-Junipertum navicularis*);
- urzal-tojal (*Erico umbellatae-Ulicetum welwitschianii*);
- mato de tojo-chamusco (*Thymo capitellati-Stauracanthetum genistoides*);
- prado anual (*Anachorto-Arenarietum algarbiensis*).

Em locais com substratos areníticos (*Asparago aphylli-Querco suberis sigmetum*):

- bosque dominado por sobreiro (*Asparago aphylli-Quercetum suberis*);
- medronhal (*Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*);
- mato baixo denso carvalhiça (*Erico scopariae-Quercetum lusitanicae*);
- tojal (*Erico umbellatae-Ulicetum welwitschiani*);
- mato de tojo-chamusco (*Thymo capitellati-Stauracanthetum genistoides*);
- arrelvado anual (*Trifolio cherleri-Plantaginetum bellardii*).

Nas áreas de várzea atualmente ocupada por arrozais ocorreria ainda vegetação higrófila, nomeadamente bosques ripícolas (*Viti sylvestris-Salicetum atrocinereae*) ou

[10] Neto, C. & Capelo, J. (2021). Vegetação do Sado e do Ribatejo. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). *A vegetação de Portugal*. Pp. 102-109. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa.

paludosos (*Carici-Salicetum atrocinereae*), na área correspondente à atualmente ocupada por pastagem (Portela-Pereira & González, 2021)[11].

9.2.3 SITUAÇÃO ATUAL

A área onde será instalada a mina abrange áreas que atualmente estão ocupadas sobretudo por florestas mais ou menos densas de pinheiro-manso e sobreiro, eventualmente integradas em sistemas agrossilvopastoris. Junto à entrada da mina existe também uma pequena área de eucaliptal e, na zona da TSF, uma área com culturas arvenses.

Os acessos previstos seguem caminhos já existentes em quase todo o seu traçado, prevendo-se o seu alargamento e consolidação. Estes caminhos cortam áreas florestais e agroflorestais de pinheiro-manso e sobreiro, pontualmente de eucalipto; os caminhos que correspondem ao acesso secundário cortam também algumas áreas de pastagens e culturas arvenses.

O corredor onde se prevê a instalação da linha de transporte de energia atravessa também áreas florestais e agroflorestais de pinheiro-manso e sobreiro, assim como algumas áreas de pastagens e culturas arvenses. Na passagem do rio Sado, o corredor inclui uma estreita faixa ripícola, áreas de arrozal e dois montes—Monte da Salema e Monte da Quinta de D. Rodrigo—ainda que não seja expectável a afetação destas tipologias pela instalação da infraestrutura.

Os corredores em estudo para a passagem das condutas de adução de água acompanham estradas existentes ao longo de todo o seu traçado, pelo que a sua instalação afetará apenas uma faixa na berma das mesmas. As tipologias de ocupação do solo atravessadas por estas estradas e passíveis de afetação pela implementação desta infraestrutura são análogas às descritas anteriormente, acrescendo o atravessamento de pequenos povoados.

[11] Portela-Pereira, E. & González, P. (2021). Bosques e matagais ripícolas e pantanosos de Portugal Continental. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). *A vegetação de Portugal*. Pp. 239-257. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa.



Fotografia 9.1 – Área de implementação do projeto. Áreas florestais e agroflorestais de pinheiro-manso e sobreiro.



Fotografia 9.2 – Área de implementação do projeto. Eucaliptal cortado recentemente.



Fotografia 9.3 – Área de implementação do projeto. Área de culturas arvenses.



Fotografia 9.4 – Área de implantação da conduta de adução de água. Campos de arroz no atravessamento da várzea do Sado.



Fotografia 9.5 – Área de implantação da conduta de adução de água. Atravessamento do rio Sado.



Fotografia 9.6 – Área de implantação da conduta de adução de água. Atravessamento de Monte de Batão.

9.2.4 SITUAÇÃO AQUANDO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

As diferentes áreas onde o presente projeto será implementado terão características distintas no momento em que se dará início aos respetivos trabalhos de integração ou recuperação, em função da sua tipologia. Distinguem-se as seguintes situações:

- Acessos criados ou melhorados: áreas de taludes recentemente criados e de ocupação temporária durante a fase de obra.
- Áreas de pargas: áreas planas e taludes recentemente criados e que se pretende manter temporariamente; área a recuperar após desativação das pargas.
- TSF: área de depósito de rejeitados mineiros fechados em geomembrana e recobertos.
- Taludes da TSF: áreas de taludes recentemente criados e que se pretende manter e estabilizar.
- Áreas dos reservatórios de água: área cujo relevo será próximo do atual, após remoção do material usado para a criação destes reservatórios.
- Áreas da lavaria e outras infraestruturas de apoio à exploração: espaços ocupados com edificações e infraestruturas, nomeadamente instalações industriais e de apoio e equipamentos, a remover finda a fase de exploração. Inclui-se nesta tipologia toda a área intersticial às infraestruturas interior às vedações da mina, acrescida de uma faixa de 2 metros. Estima-se que assim seja abrangida toda a área efetivamente afetada pela exploração mineira.
- Entrada da mina: áreas de taludes recentemente criados e que se pretende manter; enquadramento de projeto de arquitetura a implementar.

- Faixa ao longo da conduta de adução de água: áreas de ocupação temporária durante a fase de obra.

- Apoios da linha elétrica e faixa de gestão de combustíveis ao longo da mesma: áreas de ocupação e afetação temporária durante a fase de obra em torno dos apoios e ocupação atual, com exceção das árvores de crescimento rápido, ao longo da restante área da faixa.

9.2.5 OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto é a recuperação de todas as áreas afetadas temporariamente pela exploração da mina, com reposição da utilização anterior das áreas afetadas temporariamente, bem como a integração de todas as estruturas e de todos os elementos novos que surgirão ao longo do período de exploração da mina com caráter permanente, garantindo a sua melhor integração cénica e funcional na paisagem envolvente.

A integração ou recuperação paisagística de todas as áreas intervencionadas deverá ter início sempre o mais cedo possível, imediatamente após o encerramento da fase de construção ou exploração de cada uma das estruturas a intervencionar. Serão assim potencialmente reduzidos, eventualmente eliminados, alguns dos impactes negativos da atividade mineira.

Através da realização de sementeiras e plantações, exclusivamente com espécies autóctones, pretende-se restaurar a vegetação natural nas zonas abrangidas pela exploração da mina. Este restauro será realizado de acordo com os sistemas ecológicos existentes, respeitando as posições no território dos biótopos higrófilos e temporohigrófilos (que constituem o 'Sistema Húmido'[12]), mesófilos ou edafoxerófilos ('Sistema Seco'); será desenvolvido de modo a garantir a continuidade da leitura da paisagem, não constituindo uma rutura com a paisagem envolvente, antes promovendo a ligação das novas estruturas com as tipologias de paisagem existentes.

O presente Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística obedece aos seguintes princípios e objetivos específicos:

- Estabilização das áreas cobertas com terras provenientes de decapagem das áreas afetadas pelo projeto logo após a sua criação, através da realização de hidrossementeiras.

- Integração na envolvente dos novos volumes criados, nomeadamente a TSF, de modo a promover a sua integração no território, através da sua vegetalização.

- Recuperação das áreas afetadas temporariamente, com a modelação do terreno de forma tão naturalizada quanto possível e o seu revestimento com as terras

[12] Segundo a terminologia usada em Raposo Magalhães, Manuela (2001). *A arquitectura paisagista: morfologia e complexidade*. Estampa, Lisboa.

provenientes da prévia decapagem, promovendo assim a regeneração natural da vegetação.

- Promoção do restauro da vegetação arbustiva e arbórea nativa após desativação da infraestrutura mineira.

De forma a garantir a disponibilidade de plantas e sementes para a realização dos trabalhos, deverá ser estabelecido um contrato com uma empresa especializada em propagação de espécies autóctones portuguesas o mais cedo possível, de preferência antes do primeiro ano de execução dos trabalhos preparatórios.

9.2.6 CONCESSÃO

A estrutura formal da área de projeto—definição de rede de caminhos, localização de infraestruturas, etc.—está definida *a priori* no projeto da mina e respetivo plano de lavra. O PARP desenvolve-se de acordo com o previsto no Plano de lavra, acompanhando os seus trabalhos de acordo com o respetivo faseamento, focando-se na componente vegetal a implementar nas áreas da mina, acessos e envolvente imediata.

A área de projeto corresponde sobretudo a áreas mesófilas. No entanto, as zonas que serão sujeitas a recuperação paisagística, nomeadamente taludes e a instalação de resíduos, serão áreas com baixa capacidade de retenção de água, uma vez que correspondem a aterro, constituindo biótopos particularmente secos, análogos a situações edafoxerófilas. Nestas áreas preconiza-se a plantação de árvores e arbustos que fazem parte do elenco florístico das comunidades arbóreas e arbustivas que compõem a série de vegetação que ocorre naturalmente nesta área. Não está prevista qualquer intervenção em biótopos higrófilos; caso se verifique futuramente, no desenvolvimento do projeto em maior detalhe em fase de Projeto de Execução, a afetação desta tipologia, será proposta para essas áreas a instalação de vegetação ripícola.

As áreas onde se preveem sementeiras ou plantações correspondem à estimativa possível no estado atual de desenvolvimento do projeto. Com o desenvolvimento dos trabalhos de exploração, o PARP será ajustado à realidade local.

9.2.6.1 TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO

As diferentes tipologias de intervenção previstas no presente projeto são as seguintes:

3) Acessos

No que respeita a acessos, distinguem-se duas situações: o acesso principal, com duas soluções em estudo e uma extensão estimada de 2,44 km para a solução A e 2,56 km para a solução B; e o acesso secundário, com uma extensão de cerca de 2,32 km.

Para todos os acessos a criar preconiza-se a realização de uma hidrossementeira com uma mistura de sementes de plantas herbáceas e arbustivas nos taludes a criar, logo após a finalização dos trabalhos de construção.

Esta ação poderá ser precedida de espalhamento de terra viva, se necessário. Tem como principais objetivos a estabilização rápida destas superfícies, evitando-se o seu ravinamento pelas águas das chuvas, e a promoção de um rápido recobrimento vegetal das mesmas e sua integração na paisagem envolvente.

Na fase de desativação do projeto, todos os acessos que não forem mantidos serão desativados, procedendo-se à total remoção dos materiais impermeabilizantes e à descompactação dos solos na plataforma da estrada, espalhamento de terra viva e, posteriormente, a uma hidrossementeira com uma mistura semelhante à usada para os taludes, no início da exploração.

4) Pargas

Todas as áreas afetadas pela exploração mineira, tanto durante a fase de construção como durante a fase de exploração, serão previamente decapadas, armazenando-se o solo assim obtido em pargas.

Estas deverão ter uma dimensão de até 4 por 4 metros de largura e 1,5 metros de altura, repetindo-se estes módulos tantas vezes quanto necessário. Estas pargas serão semeadas, de modo a garantir a estabilização e proteção das terras enquanto presentes, até ao seu desmonte para utilização das terras na cobertura das áreas que forem sendo sujeitas a recuperação paisagística.

Para as sementeiras de proteção usar-se-ão duas misturas distintas, uma para as sementeiras realizadas no outono, outra para as realizadas durante a primavera.

Após desativação, será reposto o relevo na área ocupada pelas pargas, procedendo-se à regularização do relevo e sua sementeira e plantação com arbustos autóctones, correspondentes a vegetação mesófila desta área, de acordo com o Módulo 3. Este módulo será repetido tanto lateralmente como longitudinalmente, tantas vezes quantas for necessário para preencher a área.

5) Instalação de Resíduos

A área de depósito de rejeitados mineiros de granulometria fina será revestida por uma membrana estanque, que por sua vez será coberta com escombro de granulometria variada, para sua proteção, e, finalmente, por terra viva proveniente das decapagens. Nesta área não se preconiza a instalação de flora arbórea ou arbustiva alta, cujas raízes poderiam ameaçar a integridade das membranas que selam os rejeitados mineiros. Prevê-se por isso unicamente a realização de uma hidrossementeira com uma mistura de sementes de plantas herbáceas e arbustivas baixas (*Cistus crispus, Cistus salvifolius, Lavandula stoechas, Ononis natrix*).

6) Taludes da Instalação de Resíduos

A área da instalação de resíduos será definida previamente ao seu enchimento através da criação de taludes, que delimitarão a área de deposição de material. Estes taludes deverão ser revestidos por hidrossementeira logo após a sua criação, promovendo-se assim a sua rápida estabilização.

Preconiza-se assim a realização de hidrossementeiras com misturas de sementes de plantas herbáceas e de sementes de plantas arbustivas, logo após a finalização dos trabalhos de construção dos taludes.

7) Áreas dos reservatórios

Estas áreas correspondem à porção de território que esteve coberta por reservatórios de água durante a exploração da mina, entretanto desativados e removidos.

O terreno deixado a descoberto deverá ser modelado para reposição do mesmo a cotas semelhantes à situação inicial. Caso haja disponibilidade de terras provenientes da decapagem, esta deverá ser espalhada por estas áreas (embora estas não sejam áreas prioritárias, podendo esta etapa ser suprimida caso se verifique que as terras disponíveis são insuficientes). Também para estas áreas se preconiza a sementeira de arbustos e herbáceas e a plantação de árvores e arbustos, de acordo com o Módulo 1.

8) Áreas da lavaria e outras infraestruturas de apoio à exploração

A lavaria, os escritórios e oficinas serão construídos numa área onde o terreno foi aplanado, estando prevista a remoção de todas estas estruturas e a reposição da topografia do terreno anterior à instalação da mina. Para esta área está previsto, após desativação, um tratamento análogo ao descrito para as áreas dos reservatórios, com recobrimento da terra usados para a reposição da topografia com terra viva proveniente das decapagens, seguido de hidrossementeiras com misturas herbácea e arbustiva e de plantação de árvores e arbustos adaptadas a situações de secura edáfica, de acordo com o Módulo 2 e como descrito anteriormente. A zona de movimentação de maquinaria entre as áreas construídas será também tratada de forma análoga, mas segundo o módulo 3, uma vez que se admite que nestas zonas algumas das árvores existentes tenham sido preservadas.

9) Entrada da mina

Para a envolvente da entrada da mina preconiza-se a estabilização dos terrenos, nomeadamente das áreas de taludes recentemente criados e que se pretende manter, através da realização de hidrossementeiras com misturas herbácea e arbustiva. Propõe-se a plantação de alinhamentos de sobreiro e de pinheiro-manso na envolvente do projeto de arquitetura a implementar junto à entrada da mina, para seu enquadramento na paisagem envolvente.

10) Faixa ao longo da conduta de adução de água

Para instalação de conduta de adução de água será aberta uma vala, com alteração de uma faixa de terreno ao longo da mesma. A esta ação associam-se ainda as áreas de ocupação temporária durante a fase de obra, estimando-se que seja alterada uma faixa com até 3 metros de cada lado da conduta, ao longo de toda a sua extensão. Esta faixa deverá ser recuperada após finalização dos trabalhos de instalação da conduta, prevendo-se a realização de hidrossementeiras com misturas herbácea e arbustiva. Consideraram-se as duas opções de traçado em estudo, uma mais longa com ligação junto da barragem Trigo de Morais (Vale do Gaio), a outra mais curta, com ligação próxima do Monte de Salema (opção 2).

11) Apoios da linha elétrica e faixa de gestão de combustíveis ao longo da mesma

No que respeita à linha de transporte de energia, as áreas de ocupação e afetação temporária durante a fase de obra serão tratadas em conjunto com a faixa de gestão de combustíveis a manter ao longo da linha, durante toda a fase de exploração da mesma. Para estas faixas propõe-se a plantação de sobreiros e medronheiros e de arbustos com elevado recobrimento do solo, de acordo com o Módulo 4, com o objetivo de alongar os ciclos de intervenção de manutenção nestas áreas.

9.2.6.2 MATERIAL VEGETAL

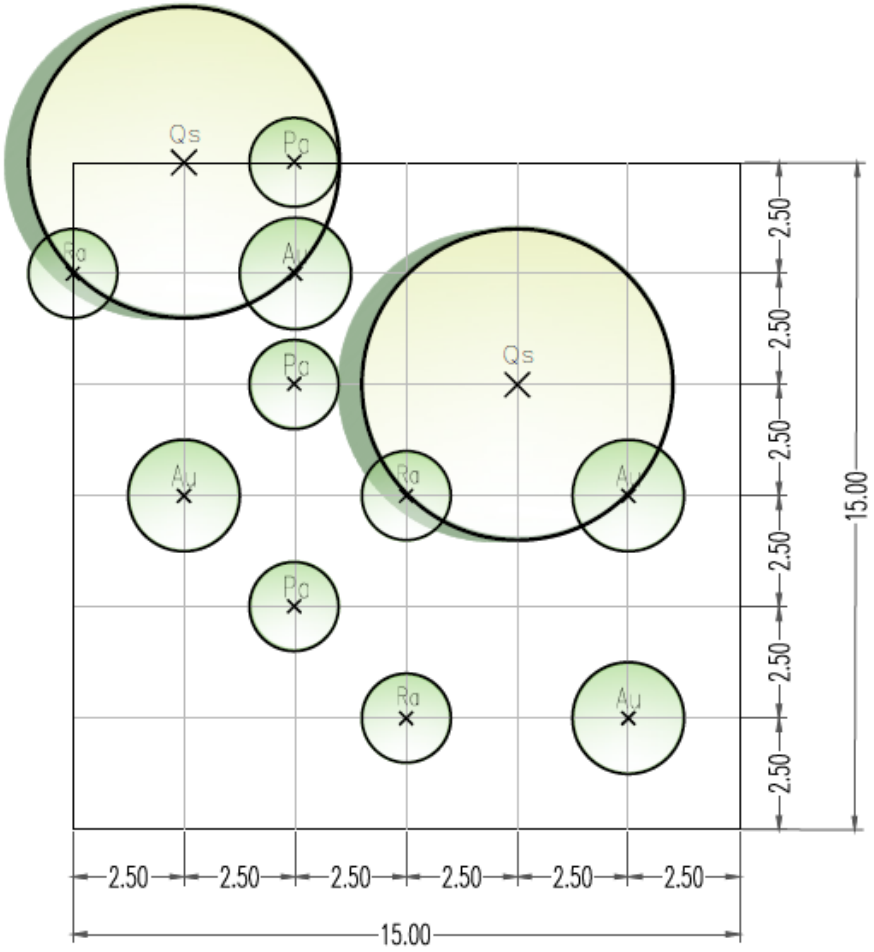
PLANTAÇÕES

As plantações descritas no ponto anterior concretizam-se através da plantação de espécimes de 9 espécies diferentes—1 arbórea e 8 arbustivas—que se combinam em 4 módulos distintos. Como referido, todos os táxones selecionados são autóctones, fazem parte do elenco florístico da unidade biogeográfica em presença e correspondem à flora que se desenvolve espontaneamente em locais com condições ecológicas análogas às das áreas de projeto onde são propostos.

Os módulos propostos são os seguintes:

1) Módulo- 1. Plantação arbóreo-arbustiva mesófila

Módulo-tipo com 15 por 15 metros, constituído por sobreiros, espécie adaptada às condições edafoclimáticas da área de projeto, combinado com medronheiro, lentisco e sanguinho-das-sebes, característicos dos matagais que constituem a primeira etapa de substituição dos sobreirais. O módulo está preparado para ser repetido lateralmente e longitudinalmente, sem sobreposição de espécimes.

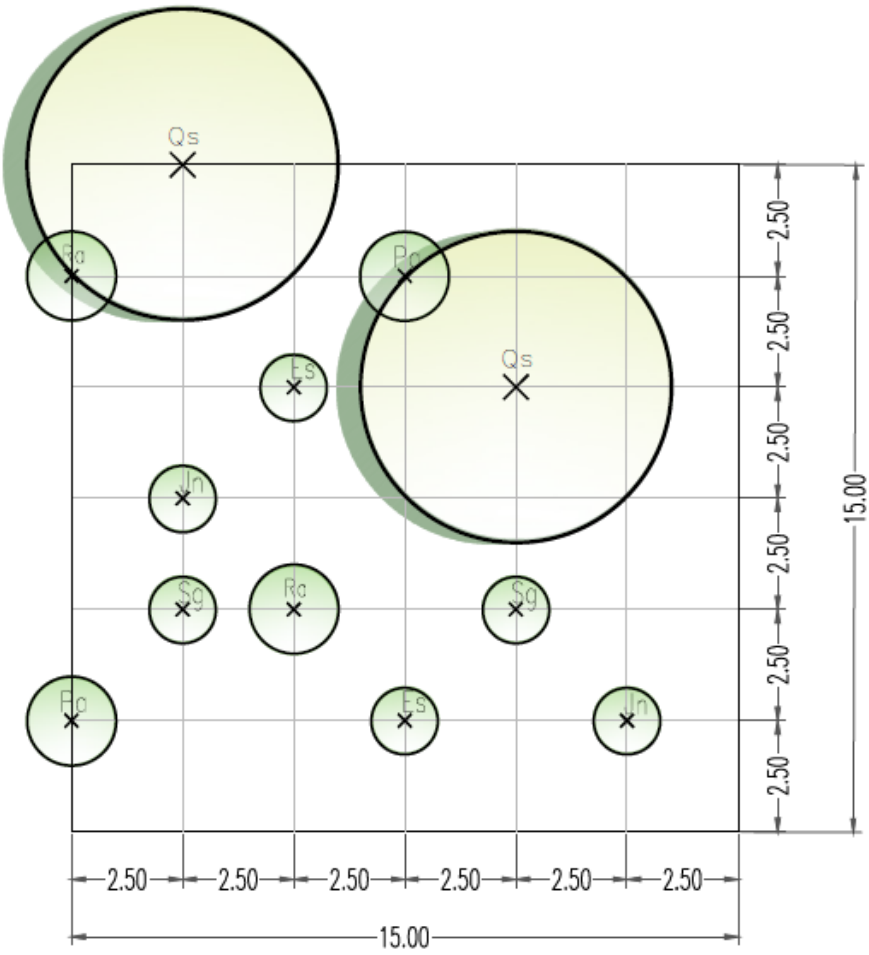


Qs – *Quercus suber* Pa – *Phillyrea angustifolia*
Au – *Arbutus unedo* Ra – *Rhamnus alaternus*

Figura 9.1 – Módulo 1 – arbóreo-arbustivo alto a utilizar em situação mesófila.

2) Módulo 2. Plantação arbóreo-arbustiva edafoxerófila

Módulo-tipo análogo ao anterior, mas apenas com maior diversidade arbustiva, incluindo também algumas espécies características de matos baixos. O módulo tem 15 por 15 metros e foi preparado para ser repetido lateralmente e longitudinalmente, sem sobreposição de espécimes, de modo a formar um bosque contínuo.

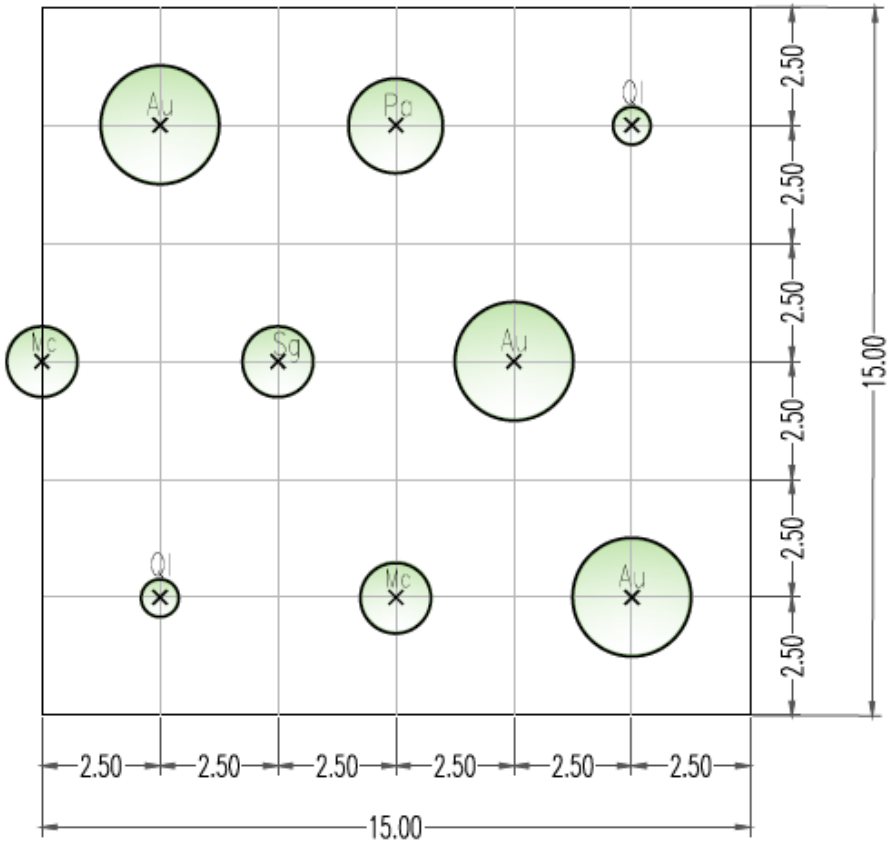


Qs – *Quercus suber*
Es – *Erica scoparia*
Jn – *Juniperus navicularis*
Pa – *Phillyrea angustifolia*
Ra – *Rhamnus alaternus*
Sg – *Stauracanthus genistoides*

Figura 9.2 – Módulo 2 – arbóreo-arbustivo a utilizar em situação edafoxerófica.

3) Módulo- 3. Plantação arbustiva mesófila

Módulo-tipo com 15 por 15 metros, constituído por espécies arbustivas altas—medronheiro—, de médio porte—murta e lentisco—e de baixo porte—carvalhiça e tojo-manso. Este módulo está preparado para ser repetido lateralmente e longitudinalmente sem sobreposição de espécimes, proporcionando um coberto arbustivo bastante diverso, que criará condições propícias à instalação de outros arbustos espontâneos.

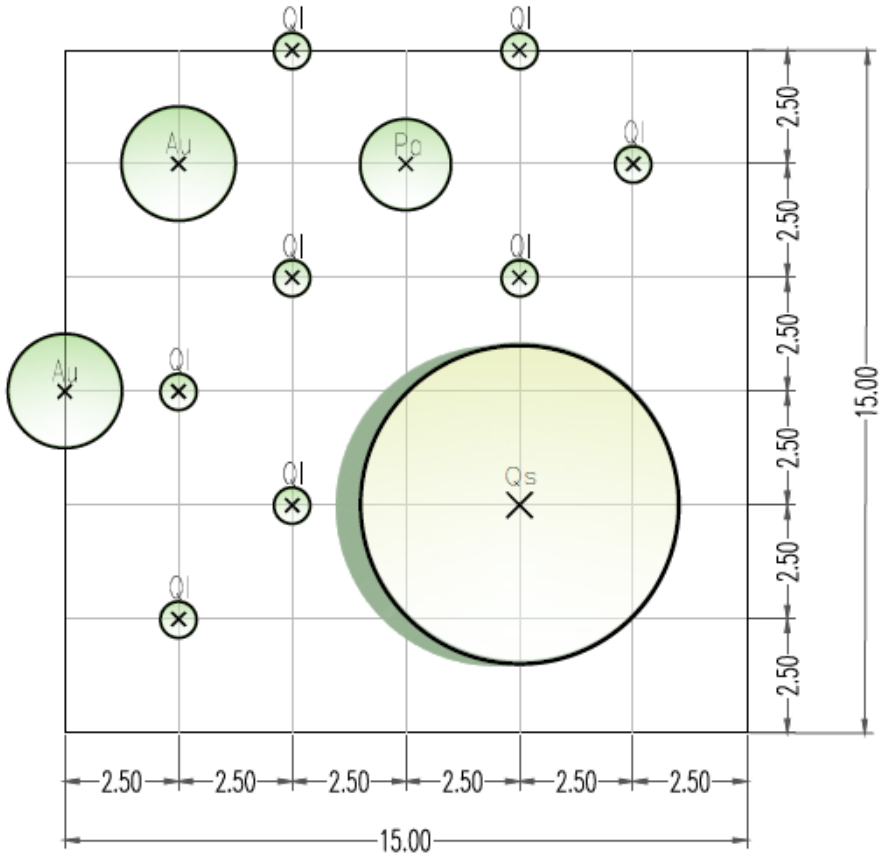


Au – *Arbutus unedo*
Mc - Myrtus communis
Pa – *Phillyrea angustifolia*
Ql - *Quercus lusitanica*
Sg - *Stauracanthus genistoides*

Figura 9.3 – Módulo 3 –arbustivo alto e baixo.

4) Módulo 4. Plantação arbóreo-arbustiva edafoxerófila

Módulo-tipo análogo ao primeiro, preparado especificamente para a faixa que acompanha a linha de transporte de energia. O módulo tem 15 por 15 metros e foi desenhado para ser repetido lateralmente e longitudinalmente, sem sobreposição de espécimes, de modo a formar um contínuo de bosque e matagal.



Qs – *Quercus suber*
Au – *Arbutus unedo*
Ra – *Rhamnus alaternus*

Figura 9.4 – Módulo 4 – arbóreo-arbustivo.

Apresentam-se na tabela abaixo as características gerais consideradas relevantes das espécies a plantar no âmbito do desenvolvimento deste PARP.

Tabela 9.1 – Características Gerais das espécies a plantar.

Nome científico / sigla		Nome comum	Regime de folhagem	Taxa de crescimento	Altura média (m)	Diâmetro médio (m)
ÁRVORES						
Quercus suber	Qs	sobreiro	persistente	lento	8-10	6-10
ARBUSTOS						
Arbutus unedo	Au	medronheiro	persistente	médio	2-6	2-3
Erica scoparia	Es	urze-das-vassouras	persistente	médio	2	1.5
Juniperus navicularis	Jn	piorro	persistente	lento	1-2	1.5
Myrtus communis	Mc	murta	persistente	médio	2-3	1.5
Phillyrea angustifolia	Pa	lentisco	persistente	lento	2-3	2
Quercus lusitanica	Ql	carvalhiça	persistente	médio	0.5	0.8
Rhamnus alaternus	Ra	sanguinho-das-sebes	persistente	médio	4-5	2
Stauracanthus genistoides	Sg	tojo-manso	persistente	rápido	0.5-1.5	1.5

SEMENTEIRAS

As plantações descritas no ponto anterior serão combinadas com sementeiras de vários tipos, instaladas por sementeira direta, no caso das sementeiras de proteção das pargas, ou por hidrossementeira, nas restantes situações, quando se pretende promover mais rapidamente a estabilização do solo, com recurso adicional a materiais agregantes.

As tipologias propostas são as seguintes:

1) Sementeira de Pargas

Sempre que se preveja que a conservação das terras numa parga seja superior a 6 meses, esta deverá ser semeada à razão de 5 gramas/m^2.

Caso a sementeira se realize no Outono, deverá semear-se tremocilha (*Lupinus luteus*). Se a sementeira se realizar na Primavera será semeado com abóbora (*Curcubita pepo*), para evitar o aparecimento de ervas infestantes. Poder-se-á admitir a eventual incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos.

2) Hidrossementeira 1 - Mistura herbácea

Esta tipologia de plantas de mistura de plantas herbáceas será a empregue na maior parte das situações de projeto, geralmente combinada com a sementeira 2, separadas por um curto intervalo de tempo, como se segue:

Táxone	% em peso no lote
1) *Dactylis glomerata*	15 %
2) *Lolium multiflorum*	30 %
3) *Lolium rigidum*	35 %
4) *Ornitopus compressus*	10 %
5) *Trifolium incarnatum*	10 %
	100,0%
Densidade de sementeira:	25 gramas/m^2

4) Hidrossementeira 2 - Mistura arbustiva

Esta tipologia de espécies arbustivas, como se segue, e será empregue na maior parte das situações de projeto, devendo ser aplicada pouco depois da sementeira 1:

Táxone	% em peso no lote
1) *Cistus crispus*	20 %
2) *Cistus salviifolius*	20 %
3) *Lavandula stoechas*	20 %
4) *Myrtus communis*	5 %
5) *Ononis natrix*	20 %
6) *Rosmarinus officinalis*	15 %
	100,0%
Densidade de sementeira:	2 gramas/m^2

5) Hidrossementeira 3 - Mistura arbustiva baixa

Esta tipologia será a empregue apenas na área do TSF, também conjugada com a sementeira 1. Consiste também numa mistura de espécies herbáceas, como se segue:

Táxone	% em peso no lote
1) *Cistus crispus*	22 %
2) *Cistus salviifolius*	23 %
3) *Lavandula stoechas*	25 %
4) *Ononis natrix*	30 %
	100,0%
Densidade de sementeira:	25 gramas/m^2

6) Hidrossementeira 4 - Mistura de prado

Para aplicação nas áreas a ocupar pelo parque solar definiu-se uma mistura de plantas herbáceas pratenses, que poderá ser pastada ou cortada por meios mecânicos, como se segue:

Táxone	% em peso no lote
1) *Lolium multiflorum*	35 %
2) *Lolium rigidum*	45 %
3) *Lupinus luteus*	0,5 %
4) *Medicago polymorpha*	9,5 %
5) *Trifolium incarnatum*	10 %
	100,0%
Densidade de sementeira:	25 gramas/m^2

10 PLANO DE ENCERRAMENTO

10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após a conclusão das atividades de produção da mina, serão necessárias intervenções que visam preparar a área de atividade do projeto para devolver o local em adequadas condições de segurança e enquadramento com o meio envolvente, permitindo o uso futuro.

O encerramento de uma mina é um processo complexo e cuidadoso que deve ser planeado com antecedência para garantir a segurança dos trabalhadores, a proteção do meio ambiente e a conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis. O plano de encerramento da mina deve ser desenvolvido antes do início da operação e deve ser atualizado regularmente durante a vida útil da mina, sendo que as operações de recuperação devem ser realizadas em conjunto com a exploração da mina e concluídas após o seu encerramento, sendo uma forma importante de reduzir o passivo, da fase de encerramento.

Assim, nos próximos pontos serão descritas as medidas a implementar durante e após o término da exploração sobre os equipamentos móveis, desativação das instalações fixas, ambiente, sistemas de segurança, planos de monitorização e recursos humanos, para que tais objetivos possam ser atingidos.

10.2 EQUIPAMENTOS MÓVEIS

Após o término da exploração, os equipamentos móveis serão vendidos para posterior uso em outra operação ou vendidos como sucata, sendo, portanto, totalmente descomissionados e removidos do local do projeto.

Durante a fase de encerramento ainda assim existirão atividades que vão utilizar alguns equipamentos (Tabela 10.1) que permanecerão no local depois do fim da exploração e até à conclusão de todo o plano de encerramento e cessação das atividades.

Tabela 10.1 – Equipamentos próprios usados durante a fase de descomissionamento.

Equipamento	Modelo	Quantidade
Dumper	Epiroc MT65	2
Rega de Acessos	Trator + Joper	1
Pá Carregadora Frontal	CAT 980	1

Serão utilizados outros equipamentos de uma forma temporária que não fazem parte da frota do projeto, sendo requisitados com o objetivo de serem utilizados apenas durante a fase de encerramento.

10.3 DESATIVAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

10.3.1 MINA SUBTERRÂNEA

A mina subterrânea e todos os pontos de ligação com a superfície (galerias de acesso, chaminés e furos) devem ser alvo de um processo estruturado de desativação e encerramento de modo que as condições de saúde e segurança estejam garantidas quer para as pessoas, quer para todo o meio ambiente envolvente após a cessação da atividade.

O desmantelamento deverá ser feito por setores e de uma maneira faseada. Primeiramente devem ser cheias todas as cavidades onde ocorreram atividades de exploração mineira, nomeadamente as zonas de desmonte (bancadas e galerias de minério). De seguida devem ser retiradas todas as infraestruturas do fundo da mina (tubagens, cabos e material elétrico, equipamentos de bombagem, etc). As galerias principais devem ser mantidas abertas para futuros acessos necessários de monitorização, reativação da exploração ou acesso a novas jazidas.

Todas a ligações com a superfície devem ser encerradas de modo a não permitir o acesso de pessoas e/ou animais aos acessos subterrâneos. A bombagem de água da mina cessará no momento do desmantelamento das infraestruturas, ficando as galerias parcialmente inundadas até ao nível de equilíbrio dinâmico hidráulico.

As ações sobre instalações subterrâneas estão pormenorizadas na tabela seguinte.

Tabela 10.2 – Ações e destinos das instalações subterrâneas.

Instalação	Ação	Destino
Acesso Rampa Principal	Encerramento do acesso	
Chaminés de Ventilação	Desmantelamento dos ventiladores de superfície sendo as chaminés tapadas e vedado o acesso	Venda dos equipamentos ou realocação noutro local
Furos de Enchimento	Furos serão selados	
Equipamento Elétrico	Remoção de todo o material	Venda dos equipamentos e/ou realocação noutro local
Equipamentos de bombagem	Remoção de todo o material	Venda dos equipamentos e/ou realocação noutro local
Tubagens	Desmantelamento	Venda dos materias ou encaminhamento para sucata

10.3.2 EDIFÍCIOS DE SUPERFÍCIE E LAVARIA

As instalações sociais e de apoio, bem como a oficina, laboratório e armazém serão, na fase de desativação, desmanteladas e deslocadas para fora da área da mina. O desmantelamento destas instalações e a demolição das estruturas de betão, serão executadas por empreiteiros externos especializados. No entanto, se existir interesse das entidades locais e/ou outras entidades, poderá ser equacionada a manutenção de algumas instalações.

O desmantelamento da lavaria será efetuada por setores e faseadamente. Antes do desmantelamento e remoção dos edifícios, serão removidos todos os equipamentos do processo mineralúrgico, as instalações elétricas, de águas, e esgotos.

As restantes instalações industriais de apoio serão também remobilizados para fora da área da mina sendo o solo regularizado.

O destino das instalações mineiras a serem removidas estão resumidas na tabela seguinte.

Tabela 10.3 – Destino das instalações, equipamentos e matérias a desmantelar.

Instalação	Ação	Destino
Unidade de Processamento Minerlúrgico	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos
Equipamentos Fixos – britagem, telas transportadoras e silos	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos
Parque de Minério	Remoção da impermeabilização e modelação do terreno	Integração Paisagística
Central de Produção de Pasta	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos
Equipamentos Móveis	Transporte	Venda dos equipamentos
Subestação Elétrica	Redução de capacidade	Venda dos equipamentos ou realocação noutro local
Depósitos de Combustível	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos. As fundações seguem para aterro
Instalações Sociais	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos ou realocação noutro local

Instalação	Ação	Destino
Tratamento de águas	Desmantelamento e transporte	Venda dos equipamentos
Armazenamento de Águas	Remoção da impermeabilização e modelação do terreno	Integração Paisagística

10.3.3 ACESSOS

Os acessos criados para o aceder ao complexo mineiro/industrial irão ser mantidos no final, quer para uso das populações servidos por esses acessos quer para o local ser explorado do ponto de vista florestal e agropastoril. Também será mantido o acesso ao local da antiga exploração de modo a poderem ser executadas ações de monitorização e eventuais visitas de arqueologia industrial.

10.3.4 INSTALAÇÃO DE REJEITADOS

10.3.4.1 ENCERRAMENTO

O plano de encerramento será determinado pelo uso futuro pós-encerramento selecionado, bem como pela metodologia para criar uma paisagem estável de longo prazo. O uso futuro pós-encerramento da instalação de resíduos ainda não foi selecionado e necessita de ser determinado na fase seguinte do projeto de execução.

Para atender aos requisitos regulatórios e garantir a segurança e estabilidade de longo prazo da instalação, serão seguidas as orientações das boas práticas recomendadas pelo ICOLD - design sustentável e desempenho pós-encerramento de rejeitados - e pelo ICMM - Guia de Boas Práticas para o Encerramento Integrado de Minas.

O Manual de Operação e Manutenção será atualizado à medida que o foco das operações se voltar para o encerramento.

10.3.4.2 SUPERFÍCIE DE PRAIA DOS REJEITADOS

A reabilitação da superfície de rejeitados terá início após o término da deposição de rejeitados. O método de sedimentação durante a vida operacional da instalação de resíduos formará uma superfície de rejeitados que inclina 1V a cada 50H de sul para norte, com um canal de escoamento que direciona a água para o reservatório de recuperação ("*reclaim pond*"). Essa abordagem de controle deposicional evitará a remodelação mecânico da superfície de rejeitados no encerramento e permitirá o início das obras de reabilitação logo após o fim da deposição de rejeitados.

Testes geoquímicos indicaram que os rejeitados e as rochas de desenvolvimento do jazigo norte têm potencial para gerar acidez (PAG), enquanto os rejeitados da jazida sul não irão gerar acidez (NAG). Durante a vida operacional da mina, serão adotadas

medidas para evitar a secagem dos rejeitados e das rochas de desenvolvimento com potencial de geração de acidez. Essas medidas têm como objetivo impedir a oxidação do material PAG, seja mantendo uma superfície húmida ou cobrindo com rejeitados NAG. Testes realizados como parte do trabalho laboratorial geoquímico demonstraram que os rejeitados NAG possuem grãos finos e baixa permeabilidade, tornando-os adequados como camada de selagem sobre os PAG.

