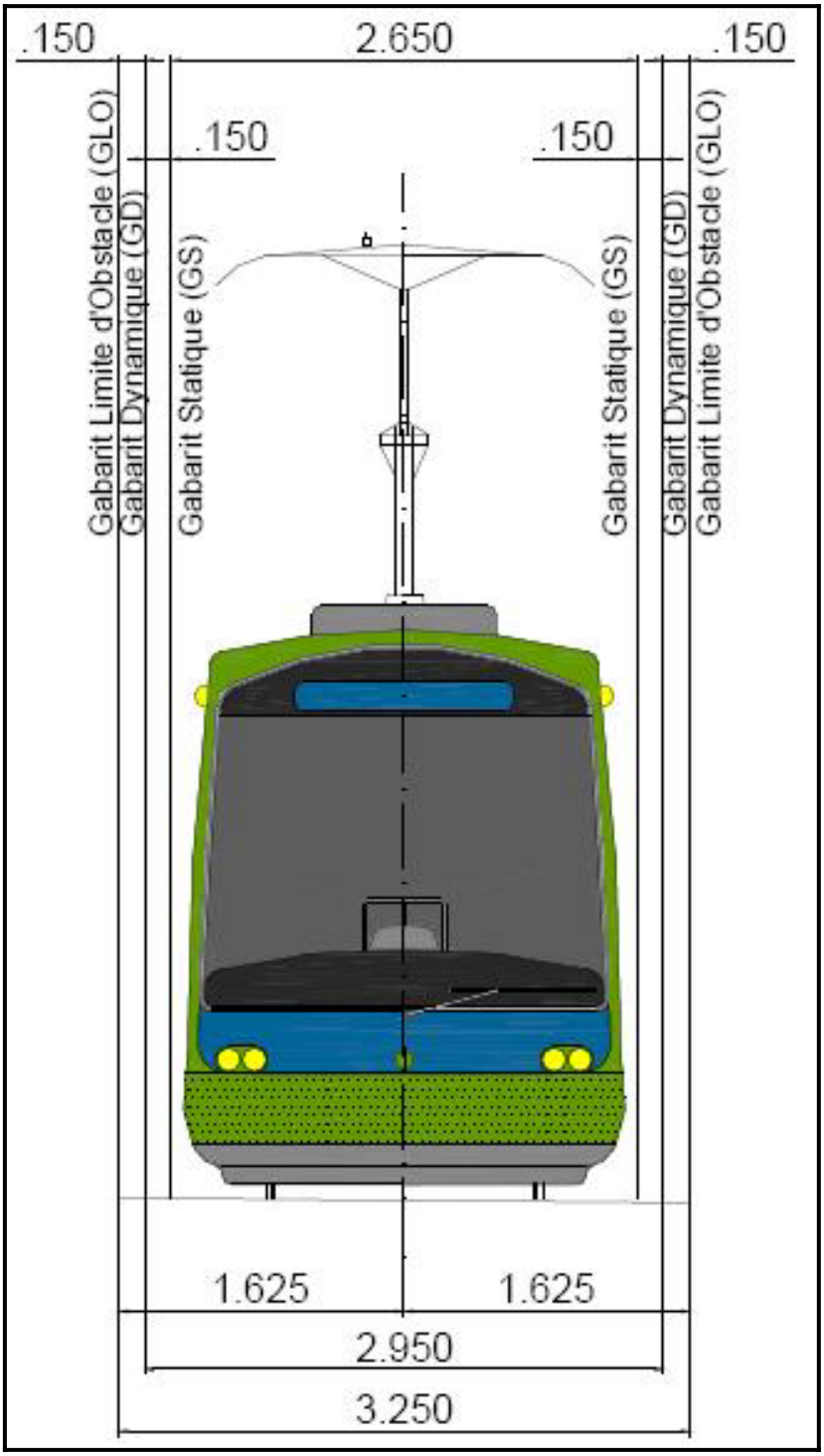
- Gabarito Dinâmico:

O gabarito dinâmico do veículo a ser utilizado deverá se inscrever no gabarito limite, conforme ilustra a Figura 3.2.3.1-1, a seguir:

Figura 3.2.3.1-1
Gabarito Dinâmico



- *Bitola e Largura do Veículo*

Os veículos deverão serão utilizados em vias com bitola de 1.435 mm. Considerando as características especificadas do transporte, a largura considerada para o veículo é de 2,65 m.

- *Rampa Máxima*

Os veículos deverão operar em rampas de ate 7%, com extensões de até 500m.

- *Raio Mínimo de Curva Horizontal*

Os veículos irão operar sem restrições em curvas horizontais de raios mínimos de 25 m na via.

- *Raio Mínimo de Concordância Vertical*

O raio mínimo de concordância vertical aceitável para curvas na via permanente deverá ser:

- Curvas em depressão (côncava): 350 m
- Curvas em elevação (convexa): 700 m

- *Outros Dados do Veículo*

- Comprimento máximo: 45,00 metros;
- Altura máxima do piso do veículo nas regiões de portas, em relação do trilho (boleto): 0,28 metros;
- Altura máxima do veículo com pantógrafos abaixados:3,60 METROS;
- Carga máxima por eixo: até 13 toneladas.

Via Férrea

O desempenho esperado da via é de assegurar a continuidade mecânica do seguimento que suporta o material rodante, respeitando as condições de segurança no que diz respeito às velocidades de operação desejadas (limitação do empeno), ao conforto satisfatório (limitação da aceleração transversal e de sua variação instantânea) e vida útil.

Entende-se por conforto, os confortos vibratórios e acústicos para o morador que habita próximo à linha. Além disso, a via deve assegurar o retorno da alimentação elétrica motora apresentando uma boa isolação em relação à terra.

A via férrea será envolta por um revestimento que, recebendo ou não a circulação de veículos, servirá também de proteção ao lastro. Essa operação é dada por trilhos fixados sobre dormentes de concreto que são inteiramente envoltos por um concreto de fixação.

Os aparelhos de mudança de via que permitem a mudança de itinerários ou as mudanças de vias para operações diversas, fazem parte do assentamento de via.

- Exigências:

- *Exigências de dimensões e conforto*

Os parâmetros de conforto são definidos a fim de limitar as acelerações e choques sentidos pelos passageiros do VLT. São eles:

- A aceleração transversal horizontal
- O Jerk (variação de aceleração transversal)
- O empeno
- A velocidade ascendente (velocidade nos locais inclinados)
- A aceleração vertical nos raios parabólicos em perfil longitudinal
- A velocidade máxima do VLT.

Os valores máximos destes parâmetros são definidos no quadro seguinte:

- Aceleração transversal máxima: 0.68 m/s2
- (insuficiência de inclinações máxima): (100 mm)
- Jerk máximo: 0.4 m/s3
- Empeno máximo: 4 mm/m
- Velocidade ascendente máxima: 50 mm/s
- Aceleração vertical máxima: 0.2 m/s2
- Velocidade máxima: 70 km/h

Os valores mínimos devem permitir a passagem confortável do VTL ao longo do traçado. As curvas de transição entre alinhamento linear e curvas serão clotoides.

- *Exigências geométricas*

(a) Em linha:

Traçado em plano:

Raio mínimo em plano em estação Alinhamento linear	300m (mínimo absoluto)
Raio mínimo em via concretada	25 m
Comprimento mínimo clo toide em via concretada	12 m 7 m (mínimo absoluto)
Comprimento mínimo de alinhamento linear entre curva e contra curva	8 m

Perfil longitudinal:

Raio parabólico mínimo em partes côncavas (via concretada)	350 m
Raio parabólico mínimo em curvas convexas (via concretada)	700 m
Inclinação máxima absoluta	9%
Inclinação máxima aconselhada	6%
Inclinação máxima em terminais	0.2%
Inclinação máxima em aparelhos de mudança de via	4%

Corte transversal:

Inclinações máximas	150 mm
Bitola dos trilhos em alinhamento linear	1.435 m
Largura da passagem de segurança entre o Gabarito Dinâmico e um obstáculo fixo contínuo	0.70 m

(b) Em estação:

Para garantir às pessoas deficientes o acesso ao VLT, o nível das plataformas de embarque e desembarque deve ser o mesmo que o piso do VLT. O espaço entre o limiar da porta e a borda da plataforma de embarque e desembarque será reduzido de alguns centímetros.

Raio mínimo em plano em estação Linear	Alinhamento Linear 300m (mínimo absoluto)
Raio parabólico mínimo em estação	3000 m
Inclinação máxima absoluta em estação	4%
Inclinação máxima aconselhada em estação	2%
Inclinação máxima das rampas em estação	5%
Comprimento de alinhamento linear mínimo no nível das plataformas de embarque e desembarque	8 m
Distância eixo VLT - borda da plataforma de embarque e desembarque	1.375 m
Altura das plataformas de embarque e desembarque	280 mm No caso do piso rebaixado
Largura lateral das plataformas de embarque e desembarque	5 m

- *Exigências dinâmicas*

Correspondem aos dados de base sobre o material rodante fixados pelo operador. Estas exigências são:
- a carga vertical por roda
- o esforço transversal transmitido pela roda ao trilho
- o coeficiente dinâmico. Esta sobrecarga dinâmica leva em consideração a incidência dos pesos suspensos (LAC) e não suspensas bem como os desgastes provindos do contato roda - trilho.

- *Exigências ligadas à energia*

A distribuição da energia de tração do material rodante é realizada pela captação através de um fio de contato (positiva) e pelos trilhos (negativo). Medidas serão tomadas com o fim de obter um bom isolamento dos trilhos em relação à terra, limitando assim a propagação das correntes de fuga.

Para diminuir a resistência elétrica do circuito de retorno da corrente de tração, os quatro trilhos serão postos em paralelo, a cada 100m, através de uma ligação por meio de cabos. Em seguida, os trilhos são conectados no nível de cada subestação.

- *Exigências concernentes ao rangido e vibrações*

- Rangido

O rangido causado pelo contato entre roda-trilho, ocorre em curvas de pequeno raio. Este barulho de alta freqüência causa incômodo aos moradores. Medidas necessárias deverão ser tomadas com o objetivo de diminuir este barulho (tratamento anti-ruído para curvas de raio inferiores à 80m).

- *Vibrações*

As vibrações possuem sua origem na excitação dinâmica da roda sobre o trilho. A transmissão das solicitações propaga-se através do solo alcançando as obras de engenharia civil e as fundações dos edifícios provocando danos aos moradores.

