

MMX

MINAS - RIO MINERAÇÃO E LOGÍSTICA LTDA.

MINAS GERAIS E RIO DE JANEIRO

PLANO BÁSICO AMBIENTAL DO MINERODUTO MINAS RIO

***RT- 01 - PROJETOS DE ENGENHARIA E
INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O
MINERODUTO MINAS RIO***

MMX

MINAS - RIO MINERAÇÃO E LOGÍSTICA LTDA.

MINAS GERAIS E RIO DE JANEIRO

PLANO BÁSICO AMBIENTAL DO MINERODUTO MINAS RIO

***RT- 01 - PROJETOS DE ENGENHARIA E
INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O
MINERODUTO MINAS RIO***

OUTUBRO DE 2007

INDICE

1 - EMPREENDEDOR, EQUIPE TÉCNICA E ESTRUTURA DO PBA	1
2 - PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA MINERODUTO MINAS-RIO	4
2.1 - Descrição geral da otimização do projeto	4
2.2 - Otimização do traçado do mineroduto	11
2.3 - Projeto executivo do mineroduto Minas Rio (duto).....	14
2.4 - Instalações industriais de apoio operacional ao mineroduto	14
2.4.1 - Estação de bombeamento PS1	14
2.4.2 - Estação de bombeamento PS2.....	20
2.4.3 - Estação de válvulas	27
2.4.4 - Estação terminal.....	33
2.5 - Canteiros de Tubos.....	36
2.6 - Canteiros centrais de obras	39
2.7 - Infra-Estrutura de Controle Operacional e de Segurança	42
2.8 - Sistemas de Controle e Tratamento de Efluentes Líquidos	43
2.8.1 - Descrição dos Sistemas Coletores.....	43
2.8.2 - Dimensionamento do Sistema de Efluentes.....	44
2.9 - Controle de Descarte Emergencial da Polpa	48
2.9.1 - Na estação de bombeamento PS2.....	48
2.9.2 - Na estação terminal do mineroduto.....	52
3 - OPERACIONALIZAÇÃO DOS TESTES HIDROSTÁTICOS.....	54
4 - CAPTAÇÃO, QUALIDADE E DESTINAÇÃO FINAL DA ÁGUA DE PROCESSO	58
4.1 - Captação de água de abastecimento.....	58
4.2 - Tratamento e qualidade da água de processo	67
4.3 - Operação do tanque de emergência.....	72
4.4 - Destinação da água tratada	72
4.5 - Qualidade da água descartada pelo emissário	73
5 - FORMAS DE TRAVESSIAS DOS CURSOS D'ÁGUA	74
5.1 - Travessias de cursos de água de pequeno porte (Cavalote).....	75
5.2 - Travessias de rios de maior porte (Furo Direcional)	76
5.3 - Monitoramento nos locais das travessias	79
5.4 - Definição das formas das travessias.....	80
ANEXOS	81
ANEXO 1 - ROTA DO MINERODUTO	82
ANEXO 2 - RELAÇÃO DE DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO DA TUBULAÇÃO	98
ANEXO 3 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA A REALIZAÇÃO DE TESTES HIDROSTÁTICOS...	109
ANEXO 4 - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	110

Quadros

QUADRO 2.1 - Especificações Gerais do Mineroduto Minas-Rio.....	8
QUADRO 2.3 - Localização dos canteiros de tubos ao longo do traçado.....	36

Figuras

FIGURA 2.1 - Traçado do mineroduto e posição de suas instalações de apoio operacional	5
FIGURA 2.2 - Localização da planta de beneficiamento e da estação de bombas 1	7
FIGURA 2.3 - Arranjo geral da área de tancagem de polpa da PS1.....	16
FIGURA 2.4 - Seção da área de tancagem de polpa da PS1.....	17
FIGURA 2.5 - Arranjo geral da sala de bombas da PS1.....	18
FIGURA 2.6 - Seção da sala de bombas da PS1	19
FIGURA 2.7 - Arranjo geral da área de tancagem de polpa da PS2.....	21
FIGURA 2.8 - Seção da área de tancagem de polpa da PS2.....	22
FIGURA 2.9 - Arranjo geral da sala de bombas da PS2.....	23
FIGURA 2.10 - Seção da sala de bombas da PS2	24
FIGURA 2.11 - Barragem de emergência da PS2	26
FIGURA 2.12 - Arranjo geral da estação de válvulas	28
FIGURA 2.13 - Seção da estação de válvulas.....	29
FIGURA 2.14 - Arranjo geral das PMS nº 01 a 06	31
FIGURA 2.15 - Arranjo geral das PMS nº 07 a 10	32
FIGURA 2.16 - Arranjo geral da área de tancagem da estação terminal do mineroduto	34
FIGURA 2.17 - Seção da área de tancagem da estação terminal	35
FIGURA 2.18 - Áreas de apoio operacional para instalação do mineroduto.....	37
FIGURA 2.19 - Arranjo geral de um canteiro de tubos	38
FIGURA 2.20 - Arranjo geral de canteiro de tubos	41
FIGURA 2.21 - Sistemas de tratamento de efluentes da estação de bombas PS1	46
FIGURA 2.22 - Sistemas de tratamento de efluentes da estação de bombas PS2	47
FIGURA 2.23 - Planta de localização da barragem em relação à PS2.....	49
FIGURA 2.24 - Planta baixa do barramento e do reservatório	50
FIGURA 2.25 - Tanque de emergência da estação terminal do mineroduto.	53
FIGURA 4.1 - Balanço de Água do Empreendimento Minerário	59
FIGURA 4.2 - Mapa de Localização dos Pontos de Captação de Água Analisados.....	61
FIGURA 4.3 - Localização do Empreendimento e o Ponto de Captação no Rio do Peixe.	63
FIGURA 4.4 - Mapa de Localização das Estações Hidrométricas	66
FIGURA 4.5 - Usos outorgados na Bacia do Rio Santo Antônio, sob influência da captação de água nova do Projeto Minas-Rio.	67
FIGURA 4.6 - Fluxograma de Processo na Estação Terminal do Mineroduto.....	68

1 - EMPREENDEDOR, EQUIPE TÉCNICA E ESTRUTURA DO PBA

Empreendedor

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO	
Razão Social	MMX - Minas Rio Mineração e Logística Ltda.
CNPJ:	07.366.649/0001-70
Responsável:	Joaquim Martino - Diretor de Mineração
Email:	joaquim.martino@mmx.com.br
Telefone:	21 2555-5525
Fax:	21 2555-5501
Endereço:	Praia do Flamengo, 154 - 10º andar - Rio de Janeiro - RJ CEP 22.210-030
Pessoa de Contato:	Alberto Carvalho de Oliveira Filho - Gerente Corporativo de Meio Ambiente
CPF:	057.399.932-53
Email:	alberto.oliveira@mmx.com.br
Telefones:	(31) 3286-5410 e (21) 9497-2760
Endereço:	Av. Prudente de Moraes 1250, 11º Andar - Cidade Jardim - Belo Horizonte - MG CEP 30.320-670

Consórcio responsável pela elaboração do EIA / RIMA e PBA

CONSÓRCIO DE EMPRESAS	
Razão social: Brandt Meio Ambiente Ltda. (Líder do Consórcio)	http: www.brandt.com.br
CNPJ: 71.061.162/0001-88	Diretor: Sérgio Avelar
Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG - Tel (31) 3071 7000 Fax (31) 3071 7002 - bma@brandt.com.br	
Razão social: VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda.	http: www.vogbr.com.br
CNPJ: 07.214.006/0001-00	Diretor: J. Carlos Virgili
Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG	
Razão social: Integratio Comunicação e Inserção Social Ltda.	http: www.integratio.com.br
CNPJ: 07.664.904/0001-60	Diretor: Rolf George Fuchs
Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG	
Razão social: Sanear Engenharia Sanitária Ltda.	http: www.brandt.com.br
CNPJ: 16.666.976/0001-38	Diretor: Carlos Renault
Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG	
Razão social: YKS Serviços Ltda	http: www.yks.com.br
CNPJ: 64.219.967/0001-41	Diretor: Sabrina Torres Nunes Lima
Avenida Raja Gabaglia 2.680 conjuntos 501 e 502 - 30350-540 - Telefax 31 3297-0872 - Belo Horizonte - MG.	

Equipe Técnica responsável pelo RT 01

TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROFISSIONAL	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Armando Guy Britto de Castro	Engº de Minas CREA MG 7472/D	Responsável Técnico pelo PBA Coordenação Geral
Sérgio Avelar Fonseca	Engº Metalurgista CREA MG 38.077/D	Direção e consultoria
Wilfred Brandt	Engº de Minas CREA MG 33.956/D	Direção e consultoria

Endereços de contatos

Contato	E-mail	Endereço
Armando Guy Britto de Castro	acastro@brandt.com.br	Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - Nova Lima - MG CEP 34 000-000 Tel (31) 3071 7000 Fax (31) 3071 7002

Estrutura do PBA - Plano Básico Ambiental

ESTRUTURA DO PLANO BÁSICO AMBIENTAL DO MINERODUTO MINAS RIO DA MMX	
Relatório Técnico	Programas e subprogramas
RT 01	Projetos de Engenharia e Informações Técnicas sobre o Mineroduto Minas Rio.
	Traçado definitivo e projeto de engenharia do mineroduto
	Estação de Bombas 1- Projeto de Engenharia e Memorial Descritivo
	Estação de Bombas 2 - Projeto de Engenharia e Memorial Descritivo
	Estação de Válvulas - Projeto de Engenharia e Memorial Descritivo
	Estação Terminal - Projeto de Engenharia e Memorial Descritivo
	Procedimentos para testes hidrostáticos
	Captação, qualidade e destinação final de água de processo
	Critérios técnicos para escolha de formas de travessias de cursos de águas
RT 02	Programa de Gestão Ambiental das Obras do Mineroduto
	Subprograma de monitoramento de ruídos nas obras do mineroduto
	Subprograma de monitoramento de ruídos nas estações do mineroduto
	Subprograma de gestão da infra - estrutura viária
RT 03	Programa de Gestão dos Recursos Hídricos
	Programa de abastecimento de água
	Programa de gestão de efluentes
	Subprograma de monitoramento de águas superficiais, efluentes líquidos e águas potáveis
	Subprograma de mapeamento de nascentes
	Sub-programa de identificação e controle de usos das águas a jusante das travessias
RT 04	Programa de Gestão de Resíduos Sólidos
RT 05	Programa de Controle de Processos Erosivos
RT 06	Programa de Minimização de Supressão de Vegetação
	Subprograma de identificação e preservação de Reservas Legais averbadas
RT 07	Programa de Gestão Riscos Ambientais / Plano de Atendimento a Emergências Ambientais
RT 08	Programa de Reabilitação de Areas Degradadas
	Subprograma de recuperação e manejo de áreas de preservação permanente (apps)
	Subprograma de resgate de flora de guildas específicas (salvamento de germoplasma)
	Subprograma de introdução de espécies nativas para incremento de sucessão ecológica
RT 09	Programa de Monitoramento e Resgate de Fauna (herpeto, avi, masto, ictio, pedo e entomofauna)
RT 10	Programa de Compensação Ambiental
RT 11	Programa de Comunicação
RT 12	Programa de Educação Ambiental
RT 13	Programa de Contratação de Mão-de-Obra Local
RT 14	Programa de Monitoramento Sócio-Ambiental
RT 15	Programa de Proteção ao Patrimônio Cultural
	Subprograma de educação patrimonial
	Subprograma de monitoramento dos sítios arqueológicos

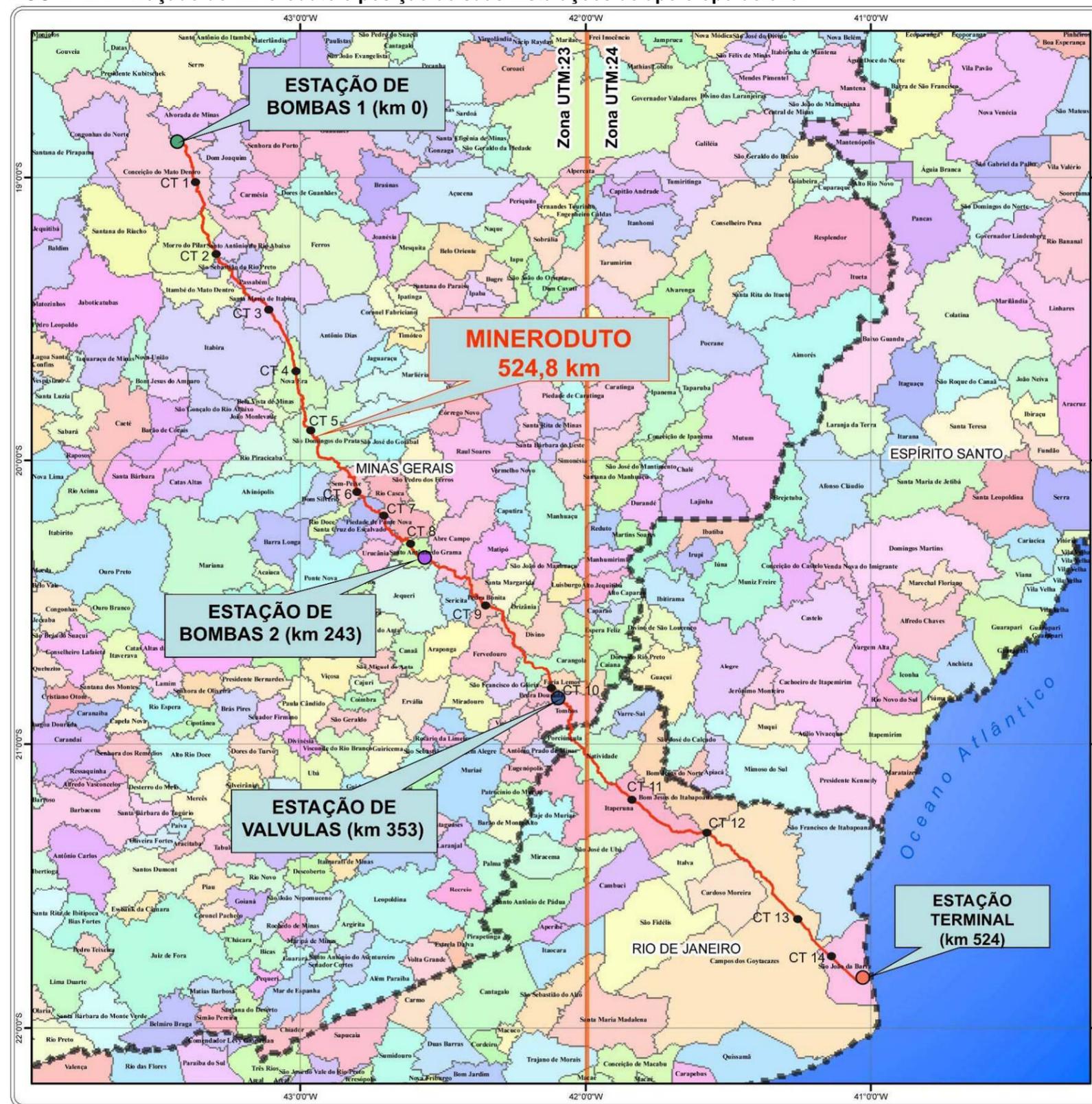
2 - PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA MINERODUTO MINAS-RIO

2.1 - Descrição geral da otimização do projeto

O Sistema Mineroduto Minas-Rio se estenderá ao longo de cerca de 520 km de extensão. Inicia na área do Complexo Minerário, nos municípios de Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas, no estado de Minas Gerais, e termina próximo as instalações industriais e portuárias da MMX - Mineração e Metálicos em Barra do Açu, próximo a São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro.

A tubulação atravessará o território de 32 municípios, sendo 25 em Minas Gerais e 7 no Rio de Janeiro. A figura 2.1 mostra o traçado do mineroduto e a localização das áreas operacionais compostas pelas duas estações de bombeamento, estação de válvulas e estação terminal, além da posição dos canteiros de tubos que serão utilizados durante a fase de implantação do empreendimento.

FIGURA 2.1 - Traçado do mineroduto e posição de suas instalações de apoio operacional



Carta: Localização da Rota / Limites Municipais / Áreas Industriais / Áreas de Apoio Mineroduto - MMX - Minas-Rio

Convenções	Notas:
● Canteiro de Tubos	Sistema de Coordenadas Geográficas Planimetric Datum: SAD 69 (Fuso 23 / 24 - S) Meridiano Central: 45° / 39' - O
~ Eixo (Mineroduto)	
● Casa de Bombas 1	Fontes: IBGE - 2006 MMX - 2006 PSI - 2006
● Casa de Bombas 2	
● Estação de Válvulas	Levantamentos: Equipe PSI Org: SUPERBI; Daniel.
● Estação Terminal	
— Limite entre Zonas UTM	

Escala Numérica
 1:1.500.000
 Escala Gráfica

Planta da Situação

MMX - Engenharia Básica

OBS: -----

N.º do Projeto: B118.03	N.º do Desenho: -----	Data: 17/03/2007	REV: 00
-------------------------	-----------------------	------------------	---------

Ciente:

Projeto:

MMX - Minas-Rio
Mineração e Logística LTDA

Modificação importante no projeto original de engenharia foi a otimização da rota do traçado, que permitiu eliminar a terceira estação de bombeamento do conjunto das estruturas operacionais e, assim, também atenuar as intervenções do mineroduto e ampliar a mitigação dos impactos ambientais do empreendimento. A não instalação da terceira estação de bombeamento evitará a necessidade de construção de uma barragem de emergência, bem como da própria unidade operacional, diminuindo o risco e contribuindo para outros benefícios ambientais.

O refinamento da rota do traçado do mineroduto possibilitou uma pequena diminuição da extensão total da tubulação. No entanto, os maiores ganhos com a otimização do traçado do mineroduto foram obtidos com a redução das intervenções em áreas de mata e de outras formas de vegetação nativa, e o completo desvio da faixa de servidão de nascentes e de áreas de reservas legais averbadas, conforme previsto em programas inseridos em relatórios técnicos específicos deste PBA - Plano Básico Ambiental.

Além disso, a redução do traçado foi associada também a um novo limite de perfil e gradiente hidráulico, mediante a utilização da técnica de furos direcionais para a instalação da tubulação em cotas mais baixas do que as inicialmente previstas no projeto original. Também houve um pequeno deslocamento da Estação de Bombeamento PS1 para uma cota ligeiramente mais elevada no trecho inicial do mineroduto. Esta nova configuração geométrica do mineroduto possibilitou uma nova análise hidráulica das estruturas operacionais.

Assim, considerando a capacidade definida de transporte de 24,5 milhões de toneladas secas de polpa por ano (tspa), foi avaliada positivamente a alternativa de operar o sistema mineroduto com apenas duas estações de bombeamento (em vez de três originalmente projetadas). Para esta alternativa será necessária a utilização de tubulação de 26 polegadas de diâmetro no segmento entre a 1ª estação de bombeamento até as proximidades de km 347. Desse ponto em diante até 46 km antes da estação terminal no Porto do Açú, a tubulação será de 24 polegadas, voltado a 26" no trecho final de 46 nkm de extensão. O tubo de diâmetro ligeiramente maior permite bombear a polpa mais próxima à sua velocidade de sedimentação, com consumo energético significativamente menor, contribuindo para uma maior eficiência ambiental do empreendimento.

Com estas modificações, o sistema mineroduto foi projetado com tubulação de 26 polegadas e de 24 polegadas e duas estações de bombeamento, sendo que a primeira (PS1) estará localizada em Conceição do Mato Dentro, perto da Planta de Beneficiamento, e a segunda (PS2) em Santo Antônio do Gramma, a aproximadamente 246 quilômetros do início do mineroduto, sempre ao longo da tubulação e as duas no Estado de Minas Gerais. Haverá também, uma estação de válvula e 10 estações de monitoramento de pressão. O sistema de tubulação da polpa começará no abastecimento dos tanques de armazenagem, localizados na planta de beneficiamento do complexo minerário, próxima à primeira estação de bombeamento, e terminará no flange de escoamento para os tanques de armazenagem na Estação Terminal, em Barra do Açú.

A figura 2.2 a seguir mostra as localizações da planta de beneficiamento na área das minas e a posição da estação de bombeamento nº 1 do mineroduto.

FIGURA 2.2 - Localização da planta de beneficiamento e da estação de bombas 1

1MMXM004-1-EA-RTE-0036

O mineroduto Minas-Rio será construído em tubos de aço API 5L-X70, apresentando resistência ao escoamento de 70.000 psi, com fator de projeto da resistência mínima ao escoamento especificado (SMYS) em 0,80, exceto em estações e grandes cruzamentos, onde será 0.65. O mineroduto não terá revestimento interno. Externamente os tubos serão revestidos, ainda na fábrica, com três demãos de polietileno, sendo uma primeira camada de epoxy anti-oxidante, uma segunda camada extrudada de revestimento aderente e uma terceira camada extrudada de polietileno. Será instalado um sistema impresso de proteção catódica.

O Quadro 2.1 apresenta as especificações gerais do Mineroduto Minas-Rio.

QUADRO 2.1 - Especificações Gerais do Mineroduto Minas-Rio

Tubulação	Extensão	520 km
	Diâmetro Nominal (1º trecho)	660 mmm (26")
	Diâmetro nominal (2º e 3º trechos)	610 mmm (24")
	Material da Tubulação - Aço	API 5L-X70
	Material do Revestimento Interno	Nenhum
	Tipos de Conexão	Soldadas com flanges nas instalações
Estações	Estação de Bombeamento	PS1 e PS2
	Estações de Válvula / Orifício	1
	Ponto de Coleta de Dados	10
	Estação Terminal	1
Tanques de Armazenagem/ Agitadores	Estação de Bombeamento PS1	4
	Estação de Bombeamento PS2	1
	Estação Terminal	4
Bombas	Bombas de Deslocamento Positivo da Linha Principal - cada estação	8 na PS1 (7 operação / 1 reserva)
		10 na PS2 (8 operação / 2 reserva)
	Bombas de Carga	2 (1 operação e 1 reserva)

A tubulação será enterrada em toda a sua extensão, em média com uma altura de recobrimento de 0.75 metros, havendo uma maior profundidade nos cruzamentos de córregos e de vias de acesso, ou em função da atividade existente na superfície ou por razões geotécnicas. Nos cruzamentos de rios de maior porte, a travessia utilizará a técnica de furo direcional.

O mineroduto será construído de acordo com a norma ANSI B31.11 e atendendo as melhores práticas de engenharia e de construção de dutos. A soldagem será realizada de acordo com a norma ANSI B31.11 e o padrão API 1104. Todos os soldadores serão qualificados segundo o API 1104. Estão previstos cruzamentos encamisados nos cruzamentos de rios e demais cursos de água, onde também será adotado fator de projeto mais baixo (65% de SMYS) e tubo de paredes mais grossas, para reduzir os riscos de fluabilidade e de vazamentos no local. Não há previsão de instalação de válvulas de bloqueio (upstream ou downstream). O duto será testado hidrostaticamente segundo especificações do ANSI B31.11. Os detalhes são definidos nos procedimentos e especificações técnicas para a construção do mineroduto.

O sistema foi projetado para operar constantemente a 2.944 tph. As Estações de Bombeamento (PS1 e PS2) estão projetadas para operar até 347 dias por ano. O tanque de armazenagem do underflow fica conectado hidráulicamente à tubulação, tornando-se assim o alimentador do sistema de bombas de deslocamento positivo. Interrupção breve e controlada (shutdown) no bombeamento, cuja duração será estabelecida durante o comissionamento, poderá ser permitida para controle de produtividade, sem requerer o esvaziamento completo da tubulação. O ritmo de incremento de produtividade é rápido, reduzindo a necessidade de operar a tubulação com batelada de água.

Os sistemas SCADA (Sistema de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados), e de detecção de vazamentos são aspectos de segurança operacional muito importantes. A comunicação entre as estações será realizada através de uma rede de interconexão por fibra óptica. O controle e monitoramento da tubulação será feito da sala de controle da Estação de Bombeamento PS1. Paralelamente, a sala de controle da Planta de Beneficiamento terá acesso aos dados operacionais da tubulação. Todos os sistemas de controle e os dados operacionais estarão disponíveis na sala de controle do PS1, que contará com plantão permanente. O controle do sistema será automático e constante, com intervenções do operador quando houver transtornos, interrupções ou reiniciações do sistema.

Todos os dados pertinentes à tubulação serão disponibilizados para o operador da tubulação, baseado na PS1. O gerente da tubulação será automaticamente avisado se acontecerem situações anormais ou emergenciais, tais como a presença de polpa não condizente com as especificações, vazamentos ou entupimento da tubulação.

Qualquer interrupção controlada (shutdown) de bombeamento de polpa na tubulação será realizada por meio de paradas seqüenciadas das bombas, seguidas pelo fechamento das válvulas terminais do tubo. Para reiniciar, será também necessária a abertura das válvulas terminais numa seqüência pré-determinada, seguida de um recomeço lento e mensurado na estação de bombeamento. Antes de uma paralisação planejada e mais demorada, haverá limpeza da tubulação. Isto não deverá ser um evento freqüente.

O Sistema Mineroduto Minas-Rio será monitorado por um sistema de detecção de vazamentos que inclui um programa de treinamento para o operador. O sistema recebe dados operacionais do Sistema SCADA através de um sistema de comunicação por fibra óptica. Estes dados incluem medições de fluxo, pressão, densidade e temperatura nas estações de bombeamento, no terminal e/ou em vários pontos ao longo do mineroduto (locais PMS). O objetivo do sistema é detectar vazamentos, prognosticar sua localização e enviar avisos aos operadores. A detecção deve acontecer entre 2 e 10 minutos após a ocorrência, dependendo do tamanho e localização do escape.

O princípio da detecção de vazamentos é a comparação dos níveis de fluxo, a pressão e a densidade ao longo da tubulação, com base no regime atual de fluxo na linha e a posição das válvulas. Um vazamento será reconhecido como um desvio das normas estabelecidas pelos parâmetros apontados acima. O monitoramento on-line de dados oferece aos operadores do mineroduto acesso instantâneo a informações sobre as condições de fluxo do processo. Este acesso possibilita a segurança das operações e uma melhor manutenção da tubulação. Se houver um sinal de vazamento, envia-se, imediatamente uma equipe de inspeção para o local.

O software de detecção de vazamento a ser adotado foi desenvolvido pela Pipeline Systems Incorporated (PSI), havendo alternativas de software fornecidos por outras empresas. Este modelo calcula, de acordo com as condições especificadas, o gradiente hidráulico esperado e o compara com a medição aferida no momento. O software possui as funções a seguir:

- Representação gráfica da situação operacional da tubulação;
- Monitoramento de toda a tubulação sob pressão e com pressão reduzida;
- Detecção do vazamento;
- Localização do vazamento;
- Rastreamento automático de contenção, previsão do tempo de chegada e representação gráfica na tela;
- Aconselhamento ao operador.

Este software lê as medições de instrumentos de campo e as analisa, conjuntamente, com o regime atual de fluxo da tubulação (estável ou temporária) e a posição das válvulas (abertas/fechadas). As correções serão realizadas com base no gradiente hidráulico do módulo assistente de minerodutos e o módulo de localização e detecção de vazamentos. Os resultados são transmitidos aos operadores. Este software também funciona como um instrumento de treinamento de operadores.

O perfil para a tubulação de concentrado de minério de ferro foi desenvolvido para o escoamento Newtoniano (água), sendo usada a Equação de Colebrook. Para o fluxo de polpa, os cálculos de perda de pressão foram determinados pelo modelo hidráulico para polpa, de propriedade da PSI, o PSI-WASP 1.1. A velocidade mínima de operação segura visa manter um comportamento pseudo-homogêneo do fluxo para minimizar o desgaste do fundo da tubulação. A velocidade mínima excede, conservadoramente, a velocidade de transição da deposição crítica ou o escoamento laminar. A Mínima Velocidade de Operação Segura para a tubulação é condicionada pela velocidade de depósito do conteúdo sólido considerado no projeto (de 64 a 70%) e, baseada na distribuição do tamanho das partículas, sua viscosidade, a resistência à deformação e o tamanho do tubo escolhido. A Mínima Velocidade de Operação Segura para a tubulação de concentrado de minério de ferro da MMX é de 1,6 m/s e corresponde à taxa de fluxo de 1.612 m/h (calculado considerando a menor espessura de parede).

As velocidades de fluxo da tubulação de polpa são geralmente limitadas a uma faixa estreita. As velocidades baixas para materiais grosseiros produzem hidráulica heterogênea, com maior potencial de desgaste do fundo do tubo e entupimento da linha. As velocidades altas podem produzir perdas por pressão de atrito e abrasão das paredes do tubo. Portanto, os diâmetros do tubo visam alcançar uma velocidade que ofereça uma margem razoável acima da mínima velocidade de operação segura para o modelo.

Os parâmetros de concentração também são considerados na velocidade de operação. Uma concentração mínima é necessária para produzir suporte reológico suficiente para manter um comportamento pseudo-homogêneo do fluxo, suspendendo o material de grande tamanho para prevenir o excessivo desgaste do fundo. As concentrações baixas podem produzir heterogeneidade. As concentrações mais altas de polpa são mais rentáveis até certo ponto, mas a sensibilidade operacional e as perdas por altas pressões podem tornar-se fatores negativos.

Para a produtividade especificada foram escolhidos tubos de 660 mm (26 polegadas) e de 610 mm (24 polegadas) de diâmetro externo (OD). Um tubo menor provocaria altas perdas por atrito e conseqüentemente pressões de escoamento maiores. Um tubo mais largo acarretaria uma velocidade baixa de fluxo, paralisações mais freqüentes numa velocidade de fluxo maior, porém mais segura e pressões de escoamento menores. Com base nos limites menores de velocidade, na experiência operacional comercial e nos requisitos antecipados da operação, o limite para baixa concentração foi estabelecido em 64% de sólidos por peso e conteúdo mais alto de sólidos de 70%.

A tubulação de aço foi desenhada para possuir resistência adequada (combinação de espessura das paredes de aço e resistência ao escoamento) para suportar o gradiente hidráulico constante e a pressão hidráulica quando a linha é fechada pela polpa. A espessura da parede de aço da tubulação foi definida para oferecer um envoltório seguro de pressão a fim de operar a tubulação, e ao mesmo tempo diminuir a quantidade de aço adquirido.

Um fator permanente de projeto foi considerar 80% da tensão de escoamento mínima especificada (SMYS) para o modelo da tubulação enterrada, exceto nos grandes cruzamentos, onde o fator do modelo será de 65%. Na hipótese remota de que a tubulação venha a sofrer uma sobrecarga de pressão devido aos mecanismos de proteção e que, subsequentemente, até mesmo o disco de ruptura não estoure, a tubulação tenderá a não explodir no cruzamento do riacho ou do rio em função dos maiores fatores de segurança nesses locais de travessia.

2.2 - Otimização do traçado do mineroduto

Para o estudo da rota do mineroduto, a PSI do Brasil, empresa projetista do empreendimento, adquiriu cartas geográficas do IBGE, nas escalas 1:100.000 e 1:50.000, que cobrem toda a região dos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro envolvida nos estudos. As cartas foram articuladas entre si, de modo a permitir uma melhor visualização de toda a extensão a ser utilizada para o estudo das alternativas de traçado. A partir daí, foi escolhida a melhor alternativa de viabilidade para o Projeto do Mineroduto Minas-Rio, considerando-se os pontos inicial e final do traçado das tubulações.

Em seguida, o caminhamento escolhido sobre as cartas geográficas foi percorrido em campo, rastreando-se vários pontos ao longo do trajeto, com GPS. Dentre estes pontos, foram escolhidos aqueles denominados como mandatórios, ou seja, a rota deveria obrigatoriamente passar por eles ou muito próximo. As alterações de rota recomendadas pelo levantamento de campo foram incorporadas ao caminhamento previamente traçado para o mineroduto. Este traçado preliminar foi estudado via aérea e terrestre por uma equipe de meio ambiente, visando identificar aspectos ambientais e sociais significativos que deveriam ser evitados e/ou onde deveriam ser minimizadas as interferências.

Para a definição do caminhamento do mineroduto, a PSI do Brasil adotou as seguintes premissas técnicas:

- Procurar a rota de menor comprimento, respeitando a declividade máxima de 15%, exigida para o funcionamento adequado do mineroduto;
- Procurar um traçado cujo perfil de elevações conduza a condições favoráveis para o gradiente hidráulico;
- Maximizar o caminhamento do traçado em áreas já antropizadas;
- Evitar cruzamento de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI's) e minimizar as interferências com suas zonas de amortecimento;
- Atenuar a supressão de formações florestais e outras formas de vegetação nativa e a interferência com áreas de preservação permanente;
- Evitar interferências com áreas de sítios culturais e arqueológicos, pré-históricos e históricos;
- Eliminar interferências com áreas de nascentes;
- Eliminar interferências com áreas de reserva legal de propriedades rurais;
- Evitar interferências com áreas urbanizadas e vetores de crescimento urbano;
- Evitar interferências com benfeitorias das propriedades rurais;
- Evitar paralelismo com redes de transmissão de energia elétrica;
- Evitar brejos, afloramento rochosos, terrenos com baixa capacidade de suporte, aterros e terrenos propícios a deslizamentos;
- Minimizar a quantidade de travessias de cursos de águas e intervenções em matas ciliares preservadas;
- Minimizar a movimentação de terra e o desmonte de rochas na construção do mineroduto.

Após os levantamentos de campo, a etapa consecutiva foi a execução de serviços de levantamento aéreo ortorretificado, na escala 1:30.000, com curvas de nível equidistantes de 10m, cobrindo uma área de 5 km de largura (2,50 km para cada lado do eixo) ao longo do traçado ajustado e executado nas cartas do IBGE, depois do primeiro estudo em campo.

