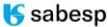
	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 1/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER	Revisão: 01	Data: 08/12/2025
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

Sumário

1. OBJETIVO	2
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	2
3. DEFINIÇÕES.....	2
4. REQUISITOS	2
4.1. SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL.....	2
4.2. PLANEJAMENTO.....	5
4.3. MEIO AMBIENTE	5
4.4. COMUNICAÇÃO E RESPONSABILIDADE SOCIAL.....	7
4.5. SINALIZAÇÃO VIÁRIA	8
4.6. EQUIPAMENTOS.....	10
5. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	10
5.1. LOCAÇÃO DE OBRA E ACOMPANHAMENTO TOPOGRÁFICO.....	10
5.2. ESCAVAÇÃO DO TÚNEL.....	11
5.3. MONTAGEM DO ARMICO	11
5.4. EXECUÇÃO DO BERÇO DE CONCRETO.....	12
5.5. INSERÇÃO DOS TUBOS.....	12
5.6. PREENCHIMENTO DOS VÃOS.....	13
5.7. LIBERAÇÃO DO TÚNEL	13
6. PRESERVAÇÃO DO SERVIÇO CONCLUÍDO.....	14
7. INSPEÇÕES.....	14
8. CONTROLE DE REGISTROS	16
9. APROVAÇÃO.....	16

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 2/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

1. OBJETIVO

Estabelecer o procedimento técnico e operacional para execução de Tunnel Liner em sistemas de coleta de esgoto sanitário, conforme normas SABESP e requisitos legais vigentes, assegurando qualidade, segurança e proteção ambiental.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- PBQP-H – Programa brasileiro da qualidade e produtividade do habitat
- ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade
- ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental
- ISSO 45001 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional
- NR-6 – Equipamentos de Proteção Individual
- NR-9 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos
- NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção
- NR-21 – Trabalhos a Céu Aberto
- NR-33 – Trabalhos em Espaços Confinados
- NR-26 – Sinalização de Segurança
- NR-35 – Trabalho em Altura
- CONAMA 307/2002 – Diretrizes para Licenciamento Ambiental
- ABNT NBR 9061 – Segurança em Escavações a Céu Aberto
- ABNT NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico
- ABNT NBR 17004 – Método não destrutivo (MND)
- ABNT NBR 17167 – Intervenções próximas
- NTS 0370 (Sabesp) – Sinalização de Segurança de Obras e Serviços

3. DEFINIÇÕES

Tunnel Liner: Método construtivo por escavação manual ou mecanizada em seção reduzida, com colocação simultânea de revestimento metálico (liner plates), para instalação de tubulação de coleta.

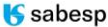
Armico: Chapas curvas em aço aparafusadas, formando o túnel autoportante.

Poço de Serviço: Cava executada para acesso ao túnel, movimentação de materiais e ventilação.

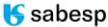
4. REQUISITOS

4.1. Saúde e Segurança Ocupacional

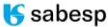
- 5 Regras de Ouro da Sabesp:
 - Regra 1: Só execute a atividade se estiver seguro
 - Realizar planejamento detalhado da atividade, incluindo cronograma, recursos e sequência de execução, aprovado por responsável técnico.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 3/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