Um tipo de assentamento é exigido, adaptado ao ambiente, para que o nível vibratório seja aceitável na proximidade das habitações vizinhas. É exigido de não exceder 66 dBv (nível de sensibilidade sentido) de velocidade vibratória no limite das construções.
Em todos os casos, o nível vibratório à uma distância de 12m da plataforma da linha não deverá ser superior à 66 dBv.

Portanto, em função dos critérios exigidos, tanto as vibrações que possuem sua origem nas vias ferroviárias como a amortização das ondas de superfícies e de volume não devem ultrapassar o limite de sensibilidade humana de 66 dB, sendo necessário a adoção de soluções técnicas que garantam um ambiente vibratório de qualidade.

- *Exigências relativas à manutenção*

A manutenção da via e dos aparelhos de mudança de via deve ser reduzida ao mínimo. As operações de manutenção assim como a renovação dos trilhos ou a mudança de uma agulha, devem poder ser feitas sem perturbar a operação. As vias envoltas em concreto não podendo, por princípio, obter manutenção, devem possuir em sua concepção permanente, a geometria, a bitola dos trilhos bem como a estabilidade em plano e em perfil da plataforma da linha.

- *Exigências concernentes à drenagem*

A drenagem da plataforma da linha é um fator essencial de durabilidade das infra-estruturas. Dessa forma, três aspectos deverão ser tratados:

- a água estagnada ou escoamento em superfície
- a água na garganta dos trilhos
- a água que pode infiltrar-se no revestimento de superfície.

O dimensionamento dos diferentes equipamentos de drenagem (por exemplo: caixas de retenção de água, canaletas, drenos, etc.) deverá ser feito a partir de dados meteorológicos obtidos junto aos serviços de meteorologia nacional. O conjunto dos equipamentos de drenagem da plataforma da linha do sistema de transporte deverá ser compatível com os critérios de sensibilidade destas condições metereológicas.

A via férrea será equipada de caixas de retenção de água a cada 50 m, que serão destinadas à recolher a água da garganta dos trilhos. Também serão implantadas canaletas a cada 100m (grelhas com abertura mínima de 200mm e recuperação das águas dos trilhos).

Os aparelhos de mudança de via de parada serão igualmente drenados. As águas de drenagem da plataforma serão evacuadas para as redes de drenagem viária da cidade.

- <u>Escolhas Técnicas</u>:

- *Escolha do trilho e da bitola*

O tipo de trilho utilizado é o trilho de garganta 41 GP ou outro similar, sendo estes assentados sobre dormentes.

A bitola é a bitola UIC (União Internacional dos caminhos de ferro) compatível com as linhas ferroviárias clássicas de 1435mm+0/-3mm, constantes tanto em alinhamento linear como em curva. A escolha desta bitola tem por objetivo facilitar a aquisição do material rodante, visto que é um espaçamento universal.

Os trilhos são inteiramente soldados por solda alumino-térmica, tanto em alinhamento linear como em curva, com exceção dos seguintes lugares:

- Juntas de dilatação no nível das obras de arte
- Juntas isoladas que impedem a passagem da corrente elétrica entre dois trilhos consecutivos.

- *Escolha do tipo de assentamento*

A escolha do tipo de assentamento difere em função de sua implantação ao longo da linha, do nível de redução da vibração à ser obtida e às exigências ligadas às obras de arte.

Considerando a inserção do projeto, os tipos de assentamento poderão ser:

- assentamento de via férrea clássica (caso usual),
- assentamento de via férrea anti vibrátel < 10 dB,
- assentamento de via férrea sobre sub-lastro móvel (que garante uma amortização vibratória de 20 dB),
- assentamento de via férrea clássica sobre obra de arte.

Levando-se em consideração as características urbanas do traçado, não há assentamento sobre brita.
Abaixo do assentamento, o solo deve ter um módulo estático situado entre 25 e 35MPa. Se o solo não possuir essas características, a implantação de uma camada de fundação é necessária.

(a) Assentamento de via férrea clássica

A via férrea clássica é composta de dormentes bi-bloco que são envoltos por um concreto de fixação que não possui função anti-vibratória. A energia de vibração atenua-se pela massa do solo e admite-se que o nível torna-se aceitável no nível de uma habitação situada entre 10 e 12 m da fonte emissora. A distância entre o subleito e o plano de rolamento é de 70cm, sendo 29cm de concreto de fundação. Para este caso, o subleito deve ter um E=25MPa.

(b) Assentamento de via férrea sobre obra de arte

Em função das exigências próprias às obras de arte, um assentamento de via férrea clássica modificado pode ser previsto. A camada de concreto de fixação é lançada diretamente sobre a obra de arte. Uma camada de impermeabilizante bem como uma de concreto de proteção também são realizadas. O assentamento de via férrea sobre obra de arte é de no mínimo 41cm de espessura

(c) Assentamento de via férrea do Tipo anti-vibrátel (-10dBv)

Quando uma construção é localizada entre 7 e 12m de distância da plataforma da linha, diz-se que ela está situada numa zona declarada sensível. Neste caso é necessário um assentamento de via férrea anti-vibrátel -10dBv. O enfraquecimento esperado deve ser de no mínimo 10dBv.

Este assentamento ASP (Anti-vibrátel, Sylomer, Protendido) compõe-se de um material resiliente implantado entre a chapa metálica que suporta o trilho e o bloco de concreto do dormente. Ele possui dois estágios, o primeiro que não difere do assentamento clássico e o segundo que possui a função de amortecer as vibrações.

Nos lugares onde existem aparelhos de mudança de via, este tipo de assentamento não é realizado. A distância entre o subleito e o plano de rolamento é de 75cm de espessura, sendo 29cm de concreto de fundação.

(d) Assentamento de via férrea sobre sub-lastro móvel

Quando a distância entre uma construção e a plataforma da linha é inferior à 7m, diz-se que ela está situada numa zona declarada muito sensível. Neste caso é necessário realizar um enfraquecimento da vibração em 20dBv. A implantação de um sublastro móvel é obrigatória.
Este sub-lastro móvel é realizado implantando-se um tapete de poliuretano entre o subleito e o sub-lastro.
A distância entre o subleito e o plano de rolamento é de no mínimo 83cm de espessura, sendo no mínimo 10cm de subleito sob o material elástico.

- *Composição da via*

Um concreto de fixação é utilizado na realização do assentamento. Este assegura a resistência dos trilhos. Sob o concreto de fixação é implantado outro concreto denominado concreto de fundação. As classes de resistência das camadas são as seguintes:

- Para o revestimento em cruzamento de vias o concreto utilizado possui uma resistência maior que em outras seções.
- Para o lastro fora dos cruzamentos de vias o concreto de fixação utilizado é o concreto C20.
- Para a fundação o concreto utilizado é de menor resistência que o concentro de fixação.
- Este assentamento não é o mesmo empregado sobre as obras de arte.

- *Os equipamentos da via*

(a) Dormentes

O tipo de dormente em via férrea clássica e via férrea sobre sub-lastro móvel é do tipo bi-bloco e é constituído de:

- Dois blocos de concreto armado cuja espessura é otimizada
- Um elemento rígido garantindo a bitola escolhida e ligando os dois blocos de concreto.

A base, que recebe o trilho e onde são transferidos os esforços, é horizontal. O dormente é diretamente embutido no concreto de fixação.

Para as vias férreas anti-vibratórias (-10 dBv) os dormentes diferem da via férrea clássica pela interposição de um material elástico colocado entre a chapa de apoio do trilho e o bloco de concreto. A fixação do trilho é independente da fixação do material anti-vibrátel ao dormente.

Os dormentes utilizados nos locais onde existem aparelhos de mudança de via são do tipo pré-fabricados, em concreto protendido. Eles são compostos de fios aderentes com ranhuras axiais que permitem uma pré-regularização de sua fixação em oficina. Estes possuem determinados valores de tolerância que são necessários para seu bom funcionamento.

A fim de garantir a rigidez do conjunto, barras de reforços são implantadas. Tanto dormentes como barras de reforço são pré-fabricados em fábrica e montados no local do assentamento.

(b) Sistema de fixação

Os elementos de fixação do tipo "Nabla" ou outro similar serão utilizados para fixação do trilho aos blocos de concreto. Esta fixação se fará através de parafusos do tipo tirefão. Os elementos de fixação são compostos de duas peças:

- Um calço isolante de nylon
- Uma lâmina elástica

A fixação dos aparelhos de mudança de via sobre dormente de concreto (monobloco) é idêntica à seção usual (via férrea clássica), ou seja, elástica com elementos de fixação do tipo "Nabla" ou similar com calço isolante.

(c) Proteção da via

Material de preenchimento entre o trilho e o concreto de revestimento O material de preenchimento é estabelecido de maneira a adaptar-se perfeitamente ao perfil do trilho, compreendendo também as seções que comportam os elementos de fixação.
O material responde às seguintes características:

- Anti-apodrecimento
- Resistência ao bolor
- Resistência aos agentes químicos (óleos, hidrocarbonetos, gorduras, ácidos diluídos, etc.)
- Resistência em temperatura permitindo a manutenção do trilho por solda
- Baixa condutividade, assegurando a isolação elétrica do trilho
- Filtração das vibrações de freqüência entre 20 e 40 Hz
- Absorção de água < 1%
- Deslocamento transversal < 0,2%.

O material de preenchimento é uma espuma que terá uma densidade de 60 kg/m^3 para os revestimentos impermeáveis e 40 kg/m^3 para os revestimentos permeáveis.

(d) Proteção dos elementos de fixação

Coberturas plásticas serão implantadas com o objetivo de proteger os elementos de fixação do trilho. Esta proteção será posta sob o revestimento de concreto trabalhado. Sua constituição, bem como a do dormente, deve apresentar uma resistência à circulação rodoviária (automóveis e caminhões).

As características básicas do protetor são:

- Aplicação rápida e fácil
- Resistência às sobrecargas (sem fissuras)
- Flexível em baixas temperaturas
- Resistência à fissuração
- Resistência aos raios ultra violetas.

(e) Juntas feitas no lastro

O material utilizado nas juntas feitas ao longo do lastro é uma mistura fluida composta de várias resinas sem adição de solventes e cargas renforçantes. Ela se transforma num material flexível e elástico através da adição de um endurecedor especial ou um produto com base de betume. Após secagem, seu aspecto é liso e não adesivo.