Para garantir que o material PAG dentro da instalação de resíduos esteja selado e prevenir a oxidação a longo prazo, a deposição de rejeitados nas últimas fases de desenvolvimento deve ser programada para garantir que pelo menos 1 metro de rejeitados NAG seja depositado em toda a extensão da instalação.

Espera-se que a secagem dos rejeitados até um grau suficiente para permitir a movimentação leve tenha duração de até dois anos. Como os testes geoquímicos indicaram que os rejeitados do jazigo sul não geram acidez, propõe-se que uma cobertura de solo seja a solução de cobertura de superfície de rejeitados mais adequados a longo prazo para a instalação.

O projeto atual de encerramento prevê uma espessura mínima de 0,5 metros de cobertura de solo composta por areia e terra vegetal. No entanto, pode ser necessária uma camada pioneira inicial de areia para permitir o acesso aos rejeitados em consolidação.

10.3.4.3 TALUDES LATERAIS DO ATERRO E PATAMARES

Os taludes a jusante serão moldados para uma inclinação final a jusante de 1V:3H (com patamares de 5 m a cada 10 m, no máximo, ou seja, uma inclinação geral de 3H:1V), cobertos com 0,5 m de solo superficial e vegetação, para minimizar a infiltração no aterro e na geologia subjacente.

Recomenda-se que sejam realizados testes de reabilitação durante as operações para determinar o método mais eficiente para reabilitar os taludes e patamares finais do aterro.

10.3.4.4 GESTÃO DA ÁGUA

Durante a vida operacional, não será permitida a formação de lagoas na superfície dos rejeitados. A água proveniente dos rejeitados e a água de escoamento serão coletadas na denominada “bacia de água aproveitada” localizada fora da área ativa da instalação de resíduos. Lagoas temporárias serão inicialmente construídas dentro da área ocupada pela instalação de resíduos e, posteriormente, realocadas para uma bacia permanente fora da área ocupada pela instalação. No encerramento, a bacia e água aproveitada estará localizada ao norte, fora da área da instalação, e nenhuma água será retida dentro da instalação de resíduos.

A função da Bacia de água aproveitada, após o encerramento da instalação de resíduos será alterada. Em vez de armazenar água para a unidade de processamento irá atenuar o fluxo proveniente da instalação de resíduos, fornecendo armazenamento suficiente

para águas pluviais de forma a libertá-las com uma taxa que não sobrecarregue os cursos de água a jusante da instalação. No entanto, após a reabilitação da superfície da instalação de resíduos, haverá um período de transição.

Espera-se que o escoamento das áreas reabilitadas inicialmente contenha alto teor de sedimentos até que a vegetação esteja suficientemente estabelecida. Portanto, a descarga desse escoamento deve ser evitada inicialmente e, por essa razão, também será coletada e armazenada temporariamente na lagoa de recuperação.

Após comprovar que a água retida na bacia de água aproveitada atende aos padrões de qualidade de água para descarga no meio natural, a saída de emergência de encerramento poderá ser construída. A saída de emergência de encerramento irá libertar todo o escoamento de águas pluviais (que, nesse ponto, estará em conformidade com os padrões de qualidade de água para descarga) para a linha de drenagem em direção ao norte da instalação. Considerando que a profundidade da lagoa operacional é de 7 m, considera-se que a bacia de água aproveitada deverá ser parcialmente aterrada para garantir a segurança da estrutura.

10.3.4.5 Teste de Opções de Encerramento

Recomenda-se que sejam realizados testes de reabilitação durante as operações para determinar o método mais eficiente para reabilitar os taludes finais do aterro, bem como a superfície dos rejeitados. Os resultados dos testes serão usados para projetar a cobertura mais adequada que será colocada sobre a superfície dos rejeitados após o descomissionamento. O plano de reabilitação deve ser revisto a cada dois anos. Pelo menos dois anos antes do descomissionamento da célula, um plano detalhado de reabilitação deve ser desenvolvido.

10.3.5 Faseamento das Operações

O faseamento da desativação das diversas estruturas está relacionado principalmente com o período de atividade das mesmas, dando prioridade como referido anteriormente à desativação e recuperação do local o mais simultaneamente possível com a operação de modo a diminuir o passivo final do projeto.

A unidades ligadas à exploração subterrânea serão as primeiras a ser desativadas, uma vez que esta será a primeira operação a cessar a atividade. Assim, uma vez terminada a atividade subterrânea, as estruturas de suporte serão desativadas, nomeadamente ventiladores principais, encerramento de chaminés de ventilação, boca da mina e central de enchimento com pasta.

Uma vez terminada a exploração e esgotado o stock de minério a processar à superfície, todas as restantes instalações serão desmanteladas. Será necessário desenvolver um plano de detalhe para este processo pois só nesta fase poderá ser aplicado com maior rigor, toda a logística necessária para demolir, desmantelar, desativar e/ou transportar as estruturas e equipamentos.

10.4 AMBIENTE

A atividade mineira tem como um dos seus principais objetivos, além de garantir uma exploração responsável e eficiente do recurso mineral, um plano de encerramento das atividades em consonância com o esperado numa sociedade moderna respeitando as vertentes ambientais, sociais e humanas.

O principal objetivo do plano de encerramento é deixar um legado positivo após a atividade mineira, de modo que os benefícios da atividade perdurem no tempo, minimizando os impactes e promovendo a resolução de problemas que afetam este tipo de atividades tais como: degradação ambiental, contaminação de solos e águas e paisagem.

Como referido nas seções anteriores o plano de encerramento deve iniciar-se ainda na fase de projeto de modo que tudo o que seja planeado e projetado tenha em conta o futuro dessas atividades e modo como serão descomissionadas. Devem também ser executadas o mais cedo possível as atividades de encerramento, descomissionamento e recuperação ambiental ainda durante a exploração, de modo a minimizar o passivo de recuperação para etapas posteriores onde já não existe atividade mineira e entrada de capitais, permitindo também uma recuperação mais rápida dos locais afetados.

As principais contempladas no plano de encerramento de modo a minimizar o impacte ambiental serão:

- Encerramento de acessos à mina, nomeadamente, poços de ventilação e rampa, de forma a evitar acessos de pessoas e animais, bem como selar o contacto de modo que não haja contato das águas subterrânea com o meio natural.
- Garantir que existam zonas de terreno necessárias, durante o período de atividade, para que seja possível armazenar materiais para a fase de encerramento, nomeadamente pargas (terra vegetal de cobertura).
- Garantir que as rochas estéreis produzidas, bem como os rejeitados provenientes do processo mineralúrgico se encontram devidamente acondicionados e isolados do meio evitando o risco de interação e contaminação de águas e solos.
- Realizar atividades de recuperação paisagística de forma progressiva e início da selagem do aterro de resíduos durante sua fase de enchimento (o projeto da instalação está definido deste modo).

10.4.1 RESÍDUOS

Quando concluídos todos os trabalhos, será efetuada uma inspeção de modo a garantir que todos os resíduos existentes no complexo industrial foram totalmente expedidos, por entidades credenciadas para os locais adequados. Os resíduos previstos na fase de desativação são os que se apresentam na tabela seguinte.

Tabela 10.4 - Principais resíduos gerados pelas atividades de exploração mineira e o seu destino final.

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	130208	Operador de gestão de resíduos licenciado
Lamas provenientes dos separadores óleo/água	130502	
Óleos provenientes dos separadores óleo/água	130506	
Fuelóleo e gasóleo	130701	
Embalagens de papel e cartão	150101	
Embalagens de plástico	150102	
Embalagens de madeira	150103	
Embalagens de metal	150104	
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	150110	
Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, contendo uma matriz porosa sólida perigosa (por exemplo, amianto) (latas de sprays)	150111	
Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo sem outras especificações), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	150202	
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02 (filtros de ar)	150203	
Pneus usados	160103	
Filtros de óleo	160107	
Componentes contendo mercúrio (lâmpadas veículos)	160108	
Pastilhas de travões, contendo amianto	160111	
Pastilhas de travões não abrangidas em 16 01 011	160112	
Fluidos de travões	160113	
Fluidos anticongelantes contendo substâncias perigosas	160114	
Fluidos anticongelantes não abrangidos em 16 01 14	160115	
Metais ferrosos	160117	
Metais não ferrosos	160118	
Resíduos inorgânicos não abrangidos em 16 03 03	160304	
Acumuladores de chumbo	160601	
Betão	170101	
Tijolos	170102	
Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	170103	
Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, contendo substâncias perigosas	170106	

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino
Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06	170107	
Madeira	170201	
Vidro	170202	
Plástico	170203	
Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	170204	
Misturas betuminosas contendo alcatrão	170301	
Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	170302	
Cobre, bronze e latão	170401	
Alumínio	170402	
Chumbo	170403	
Zinco	170404	
Ferro e aço	170405	
Estanho	170406	
Mistura de metais	170407	
Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas	170409	
Cabos não abrangidos em 17 04 10	170411	
Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas	170603	
Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03	170604	
Materiais de construção à base de gesso contaminados com substâncias perigosas	170801	
Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01	170802	
Resíduos de construção e demolição contendo mercúrio	170901	
Resíduos de construção e demolição contendo PCB	170902	
Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas	170903	
Misturas de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	170904	
Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção desinfeções	180104	
Medicamentos não abrangidos em 18 01 08	180109	
Vidro	200102	
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	200121	
Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	200136	
Plásticos	200139	

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino
Resíduos desmatação	200201	
Mistura de resíduos equiparados a resíduos sólidos urbanos	200301	
Lamas de fossa sépticas	200304	
Rejeitados - Jazigo Norte - Sulfuretos Maciços, Stringer e Sulfuretos de Transição	010305	Instalação de Resíduos e Enchimento com Pasta
Rejeitados - Jazigo Sul - Stockwork	010305	
Rejeitados - Jazigo Norte - Gossan	010305	
Escombro proveniente do Desenvolvimento Mineiro (Excepto: Terciário)	010307	
Escombro proveniente do Desenvolvimento Mineiro (Terciário)	010101	

10.4.2 Ruídos e Poeiras

Os ruídos produzidos durante a fase descomissionamento está ligada com a movimentação de equipamentos. A mitigação desta atividade será realizada pela cortina arbórea que envolve o complexo industrial, que devido à sua altura e densidade reduzirá bastante o ruído produzido. Do estudo de ruído efetuado para a situação de produção máxima do projeto não existem situações críticas, logo para esta atividade que envolve uma atividade bem menor e menos geradora de ruído não se preveem impactes significativos.

Em relação às poeiras, terão como origem a movimentação de equipamentos e viaturas. Para mitigação deste impacte a estratégia adotada será a mesma durante todo o projeto, ou seja, a rega contínua de acessos e estradas, bem como das zonas de demolição.

10.4.3 Avaliação da qualidade dos solos

No âmbito da avaliação de AIA vai ser implementado um plano de investigação para a caracterização inicial do solo de modo a avaliar a sua qualidade antes do início de qualquer intervenção no terreno. Assim, espera-se que na fase de desativação e encerramento da mina sejam garantidas as condições iniciais no que se refere à temática da qualidade dos solos.

De modo a mitigar ações que potenciem a degradação da qualidade dos solos na fase de operação, serão implantadas uma série de medidas para minimizar este risco inerente a esta atividade.

10.4.4 Gestão das águas

Relativamente aos recursos hídricos, já desde 2022 que o promotor monitoriza um vasto número de captações de água subterrâneas, assim como pontos de água superficial, de modo a acompanhar a evolução da quantidade e qualidade da água ao longo do ano

hidrológico. Na fase de desativação e encerramento da mina, é importante garantir que as condições iniciais são repostas, dentro dos intervalos esperados e definidos em conjunto com a APA.

É importante também garantir que eventuais impactes, ainda que pouco significativos, que se tenham verificado na fase operacional da mina sejam monitorizados também na fase de desativação de modo a verificar que os referidos impactes sejam eliminados, nomeadamente os relacionados com a quantidade da água subterrânea.

Deverá ainda ser avaliado como será a desativação e encerramento da ETARI, assim como o ponto de rejeição no meio recetor, dado que poderá ser possível que a ETARI esteja em funcionamento durante a fase de desativação e encerramento da mina.

10.5 SISTEMAS DE SEGURANÇA

A realização das diversas ações durante a fase de desativação e de desmantelamento requerem a tomada de medidas de segurança, com o objetivo de prevenir acidentes humanos e materiais. Consequentemente, é de extrema importância identificar eventuais riscos e medidas a serem adotadas para prevenir acidentes, definir a sinalização a aplicar, equipamentos de proteção individual, os meios de emergência e de primeiros socorros, bem como as instalações de higiene necessárias para a execução da fase em causa e medidas cautelares.

10.5.1 PRINCIPAIS RISCOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES

A desativação do Projeto da Lagoa Salgada inclui trabalhos com riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Na tabela seguinte apresenta-se uma lista não exaustiva de trabalhos que envolvem riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores durante esta fase.

Tabela 10.5 - Lista não exaustiva de trabalhos associados ao plano de desativação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Desmontagem de estaleiro / infraestruturas	Queda ao mesmo e a diferente nível			X	- Organizar e arrumar as frentes de trabalho - Definir acessos e mantê-los permanentemente desobstruídos e limpos - Garantir iluminação adequada dos acessos e frentes de trabalho - Sinalizar e delimitar desníveis - Criar um perímetro de segurança nas aberturas no solo - Utilizar andaimes ou plataformas móveis certificadas e estabilizadas. Evitar escadas de mão - Utilizar os EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda de materiais Esmagamento		X		- Manusear corretamente as ferramentas de trabalho - Transportar as ferramentas em cinto para evitar a sua queda - Auxiliar a movimentação de materiais por meios mecânicos sempre que o seu peso e ou dimensão dificulte o seu manuseamento / movimento seguro - Criar proteções sobre os acessos e zonas sociais - Utilizar os EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação
	Eletrização Eletrocussão		X		- Implementação de rede de energia de estaleiro de acordo com as necessidades e com as devidas proteções - Garantir que as extensões e ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (ex.: cabos descarnados) - Contentores com ligação de terra - Formação e ou informação
	Atropelamento por equipamentos		X		- Equipamentos com sinalização luminosa e sonora - Organizar e separar as vias de circulação - Utilizar os EPIs adequados (colete retrorrefletor) - Formação e ou informação
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho - Verificar / analisar as condições dos equipamentos de trabalho (proteções de segurança) e ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições - Enviar para reparação / substituição os equipamentos / ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos - Utilizar os EPIs adequados (luvas de proteção mecânica, óculos de proteção) - Formação e ou informação
	Lesões músculo-esqueléticas	X			- Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais) - Adotar posturas de trabalho corretas - Executar pausas periódicas - Formação e/ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda em altura			X	- Planear previamente os trabalhos e os respetivos métodos de acesso e de execução; - Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Nunca trabalhar sozinho; **Escadas:** - Organizar e arrumar a frente de trabalhos; - Garantir que as escadas portáteis se prolongam 90 cm pelo menos, acima do local a aceder; - Não utilizar os últimos degraus da escada (superiores) para evitar a sua instabilidade; - Garantir que a escada fica bem apoiada e estável; - Subir e descer sempre de frente para a escada e com 3 pontos de apoio (2 pés e 1 mão, 2 mãos e 1 pé); - Não utilizar escadas portáteis como plataforma de trabalho; - Considerar a utilização de arnês de segurança ligado a linha de vida pelos trabalhadores, sempre que as escadas não garantam a segurança dos mesmos;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
					- Suspender os trabalhos em caso de condições climatéricas adversas, nomeadamente relâmpagos, chuva e vento forte, ou favoráveis à formação de gelo; - Utilizar os EPI adequados – capacete, colete refletor, calçado de segurança e arnês de segurança (se necessário); - Formação e/ou informação. **Andaime Móvel:** - Utilizar andaimes móveis certificados; - Montar corretamente os andaimes móveis; - Garantir que dispõem de pranchas com alçapão e escada, de guarda-corpos em todo o seu perímetro, bloqueadores das rodas e estabilizadores; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança, luvas de proteção e capacete de proteção); - Garantir que os andaimes móveis se encontram bem montados e travados; - Garantir que os andaimes móveis têm os guarda-corpos em todo o seu perímetro, e têm alçapão e escada; - Mover os andaimes móveis sem trabalhadores sobre os mesmos; - Manter as pranchas livres de materiais e ferramentas; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança, luvas de proteção e capacete de proteção); - Formação e/ou informação. **Coberturas:** - Confirmar que a cobertura/laje se encontra em condições de suportar o peso dos trabalhadores, sempre e antes que os mesmos necessitem circular sobre ela; - Utilizar pranchas ou estrados sempre que não se garanta a estabilidade dos elementos da cobertura/laje; - Circular sempre pelo interior das platibandas (quando existam); - Colocar guarda-corpos na periferia da cobertura/laje sempre que tal seja possível e não existam platibandas; - Utilizar arnês de segurança ligado a linha de vida, temporária ou permanente, sempre que a proteção coletiva não exista ou que a segurança dos trabalhadores não seja totalmente garantida; - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; Formação e/ou informação.
	Exposição a agentes químicos		**X**		- Presença da Ficha Dados de Segurança (FDS) em português dos produtos químicos presentes em obra; - Utilizar os EPI adequados (luvas de proteção, máscara de proteção e óculos de proteção); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); Formação e/ou informação.
	Capotamento			**X**	- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.
	Choque entre veículos		**X**		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; Formação e/ou informação.

(*) Avaliação dos riscos: B = Baixo, M = Médio, A = Alto

10.5.2 SINALIZAÇÃO

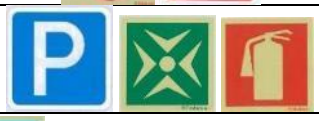
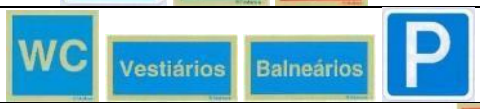
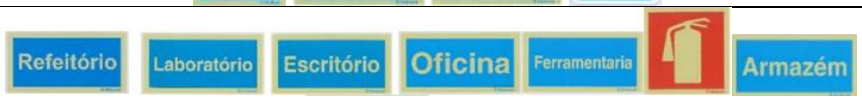
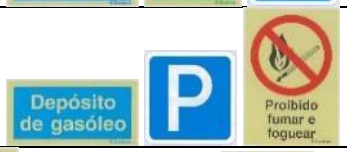
O Plano de Sinalização deve ser estabelecido tendo em conta, as prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho.

Salvo disposições regulamentares contrárias, os sinais devem ser colocados à altura da visão, não devendo ser colocados mais do que três sinais juntos.

A sinalização tem por função chamar a atenção de forma rápida e eficaz, para objetos e situações que poderão provocar determinados perigos. Serve ainda para indicar a posição de dispositivos que sejam importantes do ponto de vista da segurança, bem como recomendar formas de atuação.

A disposição geral dos principais painéis de sinalização a utilizar na fase de desativação encontra-se representada esquematicamente na tabela seguinte.

Tabela 10.6 - Principais Painéis de Sinalização.

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Acesso principal da mina	
Acessos ao interior das áreas de escavação	
Acessos internos	
Zona de parqueamento dos veículos	
Instalações sociais e de higiene	
Outras instalações de apoio	
Posto de primeiros socorros	
Depósito de combustível	
Lavaria	
Zona de britagem	
Quadros elétricos e posto de transformação	
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	

10.5.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Por Equipamento de Proteção Individual (EPI) entende-se qualquer equipamento ou seu acessório destinado a uso pessoal do trabalhador para proteção contra riscos suscetíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde no desempenho das tarefas que lhe estão cometidas.

Os EPI devem ser utilizados sempre que os riscos existentes não puderem ser evitados de forma satisfatória por meios técnicos de proteção coletiva ou por medidas, métodos ou processos de organização do trabalho. Os EPI devem ser utilizados também como medidas preventivas complementares de outras sempre que se considere justificável.

Na definição dos EPI que cada trabalhador deverá utilizar, deverão distinguir-se os de uso permanente e os de uso temporário. Os primeiros destinam-se a serem utilizados durante a permanência de qualquer trabalhador no Estaleiro, considerando-se no mínimo o capacete de proteção, botas com palmilha e biqueira de aço. Os segundos serão utilizados pelo trabalhador dependendo do tipo de tarefa que desempenha (por exemplo, uso de protetores auriculares quando em ambientes com elevada intensidade sonora) e dependendo das condições de trabalho excecionais a que este possa vir a estar sujeito (por exemplo, uso de arneses de segurança na execução de trabalhos em altura em que não possam ser adotadas medidas de proteção coletiva).

Na tabela seguinte estão definidos os EPI a distribuir.

Tabela 10.7 – Lista de EPI a distribuir.

Uso Permanente	Uso Temporário
Capacete *(proteção contra pancadas e entalamentos na cabeça)* **Botas de proteção** *(proteção contra pancadas e entalamentos nos pés)*	**Fato de trabalho** *(proteger da sujidade com adequação ao clima)* **Fato impermeável** *(proteger da chuva)* **Botas impermeáveis** *(proteger os pés de humidades)* **Máscara** *(proteção contra poeiras, cheiros e vapores)* **Protetores auriculares** *(proteger do ruído)* **Luvas** *(proteção contra cortes e superfícies)* **Óculos de proteção** *(proteger de radiações e poeiras)*

10.5.4 MEIOS DE EMERGÊNCIA E PRIMEIROS SOCORROS

Com o objetivo de prevenir incêndios, serão disponibilizados extintores adequados nos equipamentos móveis, devidamente verificados e em boas condições de uso.

Os trabalhadores presentes na mina, durante a fase de desativação, receberão formação sobre o manuseamento e uso dos extintores disponíveis.

Quanto aos primeiros socorros, haverá um estojo de farmácia permanente na mina, além de outros nas máquinas e veículos utilizados, a fim de proporcionar assistência básica para pequenos ferimentos sofridos pelos trabalhadores. Para agir em casos de emergência, serão disponibilizados telefones móveis com os contatos dos bombeiros, do hospital mais próximo, da farmácia mais próxima, da companhia de seguros, dos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho, da Guarda Nacional Republicana (GNR), da Delegação Regional de Saúde (DRS), da Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT), da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), entre outros que forem considerados necessários. Um desses contatos será o do responsável pelos serviços de desativação da exploração.

10.5.5 INSTALAÇÕES DE HIGIENE

As instalações de higiene durante a fase de desativação manter-se-ão em serviço, sendo apenas descomissionadas no final dos trabalhos. Nessa altura, será necessário recorrer ao aluguer de instalações de higiene móveis e temporárias.

10.5.6 MEDIDAS CAUTELARES

De forma geral, pode referir-se no presente plano de encerramento, diversas medidas cautelares a levar a cabo, tais como:

- Efetuar a remoção e limpeza de todos os depósitos de resíduos ou substâncias perigosas (fossas sépticas, tanques de depósito de óleos usados, depósitos de combustíveis, etc.), garantindo o seu adequado encaminhamento para destino final.
- Efetuar o desmantelamento e remoção do equipamento existente procedendo às necessárias diligências de forma a garantir que, sempre que possível, este seja reutilizado ou reciclado ou, na sua impossibilidade, enviado para destino final adequado.
- Garantir que todas as áreas afetadas pelas atividades associadas à exploração são devidamente recuperadas, de acordo com o PARP definido, procedendo aos necessários ajustes para que exista, no mais curto espaço de tempo possível, uma ligação formal entre a área intervencionada e a paisagem envolvente.
- Avaliação da evolução da área recuperada de forma a verificar:
    - O estado de conservação da vedação e sinalização, para garantir a adequada proteção contra acidentes

- Que toda a área sujeita à exploração foi intervencionada e recuperada de acordo com o previsto no respetivo Plano de Recuperação Paisagística, designadamente em termos de modelação do terreno e de implantação das espécies vegetais recomendadas
- A existência de condições adequadas à drenagem natural dos terrenos intervencionados, não devendo subsistir quaisquer situações favoráveis ao arrastamento de material sólido para as linhas de água ou órgãos de drenagem existentes
- A não existência de acumulação de qualquer tipo de resíduos de natureza industrial, como sejam embalagens de combustíveis, lubrificantes ou resíduos metálicos de natureza diversa. Deverá ainda o promotor assegurar que possui evidência objetiva do encaminhamento adequado de todos os materiais eliminados da zona de exploração e áreas anexas (ex. sucatas e entulhos diversos)
- A não existência, em toda a zona afeta à exploração, de quaisquer tipos de viaturas, máquinas ou equipamentos abandonados ou qualquer tipo de depósitos de materiais que possam de alguma forma constituir riscos para a qualidade dos solos ou para a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

10.6 MONITORIZAÇÃO

De forma a garantir que a fase de desativação cumpre todos os padrões de segurança, é necessário realizar o controlo de qualidade das atividades relacionadas a esse processo. Portanto, é fundamental monitorizar as operações de desmantelamento e desmobilização das estruturas, certificando-se da ausência de resíduos mineiros e não mineiros, bem como garantir as condições ambientais e de segurança adequadas, entre outras medidas de inspeção.

O controlo de qualidade dos processos será realizado pelo responsável técnico, cujo cargo será definido, juntamente com os responsáveis pelas operações de desativação ao longo das atividades.

Importa referir que o Projeto da Lagoa Salgada, durante a fase de operação, implementará ações de monitorização, dado que as atividades de extração, processamento mineral e gestão de resíduos mineiros podem ter um impacto significativo no meio recetor se os respetivos processos não forem devidamente acompanhados. Assim, serão implementadas medidas de minimização/monitorização dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, gestão de resíduos e acompanhamento geotécnico dos planos de urbanização e instalação de infraestruturas.

A monitorização durante a fase de desativação e encerramento da mina, além dos Planos de Monitorização definidos tanto na fase de avaliação ambiental (AIA) como os definidos no licenciamento ambiental (PCIP), deve reforçar a verificação e avaliação da qualidade das atividades relacionadas ao desmantelamento das instalações e à ausência de resíduos não mineiros na área de exploração, garantindo as devidas condições ambientais e de segurança. Além dessas atividades, é importante destacar as operações

de monitorização relacionadas à estabilidade e segurança dos patamares concebidos para a recuperação topográfica. Em suma, a fase de desativação e encerramento deve garantir que o meio recetor é devolvido nas condições ambientais iniciais cuja caracterização se apresenta definida na fase de AIA.

Efetivamente, é importante ressalvar que no âmbito da avaliação de AIA está a ser elaborado um plano de investigação para a caracterização inicial do solo para avaliação da qualidade do solo antes do início de qualquer intervenção, pelo que na fase de desativação e encerramento da mina devem ser garantidas estas condições iniciais.

Relativamente aos recursos hídricos, já desde 2022 que o promotor monitoriza um vasto número de captações de água subterrâneas, assim como pontos de água superficial, de modo a acompanhar a evolução da quantidade e qualidade da água ao longo do ano hidrológico. Na fase de desativação e encerramento da mina, é importante garantir que as condições iniciais são repostas, dentro dos intervalos esperados e definidos em conjunto com a APA.

No geral, o processo de garantir as condições iniciais ficará sob responsabilidade do Diretor Técnico da mina e dos responsáveis pelos trabalhos de desativação, que realizarão essa função continuamente durante o decorrer das atividades de desativação.

10.7 RECURSOS HUMANOS

Os recursos humanos do projeto da Mina da Lagoa Salgada serão redistribuídos para atender às necessidades do grupo empresarial, que incluem outros projetos semelhantes. Dependendo do volume de trabalho, pode ser necessário transferir alguns trabalhadores da Mina da Lagoa Salgada para a fase de desativação da mina.

No entanto, os trabalhadores que ocupam cargos ou funções que não sejam compatíveis com as necessidades do grupo empresarial podem ter seus contratos rescindidos.

10.8 ORÇAMENTO DA DESATIVAÇÃO

O orçamento de desativação está apresentado no capítulo 12.1.1.4 (Custos de Encerramento).

11 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA

11.1 CUSTOS CAPITAIS E DE OPERAÇÃO

11.1.1 ESTIMATIVAS CUSTOS CAPITAIS

O investimento capital (Capex) necessário para implementar o Projeto Lagoa Salgada foi estimado com um nível de precisão de +/- 10% a 15% usando os resultados do estudo de engenharia básica concluído pela Quadrante, MinePro, IGAN, SLR e RMS (ou seja, seleção de equipamentos, dimensionamento e especificações; quantificação de materiais para engenharia civil, betão, mecânica, estrutural, elétrica e instrumentação; serviços de construção e gestão; impostos, etc.), seguindo padrões internacionais e portugueses.

Foram desenvolvidas estimativas de custos de capital para a construção de uma mina subterrânea e lavaria capaz de tratar 2.000.000 toneladas por ano de minério para produzir concentrados de cobre, zinco, chumbo e estanho, incluindo também créditos para ouro e prata. Barras de ouro e prata também serão produzidas.

Os custos de capital totais estimados para a vida útil do projeto são de $297,88 milhões, e de $312,24 milhões incluindo contingência. O CAPEX inicial (primeiros dois anos de construção) é de $181,89 milhões. A estimativa de custo de capital é dividida em dez áreas de um âmbito amplo:

- Infraestrutura de apoio.
- Instalação de armazenamento de resíduos.
- Instalação de enchimento com pasta.
- Instalação de processamento de minério (lavaria).
- Capital subterrâneo.
- Equipamento móvel.
- Conexões externas.
- *Box-Cut* (Portal de entrada de mina).
- Custos de encerramento.
- Outros custos de capital/estudos.

Um resumo dos custos de capital estimados para a vida útil do projeto é apresentado na Tabela 11.1, e os detalhes da divisão dos custos são resumidos nas subseções a seguir.

O perfil de gastos de capital (Capex) é ilustrado na Figura 11.1. Os dois primeiros anos do perfil representam os gastos de capital iniciais, enquanto o aumento no ano 12 está diretamente associado aos custos de encerramento. A estimativa de Capex foi incorporada ao cronograma geral do projeto para gerar a curva "S" dos gastos de capital.

O Capex exclui:

- Quaisquer custos adicionais de exploração.
- Quaisquer custos de financiamento, incluindo juros capitalizados e taxas de compromisso.
- Custos incorridos para estabelecer as operações e conduzir estudos de viabilidade antes do financiamento do projeto.
- Fundo de maneio, que se refere a custos operacionais além do âmbito do Capex, incorridos durante a construção e *ramp-up* do projeto, líquidos de receitas geradas no mesmo período.
- Custos de preparação do projeto para construção, como engenharia de detalhamento FEED, aquisição de terras e trabalhos geotécnicos adicionais.

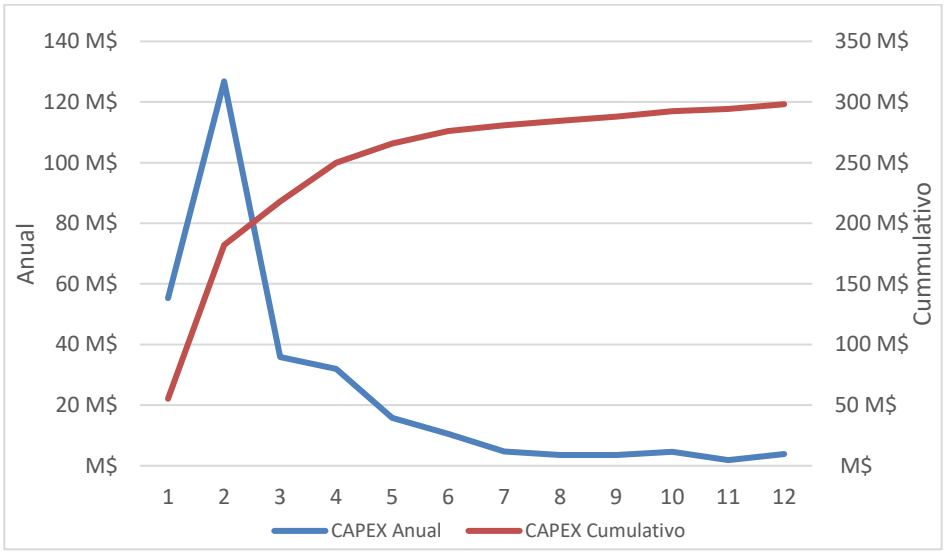


Figura 11.1 - Custos Capital para Lagoa Salgada (por ano).

11.1.1.1 METODOLOGIA

A estimativa de custo de capital atende aos critérios para ser classificada como uma estimativa de Classe 3, conforme definido pela AACE International, com uma precisão aproximada de ±15%. Todos os custos incluídos na estimativa são reportados em dólares americanos.

A estimativa de custo de capital é derivada de uma abordagem abrangente de baixo para cima, que se baseia em entregas-chave de engenharia para determinar o âmbito

do projeto. Esse âmbito é descrito e quantificado por meio de quantificações de materiais apresentadas como uma série de itens.

Os custos de capital inicial para o período do projeto englobam todas as despesas incorridas do ano -2 e até o final do ano -1. Por outro lado, os custos de capital de manutenção são acumulados do ano 1 até o final da vida útil da mina. Os custos de capital pré-produção foram categorizados como:

- Infraestrutura de apoio (eletromecânica, edifícios, estradas internas e infraestruturas hidráulicas).
- Instalação de armazenamento de resíduos (fase 1).
- Instalação de enchimento com pasta (corpo mineral norte).
- Instalação de processamento de minério (Lavaria).
- Capital subterrâneo (desenvolvimento horizontal, desenvolvimento vertical, construção subterrânea, distribuição elétrica subterrânea, drenagem subterrânea).
- Equipamento móvel.
- Conexões externas (conexão à rede elétrica e estradas externas).
- *Box-Cut* (Portal de entrada da mina).

Os custos de capital de manutenção são:

- Infraestrutura de apoio (sustentável).
- Instalação de armazenamento de resíduos (expansão - Fase 2 e 3).
- Instalação de enchimento com pasta (expansão para corpo mineral sul).
- Instalação de processamento de minério (expansão da lixiviação e peças de reposição).
- Capital subterrâneo (desenvolvimento horizontal, desenvolvimento vertical, principais ventiladores, construção subterrânea, distribuição elétrica subterrânea, drenagem subterrânea).
- Equipamento móvel.
- Conexões externas (conexão à rede de água).
- Outros CAPEX/estudos.

O estudo de viabilidade estima os custos de capital inicial de $181,89 milhões. Essa estimativa inclui uma contingência de $14,36 milhões e considera créditos pré-comerciais totais de $43,52 milhões. Foi aplicada uma contingência de 10% ao CAPEX inicial, excluindo o equipamento móvel.

A Tabela 11.1 resume os custos de capital estimados para a vida útil da mina (LOM), enquanto as subseções subsequentes fornecem mais detalhes sobre a divisão desses custos

Tabela 11.1 - Estimativa Custos Capitais ($ milhões).

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Exploração Mineira			
Desenvolvimento	16.69	23.76	40.45
Exploração (não-desenvolvimento)	38.40	37.76	76.16
Total Exploração Mineira	**55.09**	**61.51**	**116.60**
Instalação de Processamento			
Lavaria	76.76	9.54	86.30
Instalação da Pasta	3.88	8.32	12.20
Total Instalações de Processamento	**80.64**	**17.86**	**98.50**
Outros			
Infraestrutura de Suporte	19.38	1.00	20.38
Instalação deposição de resíduos	7.05	26.52	33.57
Ligações Externas	3.92	3.09	7.02
Box Cut	6.89	-	6.89
Outro CAPEX/Estudos	-	0	0
Total Outros	**37.24**	**30.62**	**67.86**
Total	**172.97**	**109.99**	**282.96**
Contingência	14.36	-	14.36
Total com Contingência	**187.33**	**109.99**	**297.32**
Custos de encerramento	-	6.00	6.00
Receita Pré-Comercial de Produção	(43.52)	-	(43.52)
Custos Pré-Comercial de Produção	8.92	-	8.92
Custos de Capital Líquidos	**152.73**	**115.99**	**268.72**

1. Os custos pré-operacionais são os custos operacionais que ocorrem antes do pleno funcionamento do moinho.
2. Os custos de pré-produção comercial incluem taxas de fundição e refinação, custos operacionais nos anos -1, -2 e *royalties*.

CUSTOS CAPITAIS EXPLORAÇÃO SUBTERRÂNEA MINEIRA

Os custos de capital associados às atividades de exploração mineira do projeto envolvem principalmente o desenvolvimento das galerias subterrâneas, tanto horizontalmente quanto verticalmente, além da aquisição e instalação da infraestrutura fixa da mina. O equipamento móvel utilizado no projeto espera-se que seja uma combinação de ativos alugados e adquiridos.

Na estimativa dos custos diretos, assume-se que um contrato relacionado ao desenvolvimento vertical começará no ano -2 e terminará no ano 1 como parte dos custos de capital de manutenção.

O desenvolvimento horizontal subterrâneo e a construção de todas as instalações subterrâneas, exceto o desenvolvimento vertical, serão realizados por equipas da própria força de trabalho da Redcorp, incluindo a exploração pré-produção.

Nenhuma contingência foi aplicada ao Equipamento Móvel.

A estimativa de custo de capital para atividades de exploração mineira não relacionadas com o desenvolvimento é fornecida na Tabela 11.2, enquanto a estimativa de custo de capital para desenvolvimento é apresentada na Tabela 11.3.

Tabela 11.2 - Estimativa Custos Capitais Exploração Mineira (Não-desenvolvimento) em $ Milhões.

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Exploração (não-desenvolvimento)			
Ventiladores Principais	-	0.86	0.86
Equipamento Móvel	29.33	23.71	53.04
Construção Subterrânea	0.75	2.25	3.00
• *Albraques*	*0.07*	*0.20*	*0.27*
• *Bases transformadores energia*	*0.05*	*0.16*	*0.21*
• *Câmaras de Refúgio*	*0.17*	*0.49*	*0.66*
• *Portas de Ventilação*	*0.44*	*1.31*	*1.75*
• *Outros*	*0.02*	*0.08*	*0.10*
Distribuição Energia Subterrânea	0.80	4.00	4.80
• *Subestação Subterrânea*	*0.25*	*1.23*	*1.48*
• *Quadros de distribuição*	*0.16*	*0.81*	*0.97*
• *Células de Distribuição*	*0.26*	*1.28*	*1.54*
• *Geradores*	*0.13*	*0.68*	*0.81*
Drenagem Subterrânea	2.29	6.94	9.22
• *Tubos de drenagem*	*0.35*	*2.81*	*3.16*
• *Bombas Principais de Drenagem*	*1.71*	*3.42*	*5.13*

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
• *Bombas Secundárias de Drenagem*	*0.17*	*0.23*	*0.40*
• *Tubos para água limpa*	*0.06*	*0.47*	*0.53*
Geral da Mina	5.23	-	5.23
Total	**38.40**	**37.76**	**76.15**
Contingência	0.91	1.41	2.31
Total com Contingência	**39.31**	**39.17**	**78.46**

Tabela 11.3 - Estimativa Custos Capitais Exploração Mineira (Desenvolvimento) em $ Milhões.

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Exploração (desenvolvimento)			
Desenvolvimento Mineiro	14.25	21.84	36.09
Desenvolvimento Vertical	2.44	1.91	4.35
Total	**16.69**	**23.75**	**40.44**
Contingência	1.67	-	1.67
Total com Contingência	**18.36**	**23.75**	**42.11**

CUSTOS CAPITAIS PARA PROCESSAMENTO DE MINÉRIO & INFRAESTRUTURA DE SUPERFÍCIE

Os custos de capital para a lavaria e infraestrutura de superfície são resumidos na Tabela 11.4. O capital do período do projeto é estimado em $141,4 milhões. O capital inicial é estimado em $121,9 milhões, com uma contingência de $11,1 milhões, e o capital de manutenção é estimado em $19,5 milhões.

O custo de capital da lavaria foi estimado usando documentos de engenharia desenvolvidos durante o Estudo de Viabilidade, principalmente:

- Projeto base de processo:
  - Critérios de Projeto de Processo.
  - Lista de Equipamentos Mecânicos.
  - Diagramas de Fluxo de Processo.
- Pacotes de licitação (equipamentos e pacotes de contrato):
  - Condições do Local.

- Critérios de Projeto de Engenharia.
- Âmbitos de trabalho e fichas técnicas.

- Desenhos:
  - *Layout* geral do local.
  - *Layouts* de edifícios/equipamentos de processo e não processo.
  - Perfis das correias transportadoras.
  - Distribuição de energia e diagramas unifilares.
  - Lista de cargas.

- Quantidades de materiais:
  - Corte, aterro e escavação rocha do Civil3D com base no relatório de investigação geotécnica.
  - Quantidades de aço e betão com base em cargas de equipamentos e edifícios principais.
  - Quantidades de chapas de acordo com os modelos dos desenhos.
  - Quantidades principais de rede de tubagem a partir de desenhos de *layout*.
  - Quantidades de componentes elétricos a partir de desenhos de *layout*.
  - Estimativa de válvulas e instrumentação a partir do Diagramas de Fluxo de Processo.
  - Contagem preliminar de E/S para o sistema de controle.