Através das imagens obtidas foi promovido um novo refinamento do traçado, dentro do corredor de 5 km de largura e este foi novamente confirmado em campo, para uma melhor averiguação da rampa, considerando-se o relevo e, conseqüentemente, o volume de corte necessário para atender a declividade máxima definida para o traçado. As interferências do empreendimento também foram reavaliadas de modo a eliminar ou maximizar a mitigação de eventuais impactos ambientais, sociais e econômicos ao longo da rota do traçado.

Na etapa final, visando a definição da localização do eixo do mineroduto nas propriedades interceptadas pelos dutos, foi executado um aerolevante a laser cobrindo uma largura de 1.000 metros, na escala 1:1.000, com curvas de nível eqüidistantes de 1 metro ao longo do traçado refinado, elaborado sobre as imagens fotográficas. Nesta fase, o traçado adquiriu a sua configuração final, devido à precisão do aerolevante a laser. Depois o eixo foi marcado no campo através de serviços topográficos.

Nessa etapa, a PSI também disponibilizou seus especialistas em campo, definindo o melhor posicionamento do eixo na rota escolhida e orientando a empresa encarregada dos serviços de topografia. Foram estudadas as interferências com as propriedades públicas e privadas, além das interferências com a rede hidrográfica.

Todos os superficiários de propriedades rurais atravessadas pela faixa de servidão do mineroduto foram identificados por empresa especializada. A faixa de servidão, em cada propriedade, foi detalhadamente mapeada. Com essas informações, e outras obtidas em cartórios e fontes diversas, obteve-se ao final do trabalho uma ficha cadastral detalhada de cada propriedade, que embasou os entendimentos para a obtenção dos direitos de passagem e sua respectiva indenização.

Nessa etapa final, para minimizar as interferências identificadas no traçado e para atender a pleitos que foram levantados durante as negociações com os superficiários, algumas pequenas alterações e ajustes foram promovidas na rota do mineroduto.

Também foi considerada na definição da rota do traçado a execução de furos direcionais para a passagem da tubulação, como forma de evitar maiores movimentações de terra e serviços de terraplenagem. Ao longo de sua trajetória, o mineroduto irá atravessar áreas com um relevo acidentado, especialmente no segmento inicial do traçado (entre Conceição do Mato Dentro e Santa Maria do Itabira) e na transposição da Serra da Mantiqueira (na divisa dos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro). Para manter a declividade máxima definida para o mineroduto (15%), bem como a limitação de cota (altitude) a 850m, em alguns pequenos trechos para transpor relevo mais íngreme serão executados os furos direcionais evitando operações de terraplenagem maiores para a instalação dos dutos e a construção de estruturas geotécnicas de contenção de taludes.

Cabe destacar, mais uma vez, que a otimização do traçado também considerou a necessidade de minimização das interferências em nascentes e cursos d'água, em áreas de formação florestal e de reserva legal e em locais com ocorrência de patrimônio histórico e de sítios arqueológicos. Da mesma forma, a definição da rota do traçado foi otimizada visando o deslocamento ao máximo de áreas densamente povoadas, edificações, unidades de conservação de proteção integral, fragmentos de mata primária e secundária, áreas de preservação permanente (APP's), monumentos naturais, corpos hídricos de grande porte, buscando-se sempre que possível as alternativas de locação em áreas já antropizadas.

Além destes aspectos ambientais e sociais gerais, especificamente, foram evitadas interferência direta em áreas mapeadas pelo Projeto de Proteção da Mata Atlântica (PROMATA-MG), nas proximidades das lagoas localizadas na zona de amortecimento do Parque Estadual do Rio Doce (área de estudo e interesse para inclusão nessa unidade de conservação) e no Caminho da Luz (rota de peregrinação).

No anexo 1, pode ser encontrado um conjunto de 30 imagens, em escala 1:25.000, que mostram, sobre ortofoto retificada e georreferenciada, o traçado definitivo do mineroduto e a indicação de seus principais pontos notáveis.

2.3 - Projeto executivo do mineroduto Minas Rio (duto)

Elaborado sob a responsabilidade técnica da empresa de engenharia PSI do Brasil, o projeto executivo da tubulação do Mineroduto Minas Rio foi encaminhado ao IBAMA em atendimento à condicionante específica nº 2.2 da Licença Prévia nº 255 / 2007.

No anexo 2 deste RT 01 estão apresentadas relações dos documentos de engenharia que compõem esse projeto executivo do mineroduto (tubulação) e que contemplam as folhas de alinhamento das tubulações e todas as obras especiais (furos direcionais, cruzamentos, travessias e passagens aéreas).

2.4 - Instalações industriais de apoio operacional ao mineroduto

As principais instalações de apoio operacional do mineroduto consistem em:

- Pátio de Estocagem de Polpa e Estação de Bombeamento 1 (PS1);
- Estação de Bombeamento 2 (PS2);
- Estação de Válvulas (EV);
- Estação Terminal.

2.4.1 - Estação de bombeamento PS1

A estação número 1 de bombeamento de polpa (PS1) estará localizada no município de Conceição do Mato Dentro, estado de Minas Gerais, nas coordenadas 666.155E e 7.911.096N, e será instalada nas proximidades da planta de beneficiamento de minério do complexo minerário da MMX .

O concentrado de minério de ferro oriundo da planta de beneficiamento será alimentado em tanques de armazenagem dotados de agitadores, localizados na área de tancagem de polpa. Com capacidade de armazenamento da produção da planta de beneficiamento por, pelo menos, 8 horas, esses tanques também funcionarão como tanques de homogeneização da polpa que irá alimentar o sistema de bombeamento para alimentação da tubulação.

Durante a operação normal, uma bomba de carga transferirá a polpa dos tanques de armazenagem, para as bombas de deslocamento positivo de velocidade variável. As bombas de deslocamento positivo fornecerão a pressão necessária para compensar as diferenças de elevação do caminhamento da tubulação até a estação de bombeamento PS2, e as perdas de carga decorrentes do atrito ao longo desse trecho.

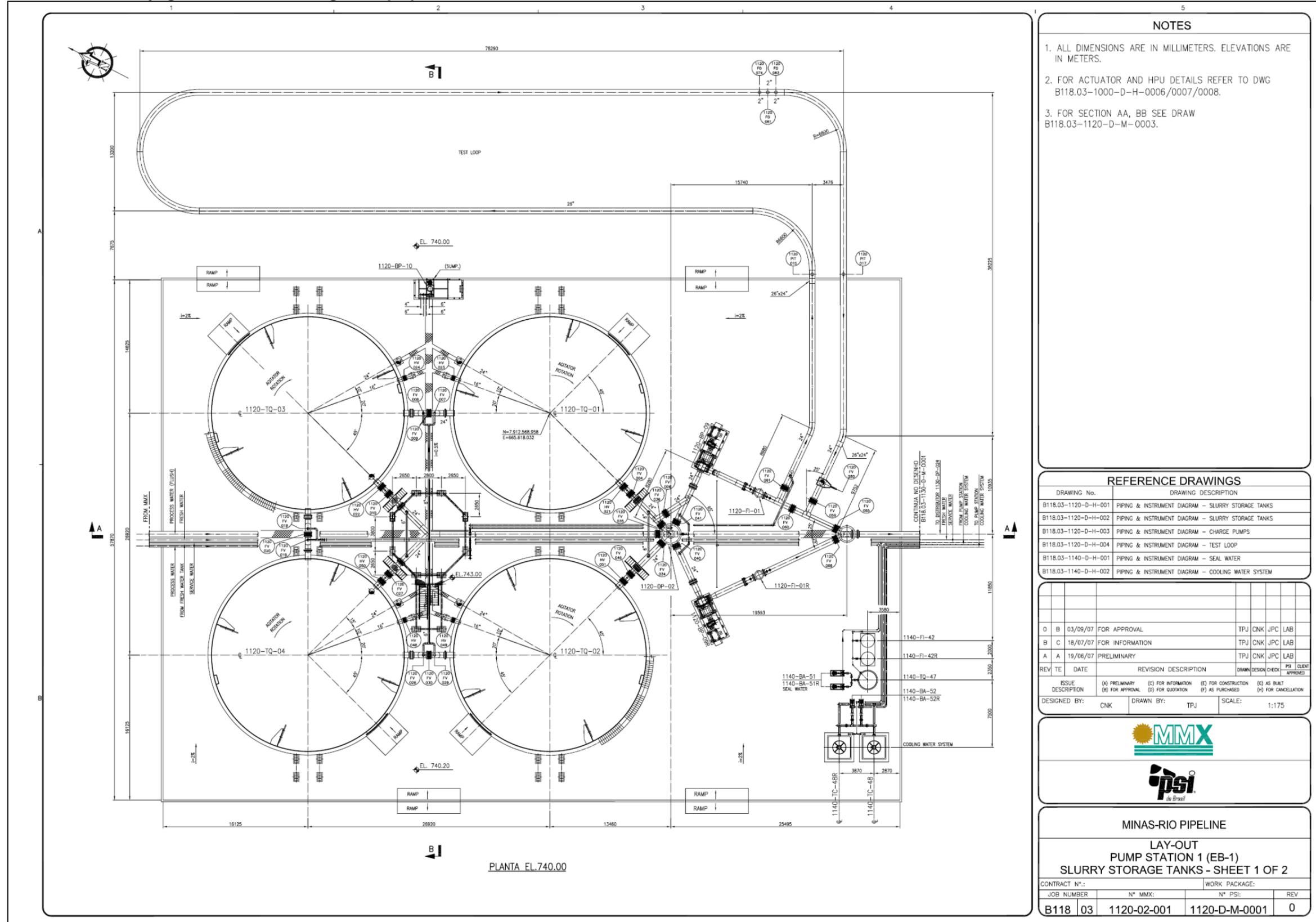
As águas de reposição no processo e a água de fluxo na tubulação, bem como o fornecimento de energia elétrica para a primeira estação de bombas do sistema de bombeamento, serão fornecidos a partir da planta de beneficiamento do complexo minerário da MMX.

As instalações industriais da estação de bombeamento PS1 incluem:

- Quatro tanques de armazenagem para a polpa (20 m altura x 21,5 m diâmetro), com válvulas de distribuição e agitadores;
- Duas bombas de carga (1 em operação e 1 reserva) e drives de frequência variável (VFDs) e tubulação;
- Oito bombas de deslocamento positivo (7 em operação e 1 reserva) com amortecedores de trepidação e drives de frequência variável (VFDs);
- Sala de controle, sala de energia elétrica e duas pontes rolantes para 15 toneladas;
- Loop de Teste;
- Geradores reserva para agitadores do tanque de armazenagem de polpa e SCADA/Telecom;
- Tubos e válvulas para o circuito principal;
- Dispositivos para alívio da pressão.

As figuras 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6, a seguir mostram os arranjos gerais das instalações dessa estação de bombeamento

FIGURA 2.3 - Arranjo geral da área de tancagem de polpa da PS1



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
2. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
3. FOR SECTION AA, BB SEE DRAW B118.03-1120-D-M-0003.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1120-D-H-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SLURRY STORAGE TANKS
B118.03-1120-D-H-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SLURRY STORAGE TANKS
B118.03-1120-D-H-003	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - CHARGE PUMPS
B118.03-1120-D-H-004	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - TEST LOOP
B118.03-1140-D-H-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SEAL WATER
B118.03-1140-D-H-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COOLING WATER SYSTEM

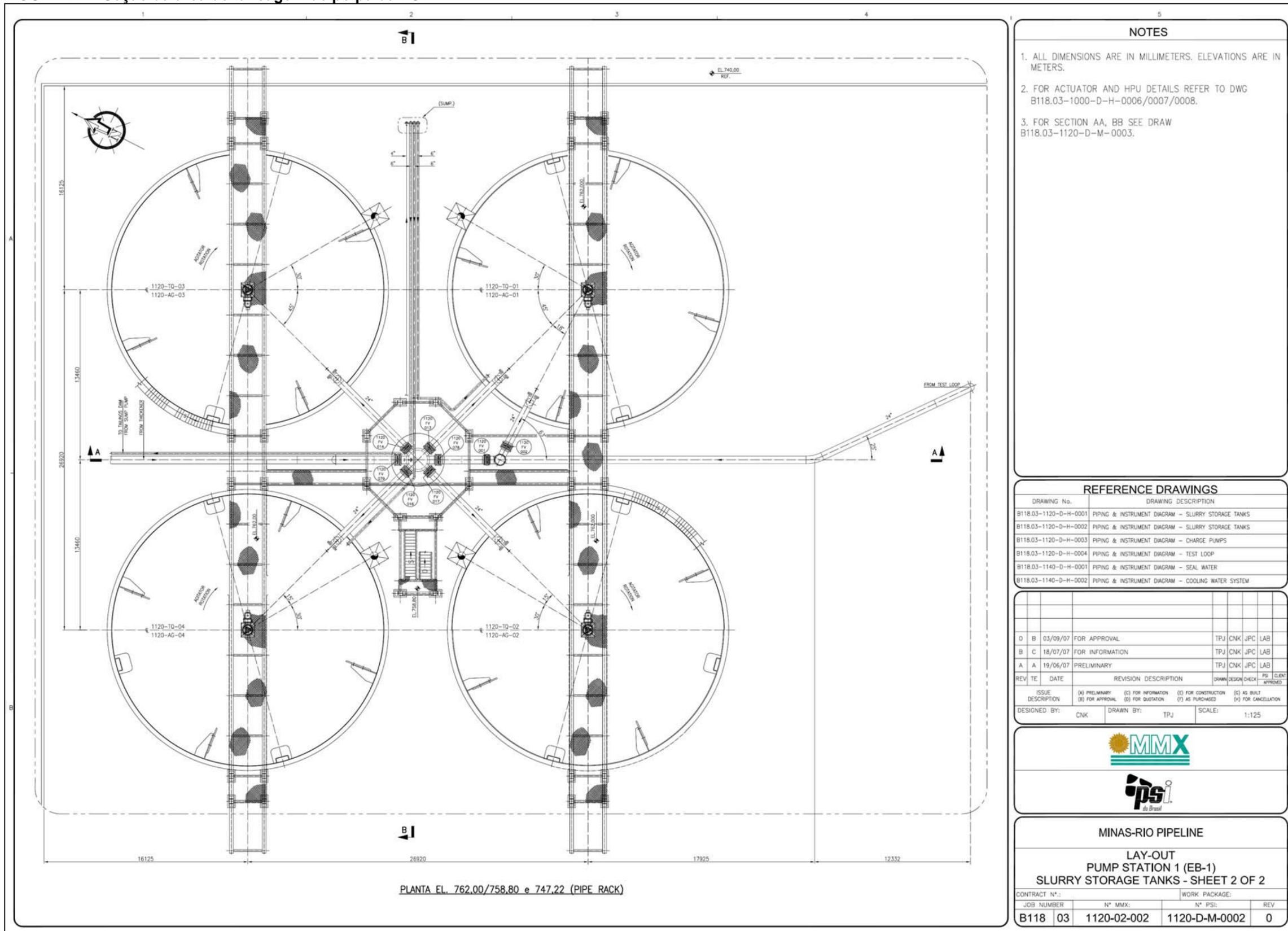
REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	APP	CLIENT APPROVED
0	B	03/09/07	FOR APPROVAL	TPJ	CNK	JPC	LAB	
B	C	18/07/07	FOR INFORMATION	TPJ	CNK	JPC	LAB	
A	A	19/06/07	PRELIMINARY	TPJ	CNK	JPC	LAB	



MINAS-RIO PIPELINE
 LAY-OUT
 PUMP STATION 1 (EB-1)
 SLURRY STORAGE TANKS - SHEET 1 OF 2

CONTRACT N.º:		WORK PACKAGE:	
JOB NUMBER	N.º MMX:	N.º PSI:	REV
B118	03	1120-02-001	1120-D-M-0001
			0

FIGURA 2.4 - Seção da área de tancagem de polpa da PS1



- NOTES**
1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
 2. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
 3. FOR SECTION AA, BB SEE DRAW B118.03-1120-D-M-0003.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1120-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SLURRY STORAGE TANKS
B118.03-1120-D-H-0002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SLURRY STORAGE TANKS
B118.03-1120-D-H-0003	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - CHARGE PUMPS
B118.03-1120-D-H-0004	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - TEST LOOP
B118.03-1140-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SEAL WATER
B118.03-1140-D-H-0002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COOLING WATER SYSTEM

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN CHECK	PSI CLIENT APPROVED
D	B	03/09/07	FOR APPROVAL	TPJ	CNK	JPC LAB
B	C	18/07/07	FOR INFORMATION	TPJ	CNK	JPC LAB
A	A	19/06/07	PRELIMINARY	TPJ	CNK	JPC LAB

ISSUE DESCRIPTION: (A) PRELIMINARY (B) FOR APPROVAL (C) FOR INFORMATION (D) FOR CONSTRUCTION (E) AS BUILT (F) FOR CANCELLATION (G) FOR QUOTATION (H) AS PURCHASED (I) FOR CANCELLATION

DESIGNED BY: CNK DRAWN BY: TPJ SCALE: 1:125

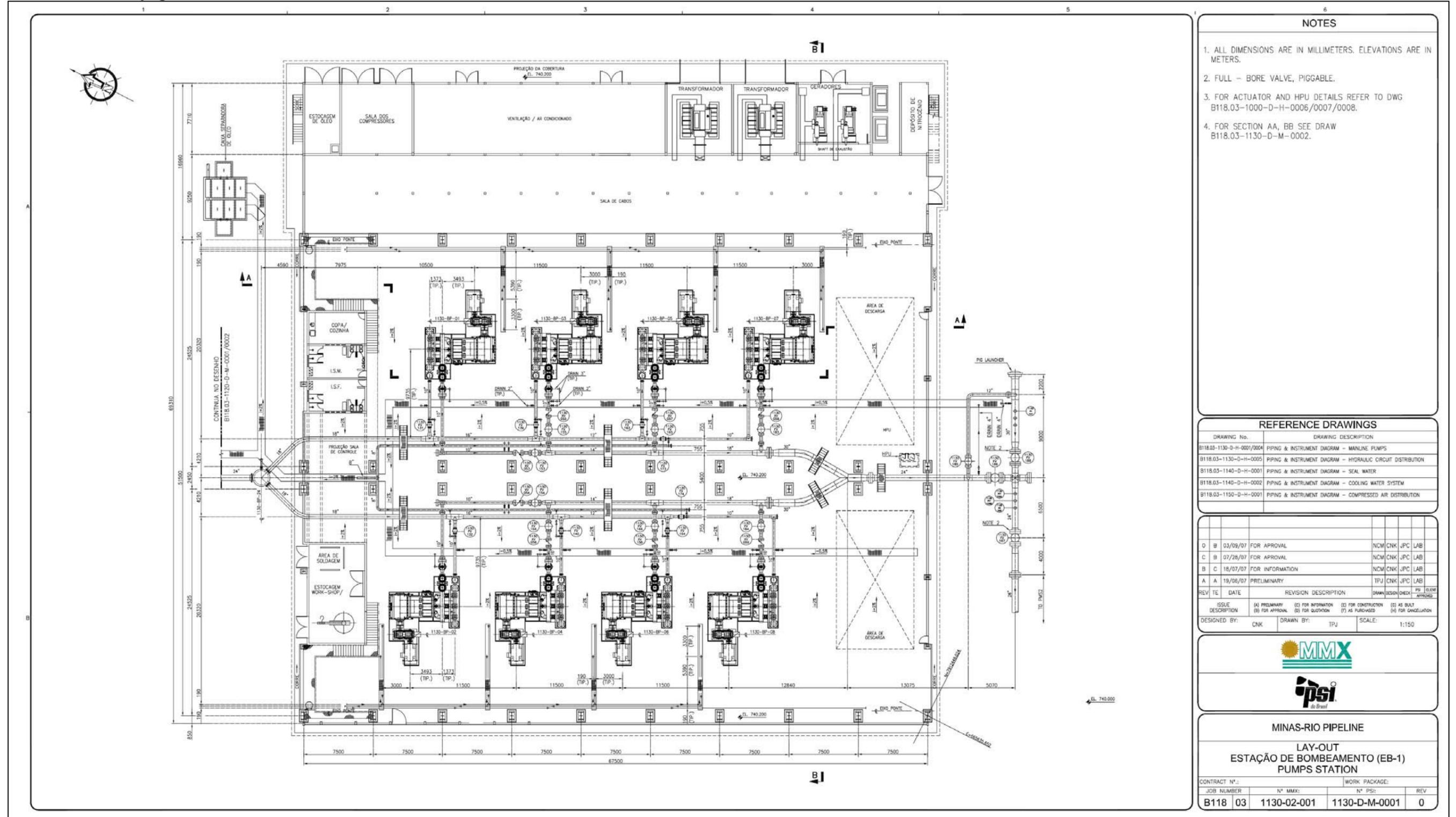


MINAS-RIO PIPELINE

LAY-OUT PUMP STATION 1 (EB-1) SLURRY STORAGE TANKS - SHEET 2 OF 2

CONTRACT N°:	WORK PACKAGE:
JOB NUMBER: B118 03	N° MMX: 1120-02-002
N° PSI: 1120-D-M-0002	REV: 0

FIGURA 2.5 - Arranjo geral da sala de bombas da PS1



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
2. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
3. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
4. FOR SECTION AA, BB SEE DRAW B118.03-1130-D-M-0002.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1130-D-H-0001/0004	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - MAINLINE PUMPS
B118.03-1130-D-H-0005	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION
B118.03-1140-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SEAL WATER
B118.03-1145-D-H-0002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COOLING WATER SYSTEM
B118.03-1150-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COMPRESSED AIR DISTRIBUTION

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DRWN	DESIGN	CHECK	APP	BY	DATE
D	B	03/09/07	FOR APPROVAL	NCM	CNK	JPC	LAB		
C	B	07/28/07	FOR APPROVAL	NCM	CNK	JPC	LAB		
B	C	18/07/07	FOR INFORMATION	NCM	CNK	JPC	LAB		
A	A	19/08/07	PRELIMINARY	TPJ	CNK	JPC	LAB		

ISSUE DESCRIPTION	(A) PRELIMINARY	(B) FOR APPROVAL	(C) FOR INFORMATION	(D) FOR QUOTATION	(E) FOR PURCHASED	(F) AS BUILT	(G) FOR CANCELLATION
DESIGNED BY:	CNK	DRAWN BY:	TPJ	SCALE:	1:150		

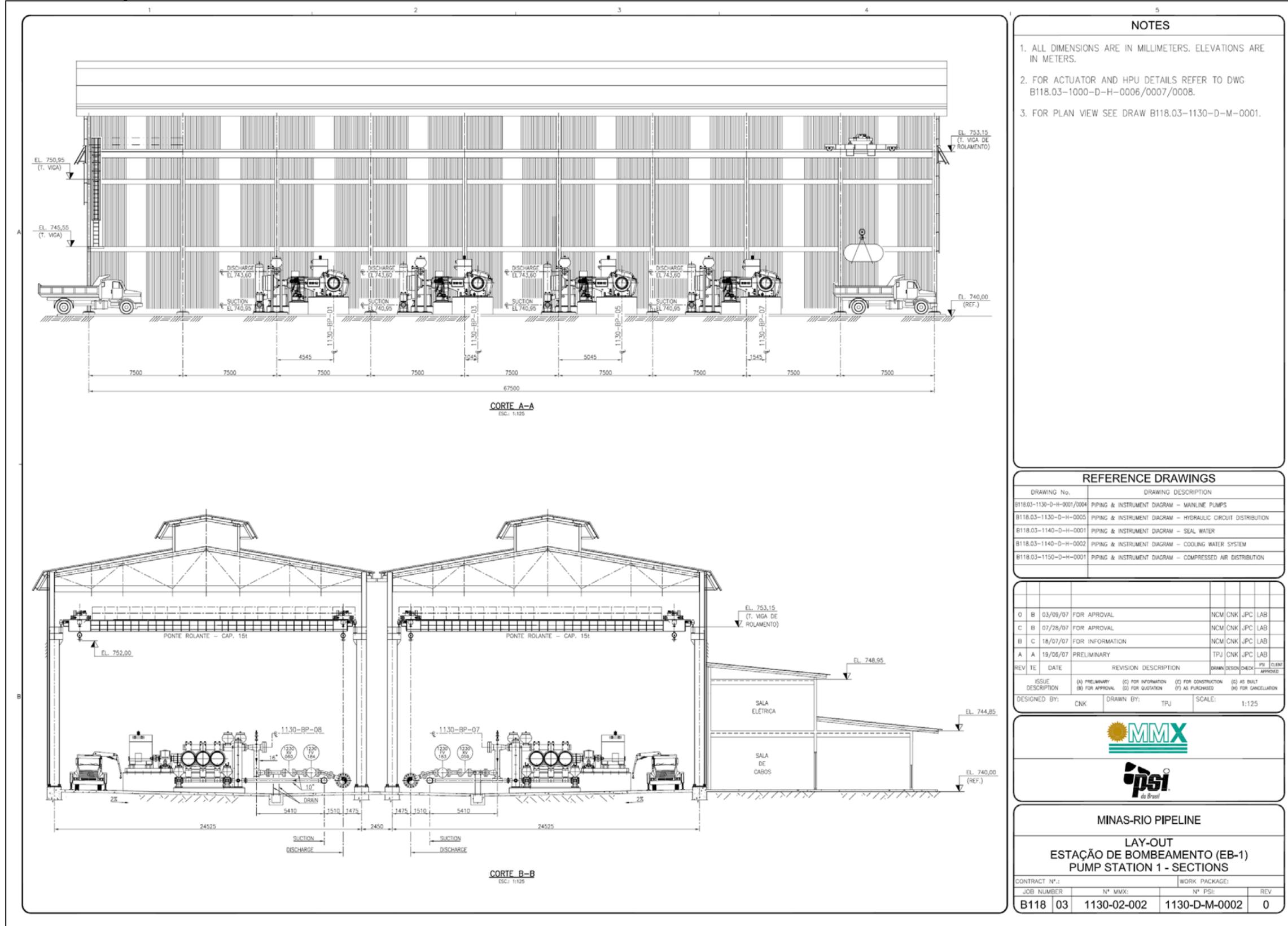


MINAS-RIO PIPELINE

LAY-OUT
 ESTAÇÃO DE BOMBAMENTO (EB-1)
 PUMPS STATION

CONTRACT N.º:	N.º MMX:	N.º PSI:	WORK PACKAGE:	REV
B118	03	1130-02-001	1130-D-M-0001	0

FIGURA 2.6 - Seção da sala de bombas da PS1



2.4.2 - Estação de bombeamento PS2

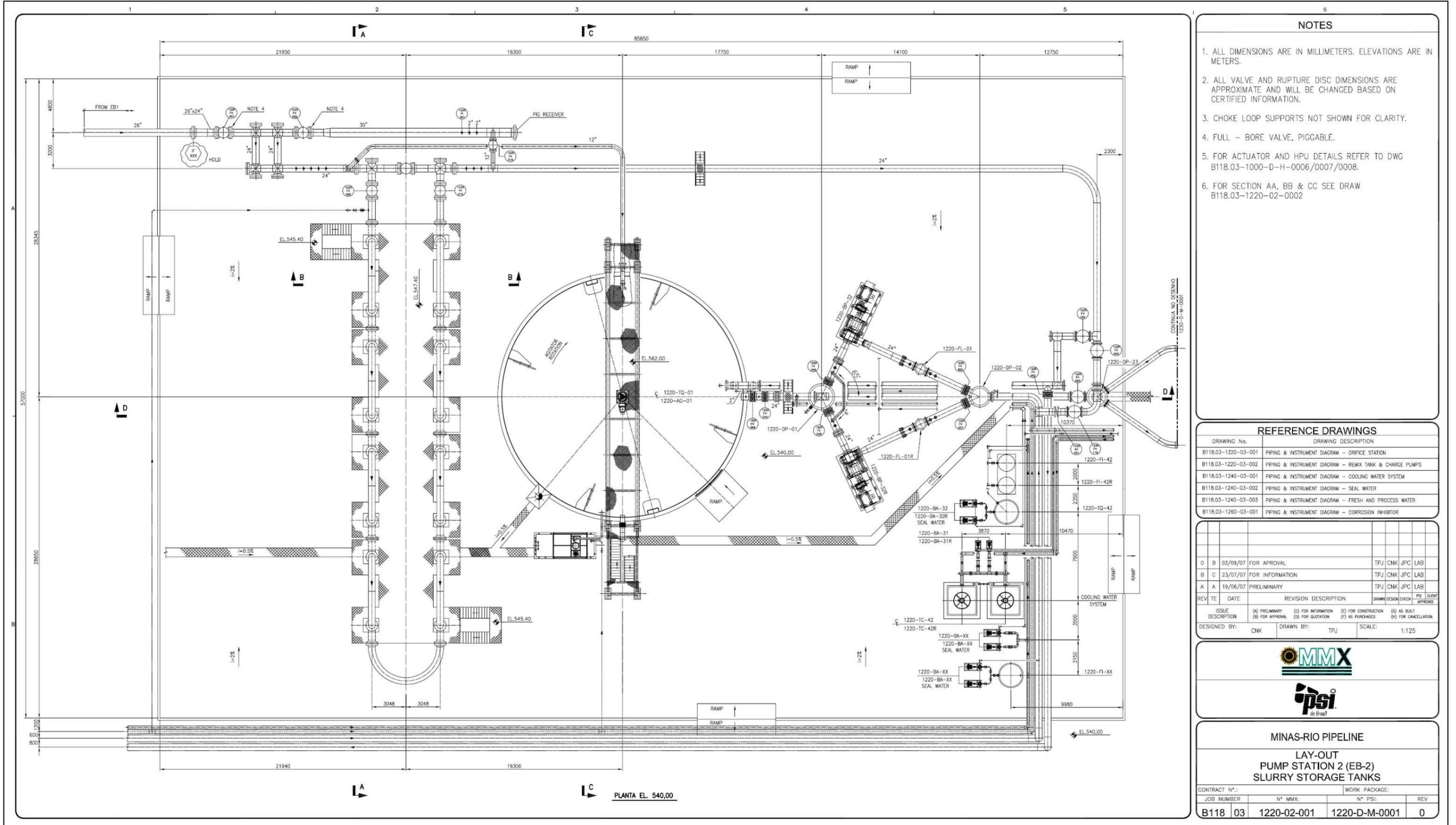
A estação de bombas PS2 estará localizada no município de Santo Antônio do Grama, estado de Minas Gerais, aproximadamente entre os km 235+350 e 235+400 do mineroduto, nas coordenadas (E) 754.564E e 7.748.660N. Terá função similar à PS1, qual seja a de alimentar o sistema de bombeamento para alimentação da tubulação a jusante, fornecendo a pressão necessária para compensar as diferenças de elevação do caminhamento da tubulação até a estação de bombeamento PS2, e as perdas de carga decorrentes do atrito ao longo desse trecho.

As instalações industriais da Estação de Bombeamento PS2 compreendem:

- Um tanque agitador de re-mistura (20 m altura x 21,5 m diâmetro), com válvulas de distribuição e misturadores;
- Duas bombas de carga (1 em operação e 1 reserva) e drives de frequência variável (VFDs) e tubulação;
- Dez bombas de deslocamento positivo (8 em operação e 2 reserva), com amortecedores de trepidação e drives de frequência variável (VFDs);
- Sala de controle, sala de energia elétrica e duas pontes rolantes para 15 toneladas;
- Geradores reserva para misturadores do tanque de armazenagem de polpa e SCADA/Telecom;
- Tubulação e válvulas para o circuito principal;
- Dispositivos para alívio da pressão;
- Uma barragem de emergência.

As figuras 2.7, 2.8, 2.9 e 2.10, a seguir, mostram os arranjos gerais das instalações dessa estação de bombeamento. A figura 2.11 mostra o arranjo geral, seções e curva cota-volume da barragem de emergência da PS2.