(f) Juntas ao redor do trilho

O material utilizado nas juntas feitas ao redor do trilho é uma mistura fluida composta de várias resinas sem adição de solventes e cargas reforçantes. Ela se transforma num material flexível e elástico através da adição de um endurecedor especial. Após secagem, seu aspecto é liso e não adesivo, geralmente de cor preta.

(g) Os aparelhos de mudança de via

A geometria dos aparelhos de mudança de via respeita a seguinte terminologia:

- ângulo de desvio designado pela tangente
- raio da via desviada.

Um aparelho de mudança de via é o termo ferroviário de agulhagem. Distinguem-se:

- as comunicações, que são os aparelhos de mudança de via que permitem passar de uma via à outra
- as ligações, que permitem à uma via de dividir-se em duas ou de duas vias juntar-se em uma

Um determinado número de comunicações, ligações e cruzamentos serão instalados em função do esquema de operação da linha:

- ligações nos terminais e nas vias de estocagem
- comunicações para os serviços provisórios e terminais
- cruzamentos de vias para as vias entrelaçadas do túnel José Menino.

Os aparelhos de mudança de via do VLT responderão à norma francesa NF F 52.131 que define seu traçado e suas condições de implantação. Os aparelhos poderão ser operados tanto de forma manual como motorizada. Nesta operação é associado um controle de posicionamento que será integrado à sinalização ferroviária e responderá à norma francesa NF F 52.151.

Em toda a linearidade da linha do VLT serão utilizados aparelhos de mudança de via por “tangente 1/6” (AMV) com raio em via desviada igual à 50m. A velocidade máxima autorizada na via desviada será limitada à 25 km/h.

Os aparelhos de mudança de via serão construídos com o mesmo perfil de trilho da via férrea clássica, sendo este do tipo trilho de garganta (41 GP).

(h) Revestimento de plataforma

O revestimento será em concreto trabalhado. Uma atenção particular deverá ser dada ao revestimento em concreto trabalhado para assegurar a longevidade do revestimento empregado, para isso serão adicionados produtos anti-manchas.

Um cuidado especial será tomado, também, nos setores compartilhados por veículos rodoviários (cruzamentos e outras zonas). No nível dos cruzamentos, o concreto será armado. Este não

possuirá uma continuidade com o reforço da multitubular e deverá ser levado em conta a presença eventual de circuitos de detecção rodoviários. Será previsto um dispositivo metálico que deverá ser implantado entre a espuma que protege o trilho e o concreto de revestimento.

O desempenho do concreto no nível dos cruzamentos será maior que o concreto de fixação de classe C20. Fora dos cruzamentos, o desempenho será similar ao concreto de cimento de classe de resistência BC5 (C20 pela norma brasileira). Juntas serão efetuadas para evitar qualquer tipo de fissuração. O concreto não deverá degradar-se no nível dos cruzamentos

(i) Separadores

Com exceção dos cruzamentos e da zona em via compartilhada localizada na Avenida Conselheiro Nébias (trecho de 300m), o sistema de transporte será operado em via segregada. Separadores serão implantados entre a plataforma da linha e o espaço público com o fim de delimitar os espaços, separar os fluxos e evitar os conflitos no caso de circulação em paralelo (veículos, bicicletas e VLT).

O separador é implantado no limite do gabarito limite de obstáculos (GLO) sem ultrapassá-lo. Eles possuirão uma largura de 30 cm e serão em concreto ou pedra. Os separadores são considerados como “o fio condutor do conjunto da linha”. Nos cruzamentos, uma marcação ao solo (elemento que identifica o GLO) substituirá este separador. Fora dos cruzamentos, o separador deverá ser transponível pelos veículos rodoviários.

- *Disposições construtivas particulares*

(a) Tratamento preventivo anti-desgaste e anti-ruído

Tratamentos anti-desgaste e anti-ruído serão realizados por adição e modelagem de um metal ao trilho. Estes são previstos para as vias em curva cujo raio é inferior ou igual à 80m. Este metal utilizado é um eletrodo composto de manganês, crômio e molibdênio.

(b) Aparelhos de dilatação

Aparelhos de dilatação deverão ser implantados no nível das juntas de dilatação das obras de arte. Os movimentos diferenciais das obras de arte, de dilatação do tabuleiro bem como dilatação do trilho, são absorvidos por estes aparelhos de dilatação.

O aparelho de dilatação é constituído de dois trilhos deslizantes dentro de uma caixa guia que assegura a continuidade da circulação.

(c) Isolação elétrica da via e equipotencialidade

Disposições construtivas específicas em matéria de isolação elétrica da via deverão ser previstas a fim de limitar ao máximo o aparecimento e propagação das correntes de fuga. Filas de trilho serão colocadas em paralelo. O retorno negativo às subestações será realizado graças à um cabo de retorno de energia tração. Este cabo é fixado sobre cada fila de trilho.

(d) Dispositivo de parada

Dispositivos de parada serão implantados à cada extremidade da via (terminais, vias de estocagem, etc.). Este dispositivo permitirá parar uma composição em derivação.
O dispositivo de parada posiciona-se graças a um braço de alavanca acionado pela roda.

Concepção dos Serviços Previstos e Operação

- Alimentação Elétrica:

Os veículos deverão operar captando energia da rede aérea através de seu(s) pantógrafo(s) com os seguintes valores de tensão:

- Tensão nominal: 750 Vcc;
- Tensão máxima: 900 Vcc;
- Tensão mínima: 500 Vcc.

A altura normal do fio de contato da rede aérea sobre a cota superior do trilho de rolamento deverá situar-se entre 6.000mm e 6.300mm. O pantógrafo deverá, portanto, ser projetado para trabalhar, no mínimo, na faixa de altura de 3.600 a 6.500mm.

- Condições Ambientais:

Os veículos deverão circular a céu aberto e em túneis, em condições normais com qualquer condição climática existente na região da linha, de acordo com os dados conhecidos sobre clima e temperaturas na região da Baixada Santista.

Os níveis médios diários de temperatura e umidade apresentam grande variação no decorrer do ano, variando, inclusive, de ano para ano. Desta forma, para efeito dos cálculos e definição de características dos equipamentos, deverão ser considerados ambientes com variação de temperatura de 0ºC a 40ºC e umidade relativa entre 10% e 99%, com poluição ambiental e chuvas ácidas.

- Requisitos Gerais:

O veículo proposto deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Os veículos deverão possuir cabine de condução nas duas extremidades sendo, portanto, bidirecionais.
- Todo o salão de passageiros deverá possuir piso 100% plano e baixo, permitindo o deslocamento de cadeiras de rodas.
- O peso máximo por eixo não poderá exceder a 13 toneladas.
- Altura útil mínima no interior do salão de passageiros: 2,15m.
- O projeto da cabine do condutor do veículo deverá evitar cantos vivos, minimizando os riscos em caso de acidentes.

- *Capacidade de Transporte*

A capacidade de transporte do veículo é de no mínimo 400 pessoas (6 pessoas / m^2 - norma brasileira), com 15% de lugares sentados.

- *Conforto Térmico*

O veículo deverá ser equipado com um sistema de ventilação e resfriamento de ar. O sistema de resfriamento de ar deverá ser controlado automaticamente e o condutor poderá selecionar a temperatura de controle, alem de ligar e desligar o equipamento.

O resfriamento deverá permitir uma temperatura máxima de 36ºC se a temperatura externa for de 40°C. Em caso de falha na captação de energia de alimentação elétrica normal, o veículo deverá ser capaz de manter o sistema de ar refrigerado em funcionamento por período não inferior a 15 min., garantida sua alimentação elétrica por fontes próprias do veículo.

- *Conforto Acústico*

O veículo será projetado para garantir um adequado conforto acústico para os passageiros e o condutor, dentro dos limites normalizados. Da mesma forma, o conforto acústico deverá ser garantido para os usuários que se encontram no exterior do veículo, nas plataformas dos pontos de parada, bem como não produzir poluição sonora ao longo do seu percurso as pessoas localizadas nas regiões lindeiras da via.

Os níveis de ruído emitidos pelo veículo deverão ter como máximo os valores mostrados na Tabela 3.2.3-1, a seguir:

Tabela 3.2.3-1
Níveis Máximos de Ruídos Emitidos pelo VLT

Localização / velocidade		**0 km/h**	**40 km/h**	**50 km/h**	**60 km/h**	**70 km/h**
		Nível de Ruído em dB				
Interior	Equipamento em modo de ventilação	62	71	73	76	78
Exterior	Equipamento em resfriamento intermitente	62	75	78	80	82

- *Nível de Iluminação*

O nível de iluminação deverá ser de 200 lux ± 50 lux, em qualquer ponto do veículo na altura de 1.200mm acima do piso.
Um nível de iluminação de 1/3 deverá ser atendido durante 30 minutos em caso de falta da alimentação de captação normal de energia do veículo.

- *Suavidade de Marcha e Ergonomia*

Para segurança dos passageiros viajantes em pé, deverão ser instalados apoios e suportes (colunas e barras) de modo que os passageiros, localizados em qualquer ponto do salão, possam se sustentar com o uso das mãos.
A posição dos apoios e suportes deverá considerar a variedade de altura dos passageiros.

- *Comunicação Visual*

Os veículos deverão contar com um sistema de comunicação visual que permita uma perfeita orientação dos passageiros. As comunicações deverão ser realizadas através de placas, adesivos e painéis indicativos estáticos e dinâmicos. Deverão situar-se tanto no interior do salão de passageiros como no exterior do veículo.

- *Comunicação Sonora aos Passageiros*

Os veículos deverão ser dotados dos seguintes sistemas de comunicação sonora:

- alarme de fechamento iminente das portas;
- indicação por voz do nome da próxima estação;
- comunicação condutor - passageiro, por canal de voz;
- comunicação passageiro - condutor (alarme de atuação do dispositivo de emergência localizado no interior do veículo);
- alarme sonoro (buzina); e
- comunicação CCO - condutor via rádio.

- Requisitos Operacionais:

Os veículos, em quaisquer condições de carregamento, até 8 passageiros/m^2, serão operados continuamente 20 horas por dia, a uma velocidade máxima de serviço de 70 km/h.

O condutor deverá atuar na central de controle de porta, podendo selecionar e executar a abertura de portas de um dos lados do veículo ou em ambos os lados simultaneamente.