Estes custos abrangem vários aspetos, como preparação do local, estradas, edifícios completos de processo equipados com máquinas, tubos, instrumentação e controlos. Eles também incluem a instalação de enchimento, stock de minério e superfície (ROM pad), *Box-Cut* (portal da mina), gestão de água, fornecimento e distribuição de energia, bem como outros edifícios e instalações não relacionadas ao processo mencionados na seção de descrição da infraestrutura.

Tabela 11.4 - Custos Capitais Processamento do Minério & Infraestrutura de Superfície ($ Milhões).

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Infraestrutura de Suporte			
Projeto Eletromecânico	5.09	-	5.09

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Edifícios	4.58	-	4.58
Estradas Internas	2.79	-	2.79
Infraestruturas Hidráulicas	6.92	-	6.92
Instalação de Enchimento			
Instalação de Enchimento com Pasta	3.25	3.25	6.50
Rede de Tubagem	0.63	5.08	5.71
Lavaria			
Equipamentos Mecânicos	61.06	6.88	67.95
Projeto Eletromecânico	3.38	-	3.38
Infraestruturas Externas	0.20	-	0.20
Sala de Controle	0.51	-	0.51
Moagem	2.12	-	2.12
Armazenamento e Mistura de Reagentes	0.49	-	0.49
Manuseamento de Concentrados	2.06	-	2.06
Britador Primário	0.25	-	0.25
Área de Flutuação	2.63	-	2.63
Área de Lixiviação	-	1.15	1.15
Silos e Stock	0.46	-	0.46
Água de Processo	0.11	-	0.11
Serviços de Ar	0.13	-	0.13
Correias Transportadoras	0.79	-	0.79
Estruturas para tubagem	1.72	-	1.72
Rede de Tubos	0.83	-	0.83
Conexões Externas			
Conexão à Rede Elétrica	2.42	-	2.42
Fornecimento Externo de Água	-	3.09	3.09
Acesso Externo à Estrada	1.50	-	1.50
Box-Cut (Portal da Mina)			
Escavação e Enchimento	0.37	-	0.37
Estabilização Temporária de Taludes	1.03	-	1.02
Barragem de Aterramento à Base de Argila	4.22	-	4.21
Galeria de Acesso	1.29	-	1.29
Outros Estudos de CAPEX	**-**	**-**	**-**
Total	**110.83**	**19.45**	**130.28**
Contingência	11.08	-	11.15

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
Total com Contingência	**121.91**	**19.45**	**141.43**

Os custos de capital sustentável estão principalmente associados à expansão da lavaria para instalação da unidade de lixiviação para recuperar ouro e prata do domínio Gossan, alinhando-se com o cronograma de produção.

INSTALAÇÃO DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS (TSF)

Um resumo dos custos estimados de CAPEX, inicial e de manutenção, para a TSF e a bacia de recuperação é apresentado na tabela abaixo.

A estimativa de custos foi baseada nos seguintes pressupostos:

- A TSF armazenará 9,3 Mt de rejeitados e 1,0 Mt de rocha de desenvolvimento.
- A TSF será desenvolvida em 3 células de tamanho aproximadamente igual. A célula 1 será desenvolvida primeiro na extremidade sul da TSF, enquanto as células 2 e 3 serão desenvolvidas progressivamente durante as operações.
- No arranque, a água será gerida na Célula 2 através de uma escavação parcial e do revestimento da célula. Um dique separador de 3 m de altura dividirá a Célula 1 da lagoa na Célula 2.
- Escavação necessária para fornecer enchimento para as barragens da TSF e garantir uma drenagem positiva para a bacia de estabilização. Os solos serão escavados para encher as barragens ou armazenados para futuras elevações de barragens ou cobertura de encerramento.
- A quantidade de enchimento da barragem para o CAPEX de arranque é o mínimo necessário para armazenar 1 ano de rejeitados (ou seja, 1,2 Mt).
- Será gerado um excedente de solo escavado para a célula de arranque, que poderá ser utilizado para construir mais barragens em vez de ser armazenado temporariamente.
- As taxas são baseadas noutros projetos históricos em que a SLR esteve envolvida, ajustadas à inflação global até 2022, e a estimativa não inclui os custos pormenorizados de conceção, exploração, gestão, vigilância e encerramento.
- Recomenda-se que as quantidades estimadas sejam mais refinadas durante as próximas fases de projeto antes de serem utilizadas para efeitos de concurso

Tabela 11.5 - Custos Capitais Instalação de Resíduos ($ Milhões).

Descrição	Custos Capitais Iniciais	Custos Capital Manutenção	Custos Capitais Totais
TSF Fase 1			
Strip / Limpeza	0.04	-	0.04
Cut / Escavação	3.33	-	3.33
Fill / Enchimento	0.78	-	0.78
Liner / Membrana Impermeável	2.90	-	2.90
TSF Fase 2			
Strip / Limpeza	-	0.02	0.02
Cut / Escavação	-	1.00	1.00
Liner / Membrana Impermeável	-	1.30	1.30
TSF Fase 3			
Strip / Limpeza	-	0.13	0.13
Cut / Escavação	-	5.98	5.98
Fill / Enchimento	-	8.45	8.45
Liner / Membrana Impermeável	-	5.94	5.94
Bacia de estabilização			
Strip / Limpeza	-	0.02	0.02
Cut / Escavação	-	2.00	2.00
Liner / Membrana Impermeável	-	1.60	1.60
Recolha de Infiltrações			
Valas	-	0.03	0.03
Lagoa	-	0.05	0.05
Total	**7.05**	**26.52**	**33.57**
Contingência	0.71	-	0.71
Total com Contingência	**7.76**	**26.52**	**34.28**

CUSTOS DE ENCERRAMENTO

Os custos de encerramento foram estimados com base em documentos e projetos desenvolvidos durante o estudo de viabilidade. Os custos de encerramento incluem toda a infraestrutura superficial (instalação de deposição de resíduos, instalações da lavaria e enchimento, requisitos de monitorização previstos e manutenção prevista).

Os materiais e quantidades para os custos de encerramento são baseados nos seguintes:

- Estimativas de linha básica
- Detalhes conceituais de encerramento

- Duração da monitorização para projetos similares

Para estimar os custos diretos, pressupõe-se que todo o trabalho será realizado por um empreiteiro independente. As informações para custos tiveram origem nos seguintes conceitos:

- Terraplenagem - Taxas unitárias de fornecimento e instalação pelo empreiteiro (múltiplos orçamentos).
- Demolição - Preços históricos de empreiteiros de obras similares.
- Monitorização e Manutenção - Preços recentes com base em planos de encerramento similares.

Os custos definidos pelo estudo de recuperação ambiental estão apresentados na Tabela 11.6, para os quais devem ser tidas em conta as seguintes notas:

a) Em todos os artigos que constam deste Mapa de Quantidades consideram-se incluídos nos preços unitários a apresentar a totalidade dos trabalhos de apoio de plantações e outros preparatórios e complementares, de modo a garantir a boa execução dos mesmos.

b) Todas as quantidades de trabalho deste projeto referem-se a áreas planeadas, que resultam da projeção horizontal dos planos representados em projeto, não conferindo direito a erros e omissões o diferencial relativamente à área real.

c) As quantidades de árvores e arbustos estimadas para cada módulo-tipo refletem as quantidades máximas a plantar, na situação teórica de solo completamente nu. Como a área a plantar tem já vegetação que será mantida, alguns exemplares dos módulos-tipo serão suprimidos, sendo os valores finais inferiores aos estimados.

Tabela 11.6 – Resumo da estimativa orçamental (PARP).

N.º	Descrição	Preço Total (k€)
1.	**Operações Preliminares De Preparação Do Terreno**	**2.264,8 €**
2.	**Plantações**	**3.761,5 €**
3.	**Sementeiras**	**1.216,5 €**
4.	**Manutenção**	**334,6 €**
	Total	**7.577.4 €**

Ao valor estimado pelo PARP é deduzida a venda dos equipamentos, tanto móveis como fixos, que estejam operacionais. Tendo sido estimado um valor total de $6,0 milhões para o encerramento da operação.

CONTINGÊNCIAS

As contingências foram incorporadas à estimativa por meio de uma análise abrangente de riscos de custo e cronograma descritos no relatório de estimativa de custos de capital. Cada componente principal da estimativa de CAPEX foi avaliado separadamente para determinar seu potencial de aumento de custos. Essas avaliações resultaram na atribuição de um aumento percentual aos respetivos totais estimados para cada área.

Os custos totais de contingência foram subsequentemente calculados considerando os fatores ponderados mencionados nas tabelas de resumo de custos mencionadas anteriormente. Apenas as contingências para os custos de capital iniciais foram consideradas, excluindo os equipamentos móveis.

11.1.2 ESTIMATIVAS DE CUSTOS OPERACIONAIS

Ascendant, Quadrante, IGAN e MinePro colaboraram no desenvolvimento das estimativas de custos operacionais, que servem para determinar os custos de produção anuais. Esses custos unitários são apresentados como despesas totais ao longo da vida útil da mina (LOM) e expressos em dólares por tonelada processada. Todos os custos incluídos na estimativa são reportados em dólares americanos.

As despesas operacionais totais estimadas ao longo do período de LOM somam $531,56 milhões. No entanto, certas despesas não relacionadas a capital que ocorrem antes da planta de processamento entrar em operação nos anos -1 e -2 são categorizadas como custos operacionais pré-produção. Esses custos, totalizando $4,99 milhões, estão incluídos no total das despesas operacionais resumidas na Tabela 11.7.

A estimativa de custos operacionais é dividida em três áreas principais: Exploração Mineira, Processamento/Tratamento de Minério e Geral e Administrativa (G&A). Os custos operacionais detalhados apresentados aqui são baseados em critérios de design para a mina e a lavaria, bem como em informações de engenharia e dados de custos unitários obtidos de várias fontes.

A estimativa de custos operacionais atende aos critérios para ser classificada como uma estimativa de Classe 3, conforme definido pela AACE International, com um nível de precisão aproximado de ±15%.

A estimativa de custos operacionais foi calculada meticulosamente usando uma abordagem abrangente de baixo para cima, que se baseia em entregáveis de engenharia cruciais que definem o âmbito do projeto. O âmbito em si foi descrito e quantificado por meio de uma série de itens detalhados em levantamentos de materiais.

A Tabela 11.7 fornece uma visão geral resumida dos custos operacionais ao longo da vida útil da mina (LOM). Para uma divisão mais detalhada dos custos, consulte as subseções subsequentes. Essas subseções fornecem um resumo abrangente dos detalhamentos dos custos, permitindo uma análise mais detalhada dos vários componentes envolvidos.

Tabela 11.7 - Estimativa Custos Operacionais.

Custos Operacionais	Custo Unitário processamento ($/t)	LOM Total ($ Milhões)
Custo de Mina – Drift & Fill	26.08	276.11
Custo de Mina – LHOS	18.11	
Custo Processamento – Gossan	14.70	226.53
Custo Processamento – TMS	12.79	
Custo Processamento – PMS	17.52	
Custo Processamento – Stringer	14.44	
Custo Processamento – Stockwork	14.44	
Custos Gerais & Administrativos	2.00	28.93
Total	**35.86**	**531.56**

11.1.2.1 CUSTOS OPERACIONAIS DA MINA

Os custos operacionais da mina foram calculados meticulosamente a partir do zero, utilizando programações detalhadas de desenvolvimento e produção da mina. Vários custos unitários foram levados em consideração, incluindo aqueles fornecidos por fornecedores, dados de referência e experiência operacional. Esses custos foram programados por períodos específicos e categorizados por tipo para cada atividade fundamental de exploração mineira, como desenvolvimento horizontal, lavra transversal, manutenção e atividades gerais/indiretas da mina.

Para uma visão resumida das despesas operacionais gerais da mina, consulte a Tabela 11.8. Essa tabela fornece um resumo conciso do OPEX da mina, permitindo uma compreensão clara da distribuição dos custos associados às operações de exploração mineira.

Tabela 11.8 - Resumo do Custos Operacionais Mineiros.

Custos Operacionais da Mina	LHOS ($/t)	D&F ($/t)	Total ($/t)
Supervisão	0.92	0.92	0.92
Segurança & Formação	0.13	0.13	0.13
Desenvolvimento em Minério	1.52	0.00	1.36
Desenvolvimento em Estéril	0.01	0.01	0.01
Transporte de Estéril	0.16	0.16	0.16
Cut & Fill (D&F)	0.00	11.42	1.17
Desmonte Bancadas (LHOS)	3.39	0.00	3.04
Transporte de Minério (UG)	3.11	3.11	3.11
Transporte de Minério (Sup.)	0.00	0.00	0.00
Enchimento	4.38	4.38	4.38
Reabilitação da Mina	0.37	0.37	0.37
Serviços da Mina	1.88	1.88	1.88

Custos Operacionais da Mina	LHOS ($/t)	D&F ($/t)	Total ($/t)
Construção e Outros	0.74	0.74	0.74
Supervisão de Manutenção	0.65	0.65	0.65
Manutenção	1.49	1.49	1.49
Serviços Técnicos	1.38	1.38	1.38
Total	**$20.13**	**$26.64**	**$20.80**

Tabela 11.9 - Sumário de Custos Diretos e Indiretos.

Custos Operacionais da Mina	LHOS ($/t)	D&F ($/t)	Total ($/t)
Custos Diretos	12.94	19.45	13.61
Custos Indiretos	7.19	7.19	7.19
Total	**$20.13**	**$26.64**	**$20.80**

Tabela 11.10 - Custos Operacionais Mineiros por Item.

Custos Operacionais da Mina	Total ($/t)
Mão de Obra	5.53
Operação de Equipamentos	9.28
Suprimentos	4.94
Energia	0.78
Serviços Externos	0.28
Total	**$20.80**

A Redcorp assumiu uma redução nos custos operacionais para o método de exploração LHOS de $20.13/t para $18.11/t e para D&F de $26.64/t para $26.08/t, incorporando veículos BEV nas frotas de camiões de tranporte, LHDs e autobetoneiras. O que implicou não apenas o uso de veículos elétricos, mas também a implementação de automação. Os detalhes desse estudo podem ser encontrados no Estudo de Automação para Lagoa Salgada. Além disso, um aumento no custo de CAPEX de equipamentos móveis de $10 milhões foi considerado para acomodar essa tecnologia.

11.1.2.2 CUSTOS OPERACIONAIS DE PROCESSAMENTO

Os custos operacionais de processamento estão associados ao processamento mineral, incluindo britagem, armazenamento de minério, moagem, flutuação, desidratação de rejeitados e concentrados, reagentes e utilidades.

Os custos operacionais da planta de processamento foram estimados a partir de princípios básicos, utilizando especificações de equipamentos mecânicos para estimativa de consumo de energia, testes metalúrgicos para estimativas de consumo de reagentes e material de moagem, e programação de trabalho e considerações de

salários para mão de obra de processo. Os custos de manutenção foram estimados como uma percentagem do custo de fornecimento de equipamentos mecânicos.

Cotações para consumíveis como reagentes, cal e material de moagem foram obtidas de fornecedores. Consumíveis principais para equipamentos mecânicos, incluindo revestimentos de britador, revestimentos de moinho SAG/bolas e tecidos/bolsas de filtro, foram obtidos em cotações de fornecedores de equipamentos.

Os custos operacionais anuais e ao longo da vida útil para o processamento mineral estão mostrados na Tabela 11.11.

Tabela 11.11 - Sumário dos Custos Operacionais de Processamento.

Custos Operacionais de Processamento	Gossan ($/t)	TMS ($/t)	PMS ($/t)	Stringer ($/t)	Stockwork ($/t)
Salários	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
Energia	1.92	2.05	2.57	2.05	2.05
Material de Moagem	3.45	3.68	4.60	3.68	3.68
Produtos Químicos	5.57	3.30	6.59	4.94	4.94
Combustível	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Material de Operação	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Peças de Reposição de Operação	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Reparações	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Laboratório	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Total	**$14.70**	**$12.79**	**$17.52**	**$14.44**	**$14.44**

11.2 VIABILIDADE ECONÓMICA

11.2.1 INTRODUÇÃO

Foi preparado um modelo económico baseado em várias estimativas de engenharia para o Projeto, a fim de estimar os fluxos de caixa anuais e avaliar a sensibilidade do Projeto a determinados parâmetros económicos.

O Projeto indica um fluxo de caixa após impostos de 235,5 milhões de dólares, um VAL (Valor Presente Líquido) após impostos de 112,3 milhões de dólares e uma TIR (Taxa interna de retorno) após impostos de 25%.

Foi possível identificar que o projeto tem alta sensibilidade aos custos OPEX e ao preço do zinco.

11.2.2 DECLARAÇÃO DE PRECAUÇÃO

Os resultados da análise económica baseiam-se em informações prospetivas, que são influenciadas por vários riscos, incertezas e outros fatores conhecidos e desconhecidos que podem levar a desvios significativos em relação às informações apresentadas neste documento. Esta secção contém declarações prospetivas que abrangem, mas não se limitam a declarações relativas a:

- Preços futuros de metais (cobre, zinco, chumbo, estanho, ouro e prata).
- Flutuações nas taxas de câmbio, principalmente a taxa EUR:USD.
- Estimativa de Reservas Minerais.
- Realização de Estimativas de Reservas Minerais.
- Custos estimados e cronograma de despesas de capital e operacionais, incluindo mão de obra, materiais, consumíveis e serviços.

11.2.3 ASSUNÇÕES

A estimativa do fluxo de caixa inclui receitas, custos, impostos e outros fatores aplicáveis ao Projeto desde o início do design final/construção até o fim da vida útil da mina. As obrigações corporativas, os custos de financiamento e os impostos ao nível corporativo estão excluídos.

O modelo foi preparado usando um planeamento mineiro que foi estimado numa base anual. O modelo de fluxo de caixa foi baseado nas seguintes suposições:

- Todos os custos são reportados em dólares americanos (US$) e referenciados como "$", salvo indicação em contrário.
- Possuir 100% de propriedade em capital próprio.
- Não há provisão para inflação, mas foi considerado 8% de custo de capital.
- Os custos do programa de exploração são considerados fora do Projeto.
- Quaisquer custos adicionais de desenvolvimento do projeto, incluindo estudos de viabilidade ou atividades de licenciamento, estão excluídos da análise.
- A receita bruta anual é determinada aplicando-se os preços estimados dos metais à quantidade anual estimada de metal pago para cada ano operacional.
- Foi utilizado um preço de metais constante para a análise económica.
- Foi assumida uma taxa de câmbio constante de €1,00 = US$1,06.

11.2.4 METODOLOGIA UTILIZADA

A análise económica para o Projeto utilizou a metodologia de análise do Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Isso envolveu a estimativa do valor total dos fluxos de caixa futuros (entradas e saídas) e, em seguida, o desconto desses fluxos pelo custo de capital pré-determinado para determinar seu valor presente. O Valor Presente Líquido (VAL) é a soma de todos os fluxos de caixa futuros descontados. A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto na qual o VAL se torna zero e serve como indicador da potencial lucratividade do projeto. O período de retorno é calculado a partir do início do processamento mineral.

O modelo foi desenvolvido usando o software Microsoft Excel.

11.2.5 PARÂMETROS DO MODELO FINANCEIRO

11.2.5.1 RESERVA MINEIRA E VIDA DA MINA

O plano de mina apresentado no capítulo "Método de Exploração e Infraestrutura Mineira" deste relatório foi utilizado como base para estimativas de receita e custo, e também representa a estimativa atual de Reserva Mineral. O plano de mina exclui todo o material da categoria de recursos inferidos.

A Reserva Mineral Provável declarada é de 14,8 Mt. A reserva é dividida por domínios geológicos, tais como: Gossan (GOS), Sulfuretos Maciços de Transição (TMS), Stringer (STR), Stockwork (STW) e Sulfuretos Maciços Primários (PMS). Todos os domínios serão processados em campanhas, e as médias de teores e toneladas são:

- GOS: 1.20 Mt @ 0.1% Cu, 2.4% Pb, 0.4% Zn, 52 ppm Ag, 1.02 ppm Au, 0.3% Sn
- TMS: 0.88 Mt @ 1.0% Cu, 2.2% Pb, 0.2% Zn, 110 ppm Ag, 1.1 ppm Au, 0.2% Sn
- STR: 0.55 Mt @ 0.2% Cu, 0.2% Pb, 0.5% Zn, 13 ppm Ag, 0.06 ppm Au
- PMS: 4.40 Mt @ 0.3% Cu, 2.7% Pb, 3.6% Zn, 62 ppm Ag, 0.68 ppm Au, 0.1% Sn
- STW: 7.80 Mt @ 0.4% Cu, 0.7% Pb, 1.3% Zn, 15 ppm Ag, 0.05 ppm Au

O plano de mina prevê uma vida útil de 10 anos. O plano de alimentação da lavaria é apresentado na Figura 11.2.

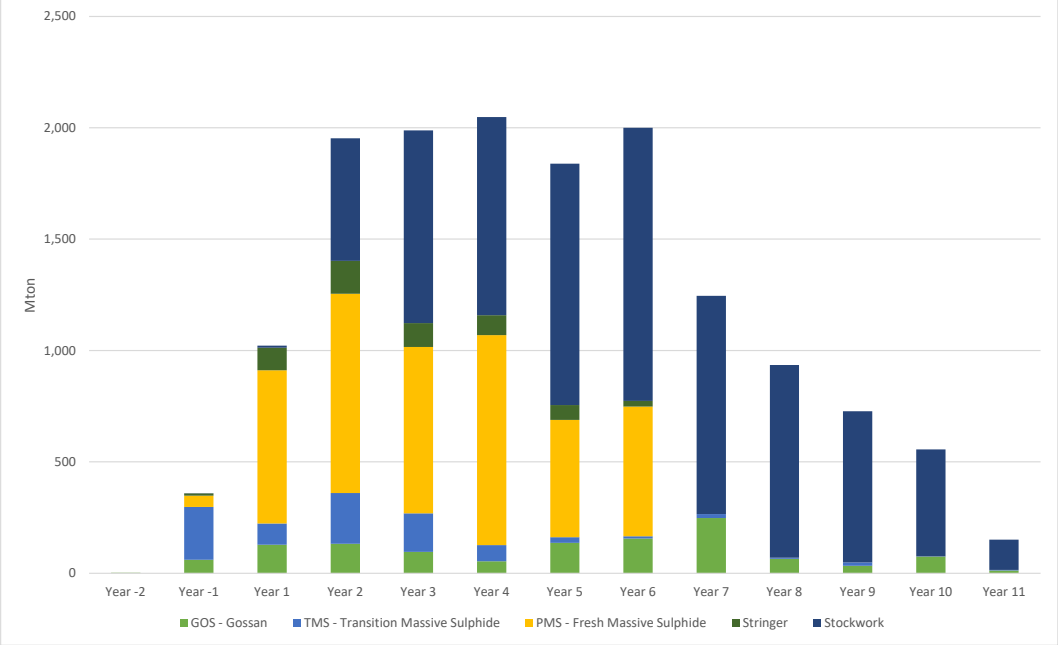


Figura 11.2 - Processamento Lavaria ao longo da vida da mina (kTon).

O perfil de produção para Cu, Pb e Zn pagáveis é apresentado na Figura 11.3. O perfil de produção para Au e Ag pagáveis é apresentado na Figura 11.4.

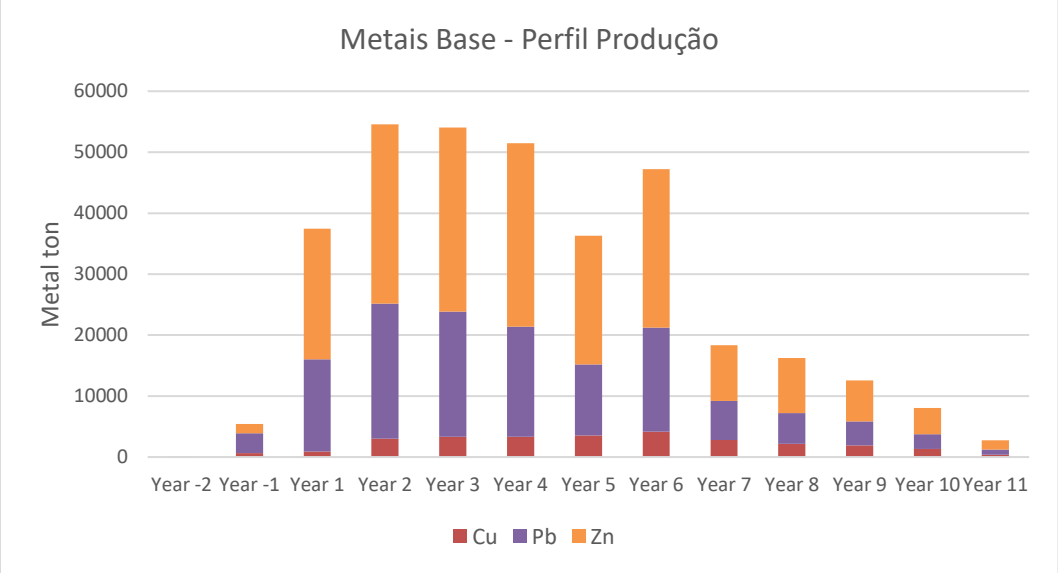


Figura 11.3 – Perfil de Produção de Zinco, Chumbo e Cobre.

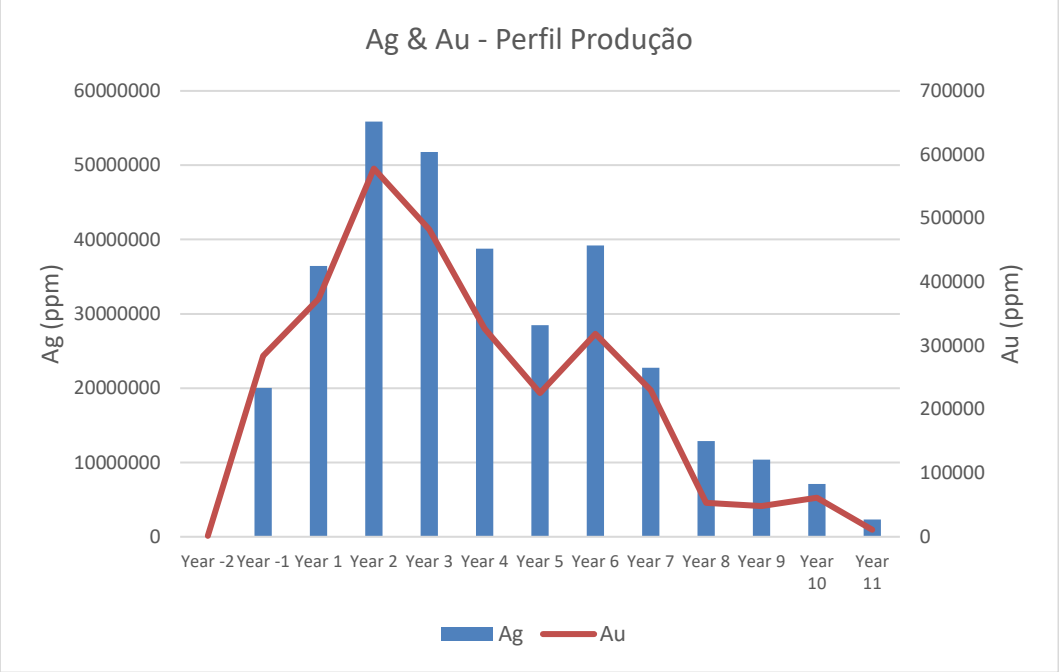


Figura 11.4 – Perfil de Produção de Prata e Ouro.

11.2.5.2 RECUPERAÇÕES METALÚRGICAS

As recuperações médias dos metais que foram utilizadas para a avaliação económica estão resumidas na Tabela 11.12. Várias fórmulas de teor versus recuperação foram utilizadas para calcular métricas de recuperação anualmente no modelo de fluxo de caixa. Uma análise detalhada do processo metalúrgico é disponibilizada no capítulo "Processos Mineralúrgicos" deste relatório.

Tabela 11.12 - Recuperações Metalúrgicas médias ao longo da vida da mina.

Domínio	Cu	Pb	Zn	Ag	Au	Sn
GOS	-	20%	-	89%	91%	40%
TMS	30%	50%	50%	65%	50%	40%
STR	60%	50%	70%	10%	0.5%	-
PMS	30%	60%	70%	30%	25%	40%
STW	65%	65%	75%	15%	5%	-

11.2.5.3 PAGÁVEIS

As taxas utilizadas para os elementos pagáveis nos diferentes concentrados foram aplicadas com base em informações fornecidas pelas fundições durante o processo. Esses termos são apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 11.13 - Termos comerciais para Concentrado de Cobre.

Pagáveis	Cu	Teor <18%, Pagamento de 96.5% com dedução mínima de 1.2 un.
		Teor 18-20%, Pagamento de 96.5% com dedução mínima de 1.1 un
		Teor 20-30%, Pagamento de 96.5% com dedução mínima de 1.0 un
		Teor >30%, Pagamento de 96.5%
	Au	>1 ppm, Sem pagamento
		1-3 ppm, Pagamento de 90%
		3-5 ppm, Pagamento de 92%
		5-8 ppm, Pagamento de 93%
		8-10 ppm, Pagamento de 94%
		>10 ppm, Pagamento de 95%
	Ag	<30 ppm, Sem pagamento
		>30 ppm, Pagamento de 90%
Deduções	As	2,5 USD/t por cada 100 ppm que exceda os 2000 ppm
	Pb+Zn	2.5 USD/t por cada 1% que exceda os 4%
	Bi	2 USD/t por cada 100 ppm que exceda os 300 ppm
	Sb	2.5 USD/t por cada 1000 ppm que exceda os 1000 ppm
	Hg	1 USD/t por cada 10 ppm que exceda os 20 ppm

Tabela 11.14 - Termos comerciais para Concentrado de Chumbo.

Pagáveis	Pb	Pagamento de 95%, com dedução mínima de 1,5 un.
	Ag	Pagamento de 95%, com dedução mínima de 25 gramas.
Deduções	As	1,5 USD/t por cada 0,1% que exceda os 0,5% (até 0,7%)
		3,0 USD/t por cada 0,1% que exceda os 0,7%
	Hg	1,5 USD/t por cada 100 ppm que exceda os 100 ppm (até 300 ppm)
		3,0 USD/t por cada 100 ppm que exceda os 300 ppm.

Tabela 11.15 - Termos comerciais para Concentrado de Zinco.

Pagáveis	Zn	Pagamento de 85%, com dedução mínima de 5 un.
	Au	>1 ppm, Sem pagamento
		1-3 ppm, Pagamento de 90%
		3-5 ppm, Pagamento de 92%
		5-8 ppm, Pagamento de 93%
		8-10 ppm, Pagamento de 94%
		>10 ppm, Pagamento de 95%
	Ag	Pagamento de 65%, com dedução mínima de 1,5 onças.
Deduções	Fe	3 USD/t por cada 1% que exceda os 7.5%

Tabela 11.16 - Termos comerciais para Concentrado de Estanho.

Pagáveis	Sn	Pagamento de 95%
	Pb	Pagamento de 75%
Deduções	As	20 USD/t
	Zn+Ag+Ni+Co	300 USD/t
	Bi	300 USD/t
	Cu	300 USD/t
	Sb	300 USD/t
	Fe+Mg+WO3	300 USD/t
	FR+Cl	300 USD/t

Tabela 11.17 - Termos comerciais para Ouro e Prata.

Pagáveis	Au	99.5% payment
	Ag	90% payment

11.2.5.4 CUSTOS DE TRANSPORTE E TRATAMENTO

As taxas e os termos da indústria para tratamento de concentrados foram aplicados com base em consultas a operadores e fundições locais.

O fluxo de caixa leva em conta as taxas de metais pagáveis, as taxas de tratamento (TC), as taxas de refinação (RC) e o transporte.

Esses termos são apresentados na tabela Tabela 11.18.

Tabela 11.18 - Custos de Tratamento, Refinamento e Transporte.

Custos		Cu Conc	Pb Conc	Zn Conc	Sn Conc	Au/Ag
TC		29.4 USD/t	78 USD/t	172 USD/t	294 USD/t	29.4 $/kg
RC	Cu	0,03 USD/lb	0,03 USD/lb			
	Au	5 USD/oz	5 USD/oz			20 $/kg
	Ag	0,40 USD/oz	0,80 USD/oz			
	Sn				50 USD/t	
Transporte		35 USD/t	35 USD/t	60 USD/t	35 USD/t	

As taxas utilizadas no modelo não refletem nem implicam que a Redcorp tenha celebrado quaisquer acordos relacionados a esses contratos.

O frete dos produtos concentrados para o mercado foi estimado usando quantidades calculadas a partir dos cronogramas de produção, juntamente com taxas cotadas por empresas de logística, assumindo venda para fundições ibéricas.

11.2.5.5 Preços Dos Metais

Os preços dos metais usados para a valoração económica consideram cotações de longo prazo e projeções. Os preços dos metais usados estão resumidos na Tabela 11.19.

Tabela 11.19 - Preços dos Metais (Projeções longo prazo)

Metal	Unit	Price
Cobre	USD/lb	3.75
Zinco	USD/lb	1.20
Chumbo	USD/lb	1.05
Ouro	USD/oz	1,700
Prata	USD/oz	22
Estanho	USD/lb	15.00

11.2.5.6 Custos De Capital

Um resumo dos custos de capital pré-produção (CAPEX) e custos de capital de manutenção (SUSEX) é fornecido na Tabela 11.20. Uma descrição detalhada dos custos de capital é fornecida na seção anterior deste relatório (Custos de Capital e Operacionais). O CAPEX inicial ou CAPEX pré-produção considera os custos de capital a serem incorridos para construir todas as unidades de exploração mineira e processamento, estes foram estimados pela Quadrante, SLR, RMS, Minepro e Redcorp de acordo com a divisão do âmbito. O custo total de capital de construção do Projeto é de USD 182 milhões.

Tabela 11.20 - Sumário de Custos Capitais.

Descrição	CAPEX $ Milhões	SUSEX $ Milhões	TOTAL $ Milhões
Infraestrutura de Suporte	19.4	1.0	20.4
Instalação de resíduos	7.0	26.5	33.5
Instalação da Pasta	3.8	8.3	12.1
Lavaria	76.7	9.5	86.2
Capital Subterrâneo	34.6	37.8	72.4
Equipamentos móveis	29.3	23.7	53.0
Ligações Externas	3.9	3.1	7.0
Box Cut	6.9	-	6.9
Custos de Encerramento	-	6.0	6.0
TOTAL	**181.9**	**115.9**	**297.8**

Os custos capitais de manutenção estão relacionados com o cronograma de substituição da frota de equipamentos móveis, a expansão da instalação de disposição de resíduos, o capital para desenvolvimento subterrâneo e os custos de encerramento. Esses custos incluem a reabilitação e desativação da lavaria, instalações de apoio e reabilitação e fecho da instalação de disposição de resíduos.

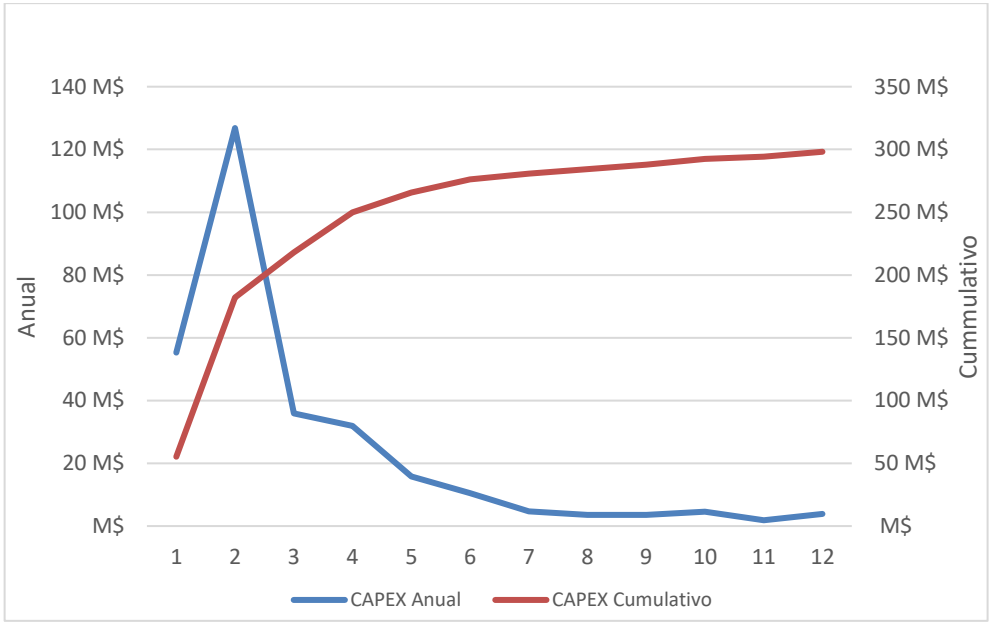


Figura 11.5 - Total Custos Capital para Lagoa Salgada.

11.2.5.7 CUSTOS OPERACIONAIS

Um resumo dos custos operacionais ao longo da vida útil da Mina (LOM) é apresentado na Tabela 11.21. Uma descrição detalhada dos custos operacionais está na seção anterior deste relatório (Capital e Custos Operacionais).

Tabela 11.21 - Resumo custos Operacionais.

Custos Operacionais		Custos
Custos Mina	*Drift & Fill*	26.08 $/t
	LongHole Stope	18.11 $/t
Lavaria	Stockwork	14.44 $/t
	PMS	17.52 $/t
	TMS	12.79 $/t
	Gossan	14.70 $/t
	Stringer	14.44 $/t
Gerais		2.00 $/t

1.5.1.8 Taxa de Câmbio

O valor monetário de cada entrada foi convertido para Dólares Americanos (USD), a moeda na qual o modelo económico é baseado.

Foi selecionada uma taxa de câmbio de 1 EUR / 1.06 USD como média durante a qual foram obtidas as estimativas de gastos de capital e operacionais.



Figura 11.6 – Taxa de câmbio EUR/USD (fonte: ECB).

11.2.5.8 TAXA DE ESCALAÇÃO

Todos as entradas do modelo económico estão em USD reais. Nenhuma escalada de inflação foi aplicada aos custos ou receitas do Projeto.

11.2.5.9 ALAVANCAGEM FINANCEIRA

Nenhum parâmetro de financiamento por dívida foi considerado no modelo económico.

11.2.5.10 DEPRECIAÇÃO

O método de depreciação linear foi usado para grupos de ativos com diferentes durações de vida económica determinadas de acordo com as regulamentações portuguesas.

11.2.5.11 TRIBUTAÇÃO

As seções a seguir descrevem a tributação incluída nos gastos de capital, gastos operacionais e análise económica do Projeto.

IRC - Imposto sobre Rendimento das Pessoas Coletivas (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas)

É um imposto sobre o lucro das empresas que desenvolvem atividades comerciais, industriais ou agrícolas em Portugal ou sobre o lucro obtido em território português por empresas estrangeiras. Esse imposto em Portugal é de 21% do Lucro Líquido.

Derrama Estadual (Sobretaxa Estadual)

Esta é uma tributação sobre o lucro tributável que excede €1.500.000, sujeito e não isento de Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas (IRC). Aplica-se tanto a entidades jurídicas residentes que operam principalmente em Portugal em atividades comerciais, industriais ou agrícolas quanto a entidades jurídicas não residentes que possuem estabelecimento permanente em Portugal.

A existência de uma sobretaxa estadual tornou a tributação sobre o lucro tributável para pessoas jurídicas progressiva. Em geral, a taxa de imposto sobre o IRC é de 21%. No entanto, quando o lucro tributável excede €1.500.000, há um imposto adicional que aumenta à medida que o lucro tributável aumenta.

Portanto, para lucros que excedem €1.500.000 até €7.500.000, a taxa de imposto é de 3%. Para lucros acima de €7.500.000 até €35.000.000, a taxa é de 5%. Para lucros que excedem €35.000.000, a taxa é de 9%.

Essa tributação progressiva é estruturada em faixas, onde cada faixa ou parcela do lucro tributável está sujeita à taxa correspondente. Por exemplo, para lucros que excedem €7.500.000 até €35.000.000, uma taxa de 3% é aplicada a €6.000.000, e uma taxa de 5% é aplicada ao valor excedente de €7.500.000. Quando o lucro excede €35.000.000, uma taxa de 3% é aplicada a €6.000.000, uma taxa de 5% é aplicada a €27.500.000, e uma taxa de 9% é aplicada à parcela que excede €35.000.

Derrama Municipal Grândola (Sobretaxa Local Municipal de Grândola)

A "derrama" é cobrada sobre o lucro tributável das entidades jurídicas, e sua taxa é determinada anualmente pelos municípios, com um valor máximo de 1,5%. A "derrama" é um imposto municipal imposto com base na resolução anual das Assembleias Municipais. A taxa aplicada em Grândola é de 1,4%.

Royalties

Um *royalty* é um valor pago pela Redcorp ao Estado Português para explorar um recurso mineral. Os termos de pagamento de *royalties* estão estabelecidos num acordo de licenciamento com a DGEG. No projeto Lagoa Salgada, os *royalties* aplicáveis são calculados da seguinte forma:

Royalty = Valor das Vendas Líquidas (VVL) x taxa de royalty

O VVL representa as vendas líquidas reportadas nas declarações financeiras da empresa.