- Elaborar Análise Preliminar de Risco (APR) antes de iniciar o trabalho, identificando perigos (ex.: desmoronamento, gases, eletricidade) e medidas de controle.
- Levantar perigos específicos em eletricidade (ex.: redes aéreas ou subterrâneas próximas), consultando concessionárias e utilizando detectores, se necessário.
- Emitir Permissão de Trabalho (PT) para atividades de risco (ex.: desmonte a fogo), assinada por supervisor e técnico de segurança.
- Regra 2: Execute a atividade com atenção e utilizando os equipamentos de proteção necessários
 - Garantir que todos os equipamentos da atividade (ex.: retroescavadeira, medidor de gases, escoramento) estejam disponíveis, funcionando e completos, com manutenção registrada.
 - Exigir que todos os colaboradores utilizem EPIs em bom estado (ex.: capacete, botas, cinto de segurança), inspecionados antes do uso.
 - Separar equipamentos de sinalização (placas, fitas zebreadas) e isolamento (gradis, cones) para uso imediato.
- Regra 3: Só execute atividades de risco se estiver apto, autorizado e treinado
 - Verificar aptidão médica dos colaboradores para atividades de risco (ex.: trabalho em altura, espaços confinados) por meio de exames do PCMSO.
 - Garantir que colaboradores possuam autorização formal (ex.: carteira de trabalho anotada, ordem de serviço) para realizar atividades específicas.
 - Assegurar treinamento específico para atividades como escavação, operação de máquinas ou desmonte, com certificados registrados.
- Regra 4: Utilize seu direito de recusa quando constatar situação de trabalho que ofereça risco grave e iminente
 - Preencher nova APR no local caso a situação real difira do planejamento (ex.: solo instável, interferências não mapeadas), suspendendo a atividade até reavaliação.
 - Exercer o direito de recusa em condições adversas durante o trabalho (ex.: chuva forte, falha de escoramento), comunicando imediatamente à liderança.
 - Formalizar riscos graves e iminentes (ex.: gás detectado, talude instável) em relatório ou checklist, entregando à liderança para reavaliação do serviço.
- Regra 5: Comunique e interrompa atividades e comportamentos inseguros
 - Interromper imediatamente atividades com risco grave e iminente (ex.: trabalhador sem EPI, operação sem PT) e informar à liderança para correção.
 - Orientar empregados, terceiros ou visitantes sobre as regras de segurança, promovendo cuidado coletivo no canteiro.
 - Priorizar a segurança em todas as atividades, garantindo que nenhuma tarefa seja executada sem as devidas condições de segurança.
- Treinamento e Qualificação:

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 4/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

- Realizar treinamentos obrigatórios conforme NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção) e NR-35 (Trabalho em Altura) para todos os trabalhadores antes do início das atividades, com carga horária mínima de 6 horas para NR-18 e 8 horas para NR-35.
- Abordar riscos de escavação (desmoronamento, queda, gases), uso correto de EPIs, operação de equipamentos (ex.: retroescavadeira, compactadores) e procedimentos de emergência.
- Conduzir Diálogos Diários de Segurança (DDS) antes de cada turno (10-15 minutos), discutindo APR, comportamentos inseguros (Regra 5) e temas como escoramento e ergonomia, com registro de presença.
- Certificar operadores de máquinas (ex.: retroescavadeira, munck) com curso específico (NR-11), verificando aptidão médica e autorização (Regra 3).
- Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs):
 - Fornecer e fiscalizar o uso contínuo de EPIs adequados, incluindo:
 - Capacete com jugular.
 - Botas com biqueira de aço.
 - Luvas de raspa ou nitrílicas para manuseio de ferramentas e chapas metálicas.
 - Óculos de proteção contra poeira e partículas.
 - Cinto de segurança tipo paraquedista com talabarte ou trava-quedas, quando houver risco de queda na escavação.
 - Máscara com filtro PFF2 ou cartucho químico, conforme análise atmosférica.
 - Protetor auricular (plug ou concha) em atividades com ruído acima de 85 dB.
 - Inspecionar EPIs antes de cada uso, substituindo itens danificados imediatamente, com registro em ficha de controle.
 - Providenciar iluminação artificial para operações em ambientes com baixa luminosidade.
- Monitoramento de Segurança:
 - Medir gases ($O_2 \geq 19\%$, $CO \leq 25$ ppm, $H_2S \leq 10$ ppm) com medidor portátil calibrado antes do acesso a poços de visita e túneis, interrompendo a atividade se houver risco (Regras 4 e 5).
 - Instalar ventilação forçada (ex.: exaustores), mantendo fluxo de ar contínuo.
 - Designar vigia treinado para monitorar trabalhadores, com comunicação por rádio ou sinal visual, garantindo resgate imediato em emergências.
 - Verificar estabilidade escoramentos diariamente por profissional habilitado (ex.: engenheiro ou técnico de segurança), registrando em checklist.
- Sinalização de Segurança:
 - Instalar placas internas no canteiro (ex.: “Risco de Queda”, “EPIs Obrigatórios”) com cores padrão (vermelho para perigo, amarelo para atenção), conforme Regra 2.
 - Delimitar áreas de risco (ex.: borda da vala, operação de máquinas) com fitas zebradas ou correntes, a 1 m da borda.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 5/ 16	
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01	Data: 08/12/2025
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO				