As portas deverão possuir sistema de inter-travamento de segurança para impedir a movimentação do veículo em caso de existir alguma porta aberta.

Nas plataformas das estações está previsto o acesso com a utilização das portas nas plataformas, as chamadas *"platform screen doors"*. Deverá ser previsto o envio de sinal do condutor ao sistema de portas plataforma para execução dos comandos de abertura e fechamento sincronizado das portas plataforma.

- *Acomodação de Passageiros*

Deverá haver dois lugares, especialmente reservados para passageiros usuários de cadeira de rodas, próximos as portas. Também deverão existir dois assentos visivelmente marcados próximo as portas, reservados para passageiros Portadores de Necessidades Especiais - PNE.
A largura dos corredores não poderá ser menor que 600mm ao longo de todo o veículo. Especialmente, nos locais reservados as cadeiras de rodas, as larguras das passagens não poderão ser inferiores a 900mm.

- *Rebocamento de Veículo*

Deverá previsto o rebocamento de um veículo por outro em eventual situação de falha em que exista a perda das funções de comanda.

- *Confiabilidade*

Existem as seguintes categorias de falha:

- *Categoria 1*: Todas as falhas que estão relacionadas com o veículo, mas que não requerem a evacuação dos passageiros assim como não requerem urgente troca das peças, excluindo-se aquelas trocas resultantes de vandalismo, acidentes de tráfego, mal uso por passageiros ou funcionários do sistema.
- *Categoria 2*: Todas as falhas que requerem a evacuação de passageiros imediata ou no próximo ponto de parada. Posteriormente o veículo deverá ser recolhido para o pátio.

- *Categoria 3*: Todas as falhas que requerem reconstrução e rebocamento do veículo para o pátio.

- Normas e Especificações Técnicas:

As principais normas a serem observadas durante a consolidação do projeto, construção e fornecimento do veículo são:

- IEC 850: “Supply Voltages of Traction Systems”;
- IEC 60349-2: “Rotating Machines on Railway Rolling Stock”;
- IEC 50 (811): “International Electro-technical Vocabulary Chapter 811 : Electric Traction”;
- IEC 60664: “Electrical Dimensioning”;
- IEC 60146: “Semi conductor convertors (Traction)”;
- IEC 60411-5: “Power electronic Convertors with multi-phase outputs fitted in Rolling” Stock (Traction)”;
- pr EN 50207: “Electrical Design”;
- pr EN 50155: “Electrical Design”;
- EN 50124-2: “Resistance to short overvoltages”;
- EN 50163: “Resistance to long overvoltages”;
- NF.F 63-808: “Control Cable Characteristics”;
- NF.F 63-826: “Power Cable Characteristics”;
- IEC 60077-1 et 60077-2: “Electrical Traction Equipment Rules”;
- EN V 50121 3-1 et 3-2: “EMC”;
- IEC 60068-2-11: “Corrosion Protection”;
- NF.A 32-054: “Steel Castings”;
- NFE 0-90-401: “Vibration of structures”;
- pr EN 12663: “Shock resistance of equipment fixings”;
- IEC 61287-1: “Vibrations”;
- NF.F 15-818: “Wind Screen”;
- NFF 31-129: “Windows”;
- UIC 651: “Drivers Cab design”;
- IEC 61133: “Train Testing”;
- NF.F 16-101 Category A2: “Fire and Smoke”;
- NF.F 16-102: “Fire and Smoke”;
- UIC 564-2: “Fire”;
- Pr EN 13452 -1: “Braking”;
- NF.S 31-019 (ISO 3095): “Noise Levels”;
- NF.S 31-028 (ISO 3381): “Noise Levels”;
- UIC 510-2: “Bogies”;
- UIC 813: “Bogies”;
- UIC 515-4: “Trailer porteurs - bearing”;
- ISO 2631: “Mechanical shocks and Vibration : Evaluation of the exposure of individuals”;
- NF F 01-305: “Railway Rolling Stock: Reliability, Maintainability and Availability”.

Poderão ser adotadas outras normas de reconhecida autoridade, que garantam um fornecimento de qualidade não inferior ao conseguido com as normas citadas.

Principais Elementos de Segurança

- Segurança:

- *Segurança Ativa*

Assegurar as seguintes funções e equipamentos:

- Função de frenagem;
- Função de portas;
- Dispositivo de advertência de porta;
- Função de supervisão;
- Buzina e faróis;
- Sinalização externa e iluminação do veículo;
- Função de segurança em loop;
- Função de proteção contra fogo;
- Função de iluminação de segurança;
- Função de comunicação.

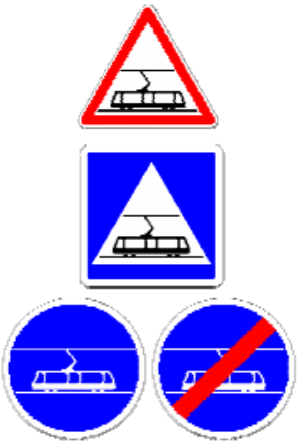
- *Segurança Passiva*

Deverá ser considerada no projeto a segurança passiva do material rodante através das seguintes funções e equipamentos:

- Dispositivo anti-encavalamento;
- Protetor frontal (dispositivo defletor);
- Barras de proteção lateral para os passageiros sentados;
- Proteção contra fogo;
- Proteção contra vandalismo;
- Ajustes no interior não agressivos;
- Registrador de eventos;
- Cabine com projeto ergonômico.

- Sinalização Vertical:

Uma sinalização vertical, específica para o VLT, será implantada ao longo do traçado, sobre o sistema viário. As novas placas de sinalização rodoviária, relacionadas estritamente ao VLT, serão:



Sinalização de perigo:
Travessia de uma linha de VLT: Este sinal constitui uma sinalização indicando a aproximação das vias do VLT com possibilidade de travessia. Esta placa deverá ser instalada à 50 metros da travessia.

Sinalização de posição:
Indicação de travessia de uma linha de VLT: Este sinal indica a posição da travessia da linha de VLT e será instalada à proximidade imediata da linha. Para os cruzamentos, a instalação será feita na entrada do mesmo.

Sinalização de prescrição:
Via reservada aos VLT's e Fim da via reservada ao VLT's: Estas placas terão por objetivo indicar a saída e entrada de uma via reservada aos VLT's (associado à uma placa que indica o sentido da zona reservada).

Terminais / Estações / Paradas

O VLT da Baixada Santista prevê, na extensão Barreiros - Porto, a implantação de 8 pontos de parada em São Vicente e 7 no município de Santos, no total de 15 pontos nos 11,1 km de extensão, detalhados a seguir.

- Paradas no Município de São Vicente:

- Implantação da Parada e Terminal Barreiros, no km 0 + 200, logo após as pontes metálicas ferroviária e, em concreto, rodoviária "Jornal A Tribuna". Antes da parada há um trecho de manobra e estacionamento de 200,0 m. O terminal é contornado pelas ruas Carmem Miranda e Professora Eulina Trindade. Está prevista nesse terminal a implantação do Centro de Controle Operacional e da Central de Controle Automático de Tráfego;

- Implantação da Parada Imigrantes no km 0 + 834. Nesse ponto há atualmente o cruzamento, em nível da Rodovia dos Imigrantes com a avenida Martins Fontes e a rua Major Cândido Mariano da Silva Rondon.

- Implantação da Parada Mascarenhas de Moraes, no km 1 + 550, entre a av Martins Fontes e rua Major Cândido Mariano da Silva Rondon, no ponto de cruzamento com a av Mal Mascarenhas de Moraes ao sul e sua continuidade, rua Carlos Gomes, ao norte;

- Implantação da Parada e Terminal São Vicente, no km 2 + 300, entre a rua Major Cândido Mariano da Silva Rondon e o Terminal, que é contornado pela av Martins Fontes;

- Implantação da Parada de Transferência Anchieta, no km 2 + 900, entre as avenidas Mal Deodoro e Quintino Bocaiuva. O traçado se desenvolve sob a Ponte Antônio Emmerich, onde está prevista uma reconstrução da Ponte;

- Implantação da Parada Nossa Sra das Graças, no km 3 + 720, entre as avenidas Mal Deodoro e Quintino Bocaiuva, no cruzamento das ruas Nossa Sra das Graças, a norte, e A. B. Ribeira, ao sul;

- Implantação da Parada Itararé, no km 4 + 425, entre as avenidas Mal Deodoro e Quintino Bocaiuva, no cruzamento da avenida Prefeito José Monteiro, ao norte, e rua Messias Assu, ao sul;

- Implantação da Parada Praias, no km 5 + 550, entre a rua da Constituição e o fundo das edificações que dão para a avenida Airton Senna da Silva;

- O prosseguimento da via, em trecho confinado entre o fundo das edificações que dão para as ruas Francisco José Valença e Cel Cândido Gomes e o canteiro arborizado, marginado pela rua Euclides de Carvalho, até o km 6 +168, onde se inicia o Túnel José Menino. Nesse trecho,a via atravessa a fronteira entre os municípios de São Vicente e Santos.

- Paradas no Município de Santos:

- O Túnel José Menino, que se desenvolve entre os km 6 + 168 e 6 + 270, está construído para via singela em bitola métrica, tendo ambos os emboques executados em pedra argamassada sobre corte e o trecho central em rocha. O alargamento previsto para via dupla em bitola 1,435 m foi concebido somente para o lado direito, no sentido São Vicente - Santos, do túnel. Esse alargamento não apresenta conflito com a "gruta da Nossa

Senhora de Lourdes" existente no lado esquerdo da embocadura voltada para Santos (lado direito do túnel - sentido São Vicente - Santos). Há também a previsão de reforços do muro de arrimo na saída do túnel, junto a essa embocadura. Sobre o túnel há uma passagem da rua Pedro S dos Santos. Tanto o túnel, quanto o muro de arrimo se encontram em situação precária, com incidência de diversas trincas;

- Implantação da Estação Nossa Senhora de Lourdes, após o túnel, no km 6 + 380, entre a avenida Adriano M da Silva e a rua Alfredo Ximenes, próximo do cruzamento com a rua Santa Catarina;

- Implantação da Parada Pinheiro Machado, no km 7 + 190, entre as ruas Marque de São Vicente e Alfredo Ximenes, antes do Canal 1 e da av Pinheiro Machado, tendo continuidade após o Canal 1. Nesse trecho, a travessia do Canal 1 é ampliada, dando passagem, além do VLT, para o tráfego geral;

- Implantação da Parada Bernardino de Campos, no km 7 + 945, ao longo da av Gal Francisco Glicério. Nesse subtrecho há total remodelação das travessias sobre o Canal 2 nos moldes da passagem sobre o canal 1;

- Implantação da Parada Ana Costa, no km 8 + 650, da av Gal Francisco Glicério;
- Implantação da Parada Conselheiro Nébias, logo após o cruzamento das avenidas Gal Francisco Glicério e Conselheiro Nébias, no km 9 + 650;

- Implantação da Parada Batista Pereira, logo após o cruzamento da rua de mesmo nome, no km 10 + 225;

- As vias, no tramo inicial, após o cruzamento com a rua Padre Anchieta, no km 10 + 425, convergem à esquerda, atravessando um Terminal de Containers e sempre ocupando a faixa atual da ferrovia existente, até atingir a Parada e Terminal Porto no km 10 + 850, logo após o cruzamento com a rua Luiz Gama (km 10 + 770). Após a Parada Porto, por mais 200,0 m, se desenvolvem os feixes (6 vias para três unidades de VLT, cada) do Pátio de Estacionamento e Manutenção. O terminal e o pátio têm à direita a avenida Senador Dantas.