Taxa de royalty:

- 3% nos primeiros 3 anos de produção.
- 4% no 4º ano de produção.
- No 5º ano de produção e além, 5%.

11.2.6 RESULTADOS FINANCEIROS

Um resumo dos parâmetros económicos do Projeto é ilustrado na

Tabela 11.222, Tabela 11.23 e Figura 11.7.

Os fluxos de caixa antes e depois dos impostos do Projeto foram descontados à taxa de 8% para obter os VALs (Valor Atual Líquido) do Projeto. O Projeto foi avaliado excluindo custos e juros de financiamento por dívida. O VAL é o valor presente de pagamentos/recebimentos futuros descontados a uma taxa de desconto apropriada, neste caso 8%, menos o custo do investimento inicial. Neste caso, uma vez que o VAL é superior a zero deve-se aceitar o projeto como economicamente viável pois os fluxos de caixa gerados cobrem o investimento inicial e ainda geram um excedente financeiro sendo que os investidores terão o retorno exigido.

Tabela 11.22 - Sumários das métricas económicas do projeto.

Descrição	Unidades	Valor
Antes-Impostos		
VAL @ 8%	$ milhão	152.2
TIR (Taxa interna de retorno)	%	30.4
Período de retorno	Anos	2.6

Descrição	Unidades	Valor
Fluxo de Caixa Total	$ milhão	293.5
Após-Impostos		
VAL @ 8%	$ milhão	112.3
TIR (Taxa interna de retorno)	%	24.6
Período de retorno	Anos	2.9
Fluxo de Caixa Total	$ milhão	235.5

O fluxo de caixa pós-impostos é o resultado da subtração do investimento total (excluindo a depreciação) e dos impostos do EBITDA (lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização).

Apesar de no modelo financeiro da página seguinte existirem vendas residuais no ano -2, elas ocorrem apenas no final do ano -1, onde a lavaria iniciará a sua produção no último trimestre.

A Figura 11.7 mostra o fluxo de caixa anual pós-impostos e o seu perfil acumulado.

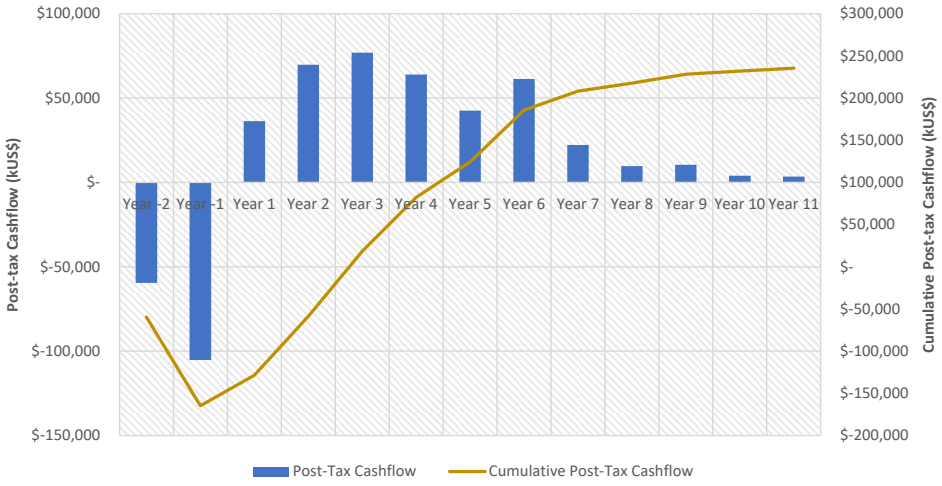


Figura 11.7 - Fluxo de Caixa (pós-impostos) da Lagoa Salgada.

	Un	Ano -2	Ano -1	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Total
Produção (alimentação lavaria)															
GOS - Gossan	kt	2	60	128	132	96	54	136	156	248	65	33	74	13	1,197
TMS - Sulfureto Maciço de Transição	kt	0	237	95	228	173	72	25	9	18	4	16	1	2	883
PMS - Sulfureto Maciço Fresco	kt	0	51	688	895	747	943	527	582	0	0	0	0	0	4,433
Stringer	kt	0	10	101	148	107	89	67	25	0	0	0	0	0	547
Stockwork	kt	0	0	10	550	865	890	1,084	1,227	979	865	678	480	136	7,763
Minério Total Processado	**kt**	2	359	1,022	1,953	1,988	2,048	1,839	2,000	1,245	935	727	555	151	14,823
Net Smelter Return (NSR)															
Vendas	k$	$ 158.7	$ 47,701.4	$ 144,136.1	$ 222,928.0	$ 213,906.0	$ 189,247.3	$ 138,837.7	$ 181,878.3	$ 90,251.3	$ 59,543.4	$ 48,176.9	$ 34,710.1	$ 10,605.0	$ 1,382,080.3
Penalidades	k$	$ 1.8	$ 1,091.2	$ 4,289.6	$ 5,908.2	$ 5,112.5	$ 4,490.5	$ 2,418.0	$ 3,596.4	$ 1,125.1	$ 218.7	$ 248.4	$ 311.9	$ 74.1	$ 28,886.4
Custos de Comercialização	k$	$ 16.0	$ 2,605.8	$ 16,571.1	$ 22,536.4	$ 21,946.8	$ 20,376.8	$ 14,165.1	$ 18,887.0	$ 7,751.9	$ 5,501.7	$ 4,101.0	$ 2,969.5	$ 958.5	$ 138,387.7
Custos de Transporte de Concentrado	k$	$ 0.2	$ 626.5	$ 5,453.0	$ 7,637.3	$ 7,534.1	$ 7,275.3	$ 4,940.3	$ 6,487.8	$ 2,247.7	$ 2,031.6	$ 1,576.5	$ 1,007.4	$ 347.7	$ 47,165.3
NSR	**k$**	**$ 140.7**	**$ 43,377.9**	**$ 117,822.4**	**$ 186,846.2**	**$ 179,312.6**	**$ 157,104.8**	**$ 117,314.4**	**$ 152,907.1**	**$ 79,126.5**	**$ 51,791.5**	**$ 42,251.1**	**$ 30,421.3**	**$ 9,224.7**	$ 1,167,641.1
		$ 70.0	**$ 120.9**	**$ 115.3**	**$ 95.7**	**$ 90.2**	**$ 76.7**	**$ 63.8**	**$ 76.5**	**$ 63.6**	**$ 55.4**	**$ 58.1**	**$ 54.8**	**$ 61.2**	
Royalties															
Taxa	%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	
Payback		-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Royalties	k$	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 5,379.4	$ 4,713.1	$ 3,519.4	$ 6,116.3	$ 3,956.3	$ 2,589.6	$ 2,112.6	$ 1,521.1	$ 461.2	$ 30,369.0
Opex															
Custos de Mina	k$			$ 20,287.7	$ 38,230.5	$ 38,146.2	$ 38,098.2	$ 34,591.3	$ 37,540.6	$ 24,666.9	$ 17,477.4	$ 13,553.4	$ 10,663.8	$ 2,849.9	$ 276,105.9
Custos de Processameneto	k$	$ 29.6	$ 4,962.0	$ 16,752.2	$ 30,608.3	$ 30,744.1	$ 32,368.8	$ 28,169.6	$ 30,695.4	$ 18,011.0	$ 13,502.5	$ 10,476.8	$ 8,036.4	$ 2,176.4	$ 226,532.9
Custos de Gestão & Administração	k$			$ 2,044.0	$ 3,905.4	$ 3,976.0	$ 4,096.1	$ 3,678.1	$ 4,000.0	$ 2,490.1	$ 1,869.1	$ 1,453.7	$ 1,110.9	$ 301.5	$ 28,925.0
Total Opex	**k$**	$ 29.6	$ 4,962.0	$ 39,084.0	$ 72,744.1	$ 72,866.3	$ 74,563.1	$ 66,438.9	$ 72,235.9	$ 45,167.9	$ 32,849.1	$ 25,483.9	$ 19,811.1	$ 5,327.8	$ 531,563.7
EBITDA	k$	$ 111.1	$ 38,415.9	$ 78,738.4	$ 114,102.1	$ 101,066.9	$ 77,828.5	$ 47,356.0	$ 74,554.9	$ 30,002.2	$ 16,352.8	$ 14,654.6	$ 9,089.2	$ 3,435.6	$ 605,708.3
Capex															
Capex Inicial	k$	$ 55,187.4	$ 126,700.3	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 181,887.7
Capex Sustentabilidade	k$	$ -	$ -	$ 35,862.0	$ 31,877.7	$ 14,772.5	$ 10,446.0	$ 4,726.6	$ 3,536.0	$ 3,536.0	$ 3,536.0	$ 850.0	$ 848.0	$ -	$ 109,990.7
Custos de Encerramento	k$	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 1,000.0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 1,000.0	$ 1,000.0	$ 3,000.0	$ -	$ 6,000.0
Contingência	k$	$ 4,416.5	$ 9,947.2	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 14,363.7
Total Capex	**k$**	$ 59,603.9	$ 136,647.5	$ 35,862.0	$ 31,877.7	$ 15,772.5	$ 10,446.0	$ 4,726.6	$ 3,536.0	$ 3,536.0	$ 4,536.0	$ 1,850.0	$ 3,848.0	$ -	$ 312,242.1
Depreciação															
	k$	$ -	$ 11,921	$ 39,250	$ 46,423	$ 52,798	$ 55,953	$ 46,121	$ 19,737	$ 13,272	$ 7,603	$ 5,356	$ 3,637	$ 3,461	$ 312,242.1
Rendimentos Tributáveis															
Perdas Fiscais Aplicáveis	k$	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 26	$ 6,735.6
Perdas máximas dedutíveis	k$	$ 89	$ 21,196	$ 31,591	$ 54,144	$ 38,615	$ 17,501	$ 988	$ 43,854	$ 13,384	$ 7,000	$ 7,439	$ 4,362	$ -	$ 240,161.5
Transporte de perdas	k$	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 26	$ 27,068.6
Rendimentos Tributáveis	k$	$ 111	$ 26,495	$ 39,488	$ 67,679	$ 48,269	$ 21,876	$ 1,235	$ 54,818	$ 16,730	$ 8,749	$ 9,299	$ 5,452	$ -	$ 300,201.8
Impostos															
Imposto de Renda	k$	$ 23.3	$ 5,564.0	$ 8,292.5	$ 14,212.7	$ 10,136.4	$ 4,593.9	$ 259.3	$ 11,511.8	$ 3,513.4	$ 1,837.4	$ 1,952.7	$ 1,145.0	$ -	$ 63,042.4
Derrama - Grândola	k$	$ 1.6	$ 370.9	$ 552.8	$ 947.5	$ 675.8	$ 306.3	$ 17.3	$ 767.5	$ 234.2	$ 122.5	$ 130.2	$ 76.3	$ -	$ 4,202.8
State Surtax (Derrama Estadual) NP <= 1.59$€	k$	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
State Surtax (Derrama Estadual) NP <= 7.95$€	k$	$ -	$ 190.8	$ 190.8	$ 190.8	$ 190.8	$ -	$ 190.8	$ 190.8	$ 190.8	$ 190.8	$ 190.8	$ 115.9	$ -	$ 1,833.1
State Surtax (Derrama Estadual) NP <= 37.10$€	k$	$ -	$ 927.3	$ 1,457.5	$ 1,457.5	$ 1,457.5	$ 696.3	$ -	$ 1,457.5	$ 439.0	$ 40.0	$ 67.4	$ -	$ -	$ 8,000.0
State Surtax (Derrama Estadual) NP > 37.10M$	k$	$ -	$ -	$ 214.9	$ 2,752.1	$ 1,005.2	$ -	$ -	$ 1,594.6	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 5,566.9
Referência PWC	k$	$ -	$ -	$ 4,146.3	$ 7,106.3	$ 5,068.2	$ 2,297.0	$ 129.7	$ 5,755.9	$ 126.6	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 24,629.89
Total Impostos	k$	$ 24.9	$ 7,053.0	$ 6,562.3	$ 12,454.3	$ 8,397.5	$ 3,490.3	$ 147.0	$ 9,766.3	$ 4,250.9	$ 2,190.6	$ 2,341.1	$ 1,337.2	$ -	$ 58,015.2
Incentivos															
															$ -
Fluxo de Caixa															
Fluxo de Caixa Antes-Impostos		$ -59,493	$ -98,232	$ 42,876	$ 82,224	$ 85,294	$ 67,383	$ 42,629	$ 71,019	$ 26,466	$ 11,817	$ 12,805	$ 5,241	$ 3,436	$ 293,466.3
Fluxo de Caixa Após-Impostos		$ -59,518	$ -105,284	$ 36,314	$ 69,770	$ 76,897	$ 63,892	$ 42,482	$ 61,253	$ 22,215	$ 9,626	$ 10,464	$ 3,904	$ 3,436	$ 235,451.0
Período para Fluxo de Caixa		0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	
Taxa de Desconto		0.9623	0.8910	0.8250	0.7639	0.7073	0.6549	0.6064	0.5615	0.5199	0.4814	0.4457	0.4127	0.3821	
Período de Payback															
Fluxo de Caixa Acumulado Antes-Impostos	kUS$	$ -59,493	$ -157,724	$ -114,848	$ -32,624	$ 52,671	$ 120,053	$ 162,683	$ 233,702	$ 260,168	$ 271,985	$ 284,789	$ 290,031	$ 293,466	
Fluxo de Caixa Acumulado Após-Impostos	kUS$	$ -59,518	$ -164,802	$ -128,488	$ -58,718	$ 18,179	$ 82,071	$ 124,554	$ 185,806	$ 208,022	$ 217,648	$ 228,111	$ 232,015	$ 235,451	

VAL Antes-Impostos @ 8%	kUS$	$ 152,222	LOM Ano 11
TIR Antes-Impostos		30.4%	
Período de Payback Antes-Impostos	Anos	2.56	(após-construção)
VAL Após-Impostos @ 8%	kUS$	$ 112,329	
TIR Após-impostos		24.6%	
Período de Payback Após-Impostos	Anos	2.94	(após-construção)

11.2.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

As sensibilidades foram modeladas para avaliar os efeitos económicos das flutuações nas variáveis-chave do Projeto, que são amplamente reconhecidas por impactar significativamente os resultados económicos de projetos de minas. O objetivo dessa análise é determinar os *inputs* que exercem a maior influência nos retornos do Projeto e avaliar seu perfil de risco associado. As seguintes figuras exibem um gráfico de sensibilidade em formato de gráfico de caixa.

A Figura 11.8 indica que as variáveis com maior impacto no VAL do projeto são o preço do zinco e os custos operacionais. A mesma análise foi realizada para a TIR e período de retorno com alguns impactos.

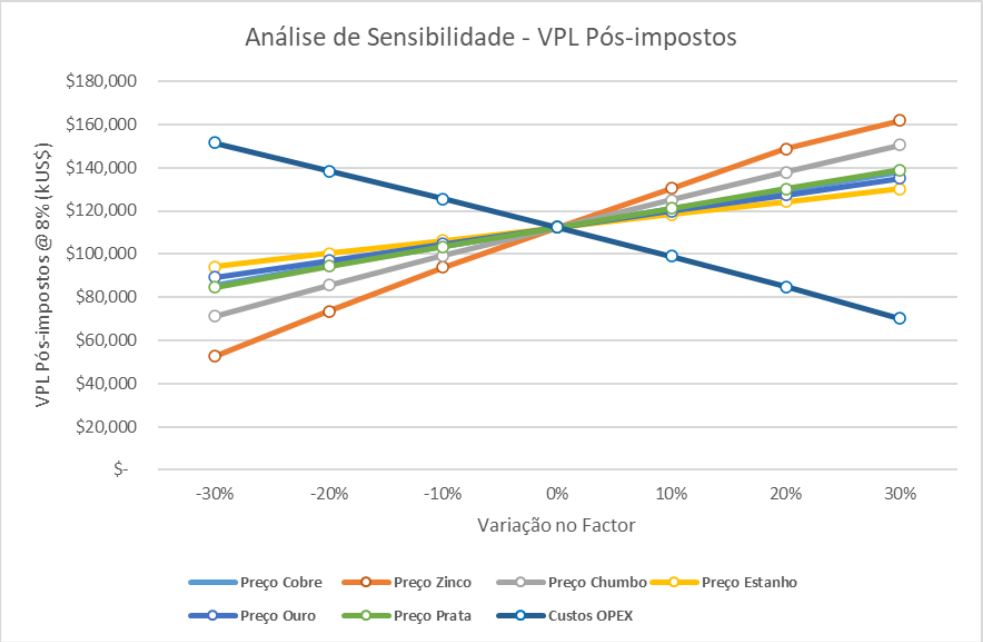


Figura 11.8 - Análise de Sensibilidade - VAL Pós-impostos.

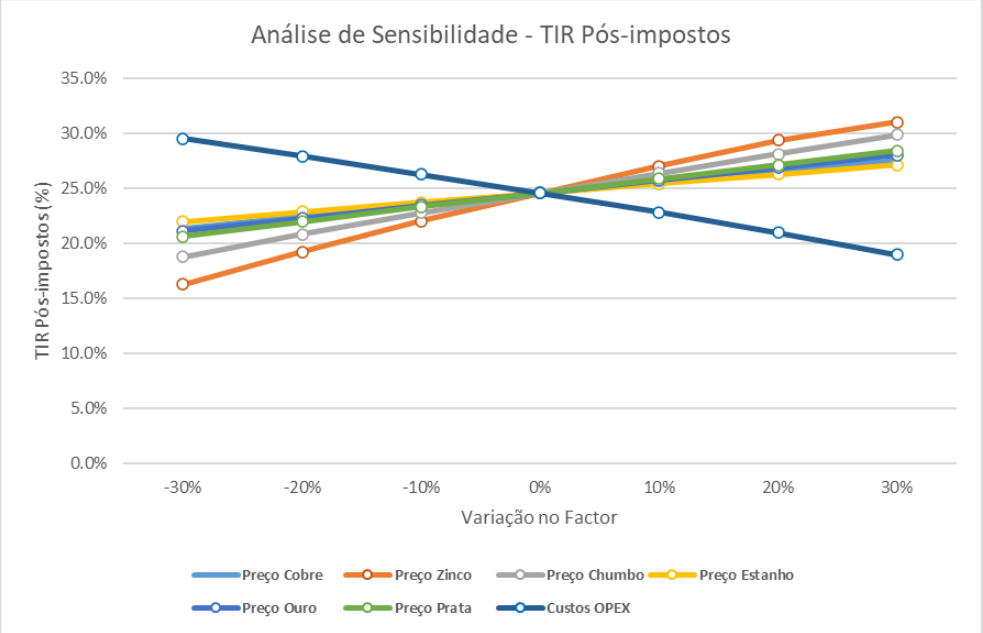


Figura 11.9 - Análise de Sensibilidade - TIR Pós-impostos.

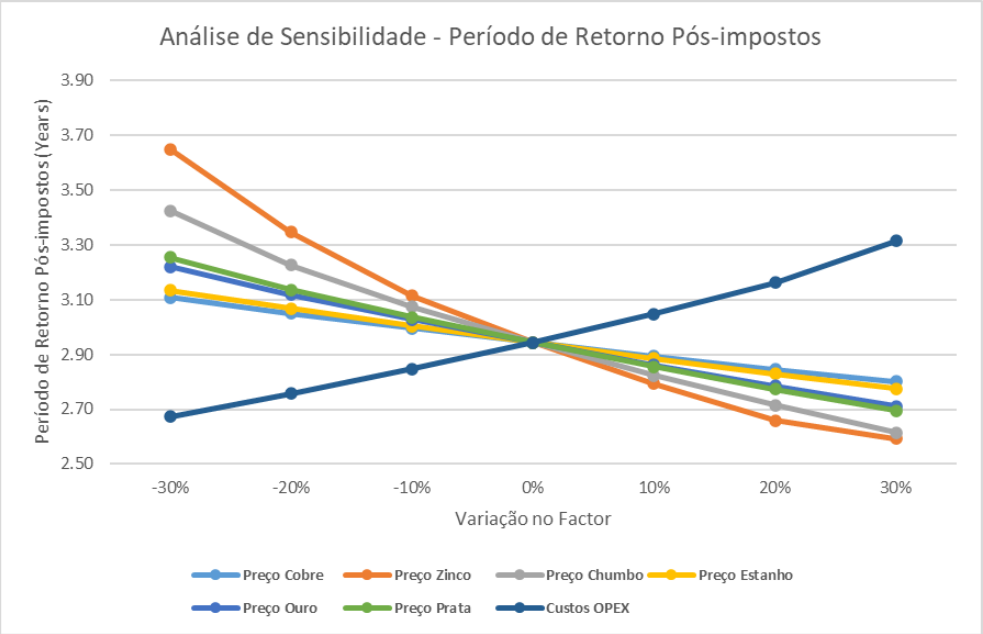


Figura 11.10 - Análise de Sensibilidade - Período de Retorno Pós-impostos.

12 PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE

12.1 INTRODUÇÃO

O presente Plano de Segurança e de Saúde (PSS) refere-se à Fase de Estudo Prévio do Plano de Lavra.

O Setor Mineiro e a indústria extrativa em geral é ainda hoje considerada uma atividade de Elevado Risco e assim, pela alínea b) do artigo 79.º da Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro, a Empresa é obrigada a organizar Serviços Internos, criados pela própria Empresa, fazendo parte da Estrutura da mesma e funcionando sob o enquadramento hierárquico, embora com autonomia técnica, da Administração ou da Direção da mina (Direcção-Geral) e do Diretor Técnico ao qual reporta.

Na elaboração do Plano de Segurança e Saúde (PSS) foram respeitadas as determinações do Decreto-Lei n. 162/90, de 22 de maio, relativo ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras.

Foi também, tido em consideração o Decreto-Lei n.º 324/95, de 29 de novembro, que estabelece as prescrições mínimas de saúde e segurança a aplicar nas indústrias extrativas a céu aberto e subterrâneas e a Portaria n.º 198/96, de 4 de junho que estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais e postos de trabalho. Foi ainda atendida a principal regulamentação e normativas vigentes aplicáveis a minas.

O presente PSS é um documento dinâmico que deve ser objeto de revisão periódica, sempre que o seu conteúdo se verifique desajustado à luz da legislação vigente, da política da empresa, da realidade da mina, do trabalho, dos equipamentos, dos trabalhadores e das instalações, ou de qualquer outra situação que interfira diretamente com a segurança e saúde e comprometa a sua aplicação prática.

Sempre que se faça referência à Entidade Executante, à Fiscalização ou ao Coordenador de Segurança, pretende-se significar os respetivos representantes para a presente empreitada.

Salvo os casos expressamente indicados, os prazos estabelecidos em dias neste documento referem-se a dias úteis.

12.1.1 GENERALIDADES

O presente PSS é constituído por um Documento Base e por um Apêndice que inclui um conjunto de anexos (ANEXO VII). O Apêndice, a elaborar e manter pela Entidade Executante, deverá incluir no mínimo todos os documentos referidos neste documento base.

O presente documento base está organizado em cinco partes: Introdução; Memória Descritiva; Caracterização da Empreitada; Ações para a Prevenção de Riscos, e Monitorização e Acompanhamento. Inclui também um conjunto de modelos referidos ao longo deste PSS e que se apresentam no **Apêndice 1** deste documento que a Entidade

Executante poderá utilizar como referência para o desenvolvimento dos seus próprios modelos, os quais deverão ter no mínimo a informação contida nos modelos aqui apresentados incluindo as posições para assinaturas para demonstração das ações implementadas.

A referência em qualquer momento durante a execução da empreitada ao PSS, deve sempre entender-se como significando este documento base com todas as alterações, adaptações/complementos e registos integrados até esse momento no Apêndice.

Define-se de seguida as responsabilidades para os vários intervenientes em matéria de Segurança e Saúde no Trabalho (Dono da Obra, Projetistas, Coordenador de Segurança em Projeto, Coordenador de Segurança em Obra, Fiscalização, Entidade Executante, Subempreiteiros, Trabalhadores Independentes).

12.1.1.1 DONO DA OBRA

- Nomear o Coordenador de Segurança em Projeto (se aplicável);
- Assegurar que seja elaborado o PSS;
- Assegurar a inclusão do PSS no processo de concurso;
- Aprovar o desenvolvimento e as alterações ao PSS que lhe venham a ser propostas pelo empreiteiro ou coordenador de segurança em obra;
- Elaborar e remeter à ACT a Comunicação Prévia antes do início dos trabalhos, (se aplicável);
- Garantir a permanente atualização da Comunicação Prévia e respetiva comunicação à ACT;
- Nomear o Coordenador de Segurança em Obra (se aplicável);
- Constituir a Fiscalização de Obra;
- Assegurar a divulgação do PSS e suas adaptações junto do Empreiteiro, do Coordenador de Segurança em Obra e da Fiscalização;
- Se intervirem no estaleiro duas ou mais Entidades Executantes, designar a Entidade que deve tomar as medidas necessárias para que o acesso ao estaleiro seja reservado a pessoas autorizadas;
- Assegurar o cumprimento das regras de gestão e organização geral do estaleiro previstas no PSS;
- Assegurar que seja elaborada a Compilação Técnica da Obra.

12.1.1.2 PROJETISTAS

- Assegurar a integração dos princípios gerais de prevenção nas definições de projeto, considerando:
    - As definições relativas aos processos de execução do projeto;
    - As definições relativas à utilização, manutenção e conservação da infraestrutura a intervencionar.
- Atender, de uma forma particular, na integração dos princípios gerais de prevenção referidos aos seguintes domínios que sejam aplicáveis:
    - As opções arquitetónicas;
    - As escolhas técnicas, nelas se incluindo as metodologias relativas aos processos e métodos construtivos a utilizar, bem como os materiais e os equipamentos a incorporar na edificação;
    - As definições relativas aos processos de execução das diversas especialidades do projeto e dos condicionalismos e demais condições concretas envolventes da execução dos trabalhos;
    - A integração da prevenção ao nível da compatibilização das definições das diversas especialidades envolvidas;
    - As soluções organizativas relacionadas com a planificação dos trabalhos, incluindo o faseamento construtivo e a previsão do prazo da sua realização.
- Equacionar formas adequadas de controlar os riscos avaliados e não eliminados, integrando as respetivas soluções nas definições do projeto e indicando soluções complementares possíveis, quando aquelas soluções integradas sejam insuficientes ou não sejam tecnicamente possíveis;
- Cooperar com os Coordenadores de Segurança em Projeto que estejam nomeados para os domínios da sua intervenção;
- Contribuir com a informação técnica relacionada com a sua intervenção que seja pertinente para a elaboração e desenvolvimento do Plano de Segurança e Saúde e da Compilação Técnica;
- Colaborar com o Coordenador de Segurança em Obra e Entidade Executante prestando informações sobre aspetos relevantes dos riscos associados à execução do projeto.

12.1.1.3 COORDENADOR DE SEGURANÇA EM PROJETO

- Informar e apoiar o Dono da Obra sobre as ações que este deve desenvolver no âmbito da gestão da segurança e saúde no empreendimento construtivo;
- Informar a Equipa de Projeto sobre as suas obrigações no domínio da segurança e saúde;
- Estabelecer metodologias de abordagem da integração dos princípios gerais de prevenção na elaboração do projeto;
- Analisar os riscos especiais associados a:
    - Definições do projeto;
    - Envolventes da obra e do estaleiro;
    - Sobreposição das diversas especialidades;
    - Materiais, produtos e instalações técnicas a incorporar na edificação;
    - Processos e métodos construtivos que sejam equacionados no projeto;
- Analisar as especificações a considerar pelo Empreiteiro na definição do projeto de estaleiro;
- Preparar a Compilação Técnica (se aplicável);
- Elaborar o Plano de Segurança e Saúde ou, se o mesmo for elaborado por outra pessoa designada pelo Dono da Obra, proceder à sua validação técnica;
- Preparar especificações a introduzir no processo de concurso da empreitada (se aplicável);
- Apoiar o Dono da Obra na apreciação de concorrentes e propostas (se aplicável).

12.1.1.4 COORDENADOR DE SEGURANÇA EM OBRA

- Informar o Dono da Obra no domínio das suas responsabilidades de gestão da segurança e saúde no empreendimento;
- Informar o Dono da Obra no domínio da avaliação periódica das condições de segurança e saúde existentes em obra;
- Apoiar o Dono da Obra na elaboração, atualização e informação à Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT) da Comunicação Prévia;
- Identificar, analisar e difundir junto da Entidade Executante as normas de segurança aplicáveis à obra;

- Promover os desenvolvimentos e as adaptações do PSS que se afigurarem necessárias e analisar as propostas que em tal domínio sejam apresentadas pelo Empreiteiro;

- Verificar o sistema de coordenação das atividades entre os intervenientes na execução da obra (empresas e trabalhadores independentes) com vista ao desenvolvimento da cooperação no que respeita à prevenção dos riscos profissionais e às ações preventivas;

- Promover e verificar a difusão e o cumprimento do PSS e das prescrições legais por parte dos intervenientes na execução da obra, nomeadamente no que respeita aos domínios seguintes:

    - Organização do estaleiro;

    - Sistema de emergência;

    - Condicionalismos do local e sua envolvente;

    - Riscos especiais;

    - Processos construtivos especiais;

    - Atividades de compatibilidade crítica (coatividades);

    - Sistema de comunicação existente no estaleiro no que respeita à gestão da segurança e saúde do trabalho.

- Analisar os fatores de risco associados à programação dos trabalhos e equipamentos;

- Controlar o planeamento da prevenção associada aos métodos de trabalho;

- Coordenar o controlo da correta aplicação dos métodos de trabalho, na medida em que tenham influência na segurança e saúde no trabalho;

- Analisar a avaliação dos riscos especiais e o respetivo planeamento das medidas preventivas específicas;

- Promover a divulgação de informação sobre os riscos e as medidas preventivas entre os diversos intervenientes no estaleiro;

- Verificar a eficiência do sistema de controlo de acesso ao estaleiro;

- Avaliar a adequabilidade dos planos de formação e de informação aos fatores de risco e da sua execução às fases da obra;

- Avaliar a adequabilidade dos sistemas implementados nos domínios da sinalização de segurança, proteção coletiva e proteção individual;

- Analisar acidentes e incidentes graves ocorridos na obra;
- Analisar os indicadores de segurança e saúde instituídos, nomeadamente:
    - Estatística da sinistralidade;
    - Não-conformidades;
    - Autos e notificações da Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT);
- Completar a Compilação Técnica com os elementos relevantes decorrentes da execução da obra (se aplicável);
- Registar as ações de coordenação.

12.1.1.5 FISCALIZAÇÃO

- Assegurar a verificação do cumprimento das prescrições de segurança estabelecidas no PSS, nas recomendações do Coordenador de Segurança de Obra (quando aplicável) e na legislação de segurança e saúde do trabalho aplicável;
- Participar ao Dono da Obra e ao Coordenador de Segurança em Obra as situações que comprometam a segurança e o cumprimento do prazo previsto.

12.1.1.6 ENTIDADE EXECUTANTE

- Comunicar mensalmente ao Dono da Obra os elementos necessários à elaboração e atualização da Comunicação Prévia;
- Afixar no Estaleiro a Comunicação Prévia e suas atualizações;
- Garantir o cumprimento das prescrições estabelecidas no PSS, bem como na legislação de segurança e saúde;
- Divulgar o PSS e suas adaptações junto da Direção Técnica da Obra, dos Subempreiteiros, dos Trabalhadores Independentes e dos Fornecedores de equipamentos e materiais que possam ter presença no estaleiro;
- Processar a análise das propostas de alteração ao PSS que sejam apresentadas por qualquer Subempreiteiro durante a execução dos trabalhos;
- Realizar a análise e avaliação de riscos associados às várias atividades em todos os trabalhos da Empreitada;
- Propor ao Dono da Obra o desenvolvimento do PSS e as alterações que ao longo da execução da obra considerar necessárias em função dos riscos avaliados,

considerando a natureza dos trabalhos, dos processos de intervenção e métodos de trabalho, dos equipamentos e demais tecnologia a utilizar;

- Nomear a equipa de técnicos de segurança para acompanhar a execução dos trabalhos e garantir a conveniente articulação com o Coordenador de Segurança em Obra;
- Organizar as atividades de segurança e saúde do trabalho relativamente aos seus trabalhadores de acordo com o legalmente estipulado;
- Organizar o sistema de emergência na Obra;
- Assegurar a comunicação de acidentes que evidenciem uma situação particularmente grave (de acordo com gravidade da lesão) e mortais de trabalhadores da obra à Autoridade para as Condições do Trabalho, ao Coordenador de Segurança em Obra, à Fiscalização e ao Dono da Obra no mais curto prazo possível, não podendo exceder 24 (vinte e quatro) horas;
- Garantir o seguro de acidentes de trabalho abrangendo todos os trabalhadores em Obra;
- Garantir a conformidade legal da contratação de estrangeiros e da inscrição dos trabalhadores na segurança social;
- Garantir a inclusão da obrigação de cumprimento das prescrições estabelecidas no PSS nos contratos celebrados com os Subempreiteiros e os Trabalhadores Independentes;
- Garantir o controlo de Subempreiteiros e de Trabalhadores Independentes presentes em obra conforme definido no DL 273/2003, de 29 de outubro e comunicar ao Dono de Obra, relativamente àqueles a:
    - Identificação completa, residência ou sede e número fiscal de contribuinte;
    - O número de registo ou da autorização para o exercício da atividade de empreiteiro de obras públicas, bem como de certificação exigida por lei para o exercício de outra atividade realizada no estaleiro;
    - A atividade a realizar no estaleiro e a sua calendarização;
    - A cópia do contrato em execução do qual conste que exerce atividade do estaleiro;
    - O responsável do Subempreiteiro no estaleiro.
- Garantir o controlo dos trabalhadores presentes no estaleiro.

12.1.1.7 SUBEMPREITEIROS/TRABALHADORES INDEPENDENTES

- Observar o cumprimento das disposições legais em matéria de segurança e saúde;
- Observar o cumprimento das disposições estabelecidas no PSS ou recomendadas pelo Coordenador de Segurança da Obra relativas aos trabalhos em que tiverem intervenção;
- Sempre que considerem necessário, propor à Entidade Executante alterações ao PSS que promovam soluções alternativas às prevista, desde que não diminuam os níveis de segurança e sejam devidamente justificadas.

12.1.2 ADAPTAÇÃO / COMPLEMENTO DO PSS

Este PSS foi elaborado de forma a ter um carácter dinâmico e evolutivo durante a execução dos trabalhos da empreitada, devendo integrar os projetos, planos e registos de todas as medidas implementadas do âmbito da segurança e saúde.

Assim, todas as adaptações/complementos devem considerar a inclusão/integração dos elementos preparados nos prazos estabelecidos que, salvo indicação em contrário, os prazos referem-se a dias úteis. As adaptações/complementos serão sempre feitas atendendo aos processos construtivos e métodos de trabalho utilizados na execução dos trabalhos pela Entidade Executante, aos condicionalismos existentes, à organização do Estaleiro e ao planeamento da obra. Os documentos a integrar, deverão estar redigidos em língua portuguesa ou ser acompanhados de tradução legalizada.

Para a integração dos elementos que constituem as adaptações/complementos do Plano de Segurança e de Saúde resultante da implementação do preconizado neste PSS, deverá a Entidade Executante completar os anexos referidos no texto e já existentes no Apêndice deste PSS e acrescentar outros que durante a execução da empreitada a Entidade Executante, a Fiscalização ou o Coordenador de Segurança da Obra venha a considerar necessários.

A adaptação/complemento do PSS consiste assim, essencialmente na preparação e integração de projetos, planos e procedimentos referidos neste documento e na realização de registos das ações executadas que no seu conjunto serão incluídos nos anexos e que farão parte integrante do PSS.

A manutenção atualizada da documentação do PSS é responsabilidade da Entidade Executante.

Sempre que o volume de documentos a integrar num dado anexo justifique a criação de um arquivo próprio (dossier), deve a Entidade Executante proceder à sua preparação, identificação e organização nos moldes previstos e registar o facto no respetivo anexo.

Todos os arquivos do âmbito do PSS deverão permanecer no Estaleiro. Caso seja necessário utilizar documentos noutros locais devem ser efetuadas cópias.

12.1.3 ALTERAÇÕES AO PSS

Qualquer dos intervenientes na execução da obra pode propor as alterações ao presente PSS.

O conteúdo do PSS (documento base), quando considerado desadequado, pode ser adaptado, sendo para tal obrigatória a identificação dos pontos alterados e a nova descrição, que tem que ser aprovada pelo Dono de Obra.

As propostas de alterações a este PSS deverão ser apresentadas pela Entidade Executante no prazo de 11 (onze) dias da data da consignação, utilizando para o efeito o modelo S02 apresentado no **Apêndice 1** deste documento.

Compete à Entidade Executante elaborar e manter o registo das alterações aprovadas, para o que utilizará o modelo S03 incluído no **Apêndice 1** deste documento.

A Entidade Executante incluirá no **Apêndice 4**, os Registos das propostas de alterações e alterações aprovadas a cláusulas do PSS.

12.1.4 ENTREGA DO PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)

É responsabilidade da EE preencher e assinar declaração, conforme o modelo S04 incluído no Apêndice 1 deste documento, em como recebeu e aderiu ao PSS em fase de Projeto para a obra preconizada.

De igual modo, a EE deve solicitar a cada subempreiteiro declaração do conhecimento e aderência ao PSS da Empreitada.

Concluídos todos os trabalhos da empreitada, incluindo os ensaios a realizar, a Entidade Executante entregará, no ato da Receção Provisória, ao Dono da Obra, o PSS organizado nos termos previstos. Este facto será registado no Auto da Receção Provisória, anexando-se declaração, conforme o modelo S05 incluído no **Apêndice 1** deste documento, devidamente preenchida e assinada por todos os elementos previstos.

Caso haja lugar à execução de trabalhos durante o prazo de garantia, a Entidade Executante obriga-se a proceder à sua realização de acordo com o estipulado no PSS e a planear e implementar as medidas necessárias, bem como a promover a integração dos elementos desenvolvidos no PSS sempre que se justifique.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 2**, os documentos acima referidos.

12.1.5 ORGANOGRAMA FUNCIONAL

A Entidade Executante estabelecerá objetivamente o organograma funcional identificando os meios humanos afetos à empreitada, e as suas responsabilidades na mesma.

Cabe à Entidade Executante identificar e integrar no organograma os meios humanos afetos à gestão e controlo da segurança no trabalho. No conjunto devem ser identificadas todas as pessoas necessárias para preparar e organizar os documentos para adaptar/complementar o Plano de Segurança e de Saúde (PSS) e acompanhar e garantir a sua implementação.

Os responsáveis por cada atividade devem possuir formação e experiência adequada por forma a garantir o bom desempenho das funções atribuídas.

Sem prejuízo das responsabilidades legalmente conferidas ao Diretor Técnico da Empreitada, este assegurará toda e qualquer função/competência que não seja cometida a outrem.

Durante todo o período da obra, a Entidade Executante garantirá a afixação no Estaleiro, em local bem visível, do organograma funcional em vigor.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 5**, cópias dos organogramas funcionais datados e aprovados para a realização da empreitada.

12.2 MEMÓRIA DESCRITIVA

12.2.1 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

O presente Plano de Segurança e Saúde referente a "Projeto da Lagoa Salgada" pretende responder ao exigido na legislação em vigor com o objetivo de:

- Realizar todos os trabalhos de forma a proporcionar a todos os trabalhadores da obra condições de segurança e saúde adequadas;
- Alcançar bons níveis de produtividade decorrentes de boas condições de trabalho;
- Minimizar os índices de sinistralidade laboral e os custos sociais e económicos resultantes de acidentes;
- Realizar todos os trabalhos com a qualidade especificada, num espaço adequadamente organizado e ambientalmente correto.

12.2.2 PRINCÍPIOS DE ATUAÇÃO

O alcance dos objetivos mencionados anteriormente deve basear-se num conjunto de princípios de atuação que deverão ser assumidos pela Direção Técnica da Empreitada e perante o Dono da Obra, nomeadamente:

- Reconhecer a segurança no trabalho como parte influente do desempenho;
- Cumprir toda a legislação e regulamentação do âmbito da segurança e saúde no trabalho;

- Evitar os riscos e avaliar e combater na origem os riscos que possam ser evitados;
- Planear para todas as atividades com riscos associados, as medidas de prevenção e proteção necessárias;
- Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
- Adaptar o trabalho ao homem, especialmente no que se refere à conceção dos postos de trabalho, bem como à escolha dos equipamentos de trabalho e dos processos construtivos e métodos de trabalho utilizados na produção;
- Dar prioridade às medidas de proteção coletiva em relação às de proteção individual;
- Registar o planeamento das ações e a sua realização por forma a evidenciar a sua preparação e execução;
- Reconhecer os direitos e deveres dos trabalhadores, os quais deverão ser envolvidos na implementação das medidas preventivas planeadas;
- Incentivar os trabalhadores a zelarem pela sua própria segurança e pela dos colegas que possam ser afetados pelas suas ações;
- Encorajar os trabalhadores a identificarem e comunicarem todas as situações de perigo que detetem, mesmo que estas não interfiram diretamente com a sua segurança;
- Promover as ações necessárias para dar instruções adequadas aos trabalhadores, para que seja compreendido por todos as ações a implementar para assegurar a segurança no trabalho;
- Alocar todos os recursos humanos e materiais necessários à implementação das ações planeadas para garantir a segurança no trabalho, tendo em conta o estado de evolução da técnica.

