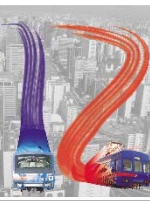
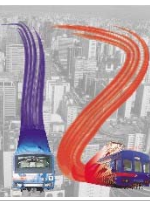


IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS COM MEMBRANA DE PVC



1. OBJETIVO

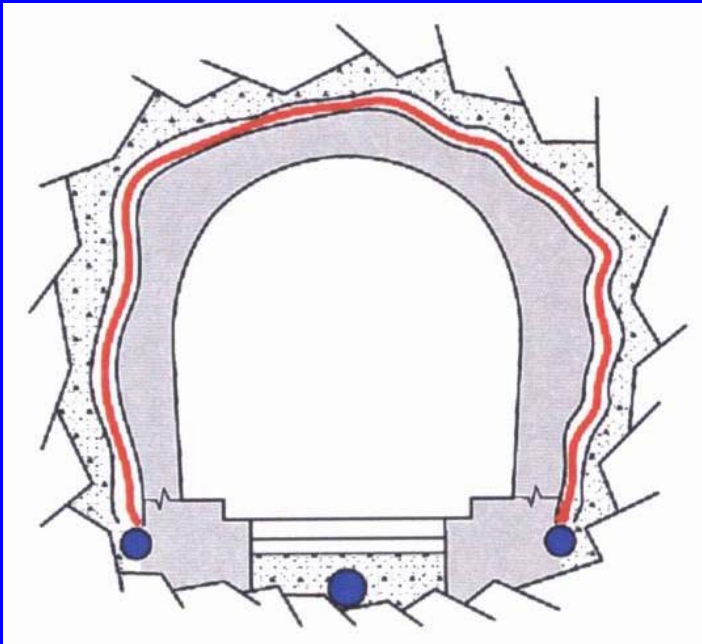
Este trabalho tem como principal objetivo a descrição rápida do método de impermeabilização com membrana de PVC para Túneis, Poços, Estações e diversas estruturas enterradas.



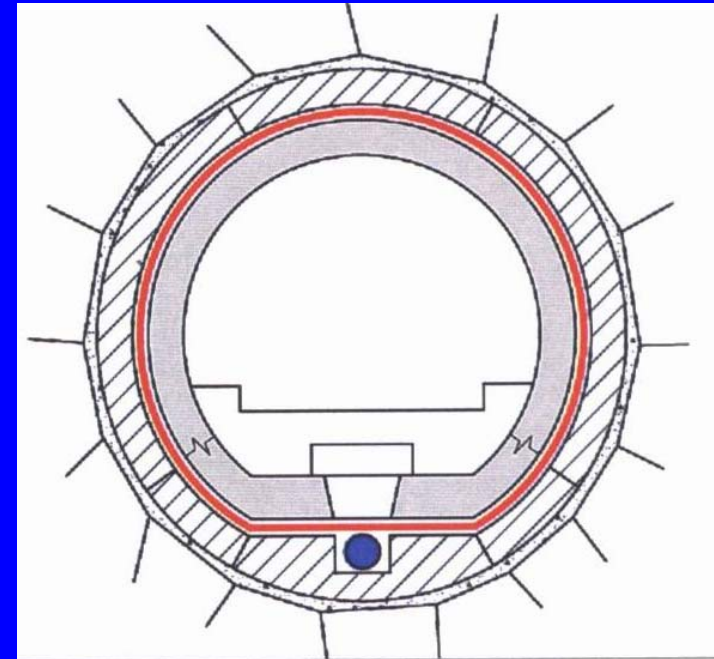
2. MÉTODOS

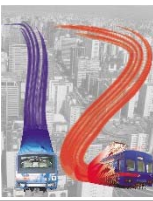
Os dois métodos de impermeabilização existentes são os sistemas “guarda chuva” e o sistema “Submarino”.

Sistema “Guarda Chuva”



Sistema “Submarino”

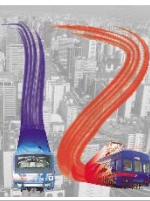




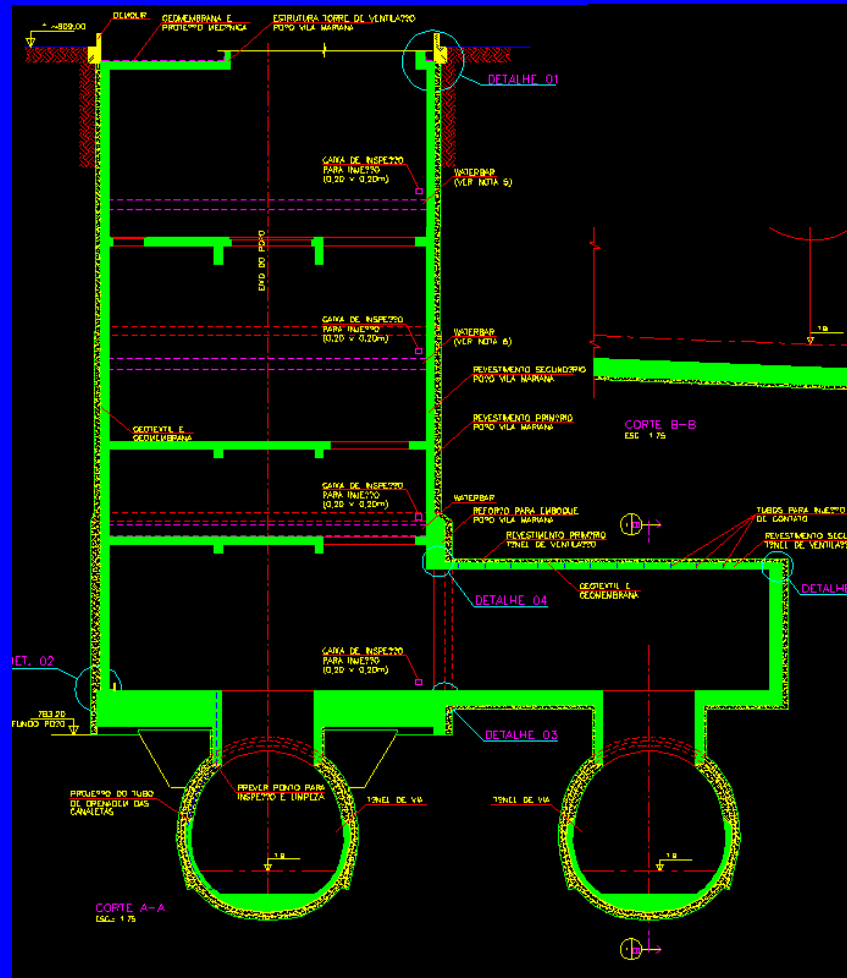
3. APLICAÇÃO NA EXPANSÃO DA LINHA 2 VERDE

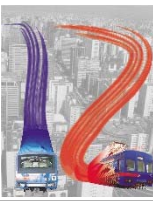
Neste trabalho será apresentado o método adotado na expansão da Linha 2 - Verde da Companhia do Metropolitano de São Paulo, sistema "guarda chuva", o qual foi aplicado no Poço de Ventilação Vila Mariana. Esta foi a primeira obra de túnel a utilizar este sistema no Metrô de São Paulo.





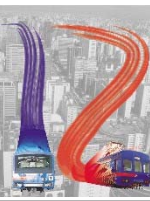
4. O SISTEMA "GUARDA CHUVA"





5. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

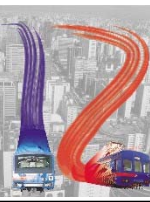
- As características do concreto projetado de primeira fase para aplicação de membrana PVC deverão apresentar as seguintes condições:
 - Rugosidade: profundidade no valor máximo 16 mm;
 - Irregularidades: $R \leq 200\text{mm}$ (pequenas concavidades) $R > 200\text{mm}$ (grandes concavidades)
 - Regiões entre cambotas deverão ser preenchidas com concreto projetado;
 - Arranques e elementos pontiagudos deverão ser removidos;
 - Drenos (Barbacãs) deverão ser desobstruídos e cortados rente ao concreto projetado.



6. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

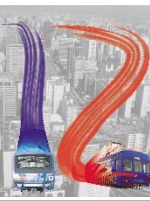
Para execução do sistema impermeabilizante utilizamos os seguintes materiais: Manta Geotêxtil, Fixadores, Membrana de PVC, Retentor de água (waterbar), Sistema de reparo e Sistema para terminações.





7. MANTA GEOTÊXTIL

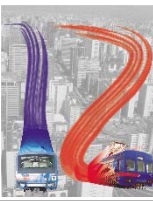
É fixada com pinos de aço (aproximadamente 1 pino por m²) nas suas extremidades e sobrepostos em 10 cm uns aos outros até o cobrimento total da superfície de concreto.



8. FIXADORES

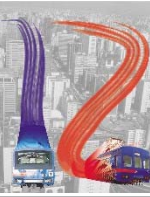
São dispositivos de PVC em forma de discos que são fixados no geotêxtil com o objetivo de suporte da manta de PVC. Eles são fixados com pinos de aço e são colocados, na maioria das vezes, em distâncias simétricas.



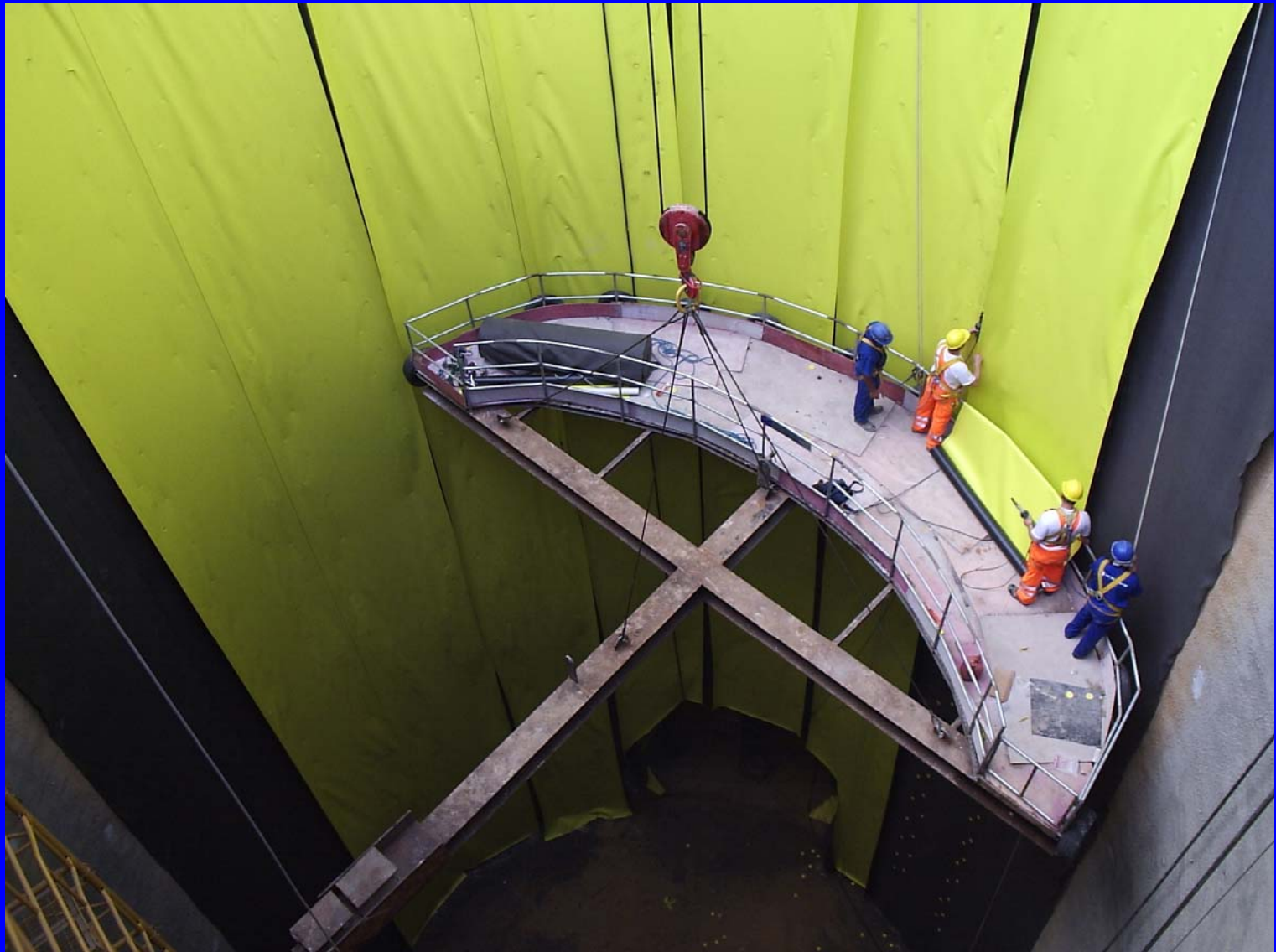
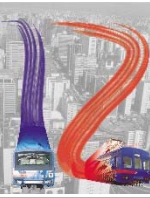


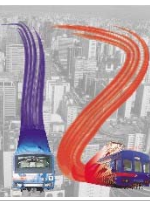
9. INSTALAÇÃO DA MANTA DE PVC

A manta de PVC é aplicada entre o concreto primário (projetado) e o concreto secundário (moldado). O processo consiste em desenrolar e posicionar a membrana, que vem em rolos de 2,20 por 25,00 metros. Após posicionar a manta, solda-se o pano nos fixadores de PVC, que foram fixados no geotêxtil através de pinos de aço.



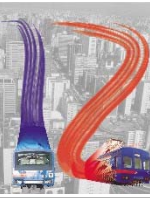


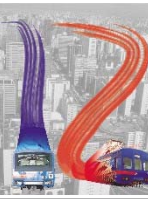


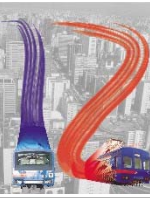


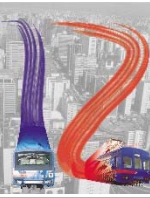
9.1. SOLDA DA MANTA DE PVC

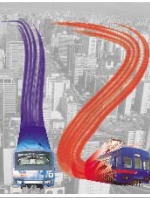
Executa-se a solda dupla entre um pano e outro, em uma região de transpasse de 75mm a 100mm. Para união das mantas é utilizado um equipamento de solda dupla, com ar quente. A velocidade e a temperatura da solda são ajustadas no local, de acordo com as condições do ambiente.

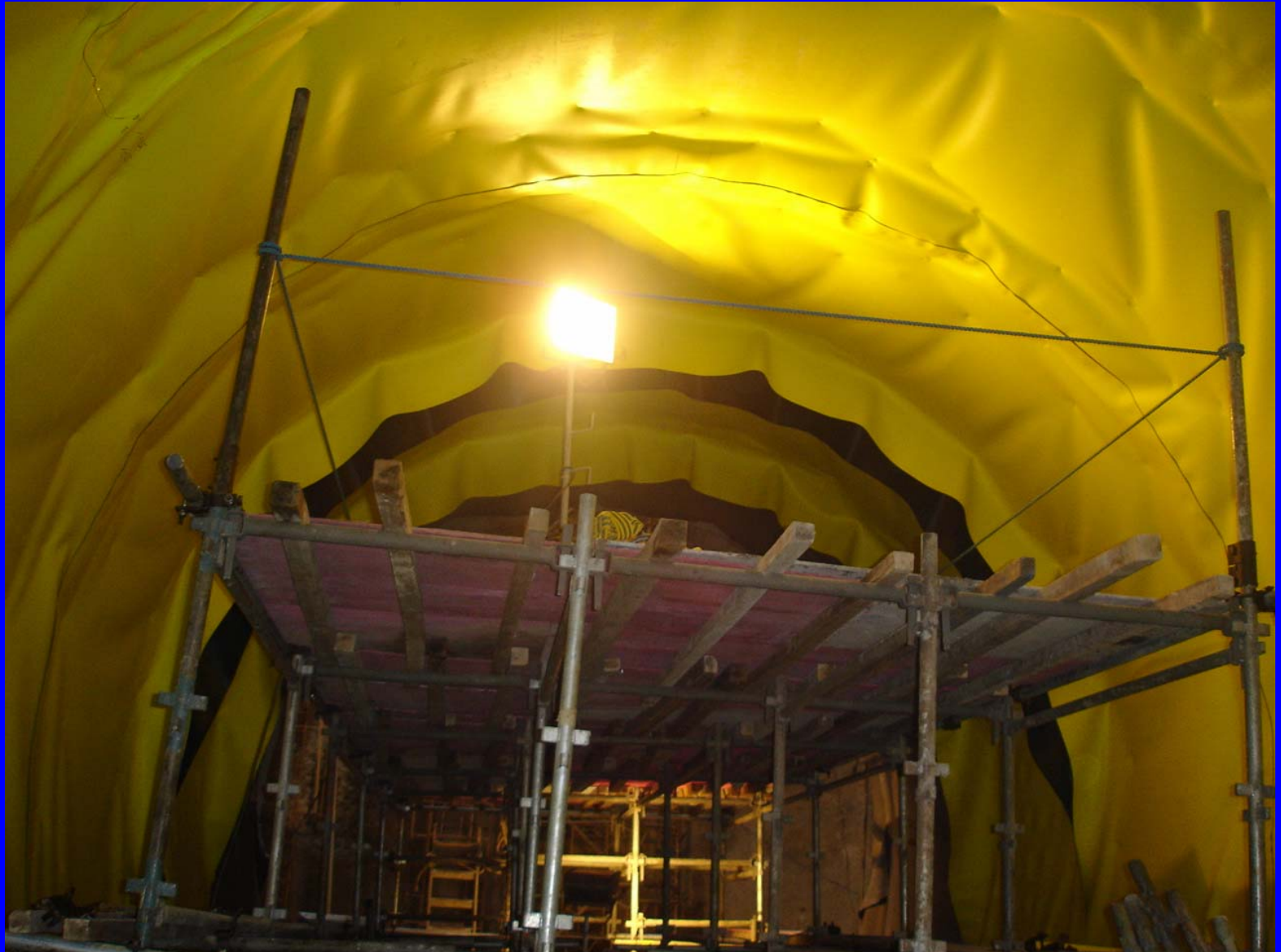




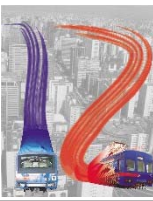






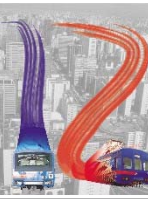


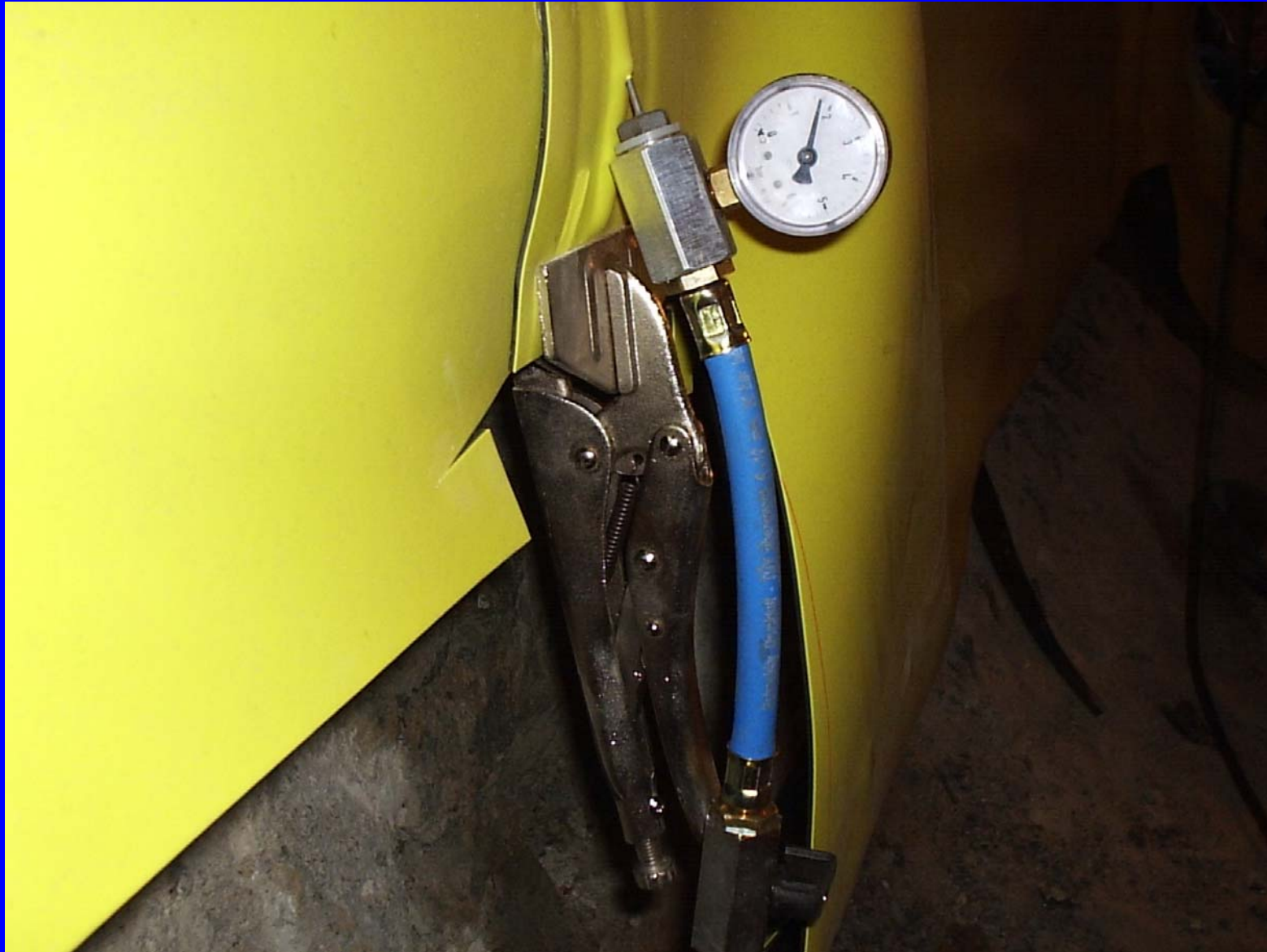
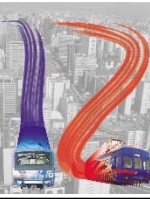


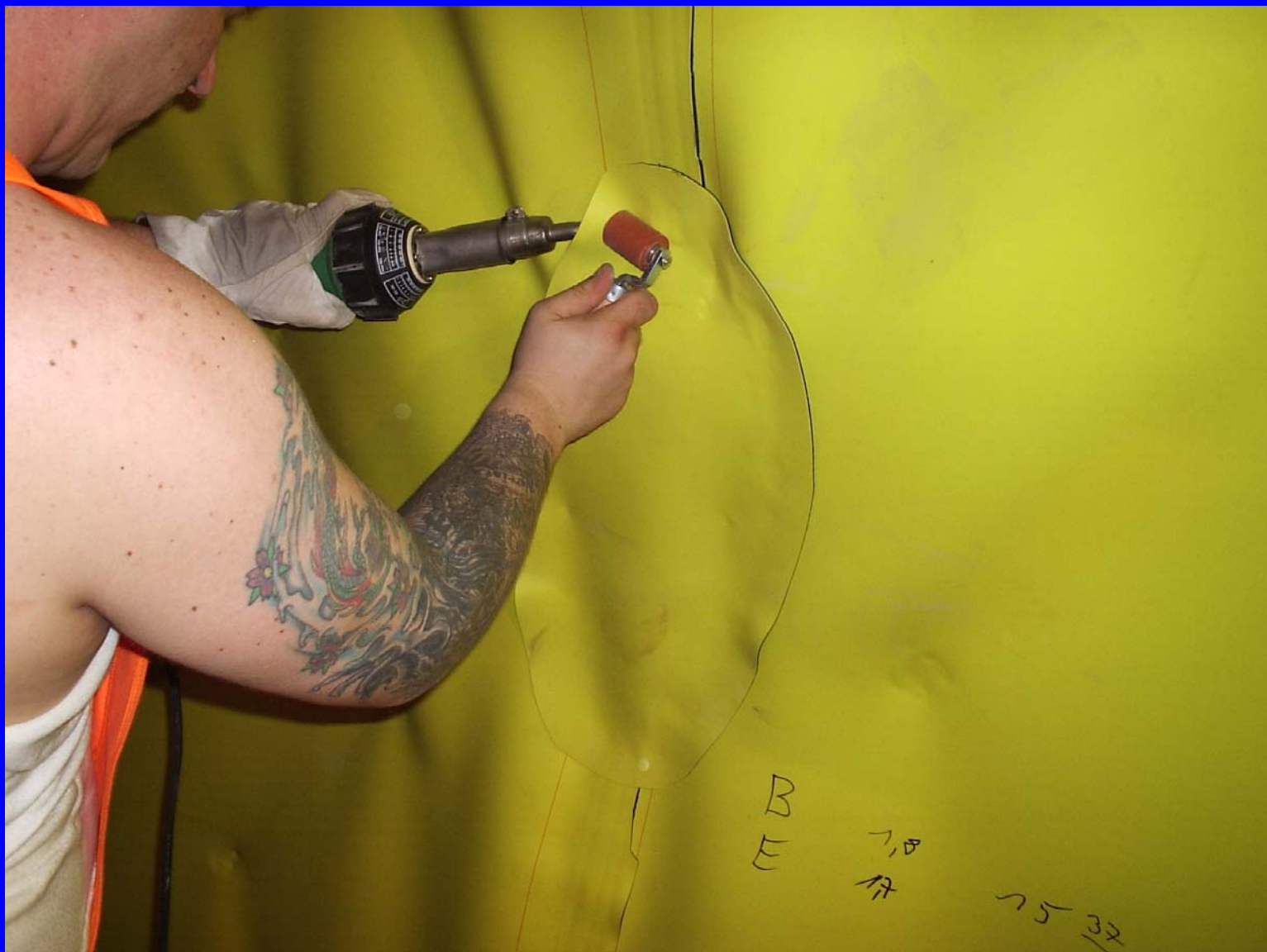
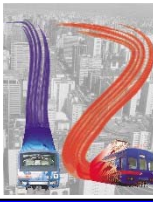


9.2. TESTE DA SOLDA DUPLA

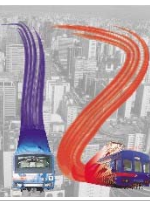
Após a solda dos panos de manta, forma-se um canal vazio entre uma manta e outra que é utilizado para testar a solda. Este teste é feito injetando ar comprimido no canal e verificando, através de um manômetro, a perda de ar durante um determinado espaço de tempo





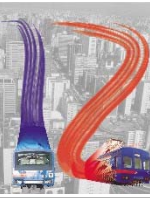


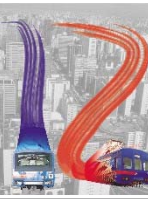


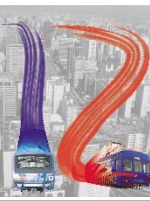


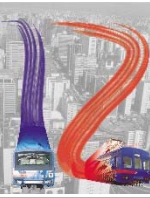
10. RETENTOR DE ÁGUA (WATERBAR)

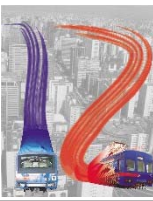
São dispositivos de PVC utilizados para compartimentar regiões de impermeabilização. Eles são fundidos na própria manta de PVC e dividem áreas distintas de impermeabilização.





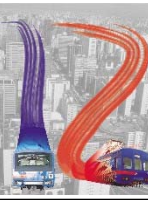


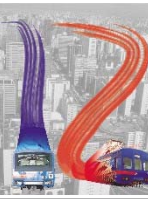


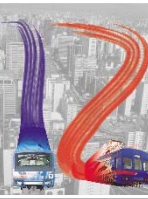


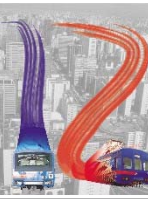
11. SISTEMA DE REPARO

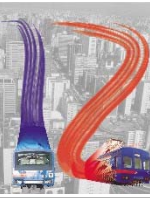
O sistema de reparo permite que, depois de concluído todo o sistema, e ainda aparecerem alguns pontos de infiltrações, provenientes de furos não identificados (Execução de Armação, fechamento de forma para concretagem, corte de ferragem com maçarico, e outros) se procede a injeção de material para tamponamento (Resinas Epoxídicas, Resinas Poliuretânicas, Caldas de cimento) em mangueiras furadas deixadas para este fim.

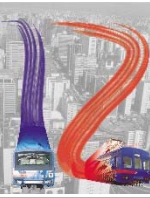


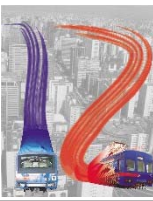






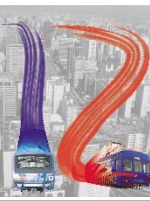






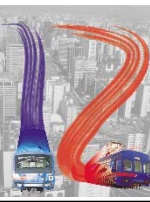
12. SISTEMA PARA TERMINAÇÕES

O sistema de terminações permite que sejam impermeabilizadas regiões de uma determinada estrutura de concreto, dependendo da sua necessidade. Para cada caso há um processo diferente para terminações, mas basicamente são 3 métodos: Compartimentador (Walterbar) embutido no concreto, durante a fase de concretagem; Terminação com fita de conexão e Terminação com lâmina de metal.

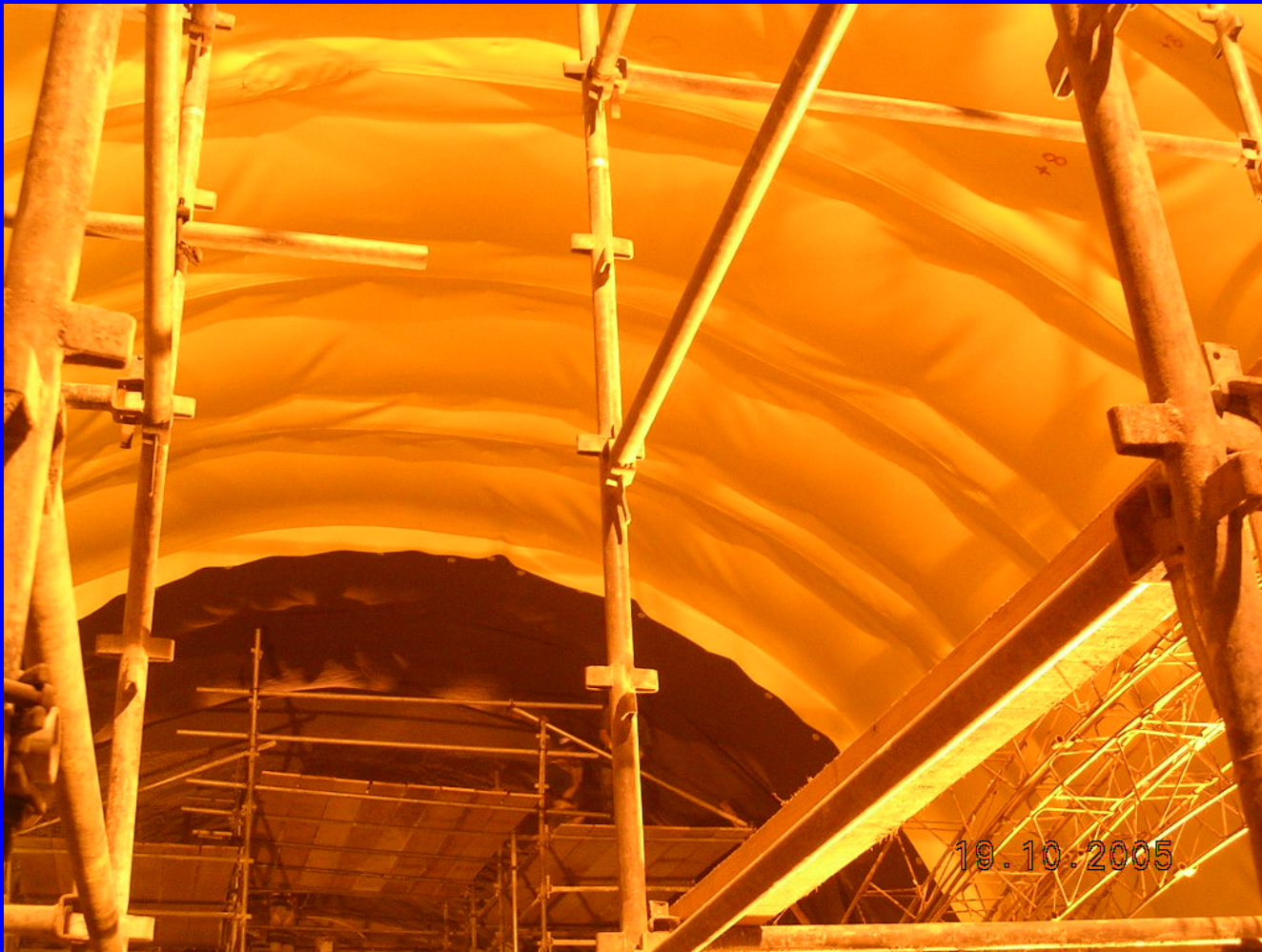


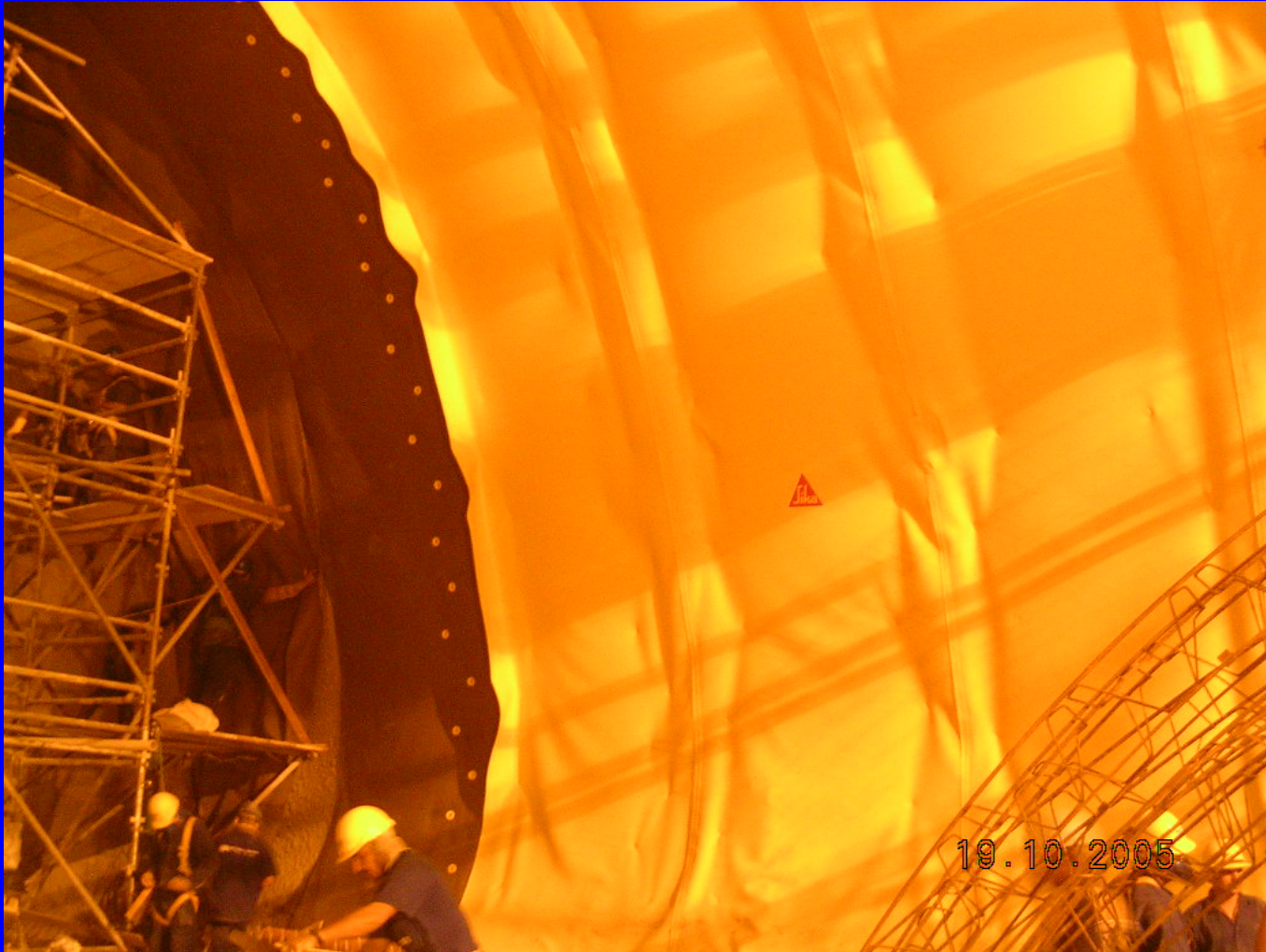
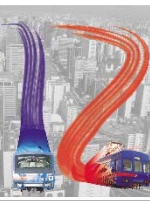
13. APLICAÇÕES EM OUTRAS FRENTES DE OBRA

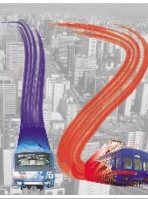
- Estação Chácara Klabin;
- Poço de Ventilação e Saída de Emergência Cel. Domingos Ferreira;
- Estação Alto do Ipiranga



14. ESTAÇÃO CHÁCARA KLABIN

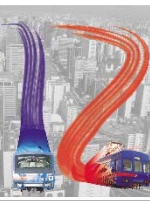






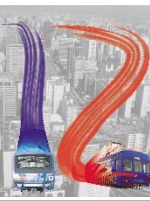
15. POÇO DE VENTILAÇÃO E SAÍDA DE EMERG. CEL. DOM. FERREIRA





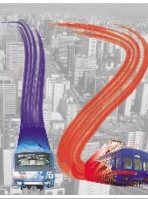
16. ESTAÇÃO ALTO DO IPIRANGA

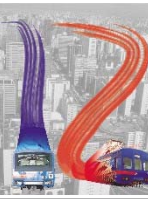


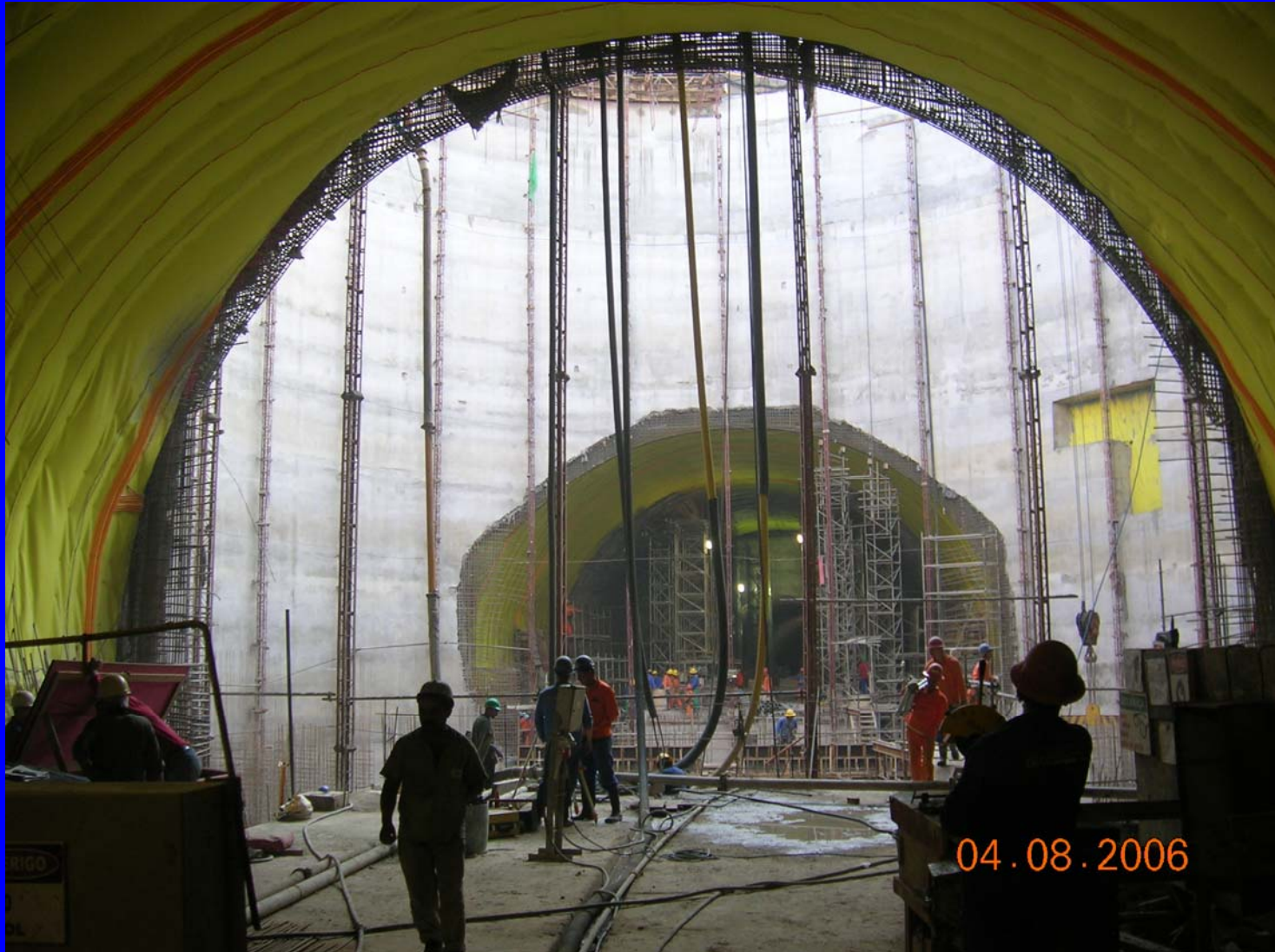


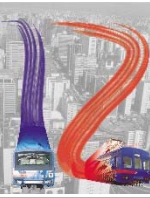
Vista C da Estação Ipiranga

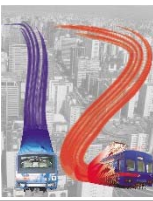












PALESTRANTES

Fabiano Bonafé – Engenheiro Civil – Trabalha na empresa VOS – Obras e Serviços, empresa que aplicou todo o sistema impermeabilizante (Manta Termoplástica de PVC) na Expansão da Linha 2 - Verde para Companhia do Metropolitano de São Paulo.

Mauro Monteiro: Engenheiro Civil, com experiência profissional em custos de obras e no gerenciamento de obras civis da Companhia do Metropolitano de São Paulo. Atualmente no CLV – Departamento de Construção da Linha 2 – Verde, participa do gerenciamento das obras.