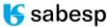
- Garantir iluminação artificial (mín. 150 lux) em atividades noturnas ou em valas profundas, utilizando refletores portáteis.
- Gerenciamento de Riscos:
 - Elaborar Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) específico para a obra, identificando riscos físicos (ruído, vibração), químicos (poeira, gases) e ergonômicos (posturas inadequadas), com medidas preventivas.
 - Emitir Permissão de Trabalho (PT) para espaços confinados (poços de visita, tunnel liner), assinada diariamente.
 - Manter plano de emergência com rotas de fuga, pontos de encontro e procedimentos para evacuação, divulgado a todos os trabalhadores.
 - Manter plano de emergência com rotas de fuga, pontos de encontro e kit de resgate (corda, maca, tripé) para poços de visita, com equipe treinada.
- Preservação da Saúde:
 - Implementar Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), com exames admissionais, periódicos e demissionais, verificando aptidão para atividades de risco.
 - Garantir acesso a água potável e área de descanso protegida contra intempéries.
 - Proibir atividades de escavação de valas sob condições climáticas adversas (ex.: chuva forte, ventos > 40 km/h), com avaliação do responsável técnico e interrupção imediata (Regras 4 e 5).

4.2. Planejamento

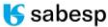
- Consulta prévia às concessionárias para mapeamento de redes subterrâneas.
- Aprovação do projeto executivo pela Sabesp e obtenção de licenças ambientais (CONAMA 307/2002) e Termo para Ocupação de Via (TPOV) emitido pela prefeitura local.
- Exigir licença ambiental para coletores tronco com diâmetro superior a 1.000 mm e estações elevatórias com vazão superior a 50 L/s.
- Elaboração de APR (Análise Preliminar de Risco) identificando interferências (redes elétricas, gás, etc.) e condições geotécnicas.
- Elaborar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC), cadastrado no SIGOR – CETESB e aprovado pela prefeitura, para descarte de solo excedente.

4.3. Meio Ambiente

- Área de Vivência: Montar barraca equipada com:
 - Água potável (dispenser ou galões com torneira).
 - Sanitários químicos (mín. 1 para cada 20 trabalhadores).
 - Estação de lavagem de mãos com lavatório, água, sabonete líquido, álcool gel 70% e recipiente para descarte da água usada.
 - Local de descanso com mesa e cadeiras suficientes para todos os colaboradores.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 6/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

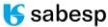
- Pelo menos 2 lixeiras, uma para resíduos recicláveis (papel, plástico, metal, vidro) e outra para não recicláveis (orgânicos, rejeitos) identificadas.
- Caixa de primeiros socorros com itens básicos (ataduras, antissépticos, luvas descartáveis).
- Gerenciamento de Resíduos:
 - Segregar resíduos na fonte por tipo (reciclável, orgânico, perigoso) e classe (I, II-A, II-B), conforme PGRCC da obra.
 - Acondicionar resíduos em baias ou caçambas identificadas (ex.: placas com “Reciclável”, “Não Reciclável”, “Perigoso”), conforme PGR.
 - Descartar resíduos em locais licenciados, com transporte por empresa certificada, registrando no PGRCC (CONAMA 307/2002).
- Organização do Canteiro:
 - Manter o local limpo e organizado, com varrição diária e remoção de entulhos para áreas de bota-fora designadas.
 - Encaminhar excedente de terra do fechamento de valas à área de bota-espera do canteiro, evitando armazenamento nas frentes de serviço.
 - Transportar material em caminhões basculantes cobertos com lona (ida e volta), minimizando dispersão de poeira e resíduos.
- Controle de Erosão e Sedimentos:
 - Utilizar lonas ou barreiras de contenção (ex.: telas de silt, sacos de areia) em áreas inclinadas para prevenir erosão e assoreamento.
 - Proibir lançamento de resíduos sólidos ou líquidos em corpos d’água, conforme CONAMA 307/2002.
- Gestão de Materiais e Produtos Químicos:
 - Armazenar produtos químicos (ex.: óleos, tintas, solventes) em bacia de contenção impermeável, com capacidade 110% do volume armazenado, evitando vazamentos.
 - Armazenar agregados (areia, brita) em big bags ou sobre lona, se usados no mesmo dia, para evitar dispersão.
 - Preparar concreto ou cimento em masseira impermeável, coletando sobras para descarte conforme PGR.
- Proteção Ambiental:
 - Isolar indivíduos arbóreos com cercas de madeira ou tela (raio mínimo de 1 m do tronco), evitando danos às raízes ou troncos durante a obra.
 - Monitorar áreas verdes próximas, protegendo-as com barreiras físicas contra poeira ou entulho (CONAMA 307/2002).
- Treinamento:
 - Legislação ambiental aplicada a obra
 - Kit Mitigação
 - Prevenção a Incêndios Florestais
 - Prevenção e Controle de Poluição e Contaminação do Meio Ambiente