12.2.3 Comunicação Prévia e Declaração Relativa a Trabalhadores Imigrantes

De acordo com o número 1 do artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de outubro, o Dono da Obra deve comunicar à Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT) a abertura do Estaleiro, sempre que se verifiquem as condições definidas no referido artigo.

Assim, esta Comunicação Prévia é feita tendo em conta o número 2 do artigo 15.º do referido Decreto-Lei e é acompanhada das declarações referidas no número 3 do artigo 15.º do mesmo Decreto.

A Entidade Executante fornecerá ao Dono de Obra, antes da data de início dos trabalhos e da montagem do Estaleiro, a informação referida nos pontos 2, 7, 10 a 17 do modelo S07 apresentado no **Apêndice 1** deste documento, de forma a possibilitar ao Dono da Obra efetuar a Comunicação Prévia antes da abertura do Estaleiro. No mesmo prazo deverá também apresentar a declaração relativa a eventuais trabalhadores imigrantes utilizando o modelo S06 incluído no **Apêndice 1** deste documento.

Sempre que posteriormente houver qualquer alteração dos elementos constantes da Comunicação Prévia de abertura do Estaleiro, a Entidade Executante informará, por escrito, o Dono de Obra, sobre as alterações ocorridas.

É competência do Dono da Obra fornecer cópia à Entidade Executante da Comunicação Prévia.

Durante todo o período da obra, a Entidade Executante garantirá a afixação na vitrina referida no ponto relativo ao projeto do Estaleiro (situada em local bem visível) da cópia da última Comunicação Prévia enviada à ACT.

12.2.4 Regulamentação Aplicável

Na empreitada de "Projeto da Lagoa Salgada" aplica-se toda a regulamentação de segurança e de saúde que se encontre em vigor, entre as quais se destaca a seguinte:

- Decreto-lei nº 41820 de 11 de agosto de 1958 (Estabelece a fiscalização e infrações às normas de segurança para proteção do trabalho nas obras de construção civil).
- Decreto-lei nº 41821 de 11 de agosto de 1958 (Aprova o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil - RSTCC).
- Decreto-lei nº 46427 de 10 de julho de 1965 (Aprova o Regulamento das Instalações Provisórias do pessoal Empregado nas Obras - RIPPEO).
- Decreto-lei 409/71 de 27 de setembro (Estabelece o novo regime jurídico da duração do trabalho - Revoga o Decreto n.º 22500 e o Decreto-Lei n.º 24402).
- Decreto-Lei n.º 421/83 de 2 de dezembro (Revê o regime jurídico da duração do trabalho na sua disciplina específica do trabalho extraordinário).
- Decreto-lei 65/87 de 6 de fevereiro (Elimina a obrigatoriedade de aprovação prévia pela administração do trabalho dos mapas de horário de trabalho).
- Decreto-lei nº 128/93 de 22 de abril (Estabelece as exigências técnicas de segurança a observar pelos equipamentos de proteção individual, de acordo com a diretiva nº 89/686/CEE de 21 de dezembro).

- Decreto-lei nº 330/93 de 25 de setembro (Transpõe para o direito interno a Diretiva nº 90/269/CEE de 29 de maio relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas).

- Decreto-lei nº 347/93 de 1 de outubro (Transpõe para o direito interno a Diretiva nº 89/654/CEE de 30 de novembro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para os locais de trabalho).

- Decreto-lei nº 348/93 de 1 de outubro (Transpõe para o direito interno a Diretiva nº 89/656/CEE de 30 de novembro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na utilização de equipamentos de proteção individual).

- Decreto-lei nº 362/93 de 15 de outubro (Regula a informação estatística sobre acidentes de trabalho e doenças profissionais).

- Portaria nº 987/93 de 6 de outubro (Estabelece as normas técnicas de execução do Decreto-lei nº 347/93 de 1 de outubro).

- Portaria nº 988/93 de 6 de outubro (Estabelece a descrição técnica do equipamento de proteção individual, de acordo com o art.º 7º do Decreto-lei nº 348/93 de 1 de outubro).

- Portaria nº 1131/93 de 4 de novembro (Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de proteção individual, de acordo com o art.º 2º do Decreto-lei nº 128/93 de 22 de abril).

- Decreto-lei nº 141/95 de 14 de junho (Transpõe para o direito interno a Diretiva nº 92/58/CEE de 24 de junho, relativa a prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho).

- Portaria nº 1456-A/95 de 11 de dezembro (Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho).

- Portaria nº 101/96 de 3 de abril (Regulamenta o Decreto-Lei n.º 155/95 de 1 de julho relativo às prescrições mínimas de segurança e saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis).

- Portaria nº 109/96 de 10 de abril (Altera os anexos I, II, IV e V da Portaria 1131/93 de 4 de novembro).

- Portaria nº 695/97 de 19 de Agosto (Altera os anexos I e V da Portaria n.º 1131/93, de 4 de Novembro [fixa os requisitos essenciais de segurança e saúde a que devem obedecer o fabrico e comercialização de equipamentos de proteção individual (EPI)]).

- Decreto-lei nº 374/98 de 24 de novembro (Altera os Decretos-Lei n.º 378/93 de 5/11, n.º 128/93 de 22/4, n.º 383/93 de 18/11, n.º 130/92 de 6/6, n.º 117/88 de 12/4 e n.º 113/93 de 10/4, relativos a EPI e marcação CE).

- Decreto-lei n.º 60/99 de 2 de março (Cria o Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário (IMOPPI) e extingue o Conselho de Mercados das Obras Públicas e Particulares (CMOPP) - Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território)

- Decreto-lei nº 159/99 de 11 de maio (Regulamenta o seguro de acidentes de trabalho para os trabalhadores independentes).

- Decreto-Lei n.º 109/2000 de 30 de junho (Altera o Decreto-Lei n.º 26/94, de 1 de fevereiro, alterado pelas Leis n^{os} 7/95, de 29 de março, e 118/99, de 11 de agosto, que contém o regime de organização e funcionamento das atividades de segurança, higiene e saúde no trabalho).

- Portaria n.º 390/2002 de 11 de abril (Aprova o regulamento relativo às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de consumo, disponibilização e venda de bebidas alcoólicas nos locais de trabalho da administração pública central e local).

- Decreto regulamentar nº 41/2002 de 20 de agosto (Altera o Regulamento de Sinalização do Trânsito, aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de outubro).

- Decreto-lei nº 273/2003 de 29 de outubro (Procede à revisão regulamentar das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis, constante do Decreto-Lei nº 155/95 de 1 de julho, continuando naturalmente a assegurar a transposição para o direito interno a Diretiva nº 92/57/CEE de 24 de junho, relativa a prescrições mínimas de segurança e saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis).

- Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de fevereiro (Revoga o DL n.º 82/89, de 16 de março).

- Decreto-Lei 87/2005 de 23 de maio (altera o Decreto-Lei n.º 139/2002 de 17 de maio).

- Decreto-Lei 101/2005 de 23 de junho (transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 1999/77/CE, da Comissão, de 26 de julho, relativa à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas).

- Decreto-Lei 226/2005 de 28 de dezembro (o estabelecimento e a exploração das instalações elétricas de utilização de energia elétrica de baixa tensão, bem como as instalações coletivas de edifícios e entradas, obedecem a regras técnicas específicas).

- Decreto-Lei 46/2006 de 24 de fevereiro (transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2002/44/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa às prescrições mínimas de proteção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações).

- Decreto-Lei 182/2006 de 6 de setembro (transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)).

- Código Civil, Art.os 1154 a 1184 e 1207 a 1270 (referentes a contratação pública e privada).

- Código Penal, Art.os 13 a 15 e 227 a 281 (referentes às responsabilidades criminais dos intervenientes na construção).

- Decreto-lei nº 9/2007 de 17 de janeiro (Aprova o Regulamento Geral do Ruído (RGR)).

- Lei nº 23/2007 de 04 de julho (Aprova o regime jurídico de entrada, permanência, saída e afastamento de estrangeiros do território nacional).

- Decreto-Lei n.º 305/2007 de 24 de Agosto (Altera a tabela referentes a agentes químicos e valores limites de exposição do Decreto-Lei 290/2001 de 16 de novembro).

- Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março (Estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições, abreviadamente designados resíduos de construção e demolição (RCD)).

- Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de junho (Estabelece as regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respetivos acessórios, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de maio).

- Lei 7/2009 de 12 fevereiro (Aprova a revisão do Código do Trabalho).

- Lei 98/2009, de 4 de setembro (Regulamenta o regime de reparação de acidentes de trabalho e de doenças profissionais).

- Lei 102/2009 de 10 setembro (Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho), revoga o Decreto-Lei n.º 441/91 de 14 novembro, o Decreto-lei n.º 26/94 de 01 fevereiro e o Decreto-lei n.º 29/2002 de 14 fevereiro e a Portaria n.º 1179/95 de 26 de setembro).

- Lei 23/2012 de 25 junho (Procede à terceira alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro).

- Lei 3/2014 de 28 janeiro (altera a Lei nº102/2009 relativamente ao Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho).

- Portaria 178/2015 de 15 Junho (Primeira alteração à Portaria n.º 1456-A/95, de 11 de dezembro, que regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho).

- Decreto-Lei n.º 376/84 (de 30 de novembro) - Estabelece o regulamento sobre o licenciamento de estabelecimentos de fabrico e armazém de produtos explosivos

- Art.º 85 ao Art.º 105 do Decreto-Lei n.º 162/90 (de 22 de maio) - Estabelece as condições de armazenamento de explosivos

12.2.5 HORÁRIO DE TRABALHO

Nos termos da legislação em vigor a Entidade Executante deverá colocar no estaleiro, durante todo o período de execução da obra, em local bem visível, o horário de trabalho em vigor, de acordo com a Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro.

De acordo com a Lei n.º 23/2012, de 25 de junho, deixa de ser obrigatório o envio do horário de trabalho à ACT para o período normal de laboração. De acordo com o n.º 1, do art.º 16º, da Lei n.º 105/2009 de 14 de setembro, o período normal de laboração é das 7h-20h. Caso se trabalhe fora deste horário deve ser feito um pedido de alargamento de horário à ACT em requerimento próprio.

A realização de trabalhos fora dos períodos previstos no horário em vigor terá que ser sempre submetida a autorização prévia do Dono de Obra.

Quando o Dono de Obra entender, e se justificar, poderá não autorizar a realização de trabalhos fora do horário previsto ou determinar a suspensão do trabalho fora do horário normal.

No estabelecimento do Horário de Trabalho deverá a Entidade Executante ter em conta o período do ano em que os trabalhos decorrem, não devendo em caso algum ser permitido o trabalho em locais com um nível de iluminação insuficiente. A Entidade Executante tomará todas as medidas necessárias para impedir a laboração fora do referido Horário de Trabalho e/ou sem as condições acima referidas.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 6** cópia de todos os Horários de Trabalho utilizados na empreitada, notando sobre os mesmos os períodos de validade, e os pedidos de realização de trabalho extraordinário e respetivas autorizações devidamente assinadas pelo Dono de Obra.

12.2.6 SUBEMPREITEIROS E SUCESSIVA CADEIA DE SUBCONTRATAÇÃO

Atendendo à Lei nº 102/2009, de 10 de setembro, alterada pela Lei nº 3/2014, de 28 de janeiro, bem como ao Art.º 21º do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro, o controlo de todos os subempreiteiros e sucessiva cadeia de subcontratação compete à Entidade Executante, devendo para tal registar e manter permanentemente atualizado esse controlo utilizando para o efeito o **modelo S09** incluído no **Apêndice 1** deste documento, arquivando esses registos no **Apêndice 7**.

12.2.7 SEGUROS DE ACIDENTES DE TRABALHO

Antes de se iniciar os trabalhos e atendendo à legislação aplicável, a Entidade Executante tem de comprovar a existência, a adequabilidade e a validade dos seguros exigidos contratualmente.

É responsabilidade da Entidade Executante verificar e garantir que todos os trabalhadores da obra, incluindo os dos subempreiteiros, tarefeiros e trabalhadores independentes, estão cobertos por seguro de acidentes de trabalho, para o ramo de atividade "Obras Públicas e/ou Trabalhos de Engenharia Civil".

A Entidade Executante procederá ao controlo e registo das apólices de seguros de acidentes de trabalho pela utilização do modelo S10.

O registo dos seguros de acidentes de trabalho tem de ser verificado e atualizado periodicamente (pelo menos, mensalmente) pela Entidade Executante, por forma a garantir em contínuo que todos os trabalhadores da obra estão cobertos por seguro. Em caso algum é permitida a permanência no estaleiro de pessoas não cobertas por seguro de acidentes de trabalho.

A Entidade Executante arquivará no Apêndice 8 as folhas de Registo de Apólices de Seguros de Acidentes de Trabalho, as cópias das apólices e comprovativos de pagamento ou validade, e caso se trate de apólice sem nomes, também cópia das folhas de vencimento entregues à segurança social onde constam os nomes dos trabalhadores ao serviço nesta empreitada.

12.3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPREITADA

Na presente secção do PSS inclui-se uma caracterização genérica dos trabalhos da empreitada, identificam-se condicionantes, riscos especiais e registam-se algumas notas sobre a realização da empreitada.

Os elementos aqui incluídos devem ser considerados pelos intervenientes nos processos de preparação, planeamento e execução da empreitada, que deverão avaliar e implementar as medidas de prevenção consideradas necessárias e adequadas.

12.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EMPREITADA

A presente empreitada diz respeito à empreitada de "Projeto da Lagoa Salgada", para execução e exploração de uma mina.

A empreitada a executar, fica localizada a cerca de 60 km a sudeste de Setúbal, centro da administração regional, a 12 km do concelho de Grândola e a cerca de 3km a norte da aldeia de Cilha do Pascoal.

Pretende-se, nesta fase, proceder à execução das seguintes atividades incluindo todos os trabalhos acessórios:

- Montagem, utilização e desmontagem de estaleiro
- Montagem, utilização e desmontagem de grua torre
- Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel
- Montagem, utilização e desmontagem de andaimes
- Desmatações
- Movimentação de terras
- Pavimentação
- Execução de lancis
- Execução de estruturas de edifícios
- Instalação de estruturas modulares
- Instalações AVAC
- Instalações elétricas
- Instalações de telecomunicações
- Instalações de segurança
- Instalação de iluminação exterior
- Instalação de redes hidráulicas
- Instalação fotovoltaica
- Execução da entrada da mina
- Limpeza geral da obra
- Exploração mineira
- Transporte de minério para a superfície
- Lavaria
- Britagem
- Central da Pasta
- Central de Betão

- Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios

Sem prejuízo de outros que a Entidade Executante deverá verificar, identificam-se desde já como maiores condicionalismos existentes no local e no meio envolvente que, direta ou indiretamente, podem prejudicar ou condicionar os trabalhos no Estaleiro, os seguintes:

Tabela 12.1 – Maiores condicionalismos existentes no local/meio envolvente

Condicionalismos	Riscos Potenciais	Medidas de Prevenção
Local de implantação do estaleiro	- Queda de materiais - Cortes / choques / embates / esmagamentos - Queda ao mesmo nível - Queda a diferente nível	- Delimitação física da zona de implantação do estaleiro - Sinalização adequada de "proibição de acesso de pessoas estranhas à obra"
Condições geológicas e geotécnicas	- Soterramento - Esmagamento - Quedas em altura	- Analisar as características dos terrenos durante todos os trabalhos de escavação e de furação. - Confirmar a geometria os taludes de escavação a partir da análise dos terrenos no *box cut* de acesso à Mina (efetuado por técnico com experiência, durante os trabalhos de escavação e furação).
Interferência com vias rodoviárias	Conflitos de trânsito rodoviário Intrusão na zona de trabalhos Colisão Atropelamento Deterioração de pavimentos	- Identificar pontos de conflito com trânsito rodoviário - Sinalização rodoviária temporária alertando para a entrada e saída de equipamentos - Sinalização rodoviária temporária alertando para os condicionalismos de tráfego ou desvios provisórios (quando aplicável) - Criação de trajetos alternativos se justificável - Divulgação à população afetada dos perigos existentes, quando justificável - Criação de dispositivo de proteção contra queda de objetos sempre que decorrerem trabalhos sobre a estrada. (redes, estrutura temporária coberta...) - Não sobrevoar vias abertas ao público com cargas. Quando necessário, proceder a condicionamento de trânsito rodoviário e pedonal - Instalação de vedação ou balizagem nas bermas da estrada, nos troços atravessados pela faixa de intervenção ou confinante a qualquer área de estaleiro. - Os trabalhadores que se encontrem na proximidade de faixas de circulação devem utilizar coletes de alta visibilidade

Condicionalismos	Riscos Potenciais	Medidas de Prevenção
Condições climatéricas adversas	Desconforto térmico por frio ou calor Insolações	- Suspensão dos trabalhos em caso de chuva e/ou ventos fortes, trovoadas e em situações de fraca visibilidade (no caso de trabalhos a realizar no exterior) - Utilização de vestuário adequado - Promover o consumo de bebidas quentes, no caso do inverno (café, chá) - Promover o consumo de água (hidratação) - - Evitar mudanças bruscas de temperatura
Trabalhos em simultâneo	- Quedas ao mesmo nível - Quedas a nível diferente - Atropelamento - Colisão - Queda de materiais - Ruído - Poeiras	- Coordenar trabalhos, desfasando os que sejam incompatíveis - Sinalização e delimitação de trabalhos - Manter a área limpa e arrumada - Minimizar a produção de poeiras - Utilização de EPI's adequados aos trabalhos
Trabalhos noturnos	- Queda em altura - Queda ao mesmo nível - Queda a diferente nível - Cortes - Choques	- Sinalização fotoluminescente de segurança - Utilização de vestuário refletor - Garantir iluminação adequada para a execução dos trabalhos - Garantir caminhos delimitados e devidamente sinalizados - Garantir a criação de um perímetro de segurança na zona de trabalhos - Formação e informação dos trabalhadores envolvidos

Na preparação e planeamento dos trabalhos, a Entidade Executante deverá ter em consideração os condicionalismos identificados, assim como outros que venha a detetar na fase de execução, e planear e implementar todas as medidas necessárias à prevenção de acidentes face aos riscos especiais associados, nomeadamente pelo desenvolvimento dos Procedimentos Específicos de Segurança (PES).

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 9**, todos os registos relativos à identificação dos condicionalismos existentes no local, incluindo as ações planeadas e executadas.

12.3.2 LISTA DE TRABALHOS COM RISCOS ESPECIAIS

A empreitada de "Projeto da Lagoa Salgada" inclui trabalhos com riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores, particularmente o previsto nas alíneas a), i) e j) do artigo 7º, do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro.

Conforme previsto no n.º 2 do artigo 6.º desse Decreto-Lei, sem prejuízo de outros que a Entidade Executante, venha a identificar, apresenta-se na tabela seguinte uma lista não exaustiva de trabalhos que envolvem riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Tabela 12.2 – Lista não exaustiva de Trabalhos com Riscos Especiais.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de estaleiro	Queda ao mesmo e a diferente nível			X	- Organizar e arrumar as frentes de trabalho - Definir acessos e mantê-los permanentemente desobstruídos e limpos - Garantir iluminação adequada dos acessos e frentes de trabalho - Sinalizar e delimitar desníveis - Criar um perímetro de segurança nas aberturas no solo - Utilizar andaimes ou plataformas móveis certificadas e estabilizadas. Evitar escadas de mão - Utilizar os EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação
	Queda de materiais Esmagamento		X		- Manusear corretamente as ferramentas de trabalho - Transportar as ferramentas em cinto para evitar a sua queda - Auxiliar a movimentação de materiais por meios mecânicos sempre que o seu peso e ou dimensão dificulte o seu manuseamento / movimento seguro - Criar proteções sobre os acessos e zonas sociais - Utilizar os EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação
	Eletrização Eletrocussão		X		- Implementação de rede de energia de estaleiro de acordo com as necessidades e com as devidas proteções - Garantir que as extensões e ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (ex.: cabos descarnados) - Contentores com ligação de terra - Formação e ou informação
	Atropelamento por equipamentos		X		- Equipamentos com sinalização luminosa e sonora - Organizar e separar as vias de circulação - Utilizar os EPIs adequados (colete retrorrefletor) - Formação e ou informação
Montagem, utilização e desmontagem de estaleiro	Cortes Pancadas		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho - Verificar / analisar as condições dos equipamentos de trabalho (proteções de segurança) e ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições - Enviar para reparação / substituição os equipamentos / ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos - Utilizar os EPIs adequados (luvas de proteção mecânica, óculos de proteção) - Formação e ou informação
	Lesões músculo-esqueléticas	X			- Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais) - Adotar posturas de trabalho corretas - Executar pausas periódicas - Formação e/ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Queda em altura			X	- Os manobradores devem ter formação adequada e devidamente registada e ser sujeitos a exames médicos específicos e adequados, na admissão e anualmente; - Durante a montagem, os trabalhadores devem usar arnês anti-queda e calçado antiderrapante; - Todas as saídas da cabina devem dar acesso a patamares devidamente protegidos com guarda-corpos. Todos os locais e instalações devem ser dotados de acessos seguros e com pavimento antiderrapante; - Nas escadas verticais, a partir de 2,50 m, deve, obrigatoriamente, ser instalados aros de segurança com um afastamento máximo de 90 cm e, pelo menos, três barras longitudinais, ficando uma delas no centro dos arcos. Devem ser construídos patamares de descanso de 6 em 6 m, excluindo o primeiro troço que poderá ter 10 m (esta regra é indispensável quando a escada se situe no interior de uma estrutura que possa ser válida como guarda-costas e que o afastamento entre ambas não exceda 80 cm);
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Queda em altura (continuação)			X	- A lança da grua deve possuir em toda a sua extensão um passadiço dotado de guarda-corpos ou uma linha de vida, para efetuar as reparações e manutenções necessárias (esta regra é dispensável caso a grua permita executar a manutenção e reparações a partir do solo); - Deve ser rigorosamente proibida a elevação ou movimentação de pessoal; - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Queda de objetos/ Esmagamento		X		- Os manobradores devem ter formação adequada e devidamente registada e ser sujeitos a exames médicos específicos e adequados, na admissão e anualmente; - O manobrador deve verificar diariamente o bom estado de funcionamento dos meios de elevação quanto a deformações ou fios partidos, freios e a patilha de segurança dos ganchos, bem como os comandos dos diversos movimentos; - A movimentação segura das cargas exige o conhecimento prévio do seu peso (caso não seja conhecido, pode ser estimado calculando o volume e multiplicando-o pelo peso específico do material a movimentar, por exemplo: madeira 0,8, pedra e betão 2,5 e aço ou ferro 8). Ao peso da carga deve adicionar o peso dos elementos auxiliares (estropos, correntes...); - Todas as operações de elevação devem ser realizadas de acordo com o diagrama de cargas do equipamento; - A cabina deve permitir ao manobrador uma visão ampla de todas as áreas de trabalho. Não deve ser permitida afixação de autocolantes, cartazes ou outros elementos que possam reduzir a visibilidade; - O manobrador não deve perder o contato visual com a carga que está a movimentar, se tal não for possível, deverá ser nomeado um auxiliar de manobras, que conheça bem a sinalização gestual. O manobrador apenas deve seguir as indicações do auxiliar de manobras, exceto nas ordens de paragem de emergências; - O aviso sonoro (buzina) deve ser mantido em bom estado de funcionamento; - O manobrador deve dispor de equipamento rádio; - O manobrador não deve abandonar a cabina deixando carga suspensa;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Queda de objetos/ Esmagamento (continuação)		X		- O trabalho deve ser organizado de forma a evitar que as cargas suspensas passem por cima das instalações de apoio ou de outros locais com elevada concentração de trabalhadores; - Quando necessário, devem ser delimitados e sinalizados os percursos das cargas suspensas; - Deve ser rigorosa a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço. Devem ser usadas roldanas e moitões apropriados para cada cabo; - Os cabos de aço devem ser fixados por meio de dispositivos que impeçam o seu deslizamento e/ou desgaste; - Os cabos de aço devem ser inspecionados diariamente e imediatamente substituídos (e inutilizados) sempre que apresentem sinais de desgaste, deformação, vincos ou 10% dos fios partidos; - Cada porção de corrente, cabo, correia de elevação, manilhas ou estropos que não façam parte de um conjunto deve ostentar uma marca, ou, quando tal não for possível, uma placa ou anel inamovível com referências sobre o fabricante ou o fornecedor estabelecido na Comunidade Europeia e com identificação do respetivo certificado. O certificado indica a carga máxima suportada pelo elemento; - Cada acessório deve ostentar as seguintes marcas: identificação do fabricante (ou fornecedor instalado na CE), indicação da caga máxima de utilização e marcação «CE»; - O manobrador deve avaliar previamente as condicionantes do local, evitando que as cargas suspensas sobrevoem a área do estaleiro social ou outras áreas de trabalho com maior frequência de trabalhadores; - Formação e/ou informação.
	Colapso da grua		X		- Os manobradores devem ter formação adequada e devidamente registada e ser sujeitos a exames médicos específicos e adequados, na admissão e anualmente; - Devem ser obtidas as informações relativas ao terreno que permitam calcular com rigor as sapatas, tendo em conta as solicitações do conjunto composto pela base, grua e carga máxima permitida; - O manobrador não deve perder o contato visual com a carga que está a movimentar, se tal não for possível, deverá ser nomeado um auxiliar de manobras, que conheça bem a sinalização gestual. O manobrador apenas deve seguir as indicações do auxiliar de manobras, exceto nas ordens de paragem de emergências;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Colapso da grua (continuação)		X		- A grua só deverá ser utilizada após a empresa instaladora realizar um ensaio de carga e passar o respetivo certificado de conformidade, esse ensaio deve ser periodicamente repetido; - Antes de abandonar a cabina, o manobrador deve destravar a lança; - Deve-se garantir que todas as especificações de montagem estão cumpridas e bem executadas. É obrigatória a afixação de uma placa com a indicação da carga máxima, legível a partir do solo, bem como de placas indicativas de carga máxima ao longo da lança, de 10 em 10 metros e legíveis a partir do solo e da cabina. Deve também ser afixada uma placa com identificação do fabricante, ano de fabrico e n.º de série; - Devem ser efetuadas verificações, no mínimo semanalmente, e devidamente registadas; - A grua deve estar equipada com limitadores de carga e fins de curso superiores e inferiores; - Se existe a possibilidade da manobra da grua interferir com a manobra de outras gruas adjacentes, devem ser montados limitadores mecânicos de posição; - O trabalho deve ser suspenso sempre que o vento sopre com velocidade superior a 40 km/h (ou ao limite fixado pelo fabricante), chova com intensidade ou o nevoeiro não permita ao manobrador seguir visualmente o trajeto da carga; - Formação e/ou informação.
	Incêndio	X			- Os trapos e desperdícios sujos de óleo e materiais combustíveis não devem ser guardados na cabina. Deve ser colocado, na cabina, um extintor de pó químico polivalente de 2 Kg de capacidade; - Formação e/ou informação.
	Eletrização / Eletrocussão		X		- Se existirem linhas elétricas aéreas nas proximidades, o manobrador deve avaliar previamente as condicionantes do local, especialmente o afastamento às linhas elétricas aéreas e nunca aproximar a lança a menos de 5 m das mesmas para tensões superiores a 60 Kv e 3 m para tensões menores ou iguais a 60 Kv. Se tal não for possível, deve ser solicitado à concessionária o isolamento ou o desvio da linha; - As massas da grua devem estar ligadas diretamente à terra (com elétrodo separado da rede do estaleiro) com um valor mínimo de 20 ohm. A alimentação elétrica deve estar protegida com disjuntor diferencial de 300 mA;
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Eletrização / Eletrocussão (continuação)				- Verificação do bom estado dos cabos e equipamentos elétricos antes do início dos trabalhos; - Cumprimento das regras de segurança no que respeita a trabalhos com eletricidade – geradores, cabos e fichas a utilizar; - Utilização dos EPI adequados (luvas dielétricas, etc.) - - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas e perfurações			X	- Verificação das condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança); - Utilização dos EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, botas de segurança e capacete de proteção); - Eliminar elementos que possam induzir ao risco de corte e pancada (ex: pontas de ferro soltas, madeira espalhadas, ferramentas dispersas, etc.); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo (o trabalhador deve efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); - Utilização dos EPI adequados (protetores auditivos); - - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de grua torre	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel	Queda de objetos/ Esmagamento			X	- Os manobradores devem ter formação adequada e ser sujeitos a exames médicos específicos e adequados, na admissão e anualmente; - O trabalho deve ser organizado de forma a evitar que as cargas suspensas passem por cima das instalações de apoio ou de outros locais com elevada concentração de trabalhadores; - Antes de iniciar o trabalho, deve verificar o correto funcionamento de todos os órgãos de segurança, nomeadamente: travões, sistema hidráulico, faróis, aviso sonoro de marcha-atrás e rotativo amarelo;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel	Queda de objetos/ Esmagamento (continuação)			X X	- O manobrador deve verificar diariamente o bom estado de funcionamento dos meios de elevação quanto a deformações ou fios partidos e a patilha de segurança dos ganchos; - Deve ser proibida a colagem de autocolantes que retirem visibilidade ao manobrador; - O manobrador deve garantir a não aproximação de pessoas ao raio de ação da máquina, utilizando a buzina como sinal de alerta; - Todas as operações de elevação devem ser realizadas de acordo com o diagrama de cargas do equipamento; - A movimentação segura das cargas exige o conhecimento prévio do seu peso (caso não seja conhecido, pode ser estimado calculando o volume e multiplicando-o pelo peso específico do material a movimentar, por exemplo: madeira 0,8, pedra e betão 2,5 e aço ou ferro 8). Ao peso da carga deve adicionar o peso dos elementos auxiliares (estropos, correntes...); - O manobrador não deve perder o contato visual com a carga que está a içar; - - Quando necessário, devem ser delimitados e sinalizados os percursos das cargas suspensas; - As cargas devem ser bem estivadas de modo a manterem um equilíbrio estável. O ângulo que os estropos formam entre si deve ser inferior a 90º. Em caso algum esse ângulo deve ultrapassar os 120º; - Os cabos de aço devem ser inspecionados diariamente e imediatamente substituídos (e inutilizados) sempre que apresentem sinais de desgaste ou 10% dos fios partidos; - Cada acessório deve ostentar as seguintes marcas: identificação do fabricante (ou fornecedor instalados na CE), indicação da carga máxima de utilização e marcação CE; - A grua não deve circular com carga suspensa, se tal for absolutamente necessário, o manobrador deve reconhecer previamente o circuito, verificando se a consistência do terreno é adequada, desníveis, proximidade de linhas elétricas aéreas ou outros obstáculos. Deve circular com a carga mais baixa possível e atento aos balanços da carga. No caso da carga tomar balanço descontrolado, deve suspender a circulação até estabilizar a carga; - Deve ser rigorosamente proibida a elevação ou movimentação de pessoal (exceto em barquinhas/ bailéus devidamente certificados); - - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel	Queda de pessoas a diferente nível		X		- O manobrador deve manter a cabina e os acessos limpos de lama, óleos, massa lubrificante ou outros materiais que possam tornar o piso escorregadio; - O manobrador deve subir e descer de frente para a máquina e utilizando os degraus. Nunca deve descer saltando para o solo; - - Formação e/ou informação.
	Colapso da grua		X		- O manobrador deve certificar-se que o terreno tem consistência para aguentar a pressão dos estabilizadores durante as manobras. As manobras devem ser imediatamente suspensas se algum dos apoios se começar a afundar; - A estabilização e nivelamento da máquina deve ser efetuada evitando as irregularidades do terreno, se necessário as irregularidades devem ser niveladas antes de se iniciar o posicionamento da máquina e mantendo a horizontalidade da máquina, os macacos devem ser descidos até que os pneus fiquem sem contato com o solo; - Não deve estacionar em rampas ou a menos de 1 m dos bordos de valas ou taludes. Antes de abandonar o veículo deve assegurar-se da sua perfeita imobilização; - Os deslocamentos junto a valas ou taludes devem ser efetuados a uma distância mínima de dois metros do bordo; - Formação e/ou informação.
	Atropelamento		X		- Os manobradores devem ter formação adequada e ser sujeitos a exames médicos específicos e adequados, na admissão e anualmente; - Antes de iniciar o trabalho, deve verificar o correto funcionamento de todos os órgãos de segurança, nomeadamente: travões, sistema hidráulico, faróis, aviso sonoro de marcha-atrás e rotativo amarelo; - Deve ser proibida a colagem de autocolantes que retirem visibilidade ao manobrador; - A circulação da máquina deve ser efetuada com prudência, sem exceder a velocidade máxima permitida e com a cabina virada no sentido do deslocamento; - Deve abrandar consideravelmente a marcha em zonas de má visibilidade (esquinas de edifícios ou entradas, por exemplo); - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel	Incêndio	X			- Os trapos e desperdícios sujos de óleo e materiais combustíveis não devem ser guardados na cabina. Deve ser colocado, na cabina, um extintor de pó químico polivalente de 2 Kg de capacidade; - Formação e/ou informação.
	Eletrização / Eletrocussão		X		- O manobrador deve avaliar previamente as condicionantes do local, especialmente a altura de linhas elétricas aéreas e, caso existam, nunca aproximar a lança a menos de 5 m das mesmas para tensões superiores a 60 Kv e 3 m para tensões menores ou iguais a 60 Kv. Se tal não for possível, deve ser solicitado à concessionária o isolamento ou o desvio da linha; - Verificação do bom estado dos cabos e equipamentos elétricos antes do início dos trabalhos; - Cumprimento das regras de segurança no que respeita a trabalhos com eletricidade – geradores, cabos e fichas a utilizar; - Utilização dos EPI adequados (luvas dielétricas, etc.) - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Cortes, pancadas e perfurações			X	- Verificação das condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança); - Utilização dos EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, botas de segurança e capacete de proteção); - Eliminar elementos que possam induzir ao risco de corte e pancada (ex.: pontas de ferro soltas, madeira espalhadas, ferramentas dispersas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo (o trabalhador deve efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); - Utilização dos EPI adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de grua móvel	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas	X			- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Montagem, utilização e desmontagem de andaime	Queda ao mesmo nível ou em desnível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho - Tamponamento de abertura de negativos e sinalização de desníveis - Manter os alçapões fechados - Garantir a organização do local de trabalho, não deixar materiais, equipamentos ferramentas e resíduos a obstruir a circulação - Utilização dos EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda em altura			X	- As partes do andaime em montagem, devem ser assinaladas por meio de sinalização de segurança, nos termos da legislação aplicável e convenientemente delimitadas de modo a impedir o acesso à zona perigosa - Utilização de arnês de segurança com ligação a linha de vida para garantir a segurança dos trabalhadores (quando aplicável) - O acesso às plataformas superiores será feito por meio de escadas interiores e fixadas ao andaime (alçapão), nunca subir ou descer do andaime pelo lado exterior ou pelas cruzetas - Colocação de guarda-corpos no andaime, nomeadamente, elemento horizontal superior a 1,00 metros acima da plataforma de trabalho, barra intermédia a 0,45 metros acima da mesma plataforma e rodapé com 0,15 metros de altura - A estrutura do andaime e a estrutura do edifício não deve estar afastada mais do que 30 cm. Em situação que se verifique um distanciamento superior a 30 cm, deve ser instalado guarda-corpos interiores - Poderá existir a necessidade de utilização de arnês de segurança com ligação a linha de vida para garantir a segurança dos trabalhadores - Utilização de EPIs adequados (botas de segurança, capacete de segurança, arnês ligado a linha de vida) - Formação e/ou informação
Montagem, utilização e desmontagem de andaime	Colapso da estrutura de andaime			X	- Garantir que a montagem, desmontagem ou reconversão do andaime é efetuada por pessoa competente e com formação específica adequada - Andaimes com mais 25 m de altura ou suspensos devem ter projeto elaborado por pessoa competente - O andaime deve ser instalado sobre solos e suportes sólidos, nunca deve ser suportado por tijolos, caixas, entre outros - Os trabalhadores que executam a montagem e desmontagem do andaime devem ter acesso ao manual do mesmo (plano de montagem e desmontagem do andaime) - Os elementos de apoio do andaime deverão ser colocados de forma a garantir a estabilidade do mesmo - Efetuar a inspeção do andaime após a sua montagem, por pessoa competente, de modo a verificar que estão reunidas as condições de segurança - Não iniciar o patamar superior sem que estejam terminados os níveis inferiores com todos os elementos de estabilidade ou os elementos de união devidamente apertados/justapostos - Não sobrecarregar excessivamente as estruturas, e distribuir o peso dos materiais na plataforma de trabalho - Substituir os elementos não conformes ou danificados - Não armazenar mais material do que o estritamente necessário para garantir a continuação dos trabalhos - Contraventar o andaime nos dois sentidos para garantia da estabilidade - Suspender os trabalhos com condições atmosféricas adversas, nomeadamente relâmpagos, chuva e vento forte, ou favoráveis à formação de gelo - Utilização de EPIs adequados (calçado e capacete de segurança) - Formação e ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda e/ou projeção de materiais			X	- Utilização dos meios mecânicos de elevação adequados (se aplicável) - Fixar bem os elementos do andaime durante a montagem ou desmontagem - Não permanecer debaixo dos andaimes - As passagens de serviço sob os andaimes deverão ser protegidas contra queda de materiais (plataformas / redes de proteção)
Montagem, utilização e desmontagem de andaime	Queda e/ou projeção de materiais (continuação)			X	- Correto manuseamento de objetos ou ferramentas de modo a evitar a sua queda - Colocação de guarda-cabeças no andaime, isto é, rodapé com no mínimo 0,15 m - Colocação de rede de proteção no andaime - Utilização dos EPIs adequados (botas de segurança, capacete de proteção) - Formação e ou informação
	Cortes Pancadas		X		- Quando as ferramentas elétricas de trabalho não se encontram em utilização, recolher os mesmos a fim de evitar o risco de corte - Verificação das condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) - Os dispositivos de segurança ou outros dispositivos não podem ser removidos das ferramentas ou equipamentos, exceto para reparações e devem ser repostos uma vez concluída a reparação. Nestas situações, o trabalhador deve garantir sempre, antes de iniciar o trabalho, que a ferramenta / equipamento se encontra desligado da fonte - Recolha das ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte - Utilização do EPI adequado (luvas de proteção mecânica) - Formação e ou informação
	Eletrização Eletrocussão		X		- Manter andaime afastado de linhas elétricas aéreas - Andaime com ligação de terra
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas	X			- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Desmatações	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Projeção de partículas			X	- Manter a distância de segurança aos trabalhadores que se encontram a realizar os trabalhos; - Criar um perímetro de segurança que delimite a área de trabalhos e evite a aproximação de outros trabalhadores; - Evitar trabalhos em simultâneo e na proximidade; - Utilizar os EPI adequados (óculos, capacete e botas de proteção); - Formação e/ou informação.
	Exposição a poeiras		X		- Utilizar os EPI adequados (máscaras de proteção); - Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.
Desmatações	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Movimentação de terras	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais			X	- Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Projeção de partículas			X	- Manter a distância de segurança aos trabalhadores que se encontram a realizar os trabalhos; - Criar um perímetro de segurança que delimite a área de trabalhos e evite a aproximação de outros trabalhadores; - Evitar trabalhos em simultâneo e na proximidade dos trabalhos; - Utilizar os EPI adequados (óculos, capacete e botas de proteção); - Formação e/ou informação.
	Exposição a poeiras		X		- Molhar regularmente os elementos a demolir/escavar para diminuir a produção de poeiras; - Garantir uma boa ventilação do local; - Utilizar os EPI adequados (máscaras de proteção); - Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
Movimentação de terras	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Soterramento			X	- Utilizar módulo de entivação, sempre que as valas não se apresentem estáveis, para evitar o desabamento de terras e o soterramento de trabalhadores que se encontrem nas valas, dimensionadas para cada caso; - Criação de caminhos de fuga para os trabalhadores nos locais onde se processam os trabalhos - Inspeção regular das valas e escavações - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança e capacete de proteção); - Formação e/ou informação.
	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); Formação e/ou informação.
Movimentação de terras	Vibrações	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar equipamentos dotados de redutores de vibrações; - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Capotamento		X		- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.
	Atropelamento			X	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Vibrações		**X**		- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações e a níveis elevados das mesmas (efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); - Utilizar, de preferência, máquinas que possuam redutores de vibrações; - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - - Formação e/ou informação.
Movimentação de terras	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas			X	- Adotar posturas de trabalho corretas; - Executar pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Pavimentação	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído			**X**	Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo (efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); Utilização dos EPI's adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.
	Eletrização / Eletrocussão	**X**			- Verificação do bom estado dos cabos e equipamentos elétricos antes do início dos trabalhos; - Cumprimento das regras de segurança em trabalhos com eletricidade – geradores, cabos e fichas a utilizar;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Pavimentação	Eletrização / Eletrocussão (continuação)	X			- Utilização dos EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Capotamento		X		- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - - Formação e/ou informação.
	Atropelamento		X		- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Choque entre veículos		X		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Quando as ferramentas elétricas de trabalho não se encontram em utilização, recolher os mesmos a fim de evitar o risco de corte; - Verificação das condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança); - Os dispositivos de segurança ou outros dispositivos não podem ser removidos das ferramentas ou equipamentos exceto para reparações e devem ser repostos uma vez concluída a reparação. Nestas situações, o trabalhador deve garantir sempre, antes de iniciar o trabalho, que a ferramenta / equipamento se encontra desligado da fonte; - Recolha das ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte Utilização do EPI adequado (luvas de proteção mecânica); - Formação e/ou informação.
Pavimentação	Exposição a poeiras	X			- Molhar regularmente os elementos a remover, evitando o levantamento de poeiras; - Manter a distância de segurança necessária para evitar a inalação de poeiras; - Diminuir os tempos de exposição sempre que possível, por rotatividade de atividade ou troca de trabalhador; - Utilização dos EPI's adequados (máscara de poeiras); - Formação e/ou informação.
	Projeção de partículas	X			- Criar um perímetro de segurança que delimite a área de trabalhos e evite a aproximação de outros trabalhadores; - Utilizar os EPI adequados (óculos, capacete e botas de proteção); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição a agentes químicos		X		- Presença da Ficha Dados de Segurança (FDS) em português dos produtos químicos presentes em obra; - Utilizar os EPI adequados (luvas de proteção, máscara de proteção e óculos de proteção); - Formação e/ou informação.
	Vibrações		X		- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações e a níveis elevados das mesmas (efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); - Utilizar, de preferência, máquinas que possuam redutores de vibrações; - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas	X			- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Execução de lancis	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
Execução de lancis	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Exposição a poeiras		X		- Garantir uma boa ventilação do local; - Utilizar os EPI adequados (máscaras de proteção); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído		X		- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - - Formação e/ou informação.
	Exposição a vibrações		X		- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar equipamentos dotados de redutores de vibrações; - - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho;
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
Execução de lancis	Capotamento			X	- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.
	Atropelamento			X	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Choque entre veículos		X		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais		X		Assegurar a utilização de calçado de proteção (botas com palmilha e biqueira de aço) e capacete por parte de todos os trabalhadores; Aconselha-se a utilização de uma bolsa de apoio para a colocação das ferramentas essenciais; Nas elevações mecânicas de cargas, cumprir com as normas de segurança; Nas zonas de previsível queda de materiais e/ou equipamentos, deverá ser criado uma área de proteção que impeça o acesso de pessoas.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Eletrização / Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.);