FIGURA 2.7 - Arranjo geral da área de tancagem de polpa da PS2



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
2. ALL VALVE AND RUPTURE DISC DIMENSIONS ARE APPROXIMATE AND WILL BE CHANGED BASED ON CERTIFIED INFORMATION.
3. CHOKE LOOP SUPPORTS NOT SHOWN FOR CLARITY.
4. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
5. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
6. FOR SECTION AA, BB & CC SEE DRAW B118.03-1220-02-0002

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1220-03-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - DRIFICE STATION
B118.03-1220-03-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - REMIX TANK & CHARGE PUMPS
B118.03-1240-03-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COOLING WATER SYSTEM
B118.03-1240-03-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SEAL WATER
B118.03-1240-03-003	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - FRESH AND PROCESS WATER
B118.03-1260-03-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - CORROSION INHIBITOR

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT
D	B	03/09/07	FOR APPROVAL					TPJ CNK JPC LAB
B	C	23/07/07	FOR INFORMATION					TPJ CNK JPC LAB
A	A	19/06/07	PRELIMINARY					TPJ CNK JPC LAB

DESIGNED BY: CNK DRAWN BY: TPJ SCALE: 1:125




MINAS-RIO PIPELINE
 LAY-OUT
 PUMP STATION 2 (EB-2)
 SLURRY STORAGE TANKS

CONTRACT N°:	JOB NUMBER	N° MMX:	WORK PACKAGE:	N° PSI:	REV
B118	03	1220-02-001	1220-D-M-0001		0

FIGURA 2.8 - Seção da área de tancagem de polpa da PS2

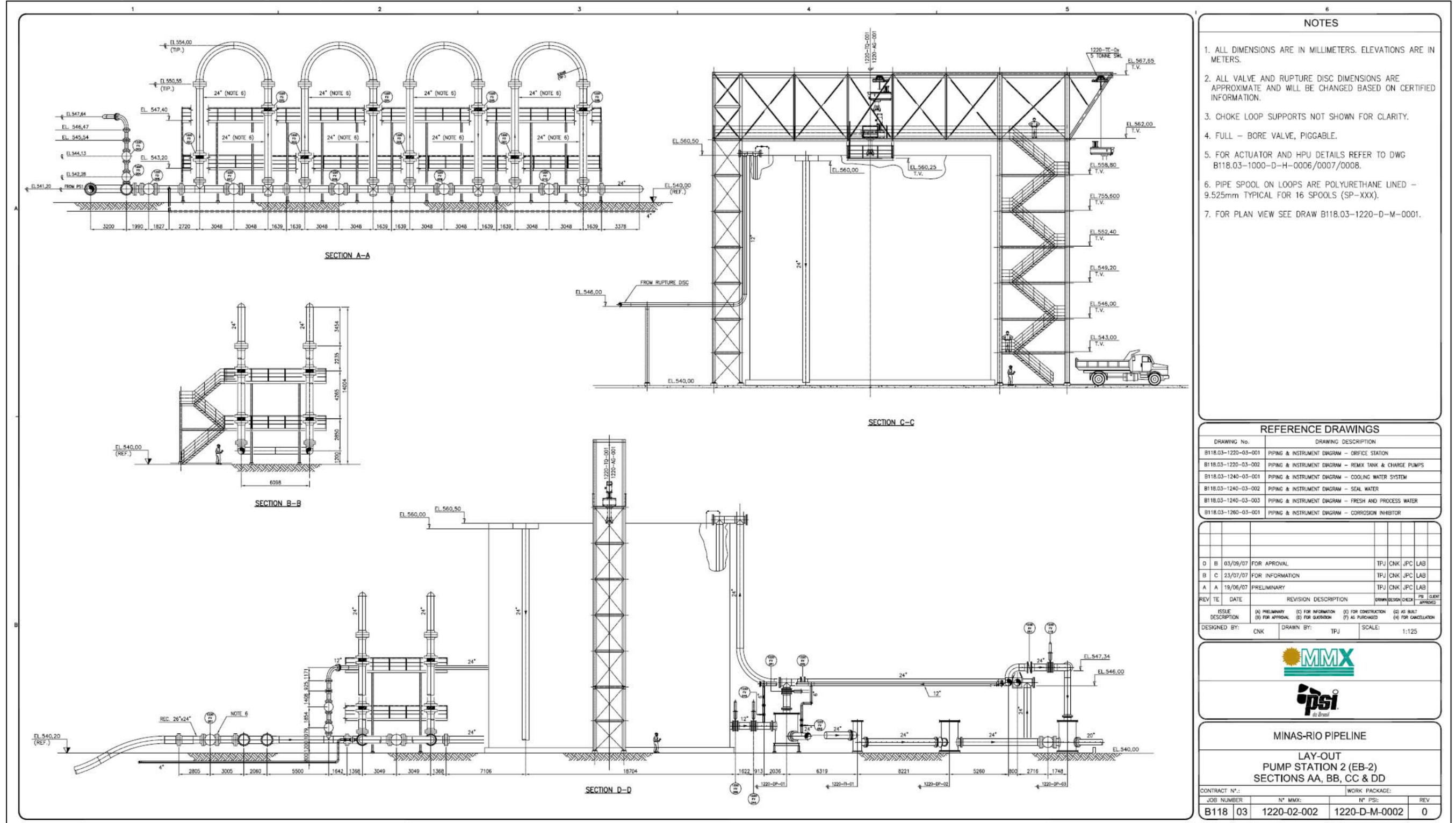
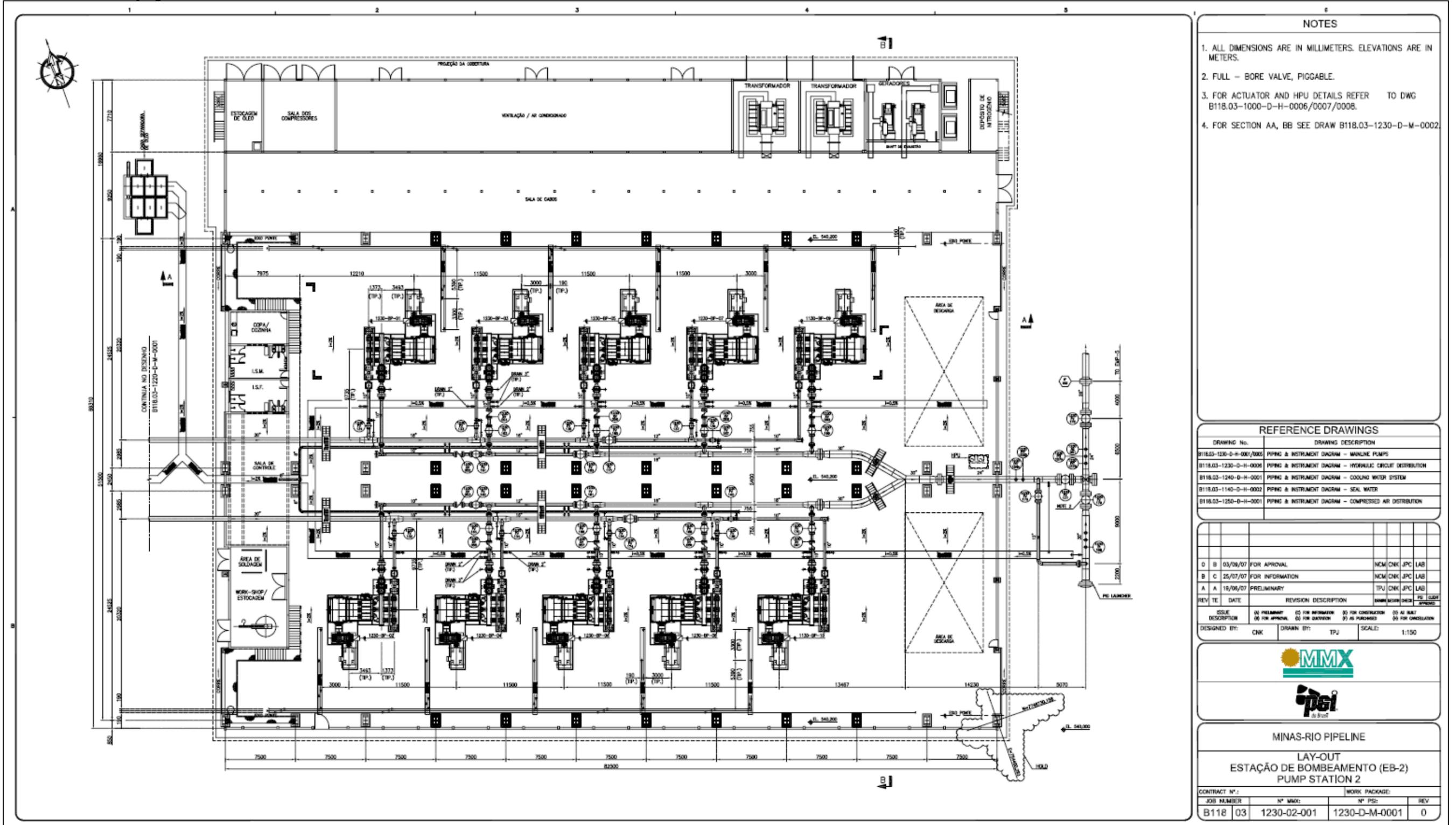


FIGURA 2.9 - Arranjo geral da sala de bombas da PS2



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
2. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
3. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
4. FOR SECTION AA, BB SEE DRAW B118.03-1230-D-M-0002.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1230-D-H-0007/0008	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - MAINLINE PUMPS
B118.03-1230-D-H-0006	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION
B118.03-1240-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COOLING WATER SYSTEM
B118.03-1140-D-H-0002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - SEAL WATER
B118.03-1250-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - COMPRESSED AIR DISTRIBUTION

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DESIGNED BY	DRAWN BY	SCALE
D	B	03/08/07	FOR APPROVAL	CMK	TPJ	1:150
B	C	25/07/07	FOR INFORMATION	CMK	TPJ	1:150
A	A	18/06/07	PRELIMINARY	CMK	TPJ	1:150

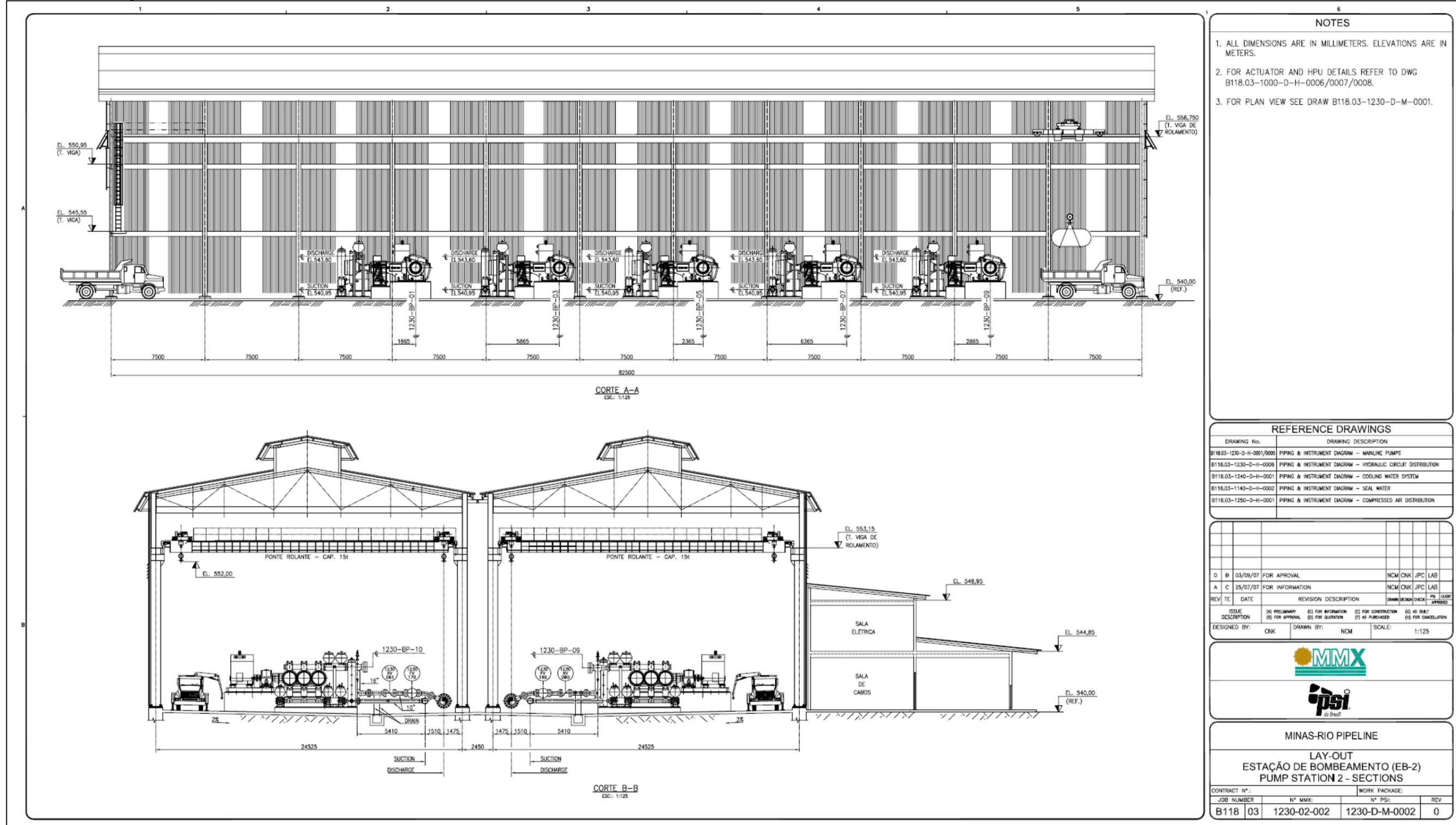


MINAS-RIO PIPELINE

LAY-OUT
 ESTAÇÃO DE BOMBAMENTO (EB-2)
 PUMP STATION 2

CONTRACT N°:	JOB NUMBER	N° MDC:	N° PS:	REV	
	B118	03	1230-02-001	1230-D-M-0001	0

FIGURA 2.10 - Seção da sala de bombas da PS2



As águas de reposição de processo e de fluxo na tubulação (quando necessária), para a segunda estação de bombas do sistema de bombeamento de polpa do mineroduto, serão fornecidas a partir de uma barragem de emergência que será construída próximo às instalações da PS2.

Os critérios operacionais do mineroduto também contemplarão rotinas para o controle eficiente e permanente do nível desse reservatório e para a sua utilização. Em condições normais de operação será exercido o controle para a manutenção do nível máximo de reservação de água.

O volume da barragem também estará adequadamente dimensionado, para absorver os fluxos de bombeamento da polpa de minério em situações de paralisação (para manutenção ou emergencial) do sistema operacional de bombeamento do mineroduto, assim como eventuais oscilações / interfaces polpa / água desse bombeamento e as oscilações operacionais.

Portanto, em situação de normalidade, a função primeira dessa barragem será a reservação / abastecimento de água para atendimento às demandas do mineroduto e da própria estação de bombas, estando previstos os seguintes usos:

- Prover abastecimento de água para o sistema de combate a incêndios e utilidades em geral, tanto operacionais quanto administrativas;
- Prover adução de água para bombeamento em bateladas a jusante da estação de bombas;
- Prover volume de água suficiente para lavagem e preenchimento (flushing) nas bombas e tubulações da estação durante eventuais paradas da mesma;

De forma a garantir esta função de abastecimento de água, a barragem está dimensionada e será operada de forma a sempre manter volume útil disponível para o atendimento às três demandas elencadas acima, e será provida de captação outorgada de curso de água, com vazão adequada ao seu completo enchimento.

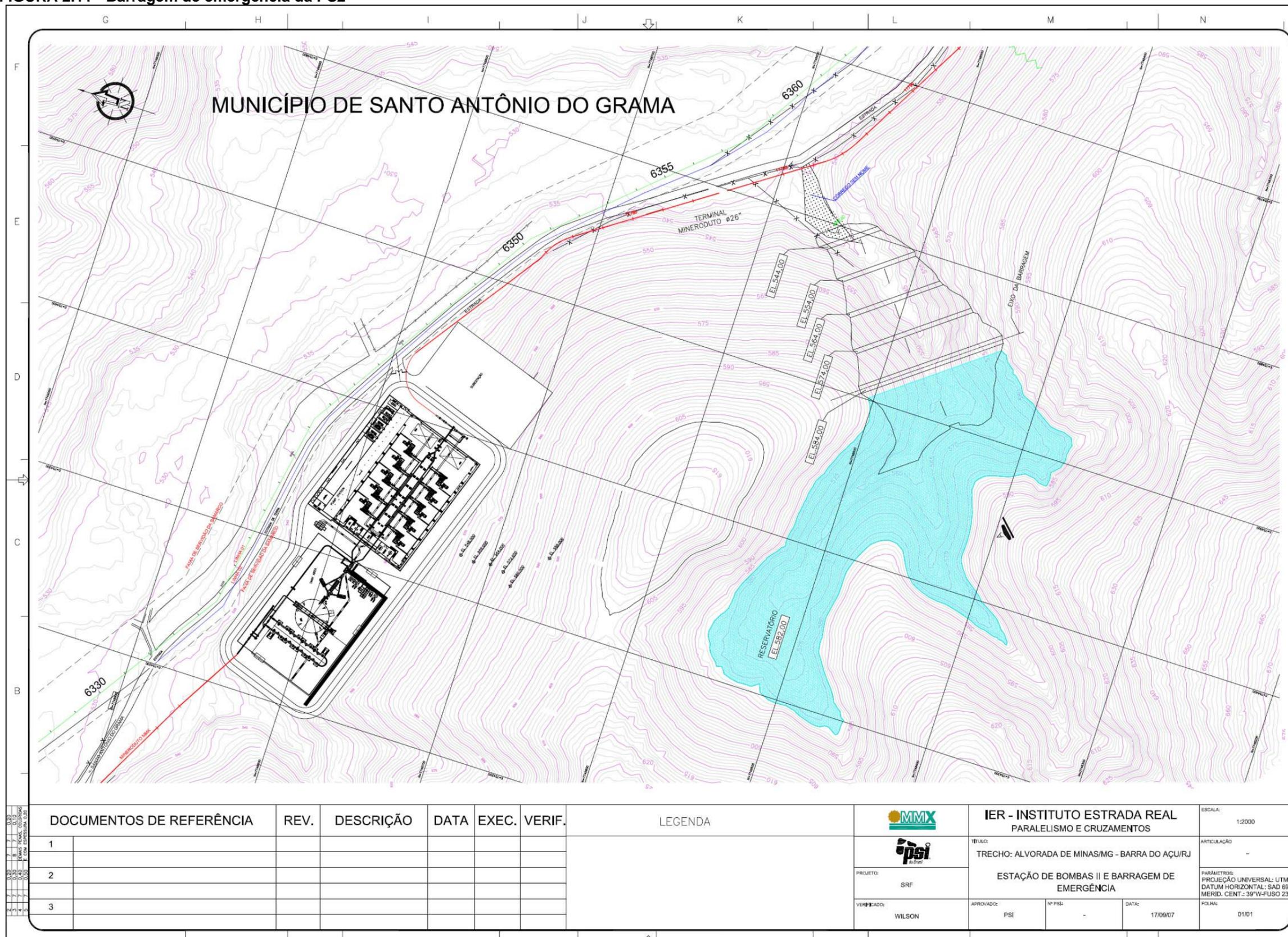
Como segunda - e não menos importante - função, a barragem de emergência terá que assegurar a retenção de polpa de minério de ferro e das águas industriais servidas da estação de bombas, nas seguintes situações:

- quando o sistema de tanques da estação estiver completamente cheio;
- quando for necessário o esgotamento dos tanques de polpa e a drenagem de água servida de lavagem das bombas e das tubulações da estação;
- para captar e reservar toda a drenagem de vazamentos ou derrames de polpa de minério de ferro ou de água dos tanques, e de lavagens nas áreas ao redor das bombas e tanques, e de águas pluviais da estação de bombas, que serão previamente endereçadas a caixa separadora de óleos e graxas;

Para atender estas demandas, a barragem também será dotada de sistema específico e equipamentos para retirada e recuperação desta polpa de minério de ferro, que será retornada à estação de bombas e ao mineroduto.

A figura 2.11 a seguir mostra a localização e da barragem de emergência em relação à estação de bombas PS2 e o seu arranjo geral, cortes e curva cota-volume.

FIGURA 2.11 - Barragem de emergência da PS2



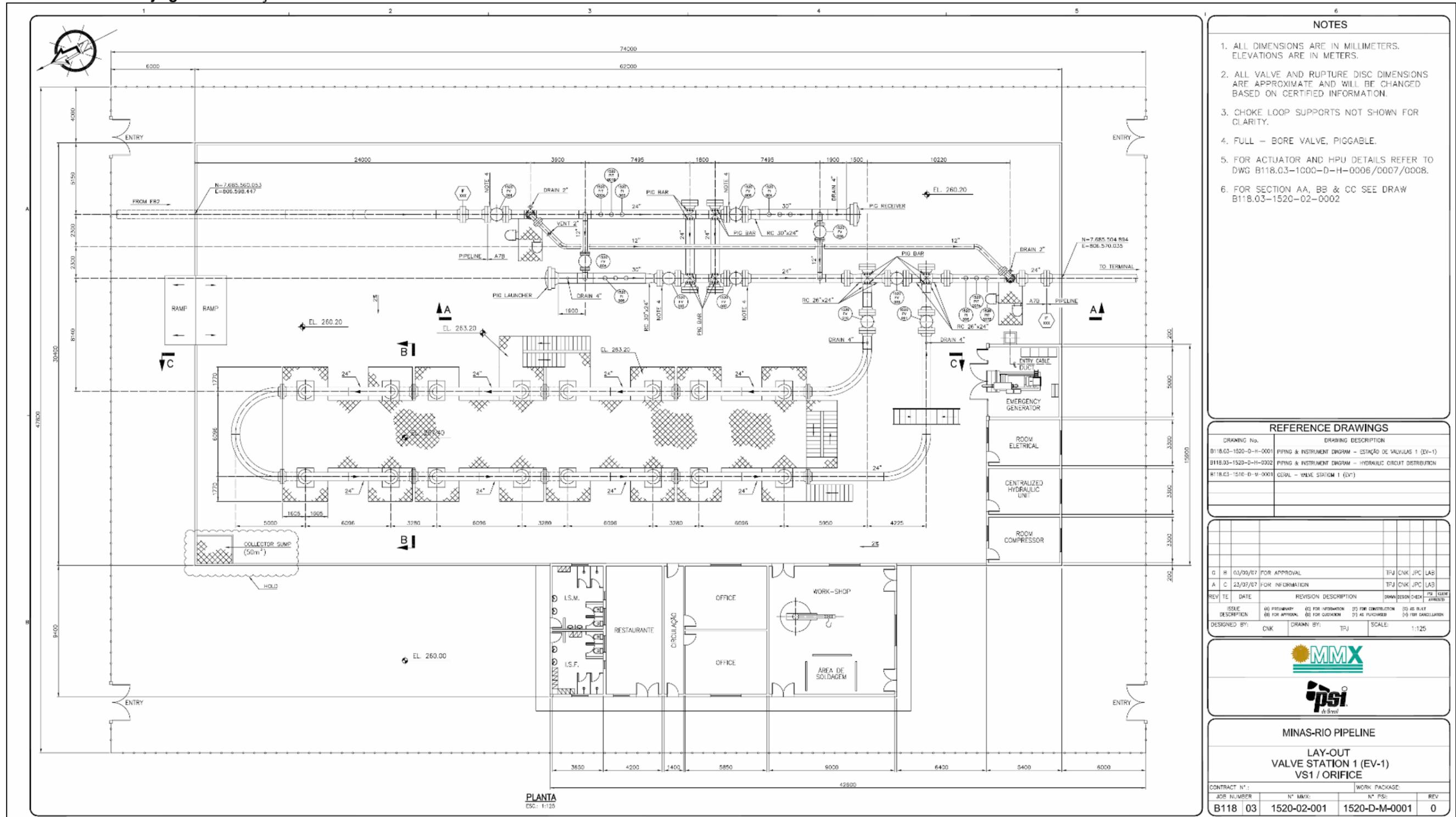
2.4.3 - Estação de válvulas

A Estação de Válvulas (EV), intermediária entre a PS2 e a Estação Terminal do mineroduto, é necessária para controle da pressão estática nas tubulações. As instalações industriais da EV estarão localizadas no município de Tombos, estado de Minas Gerais, no quilômetro 347 do traçado do mineroduto, nas coordenadas 807.143E e 7.685.362N.

Na estação da válvula será instalada uma estação de afogamento para controlar a pressão na tubulação e evitar condições frouxas de pressão no momento do bombeamento para contenção de água. A EV também será dotada de um equipamento (orifício) específico para controle de fluxo baixo (upstream) quando estiver operando em modo de contenção ou com fluxo reduzido.

As figuras 2.12 e 2.13, a seguir, mostram o arranjo geral e a seção da estação de válvulas do mineroduto Minas Rio

FIGURA 2.12 - Arranjo geral da estação de válvulas



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ELEVATIONS ARE IN METERS.
2. ALL VALVE AND RUPTURE DISC DIMENSIONS ARE APPROXIMATE AND WILL BE CHANGED BASED ON CERTIFIED INFORMATION.
3. CHOKE LOOP SUPPORTS NOT SHOWN FOR CLARITY.
4. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
5. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
6. FOR SECTION AA, BB & CC SEE DRAW B118.03-1520-02-0002

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1520-D-H-0001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - ESTAÇÃO DE VALVULAS 1 (EV-1)
B118.03-1520-D-H-0002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION
B118.03-1516-D-M-0001	GENERAL - VALVE STATION 1 (EV-1)

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DESIGN	DESIGN	CHECK	DATE
G	H	03/09/07	FOR APPROVAL	TPJ	CNK	JPC	LAB
A	C	23/07/07	FOR INFORMATION	TPJ	CNK	JPC	LAB

DESIGNED BY: CNK DRAWN BY: TPJ SCALE: 1:125

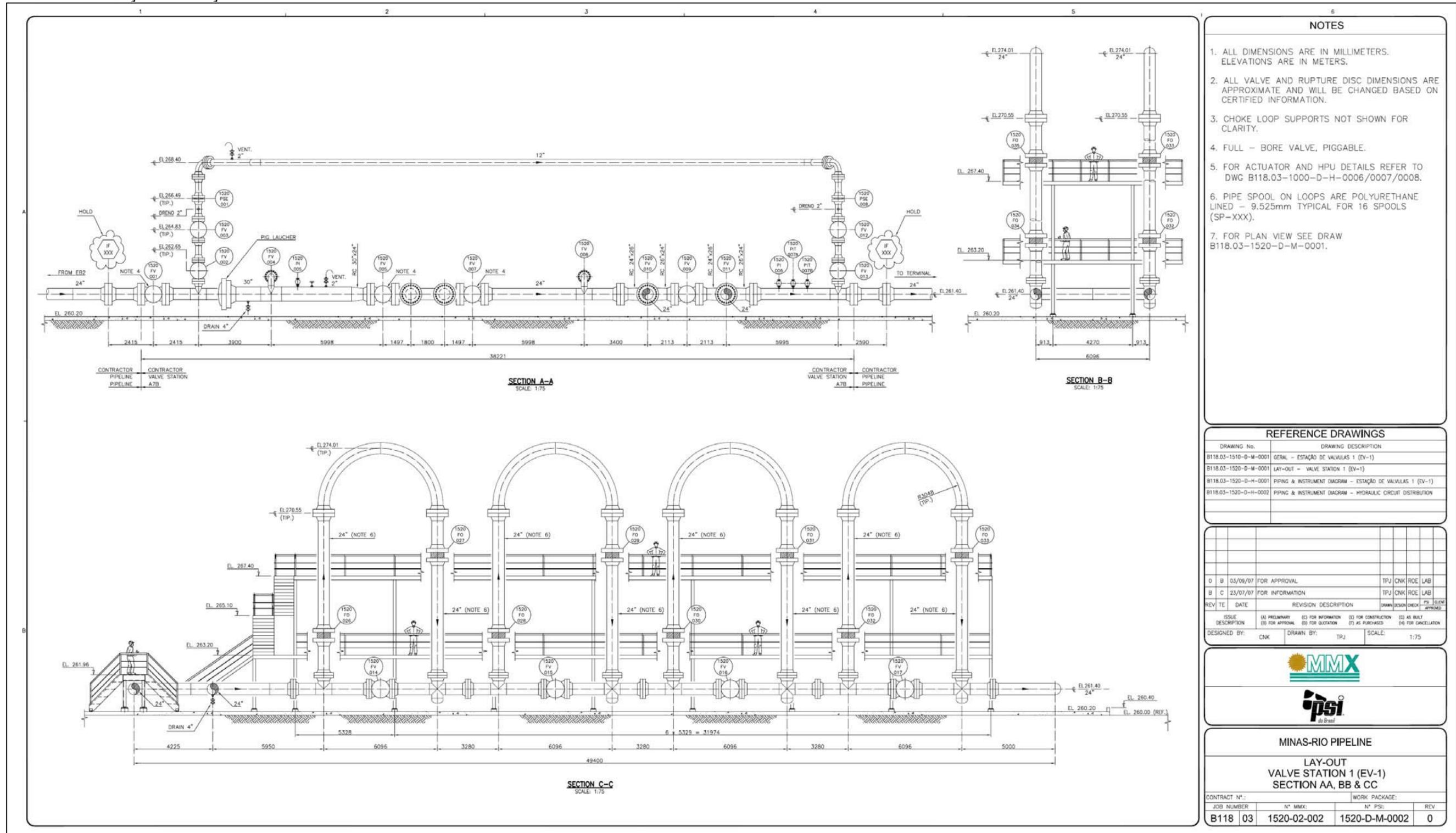


MINAS-RIO PIPELINE

LAY-OUT
 VALVE STATION 1 (EV-1)
 VS1 / ORIFICE

JOB NUMBER	N° MMX	N° PSI	REV
B118 03	1520-02-001	1520-D-M-0001	0

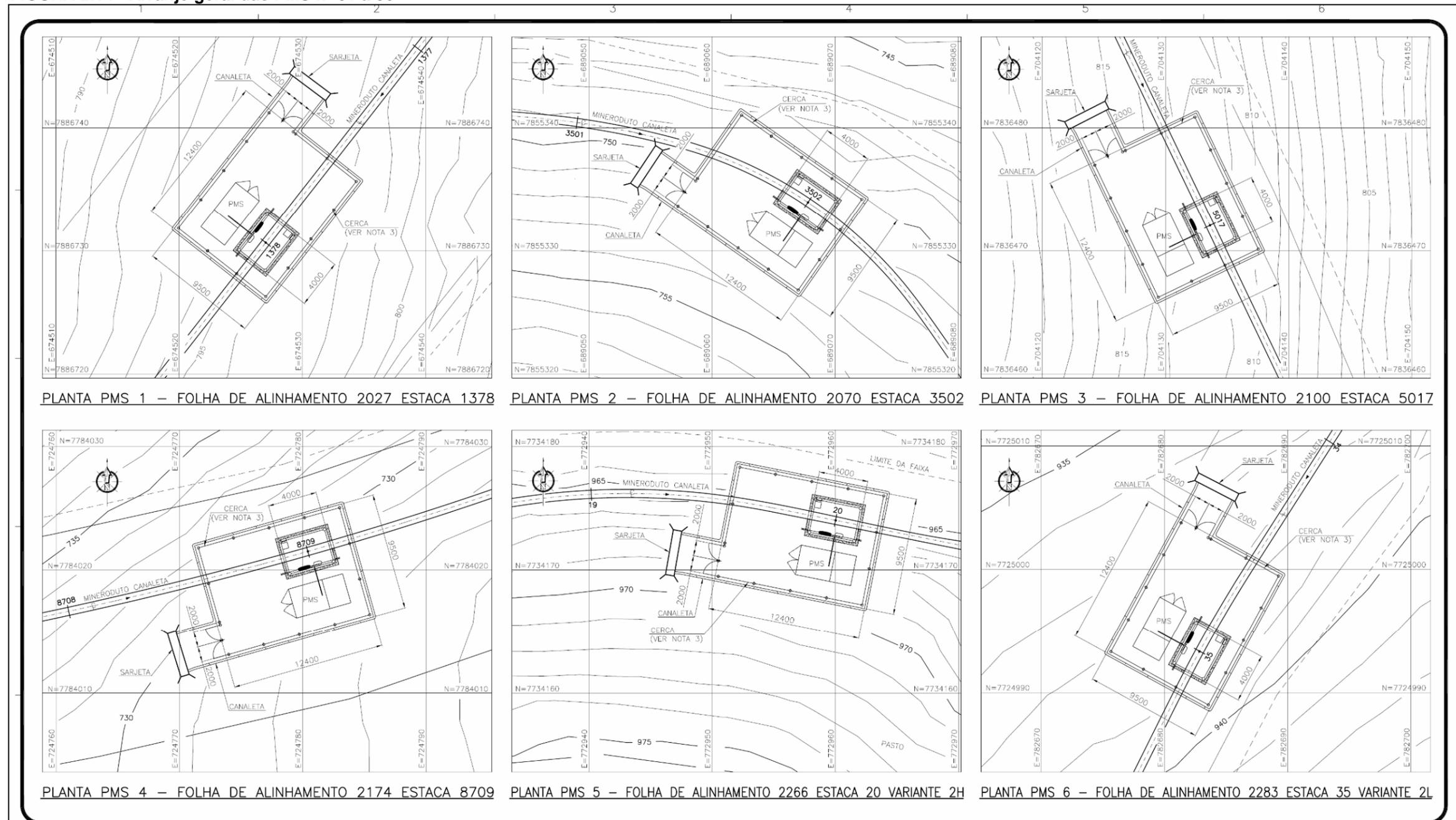
FIGURA 2.13 - Seção da estação de válvulas



Ao longo do mineroduto estão previstos, ainda, 10 pontos intermediários de medição de pressão (PMS), que estarão interligados por fibra óptica ao sistema SCADA (Sistema de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados), e que gerarão informações em tempo real para o Sistema de Detecção de Vazamentos na Tubulação.