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 7/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

- Cuidados com a Flora e Fauna e Patrimônio Histórico
- Separação, acondicionamento e destinação de resíduos sólidos
- Prevenção e controle de erosão e assoreamento (se aplicável)
- PAE – Programa de Emergência Ambiental
- Controle Operacional de Instalações Provisórias
- Desmobilização do canteiro de obras

4.4. Comunicação e Responsabilidade Social

- Comunicação Prévia com a Comunidade:
 - Informar moradores, comerciantes e associações locais sobre o início da obra com antecedência mínima de 7 dias, utilizando panfletos, cartazes ou reuniões presenciais.
 - Detalhar cronograma, duração, impactos (ex.: interrupções de água, trânsito, ruído) e medidas de mitigação, com linguagem clara e acessível.
 - Fixar placas informativas no canteiro (ex.: “Obra de Saneamento – Sabesp”, com datas e contatos), visíveis a 2 m da borda da vala.
- Canais de Atendimento:
 - Disponibilizar canal de comunicação (telefone, e-mail ou WhatsApp) para dúvidas, reclamações ou emergências, atendido por responsável da obra, com resposta em até 24 horas.
 - Manter livro de registro de interações com a comunidade no canteiro, documentando demandas e soluções.
- Mitigação de Impactos Sociais:
 - Controlar poeira com umectação do solo (aspergimento de água) em dias secos, especialmente em áreas residenciais, evitando acúmulo de lama.
 - Reduzir ruído em horários sensíveis (antes das 7h e após as 22h), limitando uso de equipamentos ruidosos (ex.: rompedores) conforme legislação municipal.
 - Garantir acesso seguro a residências e comércios com passarelas temporárias (mín. 1 m de largura, com corrimão) sobre valas.
 - Coordenar desvios de tráfego com autoridades locais, mantendo sinalização clara e informando a comunidade com antecedência.
- Engajamento Social:
 - Realizar reuniões periódicas (ex.: quinzenais) com lideranças comunitárias para atualização do andamento da obra e coleta de feedback, registradas em ata.
 - Promover ações educativas, como palestras sobre uso racional de água ou saneamento, em escolas ou associações locais, quando viável.
- Monitoramento e Transparência:
 - Monitorar reclamações e impactos sociais, reportando à fiscalização da Sabesp em relatórios mensais, com plano de ação para resolução de conflitos.
 - Divulgar benefícios da obra (ex.: melhoria no abastecimento, redução de perdas) em materiais informativos, reforçando o impacto positivo do saneamento.

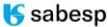
	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 8/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

4.5. Sinalização Viária

- Sinalização Viária para Tráfego:
 - Instalar placas de advertência em vias públicas (ex.: “Cuidado: Obras”, “Desvio à Direita”) a cada 50 m e a 2 m da borda da vala, com dimensões mínimas de 60x80 cm, em material retrorrefletivo tipo IV (alta visibilidade).
 - Utilizar barreiras móveis (ex.: cones de 75 cm de altura, gradis metálicos de 1,2 m) com faixas retrorrefletivas brancas e vermelhas, posicionadas para direcionar o tráfego ao redor da obra, mantendo distância mínima de 1 m da borda da vala.
 - Empregar faixas temporárias de sinalização horizontal (ex.: setas, linhas tracejadas) com tinta acrílica amarela ou branca, aplicadas em desvios ou estreitamentos, conforme padrão municipal ou NTS 0370.
 - Garantir visibilidade das placas em interseções, com altura mínima de 2 m do solo, e incluir pictogramas (ex.: símbolo de obra, desvio) para maior clareza.
 - Em áreas de alto fluxo, instalar sinalização prévia a 100 m do início da obra (ex.: “Obras a 100 m”) para alertar motoristas com antecedência.
- Sinalização para Pedestres:
 - Caso aplicável, fornecer passarelas temporárias sobre valas (mín. 1 m de largura, com corrimão de 1,1 m de altura) para acesso seguro a residências, comércios ou calçadas, construídas em madeira ou metal com superfície antiderrapante.
 - Instalar placas de orientação para pedestres (ex.: “Acesso à Residência”, “Siga à Esquerda”), com dimensões mínimas de 40x60 cm, posicionadas a 1,5 m do solo, em locais de travessia ou desvio.
 - Delimitar caminhos de pedestres com barreiras leves (ex.: fitas zebradas, cones) a 1m da borda da vala, garantindo separação do tráfego de veículos.
 - Garantir acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida, mantendo rampas temporárias (inclinação máx. 8,33%) em passarelas.
- Sinalização Noturna (caso aplicável):
 - Utilizar luzes piscantes amarelas (mín. 50 candelas) ou refletores retrorrefletivos em todas as placas, barreiras e cones, garantindo visibilidade em condições de baixa luz.
 - Instalar iluminação artificial (mín. 150 lux) em áreas de trabalho noturno, com refletores portáteis posicionados a cada 10 m ao longo da vala, evitando ofuscamento de motoristas.
 - Fixar fitas retrorrefletivas (brancas ou vermelhas) nas bordas de valas abertas ou equipamentos expostos (ex.: retroescavadeira), com largura mínima de 5 cm.
 - Cobrir valas temporariamente com chapas metálicas ou de madeira resistente durante pausas noturnas, sinalizadas com cones e luzes piscantes.
- Sinalização interna do trecho:
 - Instalar placas de advertência no canteiro (ex.: “Risco de Queda”, “Uso Obrigatório de EPIs”, “Proibido Fumar”) em locais visíveis, com dimensões mínimas de 30x40 cm, usando cores padrão (vermelho para perigo, amarelo para atenção) e pictogramas.

		INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO			Folha nº 9/ 16	
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER				Revisão: 01	Data: 08/12/2025
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO						

- Delimitar áreas de risco (ex.: borda da vala, operação de máquinas) com fitas zebradas ou correntes a 1m da borda, reforçando a segurança dos trabalhadores.
- Identificar saídas de emergência e pontos de encontro com placas fluorescentes (ex.: “Saída”, “Ponto de Encontro”), posicionadas a 2 m do solo, visíveis a 10 m de distância.
- **Manutenção e Inspeção da Sinalização:**
 - Realizar inspeções diárias da sinalização viária e interna por responsável designado (ex.: técnico de segurança), verificando posicionamento, visibilidade, integridade e limpeza.
 - Repor imediatamente elementos danificados (ex.: placas quebradas, cones derrubados) ou desbotados, mantendo estoque de reserva no canteiro.
 - Remover poeira, lama ou detritos das placas e refletores com água e pano, especialmente após chuvas, para garantir legibilidade.
 - Ajustar a sinalização em caso de mudanças no layout da obra (ex.: novo trecho de vala), atualizando o plano de sinalização e informando a equipe.
- **Coordenação com Autoridades de Trânsito:**
 - Comunicar o início da obra e os planos de desvio ao órgão municipal de trânsito (ex.: CET, DSV) com antecedência mínima de 7 dias, submetendo croquis de sinalização e cronograma.
 - Coordenar desvios de tráfego com autoridades, instalando sinalização temporária (ex.: “Desvio à Direita 50 m”) e garantindo fluidez em vias de alto fluxo.
 - Informar a comunidade sobre alterações no tráfego (ex.: bloqueios, estreitamentos) por meio de panfletos, cartazes ou reuniões, em conjunto com o item 4.7 (Comunicação e Responsabilidade Social), com antecedência mínima de 48 horas.
 - Manter contato contínuo com o órgão de trânsito durante a obra, reportando incidentes (ex.: acidentes, congestionamentos) e ajustando a sinalização conforme orientações.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 10/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

4.6. Equipamentos

Segurança Ocupacional:

- Medidor de gás portátil
- Lanternas de cabeça ou iluminação artificial fixa
- Ventiladores para ventilação forçada em espaços confinados

Locação de obra:

- Nível óptico ou estação total para topografia.
- Pontaletes, sarrafos e piquetes
- Pregos

- Tinta colorida
- Trincha
- Mangueira de nível, nível bolha
- Pá, enxada
- Trena metálica
- Martelo e marreta

Escavação manual e mecânica:

- Caminhão basculante
- Compressor e/ou rompedores
- Marteleiros
- Picaretas
- Perfuratriz
- Carrinhos ou esteiras

Escoramento:

- Armicos
- Chaves de torque

Preparação das massas:

- Misturador mecânico
- Bombas de baixa pressão
- Medidores de fluxo
- Mangotes flexíveis com braçadeiras
- Régua vibratória ou manual
- Manta geotêxtil ou composto químico

Preparação das massas:

- Tubos de concreto
- Guincho com corda

5. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

5.1. Locação de Obra e Acompanhamento Topográfico

5.1.1. Locação

Checar os pontos de segurança (P. S.) e a referência de nível (R. N.) do projeto, verificando se conferem com os pontos marcados no campo, utilizando estação total a partir das amarrações cedidas pelo projeto.