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Execução de lancis	Eletrização / Eletrocussão (continuação)	X			- Garantir que os elementos elétricos são montados por eletricista certificado; - Utilizar ferramentas isoladas; - Garantir que os manobradores de máquinas móveis possuem formação e conhecimentos na utilização das mesmas na proximidade de linhas elétricas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Execução de estruturas de edifícios	Queda em altura			X	- Planear previamente os trabalhos e os respetivos métodos de acesso e de execução; - Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Nunca trabalhar sozinho; **Escadas:** - Organizar e arrumar a frente de trabalhos; - Garantir que as escadas portáteis se prolongam 90 cm pelo menos, acima do local a aceder; - Não utilizar os últimos degraus da escada (superiores) para evitar a sua instabilidade; - Garantir que a escada fica bem apoiada e estável; - Subir e descer sempre de frente para a escada e com 3 pontos de apoio (2 pés e 1 mão, 2 mãos e 1 pé); - Não utilizar escadas portáteis como plataforma de trabalho; - Considerar a utilização de arnês de segurança ligado a linha de vida pelos trabalhadores, sempre que as escadas não garantam a segurança dos mesmos;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Execução de estruturas de edifícios	Queda em altura (continuação)			X	- Suspender os trabalhos em caso de condições climatéricas adversas, nomeadamente relâmpagos, chuva e vento forte, ou favoráveis à formação de gelo; - Utilizar os EPI adequados – capacete, colete refletor, calçado de segurança e arnês de segurança (se necessário); - Formação e/ou informação. **Andaime Móvel:** - Utilizar andaimes móveis certificados; - Montar corretamente os andaimes móveis; - Garantir que dispõem de pranchas com alçapão e escada, de guarda-corpos em todo o seu perímetro, bloqueadores das rodas e estabilizadores; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança, luvas de proteção e capacete de proteção); - Garantir que os andaimes móveis se encontram bem montados e travados; - Garantir que os andaimes móveis têm os guarda-corpos em todo o seu perímetro, e têm alçapão e escada; - Mover os andaimes móveis sem trabalhadores sobre os mesmos; - Manter as pranchas livres de materiais e ferramentas; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança, luvas de proteção e capacete de proteção); - Formação e/ou informação. **Coberturas:** - Confirmar que a cobertura/laje se encontra em condições de suportar o peso dos trabalhadores, sempre e antes que os mesmos necessitem circular sobre ela; - Utilizar pranchas ou estrados sempre que não se garanta a estabilidade dos elementos da cobertura/laje; - Circular sempre pelo interior das platibandas (quando existam); - Colocar guarda-corpos na periferia da cobertura/laje sempre que tal seja possível e não existam platibandas; - Utilizar arnês de segurança ligado a linha de vida, temporária ou permanente, sempre que a proteção coletiva não exista ou que a segurança dos trabalhadores não seja totalmente garantida; - Formação e/ou informação.
	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos;
Execução de estruturas de edifícios	Queda ao mesmo nível (continuação)		X		- Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais			X	- Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.
	Exposição a agentes químicos		**X**		- Presença da Ficha Dados de Segurança (FDS) em português dos produtos químicos presentes em obra; - Utilizar os EPI adequados (luvas de proteção, máscara de proteção e óculos de proteção); - Formação e/ou informação.
	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
Execução de estruturas de edifícios	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas	**X**			- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - - Formação e/ou informação.
Instalação de Estruturas modulares	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - - Formação e/ou informação.
	Queda de objetos			X	Proceder à avaliação da carga (centro de gravidade, peso, acessório de elevação, pontos de amarração) Respeitar capacidade de carga dos equipamentos e acessórios de elevação Verificar periodicamente estado do equipamento, cabos, correntes, cintas e ganchos Os ganchos dos equipamentos de elevação e os dos acessórios utilizados devem estar equipados com patilha de segurança Utilizar equipamentos e acessórios de elevação adequados com marcação CE Formação e ou informação
	Esmagamento		X		Não permanecer sob ou perto de cargas suspensas Condução das cargas com cabos guia Interdição de utilização com condições climatéricas adversas (ex. ventos fortes, nevoeiro) Nomear um responsável para orientação das operações Utilização do EPI adequado (colete de alta visibilidade) Formação e ou informação
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
Instalação de Estruturas modulares	Capotamento			**X**	- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Atropelamento			**X**	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Choque entre veículos		**X**		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais		X		Assegurar a utilização de calçado de proteção (botas com palmilha e biqueira de aço) e capacete por parte de todos os trabalhadores; Aconselha-se a utilização de uma bolsa de apoio para a colocação das ferramentas essenciais; Nas elevações mecânicas de cargas, cumprir com as normas de segurança; Nas zonas de previsível queda de materiais e/ou equipamentos, deverá ser criado uma área de proteção que impeça o acesso de pessoas.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Eletrização / Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Garantir que os elementos elétricos são montados por eletricista certificado;
Instalação de Estruturas modulares	Eletrização / Eletrocussão (continuação)	X			- Utilizar ferramentas isoladas; - Garantir que os manobradores de máquinas móveis possuem formação e conhecimentos na utilização das mesmas na proximidade de linhas elétricas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
AVAC Instalações Elétricas Instalações de telecomunicações Instalações de Segurança Instalação de iluminação exterior	Queda em altura			X	**No caso do uso de andaime móvel** - Garantir que os andaimes móveis se encontram bem montados e travados; - Garantir que os andaimes móveis têm os guarda-corpos em todo o seu perímetro, e têm alçapão e escada; - Mover os andaimes móveis sem trabalhadores sobre os mesmos; - Manter as pranchas livres de materiais e ferramentas; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança, luvas de proteção e capacete de proteção); **No caso do uso de escadas portáteis** - Garantir que as escadas portáteis se prolongam 90 cm pelo menos, acima do local a aceder; - Não utilizar os últimos degraus da escada (superiores) para evitar a sua instabilidade; - Garantir que a escada fica bem apoiada e estável; - Subir e descer sempre de frente para a escada e com 3 pontos de apoio (2 pés e 1 mão, 2 mãos e 1 pé);
AVAC Instalações Elétricas Instalações de telecomunicações Instalações de Segurança Instalação de iluminação exterior	Queda em altura			X	Não utilizar escadas portáteis como plataforma de trabalho; Considerar a utilização de arnês de segurança ligado a linha de vida pelos trabalhadores, sempre que as escadas não garantam a segurança dos mesmos; Utilizar os EPI adequados – capacete, colete refletor, calçado de segurança e arnês de segurança (se necessário); Formação e/ou informação.
	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais			X	- Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição a agentes químicos		**X**		- Presença da Ficha Dados de Segurança (FDS) em português dos produtos químicos presentes em obra; - Utilizar os EPI adequados (luvas de proteção, máscara de proteção e óculos de proteção); - Formação e/ou informação.
AVAC Instalações Elétricas Instalações de telecomunicações Instalações de Segurança Instalação de iluminação exterior	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliares sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas	**X**			- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Instalação de redes hidráulicas	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Exposição a poeiras		**X**		- Organizar as vias de circulação; - Vedar e sinalizar as zonas de trabalho para que os utilizadores da via rodoviária as identifiquem atempadamente; - Molhar regularmente os materiais a fim de evitar poeiras; - Utilizar os EPI adequados (mascara de proteção).
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Atropelamento			**X**	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
Instalação de redes hidráulicas	Choque entre veículos		**X**		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais		X		Assegurar a utilização de calçado de proteção (botas com palmilha e biqueira de aço) e capacete por parte de todos os trabalhadores; Aconselha-se a utilização de uma bolsa de apoio para a colocação das ferramentas essenciais; Nas elevações mecânicas de cargas, cumprir com as normas de segurança; Nas zonas de previsível queda de materiais e/ou equipamentos, deverá ser criado uma área de proteção que impeça o acesso de pessoas. Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Eletrização / Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Garantir que os elementos elétricos são montados por eletricista certificado; - Utilizar ferramentas isoladas; - Garantir que os manobradores de máquinas móveis possuem formação e conhecimentos na utilização das mesmas na proximidade de linhas elétricas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas;
Instalação de redes hidráulicas	Lesões musculares por movimentação manual de cargas (continuação)		**X**		- Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Instalação fotovoltaica	Queda em altura			X	- Planear previamente os trabalhos e os respetivos métodos de acesso e de execução; - Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Garantir que os trabalhadores têm formação específica de trabalhos em altura; Garantir que os trabalhos em altura são realizados em equipa de forma a socorrer em caso de emergência; - Nunca trabalhar sozinho; - Garantir que as escadas portáteis se prolongam 90 cm pelo menos, acima do local a aceder; - Subir e descer sempre de frente para a escada e com 3 pontos de apoio (2 pés e 1 mão, 2 mãos e 1 pé); - Ter o kit de emergência e resgate para uso imediato, caso se venha a verificar a necessidade de socorrer o trabalhador que se encontre a realizar esses trabalhos; - Suspender os trabalhos em altura sempre que se verifiquem condições climatéricas adversas – trovoadas, chuvas e/ou ventos fortes (taxa de precipitação acima de 25 mm/h e vento acima de 50km/h) - Utilizar os EPI de trabalhos em altura adequados – arnês de segurança, cordas de posição, capacete; - Formação e/ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - - Formação e/ou informação.
Instalação fotovoltaica	Queda de materiais		X		- Assegurar a utilização de calçado de proteção (botas com palmilha e biqueira de aço) e capacete por parte de todos os trabalhadores; - Aconselha-se a utilização de uma bolsa de apoio para a colocação das ferramentas essenciais; - Nas elevações mecânicas de cargas, cumprir com as normas de segurança; Nas zonas de previsível queda de materiais e/ou equipamentos, deverá ser criado uma área de proteção que impeça o acesso de pessoas.
	Exposição ao ruído		X		- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais		X		Assegurar a utilização de calçado de proteção (botas com palmilha e biqueira de aço) e capacete por parte de todos os trabalhadores; Aconselha-se a utilização de uma bolsa de apoio para a colocação das ferramentas essenciais; Nas elevações mecânicas de cargas, cumprir com as normas de segurança; Nas zonas de previsível queda de materiais e/ou equipamentos, deverá ser criado uma área de proteção que impeça o acesso de pessoas.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Instalação fotovoltaica	Eletrização / Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Garantir que os elementos elétricos são montados por eletricista certificado; - Utilizar ferramentas isoladas; - Garantir que os manobradores de máquinas móveis possuem formação e conhecimentos na utilização das mesmas na proximidade de linhas elétricas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Execução da entrada da mina	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
Execução da entrada da mina	Queda de materiais			X	- Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Projeção de partículas			X	- Manter a distância de segurança aos trabalhadores que se encontram a realizar os trabalhos; - Criar um perímetro de segurança que delimite a área de trabalhos e evite a aproximação de outros trabalhadores; - Evitar trabalhos em simultâneo e na proximidade dos trabalhos; - Utilizar os EPI adequados (óculos, capacete e botas de proteção); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição a poeiras		X		- Molhar regularmente os elementos a demolir/escavar para diminuir a produção de poeiras; - Garantir uma boa ventilação do local; - Utilizar os EPI adequados (máscaras de proteção); - Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.
	Explosão			x	- A responsabilidade geral e quotidiana dos trabalhos com explosivos deve ser confiada a uma pessoa específica, chamado de responsável pelos explosivos; - O responsável pelos explosivos deve dispor de conhecimentos práticos e teóricos, assim como de experiência suficiente para iniciar o trabalho - O responsável de explosivos tem de ter formação certificado para utilização dos mesmos;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Execução da entrada da mina	Explosão (continuação)			x	- Os procedimentos devem ser fixados por escrito de forma a que no decorrer das operações estas não coloquem em perigo nem os operários nem a população; - Ter devidamente em conta o ambiente local; - Estes procedimentos (escritos) devem ser divulgados convenientemente por toda a equipa que executa o trabalho, mediante a entrega de um exemplar. - Os procedimentos devem conter: ▪ A nomeação e autorização do carregador de fogo, dos aprendizes de carregador de fogo, dos armazenistas, e de outras pessoas que trabalhem com explosivos; ▪ controlo, pelo responsável pelos explosivos; - O período de tempo durante os quais são permitidos os tiros; - A delimitação da zona de perigo suscetível de ser criada por cada tiro (que não comporte um refúgio seguro, de onde o tiro seja por exemplo efetuado visto que um tal dispositivo é deliberadamente excluído da zona de perigo), a evacuação dessa zona e a colocação à disposição de abrigos eficazes em caso de verificação de tiros ou de tiros efetivos; - Os sistemas de alerta devem incluir se necessário: ▪ Um sistema de alerta sonoro que possa ser ouvido em toda a zona de perigo, visando evacuar a mesma e assinalar o fim do alerta ▪ Colocação de proteções antes de cada tiro; ▪ A notificação direta individual dos residentes locais; ▪ Inspeção do sítio de tiro após iniciar-se o fogo para controlar o estado da frente e a presença de eventuais falhas; - As medidas devem garantir a continuação da atividade normal unicamente quando o carregador de fogo esteja convencido de que as condições são seguras e que o sinal de fim do alerta tenha tocado;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Execução da entrada da mina	Explosão (continuação)			x	- A proteção, no final da jornada, dos buracos e explosivos carregados, mas não retirados que, depois de terem falhado, não foram recuperados. As medidas tomadas devem garantir uma vigilância ou a presença de uma pessoa na proximidade dos buracos carregados para, se necessário, prevenir o roubo ou disparo não autorizado de explosivos; - Tratamento das falhas e a descoberta de explosivos não retirados provenientes de operações anteriores. Convém assegurar sempre a presença de uma pessoa competente capaz de se ocupar da segurança das falhas - As disposições de controlo devem permitir garantirem o respeito dos procedimentos; Devem ser estabelecidas prescrições para cada tiro. Estas devem ser adaptadas em função das condições do local; - As modalidades e responsabilidades ligadas ao armazenamento e à segurança dos explosivos no sítio devem reduzir a um mínimo o risco de perda ou roubo. Se necessário, é conveniente pedir conselhos à polícia - As chaves do armazém de explosivos devem ser guardadas permanentemente em condições seguras, seja por uma pessoa adequada – responsável pelos explosivos, carregador de fogo ou armazenista, seja num lugar seguro; - Os detonadores devem estar situados em contentores dotados de um sólido sistema de fecho; - Os explosivos devem ser transportados sob as condições do fabricante ou noutros contentores adequados sólidos e devem sair imediatamente antes do seu uso; - Logo que os explosivos (incluindo detonadores) são entregues diretamente no local da explosão, o carregador de fogo deve controlar o papel da licença, assegurar-se que as quantidades estão corretas, assinar a folha e verificar que os explosivos não são deixados sem vigilância; - As partes dos veículos utilizados no transporte de explosivos devem ser mantidas limpos e isentos de areia ou cascalho; - Aquando do seu transporte em veículos, os detonadores devem ser conservados em contentores apropriados e colocados num compartimento sólido e fechado à chave. Os explosivos devem ser carregados de forma segura, de maneira a evitar qualquer risco de queda para fora do veículo;
Execução da entrada da mina	Explosão (continuação)				- Uma pessoa competente deve verificar, antes de utilizar, que o material é apropriado e seguro. Todo o material que não satisfaça as exigências de segurança deve ser retirado; - Controlar se as operações de tiro estão em conformidade com os procedimentos previstos e as prescrições de tiro; - É conveniente não abrir mais do que um contentor de explosivos por buraco; - Os explosivos não devem ser colocados sobre máquinas ou no interior destas, por exemplo, para a libertação de locais obstruídos, quando todos os outros meios possíveis, como lascas de pedra, estão disponíveis; - Utilização de EPI's - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Soterramento			X	- Utilizar módulo de entivação, sempre que as valas não se apresentem estáveis, para evitar o desabamento de terras e o soterramento de trabalhadores que se encontrem nas valas, dimensionadas para cada caso; - Criação de caminhos de fuga para os trabalhadores nos locais onde se processam os trabalhos - Inspeção regular das valas e escavações - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança e capacete de proteção); - Formação e/ou informação.
	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte;
Execução da entrada da mina	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações (continuação		X		- Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Vibrações	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar equipamentos dotados de redutores de vibrações; - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); - Formação e/ou informação.
	Capotamento		X		- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Atropelamento			X	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Vibrações		**X**		- Evitar exposições permanentes e frequentes às vibrações e a níveis elevados das mesmas (efetuar pausas ou trocar de posto de trabalho); - Utilizar, de preferência, máquinas que possuam redutores de vibrações; - Formação e/ou informação.
Execução da entrada da mina	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas			X	- Adotar posturas de trabalho corretas; - Executar pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Limpeza geral da obra	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível	X			- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda de materiais	X			- Manusear corretamente as ferramentas de trabalho; - Transportar as ferramentas em cinto para evitar a sua queda; - Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Exposição a poeiras	X			- Utilização dos EPI adequados (máscara de proteção); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Limpeza geral da obra	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); Formação e/ou informação.
	Exposição a agentes químicos		X		Evitar o contacto dos olhos, vias respiratórias e digestiva, e da pele com os produtos químicos; Ter em obra as Fichas de Dados de Segurança (FDS) dos produtos químicos disponíveis para consulta; Garantir o arejamento do local; Acondicionar corretamente os produtos químicos; Utilização do EPI adequado (conforme indicação na FDS de cada produto - ex. mascará de proteção); Formação e/ou informação.
	Insolações		X		- Garantir hidratação através de ingestão de água; - Aplicar protetor solar; - Utilizar vestuário adequado e boné; - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentação de cargas por utilização de meios auxiliar sempre que possível; - Na movimentação manual de cargas efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (para operações frequentes) e superiores a 30 kg (para operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas		X		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
Exploração mineira	Queda ao mesmo nível		X		- Organizar e arrumar as frentes de trabalho; - Manter os acessos e as zonas de trabalho permanentemente desobstruídos e limpos; - Garantir iluminação adequada das zonas de trabalho e de apoio aos mesmos; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Queda de materiais			X	- Auxiliar a movimentação de materiais com elementos mecânicos sempre que o seu peso dificulte o seu seguro manuseamento/movimento; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Projeção de partículas			X	- Manter a distância de segurança aos trabalhadores que se encontram a realizar os trabalhos; - Criar um perímetro de segurança que delimite a área de trabalhos e evite a aproximação de outros trabalhadores; - Evitar trabalhos em simultâneo e na proximidade dos trabalhos; - Utilizar os EPI adequados (óculos, capacete e botas de proteção); - Formação e/ou informação.
	Soterramento				- Utilizar módulo de entivação, sempre que o local não se apresente estável, para evitar o desabamento e o soterramento de trabalhadores que se encontrem a trabalhadar. dimensionadas para cada caso; - Criação de caminhos de fuga para os trabalhadores nos locais onde se processam os trabalhos - Inspeção regular do local de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança e capacete de proteção); - Formação e/ou informação.
	Explosão			x	- A responsabilidade geral e quotidiana dos trabalhos com explosivos deve ser confiada a uma pessoa específica, chamado de responsável pelos explosivos;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Explosão (continuação)			x	- O responsável pelos explosivos deve dispor de conhecimentos práticos e teóricos, assim como de experiência suficiente para iniciar o trabalho - O responsável de explosivos tem de ter formação certificado para utilização dos mesmos; - Os procedimentos devem ser fixados por escrito de forma que no decorrer das operações estas não coloquem em perigo nem os operários nem a população; - Ter devidamente em conta o ambiente local; - Estes procedimentos (escritos) devem ser divulgados convenientemente por toda a equipa que executa o trabalho, mediante a entrega de um exemplar. - Os procedimentos devem conter: ▪ A nomeação e autorização do carregador de fogo, dos aprendizes de carregador de fogo, dos armazenistas, e de outras pessoas que trabalhem com explosivos; ▪ controlo, pelo responsável pelos explosivos; - O período durante os quais são permitidos os tiros; - A delimitação da zona de perigo suscetível de ser criada por cada tiro (que não comporte um refúgio seguro, de onde o tiro seja por exemplo efetuado visto que um tal dispositivo é deliberadamente excluído da zona de perigo), a evacuação dessa zona e a colocação à disposição de abrigos eficazes em caso de verificação de tiros ou de tiros efetivos; - Os sistemas de alerta devem incluir se necessário: ▪ Um sistema de alerta sonoro que possa ser ouvido em toda a zona de perigo, visando evacuar a mesma e assinalar o fim do alerta ▪ Colocação de proteções antes de cada tiro; ▪ A notificação direta individual dos residentes locais; ▪ Inspeção do sítio de tiro após iniciar-se o fogo para controlar o estado da frente e a presença de eventuais falhas; - As medidas devem garantir a continuação da atividade normal unicamente quando o carregador de fogo esteja convencido de que as condições são seguras e que o sinal de fim do alerta tenha tocado;

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Execução da entrada da mina	Explosão (continuação)			x	- A proteção, no final da jornada, dos buracos e explosivos carregados, mas não retirados que, depois de terem falhado, não foram recuperados. As medidas tomadas devem garantir uma vigilância ou a presença de uma pessoa na proximidade dos buracos carregados para, se necessário, prevenir o roubo ou disparo não autorizado de explosivos; - Tratamento das falhas e a descoberta de explosivos não retirados provenientes de operações anteriores. Convém assegurar sempre a presença de uma pessoa competente capaz de se ocupar da segurança das falhas - As disposições de controlo devem permitir garantirem o respeito dos procedimentos; Devem ser estabelecidas prescrições para cada tiro. Estas devem ser adaptadas em função das condições do local; - As modalidades e responsabilidades ligadas ao armazenamento e à segurança dos explosivos no sítio devem reduzir a um mínimo o risco de perda ou roubo. Se necessário, é conveniente pedir conselhos à polícia - As chaves do armazém de explosivos devem ser guardadas permanentemente em condições seguras, seja por uma pessoa adequada – responsável pelos explosivos, carregador de fogo ou armazenista, seja num lugar seguro; - Os detonadores devem estar situados em contentores dotados de um sólido sistema de fecho; - Os explosivos devem ser transportados sob as condições do fabricante ou noutros contentores adequados sólidos e devem sair imediatamente antes do seu uso; - Logo que os explosivos (incluindo detonadores) são entregues diretamente no local da explosão, o carregador de fogo deve controlar o papel da licença, assegurar-se que as quantidades estão corretas, assinar a folha e verificar que os explosivos não são deixados sem vigilância; - As partes dos veículos utilizados no transporte de explosivos devem ser mantidas limpos e isentos de areia ou cascalho; - Aquando do seu transporte em veículos, os detonadores devem ser conservados em contentores apropriados e colocados num compartimento sólido e fechado à chave. Os explosivos devem ser carregados de forma segura, de maneira a evitar qualquer risco de queda para fora do veículo;
Execução da entrada da mina	Explosão (continuação)			x	- Uma pessoa competente deve verificar, antes de utilizar, que o material é apropriado e seguro. Todo o material que não satisfaça as exigências de segurança deve ser retirado; - Controlar se as operações de tiro estão em conformidade com os procedimentos previstos e as prescrições de tiro; - É conveniente não abrir mais do que um contentor de explosivos por buraco; - Os explosivos não devem ser colocados sobre máquinas ou no interior destas, por exemplo, para a libertação de locais obstruídos, quando todos os outros meios possíveis, como lascas de pedra, estão disponíveis; - Utilização de EPI's - Formação e/ou informação.
	Asfixia				- Deverão ser monitorizados regularmente os níveis de oxigénio da mina e a qualidade do ar - Garantir a adequada ventilação da mina, face ao espaço, número de trabalhadores e máquinas a operar - Utilização de EPI's adequados - Formação e/ou informação

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Capotamento			**X**	- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.
	Atropelamento			**X**	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Incêndio		X		- Não aproximar chamas ou fontes de calor de produtos inflamáveis e combustíveis; - Evitar a ocorrência de curto-circuitos; - Dotar o estaleiro de extintores contra incêndio adequados; - Transportar o extintor para a frente de trabalhos ativa sempre que o tipo de trabalhos o exija; - Formação e/ou informação.
Exploração mineira	Eletrização/ Eletrocussão	X			- Desligar a alimentação de energia antes do início dos trabalhos e garantir que só volta a ser ligada no final dos mesmos; - Garantir que as ferramentas elétricas se encontram em boas condições ou que são reparadas em caso de anomalia (cabos descarnados, p. ex.); - Utilizar ferramentas isoladas; - Utilizar os EPI adequados (luvas dielétricas, etc.); Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; - Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Exposição ao ruído	X			- Evitar exposições permanentes e frequentes ao ruído e a níveis elevados do mesmo; - Efetuar pausas periódicas e/ou promover a substituição do posto de trabalho; - Utilizar os EPI adequados (protetores auditivos); Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Lesões músculo-esqueléticas por movimentação manual de cargas		X		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Exploração mineira	Lesões músculo-esqueléticas por adoção de posturas incorretas			X	- Adotar posturas de trabalho corretas; - Executar pausas periódicas; - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
Transporte de minério para a superfície Britagem	Queda de objetos			X	- Proceder à avaliação da carga (centro de gravidade, peso, acessório de elevação, pontos de amarração) - Respeitar capacidade de carga dos equipamentos e acessórios de elevação - Verificar periodicamente estado do equipamento, cabos, correntes, cintas e ganchos - Os ganchos dos equipamentos de elevação e os dos acessórios utilizados devem estar equipados com patilha de segurança - Utilizar equipamentos e acessórios de elevação adequados com marcação CE Formação e ou informação
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho;
Transporte de minério para a superfície	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações (continuação)		**X**		- Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Britagem	Capotamento			**X**	- Garantir que o equipamento de trabalho possui cabine ROPS (proteção contra capotamento); - Assegurar que os manobradores dos equipamentos têm conhecimentos práticos e teóricos adequados para o seu manuseamento e que os conduzem em segurança; - Interditar todo e qualquer trabalho ou permanência de trabalhadores no raio de ação do equipamento; - Formação e/ou informação.
	Atropelamento			**X**	- Garantir que o veículo/equipamento possui sinal sonoro e luminoso de marcha atrás; - Organizar as vias de circulação; - Evitar todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas; - Cumprir com limites de velocidade dentro da mina: de 20 km/h para veículos pesados e 30 km/h para ligeiros - Utilizar os EPI adequados (colete retrorrefletor); - Formação e/ou informação.
	Choque entre veículos		**X**		- Sinalizar e delimitar as frentes de trabalho; - Garantir que o veículo/equipamento possui sinal luminoso (pirilampo); - Acompanhar as entradas e saídas de máquinas dos locais de trabalhos para evitar o choque entre veículos; - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Transporte de minério para a superfície Britagem	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; Formação e/ou informação.
Lavaria	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Exposição a agentes químicos		X		- Evitar o contacto dos olhos, vias respiratórias e digestiva, e da pele com os produtos químicos; - Ter em obra as Fichas de Dados de Segurança (FDS) dos produtos químicos disponíveis para consulta; - Garantir o arejamento do local; - Acondicionar corretamente os produtos químicos; - Utilizar os EPI adequados – máscara de proteção; - Formação e/ou informação.
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
Lavaria	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; Formação e/ou informação.
Central de pasta Central de betão	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Exposição a agentes químicos		X		- Evitar o contacto dos olhos, vias respiratórias e digestiva, e da pele com os produtos químicos; - Ter em obra as Fichas de Dados de Segurança (FDS) dos produtos químicos disponíveis para consulta; - Garantir o arejamento do local; - Acondicionar corretamente os produtos químicos; - Utilizar os EPI adequados – máscara de proteção; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
Central de pasta Central de betão	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		**X**		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		**X**		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		**X**		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; Formação e/ou informação.
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Afogamento			X	- Planeamento adequado dos trabalhos; - Garantir que todas as zonas com risco de afogamento se encontram devidamente protegidas com guarda-corpos; - Sinalização do local; - Dotar o local de equipamentos para salvamento; - Utilização de arnês; - Formação e/ou informação.

Trabalhos	Riscos Potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas
		B	M	A	
	Cortes, pancadas, entaladelas e perfurações		X		- Verificar/analisar as condições dos equipamentos de trabalho (ex. cabos, proteções de segurança) e/ou ferramentas e utilizá-los somente se estiverem em boas condições; - Enviar para reparação/substituição os equipamentos/ferramentas que não se encontrem em condições seguras de utilização; Recolher as ferramentas de trabalho quando não se encontram em utilização, a fim de evitar o risco de corte; - Manusear corretamente as ferramentas e os equipamentos de trabalho; - Não remover os dispositivos de segurança dos equipamentos, exceto em caso de reparação, e repor logo após a mesma; - Utilizar os EPI adequados a cada caso (luvas de proteção mecânica, p. ex.); - Formação e/ou informação.
	Lesões musculares por movimentação manual de cargas		X		- Movimentar cargas com meios auxiliares sempre que possível; - Efetuar sempre boas pegas e evitar movimentos de torção das costas; - Elevar a carga de forma correta, fletindo e esticando as pernas e mantendo as costas direitas; - Transportar a carga com os braços esticados e junto ao corpo; - Não movimentar, sozinho, cargas superiores a 20 kg (operações frequentes) e superiores a 30 kg (operações ocasionais); - Formação e/ou informação.
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	Lesões musculares por adoção de posições incorretas		X		- Adoção de posturas de trabalho corretas; - Execução de pausas periódicas; Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.
	Queda a diferente nível		X		- Sinalizar e delimitar desníveis no solo; - Criar um perímetro de segurança para evitar o acesso às zonas de aberturas no solo (colocando guarda-corpos); - Tamponar as aberturas no solo (assoalhar se necessário); - Utilizar os EPI adequados (botas de segurança); - Formação e/ou informação.

(*) Avaliação dos riscos: B = Baixo, M = Médio, A = Alto

Para os trabalhos referidos, e para todos os outros que a Entidade Executante, Fiscalização e CSO venham a identificar, a Entidade Executante definirá, atendendo aos processos construtivos e métodos de trabalho, as medidas preventivas e de proteção adequadas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores.

Para tal, deverá ser dado o devido tratamento detalhado na gestão da segurança e saúde dos trabalhadores, através da elaboração de um Procedimento Específico de Segurança (PES), devendo estes serem elaborados pela Entidade Executante, validados pelo CSO e aprovados pelo Dono de Obra antes do início da atividade.

12.3.3 FICHAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

A Entidade Executante deverá elaborar um conjunto de Fichas de Avaliação de Riscos (FAR) que contemple todas as atividades previstas.

Estas fichas pretendem dar resposta aos diferentes riscos, registando-se de forma sistematizada a informação necessária e suficiente relativa a potenciais riscos envolvidos na execução de cada operação ou elemento de construção, prevendo-se as correspondentes medidas preventivas que se mostrem adequadas.

No **Apêndice 10** são apresentadas fichas para a prevenção de riscos em função dos tipos de trabalhos previstos na empreitada "Projeto da Lagoa Salgada". As Fichas de Avaliação de Riscos apresentadas no **Apêndice 10** dizem respeito aos seguintes trabalhos:

- FAR 001 – Instalação elétrica em obra
- FAR 002 – Resíduos
- FAR 003 - Movimentação Manual de Cargas
- FAR 004 – Movimentação Mecânica de cargas
- FAR 006 – Escavações
- FAR 007 – Armações de ferro
- FAR 008 – Trabalhos de cofragem e descofragem
- FAR 009 – Betonagem
- FAR 010 – Alvenarias
- FAR 011 – Coberturas
- FAR 012 – Rebocos e estuques
- FAR 013 – Carpintaria de limpos
- FAR 014 – Serralharias

- FAR 015 – Pinturas e verniz
- FAR 017 – Montagem de Pré-Fabricados
- FAR 018 – Montagem de envidraçados
- FAR 019 - Aplicação de pavimentos e revestimentos
- FAR 020 – Pavimentação e Assentamento de lancis
- FAR 021 – Montagem de estrutura metálica
- FEQ 001 – Andaime fixo
- FEQ 002 – Andaime móvel
- FEQ 003 – Escadas de mão e escadotes
- FEQ 004 – Autobetoneira e Betoneira móvel
- FEQ 005 – Plataforma autoelevatória
- FEQ 006 – Multifunções
- FEQ 007 – Retroescavadora
- FEQ 008 – Grua móvel
- FEQ 009 – Grua torre
- FEQ 010 – Autobomba
- FEQ 011 – Cilindro

A entidade executante deverá atualizar e adaptar as respetivas FAR para a presente empreitada. Caso existam operações ou processos de trabalho não contemplados nas Fichas de Avaliação de Riscos apresentadas, a Entidade Executante deverá proceder à sua elaboração, e disponibilização no estaleiro, sendo o respetivo arquivo no **Apêndice 10** deste documento.

A Entidade Executante deverá disponibilizar para consulta em local acessível aos trabalhadores, cópias das fichas que reportem aos trabalhos em curso.

12.3.4 LISTA DE MATERIAIS COM RISCOS ESPECIAIS

A empreitada de "Projeto da Lagoa Salgada" inclui alguns materiais com riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores. Conforme previsto no n.º 2 do artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro, nomeadamente na alínea c). Sem prejuízo de outros que a Entidade Executante venha a identificar, apresenta-se na tabela

seguinte uma lista não exaustiva de materiais que envolvem riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Tabela 12.3 – Lista não exaustiva de Materiais com Riscos Especiais.

Materiais / Equipamentos	Riscos potenciais	Risco (*)			Medidas Preventivas/Proteção
		B	M	A	
Betão Cimento	Ulcerações Eczemas Dermatoses Irritações		X		- Não fazer preparados ou manusear o produto sem máscara e usar luvas em condições (sem fissuras ou impregnadas de produtos) - Lavar as mãos convenientemente e limpar a roupa de trabalho - Ter precaução ao rasgar os sacos para não inalar o pó; coloque-se sempre a favor do vento evitando assim inalar a poeira ou vapores emanados pelo produto - Não despejar as águas contaminadas para locais públicos, esgotos ou cursos de água pois são poluentes do meio ambiente - Recolha dos sacos para posterior destruição em local adequado
Combustíveis (ex. gasóleo / gasolina)	Irritação ocular Intoxicação Náuseas Envenenamento Fumos de combustão que potenciam o cancro	X			- Não fumar durante a utilização, evitar que comidas ou bebidas estejam próximo - Não usar luvas ou sapatos impregnados de gasóleo, lavar a roupa de trabalho antes de a usar novamente - Garantir ventilação adequada - Os recipientes de gasóleo devem estar devidamente identificados - Sinalizar a zona de depósito dos produtos com a sinalização de proibição de fumar e foguear; - Não deitar o produto diretamente no esgoto, cursos de água ou solos que tenham linhas de água próximo; - Em caso de incêndio utilize extintores e nunca água a jato, em locais fechados use máscara pois os produtos de combustão são tóxicos.
Resíduos	Intoxicação Cortes Perfurações Dermatoses Poluição		X		- Proibido queimar e/ou enterrar resíduos sólidos, bem como despejar líquidos contaminados no estaleiro ou em cursos de água; - Situações de contaminação química, detetadas no ar, na água ou no solo, devem ser imediatamente comunicadas ao dono da obra.

(*) Avaliação dos riscos: B = Baixo, M = Médio, A = Alto

Para os materiais referidos e para todos os outros que a Entidade Executante venha a identificar, esta definirá, atendendo às características dos materiais e aos processos de manuseamento e acondicionamento, as medidas preventivas adequadas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores.

Genericamente, para todos os materiais e equipamentos incorporáveis, a Entidade Executante terá em consideração as características dos mesmos e atenderá às indicações contidas nos rótulos dos mesmos e nas respetivas fichas técnicas, as quais deverá solicitar sempre ao fabricante/fornecedor antes da receção dos materiais/equipamentos no Estaleiro.

Nota-se que não pode ser descurada a atenção a produtos perigosos de utilização indireta, como sejam os combustíveis, tanto no que se refere ao seu acondicionamento, como na sua utilização.

12.3.5 PLANO DE TRABALHOS

É responsabilidade da Entidade Executante preparar o Plano de Trabalhos para a presente empreitada, sob a forma de um cronograma detalhado de trabalhos.

Nos períodos de maior concentração de trabalhos o risco de ocorrência de acidentes de trabalho ou doenças profissionais é mais elevado. O Plano de Trabalhos deve ser preparado de forma que não sejam realizados simultaneamente trabalhos que se considerem incompatíveis ou que a sua execução em paralelo seja geradora de riscos acrescidos aos que estão associados à sua execução em separado.

Sem prejuízo do previsto no Projeto de Execução, o Plano de Trabalhos deve ser submetido à apreciação do Dono de Obra, não podendo o mesmo ser aprovado sem parecer favorável deste, que assinará o Plano de Trabalhos mencionando o seu aval.

O Plano de Trabalhos deve ser alterado/ajustado sempre que por questões de segurança e/ou saúde dos trabalhadores se considere justificável.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 10** todos os Planos de Trabalhos aprovados.

12.4 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS

As ações a empreender na realização dos trabalhos da empreitada de "Projeto da Lagoa Salgada" para a prevenção de riscos devem ser objeto de planeamento prévio que resultará na preparação de um conjunto de projetos, planos e procedimentos relativos à segurança e saúde.

Nesta secção são definidas as regras / especificações a atender para essa preparação, que se considera necessário desenvolver e implementar na fase de execução da empreitada para a prevenção dos riscos associados à realização dos trabalhos.

Caberá à entidade executante, antes do início da empreitada, verificar a adequabilidade dos projetos, planos e procedimentos constantes no presente documento. Caso sejam necessários desencadear novas ações para a prevenção de riscos, estas deverão ser validadas tecnicamente pelo CSO.

12.4.1 PROJETO DE ESTALEIRO

A Entidade Executante deverá elaborar o Projeto do Estaleiro, apresentando-o para aprovação do Dono de Obra.

Por Estaleiro entende-se os locais onde se efetuam os trabalhos de construção propriamente ditos, bem como os locais onde se desenvolvem atividades de apoio direto àqueles trabalhos.

Na elaboração desse Projeto deverá ser seguida a regulamentação específica aplicável, nomeadamente o Regulamento de Instalações Provisórias destinadas ao Pessoal Empregado nas Obras, a Regulamentação das prescrições mínimas de Segurança e Saúde nos Locais e Postos de Trabalho dos Estaleiros Temporários ou Móveis, e no caso de o Estaleiro ocupar total ou parcialmente vias públicas, o Regulamento de Sinalização de Trânsito, incluindo eventuais regulamentos municipais existentes que a Entidade Executante deverá verificar da sua existência.