As figuras 2.14 e 2.15 a seguir mostram as localizações e arranjos gerais de PMS

FIGURA 2.14 - Arranjo geral das PMS nº 01 a 06



REV.	DATA	T.E.	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	DESENHO	PROJETO	VERIF.	APROV.
1	14/09/07	D	PARA COTAÇÃO	MAH	MBA	CMP	LAB
0	14/06/07	D	PARA COTAÇÃO	LAQ	MBA	CMP	LAB
A	13/06/07	A	PRELIMINAR	LAQ	MBA	CMP	LAB

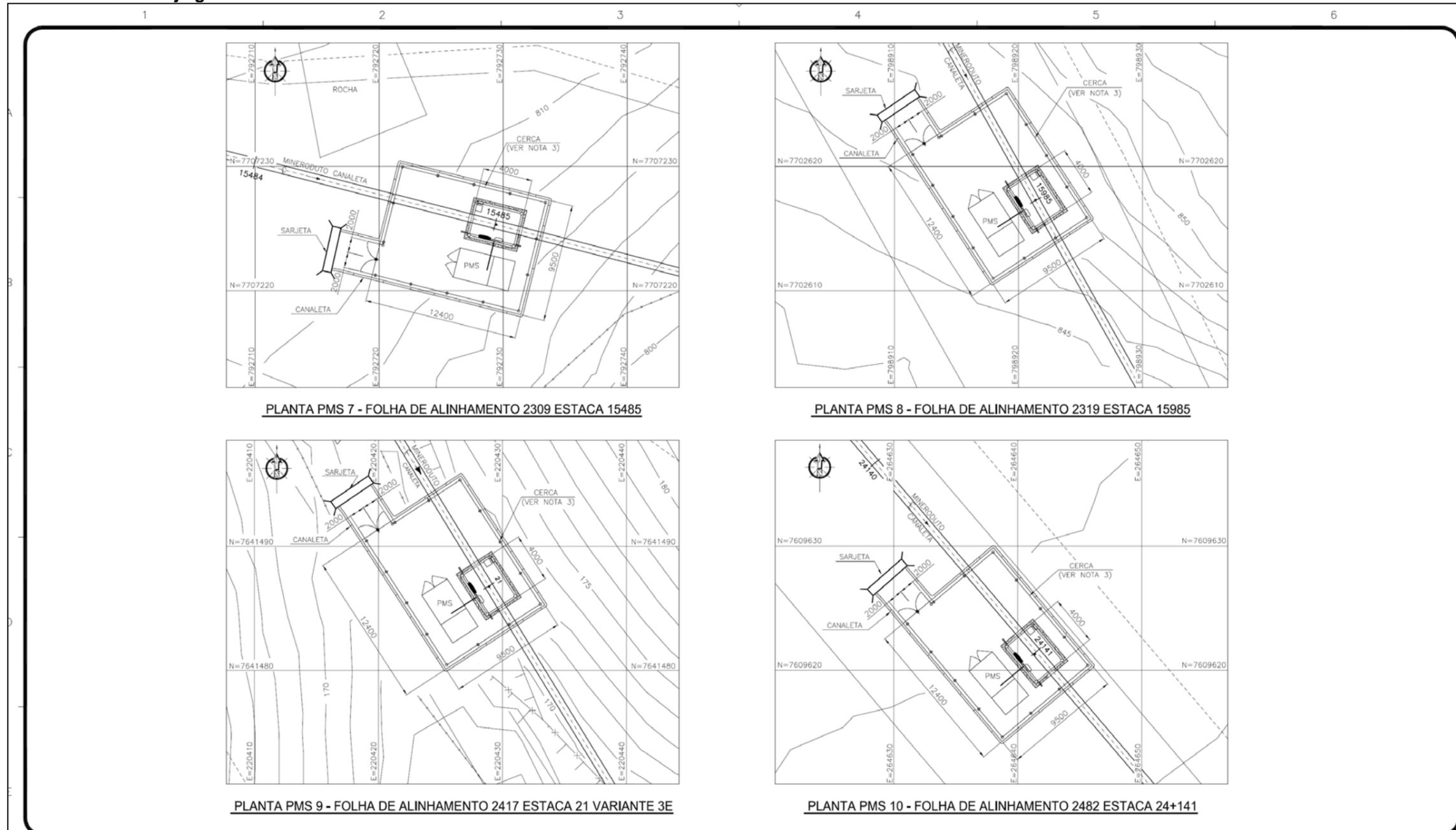
REVISÕES							
TIPO DE EMISSÃO	(A) PRELIMINAR (B) PARA APROVAÇÃO	(C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO			

NOTAS:

- TODAS AS DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
- DESENHOS COMPLEMENTARES:
 PMS - PLANTA GERAL DE SITUAÇÃO B118.03 - 1140 - D - C - 0041
 CAIXA PARA MEDIÇÃO DE ESPESURA B118.03 - 1140 - D - C - 0042
 ESTAÇÃO DE MONIT. DE PRESSÃO E MEDIÇÃO DE ESPESURA B118.03 - 1140 - D - C - 0043
- CERCA PADRÃO NYLOR 3D VERDE (2,03M ALT.) DA BELGO CERCAS (FIO 5mm - TRAMA 5X20cm) KIT PRÉ MONTADO (PAINÉIS,POSTES,PORTÕES, ACESSÓRIOS) - POSTES COM BASE CONCRETADA

IMPLANTAÇÃO DO MINERODUTO MINAS-RIO			
PROJETO:			
TÍTULO: ENGENHARIA DETALHADA MINERODUTO DETALHE TÍPICO PMS - PLANTA GERAL DE SITUAÇÃO			
NÚMERO MMX: B118.03 - 1140 - D - C - 0041		ESCALA: -	FOLHA: 1/2
		REV.: 1	

FIGURA 2.15 - Arranjo geral das PMS nº 07 a 10



PLANTA PMS 7 - FOLHA DE ALINHAMENTO 2309 ESTACA 15485

PLANTA PMS 8 - FOLHA DE ALINHAMENTO 2319 ESTACA 15985

PLANTA PMS 9 - FOLHA DE ALINHAMENTO 2417 ESTACA 21 VARIANTE 3E

PLANTA PMS 10 - FOLHA DE ALINHAMENTO 2482 ESTACA 24+141

REV.	DATA	T.E.	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	DESENHO	PROJETO	VERIF.	APROV.
1	14/09/07	D	PARA COTAÇÃO	MAH	MBA	CMP	LAB
0	14/06/07	D	PARA COTAÇÃO	LAQ	MBA	CMP	LAB
A	13/06/07	A	PRELIMINAR	LAQ	MBA	CMP	LAB

REVISÕES

TIPO DE EMISSÃO	(A) PRELIMINAR (B) PARA APROVAÇÃO	(C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO
-----------------	--------------------------------------	---	--	--

NOTAS:

- TODAS AS DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
- DESENHOS COMPLEMENTARES:
 PMS - PLANTA GERAL DE SITUAÇÃO B118.03 - 1140 - D - C - 0041
 CAIXA PARA MEDIÇÃO DE ESPESURA B118.03 - 1140 - D - C - 0042
 ESTAÇÃO DE MONIT. DE PRESSÃO E MEDIÇÃO DE ESPESURA B118.03 - 1140 - D - C - 0043
- CERCA PADRÃO NYLOR 3D VERDE (2,03M ALT.) DA BELGO CERCAS (FIO 5mm - TRAMA 5X20cm) KIT PRÉ MONTADO (PAINÉIS,POSTES,PORTÕES, ACESSÓRIOS) - POSTES COM BASE CONCRETADA




PROJETO: IMPLANTAÇÃO DO MINERODUTO MINAS-RIO

**TÍTULO: ENGENHARIA DETALHADA
 MINERODUTO
 DETALHE TÍPICO
 PMS - PLANTA GERAL DE SITUAÇÃO**

NÚMERO MMX: B118.03 - 1140 - D - C - 0041	ESCALA: -	FOLHA: 2/2	REV: 1
--	-----------	------------	--------

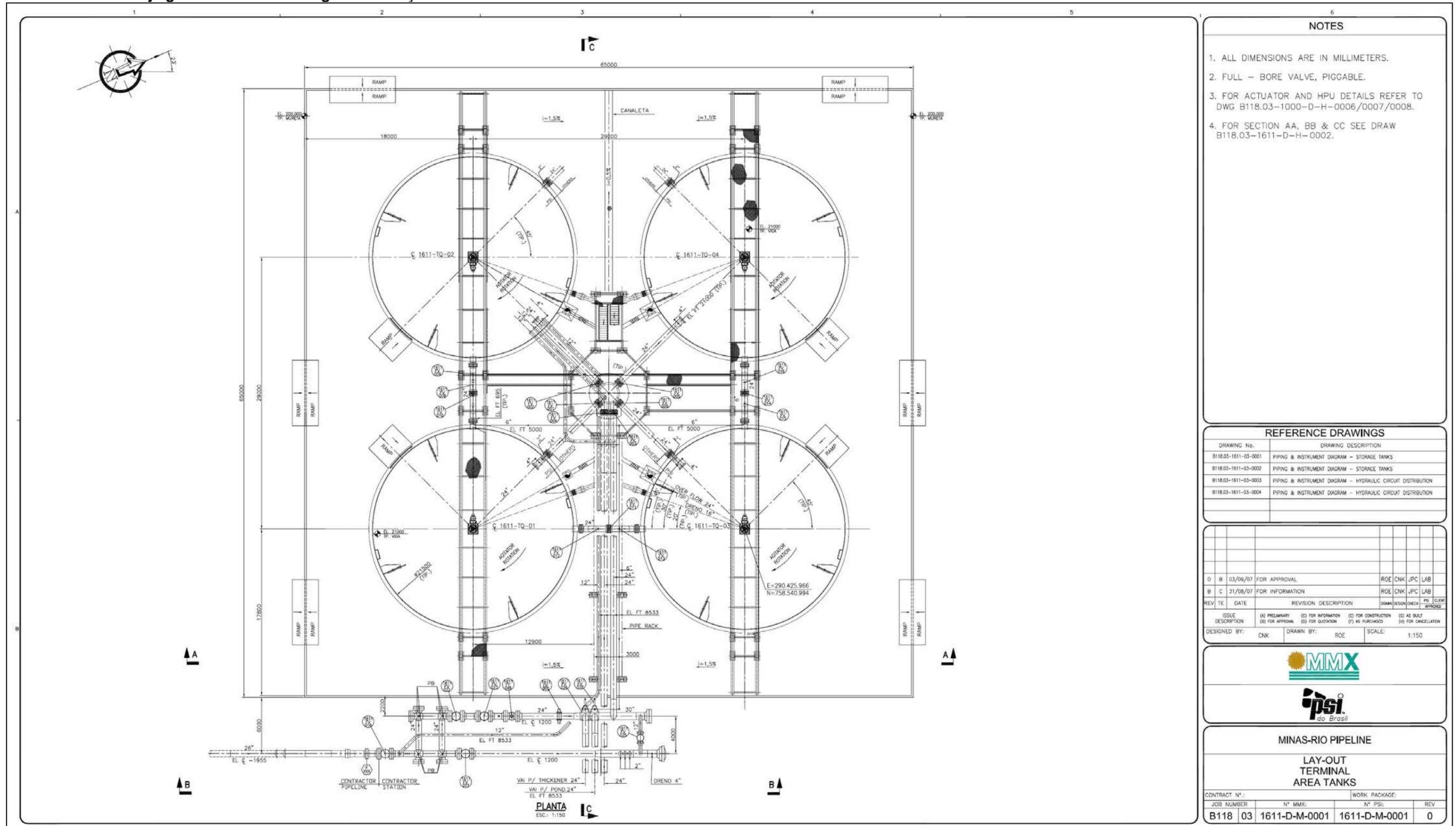
2.4.4 - Estação terminal

A estação terminal do mineroduto estará localizada no município de São João da Barra, estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas 289.871E e 7.585.229N. As instalações industriais dessa estação terminal incluem:

- Quatro tanques de armazenagem de polpa (20 m altura x 21,5 m diâmetro), com distribuidores e agitadores de várias velocidades;
- Válvulas e tubulação do circuito principal;
- Controle e instrumentação;
- Reservatório de emergência (400.000 m³);
- Dispositivos para alívio da pressão;
- Instalações para tratamento da água e reservatório de abastecimento.

As figuras 2.16 e 2.17, a seguir, mostram o arranjo geral e a seção da área de tancagem da estação terminal do mineroduto Minas Rio, onde a polpa de minério será recebida para desaguamento.

FIGURA 2.16 - Arranjo geral da área de tancagem da estação terminal do mineroduto



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
3. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
4. FOR SECTION AA, BB & CC SEE DRAW B118.03-1611-D-H-0002.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1611-03-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - STORAGE TANKS
B118.03-1611-03-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - STORAGE TANKS
B118.03-1611-03-003	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION
B118.03-1611-03-004	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DESIGNED BY	DRAWN BY	CHECKED BY	SCALE
0	B	03/09/07	FOR APPROVAL	CNK	ROE	JPC	LAB
1	C	31/08/07	FOR INFORMATION	CNK	ROE	JPC	LAB

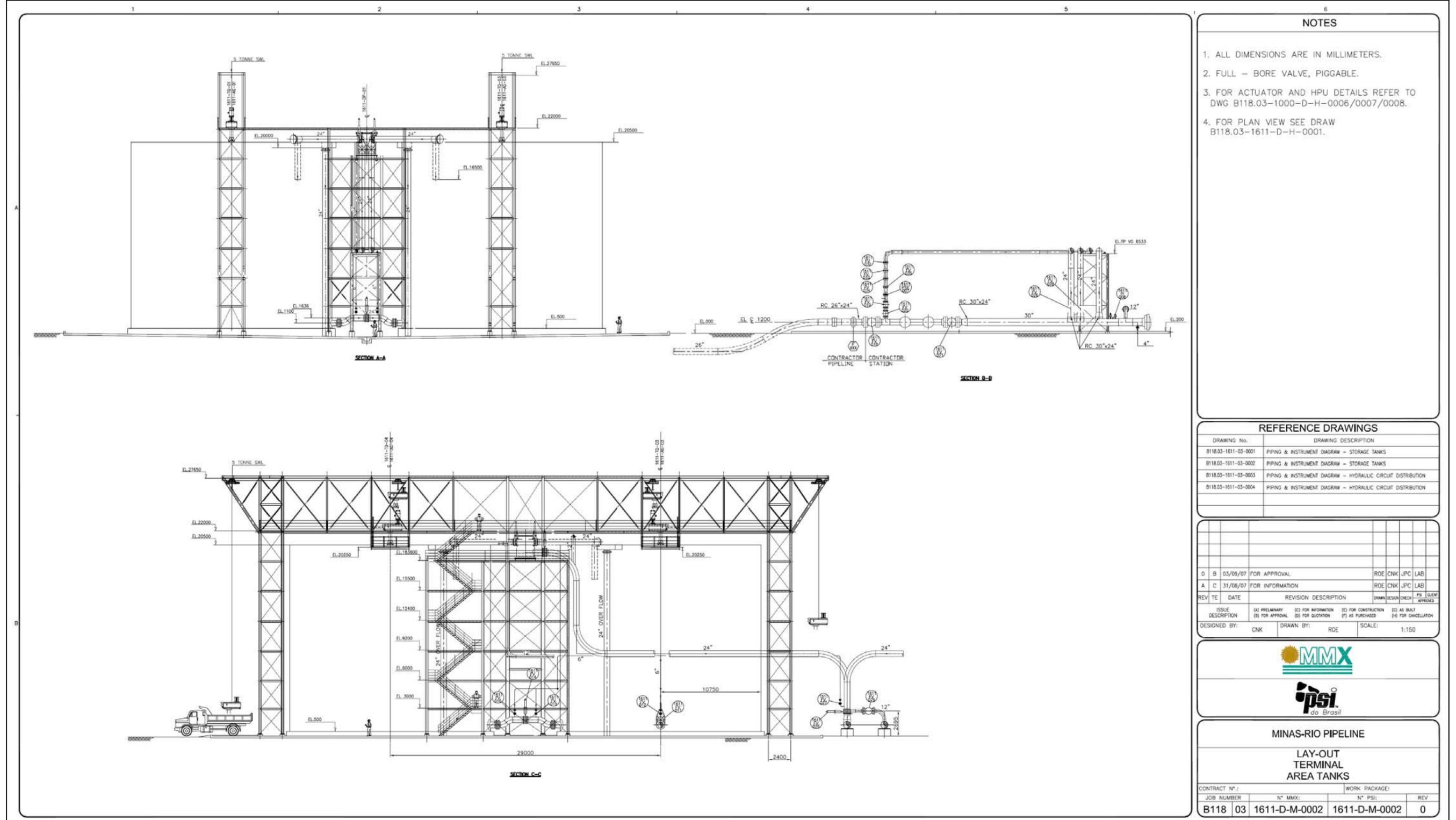


MINAS-RIO PIPELINE

LAY-OUT
 TERMINAL
 AREA TANKS

CONTRACT N°:	JOB NUMBER	N° MMX:	N° PSI:	WORK PACKAGE:	REV
B118	03	1611-D-M-0001	1611-D-M-0001		0

FIGURA 2.17 - Seção da área de tancagem da estação terminal



NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. FULL - BORE VALVE, PIGGABLE.
3. FOR ACTUATOR AND HPU DETAILS REFER TO DWG B118.03-1000-D-H-0006/0007/0008.
4. FOR PLAN VIEW SEE DRAW B118.03-1611-D-H-0001.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING No.	DRAWING DESCRIPTION
B118.03-1611-03-001	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - STORAGE TANKS
B118.03-1611-03-002	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - STORAGE TANKS
B118.03-1611-03-003	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION
B118.03-1611-03-004	PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM - HYDRAULIC CIRCUIT DISTRIBUTION

REV	TE	DATE	REVISION DESCRIPTION	DRWN	DESIGN	CHECK	PS	APPROVED
D	B	03/09/07	FOR APPROVAL	ROE	CNK	JPC	LAB	
A	C	31/08/07	FOR INFORMATION	ROE	CNK	JPC	LAB	



**MINAS-RIO PIPELINE
LAY-OUT
TERMINAL
AREA TANKS**

CONTRACT N°:	JOB NUMBER	N° MMX:	N° PSI:	WORK PACKAGE:	REV
B118	03	1611-D-M-0002	1611-D-M-0002		0

2.5 - Canteiros de Tubos

Durante a fase de implantação do sistema mineroduto, haverá a necessidade logística de distribuição de canteiros de tubos (pátios de recebimento, estocagem e distribuição) ao longo do traçado do sistema do mineroduto.

Com a finalidade de escolher as alternativas locais destas áreas, foram realizados levantamentos de campo para a definição dos locais mais adequados operacionalmente. Além do aspecto de disponibilidade de bons acessos rodoviários, foram considerados no estudo locacional os seguintes fatores: condições topográficas, presença de formações florestais e cursos d'água, ocupação humana, suprimento de energia, distribuição equidistante das áreas de usos dos tubos. Após as avaliações de campo foram escolhidos 14 locais para as instalações dos canteiros de tubos, abrangendo as seguintes áreas (quadro 2.3):

QUADRO 2.3 - Localização dos canteiros de tubos ao longo do traçado

Mineroduto Minas Rio - Canteiros de tubos			
Canteiro	Município	Coordenadas	
		Norte	Este
CT1	Conceição de Mato Dentro	7.892.617	673.274
CT2	São Sebastião do Rio Preto	7.865.508	680.205
CT3	Santa Maria do Itabira	7.798.415	713.353
CT4	Nova Era	7.814.433	707.307
CT5	São Domingos da Prata	7.789.725	715.780
CT6	Sem Peixe	7.776.328	729.791
CT7	Piedade de Ponte Nova	7.758.798	740.409
CT8	Santo Antônio do Gramma	7.750.559	751.110
CT9	Pedra Bonita	7.729.757	776.719
CT10	Tombos/Pedra Dourada	7.692.328	803.116
CT11	Itaperuna	7.684.330	809.334
CT12	Italva/Itaperuna	7.641.911	219.189
CT13	Campos dos Goytacazes	7.617.043	257.613
CT14	São João da Barra	7.597.522	277.495

A figura 2.18 a seguir mostra a localização dos canteiros de tubo ao longo do traçado do mineroduto. A figura 2.,19 mostra o arranjo geral típico de um canteiro de tubos

FIGURA 2.18 - Áreas de apoio operacional para instalação do mineroduto

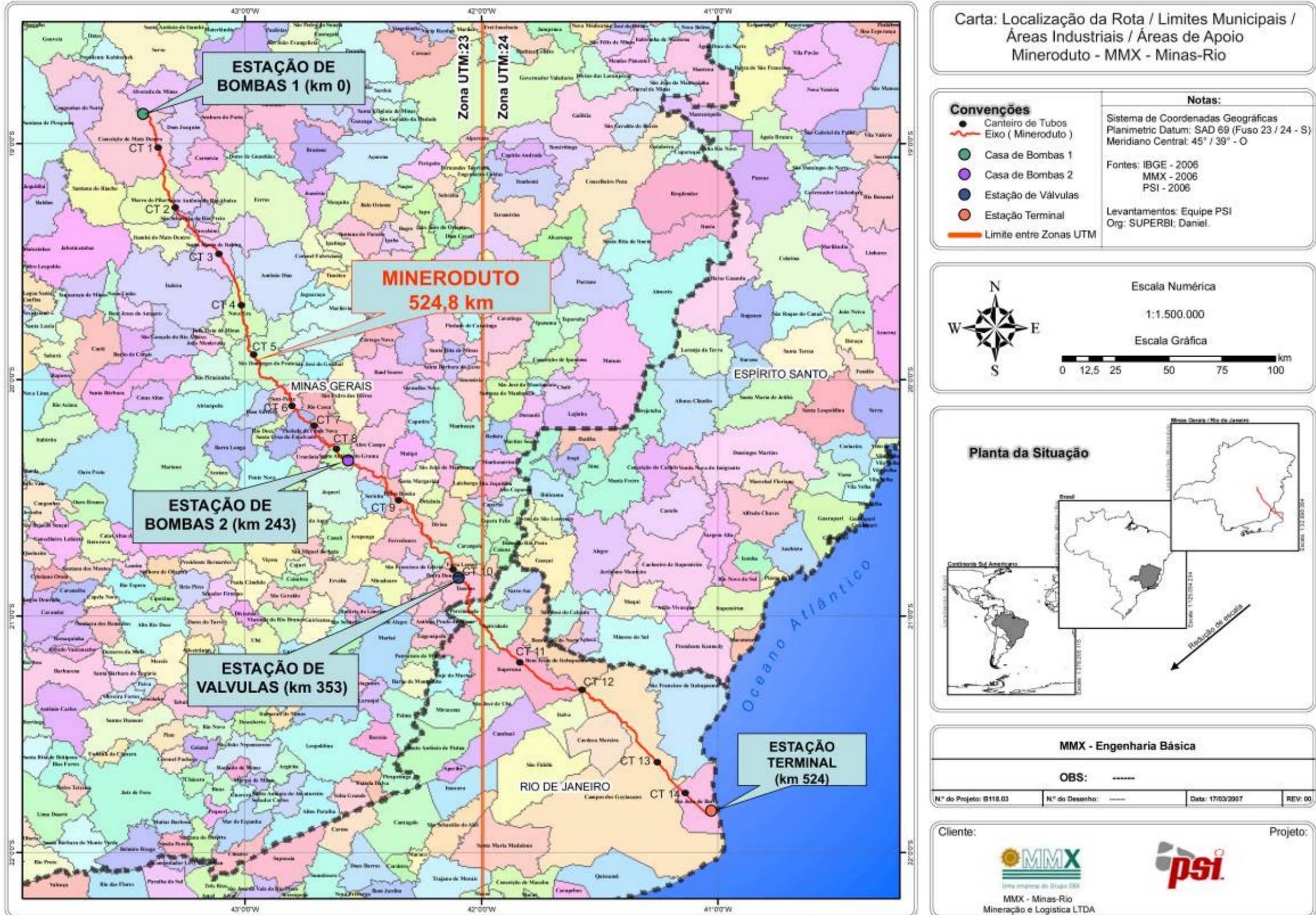
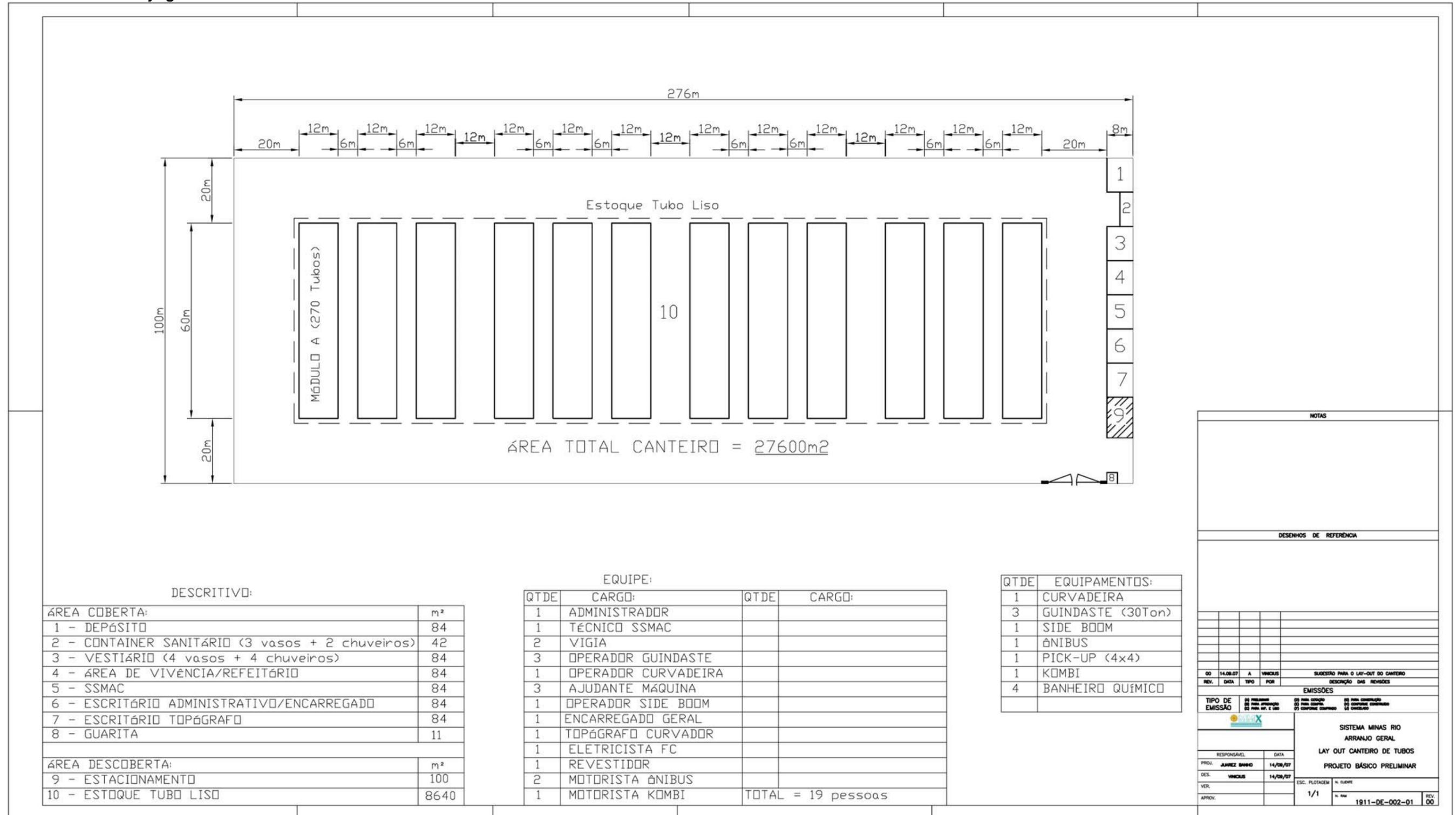


FIGURA 2.19 - Arranjo geral de um canteiro de tubos



2.6 - Canteiros centrais de obras

Estão sendo previstos três canteiros centrais de obras, mais ou menos equidistantes entre si, para suporte à implantação do mineroduto, cabendo a definição final da localização de cada um deles ao(s) empreiteiro(s) contratado(s). Cada canteiro estará dotado de estruturas de apoio operacional e administrativo, como portaria de controle/guarita de segurança, escritório de obra, alojamentos, lavanderia, cozinha, refeitório, sanitários e vestiários, ambulatório médico, áreas e estrutura de lazer.

Também serão dotados de galpão de apoio, oficinas eletro-mecânica, de marcenaria e carpintaria, almoxarifado e depósito de insumos, estruturas para estocagem e disposição temporária de resíduos, inclusive de produtos perigosos e, se necessário, posto de lavagem e de abastecimento de veículos e máquinas.

No geral, em cada canteiro, devem ser atendidas, entre outras, as seguintes premissas básicas:

Guarita de segurança

Destinada ao controle do acesso e do movimento de entrada e saída de pessoas, veículos, máquinas e equipamentos dentro e fora das áreas internas dos canteiros, visando à segurança dos mesmos, bem como dos bens patrimoniais do empreendedor e de suas prestadoras de serviço ali operantes. A Guarita terá sinalização e iluminação adequadas aos fins a que se destina. Terá também aberturas, de modo a proporcionar um amplo campo de visão das áreas de acesso, ao canteiro e de seu entorno.

Escritório da Obra

Planejado para atender às necessidades operacionais de controle e supervisão das obras, também poderá ser dimensionado, se necessário, para atender as operações de fiscalização da obra. O escritório, na sua concepção conceitual, conterà salas, sanitários e copa para atender aos funcionários administrativos, técnicos e mão de obra da construtora e também da empresa responsável pela fiscalização da obra.

Ambulatório médico

Será projetado para atender as demandas de saúde, a nível ambulatorial e de primeiros socorros, da mão de obra residente e/ou utilitária de cada um dos canteiros centrais. Atendimentos especializados serão providos por hospitais e casas de saúde de maior porte nos municípios próximos. O ambulatório médico do canteiro de obra será projetado, edificado e equipado de acordo com as normas vigentes, especialmente aquelas emanadas do Ministério da Saúde, das Secretarias Estaduais de Saúde (MG e RJ) e de seus órgãos de apoio, inclusive de vigilância sanitária.

Refeitório

O refeitório destina-se à distribuição de refeições ao efetivo total alocado nas obras e suportado por cada canteiro. Será dimensionado considerando-se área mínima de 1,00 m² / pessoa, comportando, no mínimo, 1/3 dos funcionários em cada turno de refeição. Se necessária, será instalada no canteiro cozinha industrial, mas o fornecimento de refeições, se possível, será prioritariamente provido por fornecedor(es) externo(s) instalados em cidade(s) próxima(s).

Alojamento

Será do tipo dormitório coletivo, dotado de beliches, além de instalações sanitárias. Será planejado, implantado e equipado para oferecer condições adequadas de iluminação natural e artificial, de ventilação e controle de temperatura, de higiene, conforto e segurança. O pé-direito terá, no mínimo, 3,00 m de altura, os dormitórios serão dimensionados com área superior a 2,50 m² / pessoa. Os sanitários serão dimensionados segundo o índice de um vaso sanitário (e um mictório no banheiro masculino) e um lavatório para cada 20 pessoas, havendo instalações separadas para usos feminino e masculino, quando necessário. O dimensionamento dos vestiários obedecerá ao índice de um chuveiro para cada 20 pessoas. Nas áreas externas serão previstas estruturas de lazer e descanso.

Almoxarifado

Se necessária, com a finalidade de armazenar os materiais que serão utilizados na obra, mantendo-se o estoque e distribuição para as frentes móveis, e procedendo-se ao controle dos mesmos, esta edificação terá áreas específicas para materiais diversos e ferramentaria, e também um escritório próprio, onde será executado o controle do estoque.

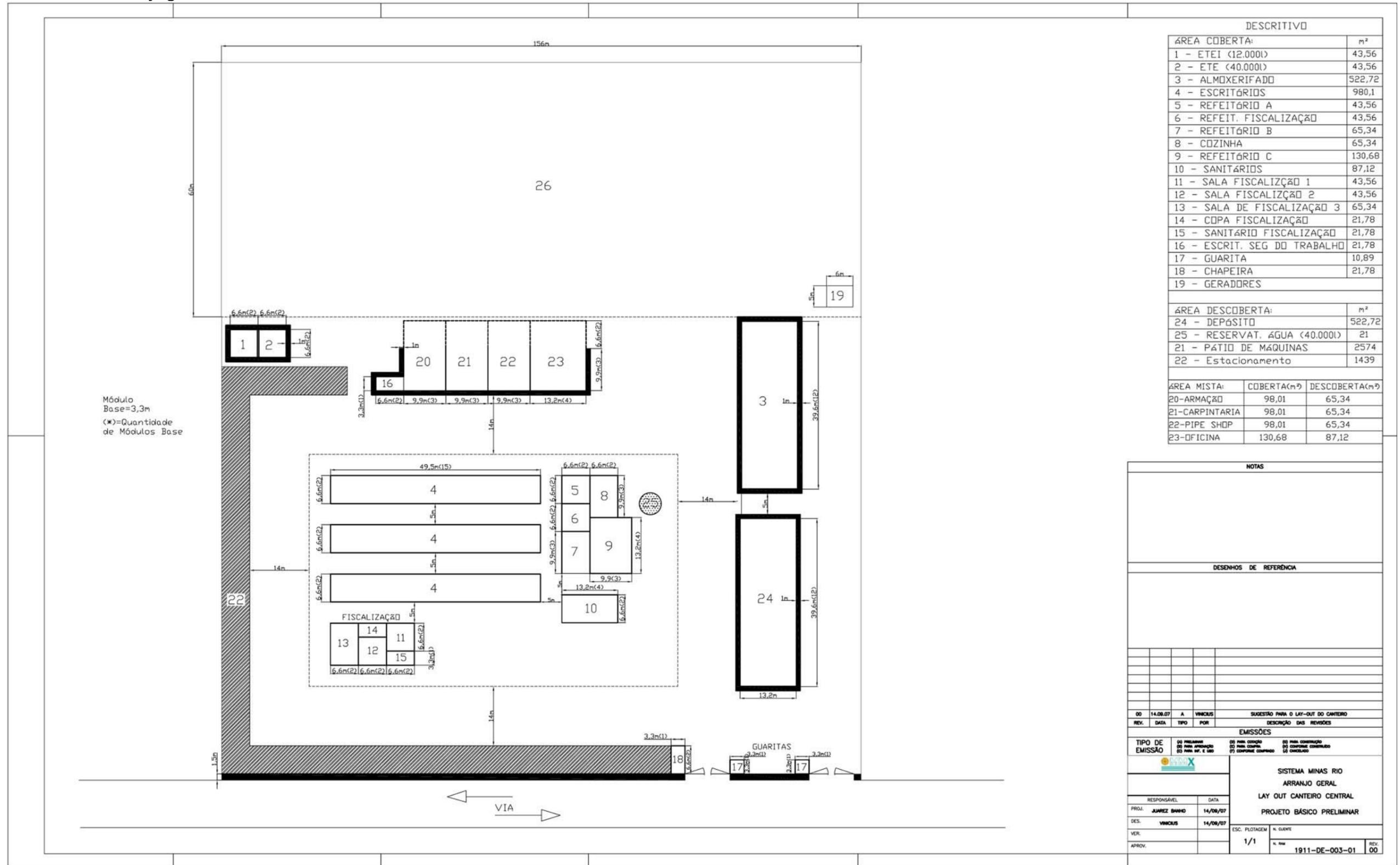
Oficina Eletro-mecânica

Esta edificação se destinará ao atendimento de veículos e equipamentos para serviços de manutenções periódicas, preventivas e corretivas, e será projetada e dimensionada considerando áreas distintas para almoxarifado, ferramentaria, banheiro, oficina elétrica e mecânica, escritório e demais instalações que se mostrarem necessárias, inclusive para lavagem de máquinas e veículos. Pisos de concreto impermeabilizados e canaletas de drenagem de águas oleosas serão instaladas para coletar e encaminhar esses efluentes para sistemas separadores água e óleo (SAO). Nas instalações de lavagem de veículos também serão instaladas caixas de sedimentação de material terroso e arenoso.