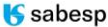
Demarcar o eixo do tunnel liner e os pontos de partida dos poços de serviço com:

- Estacas de madeira (piquetes) espaçadas a cada 5 m;
- Pregos em superfícies duras;
- Pintura no pavimento (quando aplicável, ex.: tinta spray amarela ou branca).

As demarcações devem seguir o traçado do projeto, com estacas topográficas fracionadas ou inteiras, ajustando o alinhamento com tolerância de ± 10 mm.

5.1.2. Nivelamento

Após a locação do trecho, conferir as cotas de implantação do projeto com a situação do campo, utilizando nível óptico para verificar a declividade mínima conforme projeto.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 11/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

Identificar os elementos a serem executados (eixos e bordos) com copinhos em postes, muros ou piquetes, registrando as cotas nos piquetes com marcador indelével.
Ajustar o nivelamento com tolerância de ± 1 cm, registrando os pontos em planilha topográfica para controle diário.

5.2. Escavação do túnel

5.2.1. Escavação em solo de qualquer categoria, exceto rocha

Executar a escavação do túnel utilizando equipamentos específicos para o método tunnel liner, conforme dimensões e traçado do projeto.

Armazenar o material escavado no emboque da obra, a pelo menos 1 m da borda, separando-o por tipo para reutilização ou descarte; material inadequado deve ser removido para área de bota-fora licenciada, conforme regulamentações ambientais (CONAMA 307/2002).

Em caso de interferências (drenagens, ramais prediais, redes de água, telefone, etc.), adotar cuidados para evitar danos, utilizando técnicas de escavação controlada ou remanejamento, se necessário.

5.2.2. Escavação manual

Proceder com ferramentas manuais (pás, picaretas ou túneis manuais) em solos arenosos ou próximos a interferências (distância mínima de 0,3 m), conforme tipo de solo identificado.

Lançar o material escavado por meio de sistemas de transporte (ex.: carrinhos ou esteiras) até o emboque, evitando acúmulo no interior do túnel, com supervisão contínua para garantir segurança.

5.2.3. Escavação mecânica

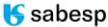
Utilizar marteleiros, rompedores pneumáticos ou equipamentos mecânicos similares, respeitando os pré-requisitos de segurança, como isolamento da área no emboque e uso de EPIs.

Transportar o material escavado diretamente do túnel para veículos transportadores no emboque, mantendo o diâmetro do túnel conforme projeto.

5.3. Montagem do armico

5.3.1. Preparação

Verificar as dimensões e especificações do armico de aço galvanizado conforme projeto, garantindo que estejam livres de defeitos. Transportar os segmentos do armico até o emboque da obra, organizando-os em sequência de montagem para facilitar o acesso e reduzir o tempo de instalação.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 12/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER	Revisão: 01	Data: 08/12/2025
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

5.3.2. Montagem

Executar a montagem do armico de aço galvanizado por meio do método de aparafusamento, iniciando a partir do ponto de partida do tunnel liner, conforme locação do projeto.

Fixar os segmentos do armico com parafusos de alta resistência, utilizando ferramentas adequadas (ex.: chaves de torque) para garantir a estanqueidade e a rigidez da estrutura, que atua como revestimento e escoramento permanente do túnel.

Verificar o alinhamento de cada segmento do armico com nível de bolha ou laser, ajustando com tolerância de ± 5 mm, para manter a continuidade do túnel e a declividade conforme projeto.

Garantir que as juntas entre os segmentos do armico sejam seladas com material vedante (ex.: selante elastomérico), quando especificado, para evitar infiltrações.

5.4. Execução do Berço de Concreto

5.4.1. Preparação

Preparar o fundo do túnel para receber o berço de concreto, garantindo que a superfície esteja nivelada e livre de detritos, utilizando ferramentas manuais ou mecânicas, conforme necessário.

Verificar a inclinação do projeto com nível óptico, ajustando a base com tolerância de ± 1 cm para garantir o alinhamento correto.

5.4.2. Execução

Lançar concreto conforme especificado no projeto, com espessura mínima de 15 cm, para formar o berço na base do armico, garantindo suporte uniforme.

Nivelar o concreto com régua vibratória ou manual, assegurando a inclinação conforme projeto, verificada com nível de bolha ou óptico.

Proteger o berço de concreto durante a cura inicial por no mínimo 24 horas, utilizando manta geotêxtil úmida ou composto químico, evitando exposição a intempéries.

5.5. Inserção dos Tubos

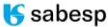
5.5.1. Preparação

Verificar as dimensões e condições dos tubos conforme projeto, garantindo que estejam livres de defeitos e compatíveis com o diâmetro interno do armico.

Posicionar os tubos no emboque da obra, alinhando-os para facilitar a inserção.

5.5.2. Inserção

Utilizar um guincho fixado no desemboque do túnel, com corda fixada ao tubo, para arrastar o tubo pelo interior do armico até o desemboque, conforme traçado do projeto. Garantir que a inserção seja feita com cuidado para evitar danos ao berço ou aos tubos.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 13/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

5.6. Preenchimento dos vãos

5.6.1. Preparação da mistura

Preparar solo-cimento ou argamassa com proporção especificada no projeto, utilizando misturador mecânico para garantir homogeneidade.

Verificar a consistência da mistura com ensaio de slump (cone de Abrams), mantendo valores conforme norma técnica (ex.: ABNT NBR 7224).

5.6.2. Injeção de Solo-Cimento ou Argamassa

5.6.2.1. Reforço sob rodovias

Em trechos abaixo de rodovias, preencher os espaços entre o armico e as paredes do túnel por meio de injeção da mistura, utilizando bombas de baixa pressão para evitar danos à estrutura.

Iniciar a injeção a partir do fundo do túnel, avançando em direção ao emboque, garantindo preenchimento uniforme e sem bolhas de ar, para reforçar a estrutura e prevenir recalques.

Monitorar o volume injetado com medidores de fluxo.

Aguardar a cura inicial da mistura por no mínimo 24 horas antes de prosseguir com a próxima etapa.

5.6.2.2. Reforço para estabilização de tubulação

Preencher o vão entre os tubos e o armico com solo-cimento ou argamassa, utilizando bombas de baixa pressão para garantir preenchimento uniforme e evitar flutuação da tubulação.

Iniciar o preenchimento a partir do fundo do túnel, avançando em direção ao emboque, assegurando que não haja bolhas de ar ou vazios.

Monitorar o volume injetado com medidores de fluxo, registrando os dados em planilha para controle de qualidade.

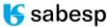
Aguardar a cura inicial da mistura por no mínimo 24 horas antes de prosseguir com testes ou inspeções, protegendo a área contra intempéries.

5.7. Liberação do túnel

5.7.1. Cura das estruturas

Garantir a cura completa do berço de concreto e das misturas de solo-cimento ou argamassa por um período mínimo de 7 dias, ou conforme especificado no projeto, utilizando métodos de proteção como controle de umidade ou aplicação de compostos de cura química, para atingir a resistência mínima de projeto (ex.: 20 MPa para concreto e solo-cimento/argamassa).

Monitorar as condições ambientais (temperatura e umidade) durante a cura, evitando exposição a chuvas ou variações térmicas extremas.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 14/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

5.7.2. Inspeção e testes

Realizar inspeção visual e, se especificado, testes de estanqueidade e resistência estrutural do tunnel liner, verificando a ausência de fissuras, infiltrações ou desalinhamentos no armico e na tubulação.

Utilizar equipamentos de inspeção (ex.: câmeras de vídeo ou laser) para verificar a integridade interna do túnel, registrando os resultados em relatório técnico.

5.7.3. Liberação para uso

Liberar o túnel para uso após a conclusão da cura do berço de concreto e das misturas de solo-cimento/argamassa, com aprovação dos testes de qualidade e validação da fiscalização da Sabesp ou órgão responsável.

Remover toda a sinalização de obra e resíduos do emboque, restaurando a área ao estado original, conforme regulamentações ambientais.

6. PRESERVAÇÃO DO SERVIÇO CONCLUÍDO

Durante pausas (de um dia para o outro):

- Cobrir os emboques do túnel com chapas metálicas ou de madeira resistente para evitar quedas e acesso não autorizado.
- Instalar barreiras rígidas (gradis) em vias públicas com sinalização refletiva.

Após conclusão:

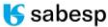
- Manter sinalização até a liberação pela Sabesp.
- Remover resíduos e restaurar a área ao estado original.

7. INSPEÇÕES

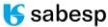
O serviço deve ser inspecionado seguindo os critérios determinados em projeto, caderno técnico, normas brasileiras e neste procedimento. A evidência de conformidade ou não conformidade com os critérios de aceitação deve ser registrada no Caderno de Operações (CDO).

Critério de Inspeção: Por trecho de vala (máximo 120 m ou conforme projeto).

Item	Método de verificação	Critério de aceitação
Uso de EPIs e Regras de Ouro	Inspeção visual no início do turno: verificar uso de EPIs (capacete, botas, luvas, cinto para PV) e registros de APR/PT/DDS no trecho.	100% dos trabalhadores com EPIs em bom estado; APR e PT assinados; DDS realizado.
Sinalização de Segurança	Inspeção visual: checar placas (ex.: "Risco de Queda"), fitas zebradas/correntes a 1 m da borda e iluminação noturna (mín. 150 lux).	Placas visíveis, sem danos; barreiras a 1 m da borda; iluminação funcional.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha nº 15/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER	Revisão: 01	Data: 08/12/2025
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

Monitoramento de Riscos	Verificar com medidor portátil ($O_2 \geq 19\%$, $CO \leq 25$ ppm, $H_2S \leq 10$ ppm) no interior do tunel; checar condições climáticas (sem chuva forte, ventos < 40 km/h).	Gás dentro dos limites; atividades suspensas em condições adversas.
Gestão de Resíduos	Inspeção visual: verificar segregação de resíduos (reciclável, não reciclável, perigoso) em lixeiras/caçambas identificadas; checar limpeza do trecho.	Resíduos segregados; lixeiras identificadas; trecho limpo, sem entulho (CONAMA 307/2002).
Controle de Erosão e Vetores	Inspeção visual: checar barreiras de contenção (lonas, sacos de areia) em áreas inclinadas e lavagem de locais com acúmulo de água parada com cloro/água.	Barreiras instaladas; locais limpos, sem água parada.
Proteção de Áreas Verdes	Inspeção visual: verificar cercas/telas (raio mín. 1 m) ao redor de árvores e ausência de entulho em áreas verdes.	Árvores isoladas; áreas verdes sem resíduos (CONAMA 307/2002).
Locação do Eixo do Túnel	Verificar o alinhamento do eixo com trena e nível óptico, comparando com piquetes e projeto.	Desvio máximo de 10 mm em relação ao traçado.
Dimensões da Escavação	Medir diâmetro interno do túnel com trena metálica em 3 pontos por trecho.	Desvio máximo de 20 mm em relação ao projeto.
Montagem do Armico	Inspeção visual e com nível de bolha/laser: verificar alinhamento, fixação dos segmentos do armico e selagem das juntas.	Desvio máximo de 5 mm em 10 m; parafusos fixados sem folgas; juntas seladas sem vazios.
Berço de Concreto	Medir espessura (mín. 15 cm) com régua e verificar inclinação com nível óptico; checar resistência com corpos de prova (7 dias).	Espessura ≥ 15 cm; inclinação $\geq$; $f_{ck} \geq 20$ MPa.
Alinhamento da Tubulação	Verificar declividade e alinhamento com nível óptico ao longo do trecho.	Desvio máximo de 5 mm em 10 m.
Injeção de Solo-Cimento/Argamassa	Verificar volume injetado com medidores de fluxo e realizar inspeção visual para ausência de vazios; checar consistência com ensaio de slump (ABNT NBR 7224).	Volume conforme projeto; ausência de bolhas de ar ou vazios; slump dentro das especificações.
Limpeza do Trecho	Inspeção visual após conclusão do trecho.	Ausência de resíduos, entulho ou equipamentos.

	INFRAESTRUTURA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	 00952-24A MANDI 7A1 DGSP SPE	Folha nº 16/ 16
Nº do Contrato: CT CSM 00.952/24	Código do Documento: PES.03 – TUNNEL LINER		Revisão: 01
Assunto: PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO			

8. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Local do Arquivo	Tipo do Arquivo e Proteção	Tempo de Retenção	Descarte
Caderno de Operações (CDO).	Físico / Engenharia	Documentos Físico / Arquivo Engenharia	Até o final do contrato	Descarte seguro.

9. APROVAÇÃO

Data: 25/06/2025


Daniel Carabeli
Eng. Ambiental
CREA: 5071544424


MANDI-DGSP SPE LTDA
Rodrigo F. Nunes
Engenheiro

Revisão	Natureza da Revisão	Elaborado por	Aprovado por	Data
00	Emissão Inicial	Eng. da Qualidade	Gerente de Contrato	25/06/2025
01	Troca de método de registros de inspeção de serviços para CDO – Caderno de Operações.	Eng. da Qualidade	Gerente de Contrato	08/12/2025