Sem prejuízo de regulamentação aplicável, todas as áreas do Estaleiro têm que cumprir as regras indicadas neste Plano de Segurança e de Saúde.

O Projeto do Estaleiro deverá identificar e definir objetivamente através de peças escritas e desenhadas, a implantação e características das instalações de apoio à execução dos trabalhos, dos equipamentos de apoio fixos, das infraestruturas provisórias e de todos os outros elementos que as características dos trabalhos, os processos construtivos e métodos de trabalho a utilizar determinarem.

Devem ser identificados e definidos, todos os elementos necessários instalar e planear a sua organização e arrumação de forma a reduzir ao mínimo os percursos internos e otimizar a operacionalidade.

Sem prejuízo do regulamentado, o Projeto de Estaleiro deverá respeitar, quando aplicável, os aspetos a seguir referidos.

12.4.1.1 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

O Estaleiro disporá de instalações sanitárias adequadas, devidamente resguardadas das vistas e mantidas permanentemente em bom estado de limpeza e arrumação. Estas não devem ser inferiores na relação de 1 para cada 25 trabalhadores.

As instalações sanitárias devem ser em número adequado e localizadas por forma a que a distância a pé entre os locais de trabalho e as instalações sanitárias seja no máximo de 10 minutos.

12.4.1.2 REFEITÓRIO

Todos os trabalhadores terão de dispor diariamente de condições adequadas para a toma de refeições.

12.4.1.3 VITRINA PARA AFIXAÇÃO DE INFORMAÇÃO

No Estaleiro será obrigatoriamente montada pelo menos uma vitrina, em local bem visível e acessível a todos os trabalhadores, destinada a afixar documentação sobre segurança e saúde, nomeadamente, a exigida por lei e a prevista neste Plano de Segurança e de Saúde.

12.4.1.4 LIMPEZA E RECOLHA DE RESÍDUOS

Deve ser dada especial atenção às condições de trabalho dos trabalhadores, prevendo os meios necessários para manutenção e conservação de todas as instalações sociais e para uma adequada limpeza de todas as zonas de passagem ou permanência dos trabalhadores, incluindo as zonas de trabalho.

A Entidade Executante deverá prever a recolha dos resíduos em recipientes fechados e providenciar a sua remoção.

A Entidade Executante arquivará no Apêndice 11, cópias de todos os Projetos de Estaleiro e alterações que sejam efetuadas.

12.4.2 PLANO DE ACESSO, CIRCULAÇÃO E SINALIZAÇÃO

Nos termos do Decreto-Lei nº 273/2003, de 29 de outubro, devem adotar-se as medidas para garantir as condições de acesso, deslocação e circulação necessárias à segurança de todos os trabalhadores no Estaleiro, incluindo eventuais visitantes.

Conjuntamente com o Projeto do Estaleiro, a Entidade Executante preparará o Plano de Acesso, Circulação e Sinalização por forma a programar a adoção de medidas capazes de garantir adequadas condições de acesso, deslocação e circulação necessárias à segurança de todos os trabalhadores, eventuais visitantes no Estaleiro e transeuntes nas imediações do Estaleiro tendo em conta a natureza, características, dimensão e localização das zonas da obra em causa.

O Plano de Acesso, Circulação e Sinalização integrará plantas que identifiquem o Estaleiro (incluindo todas as zonas de trabalho), as vias rodoviárias existentes e os caminhos pedonais.

Na preparação do Plano de Acesso, Circulação e Sinalização deverá ser considerado o seguinte:

- Identificar todos os acessos ao Estaleiro;

- Tomar as medidas necessárias para que o acesso ao Estaleiro seja reservado a pessoas autorizadas. Não deve ser permitido em caso algum o atravessamento do Estaleiro por pessoas estranhas à obra;

- Prever a colocação dos dispositivos necessários para garantir a segurança na entrada e saída de viaturas no Estaleiro, ou nas suas proximidades;

- Na definição dos caminhos de circulação deve ser considerada a movimentação de todos os materiais e equipamentos utilizados na obra;

- Todas as entradas no Estaleiro têm que ser sinalizadas proibindo a entrada a pessoas estranhas à obra e indicação do Equipamento de Proteção Individual de utilização obrigatória dentro do Estaleiro (no mínimo, capacete e botas com palmilha e biqueira de aço).

A sinalização do Estaleiro deve identificar:

- Zonas perigosas ou interditas, com identificação dos perigos;

- A obrigação de uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI);

- Sinalização da localização dos meios de combate a incêndios e caixa de primeiros socorros;

- Localização das instalações do Estaleiro.

A sinalização de zonas públicas terá que ser submetida à aprovação da Fiscalização, mas também à das entidades competentes para o efeito.

Sempre que as intervenções o justifiquem, deve ser preparado um plano de sinalização específico para o caso, definindo a sinalização necessária para garantir a segurança nos trabalhos a realizar. Estes planos de sinalização respeitarão a regulamentação aplicável, e serão sempre sujeitos a aprovação prévia.

O Plano de Acesso, Sinalização e Circulação deve ser estabelecido tendo em conta, nomeadamente, o estipulado no Decreto-Lei n.º 141/95, de 14 de junho, relativo às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho.

Os sinais de segurança e de saúde a empregar no Estaleiro devem ser os previstos na Portaria n.º 1456-A/95, de 11 de dezembro (alterada pela Portaria n.º 178/2015 de 15 de junho), e no Decreto-Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro.

Ter em consideração o Decreto-Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro no que diz respeito à sinalização temporária dos trabalhos, sinalização provisória dos itinerários de desvio de tráfego e de peões.

Salvo disposições regulamentares contrárias, os sinais devem ser colocados à altura da visão, não devendo ser colocados mais do que três sinais juntos.

A sinalização tem por função chamar a atenção de forma rápida e eficaz, para objetos e situações que poderão provocar determinados perigos. Serve ainda para indicar a posição de dispositivos que sejam importantes do ponto de vista da segurança, bem como recomendar formas de atuação.

Na mina deverão ser afixados sinais em locais estratégicos, de modo a alertar para a proibição do acesso de pessoas estranhas a zonas de perigo, para os perigos existentes em cada local, a informar sobre a obrigação de usar os equipamentos de proteção, a localizar os dispositivos de emergência e primeiros socorros e a informar sobre as funções das instalações a implementar. A disposição geral dos principais painéis de sinalização a utilizar na mina encontra-se representada esquematicamente no quadro seguinte.

Equação 12.1 – Principais Painéis de Sinalização.

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Acesso principal da mina	
Acessos ao interior das áreas de escavação	
Acessos internos	
Zona de parqueamento dos veículos	
Instalações sociais e de higiene	
Outras instalações de apoio	
Posto de primeiros socorros	

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Depósito de combustível	
Lavaria	
Zona de britagem	
Quadros elétricos e posto de transformação	
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 12**, cópias de todos os elementos que constituem o Plano de Acesso, Circulação e Sinalização.

12.4.3 CONTROLO DE EQUIPAMENTOS DE APOIO

A Entidade Executante deverá assegurar que todos os equipamentos de apoio existentes no estaleiro estejam em bom estado de funcionamento, utilizando para efeitos desse controlo o modelo S11 incluído no **Apêndice 1** deste documento.

Esse controlo deverá ser feito mensalmente, se outra periodicidade não vier a ser definida pela Fiscalização por solicitação da Entidade Executante. Caso venham a ser definidas periodicidades diferentes para distintos equipamentos, deverão reunir-se na mesma ficha de controlo os equipamentos com as mesmas periodicidades, facilitando assim a utilização destas fichas e o respetivo controlo.

Todas as fichas de Registo de Controlo de Equipamentos de Apoio deverão ser numeradas. Nos casos em que uma dada situação não é aplicável deve assinalar-se em "NA".

Sempre que um equipamento não tenha a revisão em dia, ou seja, observada qualquer anomalia grave no todo ou em algum dos seus componentes que possa por em risco o

operador desse equipamento e/ou outros trabalhadores, deverá a Entidade Executante tomar as medidas necessárias para evitar a utilização desse equipamento, através da sua imobilização, remoção do local de utilização, caso possível, ou colocação sobre esse equipamento em local bem visível, de um autocolante com a inscrição a vermelho de "AVARIADO" ou outra indicação equivalente.

É responsabilidade da Entidade Executante:

- Incentivar os operadores dos equipamentos a zelarem pelo bom funcionamento dos equipamentos que operam/utilizam e a comunicarem toda e qualquer anomalia que detetem;

- Proceder ao controlo de todos os equipamentos de Estaleiro (próprios e dos seus subempreiteiros/tarefeiros) com a periodicidade mensal;

- Efetuar prontamente as correções das anomalias detetadas.

A Entidade Executante arquivará os Registos do Controlo dos Equipamentos de Apoio no **Apêndice 13**.

12.4.4 PROTEÇÕES COLETIVAS

A Lei-Quadro sobre Segurança, Higiene e Saúde em vigor determina a necessidade de o empregador aplicar, entre outras, as medidas necessárias de proteção coletiva visando a redução de riscos profissionais. Nesse diploma legal prevê-se também como princípio de prevenção geral que o empregador deva dar prioridade às medidas de proteção coletiva em relação às de proteção individual.

Sem prejuízo de outras proteções que a Entidade Executante entenda necessário, a Entidade Executante deve atender às seguintes:

- Para os trabalhos com risco de queda em altura, deve-se proteger com sistemas de proteções coletivas adequadas através da utilização de redes de segurança, "linhas de vida" (cabos de aço fixos em pontos com capacidade resistente, onde os trabalhadores possam fixar os arneses de segurança), e/ou guarda-corpos;

- Sempre que seja necessária a utilização de "linhas de vida", andaimes, ou outras estruturas provisórias, estas deverão ser ensaiadas antes da sua entrada em funcionamento, de forma a verificar o seu bom estado de conservação;

- Sempre que sejam utilizados guarda-corpos, estes deverão ser constituídos por elementos horizontais (barra superior a 1,00 metro acima da plataforma de trabalho, barra intermédia a 0,45 metros acima da mesma plataforma e rodapé com 0,15 metros de altura) e elementos verticais rígidos. Os elementos horizontais (superiores e intermédios) deverão ser constituídos por material que resista a uma força horizontal de 1,50 kN/m, e os elementos verticais por material que resista à força resultante dos elementos horizontais que neles se

apoiam. Entre os rodapés e os pavimentos respetivos não poderão existir folgas superiores a 0,5 cm.

As medidas de proteção coletiva devem ser mantidas e atualizadas competindo à Entidade Executante proceder à sua revisão/atualização face à evolução dos trabalhos.

12.4.5 Planos e Registos de Monitorização e Prevenção

Os Planos de Monitorização e Prevenção visam estabelecer para os elementos / operações de construção com riscos associados, as medidas preventivas a adotar face a esses riscos, assim como estabelecer o processo de registo de forma a comprovar a execução das medidas previstas.

12.4.5.1 Planos de Monitorização e Prevenção

Com os Planos de Monitorização e Prevenção pretende-se identificar os riscos e planear as respetivas medidas preventivas associadas à execução de cada elemento/operação de construção.

Para a sua preparação deve ser utilizado o modelo S12, incluído no **Apêndice 1** deste documento.

Todas as fichas deverão ser numeradas sequencialmente (Posição indicada na ficha com Número) e arquivadas sobrepondo as mais recentes às mais antigas. Na posição indicada por Número de página/Total de páginas deverá inscrever-se essas indicações para cada controlo efetuado.

Na utilização sistemática desta ficha, dever-se-á ter em conta o seguinte:

Elemento/Operação de construção:

Descrição do elemento ou operação de construção a que a ficha respeita.

Código:

Código da ficha a que corresponde a operação/elemento de construção, conforme codificação refletindo a estrutura organizacional das operações e elementos de construção a definir pela Entidade Executante/Adjudicatário.

Verificações / tarefas:

Relação das verificações e/ou tarefas a realizar para controlar a segurança da operação ou elemento de construção a que a ficha se refere. O conjunto de verificações/tarefas deverá ser ordenado atendendo à sequência lógica de execução dos trabalhos.

Riscos:

Nesta posição dever-se-ão identificar e descrever sucintamente os riscos correspondentes a cada verificação/tarefa listada na coluna anterior.

Documentos de referência:

Para cada risco identificado na coluna anterior, registar-se-ão, sempre que aplicável, os documentos de apoio à realização de cada verificação / tarefa listada, e que deverão ser tomados como referência para a definição das respetivas medidas corretivas/preventivas a considerar. Estes documentos podem ser regulamentos, normas (nacionais, europeias, internacionais), especificações técnicas (gerais ou referenciadas no Projeto), documentos de homologação, bibliografia técnica, entre outros.

Ações de corretivas/preventivas:

Registam-se nesta posição as respetivas ações ou medidas de prevenção e/ou proteção a aplicar, tendo em conta os documentos de referência aplicáveis a cada risco identificado. Essas medidas podem ser de proteção coletiva, individual ou outra, sendo que no que respeita às proteções coletivas dever-se-á indicar apenas aquelas que não constam do Plano de Proteções Coletivas atrás referido. Para cada risco poderão determinar-se várias ações de prevenção/proteção.

Resp.:

Designação do responsável pela verificação em causa (em geral, o encarregado da frente de trabalho).

Frequência de inspeção:

Posição destinada ao registo da periodicidade com que deve ser efetuada cada verificação/tarefa e controlados os riscos e respetivas medidas preventivas que lhe estão associados.

PP:

Nesta coluna deverá a Fiscalização assinalar com uma cruz (×) se a verificação em causa, pela sua importância, deva constituir um Ponto de Paragem (PP) dos trabalhos. Nesse caso os trabalhos só poderão ser retomados com a intervenção dos elementos indicados na definição de funções com qualificações e competência para avaliar e autorizar o prosseguimento dos mesmos. Na apreciação dos Planos de Monitorização e Prevenção, a Fiscalização determinará quais as verificações/tarefas que constituem Pontos de Paragem, podendo também o Coordenador de Segurança da Obra determinar os Pontos de Paragem que entenda necessários.

Preparado por:

Zona destinada a ser rubricada e datada pelo elemento da Entidade Executante responsável pela preparação da ficha em causa.

Verificado por:

Zona destinada a ser rubricada e datada pelo Diretor Técnico da Empreitada.

Validado tecnicamente por:

Espaço destinado à rubrica e data do CSO.

Sempre que se justifique, dever-se-á elaborar uma Instrução de Trabalho e um fluxograma do processo operatório em causa.

Até 11 (onze) dias antes de iniciado qualquer trabalho relevante, deverá a Entidade Executante submeter à validação do CSO/Fiscalização a respetiva ficha de Plano de Monitorização e Prevenção.

Consideram-se relevantes, nomeadamente, os trabalhos identificados na lista não exaustiva incluída no Apêndice 1 deste documento, a qual deverá ser complementada ao longo da obra quer por iniciativa da Entidade Executante quer por determinação da Fiscalização e/ou Coordenador de Segurança da Obra. Para todos estes trabalhos a Entidade Executante deverá elaborar os respetivos Planos de Monitorização e Prevenção.

A Entidade Executante deverá arquivar no Apêndice 14 cópia dessa lista de trabalhos relevantes, complementando-a com outros de acordo com o referido, e bem assim todas as fichas de Planos de Monitorização e Prevenção da obra devidamente elaboradas, assinadas e datadas.

12.4.5.2 REGISTO DE INSPEÇÃO E PREVENÇÃO

É responsabilidade da Entidade Executante proceder à verificação da execução dos elementos/operações de construção de acordo com os Planos de Monitorização e Prevenção estabelecidos, assim como registar as ações realizadas e respetivos resultados das inspeções, medições e ensaios efetuados no âmbito de cada verificação.

Para registar a realização das verificações/tarefas previstas nos Planos de Monitorização e Prevenção, para cada elemento/operação de construção será utilizado o modelo S13 incluído no **Apêndice 1** deste documento.

Todas as fichas deverão ser numeradas sequencialmente (Posição indicada na ficha com Número) e arquivadas sobrepondo as mais recentes às mais antigas. Na posição indicada por Número de página/Total de páginas deverá inscrever-se essas indicações para cada controlo efetuado.

Na utilização sistemática desta ficha, dever-se-á ter em conta o seguinte:

Elemento/Operação de construção:

Descrição do elemento ou operação de construção a que o registo respeita. Deverá inscrever-se a mesma descrição que consta na correspondente ficha do Plano de Monitorização e Prevenção.

Código:

Código da ficha a que corresponde o elemento/operação de construção a que respeitar o registo (igual ao da ficha de Planos de Monitorização e Prevenção na qual se baseou o registo).

Localização/Atividade:

Um elemento ou operação construção pode repetir-se várias vezes numa obra. Nesses casos deve ser preparada apenas uma ficha de Plano de Monitorização e Prevenção para esse elemento ou operação de construção. No entanto os Registos de Monitorização e Prevenção devem ser efetuados cada vez que esse elemento ou operação construção é executado. O campo Localização/Atividade serve para registar a localização do elemento ou operação a que o registo respeita.

Verificações/tarefas:

Relação das verificações e/ou tarefas que constam da correspondente ficha do Plano de Monitorização e Prevenção.

PP:

Coluna destinada a assinalar com uma cruz (×) as verificações/tarefas que constituem Pontos de Paragem, conforme definido nos respetivos Planos de Monitorização e Prevenção. Estas verificações exigem a intervenção dos elementos indicados na definição de funções com qualificações e competência para avaliar e autorizar o prosseguimento dos trabalhos.

12.4.5.3 CONTROLO DA ENTIDADE EXECUTANTE

Para cada verificação/tarefa deverá registar-se a sua conformidade ou não com as especificações constantes na ficha do respetivo Plano de Monitorização e Prevenção. No caso de ser observada uma conformidade, assinala-se essa situação com uma cruz (x) na coluna (Conf.). Caso contrário, inscreve-se o número da não conformidade na coluna "N.º NC". Neste último caso será então aberta uma ficha de não conformidade seguindo-se o procedimento referido no ponto a seguir. Em qualquer dos casos, o responsável pelo controlo e verificação em causa deve assinar/rubricar na coluna reservada para o efeito e inscrever a data respetiva.

12.4.5.4 CONTROLO DA FISCALIZAÇÃO

Sempre que a Fiscalização entenda poderá também registar as verificações/tarefas na coluna indicada para o efeito. Essas verificações/tarefas são obrigatórias quando se trate de uma posição assinalada com Ponto de Paragem (PP), devendo neste caso a Entidade Executante/Adjudicatário não prosseguir com o trabalho e solicitar a presença da Fiscalização. A forma de utilização desta coluna é em tudo idêntico ao descrito na posição anterior.

É responsabilidade da Entidade Executante:

- Proceder ao controlo conforme as verificações/tarefas previstas nos Planos de Monitorização e Prevenção. O controlo correspondente às verificações identificadas como Ponto de Paragem (PP) tem que ser objeto de reverificação por elemento da Entidade Executante/Adjudicatário com qualificação de Engenheiro;

- Efetuar os registos das ações de controlo desenvolvidas;

- Registar todas as não conformidades que ocorram.

Cabe à Fiscalização a responsabilidade de acompanhar/certificar o cumprimento das ações desenvolvidas pela Entidade Executante confirmando no mínimo as verificações identificadas como Pontos de Paragem (PP). Em caso de dúvida, a Fiscalização poderá elaborar esses registos, obrigando-se a Entidade Executante a juntá-los ao processo e tomar as ações correspondentes.

Cada elemento ou operação de construção a controlar dará origem a tantas fichas quantas as vezes esse elemento ou operação de construção se repetir, podendo, no entanto, considerar-se grupos de operações ou elementos de construção, quando executados em conjunto (por exemplo, grupos de pilares).

Os Registos de Inspeção e Prevenção deverão ser arquivados pela Entidade Executante no **Apêndice 15**. O arquivo será organizado de acordo com o sistema de codificação dos elementos/operações de construção estabelecido pela Entidade Executante e aceite pela Fiscalização.

12.4.6 REGISTOS DE NÃO CONFORMIDADE E AÇÕES CORRETIVAS/PREVENTIVAS

A Entidade Executante deverá registar como não conformidade todos os casos que apresentem gravidade significativa (requerendo ações corretivas/preventivas importantes), que embora de menor gravidade corresponda a uma situação de reincidência ou cujas correções não possam ser resolvidas de imediato.

Tais não conformidades deverão ser registadas em fichas de acordo com o modelo S14, incluído no **Apêndice 1** deste documento, ou outro que a Entidade Executante entenda propor e a Fiscalização aceite, desde que não diminua a informação referida neste modelo.

Caso a Entidade Executante não registe uma não conformidade que no critério da Fiscalização/Coordenador de Segurança em Obra deva ser considerado como tal, esta deverá registar essa não conformidade obrigando-se a Entidade Executante a incluir no Apêndice de não conformidades, adiante referido e a cumprir com a ordem dada.

Nesta situação, a Fiscalização deverá levar essa situação para a reunião de obra que se lhe seguir, registando-se na respetiva ata as medidas tomadas para esclarecer e evitar situações similares.

Todas as fichas deverão ser numeradas sequencialmente para cada empreitada (Posição indicada na ficha com Número) e arquivadas sobrepondo as mais recentes às mais antigas e assim o maior número corresponderá ao número de fichas preparadas para a empreitada em causa. Na posição indicada por Número de página/Total de páginas deverá inscrever-se, para cada uma das fichas, essas indicações e assim para uma ficha constituída por 2 páginas ter-se-ão as páginas 1/2 e 2/2.

No caso das não conformidades levantadas pala Fiscalização deverá seguir-se o mesmo processo de numeração (iniciado em 1) para cada empreitada, adicionando "/F", isto é, tratando-se por exemplo, da 3ª não conformidade levantada pela Fiscalização, na posição "Número" inscrever-se –á "3/F".

Na utilização sistemática desta ficha, dever-se-á ter em conta o seguinte:

12.4.6.1 DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE

Espaço destinada à descrição da não conformidade. Essa descrição deverá ser sucinta, precisa e clara de forma a não haver dúvidas sobre a sua interpretação.

Localização:

Espaço destinado a registar o local onde se verificou a não conformidade.

Documentos de referência:

Espaço destinado a registar os documentos de referência infringidos e que deu origem à não conformidade (regulamento, caderno de encargos, PSS, projeto, etc.), devendo indicar-se o artigo, ponto ou elemento que não foi cumprido. Não sendo registado nenhum documento de referência, considera-se tratar-se de uma oportunidade de melhoria do processo ou sistema.

Descrito por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Entidade Executante ou da Fiscalização que levantou a não conformidade.

Verificado por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Entidade Executante ou da Fiscalização que verificou a descrição da não conformidade, devendo ser pessoa

hierarquicamente superior a quem a descreveu, exceto quando a não conformidade é levantada pelo Diretor Técnico da Empreitada ou pelo Chefe da Fiscalização.

12.4.6.2 DESCRIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS E/OU PREVENTIVAS

Espaço destinado à descrição das ações corretivas e/ou preventivas a implementar para, respetivamente, corrigir a não conformidade, ou para prevenir a sua ocorrência. Nesta posição inclui-se:

Proposto por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Entidade Executante ou da Fiscalização que propõe ações corretivas e/ou preventivas.

Verificado por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Entidade Executante ou da Fiscalização que verificou a proposta das ações corretivas e/ou preventivas a implementar, devendo ser pessoa hierarquicamente superior a quem a propõe, exceto quando a não conformidade é levantada pelo Diretor Técnico da Empreitada ou pelo Chefe da Fiscalização.

Decidido por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Fiscalização que decide sobre as ações corretivas e/ou preventivas propostas pela Entidade Executante. Neste processo de aprovação deverá assinalar-se uma das situações: aceite a ação proposta; aceite nas condições em anexo devidamente identificado (devendo anexar-se essas condições que passam a fazer parte integrante da não conformidade), rejeitado, caso em que se deverá abrir uma nova não conformidade seguindo a numeração existente, não se anulando a anterior. Deverá também indicar-se a data até à qual as ações descritas devem estar implementadas.

12.4.6.3 EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/PREVENTIVAS

Espaço destinado a confirmar a execução das ações realizadas. Nesta posição inclui-se:

Executado por:

Espaço destinado à rubrica e data do elemento da Entidade Executante responsável pela execução das ações corretivas e/ou preventivas aprovadas.

Verificado por:

Espaço destinado à rubrica e data do Diretor Técnico da Empreitada.

Aprovado por:

Espaço destinado à rubrica e data da Fiscalização/Coordenador de Segurança em Obra.

É responsabilidade da Entidade Executante:

- Identificar e descrever as não conformidades;
- Propor e acordar com a Fiscalização as ações corretivas e/ou preventivas a implementar;
- Desenvolver dentro do prazo acordado as ações corretivas e/ou preventivas;
- Verificar a eficácia das ações corretivas e/ou preventivas;
- Analisar as causas das não conformidades e providenciar a implementação de ações para eliminar essas e/ou outras causas potenciais em futuros casos.

É responsabilidade da Fiscalização:

- Decidir sobre as ações corretivas e/ou preventivas a implementar e/ou determinar condições de aceitação ou outras ações em substituição ou suplementares das propostas. Quando justificável, a Fiscalização deverá comunicar ao Dono de Obra as ocorrências, que deverá pronunciar-se determinando as medidas que entenda adequadas.
- Verificar ações corretivas e/ou preventivas executadas.
- Analisar a eficácia das ações corretivas / preventivas implementadas no caso de não conformidades de gravidade significativa.

Os Registos de Não conformidade e Ações Corretivas e Preventivas deverão ser arquivados pela Entidade Executante no **Apêndice 16**, que deverá conter no início uma lista numerada com todas as não conformidades levantadas pela própria Entidade Executante (qualquer pessoa com funções para tal, desde o chefe de equipa até ao Diretor Técnico da Empreitada, passando por encarregados, técnicos de segurança do Empreiteiro, etc.). As não conformidades levantadas pela Fiscalização deverão também ser arquivadas no mesmo anexo, mas com separador identificando estas e contendo uma lista numerada de acordo com o acima referido.

12.4.7 IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHADORES

12.4.7.1 IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHADORES

É responsabilidade da Entidade Executante identificar todos os trabalhadores da obra, incluindo os dos Subempreiteiros, tarefeiros e trabalhadores independentes, caso existam.

Todos os trabalhadores da obra antes de iniciarem funções na obra terão de preencher uma ficha de identificação individual em modelo à escolha da Entidade Executante, a qual deve conter os principais dados de identificação pessoal (nome, data de nascimento, morada, n.º do documento de identificação, validade do documento de identificação, n.º da segurança social, n.º de identificação fiscal, contacto de emergência) e entidade empregadora.

De acordo com a legislação nacional, a Entidade Executante deve manter um registo diário dos trabalhadores presentes em estaleiro.

12.4.7.2 EXAMES MÉDICOS DOS TRABALHADORES

Nos termos da legislação vigente constitui obrigação da entidade empregadora assegurar a vigilância adequada da saúde dos trabalhadores em função dos riscos a que se encontram expostos, devendo para tal promover a realização de exames de saúde, tendo em vista verificar a aptidão física e psíquica dos trabalhadores, bem como a repercussão do trabalho e das suas condições na saúde do trabalhador.

É assim obrigação da Entidade Executante assegurar que cada trabalhador da obra possui aptidão física e psíquica para o exercício das suas funções. Na ficha individual de cada trabalhador terá de ser notada a data do último exame médico a que o trabalhador foi sujeito e o resultado da inspeção médica.

Os trabalhadores que sofram acidentes que resultem em incapacidade temporária por um período superior a 30 (trinta) dias devem, antes de regressar ao trabalho ser sujeitos a inspeção médica.

12.4.8 PLANOS DE PROTEÇÕES INDIVIDUAIS

Por Equipamento de Proteção Individual (EPI) entende-se qualquer equipamento ou seu acessório destinado a uso pessoal do trabalhador para proteção contra riscos suscetíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde no desempenho das tarefas que lhe estão cometidas.

Os EPI devem ser utilizados sempre que os riscos existentes não puderem ser evitados de forma satisfatória por meios técnicos de proteção coletiva ou por medidas, métodos ou processos de organização do trabalho (o Decreto-Lei nº 348/93 de 1 de outubro e a Portaria 988/93 de 6 de outubro, definem regras de utilização dos equipamentos de proteção individual). Os EPI devem ser utilizados também como medidas preventivas complementares de outras sempre que se considere justificável.

Na definição dos EPI que cada trabalhador deverá utilizar, deverão distinguir-se os de uso permanente e os de uso temporário. Os primeiros destinam-se a serem utilizados durante a permanência de qualquer trabalhador no Estaleiro, considerando-se no mínimo o capacete de proteção, botas com palmilha e biqueira de aço. Os segundos serão utilizados pelo trabalhador dependendo do tipo de tarefa que desempenha (por exemplo, uso de protetores auriculares quando em ambientes com elevada intensidade sonora) e dependendo das condições de trabalho excecionais a que este possa vir a estar

sujeito (por exemplo, uso de arneses de segurança na execução de trabalhos em altura em que não possam ser adotadas medidas de proteção coletiva).

Antes da utilização de qualquer EPI, a Direção Técnica da Empreitada terá que assegurar que são transmitidas ao trabalhador que vai utilizar o EPI todas as instruções necessárias para o correto uso do equipamento e os riscos que esses EPI pretendem proteger face às tarefas que cada trabalhador irá desempenhar. Ao trabalhador caberá a responsabilidade de respeitar as instruções de utilização e participar todas as anomalias ou defeitos que detete no equipamento.

O Entidade Executante registará a distribuição de EPI a todos os trabalhadores da obra, incluindo os dos subempreiteiros, tarefeiros e trabalhadores independentes. Para tal utilizará o modelo S08 incluído no **Apêndice 1** deste documento. No ato da entrega de Equipamentos de Proteção Individual, cada trabalhador deverá assinar a sua receção, competindo ao empregador, nos termos da legislação em vigor, informar aquele dos riscos que cada EPI visa proteger. Nesse ato o trabalhador deverá também tomar conhecimento das suas obrigações assinando a declaração que consta nas fichas de Distribuição de EPI.

Os registos de distribuição de EPI serão arquivados no **Apêndice 17**.

12.4.9 FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO DOS TRABALHADORES

Nos termos da Lei-Quadro sobre Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, constitui obrigação da entidade empregadora assegurar a formação e informação dos trabalhadores tendo em conta as funções que desempenham e o posto de trabalho que ocupam.

Atendendo às características dos trabalhos a realizar, ao prazo de execução da empreitada, às condicionantes existentes e aos métodos e processos construtivos, a Entidade Executante deverá preparar um Plano de Formação e Informação dos Trabalhadores.

O Plano de Formação e Informação dos Trabalhadores poderá incluir ações de diversos tipos, nomeadamente:

- Ações de sensibilização da generalidade dos trabalhadores para a segurança e saúde no trabalho;
- Afixação de informações gerais sobre a segurança no trabalho, realçando aspetos essenciais;
- Proporcionar formação específica a trabalhadores sempre que se justifique;
- Proporcionar formação adequada a trabalhadores com tarefas específicas no âmbito da segurança e saúde (técnico de prevenção, socorrista, etc.).

Todas as ações do âmbito da Formação e Informação dos Trabalhadores devem ser registadas, incluindo nomeadamente, registos de presenças, tema abordado, duração, entre outros.

12.4.9.1 AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO

As ações de sensibilização deverão ter lugar, num dos primeiros dias da abertura do Estaleiro, e durante a execução dos trabalhos com periodicidade previamente definida. É recomendável que as ações de sensibilização não sejam muito longas.

O Diretor Técnico da Empreitada deverá transmitir ao coletivo dos trabalhadores (incluindo os dos subempreiteiros e trabalhadores independentes), de forma sucinta, os aspetos essenciais contidos no Plano de Segurança e de Saúde da empreitada e que interessem à generalidade dos trabalhadores.

Sempre que, no decurso da execução da obra, um novo trabalhador seja integrado no Estaleiro, o Diretor Técnico da Empreitada deverá também garantir que lhe são fornecidas informações gerais sobre segurança e saúde nesta empreitada.

12.4.9.2 AFIXAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Deve ser prevista a afixação, nomeadamente na vitrina prevista no ponto referente ao Projeto do Estaleiro e noutros locais de grande visibilidade pelos trabalhadores, de informações gerais realçando aspetos essenciais do Plano de Segurança e de Saúde da empreitada.

Na referida vitrina, a Entidade Executante deverá afixar também os seguintes documentos:

- Comunicação Prévia (se aplicável);
- Horário de Trabalho;
- Quadro com registo de telefones de emergência;
- Quadro de registo de acidentes e índices de sinistralidade laboral;
- Alvará;
- Recibo de pagamento de seguro de AT, atualizado.

A Entidade Executante incluirá no **Apêndice 18** todos os documentos desenvolvidos no âmbito da Formação e Informação dos Trabalhadores, nomeadamente calendarizações de ações, assim como os registos comprovativos da realização das mesmas.

12.4.10 PLANO DE REGISTO DE ACIDENTES E ÍNDICES DE SINISTRALIDADE

Todos os incidentes (acidentes ou quase acidentes) têm de ser investigados e comunicados, para que se proceda às correções necessárias ao nível das condições humanas, materiais ou ambientais. Por outro lado, tais investigações e comunicações, devem servir objetivos estatísticos, os quais permitirão não só cumprir obrigações legais, assim como permitir desenvolver uma política e intervenção no domínio da Segurança e Saúde no Trabalho.

Sempre que ocorra um Incidente deve ser efetuado um inquérito, registando-se todas as informações pertinentes que permitam uma análise detalhada deste. Os incidentes são assim classificados:

- Acidente de trabalho: Sempre que ocorra dano físico que implique a participação à seguradora;
- Quase acidente: Acontecimento que evidencie situação particularmente grave na perspetiva da segurança e saúde do trabalho.

Sempre que a especificidade ou gravidade do acidente o justifique, deverão ser anexados ao relatório de acidente outros elementos informativos resultantes do inquérito;

- Depoimento de testemunhas;
- Relatórios detalhados;
- Fotografias;
- Esquemas gráficos e desenhos;
- Outros elementos técnicos;
- Cópia da correspondência relacionada com o acidente ou quase acidente;
- Se um acidente de trabalho envolver pessoal de subempreiteiro, a Entidade Executante deve exigir-lhe cópia da correspondência relevante por ele emanada, e que possa ter interesse para o processo.

12.4.10.1 COMUNICAÇÃO E REGISTO DE ACIDENTES

É competência da Entidade Executante registar os incidentes de trabalho. Sem prejuízo de outras comunicações estabelecidas legalmente, o Diretor Técnico da Empreitada é responsável por comunicar por escrito à Fiscalização esses incidentes, atendendo às seguintes regras:

- Acidente de trabalho: A comunicação ao Dono de Obra deverá ser feita num prazo máximo de 24 horas após o acidente. Essas comunicações são feitas pelo

envio de cópia do Registo de Acidente de Trabalho de acordo com o modelo S18 incluído no **Apêndice 1** deste documento, o qual deve conter todos os dados disponíveis à data;

- Quase acidente: A comunicação ao Dono de Obra deverá ser feita num prazo máximo de uma semana após o quase acidente. Essas comunicações são feitas pelo envio de cópia do Registo de Quase Acidente de Trabalho de acordo com o modelo S22 incluído no **Apêndice 1** deste documento, o qual deve conter todos os dados disponíveis à data;

- Na situação do trabalhador acidentado permanecer de baixa por um longo período, a Entidade Executante comunica ao Dono de Obra, no final de cada mês, a evolução do estado de saúde do acidentado e previsão do seu regresso ao trabalho;

- No prazo máximo de 5 (cinco) dias após o regresso ao trabalho do acidentado ou após a data do apuramento (efetivo) do grau de desvalorização, a Entidade Executante terá de enviar ao Dono de Obra o Registo de Acidente de Trabalho final completamente preenchido e assinado.

Mensalmente, a Entidade Executante deverá elaborar a ficha modelo S19 incluída no **Apêndice 1** deste documento, onde se pretende resumir os acidentes de trabalho ocorridos no mês e todos os sinistrados em meses anteriores que ainda se encontrem de baixa.

12.4.10.2 ÍNDICES DE SINISTRALIDADE LABORAL

A Entidade Executante registará todos os dados necessários para determinar os principais Índices de Sinistralidade Laboral, utilizando para o efeito o **modelo S20** incluído no Apêndice 1 deste documento.

Na utilização desse quadro, a Entidade Executante deverá considerar o que o seguinte:

- Consideram-se todos os acidentes declarados às Companhias de Seguros;

- No caso de acidente envolvendo mais do que um trabalhador, o número de acidentes de trabalho são tantos quantos os sinistrados;

- Na contagem do número de dias de trabalho perdidos não se considera o dia da ocorrência do acidente nem o do regresso ao trabalho;

- Tratando-se de acidentes de trabalho ocorridos com trabalhadores de subempreiteiros ou de sucessiva cadeia de subcontratação, ou ainda de trabalhadores independentes, no número de dias perdidos serão contabilizados todos os dias de trabalho até ao final do contrato desse subempreiteiro (ou sucessiva cadeia de subcontratação) ou desse trabalhador independente.

Em qualquer dos casos, o limite para a contagem do número de dias de trabalho perdidos termina na data de receção provisória da empreitada ou, caso aplicável, da última receção provisória parcial.

A informação contida nesse quadro possui o significado que se apresenta a seguir:

(1) Ano a que respeita a informação.

(2) Mês a que respeita a informação.

(3) N.º médio de pessoas na obra, incluindo técnicos e administrativos, trabalhadores dos subempreiteiros e sucessiva cadeia de subcontratação, e trabalhadores independentes. É calculado pela média aritmética do número de trabalhadores existentes em cada um dos dias desse mês.

(4) N.º total de pessoas-hora trabalhadas no mês. Determina-se a partir de folhas diárias de permanência de cada trabalhador em obra (folhas de controlo de assiduidade). Trata-se de registar o número total de horas de exposição a risco de todos os trabalhadores existentes no Estaleiro.

(5) N.º acidentes mortais ocorridos no mês.

(6) N.º acidentes não mortais sem baixa.

(7) N.º acidentes não mortais com 1 ou mais dias de baixa.

(8) N.º acidentes não mortais com mais de 3 dias de baixa.

(9) N.º total de acidentes de trabalho ocorridos (Mortais e não mortais).

(10) N.º de dias de trabalho perdidos nos acidentes com 3 ou menos dias de baixa.

(11) N.º de dias de trabalho perdidos nos acidentes com mais 3 de dias de baixa.

(12) N.º total de dias perdidos com todos os acidentes não mortais, com baixa.

(13) Índice de Incidência dos acidentes mortais e não mortais.

(14) Índice de Incidência dos acidentes mortais e não mortais com mais de 1 dia de baixa.

(15) Índice de Incidência dos acidentes mortais e não mortais com mais de 3 dias de baixa.

(16) Índice de Frequência dos acidentes mortais e não mortais.

(17) Índice de Frequência dos acidentes mortais e não mortais com mais de 1 dia de baixa.

(18) Índice de Frequência dos acidentes mortais e não mortais com mais de 3 dias de baixa.

(19) Índice de Gravidade dos acidentes mortais e não mortais.

(20) Índice de Gravidade dos acidentes mortais e não mortais com mais de 3 dias de baixa.

(21) Índice de Duração de todos os acidentes não mortais com mais de 1 dia de baixa.

(22) Índice de Duração dos acidentes não mortais com mais de 3 dias de baixa.

O Índice de Incidência (II) é o número de acidentes ocorridos num dado período por cada mil trabalhadores expostos a risco no mesmo período. É calculado pela seguinte expressão:

Equação 12.2 – Índice de Incidência (II)

$$II = \frac{\text{N.º acidentes} \times 1\,000}{\text{N.º Trabalhadores}}$$

O Índice de Frequência (IF) é o número de acidentes ocorridos num dado período em cada milhão de pessoas-hora trabalhadas no mesmo período, traduzindo a probabilidade de ocorrência de acidentes. É calculado pela seguinte expressão:

Equação 12.3 – Índice de Frequência (IF)

$$IF = \frac{\text{N.º acidentes} \times 1\,000\,000}{\text{N.º Pessoas - hora trabalhadas}}$$

O Índice de Gravidade (IG) é o número de dias de trabalho perdidos pelo conjunto de trabalhadores acidentados num dado período em cada mil pessoas-hora trabalhadas nesse mesmo período, traduzindo as consequências dos acidentes. É calculado pela seguinte expressão, considerando-se que cada acidente mortal equivale a uma perda de 7500 dias de trabalho (penalização estatística):

Equação 12.4 – Índice de Gravidade (IG)

$$IG = \frac{(\text{N.º dias perdidos} + \text{N.º Acid. mortais} \times 7500) \times 1\,000}{\text{N.º Pessoas - hora trabalhadas}}$$

O Índice de Duração (ID) dos acidentes de trabalho é o número médio de dias de trabalho perdidos por cada acidente de trabalho com baixa (não considerando os acidentes de trabalho mortais e os correspondentes dias perdidos de penalização estatística), realçando a gravidade dos acidentes com baixa ocorridos. É calculado pela seguinte expressão:

Equação 12.5 – Índice de Duração (ID)

$$ID = \frac{\text{N.º dias perdidos}}{\text{N.º acidentes com baixa}}$$

Os resultados obtidos deverão ser objeto de análise procurando-se determinar as causas dos acidentes ocorridos e, sempre que a situação recomende, melhorar as técnicas de segurança e de saúde a aplicar visando evitar ou eliminar potenciais riscos.