Deverá contar com estrutura adequada para tratamento e armazenamento de água potável, capaz de suportar, no mínimo, 2 dias de uso ininterrupto nos períodos de pico de mão de obra. Os canteiros deverão contar ainda com capacidade de captação, estocagem e distribuição de água, com reservatório e rede específicos a usos industriais e outros, e ao sistema de combate a incêndios.

A figura 2.20, a seguir, mostra um arranjo geral típico de canteiro de obra que está previsto para apoio às obras de implantação do mineroduto Minas Rio.

FIGURA 2.20 - Arranjo geral de canteiro de tubos



2.7 - Infra-Estrutura de Controle Operacional e de Segurança

O Mineroduto Minas-Rio será dotado do Sistema SCADA para controle de supervisão e aquisição de dados, o qual será projetado para controlar e monitorar toda a tubulação e o deslocamento da polpa de minério da mina até a estação terminal. O projeto incluirá, a princípio, dez pontos de monitoramento de pressão (PMS) ao longo do duto.

Os pontos de monitoramento de pressão (PMS) fornecerão leituras de sinais para detecção de vazamentos, queda das telecomunicações / locais de repetição. Cada ponto PMS fará o monitoramento sem necessidade da presença de funcionários e demandará apenas uma fonte de energia elétrica (solar ou de outro tipo). O modelo abrangerá aspectos da segurança, incluindo câmeras de vídeo e alarmes contra invasões.

O Sistema SCADA terá as funções de monitoramento de pressão no duto e de detecção de vazamentos, e fará interface com o Sistema Geral de Controle do Processo (PCS) da Planta de Beneficiamento para fornecer, às operações da mina e da Estação Terminal do mineroduto, todas as informações operacionais e de segurança. O sistema foi estruturado para ser operado e mantido pelo empreendedor, reduzindo ao mínimo a dependência do fornecedor. As comunicações entre os diversos locais serão feitas através da rede de fibra óptica, que interconectará de ponta a ponta todas as estações operacionais.

O controle primário do comportamento do duto e da polpa em seu interior será feito através dos consoles de operação localizados nas salas de controle das estações de bombeamento. Cada estação de bombeamento abrangerá três áreas em relação ao Sistema SCADA: as salas de controle para controle geral do sistema, as bombas centrais para controle da unidade de bombeamento, e as instalações de cada estação para controle das mesmas.

Haverá uma sala de controle geral na Estação de Bombeamento PS1, que contará com operadores presentes 24 horas por dia e 7 dias por semana, supervisionando todas as operações do mineroduto. O operador trabalhará num console, com terminais de vídeo que fornecem informações e controle sobre a tubulação inteira, em tempo real. Complementarmente, a Estação de Bombeamento PS2 também terá uma sala de controle com capacidade para operar / controlar o mineroduto inteiro. Os terminais de vídeo computadorizados serão parte vital do Sistema SCADA, gerando e permitindo apresentações gráficas da operação, mapas de tendências, gerenciamento de alarmes, compilação de dados históricos e emissão de relatórios.

A bomba do circuito central será fornecida com o sistema de controle para cada bomba, que deverá atender os padrões da planta onde for utilizado, e estará obrigatoriamente integrado ao Sistema SCADA. O sistema de controle da bomba se comunicará com o sistema de controle da instalação para permitir maior coordenação e acesso à informação. Todas as comunicações inerentes à segurança no sistema de controle das instalações serão realizadas por sistema a fio, incluindo os contatos de parada da bomba central.

O sistema de controle das instalações da estação da bomba (controlador da estação) coordenará todas as bombas do circuito central e fornecerá a logística integral para a estação de bombeamento. Todos os outros equipamentos e itens de instrumentação do Sistema SCADA estarão vinculados ao controlador desta estação. Os controladores de unidades de bomba estarão em contato permanente com este controlador de estação.

A estação terminal do mineroduto, ao final da tubulação, demandará um sistema de controle para monitorar e controlar o equipamento e a instrumentação no local. Um operador fornecerá, desde seu posto de trabalho, informação e dados de controle ao operador da estação. Os operadores terão acesso a gráficos e dados sobre todo o mineroduto, mas o controle será limitado ao equipamento da estação local.

2.8 - Sistemas de Controle e Tratamento de Efluentes Líquidos

A seguir, são descritos os sistemas de controle e tratamento dos efluentes líquidos, gerados pelas atividades humanas e industriais nas estações de bombas, válvulas e terminal do mineroduto Minas-Rio.

2.8.1 - Descrição dos Sistemas Coletores

Drenagem Pluvial Principal

Sistema de rede subterrânea principal, com a missão de receber e distribuir para o corpo receptor, as águas pluviais oriundas do sistema de drenagem secundário e da drenagem das canaletas do talude de corte do terreno para implantação do platô da estação. Compostas pelas caixas coletoras principais, manilhas de concreto, canaletas do talude e escadas dissipadoras.

Drenagem Pluvial Secundária

A rede de drenagem superficial tem a missão de coletar as águas pluviais levando-as até o sistema de drenagem principal. Sistema de coleta das águas superficiais e das águas oriundas das coberturas das edificações, composta por caixas coletoras, caixas de passagem de águas pluviais com ralos, bocas de lobo, tubulações horizontais e verticais das edificações e redes de distribuição. As redes de distribuição secundárias podem ser construídas com tubulação de PVC e/ou manilhas de concreto.

Esgoto Primário

Rede instalada entre os vestiários do galpão e a Estação de Tratamento de Esgoto.

Esgoto Secundário

Rede instalada entre as cozinhas, passando por uma caixa separadora de gordura, finalizando na Estação de Tratamento de Esgoto.

Águas Servidas

Toda a água que cair no piso das Estações de Bombas, será direcionada para canaletas diversas, que serão construídas adjacentes e paralelas as tubulações, com uma declividade de 2%, em direção ao poço coletor (“sump”), sendo que todas as canaletas serão cobertas com grelhas metálicas removíveis. O “sump” do galpão da Estação de Bombas tem a função de receber todos os efluentes coletados pelas canaletas do piso e conforme o tipo de efluente recebido, bombear para a caixa separador de óleo ou para o tanque de armazenagem de polpa. Os efluentes líquidos tratados nas diversas caixas separadoras serão drenados para uma Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, e se adequados, poderão ser descartados em corpos receptores. Não será permitida a infiltração de águas oleosas no solo. A sala de estocagem de lubrificantes terá o seu piso projetado de forma que não venha a reter ou absorver qualquer resíduo de óleo derramado, tendo as águas de limpeza direcionadas para as canaletas.

Vazamento de Polpa na Área de Tancagem

A área designada para instalação das bombas de carga de concentrado e o acesso entre a Estação de Bombas e os tanques de estocagem serão pavimentados com concreto. Será construída uma canaleta de drenagem no entorno da mureta de contenção da plataforma dos tanques, com uma declividade de 2%. O piso da área da bombas de carga terá uma declividade 2% em direção a esta canaleta. Também serão construídas canaletas no interior da área de tancagem, que deverão convergir por gravidade em direção ao poço coletor (“sump”), locado junto dos tanques, de forma a conduzir eventuais vazamentos de polpa ou águas de chuva. O “Sump” tem a função de receber todos os efluentes coletados pelas canaletas do piso e bombear os efluentes coletados para o reservatório da Barragem de Emergência. Todas as canaletas deverão ser cobertas com grelhas metálicas removíveis, sendo construídas em concreto estrutural. A mureta de contenção entre a plataforma dos tanques e a Estação de Bombas deverá ser construída em concreto estrutural. A fundação da mureta deverá ser de concreto estrutural e deverá se estender por pelo menos 3 m além do alinhamento da parede.

2.8.2 - Dimensionamento do Sistema de Efluentes

O dimensionamento dos Sistemas Tratamento de Efluentes será definido na fase de Projeto Executivo e incluirá a quantificação de redes de drenagem e dimensionamento dos diâmetros de tubulações, capacidades das bombas de drenagem e dos “sumps”, especificações das estações de tratamento, localização, quantificação e dimensionamento de ralos, bocas de lobo, canaletas e escadas de dissipação, listas de materiais, etc.

Os efluentes líquidos gerados nas diversas atividades industriais (oficinas mecânicas, sanitários, vestiários, cozinhas, lavagem de veículos, peças e máquinas, testes hidrostáticos, sistemas de refrigeração, lavagem de piso, limpeza de bacias de contenção de produtos químicos, limpeza de área com vazamentos de polpa, etc.) serão selecionados e tratados de maneira a não contaminar os recursos hídricos - superficiais e subterrâneos e solo, e atender às legislações estadual e federal relativas ao descarte final. Todas as áreas nas quais foram realizadas atividades e operações que possam gerar efluentes oleosos ou contaminados (lubrificação e lavagem de veículos, peças, máquinas, carga e descarga de combustíveis) deverão ser impermeabilizadas e direcionadas para caixas separadoras de óleo.

A disposição final de efluentes líquidos seguirá os padrões determinados nas legislações estadual ou federal. Os parâmetros a serem avaliados serão aqueles determinados no Programa de Gestão dos Recursos Hídricos (PGRH) integrante do Plano Básico Ambiental (PBA), considerando a Deliberação Normativa COPAM nº 10/1986 e a Resolução CONAMA nº 357/2005. Os resultados destes monitoramentos serão avaliados para controle de performance dos sistemas de tratamento e disponibilizados para os órgãos de controle ambiental.

As figuras 2.21 e 2.22 a seguir mostram os arranjos gerais dos sistemas de tratamento de efluentes das estações de bombas 1 e 2, respectivamente.

FIGURA 2.21 - Sistemas de tratamento de efluentes da estação de bombas PS1

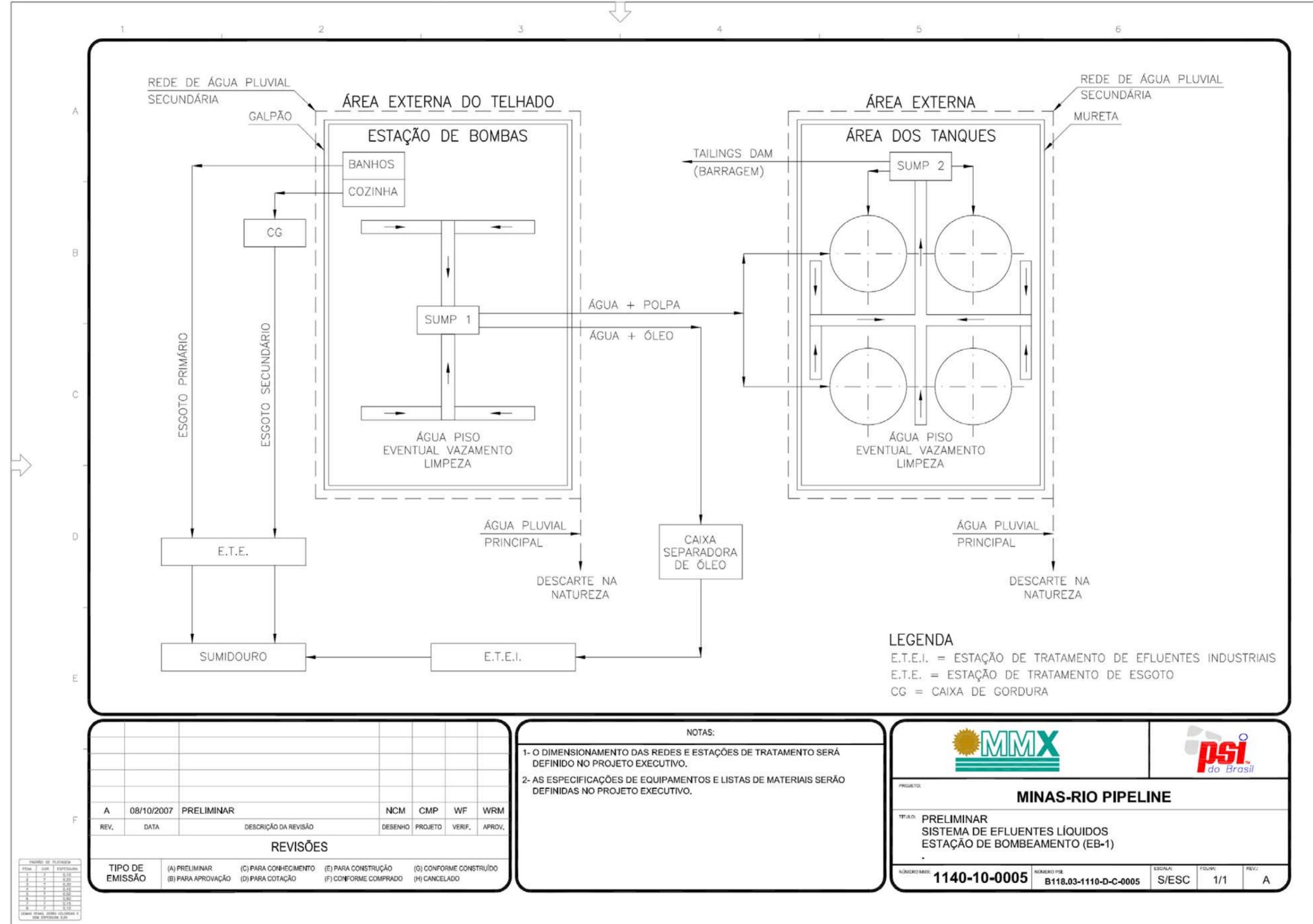
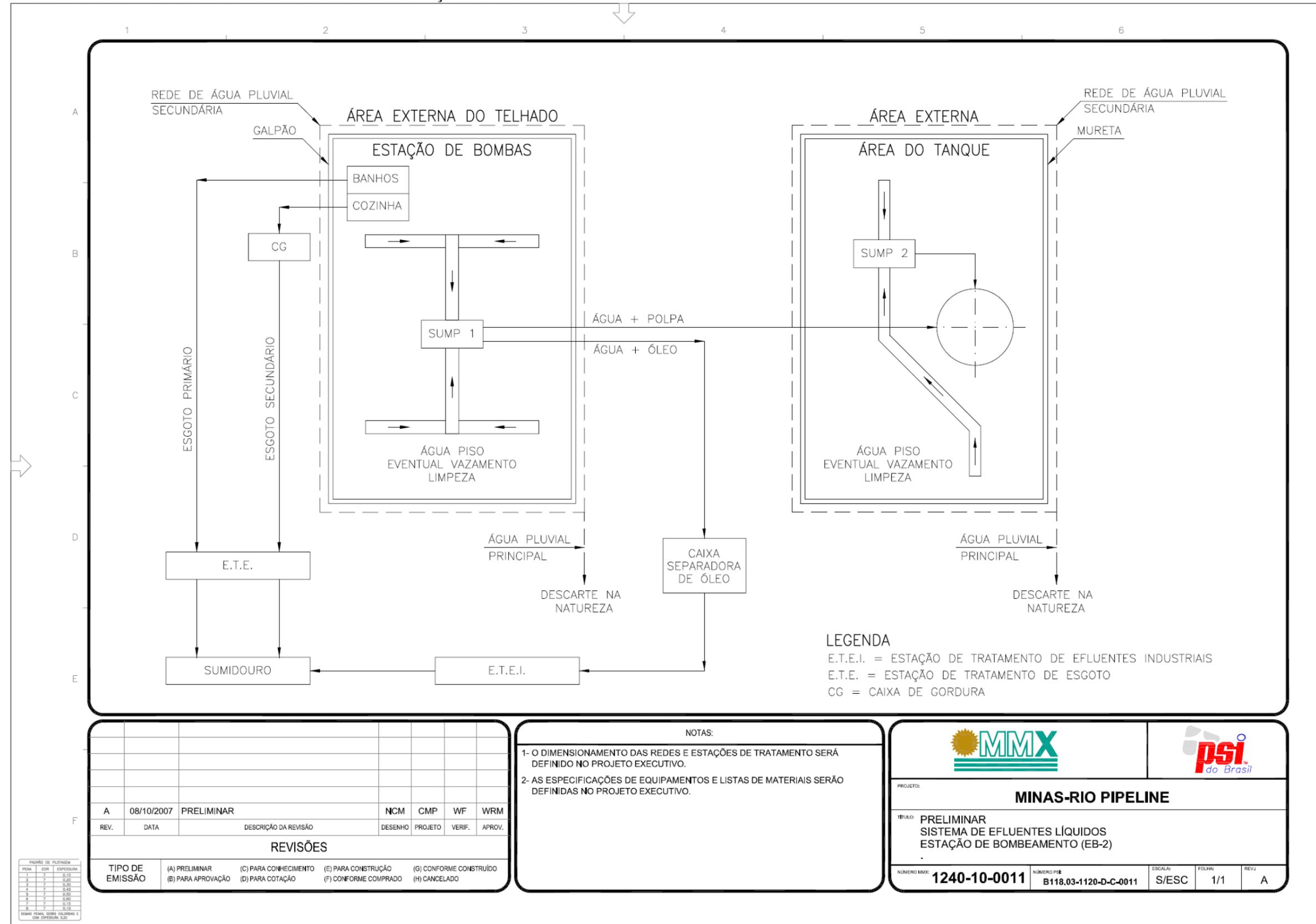


FIGURA 2.22 - Sistemas de tratamento de efluentes da estação de bombas PS2



Diretrizes e procedimentos diversos para a gestão de águas e efluentes sanitários e industriais podem ser encontrados nos relatórios técnicos que compõem o PBA do mineroduto. Devem ser consultados, especialmente, o Programa de Gestão Ambiental das Obras do Mineroduto (RT 02) e seus subprogramas, o Programa de Gestão de Recursos Hídricos (RT 03) e seus subprogramas, o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (RT 04) e o Programa de Controle de Processos Erosivos (RT 05).

2.9 - Controle de Descarte Emergencial da Polpa

2.9.1 - Na estação de bombeamento PS2

Eventuais descartes de polpa de minério da tubulação na primeira parte do mineroduto, para fins de atendimento a demandas de manutenção (ou acidentais), poderão ocorrer através da Estação de Bombas PS2 (em Santo Antonio do Grama/MG), mediante encaminhamento para uma barragem a ser especialmente construída para essa finalidade. No final do mineroduto, na Estação Terminal, também haverá estrutura similar para atendimento de situações de emergências ou manutenção.

A barragem de emergência da Estação de Bombas PS2 do Sistema Mineroduto Minas-Rio terá um maciço de material terroso compactado de 115.000m³ e um reservatório com capacidade aproximada de retenção de cerca de 300.000 m³ de água ou polpa de minério, nas proximidades da faixa de servidão do duto, no município de Santo Antonio do Grama - MG. A barragem de emergência está localizada num talvegue natural na margem esquerda do ribeirão Santo Antônio, a montante da estação. O maciço terá 42 metros de altura e crista com comprimento de 100 metros.

As figuras 2.23 e 2.24 mostram a localização da barragem de emergência em relação à PS2 e planta baixa do barramento e reservatório.

FIGURA 2.23 - Planta de localização da barragem em relação à PS2

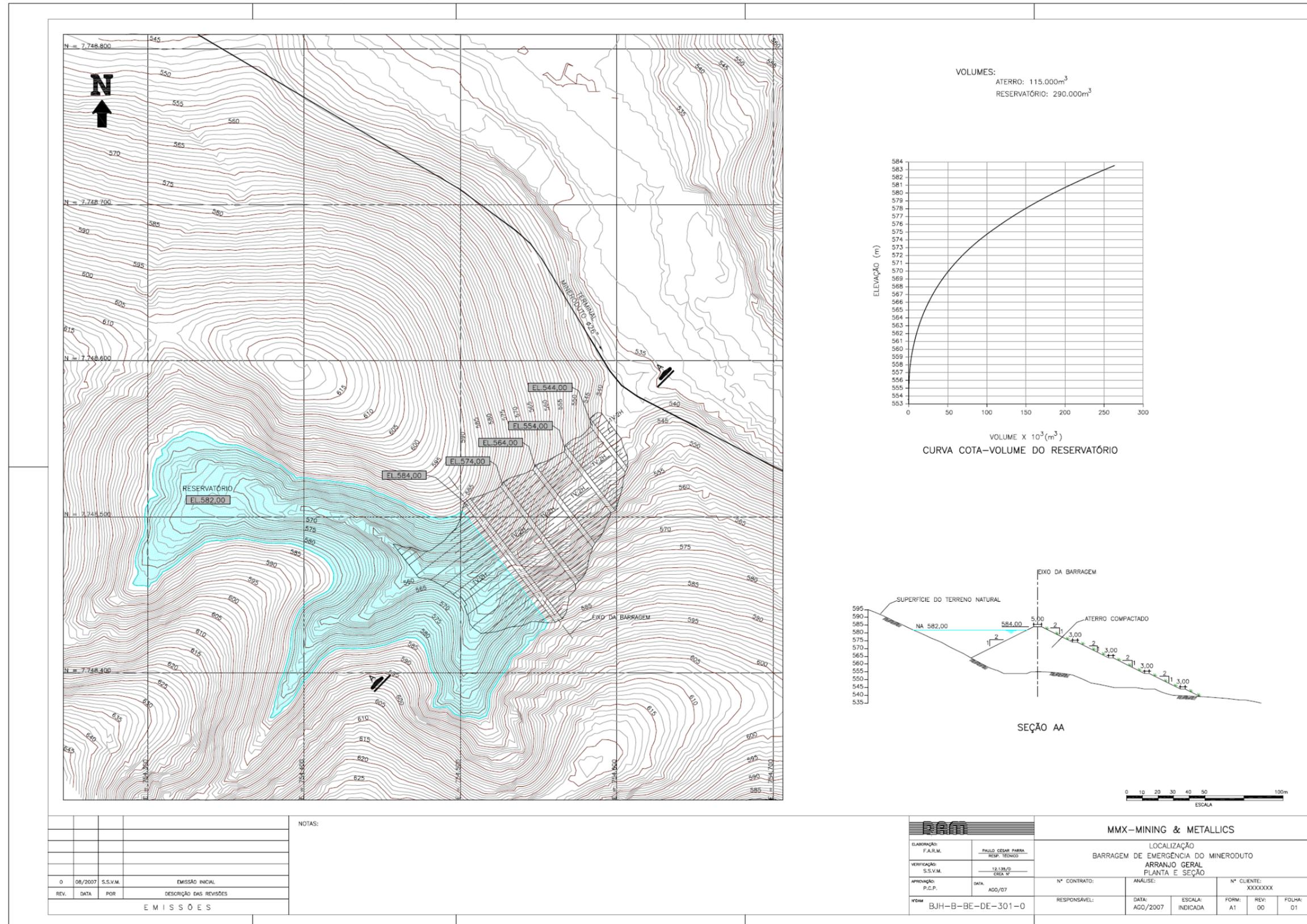
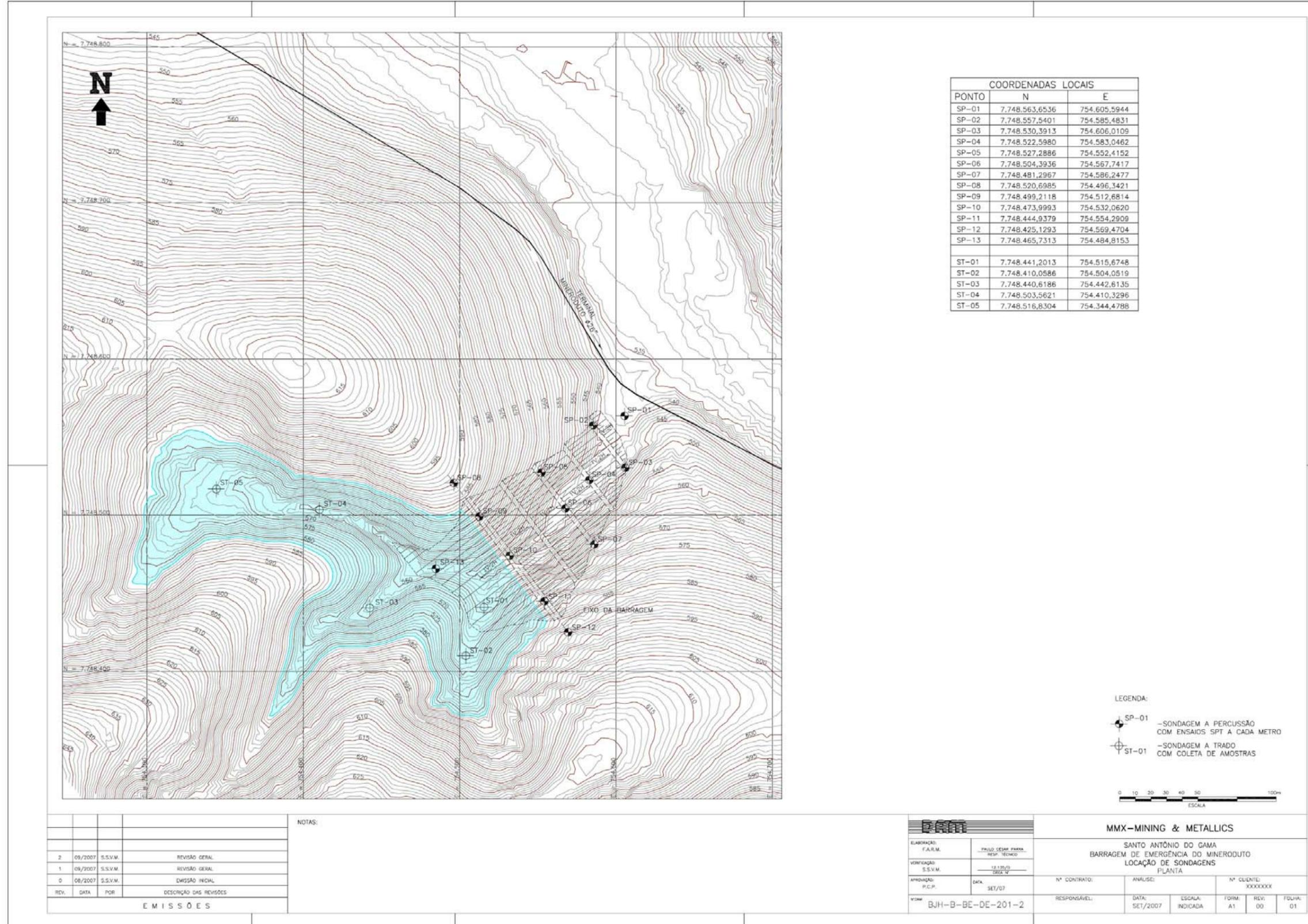


FIGURA 2.24 - Planta baixa do barramento e do reservatório



A crista da barragem de emergência será na elevação 584m e o reservatório ficará frequentemente mantido na elevação 575m (NA de operação), com volume de água de 100.000 m³. O nível d'água ficará mantido, através de um vertedouro de serviço tipo flauta, com tomadas a cada metro. A barragem possuirá dois vertedouros de emergência, nas ombreiras, em concreto armado com soleira na elevação 582m. Caso ocorra uma descarga de minério no reservatório o NA de operação será elevado o suficiente para manter reservado o mesmo volume de água (100.000 m³).

Para a construção da barragem de emergência foram elaborados projetos básicos e executivos de engenharia, contemplando os estudos geotécnicos, geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos. Também foi definida a metodologia construtiva do aterro do maciço, da drenagem superficial para captação e direcionamento de águas pluviais, do extravasor de superfície, dos sistemas de recuperação de água e polpa de minério, e os critérios operacionais para o controle do nível máximo de enchimento e prevenção de galgamento do maciço (transbordamento).

Os critérios operacionais do mineroduto também contemplarão rotinas para o controle eficiente e permanente do nível do reservatório e para a sua utilização. Em condições normais de operação será exercido o controle para a manutenção do nível máximo de reservação de água, sem que haja risco de ocorrência de galgamento, para o que as oscilações dos níveis de enchimento serão sistemática e permanentemente monitoradas.

O volume da barragem de emergência também estará adequadamente dimensionado, para absorver os fluxos de bombeamento da polpa de minério em situações de paralisação (para manutenção ou emergencial) do sistema operacional de bombeamento do mineroduto, assim como para atender eventuais oscilações / interfaces polpa / água desse bombeamento e as oscilações operacionais.

Portanto, em situação de normalidade, a função primeira dessa barragem será a reservação / abastecimento de água para atendimento às demandas do mineroduto e da própria estação de bombas, estando previstos os seguintes usos:

- Prover abastecimento de água para o sistema de combate a incêndios e utilidades em geral, tanto operacionais quanto administrativas;
- Prover adução de água para bombeamento em bateladas a jusante da estação de bombas;
- Prover volume de água suficiente para lavagem e preenchimento (flushing) nas bombas e tubulações da estação durante eventuais paradas da mesma.

De forma a garantir esta função de abastecimento de água, a barragem será dimensionada e operada de forma a sempre a manter volume útil disponível para o atendimento às três demandas mencionadas, e provida de captação de curso de água com vazão adequada ao seu completo enchimento, e outorgada pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Como segunda - e não menos importante - função, a barragem de emergência terá que assegurar a retenção de polpa de minério de ferro e das águas industriais servidas da estação de bombas, nas seguintes situações:

- Receber bateladas de água e/ou de polpa de minério de ferro quando o sistema de tanques da estação estiver completamente cheio;
- Receber o esgotamento dos tanques de polpa e a drenagem de água servida de lavagem das bombas e das tubulações da estação;
- Captar e reservar toda a drenagem de vazamentos ou derrames de polpa de minério de ferro ou de água dos tanques, e lavagens nas áreas ao redor das bombas e tanques, e águas pluviais da estação de bombas, que serão previamente endereçadas a caixa separadora de óleos e graxas.

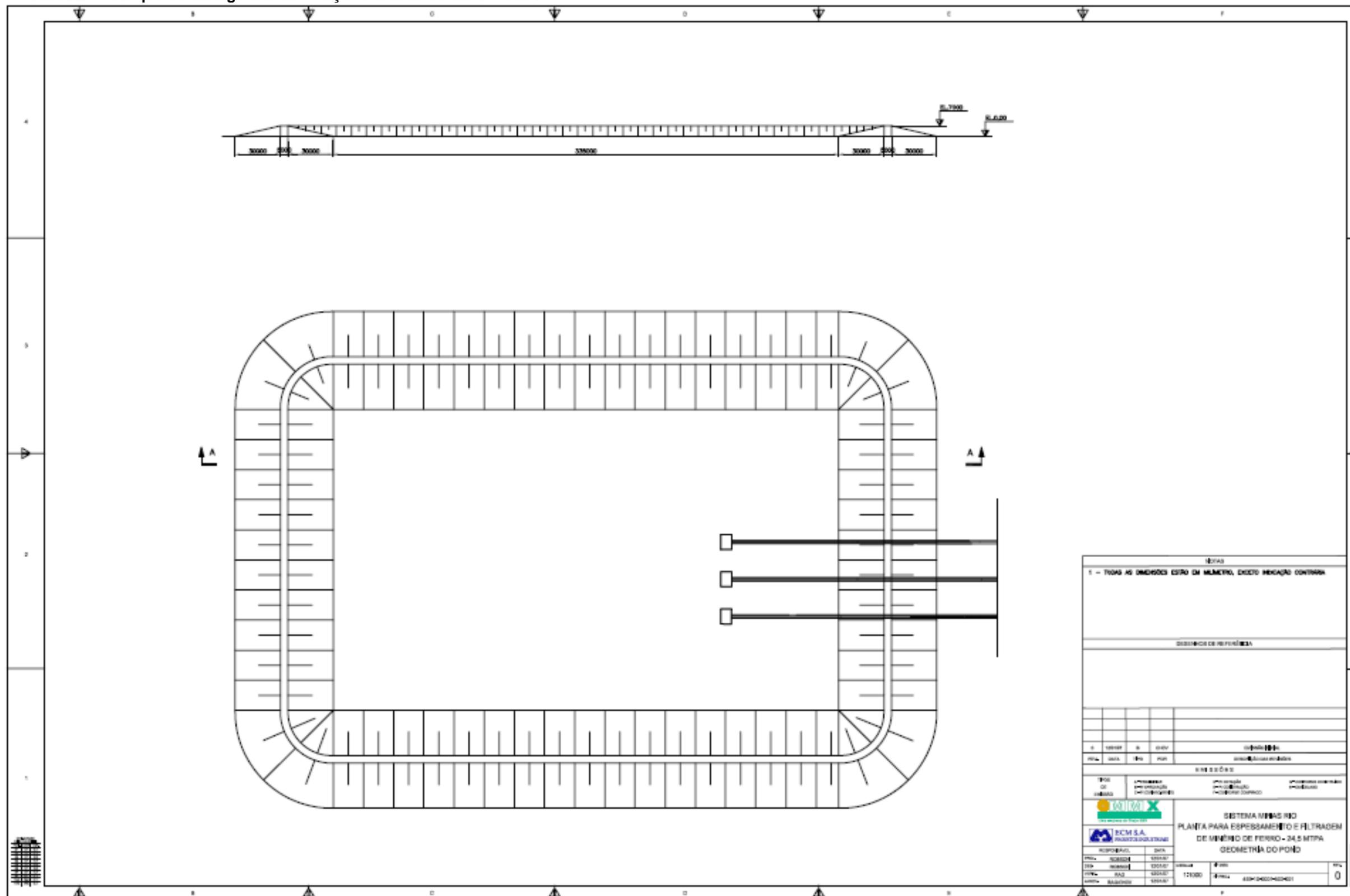
Para atender estas demandas, a barragem de emergência na Estação de Bombas PS2 também será dotada de um sistema específico, com equipamentos para retirada e recuperação desta polpa de minério de ferro, que será retornada à estação de bombas e ao sistema mineroduto.