Faixa de Domínio

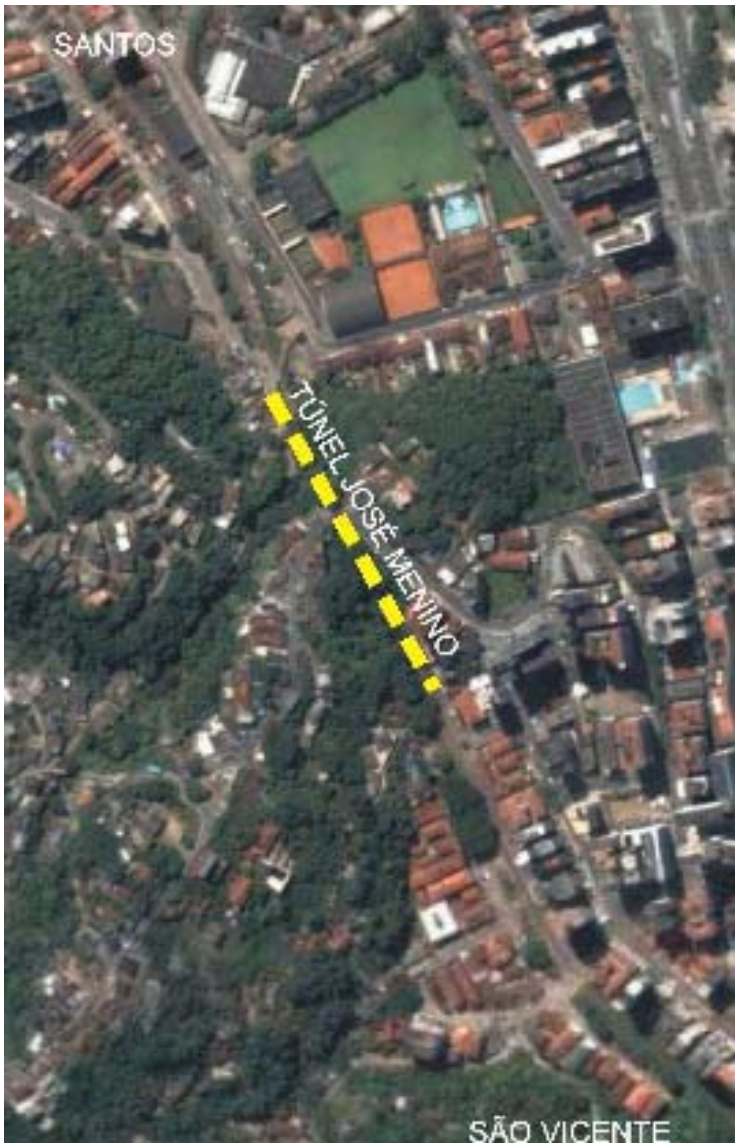
O traçado do sistema troncalizador da Baixada Santista deve se restringir à faixa de domínio da CPTM, outrora utilizada pelo TIM - Trem Intra-metropolitano da Baixada Santista. Esta faixa possui larguras variáveis de 6,40 a 8,60 m no trecho localizado entre Santos e São Vicente, objeto específico do presente licenciamento ambienta requerido.

Intervenções Urbanísticas

- Túnel José Menino:

A situação atual do túnel mostra uma seção com via singela ferroviária, de bitola métrica, com as seguintes dimensões:

• Comprimento aproximado de 96,00 m;
• Altura (cume) de 6,30 m;
• Largura (base) de 4,30 m (emboque Santos) e 4,65 (emboque São Vicente).



O túnel foi executado no início da década de 50 para ligação da Estrada de Ferro Sorocabana desde a estação Ana Costa, passando por São Vicente em direção ao litoral sul do Estado de São Paulo.

Sua construção foi feita com técnicas da época, utilizando-se pedra argamassada como revestimento nos emboques e em regiões de maciço de qualidade geomecânica mais pobre. As regiões de rocha de boa qualidade foram deixadas sem revestimento.

O túnel se apresenta de forma geral em boas condições de conservação, apresentando somente nos emboques trincas com indicação de pressões no revestimento. Além disso, é possível ser observado:

- ✓ Emboque São Vicente:

- Executado em corte em caixão em rocha sã fraturada contida lateralmente por pequenas aplicações de concreto. O emboque propriamente dito é um portal de pedra argamassada

que se estende por aproximadamente 3 a 4 m, configurando uma espécie de túnel falso até a imersão de toda a seção no maciço rochoso.

- O túnel se desenvolve sem revestimento, no sentido Santos, após a região de contenção com pedra argamassada, apresentando maciço de rocha compacta com fraturas persistentes e espaçamentos da ordem de 0,5 a 1,5m.

- Observa-se, pelo menos, 3 sistemas de fraturamento, sendo 2 subverticais e um subparalelo ao eixo do túnel, atravessando-o da direita para a esquerda. Esse sistema forma colunas que são interceptadas por fraturas subhorizontais de alívio configurando blocos de dimensões variáveis, em geral centimétricos.

- Não foi identificada presença significativa de água nessa região. Essa característica estende-se por aproximadamente 30m. Neste ponto até o emboque lado Santos, o túnel apresenta-se com revestimento em concreto e pedra argamassada, com maior ocorrência de água em toda a superfície do túnel, com gotejamento generalizado.

✓ Emboque Santos:

- Semelhante ao do emboque São Vicente, é constituído por um portal de pedra argamassada em trecho de aproximadamente 8m, compondo um possível túnel falso. Neste emboque nota-se que o corte em rocha, na sua lateral esquerda, teve necessidade de ser estabilizado por dois contrafortes em pedra argamassada e parte por blocos de rocha argamassados.

- Nota-se, também, que a parte composta pelo túnel falso apresenta trinca bastante extensa, ao longo de toda a superfície, mostrando tendência do maciço de instabilizar-se localmente.

- Na lateral direita do emboque, além das contenções indicadas, existe um córrego que desce da encosta e foi parcialmente desviado através de galeria a céu aberto, para dar passagem à ferrovia.

- No piso do túnel, junto à lateral direita (sentido São Vicente-Santos) estão instaladas duas linhas de tubos em ferro fundido, que fazem parte do sistema de água potável, visto que próximo ao emboque São Vicente existe uma estação da SABESP de recalque de água potável.
- Na lateral esquerda existe uma canaleta com 30 a 40 cm de largura que atravessa todo o túnel.

- Existem, também, 2 nichos ao longo do túnel, na parede direita, espaçados da ordem de 30,0 m.

✓ O Alargamento do Túnel / Recomendações Gerais

A concepção final do VLT da Baixada Santista recomenda o alargamento do Túnel José Menino, conforme detalhado a seguir, contemplando, ainda, que o túnel em sua configuração final deverá comportar duas pistas para a passagem do VLT (bitola de 1,435m).

- O alargamento do túnel José Menino para a implantação do VLT é viável e se mostra uma alternativa tecnicamente superior à duplicação do túnel, devido a menores interferências com o maciço local;

- Em função da morfologia, das condições geomecânicas dos maciços e da localização do túnel atual, o alargamento deverá ser executado na lateral direita do túnel (sentido São Vicente-Santos);

- A metodologia construtiva é relativamente simples para o corpo do túnel, com avanços a fogo cuidadoso e imediata aplicação de revestimento de 1a fase. Ou seja, o processo de escavação previsto não deverá implicar em impactos significativos, uma vez que os avanços previstos a fogo / fogacho, não implicarão na geração de vibrações, poeira e ruídos significativos. O túnel existente funcionará como um grande alívio, sendo os explosivos utilizados somente para fogo de alargamento e de contorno, que são leves e amortecidos ("smooth blasting").