A Entidade Executante atualizará no final de cada mês, um ficheiro com os dados relativos aos acidentes e índices de sinistralidade laboral (**modelo S20** atrás referido). O quadro de registo dos Índices de Sinistralidade Laboral depois de atualizado deverá ser afixado no Estaleiro na vitrina referida no ponto relativo ao projeto do Estaleiro até ao 10º dia útil de cada mês.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 19** esses quadros de Índices, os Registos dos Acidentes de Trabalho ocorridos, incluindo os relatórios das investigações dos acidentes, assim como toda a documentação relacionada com cada acidente.

12.4.11 PLANO DE VISITANTES

A entrada no Estaleiro de pessoas estranhas à execução da empreitada requer autorização do Dono da Obra, e serem do conhecimento do Diretor Técnico da Empreitada, o qual deverá assegurar que os visitantes:

- São acompanhados por pessoa conhecedora do Estaleiro;
- Devem utilizar o equipamento de proteção individual obrigatório (de uso permanente), incluindo capacete de proteção que a Entidade Executante deverá dispor em permanência e em bom estado, e calçado de segurança;
- Foram elucidados sobre os caminhos que devem utilizar e zonas de perigo.

Eventuais documentos preparados no âmbito de Planos de Visitantes serão arquivados pela Entidade Executante/Adjudicatário no **Apêndice 20**.

12.4.12 PLANO DE EMERGÊNCIA

Nos termos da legislação em vigor, constitui obrigação do empregador o estabelecimento das medidas a adotar em caso de ocorrência de acidentes.

A Entidade Executante preparará um Plano de Emergência estabelecendo as medidas a aplicar em caso de acidente, o qual deve prever, nomeadamente, o seguinte:

- Afixação na vitrina e junto aos telefones que existam no Estaleiro, lista de telefones de emergência, nomeadamente Bombeiros, Polícia, Hospital, entidades concessionárias de serviços afetados, Serviços Camarários, Fiscalização, Coordenador de Segurança da Obra, Diretor da Técnico da Empreitada, Encarregado Geral.

- Sinalização de segurança identificando, nomeadamente os meios de combate a incêndios e o posto de primeiros socorros (fixo ou móvel).
- Prever um sistema de comunicação rápida e lista de meios de socorro e respetivos contactos para poderem solicitar a intervenção dos meios de socorro necessários em situação de acidente.
- Deve evitar-se trabalhadores isolados, sendo as equipas de trabalho constituídas no mínimo por 2 trabalhadores.
- Definir medidas, caminhos e sinalização adequada de acesso a todas as zonas de trabalhos para evacuação de sinistrados e de todo o pessoal da obra em caso de ocorrência dos seguintes cenários:
    - Acidente
    - Acidente grave
    - Inundação
    - Incêndio
    - Sismo
    - Explosão
    - Casos Suspeitos COVID-19
    - outros tipos de cenários

Os documentos preparados no âmbito do Plano de Emergência serão arquivados pela Entidade Executante no **Apêndice 21**.

12.4.13 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA (PES)

Os termos da legislação em vigor, os trabalhos que envolvam riscos especiais deverão ser alvo de tratamento específico. A identificação dos trabalhos com risco especiais deverá ser feita pela Entidade Executante no PSS da fase de obra. Será obrigatória a apresentação de Procedimentos Específicos de Segurança (PES) para as atividades com riscos especiais identificadas anteriormente, assim como para outros riscos que a Entidade Executante venha a identificar em obra, ou sempre que solicitado pelo Coordenador de Segurança em Obra.

Todos os trabalhos que envolvem riscos especiais estabelecidos no artigo 7º, do Decreto-Lei nº 273/2003, de 29 de outubro, só podem ser iniciados após o respetivo PES ter sido analisado e validado tecnicamente pela Fiscalização e Coordenação de Segurança em Obra.

Os PES deverão ser desenvolvidos pela Entidade Executante, antes do início dos trabalhos, e submetidos para efeitos de análise e validação da fiscalização e coordenação de segurança em obra, e aprovação do dono de obra, com uma antecedência mínima de cinco (5) dias úteis. Os trabalhos só poderão ser iniciados após a aprovação pelo Dono de Obra do respetivo PES.

Todos os PES terão que obrigatoriamente ser dados a conhecer às equipas de trabalho envolvidas no terreno, via formação específica de segurança, registado em impresso próprio, antes do início dos trabalhos.

A Entidade Executante arquivará no **Apêndice 25** os Procedimentos Específicos de Segurança a elaborar.

Os PES a desenvolver deverão contemplar, no mínimo, os seguintes campos:

Objetivo:

Sucintamente dever-se-á descrever o objetivo do PES referenciando o controlo dos riscos especiais identificados.

Caracterização e duração da obra:

Referir onde decorre a atividade alvo do PES, bem como a duração da mesma.

Descrição do processo construtivo:

Identificação dos meios humanos, materiais e equipamentos, bem como descrição detalhada do método operativo a realizar para a atividade em causa.

Condicionalismos:

Deverão ser descritos os condicionalismos, sempre que estes estejam na origem ou sejam componente do risco especial identificado. As medidas de controlo dos condicionalismos deverão ser aqui referenciadas.

Identificação e avaliação de riscos:

A análise dos riscos deverá ser relativa às definições da obra, englobando as fases de execução, exploração, manutenção e conservação dos trabalhos realizados.

A avaliação de riscos deverá consistir na valorização do risco em termos de probabilidade da ocorrência e gravidade potencial das consequências, estabelecendo-se uma escala para cada parâmetro, que condiz com o nível de risco para o qual serão tomadas as respetivas medidas preventivas. Estas deverão ser identificadas, associadas a cada tarefa e correspondentes a cada um dos riscos identificados.

Medidas de Prevenção dos Riscos:

Descrição detalhada das medidas preventivas a implementar para a redução dos riscos identificados para um nível aceitável. A Entidade Executante deve implementar todas as medidas aprovadas

12.4.14 PLANO DE CONTROLO E GESTÃO DE EFLUENTES, RESÍDUOS E EMISSÕES

Da implantação da obra, previsivelmente, resultarão efluentes, resíduos e emissões de vários tipos e com impactes diferenciados. Alguns desses efluentes foram já considerados em termos do Projeto de Estaleiro, sendo que compete ao Empreiteiro providenciar a organização do estaleiro de modo a que os efluentes, resíduos e emissões produzidos sejam devidamente tratados de modo a minimizar impactes, implementando sistemas de identificação, controlo, recolha, transporte e envio para destino final adequado, privilegiando o reaproveitamento ou a reciclagem dos efluentes, resíduos e/ou componentes em que tal seja tecnicamente viável.

De modo a programar estas atividades e aferir e verificar a sua eficácia, o Empreiteiro preparará e submeterá à Coordenação de Segurança em Obra para validação e posterior aprovação pelo Dono de Obra, conjuntamente com o projeto de Estaleiro, um Plano de Controlo e Gestão de Efluentes, Resíduos e Emissões em que fará:

- A identificação e caracterização dos efluentes, resíduos e emissões previstos:
    - Identificando as respetivas fontes geradoras,
    - Caracterização física e química, de cada efluente, resíduo e/ou emissão (em função da fonte geradora do mesmo),
    - Caudal médio/volume ou estimativa da quantidade e variabilidade,
    - Método de controlo de cada efluente, resíduo e/ou emissão;
- A identificação das operações de recolha, armazenamento, transporte e encaminhamento para destino final (reciclagem, valorização ou eliminação) de cada efluente, resíduo e/ou emissão;
- Definição das medidas e ações preventivas no âmbito da poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas;
- Definição de medidas e ações que minimizem a produção de efluentes, resíduos e/ou emissões em obra;
- A descrição do sistema de monitorização e registo de efluentes, resíduos e/ou emissões.

O Plano de Controlo e Gestão de Efluentes, Resíduos e Emissões terá que prever e referir, entre outras, as medidas de gestão (tais como: controlo, minimização, recolha, pré-tratamento, armazenagem, transporte e destino final adequado) dos seguintes efluentes, resíduos e/ou emissões:

- Efluentes (ex.: resultantes de cozinhas, refeitórios, dormitórios, escritórios, instalações oficinais, industriais e outras estruturas de apoio à obra, manutenção de veículos afetos à obra, e atividades das frentes de obra, etc.);

- Resíduos sólidos urbanos/ perigosos (ex.: resultantes de cozinhas, refeitórios, dormitórios, escritórios, instalações oficinais, industriais e outras estruturas de apoio à obra, manutenção de veículos afetos à obra, e atividades das frentes de obra, etc.);

- Implantação de sistemas de triagem para recolha, armazenamento e encaminhamento para destino final – reciclagem, valorização ou eliminação (ex.: de vidro, papel, metais, plásticos, pilhas e óleos);

- Efluentes e emissões de centrais de betão, britagem e/ou asfalto;

- Medidas de contenção e tratamento de derrames acidentais (abastecimento de combustíveis, mudanças de óleos lubrificantes de máquinas, etc.);

- Definição de um Plano de Emergência para eventuais derrames acidentais.

Sem prejuízo do disposto anteriormente, o Empreiteiro, no desenvolvimento das suas atividades na obra, deverá cumprir a regulamentação, as normas, requisitos legais e contratuais relativos à defesa do ambiente.

O Empreiteiro arquivará no **Apêndice 26** cópia do Plano de Controlo e Gestão de Efluentes, Resíduos e Emissões e de todos os registos de monitorização resultantes desse plano e das alterações que lhe sejam efetuadas.

12.4.15 Plano de Levantamento e Reposição de Serviços Afetados

O Empreiteiro deverá elaborar um Plano de Levantamento e Reposição dos Serviços Afetados, o qual será previamente submetido à apreciação do Coordenador de Segurança em Obra para validação e posterior aprovação pelo Dono de Obra.

Neste plano, o Empreiteiro deve identificar com precisão a localização de todos os serviços que possam condicionar o normal desenrolar dos trabalhos, nomeadamente, todos aqueles já referenciados neste plano no ponto 3.2 (Condicionalismos existentes no local).

O Empreiteiro arquivará no **Apêndice 27** cópia do Plano de Levantamento e Reposição de Serviços Afetados.

12.4.16 Plano de Movimentação Mecânica de Cargas

Antes de iniciar qualquer ação de Movimentação Mecânica de Cargas, a Entidade Executante, sem prejuízo de outros aspetos que a Fiscalização / Coordenador de Segurança da Obra considerem relevantes, apresentará à Coordenação de Segurança

em Obra para validação e posterior aprovação pelo Dono de Obra, até 11 (onze) dias antes do início dos trabalhos em causa, um Plano de Movimentação Mecânica de Cargas.

No referido plano deverão constar:

- Os métodos e procedimentos, bem como os materiais/equipamentos a utilizar em tarefas de elevação e movimentação mecânica de cargas;
- Os riscos decorrentes das atividades de elevação e movimentação de cargas;
- Os condicionalismos associados existentes no local;
- As medidas preventivas a adotar.

O plano terá, assim, que prever os riscos e as respetivas medidas preventivas, das quais se enumeram algumas a seguir.

Riscos:

- Queda de objetos/cargas;
- Capotamento de equipamento;
- Esmagamento;

Medidas preventivas:

- Utilização de equipamentos de elevação em bom estado de conservação;
- Equipamentos com plano de manutenção atualizado, marcação CE e relatório de segurança de acordo com o DL 50/2005;
- Equipamentos auxiliares de elevação em bom estado de conservação (cintas, correntes, lingas, manilhas);
- Delimitação e sinalização do espaço, proibindo a permanência de pessoas no raio de ação da máquina e nas zonas de carga, descarga e movimentação;
- Correto dimensionamento da grua móvel a utilizar, em função das cargas e distâncias (raio).
- Deverá ser garantido, se aplicável, o pedido de licença de ocupação de via pública para implantação de meios mecânicos para a obra.

O Empreiteiro arquivará no **Apêndice 28** cópia do Plano de Movimentação Mecânica de Cargas e eventuais alterações ao mesmo.

12.4.17 PLANOS DE COFRAGENS E BETONAGENS

Antes de iniciada a montagem de cofragens e executada qualquer betonagem, o Empreiteiro, sem prejuízo de outros aspetos que a Fiscalização / Coordenador de Segurança em Obra considerem relevantes, submeterá a esta para aprovação, até 11 (onze) dias antes do início dos trabalhos em causa, um Plano de Cofragens e Betonagens, identificando:

- A estrutura de apoio da cofragem (prumos, cavaletes / cimbres) a utilizar, incluindo os travamentos, os sistemas de apoio e as inspeções e verificações sistemáticas a efetuar (listas de verificação);
- As cofragens a utilizar, incluindo escoramento e travamento das mesmas e respetivas medidas preventivas de proteção coletiva a integrar para prevenir os riscos associados à operação, nomeadamente plataformas de trabalho com o mínimo de 0,60 metros de largura livre e guarda-corpos ou outros dispositivos adequados à prevenção de quedas em altura; caso sejam utilizados óleos descofrantes deverão privilegiar-se óleos de base vegetal em vez dos de base mineral por estes conterem solventes orgânicos voláteis eventualmente tóxicos, evitando-se assim o eventual risco de irritação cutânea e de ataque dos pulmões;
- Método de colocação do betão, equipamento utilizado, seu posicionamento e meios humanos a envolver;
- A sequência de execução das betonagens dos elementos a betonar;
- O faseamento de execução dos mesmos, identificando as juntas de betonagem;
- Métodos de proteção das pontas de varões de aço caso se situem a altura que possam originar lesões aos trabalhadores.

O Empreiteiro arquivará no **Apêndice 29** o Plano de Cofragens e Betonagens.

12.4.18 PLANO DE USO DE EXPLOSIVOS

A principal responsabilidade relativamente ao uso de explosivos, como para outros riscos, é garantir a gestão, planificação, coordenação, e supervisão correta do trabalho.

No plano devem constar os seguintes aspetos:

- Responsáveis dos Explosivos
- Procedimentos nos rebentamentos
- Prescrição de tiros
- Segurança dos explosivos

- Receção dos explosivos
- Eliminação de caixas vazias e de explosivos deteriorados
- Transporte de explosivos
- Fornecimento e manutenção do material
- Material de tiro
- Operações de tiro
- Prevenção de falhas
- Utilização de pavio
- Utilização seguro dos explosivos
- Formação dos carregadores de fogo
- Nomeações e autorizações
- Falhas
- Atividades interditas
- Visibilidade

O Empreiteiro arquivará no **Apêndice 30** o *Plano de Utilização de explosivos*

12.5 MONITORIZAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Sem prejuízo das ações diárias ou periódicas que deverão ser realizadas por todos os intervenientes nesta empreitada quer em cumprimento das obrigações legais aplicáveis, quer por exigência do presente Plano de Segurança e de Saúde, referem-se de seguida algumas ações específicas que permitem verificar o desempenho da Entidade Executante na implementação da segurança e saúde no trabalho nesta empreitada:

- Monitorização mensal;
- Reuniões periódicas;
- Auditorias Internas.

12.5.1 MONITORIZAÇÃO MENSAL

A Entidade Executante atualizará no final de cada mês, um registo com dados relativos à monitorização (modelo S18 incluído no **Apêndice 1** do presente documento). Após

cada atualização, a Entidade Executante procederá à entrega do referido registo ao Dono de Obra.

No **Apêndice 22** a Entidade Executante deverá arquivar cópias dos relatórios de Monitorização enviados à Fiscalização.

12.5.2 REUNIÕES PERIÓDICAS

Com o objetivo de acompanhar e avaliar a adaptação/complemento e implementação do Plano de Segurança e de Saúde deverão ser realizadas reuniões periódicas de segurança, entre os intervenientes em obra.

No fim de cada reunião, deverá ser elaborada a Ata da Reunião e assegurada a sua distribuição pelos intervenientes.

No **Apêndice 23** a Entidade Executante deverá arquivar cópias das atas das reuniões.

12.5.3 AUDITORIAS INTERNAS

Sem prejuízo de responsabilidades e direitos estabelecidos legalmente, ao Dono da Obra reserva-se o legítimo direito de, com meios próprios ou através de entidades externas que contrate para o efeito, efetuar auditorias adequadas ao sistema da Segurança e Saúde no Trabalho preconizado no presente Plano de Segurança e de Saúde e na legislação e regulamentação vigentes. Nos processos de Auditoria, a Entidade Executante prestará todas as informações que lhe sejam solicitadas, participará nas reuniões da Auditoria com todos os elementos a quem tal seja solicitado, e disponibilizará à Equipa Auditora as instalações da obra e toda a documentação do âmbito da Segurança e Saúde no Trabalho, incluindo as cópias necessárias.

No **Apêndice 24** a Entidade Executante deve arquivar cópias dos Planos e Relatórios de Auditorias, quer internas (efetuadas pela Entidade Executante), quer externas.

Deverão também ser arquivadas neste anexo, os Planos de Ações Corretivas e/ou Preventivas resultantes dessas auditorias, assim como os documentos relativos a eventuais Inspeções (autos de notícia, notificações, autos de suspensão de trabalhos) que venham a ser realizadas à obra pela Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT).

13 CRONOGRAMA DOS TRABALHOS PREVISTOS

13.1 PLANO DE CONSTRUÇÃO

O Plano de Construção do Projeto foi formulado com base na Estratégia de Construção, que foi desenvolvida em colaboração entre a Quadrante e a Redcorp.

O Cronograma do Projeto engloba as atividades planeadas e programadas de engenharia, aquisição, construção, comissionamento e *ramp-up*, bem como os resultados necessários para atingir a capacidade nominal e a qualidade desejada do produto.

13.1.1 ESTRATÉGIA

A Estratégia de Implementação do Projeto engloba três fases distintas e as suas atividades associadas.

- Fase 1: Aquisição de itens de longo prazo para os principais equipamentos de processamento mineral.

- Fase 2: Atividades de construção para a infraestrutura de apoio, instalação de resíduos, unidade de processamento mineral, portal da mina, conexões externas e exploração subterrânea. Esta fase compreende as seguintes subfases:

    - Fase 2.1: Atividades de construção para a unidade de processamento mineral: britador primário, silo, moagem, flutuação, armazenamento de concentrados, reagentes, britador secundário, telas transportadoras, sala de controlo, subestação elétrica e salas de equipamentos.

    - Fase 2.2: Atividades de construção relacionadas com a infraestrutura de apoio: projeto eletromecânico, edifícios auxiliares, estradas internas e infraestruturas hidráulicas.

    - Fase 2.3: Atividades de construção relacionadas com a instalação de rejeitados, ou seja, Fase 1. As fases subsequentes serão detalhadas nas próximas fases de expansão (fases 2 e 3).

    - Fase 2.4: Atividades de construção relacionadas com a exploração subterrânea. Escavação do portal da mina e desenvolvimento inicial da exploração subterrânea para acesso à primeira produção de minério.

    - Fase 2.5: Atividades de construção relacionadas com as principais conexões externas, como conexões à rede elétrica principal, tubagem de fornecimento de água externa e estradas/acessos externos.

- Fase 3: Comissionamento e primeira alimentação à unidade de processamento mineral. Incremento da produção.

13.1.2 METODOLOGIA

Após reunir todas as informações, a metodologia de trabalho seguiu os seguintes passos:

- Seleção de índices de produtividade aplicáveis aos diversos serviços dos PQs (Consultas do Projeto).
- Organização do cronograma até o nível alinhado com a etapa, utilizando o Microsoft Project.
- Geração do cronograma no formato de gráfico de GANTT.
- Estabelecimento de links e dependências.
- Verificação de toda a sequência lógica e identificação das áreas a serem ajustadas.
- Geração do caminho crítico do projeto.

13.1.3 ASSUNÇÕES

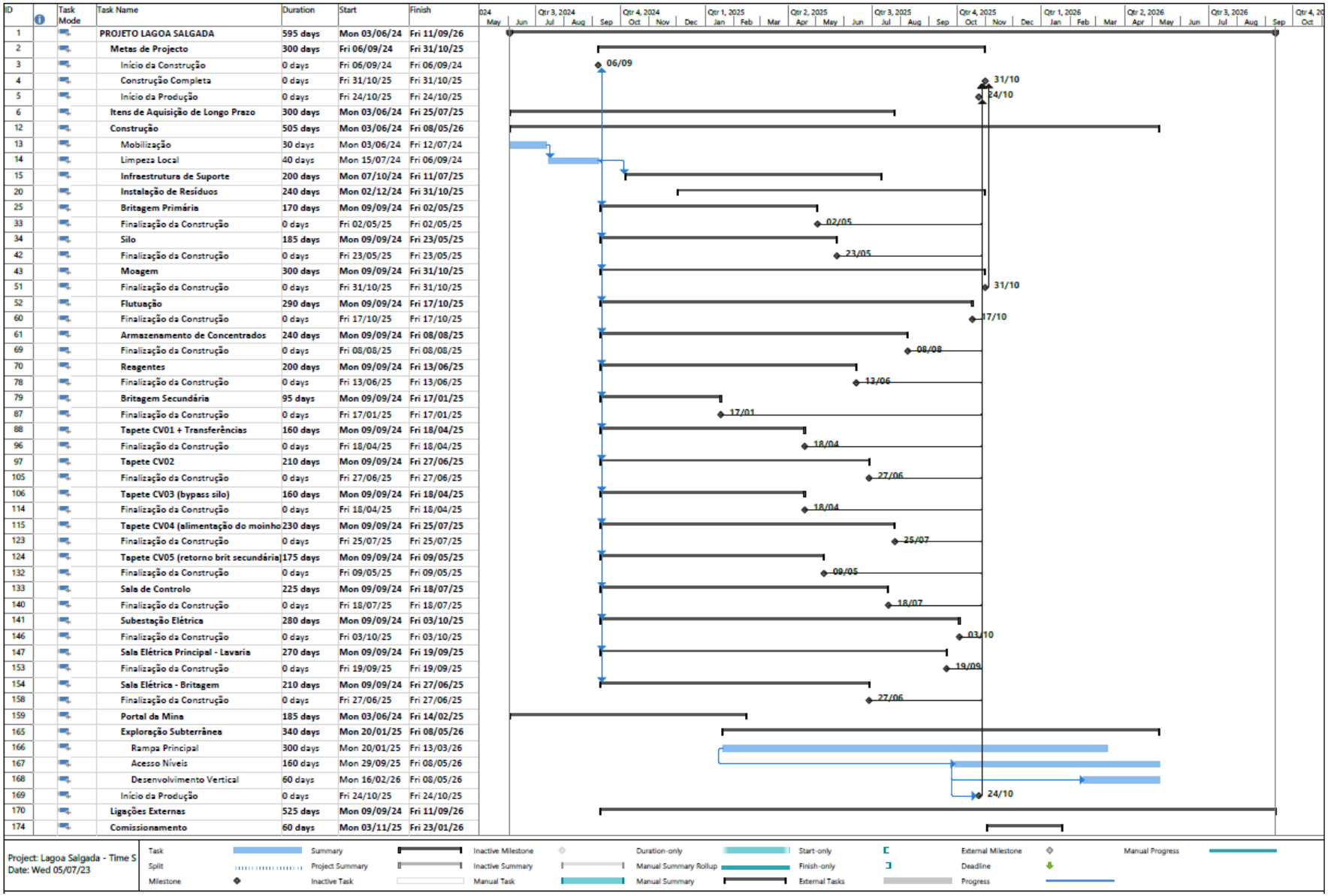
As premissas utilizadas para determinar as durações (calendário) no cronograma foram as seguintes:

- O trabalho foi considerado de segunda a sexta-feira, com 9 horas por dia.
- Todos os feriados nacionais foram levados em consideração.
- Não há restrições nas condições climáticas.
- Não há restrições com licenças ou autorizações.
- A implementação do projeto está programada para começar em 03/06/2024.
- A aquisição de terras para o projeto é considerada concluída antes do início da construção.

13.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO

O resumo da estrutura analítica do Projeto está na figura abaixo.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1		**PROJETO LAGOA SALGADA**	**595 days**	**Mon 03/06/24**	**Fri 11/09/26**
2		**Metas de Projecto**	**300 days**	**Fri 06/09/24**	**Fri 31/10/25**
3		Início da Construção	0 days	Fri 06/09/24	Fri 06/09/24
4		Construção Completa	0 days	Fri 31/10/25	Fri 31/10/25
5		Início da Produção	0 days	Fri 24/10/25	Fri 24/10/25
6		**Itens de Aquisição de Longo Prazo**	**300 days**	**Mon 03/06/24**	**Fri 25/07/25**
12		**Construção**	**505 days**	**Mon 03/06/24**	**Fri 08/05/26**
13		Mobilização	30 days	Mon 03/06/24	Fri 12/07/24
14		Limpeza Local	40 days	Mon 15/07/24	Fri 06/09/24
15		**Infraestrutura de Suporte**	**200 days**	**Mon 07/10/24**	**Fri 11/07/25**
20		**Instalação de Resíduos**	**240 days**	**Mon 02/12/24**	**Fri 31/10/25**
25		**Britagem Primária**	**170 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 02/05/25**
33		Finalização da Construção	0 days	Fri 02/05/25	Fri 02/05/25
34		**Silo**	**185 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 23/05/25**
42		Finalização da Construção	0 days	Fri 23/05/25	Fri 23/05/25
43		**Moagem**	**300 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 31/10/25**
51		Finalização da Construção	0 days	Fri 31/10/25	Fri 31/10/25
52		**Flutuação**	**290 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 17/10/25**
60		Finalização da Construção	0 days	Fri 17/10/25	Fri 17/10/25
61		**Armazenamento de Concentrados**	**240 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 08/08/25**
69		Finalização da Construção	0 days	Fri 08/08/25	Fri 08/08/25
70		**Reagentes**	**200 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 13/06/25**
78		Finalização da Construção	0 days	Fri 13/06/25	Fri 13/06/25
79		**Britagem Secundária**	**95 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 17/01/25**
87		Finalização da Construção	0 days	Fri 17/01/25	Fri 17/01/25
88		**Tapete CV01 + Transferências**	**160 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 18/04/25**
96		Finalização da Construção	0 days	Fri 18/04/25	Fri 18/04/25
97		**Tapete CV02**	**210 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 27/06/25**
105		Finalização da Construção	0 days	Fri 27/06/25	Fri 27/06/25
106		**Tapete CV03 (bypass silo)**	**160 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 18/04/25**
114		Finalização da Construção	0 days	Fri 18/04/25	Fri 18/04/25
115		**Tapete CV04 (alimentação do moinho**	**230 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 25/07/25**
123		Finalização da Construção	0 days	Fri 25/07/25	Fri 25/07/25
124		**Tapete CV05 (retorno brit secundária)**	**175 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 09/05/25**
132		Finalização da Construção	0 days	Fri 09/05/25	Fri 09/05/25
133		**Sala de Controlo**	**225 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 18/07/25**
140		Finalização da Construção	0 days	Fri 18/07/25	Fri 18/07/25
141		**Subestação Elétrica**	**280 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 03/10/25**
146		Finalização da Construção	0 days	Fri 03/10/25	Fri 03/10/25
147		**Sala Elétrica Principal - Lavaria**	**270 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 19/09/25**
153		Finalização da Construção	0 days	Fri 19/09/25	Fri 19/09/25
154		**Sala Elétrica - Britagem**	**210 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 27/06/25**
158		Finalização da Construção	0 days	Fri 27/06/25	Fri 27/06/25
159		**Portal da Mina**	**185 days**	**Mon 03/06/24**	**Fri 14/02/25**
165		**Exploração Subterrânea**	**340 days**	**Mon 20/01/25**	**Fri 08/05/26**
166		Rampa Principal	300 days	Mon 20/01/25	Fri 13/03/26
167		Acesso Níveis	160 days	Mon 29/09/25	Fri 08/05/26
168		Desenvolvimento Vertical	60 days	Mon 16/02/26	Fri 08/05/26
169		Início da Produção	0 days	Fri 24/10/25	Fri 24/10/25
170		**Ligações Externas**	**525 days**	**Mon 09/09/24**	**Fri 11/09/26**
174		**Comissionamento**	**60 days**	**Mon 03/11/25**	**Fri 23/01/26**



O cronograma geral do projeto está resumido na figura acima. Este cronograma reflete o status atual do projeto, que pode estar sujeito a alterações devido a estudos em andamento e otimização das soluções de engenharia, bem como a otimização da execução da construção resultante de estudos de engenharia de valor estimados para as próximas etapas de consolidação e detalhe da engenharia básica.

13.3 RECOMENDAÇÕES

As recomendações referentes ao Planeamento e Cronograma para as próximas etapas de consolidação e detalhe da engenharia básica são as seguintes:

Para a etapa de consolidação da engenharia básica:

- Identificar se há algum impacto na Estrutura do Projeto devido aos estudos de Engenharia de Valor e consolidação da engenharia básica, e atualizá-la, se necessário.

- Confirmar se os índices de produtividade utilizados são consistentes com quaisquer mudanças que possam ocorrer na engenharia básica, especialmente nas Consultas de Engenharia (EQs).

- Confirmar com o Departamento de Compras se os prazos de fornecimento ainda são válidos.

- Atualizar o cronograma com base nos estudos de Engenharia de Valor e consolidação da engenharia básica. Definir a Linha de Base para controlo da implementação, refletindo a visão da etapa FEL 3 - Engenharia Básica Consolidada.

Para a etapa de detalhe, o cronograma deve ser revisto e congelado novamente com base nas informações mais recentes dos fornecedores de serviços e equipamentos.

O cronograma congelado pode impactar a b*aseline*, que pode ser ajustada para se alinhar com o progresso do projeto ou indicar desvios em relação à mesma. A decisão sobre qual a *baseline* a ser adotada para o controlo de implementação deve ser tomada antes da fase de detalhe.

14 BIBLIOGRAFIA

Barriga, F.J.A.S., de Carvalho, D., and Ribeiro, A., 1997, Introduction to the Iberian Pyrite Belt: Society of Economic Geologists Neves Corvo Field Conference, Guidebook Series Volume 27, p. 1−20.

Boynton, W.V., 1984, Geochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P., Ed., Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, New York, 63-114. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-42148-7.50008-3

Carvalho D., Barriga F.J.A.S., and Munhá J., 1999, Bimodal-siliciclastic systems—the case of the Iberian Pyrite Belt: Reviews in Economic Geology, v. 8, p. 375−408.

Carmichael, R.G. 2005, Technical Report Lagoa Salgada Property Setúbal District, Portugal, 21 March 2005, 19 pages.

Gemmel J. B., 2007, Hydrothermal Alteration Associated with the Gosowong Epithermal Au-Ag Deposit, Halmahera, Indonesia: Mineralogy, Geochemistry, and Exploration Implications, Economic Geology, v. 102, pp. 893–922.

Haley, S., 2016, Using the ALS ME-MS61 method to characterize igneous rocks in porphyry Cu systems, Mineral Mapping

Leistel, J. M., Marcoux, E., Thiéblemont, D., Quesada, C., Sánchez, A., Ruiz de Almodóvar, G., Pascual, E., Sáez, R., 1998. The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita,* 33: 2-30. https://doi.org/10.1007/s001260050130

Matos J.X., Barriga F.J.A.S., Oliveira V.M.J., Relvas J.M.R.S., Conceição P.I.S.T., (2000). *The Geological Structure and Hydrothermal Alteration of the Lagoa Salgada Deposit (Iberian Pyrite Belt - Sado Tertiary Basin, Portugal).* Volcanic Environments and Massive Sulfides, Tasmania, Australia, November 2000. 3pp

Matos J.X.; Barriga F., Oliveira V.M.J., (2003). *Alunite veins versus supergene kaolinite-halloysite alteration in the Lagoa Salgada, Algares and S. João, Aljustrel, and S. Domingos massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Portugal*.

Oliveira, J.T., 1990, South Portuguese zone: Introduction. Stratigraphy and synsedimentary tectonism, *in* Dallmeyer, R.D., and Martinez Garcia, E., eds., Pre-Mesozoic geology of Iberia: Berlin, Springer-Verlag, p. 333–347.

Oliveira V., Matos J., Bengala M., Silva N., Sousa P., Torres L., (1998a). *Geology and geophysics as successful tools in the discovery of the Lagoa Salgada Orebody (Sado Tertiary Basin - Iberian Pyrite Belt), Grândola, Portugal*. *Mineralium Deposita* 33 1-2 (1997): 170-187.

Oliveira, V., Matos, J., Bengala, M., Sousa, P., 1998b. Principais alinhamentos vulcânicos a norte da Falha de Grândola, sob formações da Bacia Terciária do Sado e sua

potencialidade mineira no contexto da Faixa Piritosa Ibérica. Actas V Cong. Nacional de Geologia, Com. IGM, 84, 2, F15-18.

Oliveira V.J.M., Matos J.X., Rosa C., (2001*). The NNW sector of the Iberian Pyrite Belt - new exploration perspectives for the next decade. Geode Workshop - Massive Sulphide desposits in the Iberian Pytite Belt new advances and comparison with equivalent systems, Aracena, Spain*, pp34.

Oliveira, J. T., Relvas, J., Pereira, Z., Matos, J., Rosa, C., Rosa, D., Munhá, J. M, Jorge, R., Pino, A., 2006. O Complexo Vulcano-Sedimentar da Faixa Piritosa: estratigrafia, vulcanismo, mineralizações associadas e evolução tectono-estratigráfica no contexto da Zona Sul Portuguesa. *In*: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J. C. (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Univ. Évora, Évora, 207-243.

Quesada, C., 1991, Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian massif: Tectonophysics, v. 185, p. 225−245.

Rosa, C., Oliveira, V., Matos, J., Martins, L., Oliveira, J., 2001. Mapa metalogenético do Sul de Portugal, esc. 1/500000. IGM.

Silva, J.B., Oliveira, J.T., and Ribeiro, A., 1990, South Portuguese zone. Structural outline, *in* Dallmeyer, R.D., and Martinez Garcia, E., eds., Pre- Mesozoic Ggeology of Iberia. Berlin, Springer-Verlag, p. 348–362.

Stanley, C.R., 2017, Molar Element Ratio Analysis of Lithogeochemical Data: A Toolbox for Use in Mineral Exploration and Mining, Exploration 17: Integrating the Geosciences: The Challenge of Discovery. Decennial Mineral Exploration Conference. Toronto, Oct. Paper 33, pp. 471-494

Tornos, F., Casquet, C., Relvas, J.M.R.S., Barriga, F.J.A.S., and Sáez, R., 2002, The relationship between ore deposits and oblique tectonics: the SW Iberian Pyrite Belt: Geological Society of London Special Publication 204, p. 179−198.

Capelo, J., Aguiar, C. & Mesquita, S. (2021). Sinopse da biogeografia de Portugal. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). A vegetação de Portugal. Pp. 26-30. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa.

Mesquita S. & Sousa A.J. (2009). Bioclimatic mapping using geostatistical approaches: application to mainland Portugal. International Journal of Climatology. 29 (14): 2156-2170.

Rivas-Martínez S., Rivas Sáenz S. & Penas Merino A. (2011). Worldwide bioclimatic classification system. Global Geobotany 1: 1-638.

Capelo J., Mesquita S., Costa J.C., Ribeiro S., Arsénio P., Neto C., Monteiro T., Aguiar C., Honrado J., Espírito-Santo M.D. & Lousã M. (2007). A methodological approach to potential vegetation modeling using GIS techniques and phytosociological expert-knowledge: application to mainland Portugal. Phytocoenologia 37(3-4): 399-415.

Neto, C. & Capelo, J. (2021). Vegetação do Sado e do Ribatejo. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). A vegetação de Portugal. Pp. 102-109. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa.

Portela-Pereira, E. & González, P. (2021). Bosques e matagais ripícolas e pantanosos de Portugal Continental. In Capelo, J. & Aguiar, C. (coord.). A vegetação de Portugal. Pp. 239-257. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa.

ANEXO I – DOCUMENTAÇÃO

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como "ANEXO I", estes são:

- Atribuição estatuto PIN – AICEP: *Ofício - AICEP - PIN*

Outros estudos realizados para o Projeto Lagoa Salgada:

- Estudo Logístico: *T2022-0588-00-LOG-00-RT-00 - PT*
- Estudo de Tráfego: *T2022-0562-00-TRF-00-RT-00*
- Estudo de Automação: *T2022-587 - Estudo de Automação - Industry Mining V1.0_PT*

ANEXO II – ESTUDO HIDROGEOLÓGICO

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como "ANEXO II". Estes são os seguintes:

- EHB - Estudo Hidrogeológico de Base, Consmaga 2022.
- Licenciamento definitivo dos 7 piezómetros: *TUA20220925002211*.

ANEXO III – PROCESSOS MINERALÚRGICOS

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como “ANEXO III”. Estes são os seguintes:

- 01_Critérios de Projeto
- 02_Balanço de Água e Massa
- 03_Lista de Equipamentos
- 04_Desenhos de Projeto
- 05_Outros

ANEXO IV – INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como "ANEXO IV", separada por Peças Escritas e Peças Desenhadas. Da pasta faz parte a seguinte informação:

- 01. Masterplan
- 02. Edifícios
- 03. Projeto Elétrico
- 04. Infraestruturas Externas e Boxcut
- 05. Infraestruturas Hidráulicas
- 06. UPAC

ANEXO V – PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como “ANEXO V”. Estes são os seguintes:

- Paste Backfill System Design, RMS 2023
- Geochemistry Report, SLR 2023
- Tailings Storage Facility Design Report, SLR 2023
- Caracterização Lixiviação - Detox Cianeto

ANEXO VI – PARP

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como "ANEXO VI". Estes são os seguintes:

Peças escritas:

- DFS-PRP-RPT-01: Memória Descritiva - Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística

Peças desenhadas:

- DFS-PRP-001-01: Planta de Localização
- DFS-PRP-001-02: Plano Geral de Intervenção Paisagística
- DFS-PRP-001-03: Módulos de Plantação
- DFS-PRP-001-03: Perfil Transversal

ANEXO VII – PSS

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como "ANEXO VII". Estes são os seguintes:

Peças escritas:

- de Licenciamento - Plano de Segurança e Saúde: *T2021-620-01-PSS-00-LagoaSalgada*.
- Termo de responsabilidade pelo Plano de Segurança e Saúde em fase de projeto: *T2021-620-01-PSS -00-LagoaSalgada_TR*.

Apêndices:

N.º	DESCRIÇÃO
1	Lista e Modelos de Fichas
2	Receção do PSS pelo Empreiteiro; Registo de Distribuição do PSS; Entrega do PSS pelo Empreiteiro ao Representante do Dono da Obra
3	Comunicações Prévias e Declaração Relativa a Eventuais Trabalhadores Imigrantes
4	Alterações a Cláusulas do PSS
5	Organograma do Empreiteiro; Definição de Funções; Política da Segurança e Saúde no Trabalho do Empreiteiro
6	Horários de Trabalho (Empreiteiro e sucessiva cadeia de subcontratação)
7	Controlo de Subempreiteiros e Sucessiva Cadeia de Subcontratação
8	Registo de Apólices de Seguro de Acidentes de Trabalho (Empreiteiro e sucessiva cadeia de subcontratação), incluindo apólices e comprovativos da validade e cópias das folhas de remunerações da Segurança Social
9	Condicionalismos Existentes no Local
10	Fichas de Avaliação de Riscos e Planos de Trabalho
11	Projeto do Estaleiro
12	Planos de Acessos, Circulação e Sinalização Interna no estaleiro
13	Registos de Controlo dos Equipamentos de Apoio
14	Planos de Inspeção e Prevenção
15	Registos de Inspeção e Prevenção
16	Registos de Não Conformidade e Ações Corretivas e Preventivas
17	Registos de Controlo de Distribuição de EPI
18	Formação e Informação dos Trabalhadores
19	Registo de Incidentes e Acidentes de Trabalho, e Índices de Sinistralidade
20	Plano de Visitantes
21	Planos de Emergência e Evacuação de Trabalhadores
22	Relatórios da Monitorização Mensal
23	Atas de reuniões de CSO
24	Relatórios de Auditorias Internas e Externas
25	Procedimentos Específicos de Segurança
26	Plano de Controlo e Gestão de Efluentes, Resíduos e Emissões
27	Plano de Levantamento e Reposição de Serviços Afetados
28	Plano de Movimentação Mecânica de Cargas
29	Plano de Cofragens e Betonagens
30	Plano de Utilização de Explosivos
31	Compilação Técnica

ANEXO VIII – CÁLCULOS DE RESERVAS

LISTA DE ANEXOS

Os anexos encontram-se em ficheiros autónomos na pasta identificada como “ANEXO VIII”. Estes são os seguintes:

- *Shapes* – Reserva: 21005_23002_OUT_Design_solids_v2.1.1.