2.9.2 - Na estação terminal do mineroduto

No final do Mineroduto Minas-Rio estará instalada a Estação Terminal, localizada em Barra do Açú, no município de São João da Barra/ RJ. Nessa estação, além das instalações industriais de recebimento e filtragem da polpa de minério de ferro (pellet feed), haverá a construção de um tanque (pond) de emergência com reservatório de 400.000 m³ de capacidade, conforme mostrado na figura 2.25. Esse tanque terá como objetivo receber e estocar, temporariamente, a polpa contida na tubulação, quando houver algum imprevisto que provoque a interrupção da operação da sua filtragem.

O material acumulado no tanque de emergência (sólidos + água) será retomado através de uma draga, e a polpa será bombeada novamente para o espessador de concentrado, de modo a reaproveitar o minério e evitar contaminação do meio ambiente. A draga terá capacidade para recuperar o volume total de material acumulado no tanque ao longo de três meses. A geometria do tanque de emergência foi definida em função da profundidade de dragagem para a draga especificada (Ellicot B90 ou similar, 624 hp e capacidade de vazão entre 76 e 460 m³/hora) e da área de manobra necessária para a mesma no interior do tanque. Assim, o tanque de emergência deverá apresentar as seguintes dimensões: profundidade de 6,0 metros, largura de 200 metros e comprimento de 335 metros.

FIGURA 2.25 - Tanque de emergência da estação terminal do mineroduto.



3 - OPERACIONALIZAÇÃO DOS TESTES HIDROSTÁTICOS

A Especificação Técnica de Limpeza Interna e Teste Hidrostático da Tubulação ((B118.03-1140-S-C-0061) foi elaborada pela empresa PSI do Brasil, projetista do mineroduto Minas-Rio. Este documento é apresentado no anexo 3 do presente relatório. Esta especificação define os requisitos técnicos exigidos para os testes hidrostáticos, conforme requerido pela norma ASME B31.11.

Sucintamente, os procedimentos operacionais estabelecidos para o controle ambiental destas atividades objetivando evitar a contaminação de solos e corpos de água podem ser assim descritos.

Antes dos testes hidrostáticos, toda seção de tubulação a ser testada deverá ser cuidadosamente limpa. O tipo de limpeza e o sistema estabelecido serão acordados entre as empreiteiras e a MMX, como parte dos procedimentos operacionais para a realização dos testes hidrostáticos.

Uma vez que a seção da tubulação esteja considerada pronta para limpeza e teste hidrostático, haverá uma certificação de ensaios não destrutivos, atestando que todas as soldas da tubulação foram executadas, que todas as doze estações de medição de pressão (PMS) estão instaladas, e que não há reparos pendentes nem soldas a realizar, exceto para os trechos eventualmente interrompidos e que serão interligados e testados posteriormente. A certificação de ensaios não destrutivos deverá também atestar que todas as soldas necessárias para as conexões dos terminais de proteção catódica foram executadas adequadamente.

A limpeza deverá ser realizada em seções com comprimento médio de 30 km, após a operação de reaterro e antes do enchimento com água. As empreiteiras deverão sempre se esforçar para minimizar, onde praticável, o comprimento da tubulação a ser limpa. As extremidades da seção deverão receber lançadores e recebedores de pigs temporários para fins de limpeza. Eles deverão ser pré-fabricados e soldados às seções de limpeza, conforme os procedimentos aprovados para soldagem. Registros de utilizações e de ensaios das cabeças de teste deverão ser mantidos. O registro deverá identificar o número de vezes que a cabeça foi utilizada, o número de identificação específico para cada cabeça e a pressão de pré-teste para a cabeça (a cabeça deverá ser testada a uma pressão pelo menos 10% maior que a pressão de teste para a seção da tubulação). Após os serviços de limpeza, a seção da tubulação deverá ser aferida. De maneira a assegurar que a seção da tubulação esteja livre de defeitos de fabricação e montagem.

Como medida de controle ambiental, todos os detritos gerados na limpeza das tubulações deverão ser recolhidos e quantificados visando o armazenamento provisório e a destinação final dos resíduos, conforme as instruções estabelecidas no Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (RT 04), documento integrante do Plano Básico Ambiental (PBA) do mineroduto Minas-Rio. As empreiteiras serão responsáveis pela estruturação dos locais de estocagem provisória e pela destinação final de todos os resíduos, e deverão fornecer relatórios de avaliação e de comprovação das ações de gestão dos resíduos sólidos. Os procedimentos operacionais deverão observar à legislação pertinente e em especial a norma da ABNT NBR 10004 - Classificação de Resíduos.

Antes dos testes hidrostáticos, as empreiteiras deverão fornecer um procedimento geral das atividades e os pacotes específicos para o teste (para cada seção da tubulação a ser testada). A empreiteira deverá iniciar as atividades para o teste de pressão imediatamente após a conclusão da montagem da tubulação. Antes deste trabalho, a vala da tubulação deverá ter sido reaterrada, exceto no local dos cachimbos. Como parte do trabalho do teste hidrostático da tubulação, deverá ser testada a tubulação de entrada e saída dos flanges de transição para cada estação da tubulação. Componentes não sujeitos ao teste de pressão deverão ser desconectados ou isolados do sistema por meios adequados.

As captações serão objeto de outorga para a derivação da água a ser utilizada nos testes hidrostáticos de modo a atender às exigências normativas da legislação, bem com evitar situações de conflito com os proprietários de terras afetados por esta operação. Previamente, deverá ser identificada a fonte de captação de água para enchimento e teste hidrostático, objetivando as necessárias licenças para adução, e considerando a extensão dos segmentos a serem testados e o volume de água requerido, para avaliação das restrições de disponibilidade hídrica. Tendo em vista que o comprimento máximo permitido para a realização do teste hidrostático em uma seção individual é de 30 km, os volumes de água máximos aproximados para os testes para este caso serão:

- Tubulação de DN 24" e 30 km de extensão - 8.755 m³;
- Tubulação de DN 26" e 30 km de extensão - 10.275 m³.

O consumo de água máximo para a limpeza da tubulação está em torno de 10% dos volumes indicados. Tendo em vista os altos volumes requeridos para os testes hidrostáticos, considera-se que as captações estarão restritas aos maiores cursos d'água da região interceptada pelo mineroduto. A MMX, em função do planejamento estratégico das obras, está procedendo a outorga de derivação de diversos pontos nas bacias hidrográficas ao longo do traçado.

A água usada no teste não deverá ter efeito corrosivo nos materiais e ser livre de impurezas orgânicas e inorgânicas. Antes das atividades de enchimento da tubulação, deverá ser medido o pH e o grau de salinidade da água a ser usada. A água de teste deverá ser doce, clara e limpa e seu pH deverá estar entre 5 e 8. A proporção de sais corrosivos não deverá exceder 1.000 mg/l. Se a água do teste tiver que ser mantida em uma seção da tubulação por mais de sete dias, o valor do pH deverá permanecer entre 6 e 7,5 e o teor de sal não deverá exceder 500 mg/l. A água deverá ser filtrada em filtros de 50 microns imediatamente antes de injetada na linha. O filtro deverá ser localizado em uma profundidade tal que não permita a entrada de ar durante o enchimento.

A tubulação deverá estar livre de ar após o enchimento de água ter sido completado e antes do começo da pressurização. Onde praticável, o enchimento deverá ter início na cota mais baixa da seção da tubulação. Todas as bombas de enchimento deverão ser conectadas a um medidor de vazão de forma a medir a quantidade de água introduzida na linha. Durante o enchimento, a pressão de enchimento, a temperatura da água de enchimento, a temperatura ambiente e as leituras de vazão deverão ser apontadas a cada 30 minutos.

Todas as bombas de pressurização deverão ser equipadas com válvulas de alívio, de modo a proteger a linha contra pressão superior à pressão máxima de teste definida nos procedimentos operacionais. A funcionalidade das válvulas de alívio deverá ser regulada, para assegurar que durante a operação de teste hidrostático a seção da tubulação não seja sobre-pressurizada em nenhum ponto, além de 90% da tensão mínima de escoamento do aço. Os manômetros e os registradores de pressão deverão ser instalados nas cabeças de teste. Termopares deverão ser instalados para medir as temperaturas da tubulação e do solo. Eles deverão ser instalados de imediato, antes do início do teste de pressão, de forma a levar em consideração a compensação de temperatura.

Assim que o enchimento for completado, deverá ser isolada a linha de quaisquer partes que não deverão ser testadas e deverá ser conectada a bomba para elevar a pressão interna. Além disso, deverá ser verificado as condições dos instrumentos de medição de pressão e temperatura, bem como assegurado que todas as operações preparatórias e outras instalações requeridas tenham sido completadas. Em particular, mostradores e aferidores de registro deverão estar calibrados. Em condições climatológicas normais, em princípio os testes começarão não antes que 48 horas do término do enchimento, de modo que o equilíbrio térmico seja estabelecido entre a tubulação cheia e a temperatura do solo. Este deverá ser considerado atingido quando a temperatura média da tubulação e a temperatura média do solo da seção estiverem a 1°C uma da outra. Durante esse período, todos os parâmetros deverão ser registrados continuamente.

Imediatamente após o teste ter sido completado, a pressão deverá ser reduzida de uma maneira segura e controlada a uma taxa de não mais que 0,1 MPa por minuto a uma pressão não menor que a pressão estática. Durante todas as fases do teste (limpeza, enchimento, calibração, teste, etc.), deverá ser controlado o pH da água utilizada, de maneira a assegurar que o potencial hidrogeniônico permaneça dentro da faixa de 6 a 7,5. A medição do pH deverá ser feita também antes do início do descarte através de coleta de amostra.

Tendo em vista os procedimentos de gestão ambiental dos testes hidrostáticos, as empreiteiras terão a responsabilidade no dimensionamento adequado dos dispositivos de controle das descargas das águas utilizadas nos testes hidrostáticos, objetivando evitar a formação de processos erosivos, a contaminação de cursos d'água e a alteração hidrológica local (inundação) quando do esvaziamento das tubulações. As empreiteiras deverão providenciar a preparação prévia dos locais previstos para o descarte das águas utilizadas nos testes hidrostáticos, sendo exigida inclusive a aprovação pela empresa fiscalizadora das obras.

A água de descarte dos testes hidrostáticos deverá ser filtrada (filtro #50) para a retirada de impurezas e contaminantes antes do lançamento na drenagem natural. As empreiteiras deverão executar o monitoramento da qualidade as águas utilizadas nos testes hidrostáticos, na captação e no descarte, para verificação das concentrações de contaminantes metálicos e detritos físico-químicos, com a finalidade de avaliar a conformidade aos padrões ambientais de classificação do corpo receptor.

O monitoramento da qualidade das águas de uso nos testes hidrostáticos e dos efluentes de descarte deverá ser implementado de acordo com os padrões e parâmetros estabelecidos pelo Estado de Minas Gerais, através da Deliberação Normativa COPAM nº 10/1986, e pelo Governo Federal, através da Resolução CONAMA nº 357/2005. A apresentação das medições de monitoramento da qualidade das águas nos relatórios de resultados dos testes hidrostáticos é uma exigência para efeito de aprovação dos serviços operacionais.

Deve-se ressaltar que, antes dos testes hidrostáticos, as empreiteiras deverão, obrigatoriamente, notificar previamente os órgãos ambientais federais (IBAMA), estaduais (FEAM/SUPRAM/IEF/IGAM; FEEMA/SERLA) e municipais (CODEMA), além dos gestores das Unidades de Conservação (UC) existentes na região dos ensaios operacionais do empreendimento, além dos proprietários rurais afetados pelas atividades. Da mesma forma, as empreiteiras deverão notificar, à MMX e aos órgãos ambientais, as eventuais ocorrências de acidentes ambientais na realização dos testes hidrostáticos.

Após a execução dos testes hidrostáticos, os locais de captação e descarte das águas utilizadas nos ensaios e de canteiros de obras serão objetos de avaliação ambiental pela MMX e, caso necessário, submetidos à processos de reabilitação para o restabelecimento das condições naturais originais antes da intervenção das obras.

Finalmente, destaca-se que as equipes técnicas escaladas para a execução deste trabalho deverão ter experiência em atividades de teste hidrostático em tubulação e deverão ser supervisionadas por um engenheiro experimentado em teste hidrostático, e capazes de realizar os cálculos necessários do teste de pressão. O engenheiro de teste deverá ser assistido por um encarregado com experiência e por uma equipe compreendida por acopladores, montadores e ajudantes qualificados e treinados, para garantir um ótimo desempenho do teste e o cumprimento dos requisitos de segurança do projeto e de execução da medidas de controle ambiental.

4 - CAPTAÇÃO, QUALIDADE E DESTINAÇÃO FINAL DA ÁGUA DE PROCESSO

Como já esclarecido no EIA do mineroduto Minas Rio, a água para a formação da polpa de minério de ferro, a ser transportada pelo mineroduto, será provida pelo sistema de captação de água do complexo minerário da MMX. Ao final do transporte da polpa, o minério de ferro será desaguado e a água de processo será tratada na estação terminal do mineroduto, localizada nas proximidades do Porto de Açú, para ter destinação final. Estas duas operações serão descritas a seguir.

4.1 - Captação de água de abastecimento

A planta de beneficiamento do complexo minerário da MMX, localizada em Conceição do Mato Dentro - MG, terá como principais consumos de água o processo de concentração de minério de ferro, a formação e transporte da polpa de minério pelo mineroduto, os usos diversos em oficinas e escritórios e a aspersão de controle de poeiras nas minas, pilhas e vias de acesso.

A água utilizada no processo de beneficiamento e concentração do minério será recuperada em grande parte nos espessadores e no reservatório da barragem de contenção de rejeitos (+/- 80%).

A vazão de água descartada no rejeito será da ordem de 4.372 m³/h, sendo 874 m³/h retidos nos mesmos e 3.498 m³/h recuperados na barragem e recirculados para o processo.

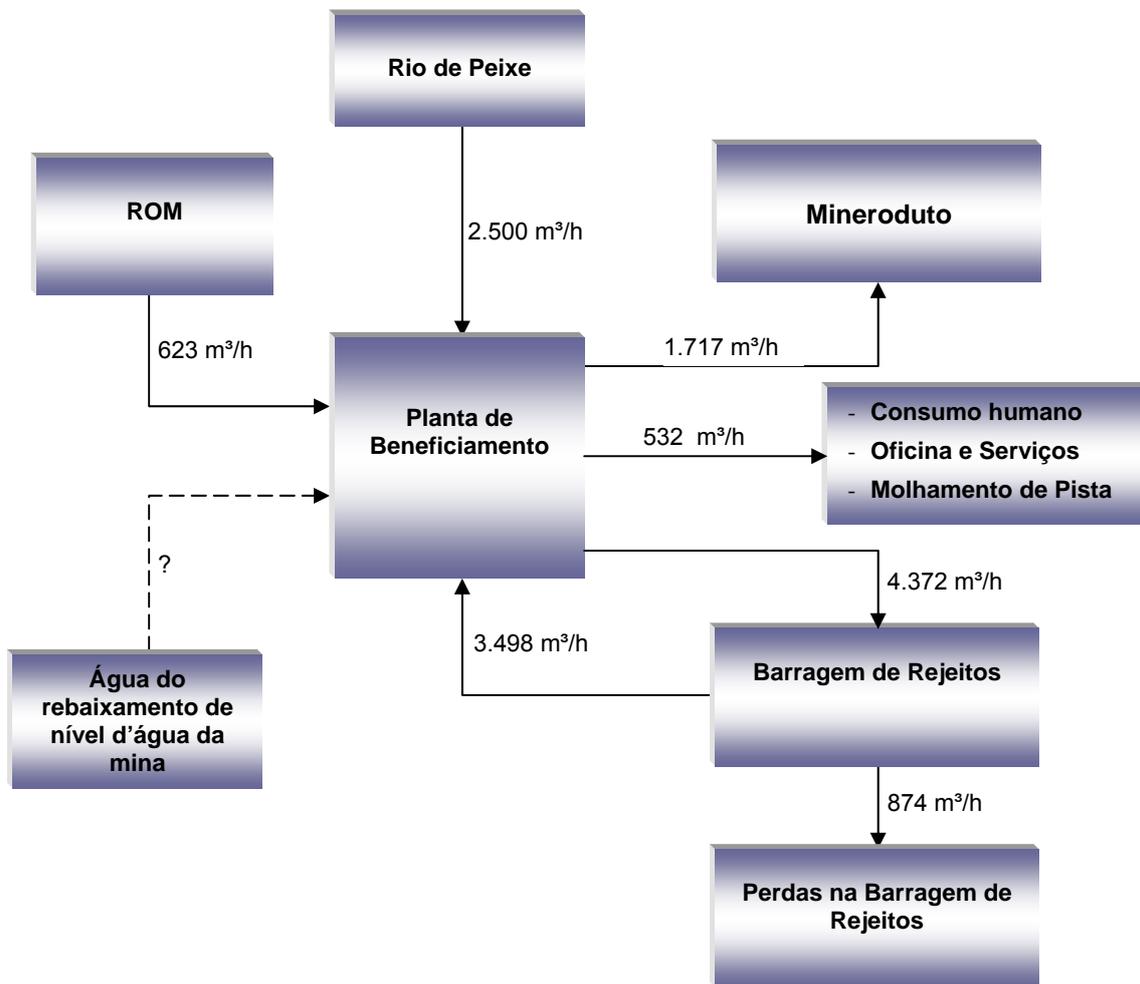
As perdas de água ocorrerão na aspersão de pilhas e acessos, em usos diversos em oficinas e escritórios e nos vazios do rejeito, totalizando cerca de 1.406 m³/h.

Para formação e transporte da polpa de minério pelo mineroduto estima-se um consumo de aproximadamente 1.717 m³/h.

Com base nestas informações, a demanda total de água nova do empreendimento minerário pode ser estimada em 3.123 m³/h. Considerando a umidade agregada ao ROM de 623 m³/h, a vazão de captação adicional ("make-up") para atendimento da demanda deverá ser de 2.500 m³/h.

Portanto, como não haverá disponibilidade hídrica na bacia de contribuição da barragem de rejeitos para atendimento à demanda total da operação do empreendimento, torna-se necessária a captação de água adicional. O balanço hídrico do empreendimento minerário encontra-se ilustrado na Figura 4.1, a seguir.

FIGURA 4.1 - Balanço de Água do Empreendimento Minerário



O empreendimento minerário da MMX Minas-Rio Mineração e Logística insere-se na sub-bacia do rio Santo Antônio na região dos municípios de Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas/MG, dentro da bacia hidrográfica federal do rio Doce. Localmente esta sub-bacia foi dividida em seus principais formadores, o rio Santo Antônio propriamente dito e o rio do Peixe, sendo que este último constitui um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Santo Antônio, unindo suas águas a sudeste do empreendimento, já no município de Ferros.

Ambos os cursos d'água integram a bacia do rio Doce, drenando para leste. O rio Santo Antônio apresenta vazão média de longo termo igual a 153.540 m³/h na sua confluência com o rio do Peixe, que por sua vez apresenta vazão média de longo termo igual a 135.128 m³/h, na sua confluência com o rio Santo Antônio. As duas sub-bacias, na região do empreendimento minerário, são divididas pelas serras do Sapo e Itapanhoacanga, configurando como divisores de água, estando a sub-bacia do rio do Peixe a leste e a

A partir da necessidade de uso de água no empreendimento, foram executados estudos de avaliação das disponibilidades hídricas superficiais na região e de estabelecimento de alternativas de captação de água nova, para atendimento da demanda prevista de 2.500 m³/h.

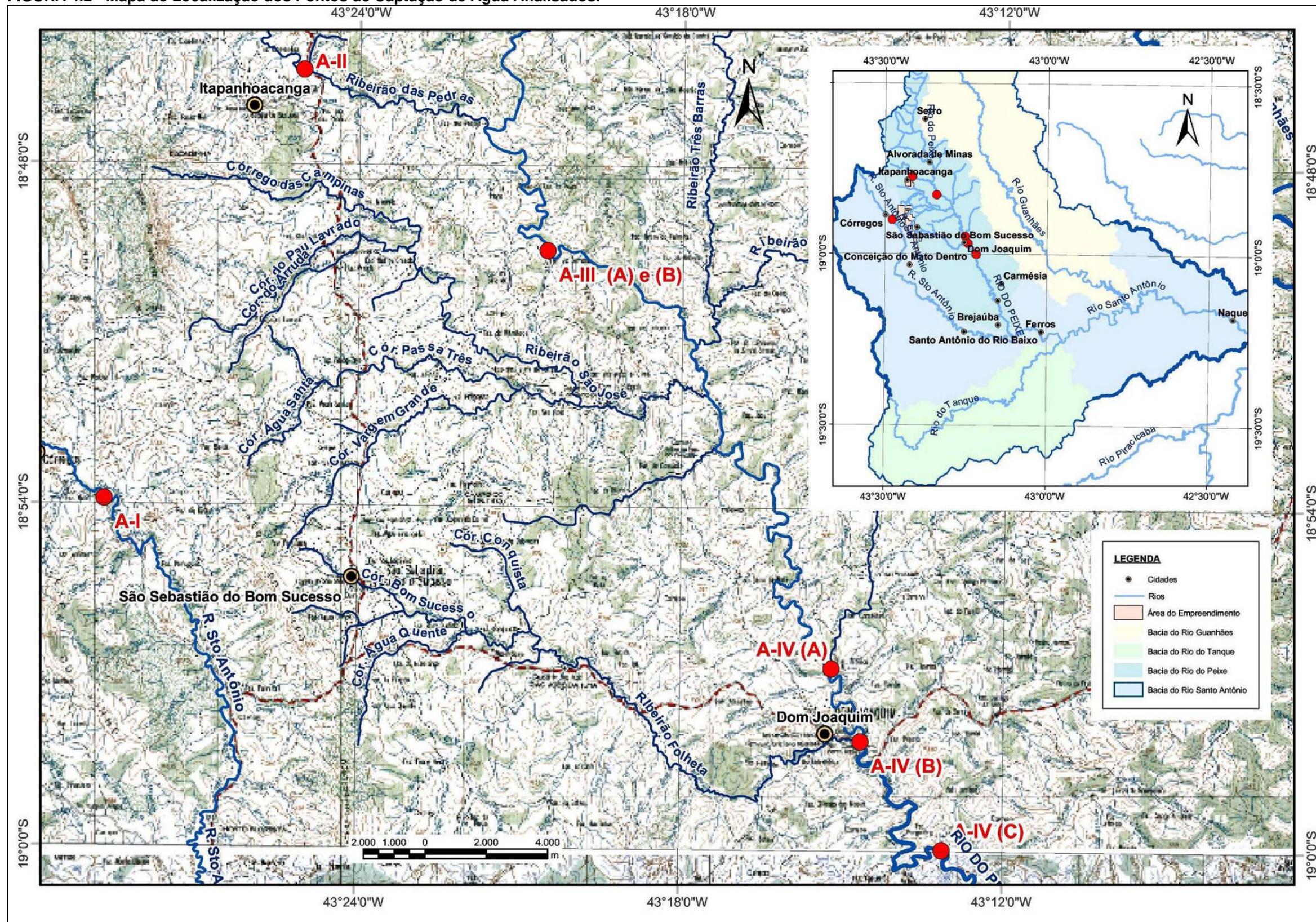
As alternativas de captação foram definidas com base nos aspectos técnicos, adotando-se como critério a ocorrência, ou não, de disponibilidades de vazões para atendimento das demandas de água, respeitando-se os limites de derivação e de manutenção de fluxo residual a jusante, estabelecidos pela legislação de outorga do Estado de Minas Gerais, e o fator de proximidade em relação à usina de beneficiamento e a estação de bombeamento do mineroduto.

Para a avaliação detalhada das disponibilidades hídricas, inicialmente, foram destacados os principais cursos de água da região e do entorno do Projeto Minas-Rio, em termos de magnitude de área de drenagem e de proximidade em relação ao empreendimento minerário. A aplicação desse critério resultou na seleção de seis possíveis pontos de captação em três cursos de água distintos (ribeirão das Pedras e rios Santo Antônio e do Peixe), conforme indicado na Figura 4.2.

Para cada um dos pontos de captação selecionados foi avaliado o potencial para derivação, considerando-se captações a fio d'água e com reservatório de regularização; além do fluxo residual mínimo a jusante do ponto de captação e de vazão máxima de derivação em conformidade com a legislação de outorga. Na definição das alternativas de captação, considerou-se o cenário de demanda de água referente à vazão de 2.500 m³/h, sendo consideradas captações a fio d'água e reservatórios de regularização.

Para subsidiar uma avaliação preliminar, algumas informações foram adicionadas, incluindo a distância em linha reta do ponto de captação ao provável local da usina de beneficiamento e o desnível geométrico máximo. Nas alternativas que envolviam barramentos foram obtidas também, de forma estimada, a altura das barragens e a área alagada pelo reservatório.

FIGURA 4.2 - Mapa de Localização dos Pontos de Captação de Água Analisados.



A partir dos critérios técnicos mencionados, foi definido que a captação da água de abastecimento do empreendimento minerário seria feita no rio do Peixe, em local próximo à cidade de Dom Joaquim (Ponto A(IV)-B na Figura 4.2) e distante aproximadamente 30 km da usina de beneficiamento.

A seleção da captação a fio d'água no rio do Peixe partiu de um estudo detalhado realizado pela empresa VOGBR - Hidrogeologia e Geotecnia, onde foram cotejados os aspectos técnicos, econômicos e ambientais de diversas alternativas, envolvendo captções diretas e com reservatórios de regularização (barragens).

A captação de água nova será construída na margem direita do rio do Peixe, a jusante da área urbana da cidade de Dom Joaquim e da confluência com o ribeirão Folheta, numa seção fluvial de coordenadas geográficas 18° 58' 5,40" latitude Sul e 43° 14' 41,08" longitude Oeste e área de drenagem de 1.145 km².

A operação será do tipo a fio d'água e a estação de bombeamento composta de casa de bombas, com tomada d'água em bueiro ARMCO, e estação booster. Tanto a casa de bombas quanto o booster apresentarão 2+1 (reserva) bombas cada uma, sendo a capacidade nominal delas de 1.250 m³/h/bomba.

A 1ª estação de bombeamento ou casa de bombas estará localizada nas margens do rio do Peixe. A 2ª estação de bombeamento será uma estação "booster", ou seja, terá como função o re-bombeamento para aumento da energia cinética, em função da distância e desnível entre o ponto de captação no rio do Peixe e a planta de beneficiamento, de forma vencer a perda de carga do sistema e pressão nas bombas. Estará localizada em cota 188 m acima da captação.

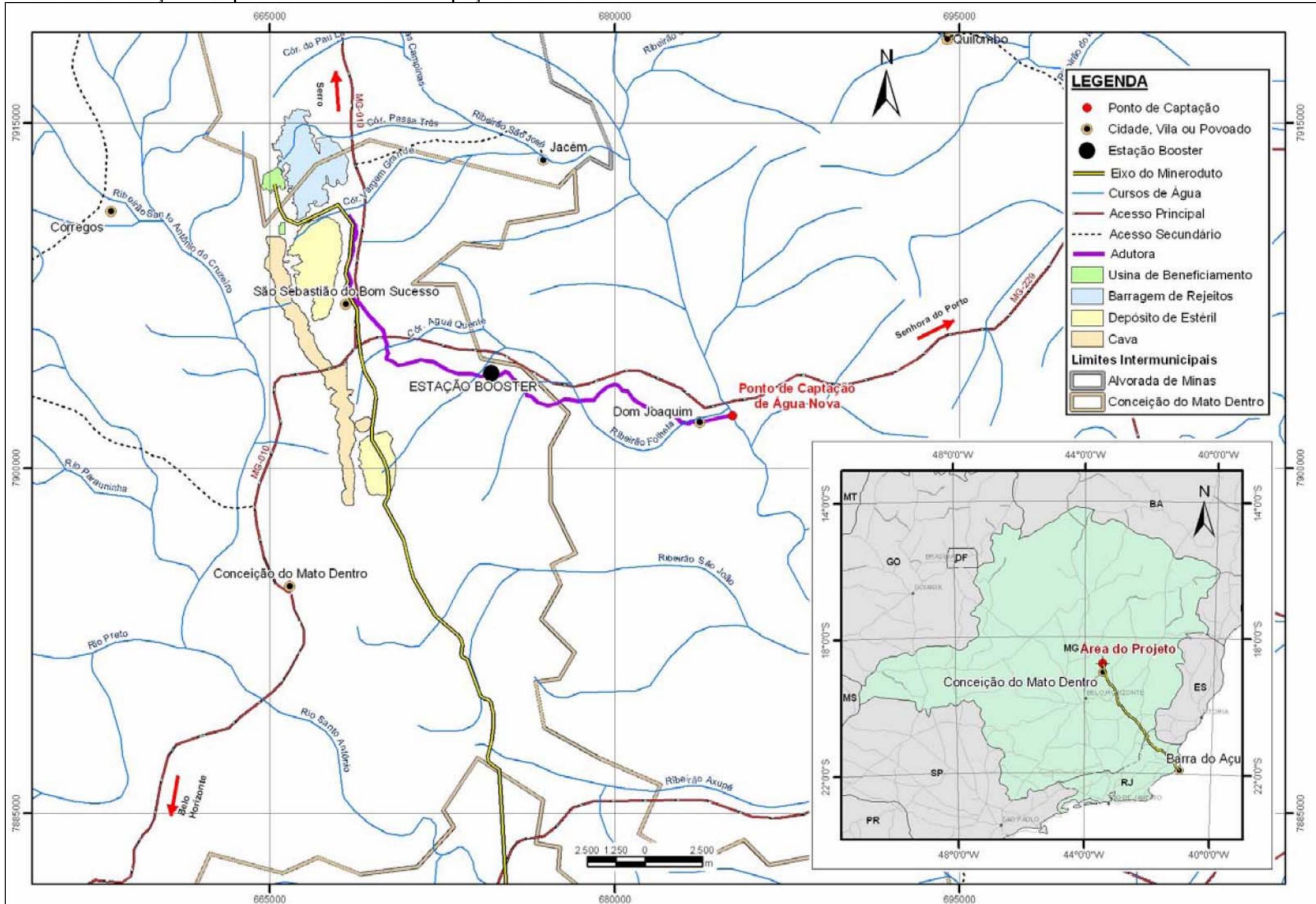
O regime de funcionamento da captação será de duas bombas de 1.250 m³/h, durante 24 horas por dia. A tubulação da adutora, que interligará a captação do rio do Peixe à usina de beneficiamento, será de aço ASTM-A-283 e diâmetro de 30", tendo um comprimento aproximado de 32,0 km.

Visando minimizar a movimentação de terra ao longo da mesma, a tubulação será lançada sobre o terreno e será acompanhada por um acesso de manutenção com 5,0 m de largura. O adutora de água se desenvolverá em grande parte de sua extensão às margens da MG-229 e MG-010, evitando a intervenção em novas áreas e conseqüente supressão vegetal, além da fragmentação das propriedades rurais.

Na planta de beneficiamento a adutora se bifurcará: um ramal seguirá para o reservatório de água de processo e o outro ramal, com auxílio de uma estação elevatória, será encaminhado até ao reservatório de água nova, e então encaminhado para ETA, e para as áreas de reagentes, água de serviço e para combate a incêndio.

Na Figura 4.3, a seguir, é apresentada a localização geral do empreendimento, destacando-se os principais componentes de interesse, incluindo a usina de beneficiamento de minério, a estação de bombeamento do mineroduto, a barragem de rejeitos (principal fonte de abastecimento) e a captação de água nova do empreendimento.

FIGURA 4.3 - Localização do Empreendimento e o Ponto de Captação no Rio do Peixe.



A caracterização do regime pluviométrico médio anual na bacia hidrográfica do rio do Peixe foi realizada a partir de dados consistidos de precipitação diária de estações de monitoramento da ANA - Agência Nacional de Água e os registros da estação fluviométrica Dom Joaquim da ANA foram utilizados para a caracterização do regime hidrológico de vazões na bacia do rio do Peixe. A Figura 4.4 mostra o mapa de localização das estações hidrométricas utilizadas nos estudos hidrológicos.

A avaliação da disponibilidade hídrica superficial foi feita a partir da caracterização do regime hidrológico do rio do Peixe, baseando-se na estimativa das vazões médias e mínimas, abstraídas dos valores de vazões outorgadas a montante do ponto de captação. Os estudos hidrológicos foram realizados a partir de técnicas de regionalização, utilizando as informações da rede hidrométrica da região próxima à captação.

A partir da informação de disponibilidade hídrica no ponto de captação foram definidos os limites legais de derivação e manutenção de fluxo residual mínimo a jusante, os quais foram cotejados com a demanda de água do empreendimento e os usos outorgados a jusante. Assim, foi estudada a disponibilidade hídrica da bacia do rio do Peixe na seção fluvial da captação frente os limites legais para derivação e manutenção do fluxo residual mínimo e o cotejo com a demanda de água do empreendimento e para atendimento das vazões outorgadas a jusante.

Com a finalidade de avaliar possíveis interferências da captação do rio do Peixe às captações de água existentes e à disponibilidade hídrica a montante do mesmo, foi realizado um levantamento das outorgas existentes na região, que totalizaram sete concessões, conforme apresentado na Figura 4.5.

A vazão total outorgada a montante do ponto de captação é de 190,16 m³/h. A jusante da captação, o uso outorgado ao longo dos rios do Peixe e Santo Antônio resulta numa vazão de 188,64 m³/h. A finalidade de uso principal dos pontos outorgados é o abastecimento humano (4), havendo, também, uso para irrigação (2) e atividades industriais (1).

O valor total dos usos outorgados a montante da seção fluvial da captação (190,16 m³/h) foi considerado na obtenção da série de vazões do local da captação. Esse valor foi descontado das vazões médias mensais da série regionalizada para o ponto de captação, para o cálculo da vazão mínima de referência (Q_{7,10}).

A partir dos estudos hidrológicos, foi possível a caracterização hidrológica da bacia de captação bem como estabelecer os critérios para realização da disponibilidade hídrica na bacia do rio do Peixe. No processo de caracterização do regime hidrológico dos mananciais, as vazões mínimas representam o limite de exploração nas condições a fio-d'água, considerando a demanda prevista e a manutenção do fluxo residual para jusante, segundo os preceitos da legislação estadual que regulamenta os processos de outorga para uso da água.