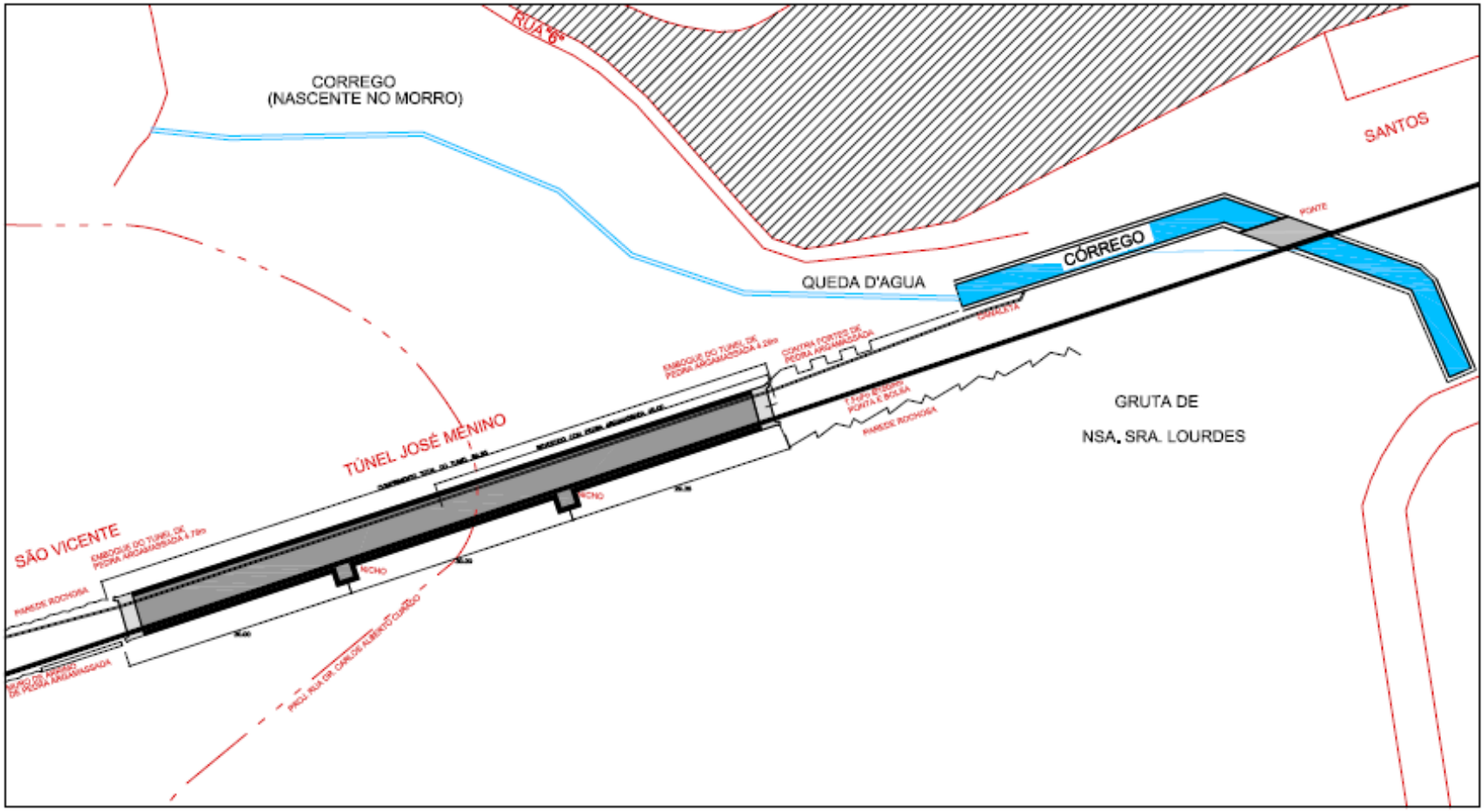
- Nos emboques poderão ser necessários serviços prévios de contenção dos maciços para remoção dos portais e túneis falsos atuais, principalmente no lado Santos, onde o revestimento encontra-se trincado;

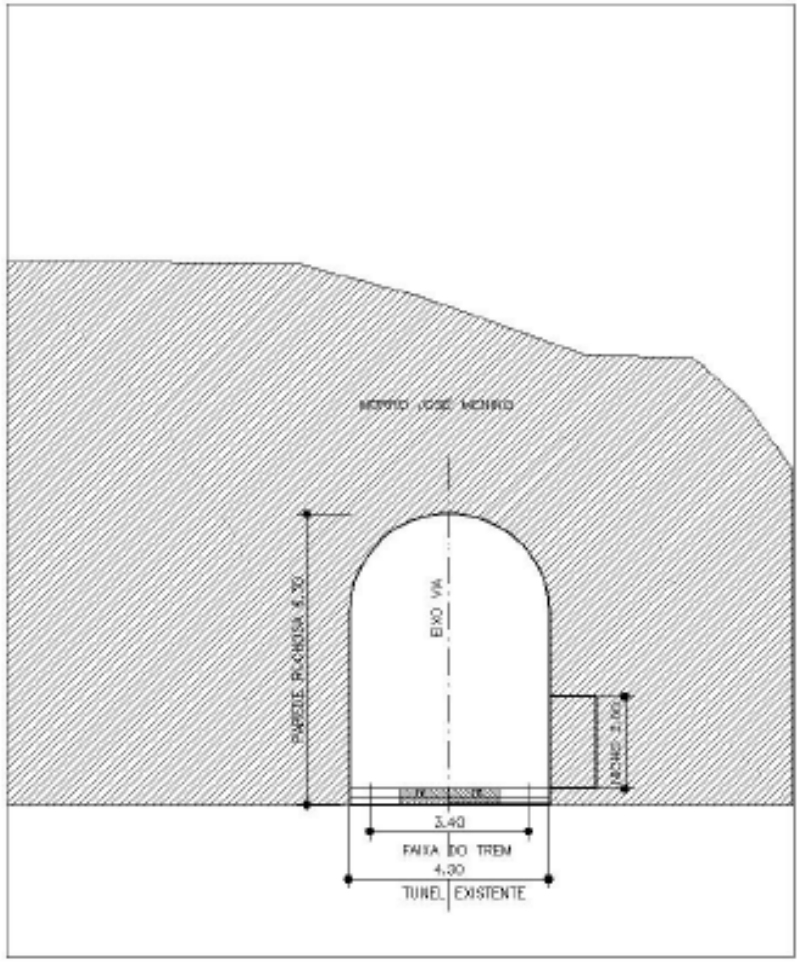
- O revestimento secundário do túnel, em princípio está previsto em concreto moldado, mas poderá ser substituído por concreto projetado, se as instalações futuras assim o permitirem, principalmente no que diz respeito a estanqueidade;

- Se for necessária a execução de sistema de impermeabilização com manta de PVC, o revestimento de 2ª fase deverá ser em concreto moldado;

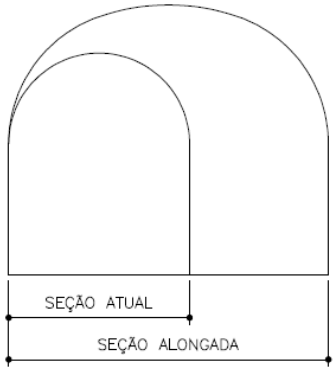
PLANTA TUNEL JOSE MENINO

SITUAÇÃO EXISTENTE

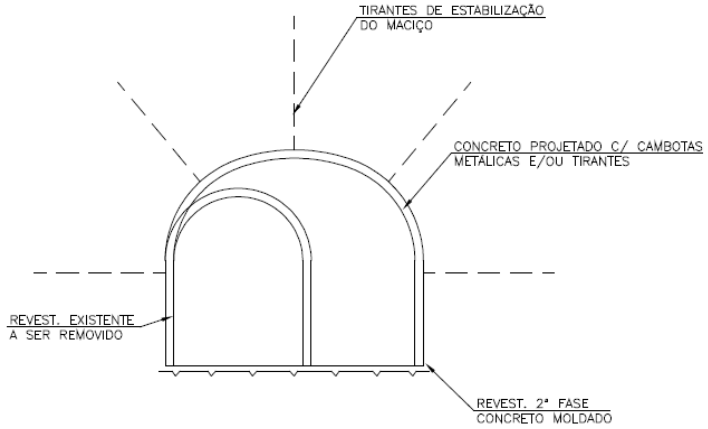




Vista da Seção Esquemática de Alargamento do Túnel

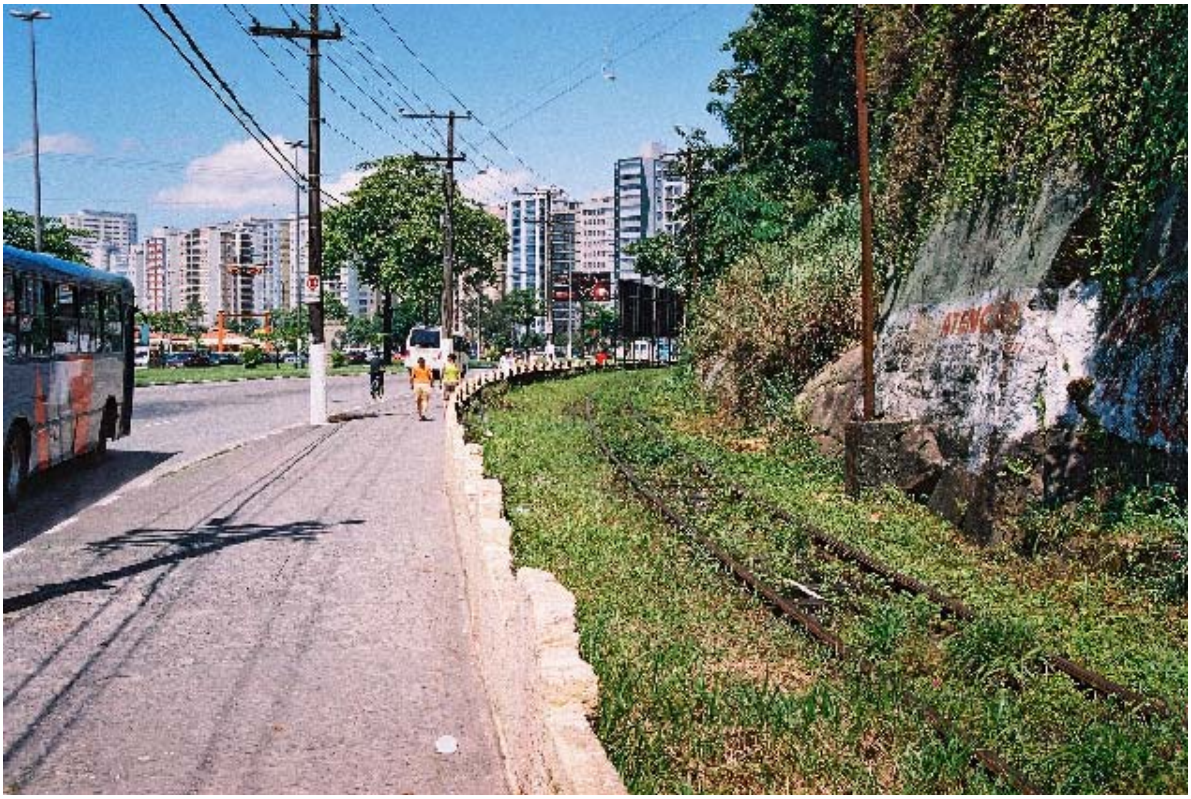


Seção Transversal Típica Prevista



- Corte na Encosta do Morro do Itararé:

O traçado do VLT contorna o Morro do Itararé, onde a faixa ferroviária existente apresenta uma via singela, em bitola métrica, e tem largura variável entre 5,50 e 6,50 m.



Essa largura é insuficiente para a implantação das duas vias do VLT em bitola de 1,435m e a posteação da tração elétrica.

Em vista disso, projeta-se a ampliação dessa faixa, com a conseqüente diminuição da largura da calçada; porém, procedendo-se às necessárias adequações de tal forma não interferir / prejudicar o atual fluxo de pedestres e de veículos.

- Canais de Drenagem:

No tocante às Travessias sobre os Canais 1, 2 e 3 há de se considerar o atendimento à preservação desses bens históricos, tombados pelo CONDEPHAAT, além do fato de que a concepção das implantações dos pontilhões e passadiços contemplará as ampliações necessárias às faixas de tráfego geral nessas travessias.

Canal 1

Canal 2

Canal 3

Destaca-se, ainda, que o projeto de travessia irá valorizar o bem público tombado; ou seja, o próprio canal na sua concepção histórica. Por outro lado, como essas travessias dos canais constituem confluências do Corredor Expresso da Baixada com avenidas importantes da Cidade de Santos, o projeto concebido deve ser igual para todos os canais, de forma padronizada, porém marcante, ressaltando a qualidade e padrão da inserção do VLT. Ou seja, ao inverso da concepção histórica que propôs travessias com projetos diferentes, mas sempre em concreto armado e fundeadas sobre o arco invertido de revestimento dos canais, o projeto concebido deverá impor a uniformidade como padrão da implantação do VLT.

Observa-se nos pontos de travessia dos três canais a existência de adutoras de pequeno porte para água potável próximas às pontes metálicas de estrado superior da ferrovia de carga, o que poderá implicar na obrigatoriedade de elaboração de projetos de remanejamento de interferências de serviços públicos.

Nas avenidas, nas faixas laterais aos Canais 1, 2 e 3, a via permanente está envolvida por asfalto e nas travessias a via permanente está assentada com trilhos sobre dormentes apoiados diretamente em duas vigas de aço.

Por sua vez, as pontes metálicas instaladas são do tipo padrão, estrado superior, com vigas metálicas. As vigas são nervuradas a cada metro, apresentando contra-ventamento vertical a cada 2,0 m e horizontal a cada metro. Observação interessante é o fato das vigas metálicas, com 10,0 m de vão, estarem apoiadas sobre vigas de concreto nos contrafortes dos canais (os canais são circulares, sob ângulo central de 90°, com tangentes de 45° – os contrafortes inclinados). Isso permite que as pontes novas previstas possam ter o mesmo vão e serem apoiadas da mesma maneira, sem a necessidade de terem fundações e apoios nas calçadas laterais aos canais.

Já as pontes de travessia de pedestres são bastante estreitas,construídas em concreto armado e têm apoio do mesmo modo que as pontes ferroviárias sobre os contrafortes dos canais, apenas que nesse caso são apoios diretos, de alvenaria de tijolos.

Destacam-se, ainda, os vários dutos de pequeno porte, perceptíveis, atravessando os canais junto às pontes ferroviárias e aos passadiços. Todos eles são de pequeno porte, de 6” ou 8”, de ferro fundido ou aço, tratando-se de tubulações de distribuição de água potável. Há também um duto envelopado, de 40 x 40 cm, que aparece em todas as travessias junto à linha férrea, caracterizando tratar-se de duto para fibra ótica ou de telefonia.

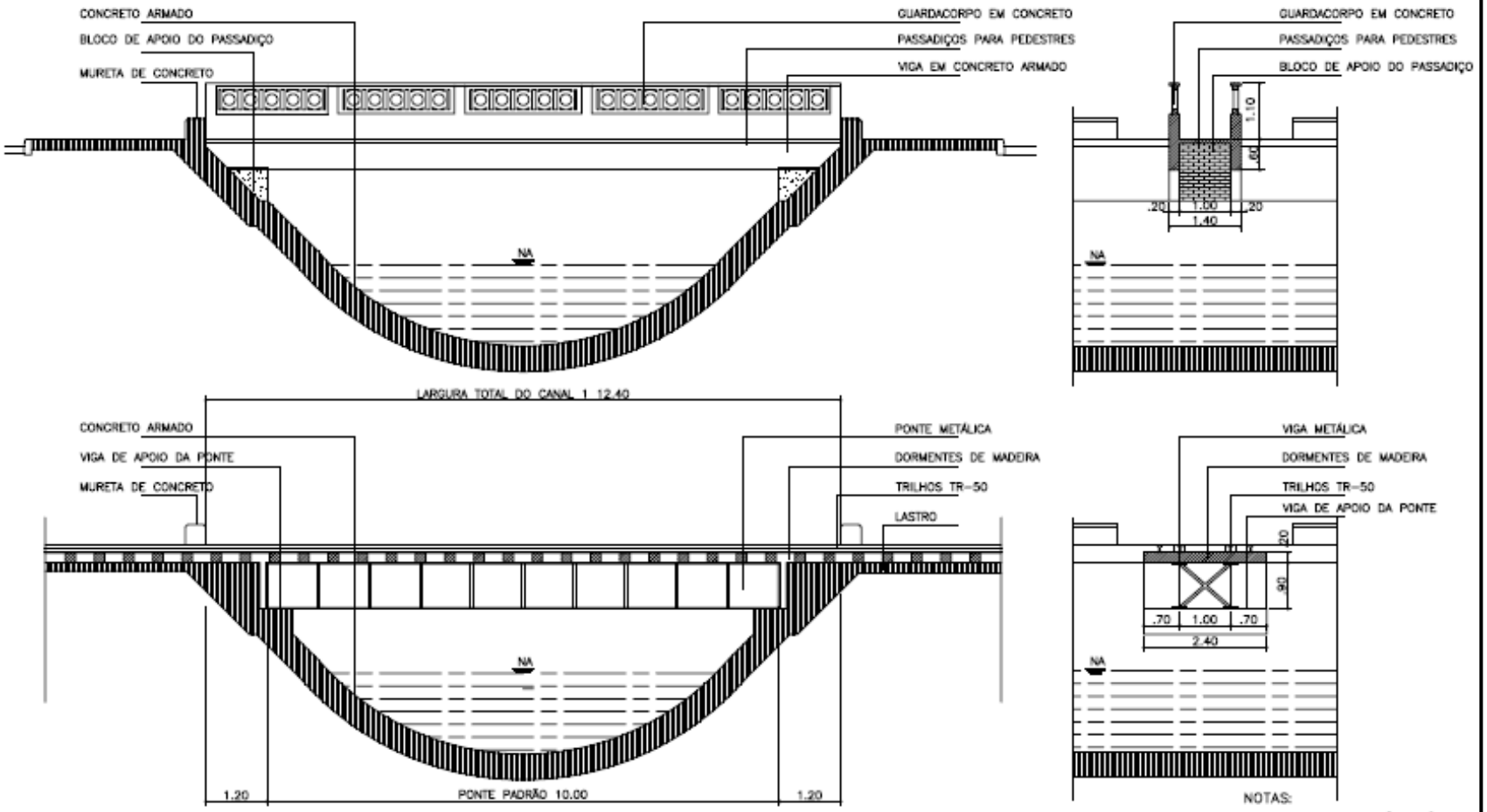
Canal 1

Canal 2

Canal 3

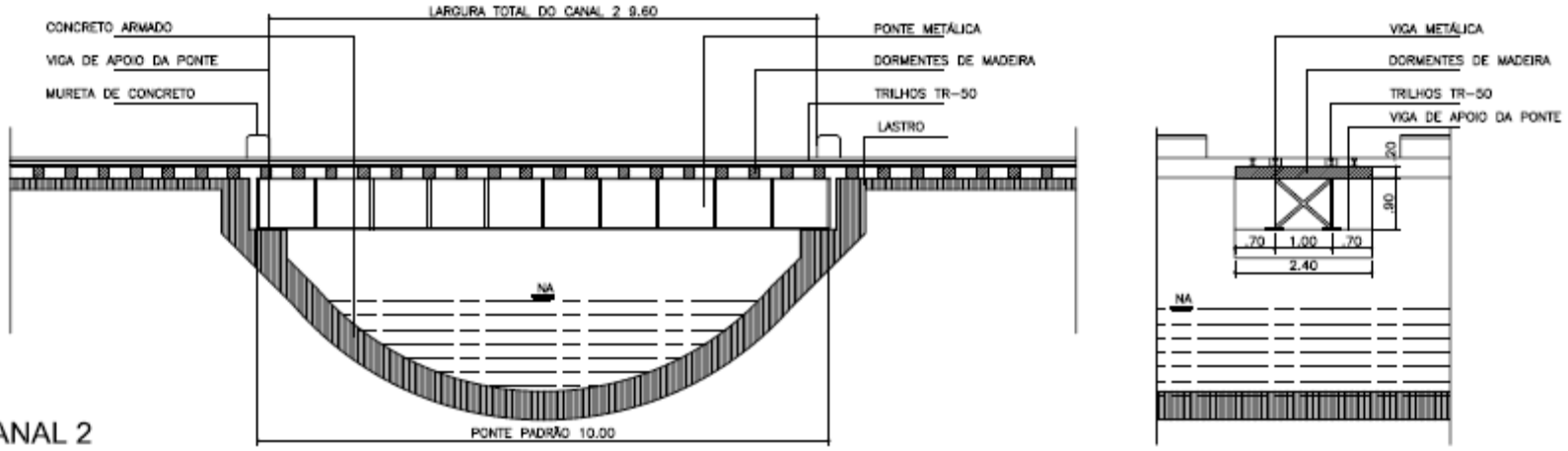
PONTES METÁLICAS E PASSADIÇOS CANAL 1

SITUAÇÃO EXISTENTE

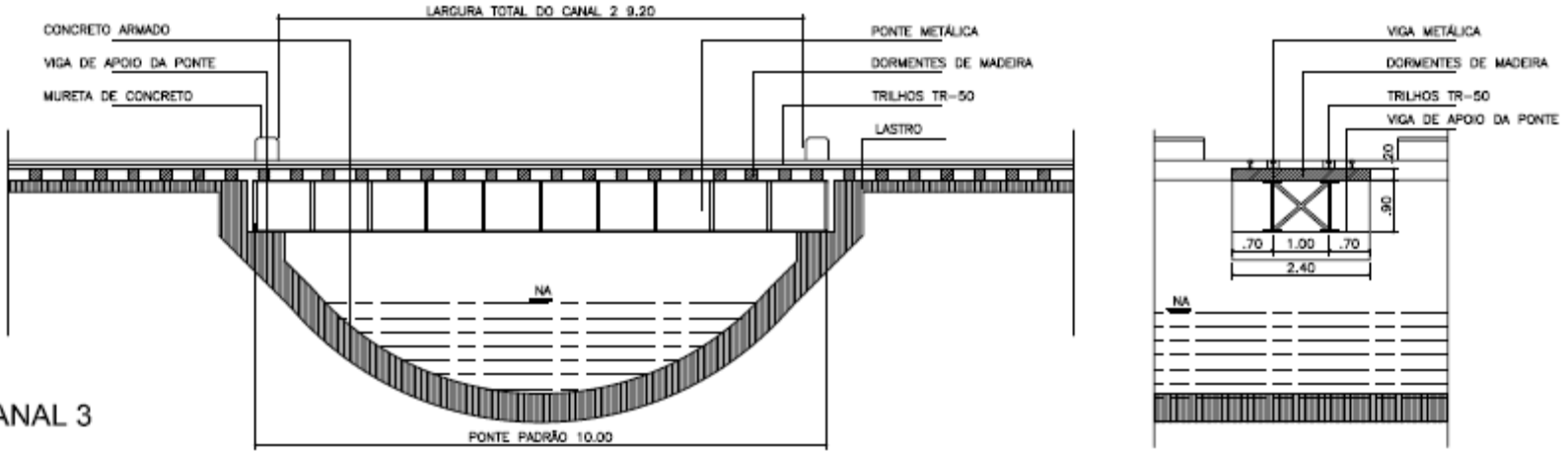


PONTES METÁLICAS CANAIS 2 E 3

SITUAÇÃO EXISTENTE



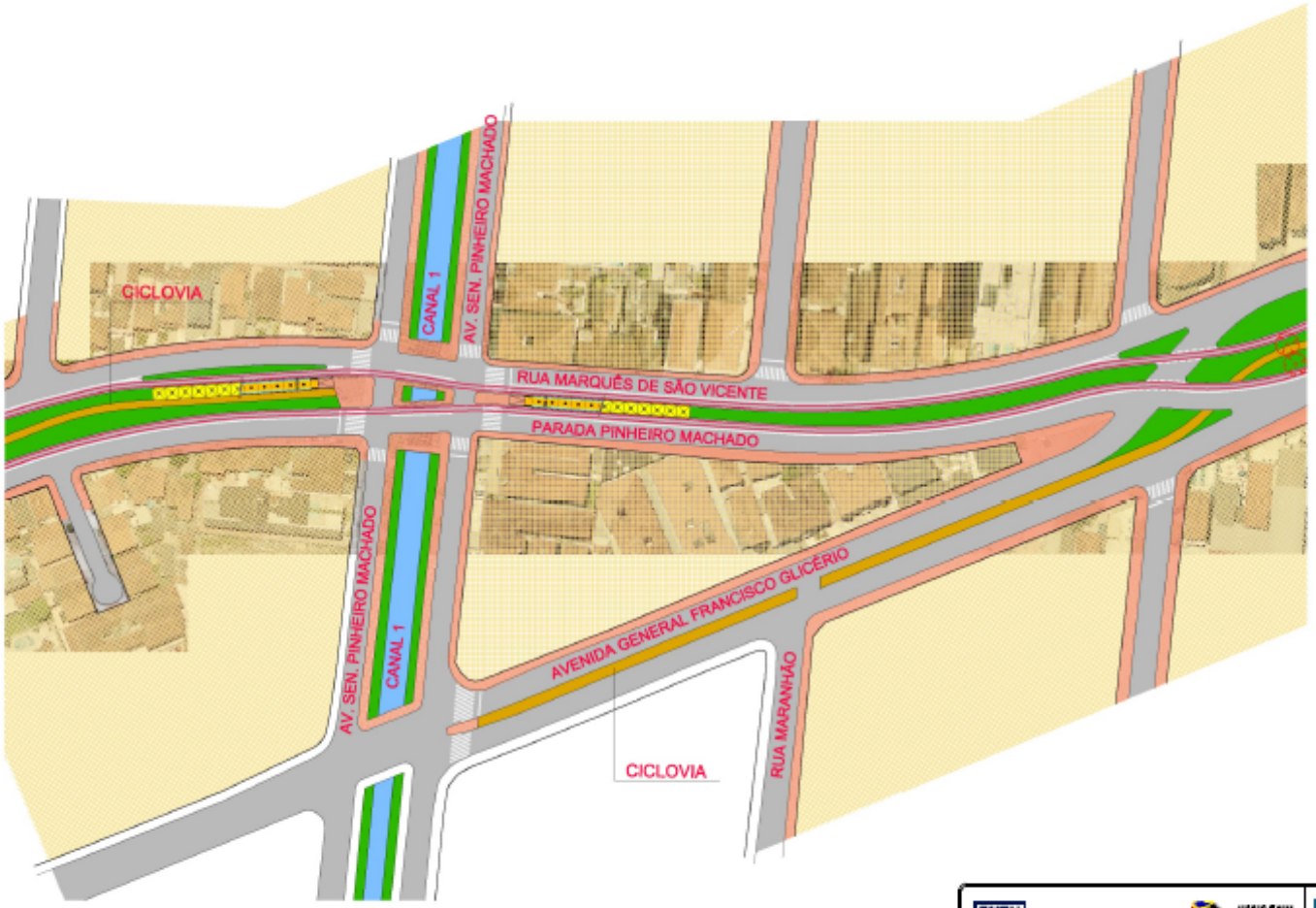
CANAL 2



CANAL 3

As Figuras 3.2.1-1, 3.2.3-2 e 3.2.3-3, apresentadas a seguir, mostram os detalhes dos projetos das travessias dos canais 1, 2 e 3, relativas à implantação do VLT. Notar que as travessias dos Canais 1 e 3 têm geometria praticamente perpendicular aos canais, enquanto que a do Canal 2 é esconsa.

Especificamente em relação às etapas / métodos construtivos, as mesmas serão apresentadas adiante, com base nas propostas para a área do “Canal 1” (Figuras 3.2.3-4, 3.2.3-5 e 3.2.3-6). Ressalta-se que as demais obras de transposição dos demais canais serão idênticas à esta; apenas, com pequenas alterações relativas às interferências e número de passadiços,



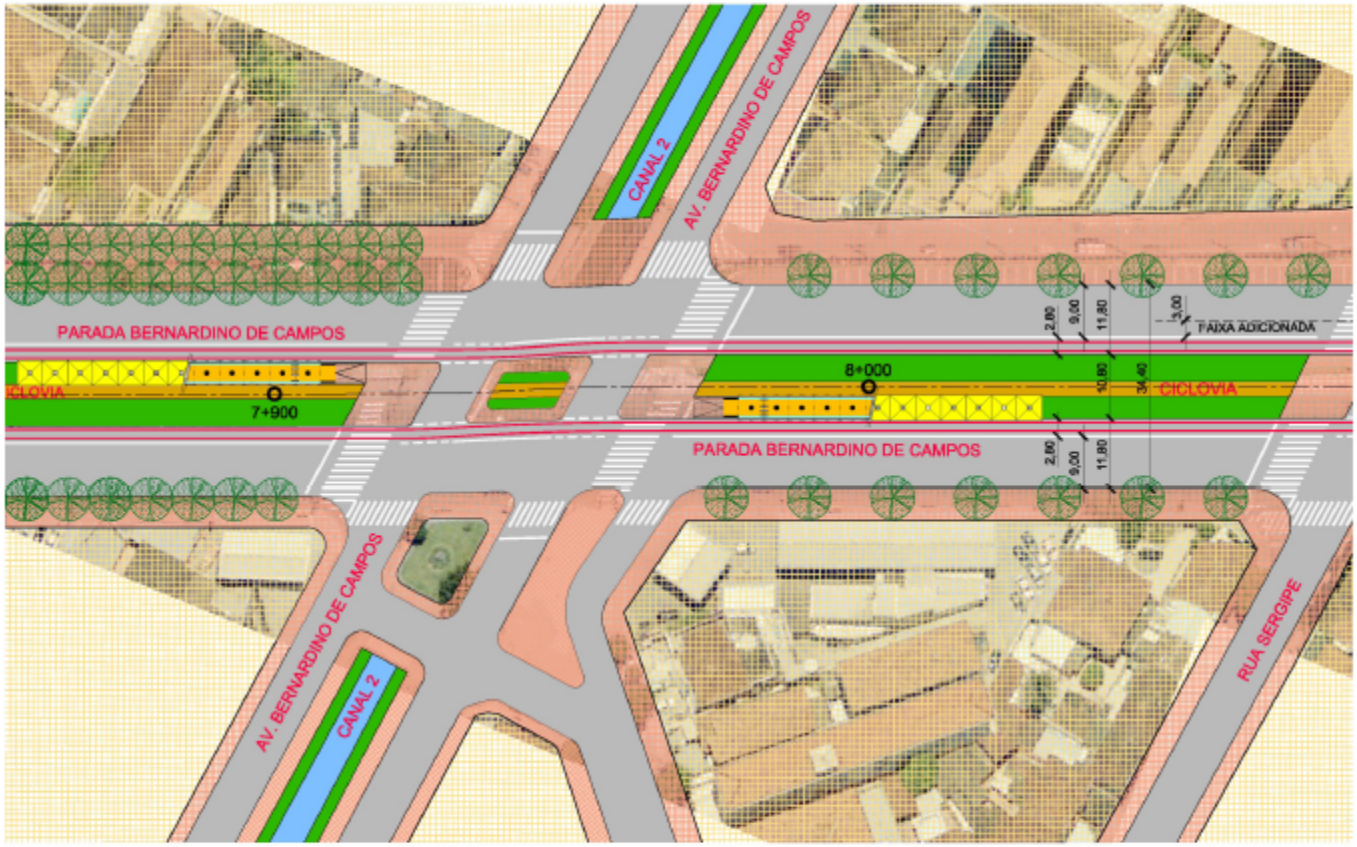
EMTU
SÃO PAULO
WALM

Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S/A EMTU/SP

EIA-Rima para Implantação do SIM - Sistema Integrado Metropolitano da RMBS

Baixada Santista - SP

DETALHE DO PROJETO / TRAVESSIA DO CANAL 1



EMTU
Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S/A EMTU/SP
EIA-Rima para implantação do SIM - Sistema Integrado Metropolitano da RMBS
Baixada Santista - SP
DETALHE DO PROJETO / TRAVESSIA DO CANAL 2