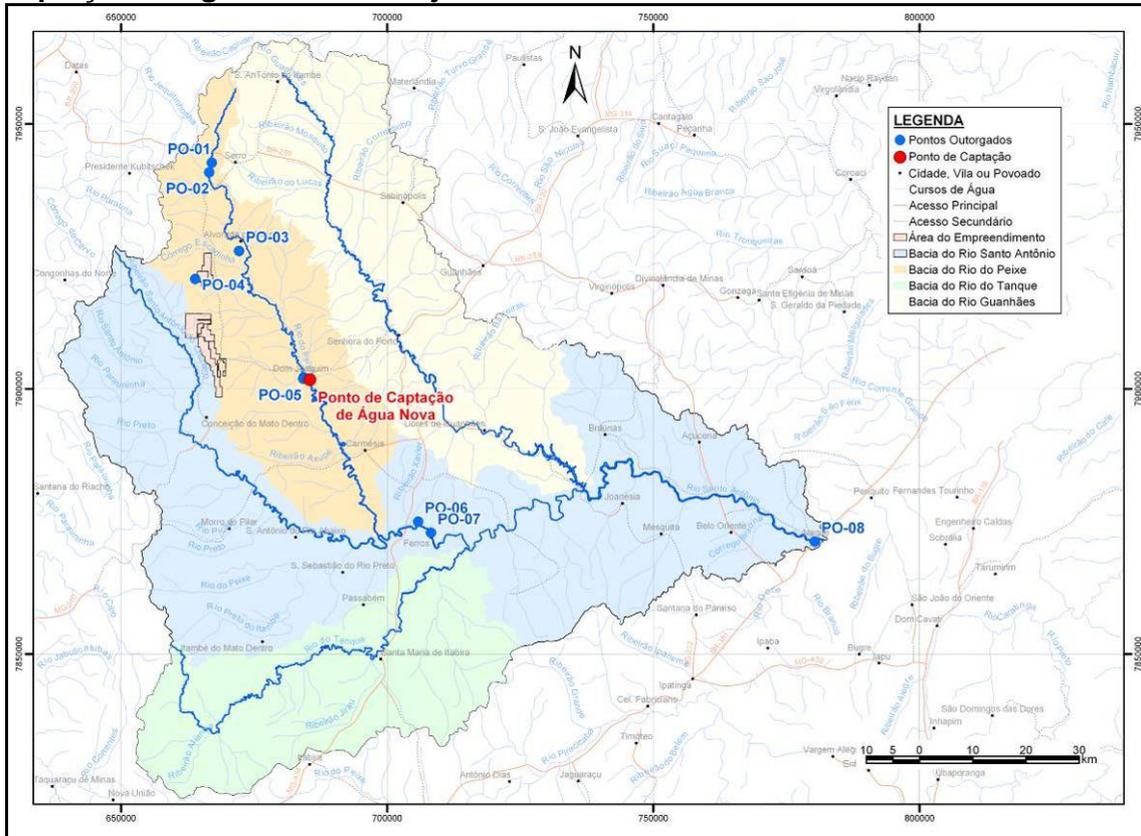
Para orientação dos processos de outorga, a vazão de referência corresponde ao quantil Q_{7,10} (vazão mínima anual com período de retorno de 10 anos e 7 dias de duração). A vazão máxima de captação equivale a 30% da vazão Q_{7,10}, garantindo, dessa forma, um fluxo residual mínimo correspondente a 70% da descarga de referência.

Deve-se ressaltar que a captação de 2.500 m³/h necessária para suprir as necessidades de abastecimento da planta industrial do empreendimento minerário (inclusive estação de bombeamento do mineroduto), corresponde a uma diminuição inferior a 1% do volume da confluência das drenagens dos rios Santo Antônio e do Peixe, que totalizam uma vazão média de longo termo igual a 286.168 m³/h.

Considerando a demanda de água nova complementar do empreendimento de 2.500 m³/h (correspondendo a aproximadamente a 70% da vazão máxima de captação), existe uma reserva hídrica de aproximadamente 1.100 m³/h no rio do Peixe, que ainda poderá ser outorgada na bacia de contribuição, sem que haja interferência com a captação da MMX. Essa reserva representa cerca de 5 vezes o valor de vazão atualmente outorgado na bacia a montante do ponto de captação (190 m³/h).

O valor de fluxo residual mínimo estabelecido para o ponto de captação (8.460 m³/h) é suficiente para manutenção da vazão necessária para suprir os usos outorgados a jusante (189 m³/h), por ocasião de um evento de estiagem extrema. Ressalta-se que, ao valor do fluxo residual, ainda deverá ser adicionado à contribuição de outros cursos de água, inclusive o rio Santo Antônio, na confluência com o rio do Peixe.

FIGURA 4.5 - Usos outorgados na Bacia do Rio Santo Antônio, sob influência da captação de água nova do Projeto Minas-Rio.

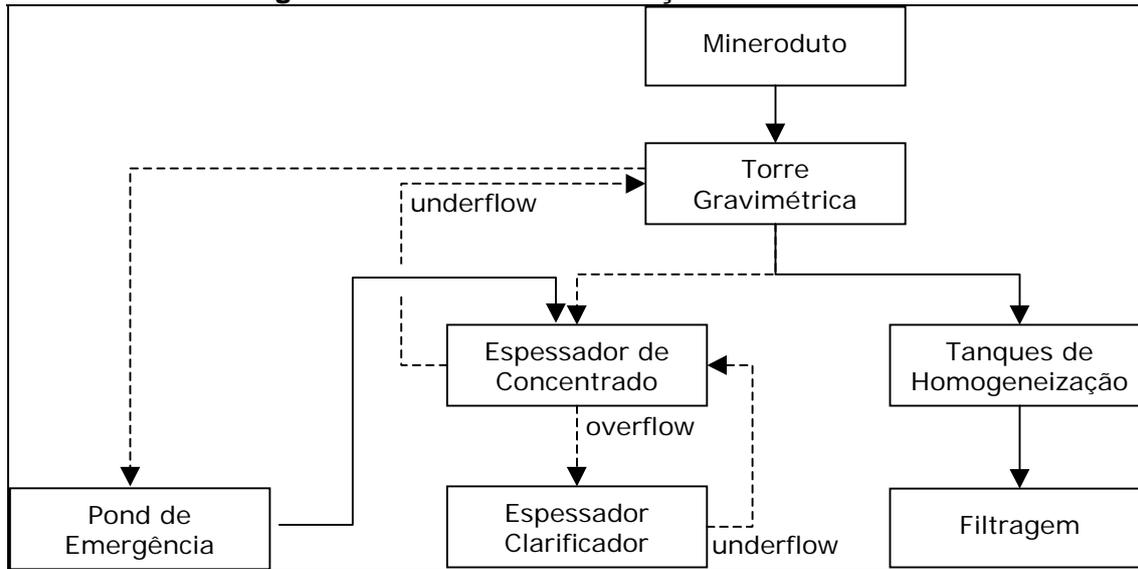


4.2 - Tratamento e qualidade da água de processo

O produto, em forma de polpa, a ser transportado através do mineroduto consiste de *pellet feed*, minério de ferro para alto forno e/ou para redução direta. Objetivando a separação física do minério e da água, no Porto de Açu será instalada uma Planta de Espessamento e de Filtragem, cujos componentes foram projetados pelas empresas PSI do Brasil, ECM Projetos Industriais e RAM Engenharia. A Figura 4.6 mostra o fluxograma de processo na Estação Terminal do Mineroduto. O projeto operacional desta unidade industrial inclui as seguintes etapas de processo:

- Bombeamento da polpa de minério de ferro a partir dos tanques de recebimento do mineroduto para alimentação da filtragem;
- Espessamento em espessador de concentrado e em espessador clarificador;
- Filtragem através de filtros de discos cerâmicos (Ceramec);
- Tratamento parcial da água do overflow do espessador clarificador em estação de tratamento de água, para uso na selagem de bombas de polpa, lavagem ácida dos filtros de discos cerâmicos, preparação de reagentes;
- Bombeamento do excedente de água do overflow do espessador clarificador para o emissário submarino, após aproveitamento da água para selagem e para processo.

FIGURA 4.6 - Fluxograma de Processo na Estação Terminal do Mineroduto



Resumidamente, a polpa de minério de ferro irá alimentar a torre gravimétrica, seguindo então para os tanques de homogeneização. Dos tanques de homogeneização, a polpa irá alimentar a filtragem. Caso a polpa proveniente do mineroduto não apresente porcentagem de sólidos adequada para a alimentação da filtragem, todo o fluxo de polpa será desviado da torre gravimétrica para o espessamento (2 espessadores). A polpa, após a correção da porcentagem de sólidos, retornará para a torre gravimétrica.

O tanque de emergência consistirá de um reservatório com capacidade de 400.000 m³, localizado próximo à chegada do mineroduto, cuja função será receber a polpa proveniente do mineroduto, caso seja necessária à interrupção da operação da filtragem devido a algum imprevisto.

O material acumulado no tanque de emergência (sólidos + água) será retomado através de uma draga, e a polpa será bombeada novamente para o espessador de concentrado, de modo a reaproveitar o minério e evitar contaminação do meio ambiente. A draga terá capacidade para recuperar o volume total de material acumulado no tanque ao longo de três meses.

A geometria do tanque de emergência foi definida em função da profundidade de dragagem para a draga especificada (Ellicot B90 ou similar, 624 hp e capacidade de vazão entre 76 e 460 m³/hora) e da área de manobra necessária para a mesma no interior do tanque. Assim, o tanque de emergência deverá apresentar as seguintes dimensões: profundidade de 6,0 metros, largura de 200 metros e comprimento de 335 metros.

Gravimetria

A polpa proveniente do mineroduto será recebida na torre gravimétrica, passando inicialmente por um primeiro distribuidor onde será realizada a injeção de CO₂ para o ajuste do pH da polpa. A polpa é bombeada através do mineroduto com pH elevado, com valores em torno de 10. Níveis elevados de pH da polpa favorecem a dispersão das partículas de minério de ferro, porém prejudicam a operação subsequente de filtração. Deste modo, a injeção de CO₂ na polpa é necessária para reduzir o pH para valores em torno de 7,0, adequado para a alimentação da filtração.

Após a injeção de CO₂ no primeiro distribuidor da torre gravimétrica, a polpa segue por gravidade para um segundo distribuidor que poderá direcionar a polpa para duas rotas distintas, conforme a seguir:

- Alimentação da filtração (rota principal);
- Alimentação do espessador de concentrado para correção da porcentagem de sólidos da polpa, caso a porcentagem de sólidos esteja com valor abaixo do mínimo especificado para alimentação da filtração (mínimo de 68%);

Eventualmente, haverá uma rota de desvio da polpa do mineroduto para o *pond* de emergência, procedimento realizado a partir de uma derivação da tubulação do mineroduto diretamente para o *pond*, antes da torre gravimétrica.

Espessamento

Para a alimentação da filtração, é necessário que a polpa apresente uma porcentagem de sólidos acima de 68%. Se a porcentagem de sólidos da polpa proveniente do mineroduto estiver baixa, todo o fluxo será desviado, a partir da torre gravimétrica, para o espessamento, com o objetivo de corrigir a porcentagem de sólidos da polpa. O desvio do fluxo será realizado através do primeiro distribuidor de polpa da torre gravimétrica.

O espessamento é constituído por um espessador de concentrado e um clarificador. A polpa proveniente da torre gravimétrica alimenta o espessador de concentrado, através da caixa de alimentação do espessador. O fluxo de underflow do espessador de concentrado, com a porcentagem de sólidos corrigida, é bombeado de volta para a torre gravimétrica através de bombas (02 operando e 01 reserva).

Na torre gravimétrica, a polpa irá alimentar o segundo distribuidor da torre, que a seguir irá direcionar a polpa com a porcentagem de sólidos corrigida para os três tanques de alimentação da filtração.

O fluxo de overflow do espessador de concentrado alimenta o clarificador por gravidade, passando antes pela caixa de alimentação do clarificador.

A alimentação do clarificador é composta dos seguintes fluxos:

- Overflow do espessador de concentrado;
- Filtrado proveniente dos filtros, através das bombas de polpa (01 operando e 01 reserva);

- Efluentes das pilhas do pátio de produtos do porto;
- Drenagem de piso do prédio da filtragem, através da bomba de polpa vertical;
- Fluxo de água proveniente do bombeamento do *pond*, quando houver necessidade de se regular o nível de água do *pond*.

Os fluxos de drenagem de piso irão passar por uma peneira linear de proteção antes de alimentar a caixa de alimentação do clarificador, com o objetivo de remover materiais estranhos (matéria orgânica, metais, partículas grosseiras) eventualmente presentes nestes fluxos. O fluxo de underflow do clarificador será bombeado de volta para o espessador de concentrado, através das bombas de polpa (01 operando e 01 reserva), passando antes pela caixa de alimentação do espessador de concentrado.

Filtragem

A polpa, proveniente das bombas e destinada à filtragem, irá alimentar duas peneiras lineares de proteção. As peneiras lineares de proteção têm como objetivo retirar corpos estranhos, metais, que poderiam danificar as placas cerâmicas dos filtros. Após passar pelas peneiras de proteção, a polpa irá alimentar dois distribuidores de polpa. A alimentação de polpa na filtragem será realizada através dos dois distribuidores de polpa. Cada um dos dois distribuidores de polpa irá alimentar seis filtros. Os filtros utilizados são do tipo filtros de discos cerâmicos (Ceramec). Estes filtros, que operam pelo princípio de capilaridade, apresentam como característica a menor necessidade de utilidades (vácuo, ar comprimido). Cada filtro possui uma bomba de vácuo, de pequeno tamanho e incorporada ao filtro.

Cada filtro possui um tanque de filtrado (incorporado ao mesmo) e uma bomba de filtrado, respectivamente. Cada uma das bombas de filtrado irá bombear a água para um tanque principal. Deste tanque, o filtrado é bombeado para o clarificador através das bombas de polpa (01 operando e 01 reserva). Cada filtro possui uma bomba de água para retrolavagem dos discos cerâmicos respectivamente, cujas tubulações de sucção estão ligadas a um tanque único de água de retrolavagem. Normalmente, a água utilizada para a retrolavagem será proveniente do tanque de filtrado do próprio filtro, mas há a necessidade de uma adição complementar de água de selagem no tanque de água de retrolavagem.

A retrolavagem será realizada duas vezes por dia, por filtro. Durante o processo de retrolavagem, são utilizadas soluções ácidas de ácido oxálico e ácido nítrico, para a lavagem química dos discos cerâmicos. Por isso, cada bomba de água de retrolavagem possui no seu recalque uma entrada para a solução de ácido oxálico e uma entrada para a solução de ácido nítrico. O ciclo de lavagem de um filtro terá a duração de 40 a 50 minutos, período este em que o filtro estará com a sua operação paralisada. Durante este período, a vazão de polpa bombeada para a filtragem será reduzida através do sistema de bombeamento de alimentação da filtragem. Caso a vazão de alimentação da filtragem ainda seja maior que a capacidade da filtragem, haverá transbordo do(s) distribuidor(es) para os tanques de recirculação de polpa, dotados de agitadores. Estes tanques também irão receber a polpa que será drenada da bacia dos filtros, no início do ciclo de lavagem ácida.

Distribuição de Água do Overflow do Clarificador

O fluxo de água do *overflow* do clarificador se divide em dois fluxos, conforme descrito a seguir:

- Estação de tratamento de água;
- Tanque de água do *overflow* do clarificador.

Estação de Tratamento de Água

Parte do fluxo de água do *overflow* do clarificador será desviada para a estação de tratamento de água, cujo objetivo é adequar a qualidade da mesma para as seguintes aplicações específicas:

- Selagem de bombas de polpa;
- Retrolavagem dos filtros de discos cerâmicos (Ceramec) e selagem das bombas de vácuo dos filtros;
- Preparação de reagentes ácidos para a lavagem ácida dos filtros de discos cerâmicos;
- Preparação de floculantes e coagulantes para o espessamento.

A água tratada na estação de tratamento de água seguirá para o tanque de água tratada, de onde será bombeada através de quatro bombas (02 operando e 02 reservas) para as aplicações operacionais mencionadas. Duas bombas serão dedicadas ao bombeamento de água para a preparação de reagentes e água de retrolavagem e duas bombas serão dedicadas ao bombeamento de água de selagem das bombas de polpa e bombas de vácuo.

Tanque de Água do Overflow do Clarificador

O fluxo de água do *overflow* do clarificador que exceder a capacidade da estação de tratamento de água será direcionado para o tanque de água do *overflow* do clarificador. Do tanque haverá dois sistemas de bombeamento, conforme descrito a seguir:

- Sistema de distribuição de água de processo - as bombas serão destinadas a bombear a água de processo para os filtros de discos cerâmicos, para as peneiras lineares de proteção, adição de água em caixas de bombas;
- Sistema de bombeamento do emissário submarino - o excedente de água do fluxo de *overflow* do clarificador será bombeado para o emissário submarino, através de duas bombas (01 operando e 01 reserva).

O fluxo de *overflow* do clarificador será lançado ao mar como efluente líquido, devendo atender aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2.005, no que se refere a águas salinas, bem como atender a todas as exigências normativas aplicáveis. Esta destinação do *overflow* do clarificador (bombeamento para o emissário submarino) fundamenta-se na experiência e na tecnologia empregada nos filtros de discos cerâmicos, que assegura uma solução filtrada praticamente isenta de sólidos.

4.3 - Operação do tanque de emergência

Caso ocorra algum problema na filtragem cuja parada exceda a capacidade dos tanques de recebimento, haverá a necessidade de desvio da polpa proveniente do mineroduto para o *pond* de emergência. Este desvio será realizado a partir de uma derivação partindo do segmento final mineroduto, antes da torre gravimétrica.

A recuperação do minério acumulado no *pond* de emergência será realizada através de uma draga a ser contratada de terceiros, por definição da MMX. A draga irá operar de acordo com a necessidade e conveniência da operação. Esta draga foi especificada de modo a recuperar a capacidade total de minério acumulado no *pond* ao longo de um período de três meses.

A polpa de minério recuperada pela draga será bombeada pela bomba da draga para o espessador de concentrado. Antes de alimentar o espessador, a polpa recuperada do *pond* irá passar por uma peneira linear de proteção, com o objetivo eliminar materiais estranhos (metais, matéria orgânica) e partículas de minério grosseiras eventualmente presentes na polpa.

No *pond* de emergência foi considerada a instalação de uma bomba submersível, com o objetivo de permitir o controle de nível de água do *pond*, especialmente em época de chuvas intensas. A água bombeada pela bomba do *pond* será direcionada para o espessador clarificador. Nestes casos, o fluxo de água do *overflow* do clarificador irá aumentar sendo necessário operar com as duas bombas do emissário submarino em paralelo.

4.4 - Destinação da água tratada

A água proveniente do mineroduto, após remoção do minério de ferro e o tratamento de clarificação, terá seu excesso lançado ao mar através de um emissário. Uma derivação deste emissário, após a clarificação da água, irá suprir a rede de abastecimento do Sistema de Água de Serviço do Porto, que abrange as seguintes destinações:

- Abastecimento da cisterna do sistema de combate a incêndio;
- Aspersão nas pilhas de minério;
- Alimentação das empilhadeiras e recuperadora;
- Aspersão nos transportadores de correia e casas de transferências;
- Irrigação de jardins; e
- Lavagens de pátios.

Como uma segurança adicional, a mesma derivação do emissário abastecerá uma cisterna de água de serviço, com uma capacidade de reserva correspondente a 6 horas do consumo de água. Esta reserva será utilizada nas ocasiões em que o mineroduto estiver inoperante. Duas bombas centrifugas acionadas por motores elétricos, sendo uma delas reserva de outra, succionarão a água da cisterna e alimentarão a rede de água de serviço do Porto de Açú, quando não houver fluxo de água no emissário. Emergencialmente a cisterna de Água de Serviço no Retroporto também poderá ser abastecida pela rede de Água Potável.

Haverá também uma derivação do emissário de água tratada, na ponte de acesso aos pieres, imediatamente antes do duto ser introduzido no mar, que fornecerá água para o Sistema de Água de Serviço dos Pieres e Ponte. A água deste sistema destina-se a:

- Alimentação do carregador de navios;
- Aspersão nos transportadores de correia e casas de transferência;
- Lavagens em geral.

4.5 - Qualidade da água descartada pelo emissário

Os procedimentos operacionais de espessamento e filtração da polpa do mineroduto objetivam basicamente a recuperação do minério de ferro (pellet feed) e o tratamento da água para aproveitamento no sistema de abastecimento das diversas unidades industriais do Porto de Açú. Sendo que o volume excedente de consumo será descartado no mar, através de emissário submarino.

As características tecnológicas do sistema de tratamento (espessador clarificador e filtração com filtros de discos cerâmicos) garantem que a qualidade da água irá atender aos padrões estabelecidos Resolução CONAMA 357/2005.

O Programa de Gestão de Recursos Hídricos (RT 04 do PBA) estabelece os procedimentos de acompanhamento e monitoramento sistemático das condições de qualidade das águas de descarte pelo emissário, abrangendo a determinação dos seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, cloretos, óleos e graxas minerais, materiais sedimentáveis, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, alumínio total e dissolvido, ferro total e dissolvido e manganês total e dissolvido.

5 - FORMAS DE TRAVESSIAS DOS CURSOS D'ÁGUA

A construção e a montagem do mineroduto implicarão na travessia de grande número de cursos de água (total de 585 córregos, ribeirões e rios com portes e vazões bastante diferenciados) e de áreas alagadas. Os métodos de construção a serem utilizados em cada travessia foram definidos em projeto de engenharia, a partir das limitações técnicas e ambientais existentes, das outorgas ou autorizações emitidas pela SERLA (RJ) e IGAM (MG) e das demais disposições construtivas estabelecidas pela MMX.

Como diretrizes gerais do projeto técnico para todas as travessias de cursos de águas, podem ser destacadas as seguintes determinações:

- para que cada travessia deva ser executada perpendicularmente ao curso de água, minimizando a extensão da intervenção no leito; e
- a locação do eixo do mineroduto no ponto de travessia deverá ser corretamente executada com base nos elementos fornecidos pelo detalhamento do projeto de engenharia.

Durante a execução dos serviços de campo deverão ser utilizados todos os meios e recursos técnicos necessários para minimizar o assoreamento dos cursos de água e a diminuição da sua seção de escoamento, bem como o comprometimento da qualidade das águas e os danos a usos a jusante das travessias (especialmente para abastecimento humano) à ictiofauna e à flora aquática.

As travessias de rios, ribeirões, córregos e terrenos alagados serão executadas por um dos seguintes métodos alternativos:

- travessia enterrada, compreendendo a abertura de uma vala no leito do curso de água ou terreno alagado (brejo), o lançamento da tubulação nesta vala e recobrimento adequado da mesma (sistema conhecido como “cavalote”); ou
- travessia subterrânea, através da execução de furo direcional ou túnel sob o leito a ser atravessado.

A execução de travessias enterradas ou subterrâneas de cursos de águas deverá considerar todas as restrições impostas pela legislação e normas técnicas vigentes no Brasil, e pelas autoridades que as autorizaram, em especial no que diz respeito à limitação à navegação, dragagem ou alargamento dos cursos de água e à possibilidade de poluição das águas e assoreamento do leito por vazamento. Da mesma forma, devem ser atendidas todas as restrições ou diretrizes apontadas pelos órgãos outorgantes (SERLA no Rio de Janeiro, e IGAM em Minas Gerais)

A seguir, são descritos os procedimentos construtivos definidos no projeto de engenharia para a implantação das travessias do mineroduto nos cursos d'água ao longo do traçado, bem como das medidas de controle ambiental a serem adotadas durante a construção do empreendimento.

5.1 - Travessias de cursos de água de pequeno porte (Cavalote)

Nos casos de travessias enterradas sob leitos de cursos de água, construídas com a metodologia conhecida como “cavalote” ou convencional, a ser adotada na maioria das travessias de cursos de água ao longo do traçado do mineroduto, em função da pequena extensão ou profundidade, o projeto de engenharia estabeleceu algumas recomendações gerais.

Para a locação da travessia e controle do posicionamento do cavalote, deverá ser executado levantamento topográfico e batimétrico da seção de travessia ao longo do eixo, antes da abertura da vala. Se necessário, para confirmação da restauração das condições originais do leito do rio, também poderá ser necessária a realização de nova batimetria ao final da travessia.

O método de escavação da vala, determinado pelo projeto de engenharia previamente, considera as condições locais e as características do terreno, podendo ser utilizadas dragas, bombas de areia, ensecadeiras, perfuração e detonação de leitos rochosos, etc...

Em geral, o lançamento do mineroduto deverá ser feito puxando a tubulação (montada em uma das margens) ao longo do eixo da vala, diretamente sobre o fundo ou flutuando, utilizando-se equipamentos terrestres nas margens ou sobre balsas. Nos casos de travessias de rios de maior extensão e em águas mais profundas poderá haver necessidade de utilização de equipamentos especiais com lanças longas.

Dependendo da configuração das margens, a tubulação deverá apresentar curvatura vertical adequada, visando evitar grandes escavações e, conseqüentemente, a instalação de processos erosivos. Nas escavações das margens deverão ser adotadas medidas de contenção de sedimentos e de amortecimento de energia e direcionamento de fluxos de águas pluviais, de forma a minimizar o carreamento de sedimentos para o curso de água.

Após o abaixamento do duto na vala, a seção lançada deve ser inspecionada com a finalidade de verificar a existência de danos e para assegurar o contato total da tubulação com o fundo da vala. O duto deverá ser testado hidrostáticamente antes e depois do lançamento.

Para garantir a estabilidade do mineroduto no fundo da vala e impedir sua flutuação, e para dotá-lo de maior proteção mecânica, deverá ser empregado um revestimento externo de concreto, com espessura e características definidas no projeto de engenharia.

Terminado o lançamento e concluídos os testes hidrostáticos, deverá ser providenciada uma cobertura eficiente da tubulação nas valas do fundo do curso de água e das margens.

O projeto de engenharia recomenda usar de extrema cautela ao se fazer o preenchimento da vala, a fim de evitar estragos no mineroduto, especialmente em locais onde o mesmo não for protegido com camisa de concreto. Assim, a metodologia de fechamento da vala deverá prever procedimentos para evitar a queda de pedras, torrões volumosos ou outros materiais duros sobre o tubo descoberto, e para não permitir que os mesmos possam provocar a formação de vazios que possam acarretar futuras erosões ou subsidências na vala.

A vala deverá ser reaterada, sempre que possível, com material removido da mesma, quando este puder ser utilizado de forma segura e adequada. A camada de solo orgânico, previamente separada quando da abertura da vala, deverá ser recomposta sobre o reaterro.

Caso o material retirado da vala não seja apropriado para o reaterro, poderá ser utilizado material importado de área de empréstimo ou de outros locais de escavação do próprio mineroduto. As diretrizes, metodologias e procedimentos para reateramento, compactação e recuperação ambiental das valas serão detalhados em projeto executivo e estão apresentadas no PRAD - Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas (RT 08 do Plano Básico Ambiental do Mineroduto).

O reaterro da vala e o nivelamento das vias de acesso deverão recompor, sempre que possível, os contornos naturais do solo e permitir uma drenagem natural da superfície. Em terrenos com declive acentuado, especialmente nas margens de cursos de água, a fim de se evitar a instalação de processos erosivos, deverão ser previstos e implementados o uso de barreiras de sacos de aniagem devidamente cheios de terra ou areia, ao lado da vala, e construídos sistemas de valetas para canalizar para fora da vala a água desviada pelas barreiras de sacos, e para direcioná-las aos cursos de drenagem naturais.

Nas etapas de escavação, de lançamento da tubulação e de reaterro das valas no leito e margens de cursos de água, deverão ser instaladas barreiras flutuantes de contenção/absorção de produtos oleosos a jusante das obras, de forma evitar a contaminação das águas superficiais por óleos e graxas oriundos das máquinas e equipamentos em uso.

Os leitos de cursos de água eventualmente alterados pela obra deverão ser prontamente corrigidos, o mesmo ocorrendo com as margens, que também devem receber imediata revegetação.

Os refugos ou sobras de material terroso ou rochoso, que não puderem ser usados no reaterro das valas, deverão ser considerados como material excedente e removidos do local da obra, sendo convenientemente dispostos em aterros técnica e ambientalmente localizados e aprovados, de forma que não acarretem insatisfação aos proprietários e ocupantes do local.

5.2 - Travessias de rios de maior porte (Furo Direcional)

A implantação de mineroduto de longa extensão como o projetado para o Sistema Minas-Rio da MMX, demanda a transposição de rios de maior porte ao longo do seu traçado. Para a travessia de quatro desses rios (Piracicaba, Doce, Casca e Paraíba do Sul) será utilizado o método de furo direcional.

As formas clássicas de transposição, particularmente de cursos de água com maiores larguras ou profundidades pelo sistema “Cavalote”, com a abertura de valas nas margens e leito para enterramento da tubulação ou, alternativamente, a execução de pontes para transposição aérea, além das inerentes dificuldades técnicas e elevados custos, provocam impactos diversos e potencialmente relevantes ao meio ambiente.

Para minimizar tais impactos e viabilizar tecnicamente a transposição de rios maiores e outros obstáculos, será utilizada a técnica denominada “Perfuração Horizontal Direcional”, que é um método não destrutivo, utilizado em todo o mundo, e que permite a transposição de rios, mangues, rodovias, serras, áreas de proteção ambiental e outros obstáculos com um único furo e reduzido impacto ambiental.

Esta metodologia permite, portanto, que o Mineroduto Minas-Rio seja instalado sob rios de maior porte sem que haja a necessidade de qualquer intervenção na faixa de APP e no leito do rio, ou sob rodovias e ferrovias sem que provoque interferências mais significativas com os fluxos de veículos. Além disso, o furo direcional pode ser realizado com mínimo impacto na superfície, uma vez que os seus pontos de início e fim podem ser projetados fora dos limites dos locais a serem transpostos (e preservados) e demandam apenas uma área relativamente pequena para instalação da sonda e de sua infra-estrutura de apoio, área essa que ao término do trabalho é ambientalmente recuperada.

Com a utilização desse método, as áreas a serem protegidas (por exemplo, vegetação de APP's e leitos e margens dos rios) não sofrerão nenhum impacto ambiental. Os trabalhos de perfuração e a implantação dos tubos ocorrerão a grande profundidade, em formação de solo ou rocha que, usualmente, não abriga vida animal ou vegetal, permitindo que a superfície e as camadas menos profundas permaneçam intocadas.

Esse processo oferece, portanto, as seguintes vantagens, se comparado com métodos tradicionais de execução de travessias e de cruzamentos:

- Rapidez de execução;
- Traçado direto e em linha reta, encurtando o comprimento total da linha;
- Permite a instalação da tubulação em profundidade adequada, proporcionando uma camada protetora e dispensando o revestimento de concreto para compensar a flutuabilidade da tubulação;
- Dispensa obras auxiliares tais como: desvios de rios, desvios de tráfego de rodovias, ferrovias e vias urbanas, dragagem, escavações ou construções provisórias auxiliares;
- Permite a montagem rápida dos equipamentos em qualquer local devido a sua grande mobilidade, sem interferência de tráfegos fluviais, rodoviários ou ferroviários;
- Não provoca agressão ao meio ambiente, conservando intacta a mata ciliar, as áreas de mangue, os leitos e margens dos rios, as faixas de rolamento, as áreas adjacentes das rodovias e a via permanente das ferrovias.

Como desvantagem apresenta, geralmente, custo mais elevado que outras metodologias.

A primeira etapa da furação direcional se inicia com a realização dos estudos sobre a viabilidade de utilização do método, incluindo levantamentos de campo e estudos geológicos para a elaboração do projeto básico que determina o perfil preliminar, a definição das coordenadas dos pontos de entrada e saída da travessia e os demais elementos técnicos necessários à execução da perfuração.

A segunda etapa consiste na execução propriamente dita da travessia e se desenvolve após ser obtida a licença de instalação das obras do mineroduto, de acordo as seguintes fases:

- Fase 01 - Detalhamento do projeto básico e elaboração do projeto executivo da perfuração, caso a caso, para cada travessia.
- Fase 02 - Instalação das plataformas de trabalho e infra-estrutura de apoio
- Fase 03 - Perfuração do furo piloto
- Fase 04 - Alargamento do furo
- Fase 05 - Construção e posicionamento da coluna a ser inserida no furo
- Fase 06 - Arraste da Coluna pelo interior do furo;
- Fase 07 - Desmobilização do canteiro e recuperação ambiental da área.

Os funcionários contratados para compor as equipes de furação direcional, em todos os níveis hierárquicos, serão treinados e habilitados para atuar na área operacional, observando os procedimentos e diretrizes de preservação ambiental estabelecidas no projeto de engenharia.

Tendo em vista a rápida mobilização e desmobilização de cada frente de trabalho, todo o pessoal envolvido na execução da obra, sempre que possível, será alojado nas cidades próximas da área de trabalho, não havendo necessidade de alojamentos na obra e, portanto, acarretando menor utilização de área para canteiro de obras, com redução do impacto ambiental.

A alimentação do pessoal será preferencialmente contratada em hotéis e restaurantes existentes na região da obra, sendo as refeições servidas nos horários pré-estabelecidos. Os resíduos gerados durante as refeições diárias no canteiro serão recolhidos em recipientes apropriados, para posterior remoção e disposição final, atendendo às diretrizes e procedimentos estabelecidos no Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (RT 04), parte integrante do PBA - Plano Básico Ambiental do Mineroduto Minas-Rio.

Os banheiros utilizados serão químicos, e a sua manutenção, limpeza e transporte ficarão a cargo de empresas especializadas contratadas na região ou de empregados especialmente treinados para essa finalidade e atenderão as diretrizes e procedimentos do Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (RT 08) e do Programa de Gestão de Recursos Hídricos (RT 03) do PBA, naquilo que for pertinente.

O lixo comum será coletado seletivamente e depositado em recipientes adequados e em locais especialmente preparados para essa deposição temporária e para posterior remoção. A coleta, disposição temporária e final também deverá atender as diretrizes e procedimentos dos programas de gestão do PBA.

Óleos lubrificantes usados, e resíduos de óleos e graxas, serão gerenciados e removidos da obra, para serem reciclados por empresas especializadas credenciadas pela ANP, na conformidade dos procedimentos estabelecidos no Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (RT 08)

Resíduos de perfuração (rejeito da reciclagem da lama bentonítica), que alcançarão volume variável conforme o projeto, por ser inerte, poderá ser utilizado para fechamento de escavações e recompor o próprio solo local que foi escavado. Eventuais excedentes desse material, que não requer nenhum tratamento especial para o descarte final, poderão ser dispostos em outro local apropriado.

O fluido de perfuração (lama bentonítica) será reciclado e reutilizado várias vezes durante o desenvolvimento da obra. Ao término dos trabalhos, uma parte desse fluido terá sido absorvida pela formação de solo ou rocha, outra parte estará dentro do furo, preenchendo o espaço anular entre a tubulação e as paredes do furo, onde permanecerá e após algum tempo secará e se transformará em argila (bentonita).

Sobrará ainda certo volume nos tanques de lama, mas sendo a bentonita uma argila natural e completamente inerte, essas sobras poderão ser descartadas em áreas de aterro, de forma controlada para evitar seu carreamento para cursos de água e assoreamento dos mesmos.

Mesmo sendo potencialmente inertes, todos os resíduos resultantes da perfuração serão previamente analisados e classificados conforme as normas em vigor (NBR's 10004, 10005, 10006 e 10007 da ABNT, edição 2004), para ter a adequada destinação e disposição final.

Os resíduos classificados como perigosos (classe 1) serão transportados por veículos especialmente licenciados e próprios para o transporte desse tipo de resíduo. Os resíduos de classes 1 (perigosos) ou 2ª (não inertes) serão previamente tratados por empresas especializadas e, depois, descartados em aterros controlados e licenciados para este fim. Os resíduos da classe 2B (inertes) poderão ser destinados a aterros sanitários municipais.

5.3 - Monitoramento nos locais das travessias

Documento integrante do Plano Básico Ambiental (PBA) do Mineroduto Minas-Rio, o Programa de Gestão de Recursos Hídricos (RT 03), através do subprograma de monitoramento de águas superficiais, efluentes e águas potáveis, define os procedimentos metodológicos de monitoramento dos cursos de água durante as obras de transposição do mineroduto.

A escolha e identificação dos pontos de monitoramento foram realizadas tomando-se como referência todos os pontos de travessia da linha do mineroduto em cursos de água, ao longo de todo o trecho do empreendimento, bem como considerando as duas etapas do projeto (implantação e pós-implantação), e os respectivos impactos a serem gerados em cada uma destas fases:

- *Etapa de implantação do mineroduto* - a implantação propriamente dita, ocorrerá através de escavações das valas no leito dos corpos d'água e posterior colocação da tubulação do mineroduto nestas valas. Destas atividades, as escavações são consideradas como o ponto mais crítico para alteração da qualidade das águas.
- *Etapa de pós-implantação* - pode ser considerada como o período posterior à colocação da tubulação do mineroduto nas travessias (aproximadamente 30 dias posteriormente à finalização das obras), e representa a finalização das atividades que podem gerar uma alteração da qualidade das águas.

Considerando-se os pontos de travessia de cursos de água, foram definidos os pontos que serão efetivamente monitorados, os quais estarão situados a montante e jusante do mineroduto, dependendo da etapa de projeto - implantação e pós-implantação. No caso das amostragens no decorrer das obras propriamente ditas (etapa de implantação do mineroduto), serão considerados os pontos a montante e jusante às respectivas interseções, totalizando duas (02) amostragens por interseção. Por sua vez, na etapa pós-implantação, serão amostrados somente os pontos a jusante da travessia, totalizando uma (01) amostragem por interseção.

5.4 - Definição das formas das travessias

No projeto de engenharia do Mineroduto Minas-Rio, para a definição das formas de travessias, foram considerados os aspectos relevantes dos cursos d'água referentes ao comprometimento do leito, manutenção da vazão, uso e captação de água, supressão da vegetação ciliar, beleza cênica, dentre outros fatores.

Cabe destacar, também, que um grande esforço foi feito no sentido de minimizar o número e os impactos dessas travessias, quando da realização dos estudos e trabalhos de campo para otimização do traçado do mineroduto, dando-se especial às matas ciliares que foram, sempre que possível evitadas, priorizando-se a locação das travessias em locais já antropizados ou pobres em vegetação. E, para compensar as intervenções inevitáveis nas áreas de preservação permanente, foi incluído no elenco de medidas mitigadoras e compensatórias, no âmbito do PRAD, um subprograma de recuperação e manejo de áreas de preservação permanente (vide RT 03) voltado à recomposição vegetal de margens de cursos de água nas proximidades desses pontos de travessia.

A identificação de todos os pontos de travessia da linha do mineroduto em cursos de água está listada em tabela apresentada no Programa de Gestão de Recursos Hídricos (RT 03 do PBA). Naquela tabela, para cada ponto de travessia identificado, são fornecidas informações adicionais como nome do curso de água, coordenadas geográficas do ponto de travessia, descrição do local, município, bacia hidrográfica, e método construtivo da linha.

ANEXOS

ANEXO 1 - ROTA DO MINERODUTO

Mineroduto MMX / Minas - Rio							
Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0003				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 140 280 560 840 1.120 m

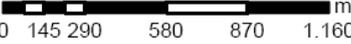
Mineroduto MMX / Minas - Rio							
Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0004				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0005	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0006	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 145 290 580 870 1.160 m

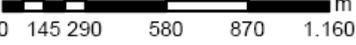
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0007				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

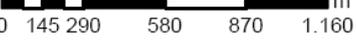
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0008				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0009				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0010				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens						
						
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1	
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV	
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0011				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens						
						
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1	
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV	
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0012				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0013				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

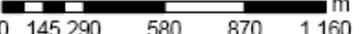
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0014				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0015				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI APPROVED	CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

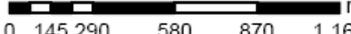
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0016				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI APPROVED	CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens




CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0017	0

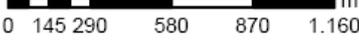
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens




CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0018	0

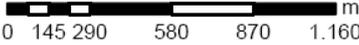
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio
 Coleção de Cartas Imagens




CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0019	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio
 Coleção de Cartas Imagens




CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0020	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0021				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT	APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER				REV		
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0022				0		
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT	APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0023	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT		
						APPROVED			

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0024	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT		
						APPROVED			

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 140 280 560 840 1.120 m

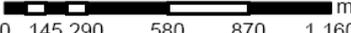
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER					REV	
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0025					0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER					REV	
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0026					0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT APPROVED

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0027				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0028				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

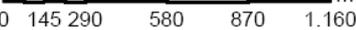
Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0029				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio Coleção de Cartas Imagens							
							
CONTRACT No.:			WORK PACKAGE: 00		1/1		
JOB NUMBER		DRAWING NUMBER				REV	
B118.04		B118.03-1100-RPT-C-0030				0	
0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI CLIENT APPROVED	

Convenções

-  Mineroduto
-  Estacas_5x5_km
-  Cruzamentos
-  Travessias
-  Furos Direcionais
-  Passagens Aéreas
-  EB1 - EB2 - EV1 - ET
-  PMSs
-  Sedes Municipais
-  Sítios Arqueológicos e Históricos



1:25.000



0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0031	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 145 290 580 870 1.160 m

Mineroduto MMX / Minas - Rio

Coleção de Cartas Imagens

CONTRACT No.:	WORK PACKAGE: 00	1/1
JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV
B118.04	B118.03-1100-RPT-C-0032	0

0	27/09/07	FOR APPROVAL	DHAS	DHAS	CRP	WRM	MMX		
REV	DATE	REV. DESCRIPTION	DRAWN	DESIGN	CHECK	PSI	CLIENT	APPROVED	

Convenções

- Mineroduto
- Estacas_5x5_km
- Cruzamentos
- Travessias
- Furos Direcionais
- Passagens Aéreas
- EB1 - EB2 - EV1 - ET
- PMSs
- Sedes Municipais
- Sítios Arqueológicos e Históricos

1:25.000

0 145 290 580 870 1.160 m

ANEXO 2 - RELAÇÃO DE DOCUMENTOS DO PROJETO EXECUTIVO DA TUBULAÇÃO

Listagem de documentos do Projeto Executivo do Mineroduto Minas Rio (tubulação).

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 1º TRECHO	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 19/07/2007
	Rev: 00
FOLHAS DE ALINHAMENTO	
Identificador	
B118.03-4000-D-C-2000	B118.03-4000-D-C-2061
B118.03-4000-D-C-2000-A	B118.03-4000-D-C-2062
B118.03-4000-D-C-2001	B118.03-4000-D-C-2063
B118.03-4000-D-C-2001-A	B118.03-4000-D-C-2064
B118.03-4000-D-C-2002	B118.03-4000-D-C-2065
B118.03-4000-D-C-2002-A	B118.03-4000-D-C-2066
B118.03-4000-D-C-2003	B118.03-4000-D-C-2067
B118.03-4000-D-C-2004	B118.03-4000-D-C-2068
B118.03-4000-D-C-2005	B118.03-4000-D-C-2069
B118.03-4000-D-C-2005-A	B118.03-4000-D-C-2070
B118.03-4000-D-C-2006	B118.03-4000-D-C-2071
B118.03-4000-D-C-2006-A	B118.03-4000-D-C-2072
B118.03-4000-D-C-2007	B118.03-4000-D-C-2073
B118.03-4000-D-C-2008	B118.03-4000-D-C-2074
B118.03-4000-D-C-2009	B118.03-4000-D-C-2075
B118.03-4000-D-C-2010	B118.03-4000-D-C-2076
B118.03-4000-D-C-2011	B118.03-4000-D-C-2077
B118.03-4000-D-C-2012	B118.03-4000-D-C-2078
B118.03-4000-D-C-2013	B118.03-4000-D-C-2079
B118.03-4000-D-C-2014	B118.03-4000-D-C-2080
B118.03-4000-D-C-2015	B118.03-4000-D-C-2081
B118.03-4000-D-C-2016	B118.03-4000-D-C-2082
B118.03-4000-D-C-2017	B118.03-4000-D-C-2083
B118.03-4000-D-C-2018	B118.03-4000-D-C-2084
B118.03-4000-D-C-2019	B118.03-4000-D-C-2085
B118.03-4000-D-C-2020	B118.03-4000-D-C-2086
B118.03-4000-D-C-2021	B118.03-4000-D-C-2087
B118.03-4000-D-C-2022	B118.03-4000-D-C-2088
B118.03-4000-D-C-2023	B118.03-4000-D-C-2089
B118.03-4000-D-C-2024	B118.03-4000-D-C-2090
B118.03-4000-D-C-2025	B118.03-4000-D-C-2091
B118.03-4000-D-C-2026	B118.03-4000-D-C-2092
B118.03-4000-D-C-2027	B118.03-4000-D-C-2093
B118.03-4000-D-C-2028	B118.03-4000-D-C-2094
B118.03-4000-D-C-2029	B118.03-4000-D-C-2095

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 1º TRECHO	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 19/07/2007
	Rev: 00
FOLHAS DE ALINHAMENTO	
Identificador	
B118.03-4000-D-C-2030	B118.03-4000-D-C-2096
B118.03-4000-D-C-2031	B118.03-4000-D-C-2097
B118.03-4000-D-C-2032	B118.03-4000-D-C-2098
B118.03-4000-D-C-2033	B118.03-4000-D-C-2099
B118.03-4000-D-C-2034	B118.03-4000-D-C-2100
B118.03-4000-D-C-2035	B118.03-4000-D-C-2101
B118.03-4000-D-C-2036	B118.03-4000-D-C-2102
B118.03-4000-D-C-2037	B118.03-4000-D-C-2103
B118.03-4000-D-C-2038	B118.03-4000-D-C-2104
B118.03-4000-D-C-2039	B118.03-4000-D-C-2105
B118.03-4000-D-C-2040	B118.03-4000-D-C-2106
B118.03-4000-D-C-2041	B118.03-4000-D-C-2107
B118.03-4000-D-C-2042	B118.03-4000-D-C-2108
B118.03-4000-D-C-2043	B118.03-4000-D-C-2109
B118.03-4000-D-C-2044	B118.03-4000-D-C-2110
B118.03-4000-D-C-2045	B118.03-4000-D-C-2111
B118.03-4000-D-C-2046	B118.03-4000-D-C-2112
B118.03-4000-D-C-2047	B118.03-4000-D-C-2113
B118.03-4000-D-C-2048	B118.03-4000-D-C-2114
B118.03-4000-D-C-2049	B118.03-4000-D-C-2115
B118.03-4000-D-C-2050	B118.03-4000-D-C-2116
B118.03-4000-D-C-2051	B118.03-4000-D-C-2117
B118.03-4000-D-C-2052	B118.03-4000-D-C-2118
B118.03-4000-D-C-2053	B118.03-4000-D-C-2119
B118.03-4000-D-C-2054	B118.03-4000-D-C-2120
B118.03-4000-D-C-2055	B118.03-4000-D-C-2121
B118.03-4000-D-C-2056	B118.03-4000-D-C-2122
B118.03-4000-D-C-2057	B118.03-4000-D-C-2123
B118.03-4000-D-C-2058	B118.03-4000-D-C-2124
B118.03-4000-D-C-2059	B118.03-4000-D-C-2125
B118.03-4000-D-C-2060	

OBRAS ESPECIAIS	
FUROS DIRECIONAIS	
Nome	Identificador
Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5000
Nova Era Silicon	B118.03-1140-DC-5001
Rio Santo Antônio	B118.03-1140-DC-5002
Passabem	B118.03-1140-DC-5003
Rio Tanque	B118.03-1140-DC-5004
Sta Maria do Itabira_A	B118.03-1140-DC-5005
Sta Maria do Itabira_B	B118.03-1140-DC-5006
Área da Cenibra	B118.03-1140-DC-5007
Rio Piracicaba	B118.03-1140-DC-5008
CRUZAMENTOS	
Nome	Identificador
MG - 010	B118.03-1140-DC-5100
MG- 232	B118.03-1140-DC-5101
MG - 232	B118.03-1140-DC-5102
Estr. Real	B118.03-1140-DC-5103
Estr. Real	B118.03-1140-DC-5104
Estr. Real	B118.03-1140-DC-5105
Estr. Real	B118.03-1140-DC-5106
BR - 120	B118.03-1140-DC-5108
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5109
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5110
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5111
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5112
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5113
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5114
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5115
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5116
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5117
Estrada Municipal	B118.03-1140-DC-5118
Estrada Real	B118.03-1140-DC-5156

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 1º TRECHO	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 19/07/2007
	Rev: 00
OBRAS ESPECIAIS	
TRAVESSIAS	
Nome	Identificador
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5200
Rio Picão	B118.03-1140-DC-5201
Rio Preto	B118.03-1140-DC-5202
Rio do Peixe	B118.03-1140-DC-5203
Rio Preto do Itambé	B118.03-1140-DC-5204
Ribeirão Jirau	B118.03-1140-DC-5205
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5206
Ribeirão Corrente	B118.03-1140-DC-5207
Ribeirão Corrente	B118.03-1140-DC-5208
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5209
Ribeirão Piçarrão	B118.03-1140-DC-5210
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5211
PASSAGENS AÉREAS	
Nome	Identificador
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5401
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5402
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5403
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5404
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5405
Passagem Aérea - Conceição do Mato Dentro	B118.03-1140-DC-5406
Passagem Aérea - Cenibra	B118.03-1140-DC-5409
Passagem Aérea - Cenibra	B118.03-1140-DC-5410

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 2º TRECHO - ANEXO 1	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 20/07/2007
	Rev: 00
ANEXO 5	
FOLHAS DE ALINHAMENTO	
Identificador	
B118.03-4000-D-C-2125	B118.03-4000-D-C-2218
B118.03-4000-D-C-2126	B118.03-4000-D-C-2219
B118.03-4000-D-C-2127	B118.03-4000-D-C-2220
B118.03-4000-D-C-2128	B118.03-4000-D-C-2221
B118.03-4000-D-C-2129	B118.03-4000-D-C-2222
B118.03-4000-D-C-2130	B118.03-4000-D-C-2223
B118.03-4000-D-C-2131	B118.03-4000-D-C-2224
B118.03-4000-D-C-2132	B118.03-4000-D-C-2225
B118.03-4000-D-C-2133	B118.03-4000-D-C-2226
B118.03-4000-D-C-2134	B118.03-4000-D-C-2227
B118.03-4000-D-C-2135	B118.03-4000-D-C-2228
B118.03-4000-D-C-2136	B118.03-4000-D-C-2229
B118.03-4000-D-C-2137	B118.03-4000-D-C-2230
B118.03-4000-D-C-2138	B118.03-4000-D-C-2231
B118.03-4000-D-C-2139	B118.03-4000-D-C-2232
B118.03-4000-D-C-2140	B118.03-4000-D-C-2233
B118.03-4000-D-C-2141-RA	B118.03-4000-D-C-2234
B118.03-4000-D-C-2142	B118.03-4000-D-C-2235
B118.03-4000-D-C-2143	B118.03-4000-D-C-2236
B118.03-4000-D-C-2144	B118.03-4000-D-C-2237
B118.03-4000-D-C-2145-RA	B118.03-4000-D-C-2238
B118.03-4000-D-C-2146-RA	B118.03-4000-D-C-2239
B118.03-4000-D-C-2147-RA	B118.03-4000-D-C-2240
B118.03-4000-D-C-2148-RA	B118.03-4000-D-C-2241
B118.03-4000-D-C-2149-RA	B118.03-4000-D-C-2242
B118.03-4000-D-C-2150-RA	B118.03-4000-D-C-2243
B118.03-4000-D-C-2151-RA	B118.03-4000-D-C-2244
B118.03-4000-D-C-2152-RA	B118.03-4000-D-C-2245
B118.03-4000-D-C-2153-RA	B118.03-4000-D-C-2246
B118.03-4000-D-C-2154-RA	B118.03-4000-D-C-2247
B118.03-4000-D-C-2155-RA	B118.03-4000-D-C-2248
B118.03-4000-D-C-2156-RA	B118.03-4000-D-C-2249
B118.03-4000-D-C-2157-RA	B118.03-4000-D-C-2250
B118.03-4000-D-C-2158-RA	B118.03-4000-D-C-2251
B118.03-4000-D-C-2159-RA	B118.03-4000-D-C-2252
B118.03-4000-D-C-2160-RA	B118.03-4000-D-C-2253
B118.03-4000-D-C-2161-RA	B118.03-4000-D-C-2254
B118.03-4000-D-C-2162-RA	B118.03-4000-D-C-2255
B118.03-4000-D-C-2163-RA	B118.03-4000-D-C-2256
B118.03-4000-D-C-2164-RA	B118.03-4000-D-C-2257
B118.03-4000-D-C-2165-RA - SUPRIMIDO	B118.03-4000-D-C-2258
B118.03-4000-D-C-2166-RA	B118.03-4000-D-C-2259
B118.03-4000-D-C-2167-RA	B118.03-4000-D-C-2260
B118.03-4000-D-C-2168	B118.03-4000-D-C-2261
B118.03-4000-D-C-2169	B118.03-4000-D-C-2262
B118.03-4000-D-C-2170-RA	B118.03-4000-D-C-2263
B118.03-4000-D-C-2171-RA	B118.03-4000-D-C-2264
B118.03-4000-D-C-2172-RA	B118.03-4000-D-C-2265
B118.03-4000-D-C-2173-RA	B118.03-4000-D-C-2266
B118.03-4000-D-C-2174-RA	B118.03-4000-D-C-2267
B118.03-4000-D-C-2175-RA	B118.03-4000-D-C-2268
B118.03-4000-D-C-2176-RA	B118.03-4000-D-C-2269

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 2º TRECHO - ANEXO 1	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 20/07/2007
	Rev: 00
ANEXO 5	
FOLHAS DE ALINHAMENTO	
Identificador	
B118.03-4000-D-C-2177-RA	B118.03-4000-D-C-2270
B118.03-4000-D-C-2178-RA	B118.03-4000-D-C-2271
B118.03-4000-D-C-2179-RA	B118.03-4000-D-C-2272
B118.03-4000-D-C-2180-RA	B118.03-4000-D-C-2273
B118.03-4000-D-C-2181-RA	B118.03-4000-D-C-2274
B118.03-4000-D-C-2182-RA	B118.03-4000-D-C-2275
B118.03-4000-D-C-2183-RA	B118.03-4000-D-C-2276
B118.03-4000-D-C-2184-RA	B118.03-4000-D-C-2277
B118.03-4000-D-C-2185-RA	B118.03-4000-D-C-2278
B118.03-4000-D-C-2186-RA	B118.03-4000-D-C-2279
B118.03-4000-D-C-2187-RA	B118.03-4000-D-C-2280
B118.03-4000-D-C-2188-RA	B118.03-4000-D-C-2281
B118.03-4000-D-C-2189	B118.03-4000-D-C-2282
B118.03-4000-D-C-2190-RA	B118.03-4000-D-C-2283
B118.03-4000-D-C-2191-RA	B118.03-4000-D-C-2284
B118.03-4000-D-C-2192-RA	B118.03-4000-D-C-2285
B118.03-4000-D-C-2193-RA	B118.03-4000-D-C-2286
B118.03-4000-D-C-2194-RA	B118.03-4000-D-C-2287
B118.03-4000-D-C-2195-RA	B118.03-4000-D-C-2288
B118.03-4000-D-C-2196-RA	B118.03-4000-D-C-2289
B118.03-4000-D-C-2197-RA	B118.03-4000-D-C-2290
B118.03-4000-D-C-2198-RA	B118.03-4000-D-C-2291
B118.03-4000-D-C-2199-RA	B118.03-4000-D-C-2292
B118.03-4000-D-C-2200-RA	B118.03-4000-D-C-2293
B118.03-4000-D-C-2201-RA	B118.03-4000-D-C-2294
B118.03-4000-D-C-2202-RA	B118.03-4000-D-C-2295
B118.03-4000-D-C-2203-RA	B118.03-4000-D-C-2296
B118.03-4000-D-C-2204-RA	B118.03-4000-D-C-2297
B118.03-4000-D-C-2205-RA	B118.03-4000-D-C-2298
B118.03-4000-D-C-2206-RA	B118.03-4000-D-C-2299
B118.03-4000-D-C-2207-RA	B118.03-4000-D-C-2300
B118.03-4000-D-C-2208-RA	B118.03-4000-D-C-2301
B118.03-4000-D-C-2209-RA	B118.03-4000-D-C-2302
B118.03-4000-D-C-2210-RA	B118.03-4000-D-C-2303
B118.03-4000-D-C-2211-RA	B118.03-4000-D-C-2304
B118.03-4000-D-C-2212	B118.03-4000-D-C-2305
B118.03-4000-D-C-2213	B118.03-4000-D-C-2306
B118.03-4000-D-C-2216	B118.03-4000-D-C-2309
B118.03-4000-D-C-2217	B118.03-4000-D-C-2310
Lista de documentos das Obras Especiais (incluindo as suprimidas)	



MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A.



Título: Relação de Documentos - 2º TRECHO - ANEXO 1

Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio

Data: 20/07/2007

Rev: 00

TRAVESSIAS	
Nome	Identificador
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5213
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5214
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5215
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5216
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5217
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5218
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5219
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5220
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5221
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5222
Rio da Prata	B118.03-1140-DC-5223
Rio Sem Peixes	B118.03-1140-DC-5224
Córrego da Onça	B118.03-1140-DC-5225
Ribeirão da Piedade	B118.03-1140-DC-5226
Córrego Bom Retiro	B118.03-1140-DC-5227
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5228
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5232
Sem Nome	B118.03-1140-DC-5233
Rio Santana	B118.03-1140-DC-5234
PASSAGENS AÉREAS	
Nome	Identificador
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5416
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5417
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5418
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5419
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5420
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5421
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5422
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5423
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5424
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5425
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5426
Passagem Aérea	B118.03-1140-DC-5429
SAMARCO	
B118.03-1140-DC-5300	



MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A.



Título: Relação de Documentos - 3º TRECHO - ANEXO 1

Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio

Data: 27/07/2007

Rev: 00

ANEXO 5

FOLHAS DE ALINHAMENTO

Identificador

B118.03-1140-D-C-2310	B118.03-1140-D-C-2420
B118.03-1140-D-C-2311	B118.03-1140-D-C-2421
B118.03-1140-D-C-2312	B118.03-1140-D-C-2422
B118.03-1140-D-C-2313	B118.03-1140-D-C-2423
B118.03-1140-D-C-2314	B118.03-1140-D-C-2424
B118.03-1140-D-C-2315	B118.03-1140-D-C-2425
B118.03-1140-D-C-2316	B118.03-1140-D-C-2426
B118.03-1140-D-C-2317	B118.03-1140-D-C-2427
B118.03-1140-D-C-2318	B118.03-1140-D-C-2428
B118.03-1140-D-C-2319	B118.03-1140-D-C-2429
B118.03-1140-D-C-2320	B118.03-1140-D-C-2430
B118.03-1140-D-C-2321	B118.03-1140-D-C-2431
B118.03-1140-D-C-2322	B118.03-1140-D-C-2432
B118.03-1140-D-C-2323	B118.03-1140-D-C-2433
B118.03-1140-D-C-2324	B118.03-1140-D-C-2434
B118.03-1140-D-C-2325	B118.03-1140-D-C-2435
B118.03-1140-D-C-2326	B118.03-1140-D-C-2436
B118.03-1140-D-C-2327	B118.03-1140-D-C-2437
B118.03-1140-D-C-2328	B118.03-1140-D-C-2438
B118.03-1140-D-C-2329	B118.03-1140-D-C-2439
B118.03-1140-D-C-2330	B118.03-1140-D-C-2440
B118.03-1140-D-C-2331	B118.03-1140-D-C-2441
B118.03-1140-D-C-2332	B118.03-1140-D-C-2442
B118.03-1140-D-C-2333	B118.03-1140-D-C-2443
B118.03-1140-D-C-2334	B118.03-1140-D-C-2444
B118.03-1140-D-C-2335	B118.03-1140-D-C-2445
B118.03-1140-D-C-2336	B118.03-1140-D-C-2446
B118.03-1140-D-C-2337	B118.03-1140-D-C-2447
B118.03-1140-D-C-2338	B118.03-1140-D-C-2448
B118.03-1140-D-C-2339	B118.03-1140-D-C-2449
B118.03-1140-D-C-2340	B118.03-1140-D-C-2450
B118.03-1140-D-C-2341	B118.03-1140-D-C-2451
B118.03-1140-D-C-2342	B118.03-1140-D-C-2452
B118.03-1140-D-C-2343	B118.03-1140-D-C-2453
B118.03-1140-D-C-2344	B118.03-1140-D-C-2454
B118.03-1140-D-C-2349	B118.03-1140-D-C-2455
B118.03-1140-D-C-2350	B118.03-1140-D-C-2456
B118.03-1140-D-C-2351	B118.03-1140-D-C-2457
B118.03-1140-D-C-2352	B118.03-1140-D-C-2458
B118.03-1140-D-C-2353	B118.03-1140-D-C-2459
B118.03-1140-D-C-2354	B118.03-1140-D-C-2460
B118.03-1140-D-C-2356	B118.03-1140-D-C-2461
B118.03-1140-D-C-2357	B118.03-1140-D-C-2462
B118.03-1140-D-C-2358	B118.03-1140-D-C-2463
B118.03-1140-D-C-2359	B118.03-1140-D-C-2464
B118.03-1140-D-C-2360	B118.03-1140-D-C-2465
B118.03-1140-D-C-2361	B118.03-1140-D-C-2466
B118.03-1140-D-C-2362	B118.03-1140-D-C-2467
B118.03-1140-D-C-2363	B118.03-1140-D-C-2468
B118.03-1140-D-C-2364	B118.03-1140-D-C-2469
B118.03-1140-D-C-2365	B118.03-1140-D-C-2470
B118.03-1140-D-C-2366	B118.03-1140-D-C-2471
B118.03-1140-D-C-2367	B118.03-1140-D-C-2472
B118.03-1140-D-C-2368	B118.03-1140-D-C-2473

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 3º TRECHO - ANEXO 1	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 27/07/2007 Rev: 00
ANEXO 5	
FOLHAS DE ALINHAMENTO	
Identificador	
B118.03-1140-D-C-2369	B118.03-1140-D-C-2474
B118.03-1140-D-C-2370	B118.03-1140-D-C-2475
B118.03-1140-D-C-2371	B118.03-1140-D-C-2476
B118.03-1140-D-C-2372	B118.03-1140-D-C-2477
B118.03-1140-D-C-2373	B118.03-1140-D-C-2478
B118.03-1140-D-C-2374	B118.03-1140-D-C-2479
B118.03-1140-D-C-2375	B118.03-1140-D-C-2480
B118.03-1140-D-C-2376	B118.03-1140-D-C-2481
B118.03-1140-D-C-2377	B118.03-1140-D-C-2482
B118.03-1140-D-C-2378	B118.03-1140-D-C-2483
B118.03-1140-D-C-2379	B118.03-1140-D-C-2484
B118.03-1140-D-C-2380	B118.03-1140-D-C-2485
B118.03-1140-D-C-2381	B118.03-1140-D-C-2486
B118.03-1140-D-C-2382	B118.03-1140-D-C-2487
B118.03-1140-D-C-2383	B118.03-1140-D-C-2488
B118.03-1140-D-C-2384	B118.03-1140-D-C-2489
B118.03-1140-D-C-2385	B118.03-1140-D-C-2490
B118.03-1140-D-C-2386	B118.03-1140-D-C-2491
B118.03-1140-D-C-2387	B118.03-1140-D-C-2492
B118.03-1140-D-C-2388	B118.03-1140-D-C-2493
B118.03-1140-D-C-2389	B118.03-1140-D-C-2494
B118.03-1140-D-C-2390	B118.03-1140-D-C-2495
B118.03-1140-D-C-2391	B118.03-1140-D-C-2496
B118.03-1140-D-C-2392	B118.03-1140-D-C-2497
B118.03-1140-D-C-2393	B118.03-1140-D-C-2498
B118.03-1140-D-C-2394	B118.03-1140-D-C-2499
B118.03-1140-D-C-2395	B118.03-1140-D-C-2500
B118.03-1140-D-C-2396	B118.03-1140-D-C-2501
B118.03-1140-D-C-2397	B118.03-1140-D-C-2502
B118.03-1140-D-C-2398	B118.03-1140-D-C-2503
B118.03-1140-D-C-2399	B118.03-1140-D-C-2504
B118.03-1140-D-C-2400	B118.03-1140-D-C-2505
B118.03-1140-D-C-2401	B118.03-1140-D-C-2506
B118.03-1140-D-C-2402	B118.03-1140-D-C-2507
B118.03-1140-D-C-2403	B118.03-1140-D-C-2508
B118.03-1140-D-C-2404	B118.03-1140-D-C-2509
B118.03-1140-D-C-2405	B118.03-1140-D-C-2510
B118.03-1140-D-C-2406	B118.03-1140-D-C-2511
B118.03-1140-D-C-2407	B118.03-1140-D-C-2512
B118.03-1140-D-C-2408	B118.03-1140-D-C-2513
B118.03-1140-D-C-2409	B118.03-1140-D-C-2514
B118.03-1140-D-C-2410	B118.03-1140-D-C-2515
B118.03-1140-D-C-2411	B118.03-1140-D-C-2516
B118.03-1140-D-C-2412	B118.03-1140-D-C-2517
B118.03-1140-D-C-2413	B118.03-1140-D-C-2518
B118.03-1140-D-C-2414	B118.03-1140-D-C-2519
B118.03-1140-D-C-2415	B118.03-1140-D-C-2520
B118.03-1140-D-C-2416	B118.03-1140-D-C-2521
B118.03-1140-D-C-2417	
B118.03-1140-D-C-2418	
B118.03-1140-D-C-2419	

 MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S. A. 	
Título: Relação de Documentos - 3º TRECHO - ANEXO 1	
Projeto: Mineroduto do Sistema Minas-Rio	Data: 27/07/2007
	Rev: 00
ANEXO 8	
Lista de documentos das Obras Especiais (incluindo as suprimidas)	
ANEXO 9	
OBRAS ESPECIAIS	
FUROS DIRECIONAIS	
Identificador	
B118.03-1140-D-C-5015	B118.03-1140-D-C-5018
B118.03-1140-D-C-5016	B118.03-1140-D-C-5019
B118.03-1140-D-C-5017	B118.03-1140-D-C-5020
CRUZAMENTOS	
Identificador	
B118.03-1140-D-C-5137	B118.03-1140-D-C-5147
B118.03-1140-D-C-5138	B118.03-1140-D-C-5148
B118.03-1140-D-C-5139	B118.03-1140-D-C-5149
B118.03-1140-D-C-5140	B118.03-1140-D-C-5150
B118.03-1140-D-C-5141	B118.03-1140-D-C-5151
B118.03-1140-D-C-5142	B118.03-1140-D-C-5152
B118.03-1140-D-C-5143	B118.03-1140-D-C-5153
B118.03-1140-D-C-5144	B118.03-1140-D-C-5154
B118.03-1140-D-C-5145	B118.03-1140-D-C-5155
B118.03-1140-D-C-5146	B118.03-1140-D-C-5156
PASSAGENS AÉREAS	
Identificador	
B118.03-1140-D-C-5427	
B118.03-1140-D-C-5428	
PETROBRAS	
Identificador	
B118.03-1140-D-C-5301	

ANEXO 3 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA A REALIZAÇÃO DE TESTES HIDROSTÁTICOS

ANEXO 4 - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA