

Próxima Estação: **Modernidade**

UMA NOVA
MOBILIDADE PARA A
ÁREA METROPOLITANA
DO PORTO



Metro do Porto



Um Projecto Pioneiro em Portugal

Há cerca de duas décadas que o transporte ferroviário vem renascendo como solução eficaz para satisfazer as necessidades de mobilidade do nosso tempo.

São essencialmente duas as formas modernas e inovadoras do transporte ferroviário que estão a proporcionar maior qualidade de vida às populações:

>

O transporte ferroviário ligeiro no interior das grandes aglomerações urbanas, conhecido por metro ligeiro;

>

O transporte ferroviário de alta velocidade, para ligar entre si as grandes cidades e complementarmente para as relações rápidas no transporte contentorizado de mercadorias.

Algumas Personalidades do Norte vinham preconizando soluções diversas para resolver as dificuldades de transporte no seio da Área Metropolitana do Porto quando, no início dos anos 90, a ADFER promoveu no Auditório da Exponor uma Sessão sobre esse tema. Os oradores desse evento (Ferreira do Amaral, Fernando Gomes, Vieira de Carvalho, José Espinha e Tavares Fernandes), designadamente o Ministro e os dois Autarcas, aí construíram o consenso do qual viria a nascer o projecto do metro ligeiro do Porto.

Vieira de Carvalho e Fernando Gomes e toda a Junta Metropolitana do Porto haveriam de lutar perseverante e solidariamente pelo projecto do metro do Porto.

Esse projecto haveria de ser em muitos aspectos exemplar e seria pioneiro em Portugal.

Nas principais cidades da Europa, da América do Norte e do Sudeste Asiático vinham sendo instalados sistemas de metro ligeiro que estavam a revolucionar os transportes no seu interior, a requalificar o tecido urbano e a melhorar a qualidade de vida nessas cidades. O Porto tornar-se-ia pioneiro em Portugal nessa metamorfose cidadina.

No nosso País, a Administração Central habituou-nos, no sector dos transportes, a uma política desgarrada e a uma actuação casuística, bem evidente na A. M. de Lisboa, propiciadora de um mau serviço às populações e esbanjadora dos recursos públicos. Ao estudar-se o metro do Porto procura-se conceber uma solução integrada assente numa visão global das necessidades de transporte da AMP. Essa perspectiva multimodal viria a ser enriquecida com a lúcida convergência das posteriores Administrações do Metro do Porto, dos STCP e da USGP. É esta faceta que, no meu entendimento, torna o projecto do metro do Porto exemplar.

Este impulso inovador e positivo do Poder Local viria a ser reeditado pelos Autarcas da Margem Sul do Tejo, da região de Coimbra e de outras regiões e deveria, ao menos, fazer pensar o Poder Central, que não tem sabido ter uma política global e integrada, não só neste domínio do transporte metropolitano e regional, mas também no transporte de mercadorias e logística e ainda no transporte interurbano de passageiros.

A anunciada (e difícil) criação das Autoridades Metropolitanas de Transporte constitui uma das raras medidas inseridas numa política correcta e actual.

No meu entendimento as deficiências da política de transportes em Portugal são em grande medida devidas à decrepitude e ao depauperamento dos órgãos da Administração Central e à exacerbada intervenção do Estado na exploração dos transportes públicos e nos regimes tarifários.

Bom seria que o Estado concentrasse energias naquilo que é sua inalienável responsabilidade: Planear, coordenar, regular, fiscalizar, financiar, concessionar, gerir infraestruturas comuns...

Bom seria que o Estado confiasse à Iniciativa Privada a exploração dos Transportes públicos.

Bom seria que o Poder Central e o Poder Local contratasse e financiasse as tarifas sociais que entendam impor aos Operadores, devendo o Estado assegurar equidade a todas as regiões do País.

Tenho esperança que o exemplo e o impulso que foi dado pelas Personalidades do Norte com o projecto do metro do Porto se venha a estender aos outros sectores dos transportes, igualmente vitais para a região e para o País.

É tempo de travar o combate do transporte ferroviário de alta velocidade.

A clarividência das Associações Empresariais, em particular da Associação Comercial do Porto, deveria ser ponderada pelas restantes principais Figuras do Norte e gerar, à semelhança do metro do Porto, um projecto consensual e solidário.

Se não quisermos que Portugal seja uma «ilha» na urge travar uma batalha lúcida em defesa da Alta Europa nem que o Norte seja uma «ilha» em Portugal Velocidade.

O Aeroporto de Lisboa e a Rede de Alta Velocidade

Na reunião da Direcção da ADFER, Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário, efectuada em 30 de Junho de 2003, foi aprovada, por unanimidade, a seguinte moção:

«Quando o Governo anterior reiniciou o processo tendente à construção de um novo aeroporto na região de Lisboa, em substituição do aeroporto da Portela, a ADFER tomou uma posição pública contestando essa opção pelas seguintes razões:

- > Não existia nenhum estudo profundo e rigoroso, feito por entidade de inquestionáveis capacidade técnica, experiência comprovada e isenção absoluta, sobre os limites do aumento de capacidade da Portela e dos correspondentes investimentos e outros impactos associados;
- > Os estudos anteriormente realizados, meritórios à luz da realidade da época em que foram elaborados, estavam ultrapassados por diversos factores que, nesse tempo, não poderiam ter sido considerados;
- > A enorme evolução das infra estruturas de transportes da região de Lisboa (construídas umas, planeadas outras, em vias de concepção ainda outras) criaram, ou criarão, acessibilidades e alternativas ao transporte aéreo que não podem mais ser ignoradas;
- > A perspectiva de Portugal vir a dispor, brevemente, de uma rede de Alta Velocidade(AV) alteraria substancialmente a evolução da procura do transporte aéreo, não podendo essa provável realidade ser esquecida no estudo das futuras infra estruturas aeroportuárias;
- > A simplista opção de apenas comparar as localizações da Ota e do Rio Frio, soluções retidas a partir de estudos datados, não é compatível com a análise global dos factores que determinam a definição de uma infra estrutura do transporte aéreo nem consentânea com uma perspectiva global de enquadramento e integração do sistema de transportes, nos planos nacional e europeu.

A ADFER vem agora reforçar essa posição para:

- > Se congratular com a decisão sensata do actual Ministro, Prof. Carmona Rodrigues, ao optar pela expansão do aeroporto da Portela até ao limite sustentável das suas potencialidades, resolvendo, também, finalmente, a sua acessibilidade ferroviária;
- > Manifestar a esperança de que seja efectivamente dada prioridade ao transporte ferroviário, designadamente de AV e bitola europeia, para que o transporte ferroviário de mercadorias e de passageiros se transforme, como noutros países, num poderoso instrumento ao serviço da economia e das populações;
- > Apelar à ponderação de todos os vectores que é imperioso considerar na concepção, no planeamento e na concretização de uma nova rede de AV e bitola europeia, já que, apesar do tempo e das oportunidades perdidas, uma opção precipitada, que não seja parte da solução ferroviária global, válida para um século, é a pior das opções;
- > Pedir aos Dirigentes da região Oeste que comparem as vantagens que lhes poderão advir da futura rede de AV face ao transporte aéreo.»

A introdução do sistema de Metro Ligeiro na Área Metropolitana do Porto representa uma verdadeira revolução em todo o quadro dos transportes e da mobilidade desta Região.

Para os cidadãos, mais do que um projecto há muito ansiado, o Metro do Porto significa um novo conceito de transporte público, uma realidade moderna, eficaz, cómoda e segura. O Metro do Porto, o maior investimento no sector dos transportes em curso na União Europeia, é, a todos os níveis, um extraordinário motor de desenvolvimento para a Área Metropolitana do Porto e para o País.

Com cerca de setenta quilómetros de extensão, setenta e quatro estações e quatro linhas – na primeira fase –, a rede do Metro do Porto foi desenhada a pensar nas pessoas e nas suas necessidades de deslocação. Em 2004, o Metro do Porto poderá já transportar cerca de 60 milhões de passageiros por ano.

Todos sabemos que a rede do Metro associa velocidade e operacionalidade a uma forte componente de renovação urbana e paisagística que, como se constata, qualifica e valoriza os concelhos desta Região. Todo o nosso ambiente urbano está em transformação. Uma transformação no sentido da qualidade e da modernização.

Também em termos operacionais, o Metro veio introduzir um conceito totalmente toda a Área Metropolitana, utilizando um tarifário e um zonamento integrados, no meio novo: a intermodalidade. Com um único título, o Andante, os cidadãos podem viajar em de transporte que mais lhes convier.

No Metro do Porto, é isto que temos para mostrar: inovação, tecnologia, desenvolvimento e eficácia. E, acima de tudo, uma grande capacidade de trabalho para poder prestar sempre o melhor serviço aos nossos clientes.

Valentim Loureiro
Presidente do Conselho de Administração
do Metro do Porto, S.A.



Estação da Casa da Música



Um Importante Projecto

É gratificante constatar a muita atenção que a ADFER tem dedicado ao projecto do Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto, culminando agora na dedicação de um número da prestigiada revista FER XXI ao tema do Metro do Porto.

Trata-se, com efeito, da maior obra pública em curso de execução no nosso País, com um investimento total que, neste momento, ultrapassa os 1,6 mil milhões de euros.

Além disso, trata-se do primeiro projecto de metro ligeiro de superfície levado a cabo entre nós, tornando-se precursor de novas soluções de transporte ferroviário urbano, susceptíveis de oferecer condições sensivelmente melhoradas de mobilidade e segurança, e indutor de profunda requalificação urbana dos espaços em que se insere.

O Metro do Porto é também, desde já, o veículo da aplicação de soluções técnicas avançadas, nomeadamente nos domínios da sinalização e da bilhética, o que o torna já objecto de grande interesse e muita atenção por parte de vários operadores de outros países e de organizações do sector.

Por último, a entrada em operação da primeira linha do Metro do Porto, em Dezembro de 2002, foi muito oportunamente aproveitada para dar corpo a uma aspiração muito antiga do sector dos transportes públicos de passageiros, a qual se afigura determinante para se obter a desejada inflexão da tendência decrescente da procura de transportes públicos. Refiro-me à exploração intermodal dos sistemas de transportes públicos na Área Metropolitana do Porto.

A solução intermodal está efectivamente em marcha e abrange os sectores de e privados. Integra uma nova definição de zonamento, adoptada pelo conjunto de transportes ferroviários, urbano e sub – urbano, e de transportes rodoviários, público operadores, um sistema comum de bilhética, um tarifário único e uma estrutura partilhada de gestão de tudo isto e de gestão da receita.

Por tudo o exposto, é muito justo e oportuno prestar a maior atenção ao importante projecto do Metro do Porto. E é também muito adequado associá-lo à ideia de modernidade, da qual, se constitui já um forte elemento indutor.

Manuel de Oliveira Marques
Presidente da Comissão Executiva
do Metro do Porto, S.A.

Uma Solução Inovadora Para a Mobilidade da Área Metropolitana do Porto

É claro, para todos, que o modo ferroviário urbano ou metropolitano é a solução, por excelência, do problema de mobilidade na área dos transportes. O metro ligeiro é a opção inovadora para as cidades e metrópoles com uma procura de média ou grande dimensão (entre 2 000 a 20 000 passageiros por hora e sentido).

O metro ligeiro é, simultaneamente, um novo conceito que está a contribuir para a reestruturação profunda de todas as soluções técnicas para os transportes ferroviários. A exigência de criatividade imposta pelo desenho de um traçado de uma linha de metro ligeiro, obriga a repensar todos os "standards" e normas ferroviárias. É, assim, constante a necessidade de utilizar o conhecimento dos processos ferroviários, adaptando – os a novas realidades, com redobradas exigências de redução de custos e de aumento de funcionalidade e disponibilidade.

O Metro do Porto está consciente desta sua dupla missão. A sua rede, abrangendo traçados com mais de 7 Kms de túneis urbanos, com 11 estações enterradas, com mais de 20 Kms em meio urbano à superfície e com ligações entre cidades a mais de 25Kms de distância, é um caso exemplar onde a inovação dos transportes das novas soluções serão profundamente testadas. Os resultados já obtidos com a 1.ª linha entre Trindade e Matosinhos, inaugurada em 7 de Dezembro de 2002, são muito animadores.

Parece, assim, ser possível desenvolver um novo conceito de transporte colectivo, de média / grande capacidade, avançado, com soluções inovadoras em vários domínios e com inserções urbanas compatíveis com um modelo de desenvolvimento económico em completa harmonia com o ambiente. Constituirá, por certo, uma resposta ao desafio de modernidade em que a Área Metropolitana do Porto e o próprio País estão empenhados.

Este número da revista ADFER ao qual nos associamos, com grande entusiasmo, é uma tentativa de mostrar e demonstrar as soluções que estamos a implementar no seio do maior projecto de metro ligeiro alguma vez construído.

Duarte Vieira
Comissão Executiva
do Metro do Porto, S.A.

O Metro e a Cidade

O Metro Ligeiro de Superfície desliza suavemente à superfície, sem fazer muito ruído, sob dois carris de aço.

A implantação dos carris é imposto por um sistema fechado de cotas, obedecendo a regras rígidas, sem contemplações subjectivas.

Os carris de aço, devem ficar embutidos no pavimento das ruas (em caso de emergência, os bombeiros têm que passar). Os materiais podem variar desde cubos de granito, tapete betuminoso ou tapete de relva.

Por motivos acústicos, os carris assentam sobre uma laje flutuante que recebe peças em aço, almofadadas com borrachas.

A implantação deste sistema obriga à demolição das ruas e, como consequência, de todas as infraestruturas.

Novas redes de saneamento, águas pluviais, gás, electricidade, telefone, tv cabo, fibra óptica e por vezes oleodutos, têm que coexistir com o próprio sistema do Metro a construir – multitubulares com caixas de 20 em 20 metros.

Mas o problema do Metro à superfície, não é só a superfície, há que pensar no céu, nas catenárias e na iluminação. Estas podem ser suspensas a partir de um “poste” central ou então com dois postes laterais.

Quando a largura da rua não permite o sistema, as catenárias ficam suspensas por cabos de fachada a fachada.

O problema é que geralmente as fachadas são em vidro “NUAGE”, ou com tijolo de 7 cm na parede exterior.

Trabalhamos do eixo para os lados (o canal do Metro é sempre inflexível) e o que sobra é distribuído para outros veículos, estacionamento quando cabe, e passeios até chegar às soleiras.

Podem-se fazer transições de materiais, mudar pendentes, mas as soleiras são “sagradas”, é como tocar no ombro de um desconhecido.

De ombro em ombro trocamos cotas, pavimentos, texturas, passeios, guias, contra-guias, postes de iluminação, árvores. Não é que queiramos alterar a geografia mas “Metro oblige”.

Quando há dificuldades, fala-se à Transmetro, à Normetro que, por sua vez fala ao Metro, à Câmara, à Junta de Freguesia, aos Moradores e aos Comerciantes.

Depois de estar aprovado, “Bom para execução”, começam a surgir ruas que se cruzam e se dilatam fazendo largos, rotundas, praças, recantos que sobram, pracetas, largos com árvores, parques de estacionamento à ilharga e, porque não, “Boulevards” - Av. da República: Gaia / Matosinhos.

Sem ser esta a nossa vocação, o Metro constrói lugares, recantos, junta cidades, desenha Metrôpoles - Gaia, Porto, Matosinhos, Maia, Trofa, Vila do Conde, Póvoa de Varzim, e Gondomar vem a seguir.

As cidades não mudam por vontade própria ou sistemas necessários à sua sobrevivência e ao seu por decretos políticos, mas pela emergência de desenvolvimento.

Foi assim com os Romanos quando sobre dois atalhos que se cruzavam desenharam o Cardus e o Decomanus, e no centro ficou o Forum.

Foi assim na Idade Média, quando no Forum ficou a Praça da Catedral, construída com as pedras do templo demolido.

Foi assim no Barroco, com o desenho de eixos radiocêntricos, ligando essa Catedral (já cheia de talha dourada) às portas da Muralha.

Foi assim no Neo-Clássico em que as portas recebiam as estradas passaram a ser praças, ladeadas foram demolidas ou redesenhadas e os largos que por conventos.

Foi assim no Século XIX com o caminho de ferro, em que alguns conventos passaram a estações (S. Bento).

Foi assim no Século XX com o Metro Ligeiro de Superfície (Matosinhos / Trindade).

Será assim no Século XXI em que o Metro de Superfície, deverá estar integrado num sistema planeado para uma nova geografia (já chega de improvisos) que não se pode adiar.

“O país é pequeno e nós somos poucos...”, mas penso que vamos conseguir.

* José Cardoso Pires

Eduardo Souto de Moura
Arquitecto



Três Sistemas de Sinalização Ferroviária

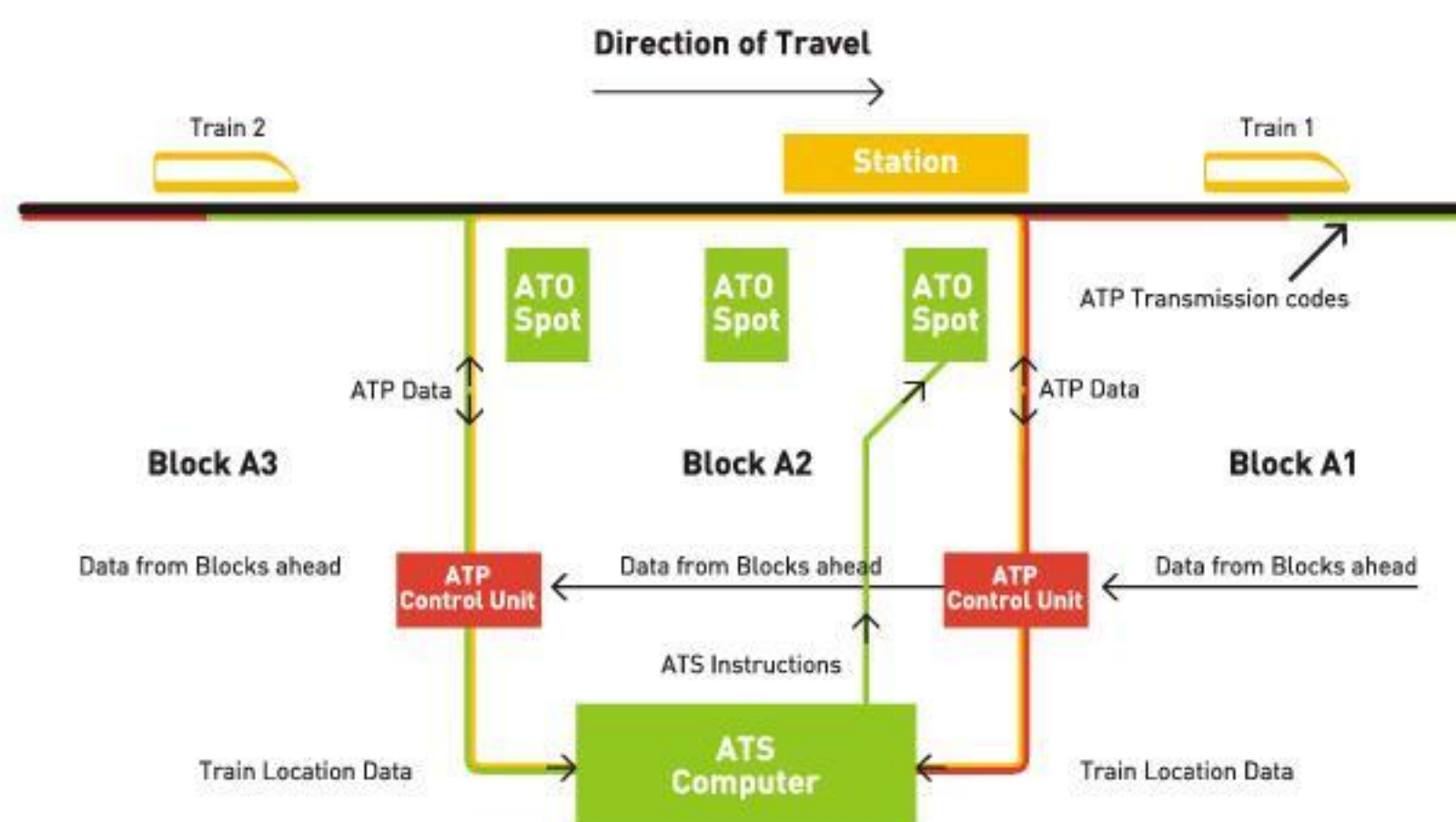
São apresentados neste artigo algumas reflexões sobre diferentes tipos de Sistemas de Sinalização Ferroviária e sua adequabilidade à realidade da exploração de redes ferroviárias com características diversificadas.

1. Os sistemas de sinalização ferroviária

A segurança ferroviária depende fundamentalmente dos sistemas de sinalização ferroviária. Estes sistemas, electromecânicos no passado e hoje com tecnologia electrónica, são a garantia que os comboios, metros e metros ligeiros possam circular sem risco de acidente.

Baseiam-se normalmente nos chamados sistemas de segurança intrínseca. Este tipo de sistemas utilizados nos domínios de engenharia mais exigente, como são as centrais nucleares e o mundo do aeroespacial, garantem que em qualquer circunstância os sistemas actuam sempre do lado da segurança.

Hoje em dia as redes de transportes ferroviários, sejam eles comboios de alta velocidade, sejam redes suburbanas ou metros "pesados", recorrem às tecnologias de sinalização ferroviária baseados em encravamentos electrónicos e sistemas de controlo de velocidade contínua ou pontual. A sofisticação das soluções é tal que em muitos casos, principalmente nos sistemas em sítio próprio, tipo metro pesado, permitem uma exploração totalmente automática, deixando a intervenção humana completamente de fora.



Overview of ATS as applied to a fixed block system





2. A sinalização ferroviária e os Metros Ligeiros

Se no mundo ferroviário clássico existe uma grande preocupação em termos de segurança e de sistemas de sinalização ferroviária, os sistemas ferroviários urbanos tipo eléctricos, ou mais recentemente os metros ligeiros, parecem ter sido “esquecidos” destas tecnologias. É usual as redes em exploração não incluírem sistemas de sinalização, ou até de ajuda à exploração. Baseiam-se no modelo de “condução à vista”, limitando fortemente as velocidades e a gestão dos riscos à capacidade da reacção do condutor.

Não é compreensível que, estes modos ferroviários urbanos mais ligeiros, não incorporem as vantagens de soluções de apoio à exploração mais capazes e mais seguras. À medida que os projectos dos metros ligeiros vão conquistando um lugar único no mercado da mobilidade, eles vão exigindo cada vez soluções mais eficientes aproveitando as soluções de segurança intrínseca do modo ferroviário mais clássico..



ATS+Sinal (Lapa)



Metro do Porto

3. O caso do Metro do Porto

O Metro do Porto é pelas suas opções de base um caso impar no domínio de sinalização ferroviária. Integra necessariamente os três modos de exploração ferroviária:

- Exploração em “marcha à vista” (troços à superfície).
- Exploração de “metro pesado” ou “metro enterrado” com cadências de dois minutos.
- Exploração suburbana de ligações a mais de 20 Km, como é o caso da Póvoa e Trofa



As exigências a responder pelas soluções que estão a ser implementadas são as seguintes:

a) Exploração marcha em vista

Tipicamente este modo ocorre em zonas urbanas em que há atravessamento de rotundas ou cruzamentos rodoviários, em que é necessário:

- regulação de frequências;
- coordenar a sinalização ferroviária com a semaforização rodoviária, garantindo-se prioridade de passagem ao veículo “Metro”;
- ter em consideração a existência, também, de regras rodoviárias a cumprir, nomeadamente a limitação a 50km/h;
- a existência de procedimentos de condução em que a intervenção do condutor é relevante.

b) Exploração “metro pesado”

Este tipo de exploração ocorre normalmente em túnel ou em zonas segregadas de elevada frequência de circulação, em que é necessário:

- regulação de frequências;
- existência de meios de auxílio à /supervisão de circulação que garantam elevados níveis de segurança;
- ter em consideração que os atravessamentos rodoviários/ pedonais devem ser desnivelados ou protegidos por “passagens de nível” tratadas pelos “encravamentos” ferroviários;
- haver flexibilidade para se manter circulação mesmo em circunstâncias de incidente ou “modo degradado”;

c) Exploração suburbana

Neste tipo de exploração, característico de linhas com dezena(s) de quilómetros e baixo tráfego ferroviário, há necessidade de:

- ter supervisão de velocidade e de eventual ultrapassagem de sinais restritivos;
 - existir protecção nos pontos de cruzamento com rodovias ou atravessamentos pedonais, as quais devem ser devidamente sinalizadas antes do seu atravessamento;
 - ter em consideração que é relevante o cumprimento de pontualidade.
- regulação horária.

4. Os metros ligeiros como oportunidade para a nova geração de sistemas de sinalização e de ajuda à exploração

No mundo ferroviário clássico e particularmente na Alta Velocidade está a ser desenvolvido um standard europeu o ERMTS. O objectivo é dispôr de uma tecnologia aberta e standardizada que permita garantir a interoperabilidade das redes europeias, diminuindo, se possível os custos de investimento.

No domínio dos sistemas mais metropolitanos falta encontrar as soluções a adoptar.

Os Metros Ligeiros pela sua "irreverência" devem reformular por completo os seus modelos dos sistemas de ajuda à exploração. As soluções ferroviárias mais clássicas constituem um activo e um conhecimento que têm de ser profundamente modificadas por estas novas redes de transportes metropolitanos. Simultaneamente ao especificar estes novos processos poderão contribuir para uma mudança de muitos sistemas tradicionais, perfeitamente obsoletos ou de custos exageradamente elevados.

Duarte Vieira
Comissão Executiva do Metro do Porto



Metro do Porto

O Fim do Bilhete

Ao longo dos tempos, na nossa sociedade, foi sendo construído um modelo em que por cada serviço que qualquer dos seus membros use, tem de ser detentor do comprovativo do seu pagamento. Assim, por cada serviço que qualquer de nós utilize, seja um meio de transporte, o uso de um parque de estacionamento, a ida a um acontecimento desportivo ou um espectáculo, terá que ter consigo um “bilhete” comprovativo do seu pagamento antecipado, sendo necessario um “bilhete” distinto e específico, para a utilização de cada serviço, emitido pela entidade que o presta.

No entanto este modo de organização tem algumas consequências como sejam:

- a perda de tempo, na realidade para cada serviço tem que ser adquirido, com antecedencia, de um “bilhete” separado;
- uma grande dificuldade para a consideração de economias de “escala” ou “integração” pelo que o preço total de mais que um serviço é a soma dos seus preços individuais de cada um deles,
- a impossibilidade de se ter um visão precisa e global dos hábitos e, consequentemente, se poder orientar, em muito curto prazo e de forma fexível, a oferta à procura.

Por outro lado , ser portador do “bilhete” é a única forma de se provar que não se está em situação irregular, perante o prestador do serviço, ou a cometer uma fraude.

A necessidade de se disponibilizarem serviços atractivos e coordenados, que facilitem a mobilidade das pessoas, levou a que os conceitos até aqui adoptados comecem a ser revistos. Assim começa-se a considerar que, numa área territorial, é possível tratar de forma integrada e coordenada um leque de serviços. Para estes serem acessíveis contrata-se a sua utilização de acordo com o perfil de utilizador, as suas necessidades ou desejos.

Na prática pode compor-se o “pacote” para cada um “à sua medida” e, com recurso a sistemas de informação potentes, vão-se contabilizando as utilizações realizadas apresentando-se, à posteriori, a factura de acordo com o contrato estabelecido e o grau de utilização feita num determinado período. Assim o custo total é ajustado, com precisão, à utilização realmente feita, não tendo que ser, por exemplo, obrigatoriamente mensal nem iniciar-se a 1 do mês terminando no último dia de um mesmo.



Isto é possível por a evolução tecnológica disponibilizar suportes para “títulos” que permitam inscrever e alterar, sempre que necessário, os dados essenciais do contrato estabelecido que, por exemplo, pode incluir o trajecto habitualmente e regularmente feito abrangendo diferentes meios transporte, o estacionamento de viatura usado para acesso a um ponto da rede de transportes e o acesso a um recinto desportivo ou de espectáculos utilizado com alguma frequência.

Esta forma de encarar leva a que sendo detentor de um único “título” em que:

- é inscrito previamente a previsão dos serviços cuja a utilização se encara vir a realizar, segundo o contrato estabelecido; e
- vão sendo registadas as utilizações feitas, podendo ser variáveis ao longo de cada período, poder-se-á contabilizar, segundo um tarifário integrado, o valor a pagar pelos serviços usados e emitir numa factura para regularização, à posteriori, que serve também de justificativa ou meio de verificação.

Assim o valor pago não é a soma dos custos unitários de cada serviço utilizado mas pode ter em conta o grau de utilização feita a diversidade de serviços usados e poder ter em conta, por exemplo, eventuais preços promocionais em certos períodos horários, semanais ou mensais.

Finalmente a existência de um contrato de serviços válido, embora em primeira instância comprovável através de um título físico com registos válidos inscritos, pode a qualquer altura ser comprovado através de consulta de base de dados criada com o estabelecimento de um contrato ou sua renovação e pode servir também para reembolso da parte não utilizada em caso de perda ou restrição do ambito contratual.

Para se atingir este ponto há que passar por varias etapas intermedias cuja duração ou existencia se torna possível à medida que esteja disponível tecnologia em varias areas que permitam suportar esta evolução. Para além disso há que juntar vontades no sentido convergente de serem capazes de se complementarem , apresentarem serviços de qualidade e atrativos em que o preço não tenha que ser o unico factor de distinção.

Um primeiro passo enquadra-se no conceito de “intermodalidade” em que a conjugação de vontades de um conjunto de operadores de transportes acordam em se articular oferecendo um serviço coordenado e em que para o utilizador um unico titulo valido será suficiente para se movimentar numa area territorial, em que a articulação de vontades se estabeleça.

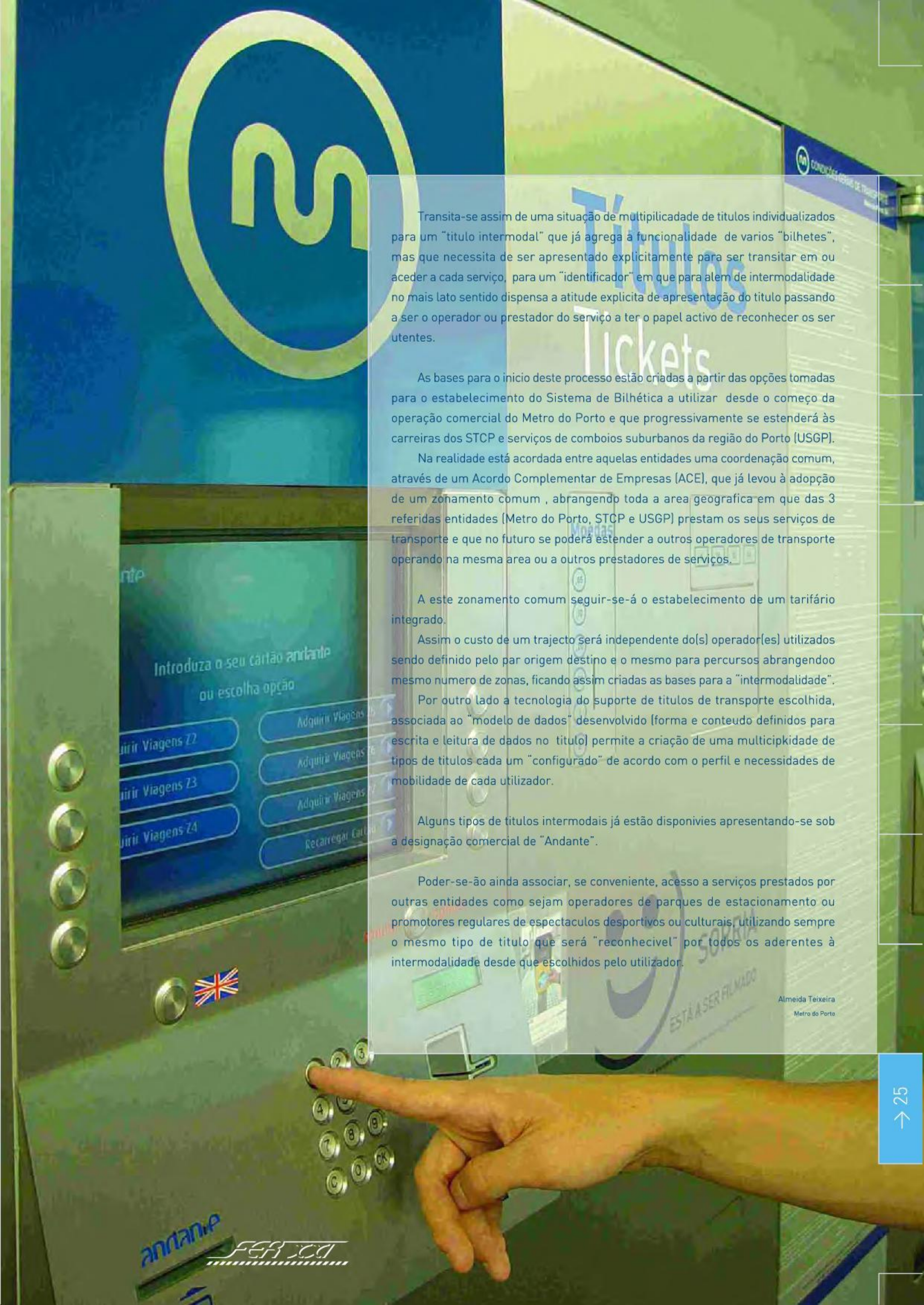
Complementarmente pode-se considerar a junção de outros serviços cujo acesso é possível pelos meios de transportes que lhe dão acesso. De qualquer modo cada utente escolherá o conjunto de serviços que melhor se adapte às suas necessidades e condições oferecidas por cada operador podendo passar de um operador para outro (aquilo a que correntemente se chama transbordo) sem necessitar de recorrer a titulos diferentes.

A rapidez de transito é melhorada pelo uso de tecnologia “sem contacto” para realização dos suportes de titulos.

Num segundo passo podemos antever que deixe de ser necessario proceder de modo explicito à validação do titulo, como forma se se aceder a um transporte ou serviço, mas seja feito o reconhecimento da presença e confirmação da validade da contratação do serviço a que se acede, pela detecção da posse de “identificador” activo.



Metro do Porto



Transita-se assim de uma situação de multiplicidade de títulos individualizados para um “título intermodal” que já agrega a funcionalidade de varios “bilhetes”, mas que necessita de ser apresentado explicitamente para ser transitar em ou aceder a cada serviço, para um “identificador” em que para além de intermodalidade no mais lato sentido dispensa a atitude explicita de apresentação do título passando a ser o operador ou prestador do serviço a ter o papel activo de reconhecer os servientes.

As bases para o inicio deste processo estão criadas a partir das opções tomadas para o estabelecimento do Sistema de Bilhética a utilizar desde o começo da operação comercial do Metro do Porto e que progressivamente se estenderá às carreiras dos STCP e serviços de comboios suburbanos da região do Porto (USGP).

Na realidade está acordada entre aquelas entidades uma coordenação comum, através de um Acordo Complementar de Empresas (ACE), que já levou à adopção de um zonamento comum, abrangendo toda a area geografica em que das 3 referidas entidades (Metro do Porto, STCP e USGP) prestam os seus serviços de transporte e que no futuro se poderá estender a outros operadores de transporte operando na mesma area ou a outros prestadores de serviços.

A este zonamento comum seguir-se-á o estabelecimento de um tarifário integrado.

Assim o custo de um trajecto será independente do(s) operador(es) utilizados sendo definido pelo par origem destino e o mesmo para percursos abrangendo mesmo numero de zonas, ficando assim criadas as bases para a “intermodalidade”.

Por outro lado a tecnologia do suporte de títulos de transporte escolhida, associada ao “modelo de dados” desenvolvido (forma e conteudo definidos para escrita e leitura de dados no titulo) permite a criação de uma multiplicidade de tipos de títulos cada um “configurado” de acordo com o perfil e necessidades de mobilidade de cada utilizador.

Alguns tipos de títulos intermodais já estão disponivies apresentando-se sob a designação comercial de “Andante”.

Poder-se-ão ainda associar, se conveniente, acesso a serviços prestados por outras entidades como sejam operadores de parques de estacionamento ou promotores regulares de espectaculos desportivos ou culturais, utilizando sempre o mesmo tipo de titulo que será “reconhecivel” por todos os aderentes à intermodalidade desde que escolhidos pelo utilizador.

Almeida Teixeira
Metro do Porto

O primeiro veículo de piso 100% rebaixado em Portugal

Os veículos ferroviários ligeiros, com tracção própria, são usados para transporte de pessoas, essencialmente em meio urbano, desde há mais de um século. Utilizados com grande sucesso, inicialmente, devido à facilidade de locomoção, comparativamente com os seus antecessores, puxados a cavalo.

Os veículos iniciais, eram essencialmente construídos com uma carroçaria (de madeira) assente sobre um chassis. Com alguns degraus de acesso à plataforma e portas de accionamento manual. Este conceito foi evoluindo, os próprios veículos viram as suas dimensões acrescidas e em alguns casos criaram-se composições com mais de um veículo. Os materiais usados na estrutura dos veículos, foram evoluindo, passando do aço carbono, ao aço inoxidável até chegar ao alumínio, caso do Eurotram. Nas últimas décadas do século XX, devido a preocupações ambientais e ao uso exagerado de viatura própria, tornando praticamente impossível o fluxo de tráfego em meio urbano, este tipo de transporte ressurgiu, tendo sido no entanto, praticamente reinventado. Neste intervalo de tempo, novas soluções tecnológicas foram aparecendo. Do ponto de vista técnico deverá ser sublinhada a tracção eléctrica assíncrona, com a preciosa colaboração da introdução da electrónica de potência comandada por microprocessador.

No caso do Eurotram Porto, este ponto reveste-se ainda de maior importância dado as rodas do mesmo bogie serem todas independentes, havendo um inversor accionando o par de rodas do mesmo lado, com todas as condicionantes técnicas que daí advêm.



Do ponto de vista geral, convém realçar as preocupações estéticas com os novos projectos de material circulante, nomeadamente a utilização de gabinetes de designers consagrados na indústria automóvel.



O Eurotram do Porto destaca-se pela sobriedade e fluidez das suas linhas, quer observando pelo exterior, quer sentindo-o no seu interior. Evolução do desenho criado por Zagato para o metro ligeiro de Estrasburgo, o veículo em circulação na cidade do Porto está de acordo com a beleza desta região e é um motivo de orgulho para a população.

A cor amarela – muitas vezes utilizada em sistemas de transporte público e já presente em alguns dos antigos eléctricos da cidade – foi escolhida para este veículo, procurando imprimir um sentimento de dinamismo e leveza ao mesmo tempo que cativa a atenção de quem o vê circular nas ruas da cidade. O cinzento metálico também cobre parte da pele do veículo reforçando a carácter de vanguarda tecnológica e de robustez que um sistema destes deve também conter.

No interior, mantém-se a mesma sobriedade de desenho, notável quer na forma dos bancos, quer também no padrão dos tecidos, quer ainda nas peças que servem de apoio a quem circula em pé. Para o pavimento foi escolhido um material que garante longevidade e resistência à utilização, apresentando um tom cinzento escuro; nos painéis laterais o cinzento clareia, ganhando luminosidade, sendo o revestimento do tecto quase branco. Por contraste, no interior das portas e no rodapé que atinge a altura dos assentos, aparece um azul-oceano semelhante à cor base do tecido dos bancos. As peças destinadas à segurança dos passageiros – pegas, balaústres, etc. – são especialmente visíveis por apresentarem a cor amarela, cor essa muitas vezes utilizada em equipamentos de segurança.

Como corolário deste trabalho, o Eurotram do Porto recebeu a mais importante distinção portuguesa em termos de design, ao receber do Centro Português de Design o prémio Design de Produto 2002.

Para além disto começou a dar-se maior importância à facilidade de utilização deste tipo de veículos e à sua modularização, podendo facilmente diversificar-se a oferta com custos inferiores e permitindo uma inserção urbana mais conseguida.

Tentando cobrir estes requisitos, o Eurotram Porto, é um veículo muito modular (sete módulos), com engate automático, podendo ser acoplado a outro, formando composições de dois veículos. Isto de uma forma automática.

Em termos gerais, este veículo é composto por sete módulos. Duas cabinas e dois módulos intermédios, assentes sobre bogies. Os três salões restantes, encontram-se suspensos, com ligações mecânicas aos bogies adjacentes.

- Grandes superfícies vidradas
- Facilidade de limpeza interior

Um conceito inovador neste veículo é o sistema de retrovisão, que em vez dos habituais espelhos, usa um sistema de câmaras de vídeo e afixação da imagem em monitores instalados na mesa de condução.

Para além destas características, sublinha-se o facto de o veículo ter uma unidade de ar condicionado simples por cabina e uma dupla por salão de passageiros, levando a níveis de redundância consideráveis em caso de falha de alguma delas.

O Eurotram Porto, revela-se como o que de mais evoluído se pode encontrar em termos de veículos ferroviários ligeiros. Em termos de segurança, de desempenho e design. A avaliação, no entanto mais importante para nós, será a que os nossos clientes vierem a fazer no decorrer dos meses que se avizinham.



Instituição em curva



Acoplamento automático



Câmara de vídeo

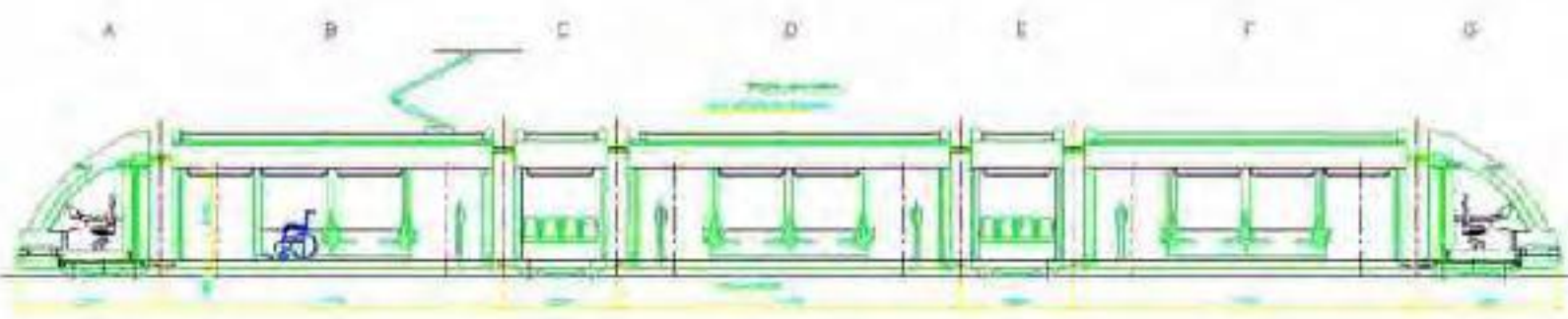


Pormenor da mesa de condução
Monitores vídeo ladeando o monitor do condutor



Metro do Porto

Apresenta-se abaixo desenho com as dimensões principais e tabela com algumas características do veículo:



Peso de veículo	ton	40.5
Comprimento (engate recolhido)	mm	35052
Velocidade máxima	Km/h	80
Lotação	4p/m2	215
Aceleração média de 0 a 30 km/h	m/s2	1,1
Desaceleração média de serviço	m/s2	1,2
Distância máxima de paragem na frenagem de serviço	m	200
Desaceleração média na frenagem de emergência	m/s2	2.4
Tensão de alimentação	Vdc	750

Em termos de segurança passiva, surgindo como forma de vencer certos receios ligados a projectos menos bem conseguidos, embora muito recentemente, já se conseguem fabricar revestimentos com classificação ao fumo e fogo M1F1. Isto acontece para os revestimentos interiores do Eurotram Porto, tornando-o ainda mais seguro, até em circulação em túnel.

Embora seja um produto industrial muito recente, poderá projectar os veículos ferroviários, cada vez mais, como produtos com elevados índices de segurança.

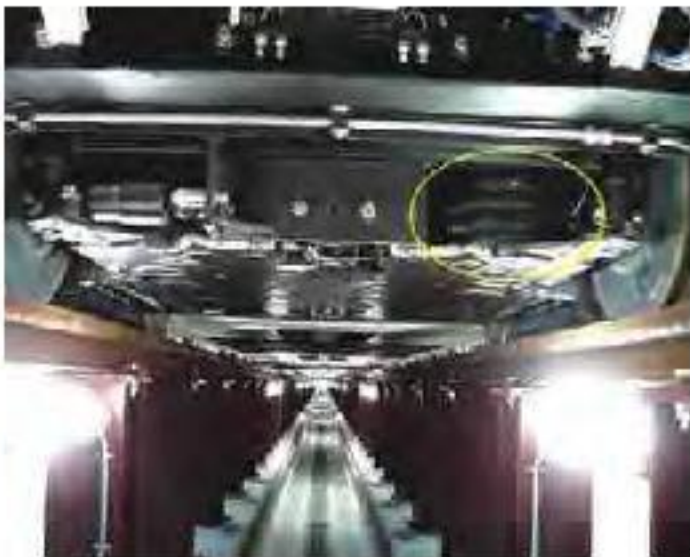
Em termos de segurança activa, o veículo possui um sistema de frenagem complexo, composto pela parte electrodinâmica (usando os motores de tracção), pelo freio mecânico (electro-hidráulico) e pelo freio electromagnético como complemento em casos de frenagem de emergência. Isto leva uma grande economia pois permite que o próprio veículo em frenagem possa devolver energia à rede, e leva a uma grande poupança em termos de desgaste de consumíveis. Outro ponto positivo em termos de segurança, é o facto de as portas possuírem um sistema de antientalamento, que detectando um objecto, esta se abre imediatamente, evitando acidentes.

A evolução, no entanto, mais emblemática e que surge como orientadora actualmente para veículos ferroviários ligeiros de circulação à superfície em meio urbano, é a solução de rebaixamento total do piso.

Este conceito, cada vez mais seguido em meios urbanos, à superfície, tem como seu "calcanhar de Aquiles", a dificuldade técnica de poder operar num serviço suburbano ou de metro pesado, com exigências que não são compatíveis com o rebaixamento total.

Características do Eurotram que revelam uma evolução em relação a projectos precedentes:

- Suspensão secundária pneumática, com regulação de altura do veículo automática em função da carga.
- Na foto, pode-se ver toda a parte baixa de um veículo e o pormenor de uma bolsa de ar da suspensão secundária. Há quatro destas bolsas por bogie.



→ Do ponto de vista do cliente, há uma enorme facilidade de utilização, até de pessoas de mobilidade reduzida e de carrinhos de bebé, devido à inexistência de rampas ou degraus no acesso a estes veículos. Na foto pode-se notar a ausência de desnível entre o cais e o piso de veículo.



- Interior amplo, sem rampas nem degraus.
- Facilidade de utilização por PMR.
- Grandes superfícies vidradas
- Facilidade de limpeza interior

Para além destas características, sublinha-se o facto de o veículo ter uma unidade de ar condicionado simples por cabina e uma dupla por salão de passageiros, levando a níveis de redundância consideráveis em caso de falha de alguma delas.

O Eurotram Porto, revela-se como o que de mais evoluído se pode encontrar em termos de veículos ferroviários ligeiros. Em termos de segurança, de desempenho e design. A avaliação, no entanto mais importante para nós, será a que os nossos clientes vierem a fazer no decorrer dos meses que se avizinham.



Tram Train – A complementaridade

Após a assinatura do contrato, alguns municípios que são servidos pelo Metro do Porto, reivindicam um conjunto de desenvolvimentos ao Anteprojecto, que implicavam várias alterações à proposta contratual. A realização destas alterações foi objecto de um adiantamento ao contrato inicial de 16 de Dezembro de 1998, acordado entre a Metro do Porto e a Normetro e que veio a ser formalizado em 29 de Março de 2001.

Posteriormente à celebração deste adiantamento, surgiram, tanto por parte dos autarcas como por parte das populações dos municípios atravessados pelas linhas P e T novas exigências, nomeadamente, a construção de novas estações, a redução do tempo de viagem entre os terminos das linhas (Póvoa e Trofa) e o centro do Porto e o aumento do numero de lugares sentados por veículo.

Ora, estas reivindicações eram compatíveis com o modelo de exploração previsto no contrato. Com efeito, mantendo o serviço com paragens em todas as estações, a introdução de novas estações conduziria, obviamente, a um aumento do tempo de viagem.

Para poder dar resposta a estas pretensões, o Metro do Porto vê-se obrigado a reformular o modelo de exploração destas linhas, passando a oferecer, em vez de um único serviço tipo “omnibus” (i.e., com paragem em todas as estações), dois tipos de serviços:

- um serviço “omnibus”, com as velocidades máximas previstas no contrato (80km/h)
- um serviço “expresso”, com paragens em poucas estações intermédias e com velocidades máximas mais elevadas, por forma a poder proporcionar tempos de viagem mais curtos de/para o centro da cidade do Porto.

Este novo modelo de exploração, com tipos de serviços distintos numa mesma infraestrutura e com velocidades de circulação mais elevada, acarreta, desde logo, outras exigências ao nível do traçado, da via, dos equipamentos de segurança e controlo de tráfego e do próprio material circulante, com vista a assegurar os padrões de fiabilidade e, sobretudo, de segurança exigíveis a um serviço com estas características:

- ao nível do traçado: remodelação de curvas (aumento de raios, transições e escalas), para aumento da velocidade de circulação; estabelecimento de variantes para eliminação de curvas com restrições de velocidade cujo raio não pode ser aumentado devido a condicionamentos locais (p. ex., impossibilidade de expropriação de casas);
- ao nível da via: dispor de uma via duplicada que possibilite a realização de ultrapassagens dos comboios “lentos” pelos comboios “rápidos” e de cruzamentos sem restrições, proporcionando, assim, um serviço mais fiável e mais seguro;
- ao nível da sinalização e controlo de tráfego: implementação de um sistema com desempenho superior ao contratual e tecnologicamente mais avançado, que proporcione um sistema intrinsecamente seguro;
- ao nível do material circulante: veículos com prestações superiores aos actuais Eurotram (sobretudo no que concerne a velocidade e aceleração máximas), e com maior robustez, para uma melhor adaptação às exigências de um serviço do tipo suburbano, da nova geração vulgarmente designados por Tram Train.



Durante muitos anos, o objectivo da inter modalidade, esbarrou em problemas técnicos consideráveis e de difícil e cara solução. Por um lado, as diferenças consideráveis em termos de acessibilidade de veículos ferroviários tão diversos, como sejam eléctricos, metros ligeiros, metros pesados, comboios suburbanos, inter-regionais, longo curso, etc. Por outro as diferentes prestações consoante os critérios de exploração. Assim um comboio suburbano, privilegiava a velocidade máxima em detrimento das acelerações, enquanto que um metro, ligeiro ou pesado, tentava o inverso.

Três conceitos diferentes de veículos ferroviários

Na década passada, tentou-se ultrapassar estes problemas com a introdução de um novo tipo de veículo ferroviário e um novo conceito de exploração das redes ferroviárias. Relativamente ao novo tipo de material circulante, o exemplo mais emblemático é o de Saarbrücken, na Alemanha. Relativamente ao conceito de exploração, Karlsruhe parece ser o caso de maior sucesso reconhecido. Após estes projectos, outros se seguiram, estando neste momento, em curso vários, sendo de salientar os de Kassel na Alemanha, Alicante em Espanha e Houston nos Estados Unidos.

Debrucemo-nos então melhor sobre as questões do novo tipo de material circulante proposto pelos fabricantes, no sentido de poder usufruir das vantagens de um metro ligeiro, combinadas com as de um comboio suburbano, tentando por um lado eliminar alguns dos maiores problemas técnicos dos veículos ligeiros com plataformas 100% rebaixadas.

Parece um autêntico "ovo de Colombo"?
Nem tanto...

Os veículos ligeiros com rebaixamento total do piso (altura do piso acabado ao topo do carril entre 300 e 400 mm), têm tido um enorme sucesso na utilização essencialmente urbana, dadas as facilidades demonstradas em termos de utilização, quer seja pelo fácil acesso, quer seja pela fácil deslocação ao longo do seu interior.

Estes veículos, conseguem em geral um enquadramento urbano muito bom e têm como alvo preferencial de utilização, a operação à superfície em cidades de média dimensão.

Este tipo de veículo, tem no entanto algumas limitações técnicas que não lhe permitem grande versatilidade em termos de diferentes filosofias de operação.



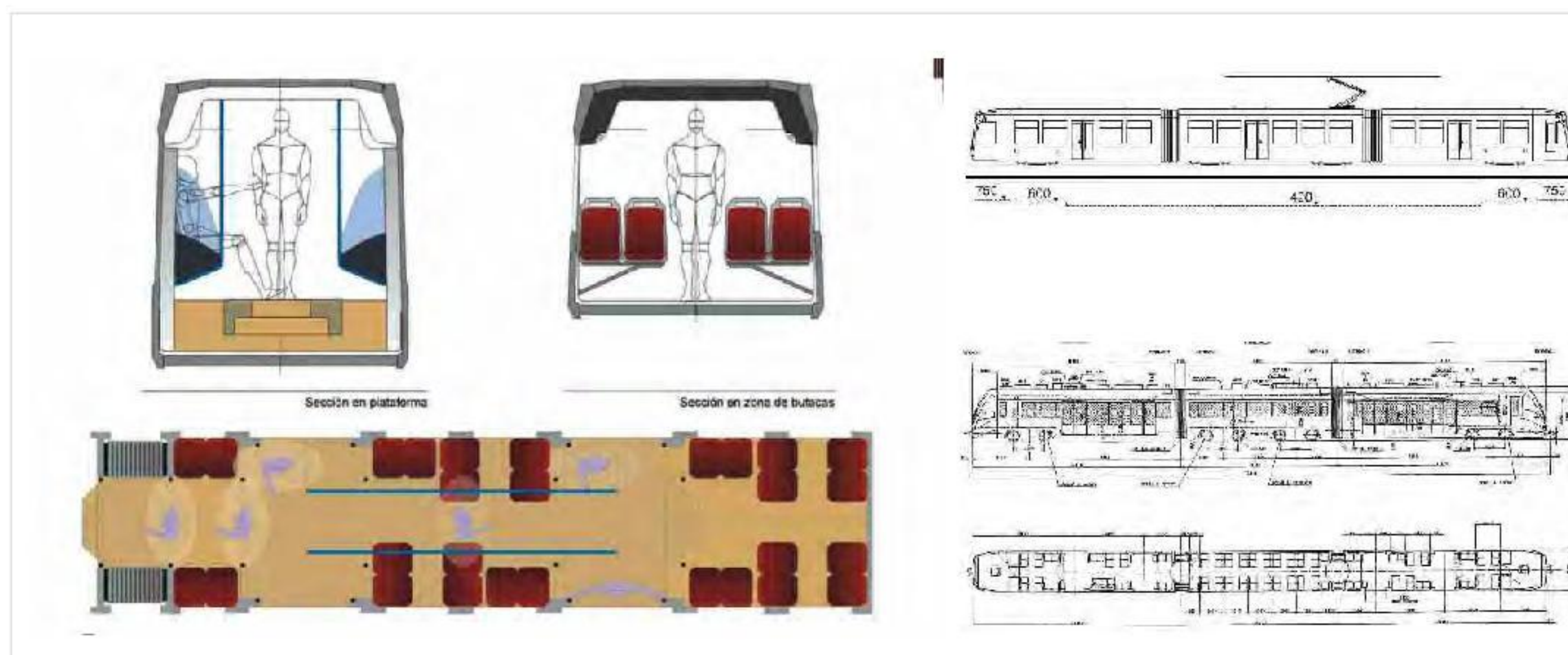
Metro do Porto

No sentido de otimizar os recursos previstos para a totalidade da rede do Metro do Porto, a empresa encara com interesse um novo tipo de material circulante que consiga combinar o fácil acesso dos veículos tipo eléctrico, às prestações de um metro pesado.

Estes veículos, possuem em geral dois salões de plataforma rebaixada, a cerca de 400 mm do topo do carril, tendo um salão intermédio mais elevado, normalmente sem portas de acesso. Em cada extremidade, possuem uma cabina, podendo esta ter uma porta para passageiros, mais pequena que as dos salões. O piso das cabinas está a uma cota mais elevada que os salões adjacentes.



Exemplo do interior de um veículo Tram Train



Conceito 1/ Módulo central de piso elevado

Existem no entanto filosofias diferentes, como a abaixo apresentada. Neste caso, o módulo central é totalmente rebaixado, sendo os salões adjacentes rebaixados até às portas de acesso.

Conceito 2/Módulo central de piso rebaixado

Em termos de tracção, estão equipados com conversores de tracção estáticos, accionando motores assíncronos com potências acima dos 100 Kw. O comprimento de um veículo deste género, sendo próximo dos 37 m, é compatível com veículos mais ligeiros e podendo funcionar em unidades duplas, atinge uma maior capacidade de transporte.

A solução adoptando eixos rígidos, entre duas rodas de lados opostos, é a mais habitual, no entanto já há algumas propostas com accionamento das duas rodas do mesmo lado do bogie.

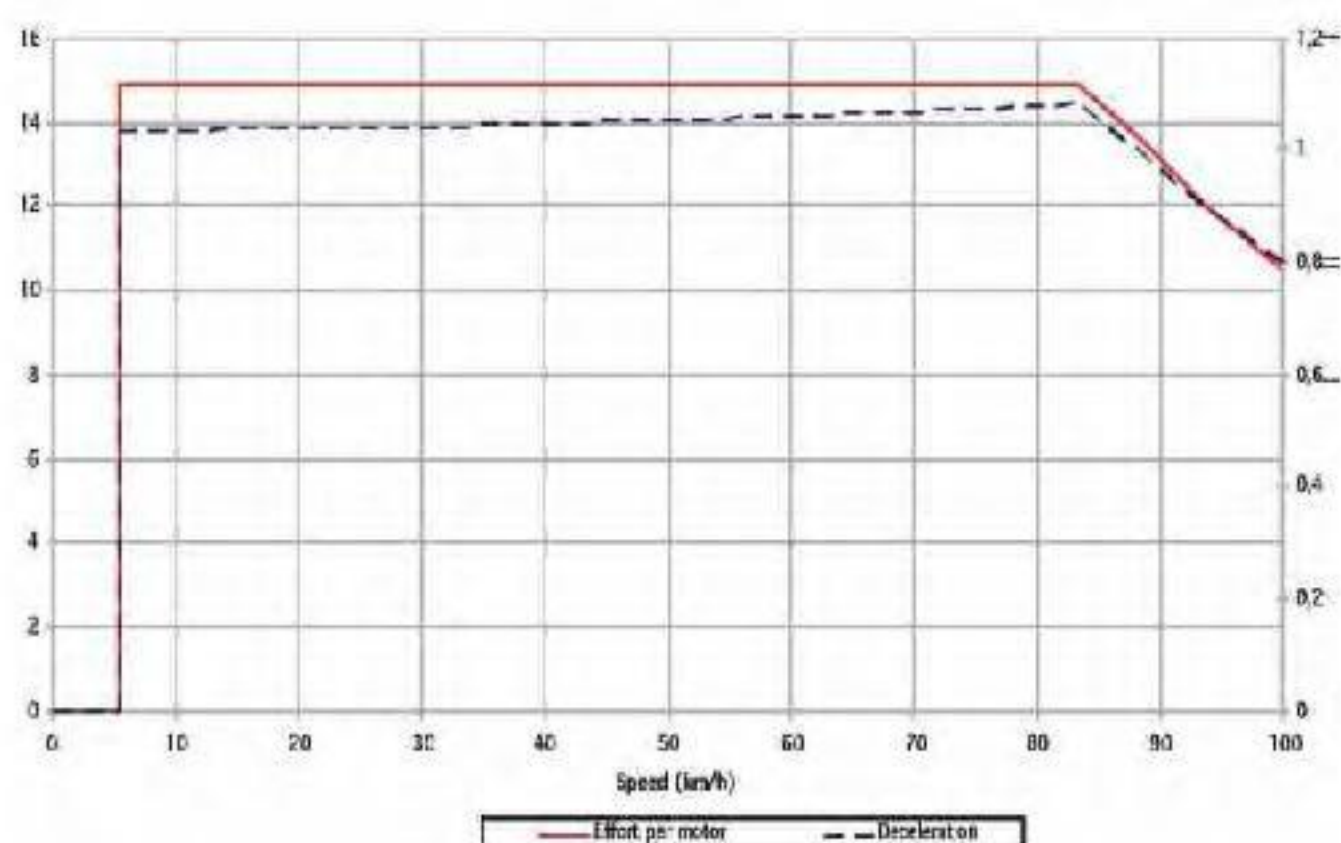
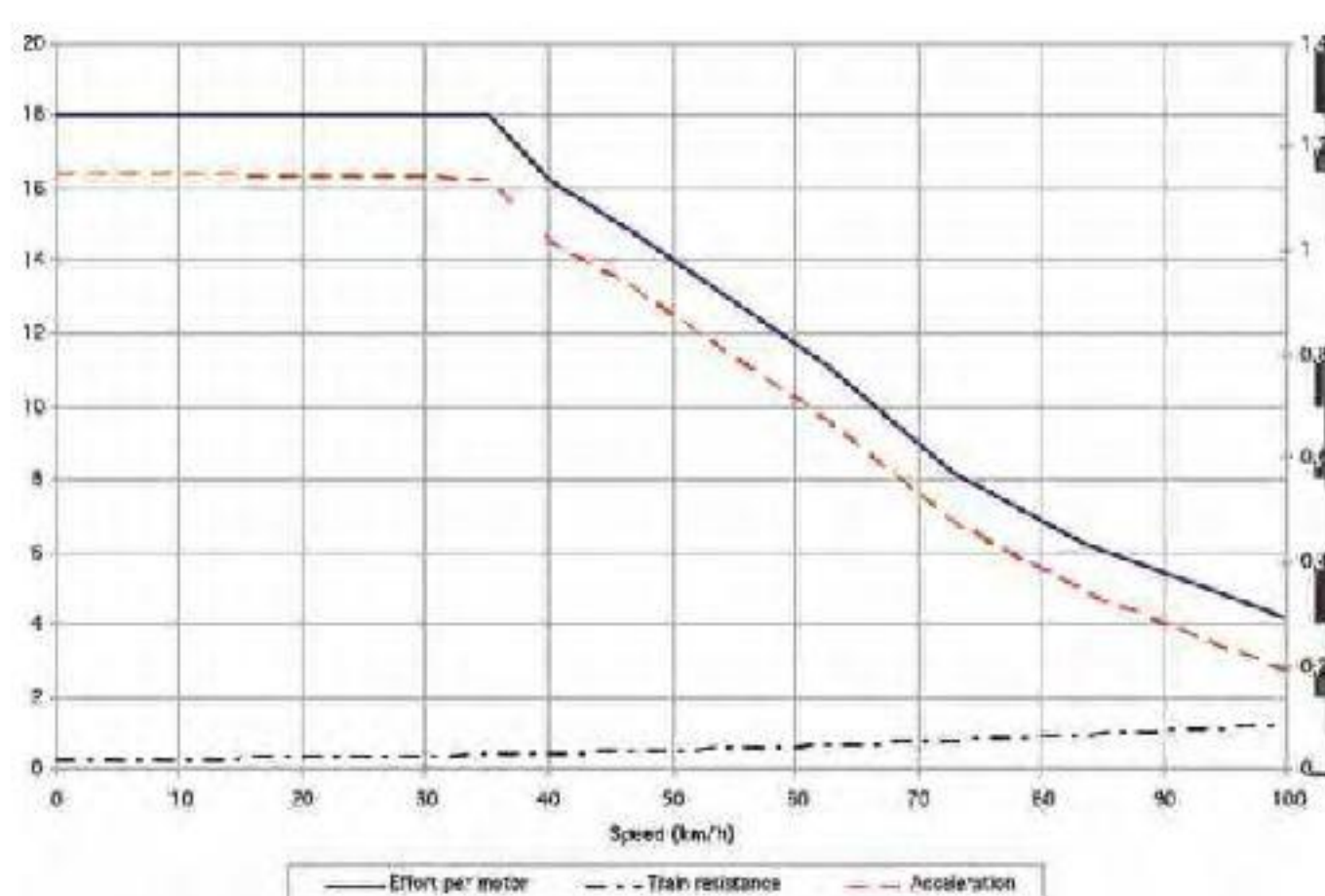
Os veículos de piso 100% rebaixado, devido ao pequeno espaço disponível e à ausência de eixo (rodas independentes), são fornecidos com motores de tracção com potências nominais bastante inferiores.

Cada motor acciona normalmente um par de rodas, podendo ser do mesmo lado ou de lados opostos do mesmo bogie.

Um bogie de um veículo Tram Train, aproxima-se mais de um bogie ferroviário clássico. É também evidente o maior diâmetro das rodas.

A ligação entre a caixa e o bogie, é também completamente diferente da do caso do rebaixamento total.

A suspensão secundária, pode variar entre as clássicas molas helicoidais e a mais moderna solução de bolsas de ar, com controlo da altura do piso consoante a carga.



As prestações dos veículos tipo Tram Train, quer em termos de acelerações, quer em termos de velocidade máxima, são superiores às dos veículos mais ligeiros. Em termos de velocidade máxima, ela poderá chegar aos 120 Km/h em alguns casos.

Abaixo apresenta-se a curva de binário de um veículo Tram Train com velocidade máxima de 100 Km/h.

A maior capacidade dos motores, reflecte-se também numa maior recuperação de energia.

Dadas as características deste motores, estes veículos conseguem manter o binário máximo até um limite de velocidade mais elevado, normalmente até aos 40 Km/h.

No caso dos veículos ligeiros, dada a pequena capacidade dos motores de tracção, para além de se conseguir recuperar uma pequena percentagem da energia envolvida na frenagem, há uma grande solicitação do freio mecânico, levando a desgastes e custos acrescidos em termos de materiais, ocupação oficial, imobilização e mão de obra.



Binário frenante de um Tram Train

Outras características, como o sistema de frenagem, tipo e técnicas de construção da caixa, climatização e informação aos passageiros, são equivalentes a outros tipos de veículos ferroviários, alinhando pelo que de mais avançado se vai fazendo no mercado ferroviário.

Estes veículos criam soluções operacionais mais versáteis, permitindo uma maior diversidade de oferta. Esta diversidade pode ainda ser complementada com a operação de unidades duplas.

Do ponto de vista técnico, permitem a implementação de soluções mais simples, funcionando em ambientes menos exigentes que os do rebaixamento total.

Permitindo, maior recuperação de energia e um desgaste menor de consumíveis, torna o seu "Life Cycle Cost", mais vantajoso.

Armando Sena
Metro do Porto

Principais Fabricos

- Caixas isotérmicas
 - Portas isotérmicas
- Componentes auto e ferroviário
 - Moldados diversos



Fabricamos para o Metro do Porto

- Frentes
 - Mesas de comando
- Paineis interiores
 - Paineis exteriores

(Cliente BOMBARDIER TRANSPORTATION)

- Fabrico em resinas de poliéster e fibra de vidro -



Polipoli, S.A.

Rua das Fábricas, 76, Apartado 99
4501 – 909 ESPINHO

Telefone : 227330330

Fax: 227330339

E-mail: poli.esp.port.@mail.telepac.pt



O Desafio das Estações Enterradas - Arquitectura

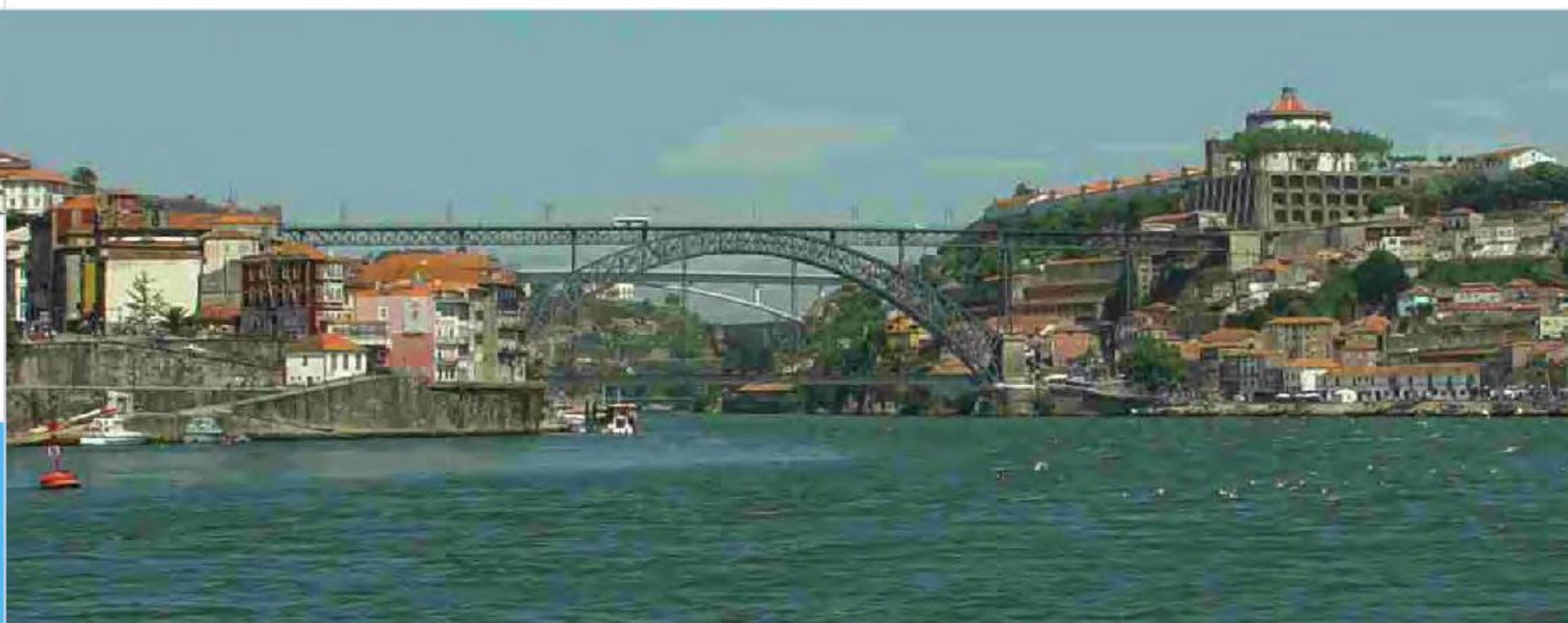
O metro ligeiro de superfície é, como o próprio nome indica um sistema de transporte desenvolvido para conviver com a paisagem urbana em toda a sua plenitude.



No entanto esta convivência tem limites que são impostos pelas características físicas do terreno e pelas limitações técnicas do próprio sistema que impõe raios mínimos de 25m e pendentes máximas de 7%.

O Porto, cidade antiga cujo centro histórico é património da humanidade, com marcas indeléveis de uma estrutura medieval, e um desenvolvimento ao longo dos séculos feito quase sempre à escala do momento, limitou a decisão entre a implantação do metro à superfície ou a solução enterrada.

É neste enquadramento que temos um sistema com duas linhas que cruzam o subsolo da cidade do Porto entre a Ponte D. Luis I e o Hospital de S. João e de Campanhã à Zona da Lapa, contendo 11 estações enterradas.



O PROJECTO E SUAS CONDICIONANTES

Após a adjudicação ao consórcio Normetro de toda a concepção e construção do sistema, o arquitecto Souto Moura – coordenador por parte desse ACE de todos os projectos de arquitectura e inserção urbana – chamou a si o desenvolvimento de 10 projectos das estações enterradas, delegando em Siza Vieira o projecto da estação de S. Bento.

A norma adoptada, NFPA 130 (national fire protection association), estabelecia quais as premissas a respeitar na elaboração dos projectos com principal relevo para as questões de tempos de evacuação, ventilação e desenfumagem.

Funcionalmente, as estações deveriam ser organizadas com base num sistema de bilhética aberto sem a presença de funcionários nas estações.

As características geológicas do terreno e os impactos à superfície, condicionaram formalmente os métodos construtivos a aplicar e consequentemente os projectos das nossas estações. Lembro que na sua maioria as estações estão implantadas no centro da cidade em zonas com arruamentos de perfil estreito e onde abundam edifícios classificados.

Com este cenário, desde cedo houve a percepção de que, as estações enterradas do Metro do Porto, seriam diferentes das estações de metro “convencionais” nomeadamente das do metro de Lisboa cuja comparação será inevitável.

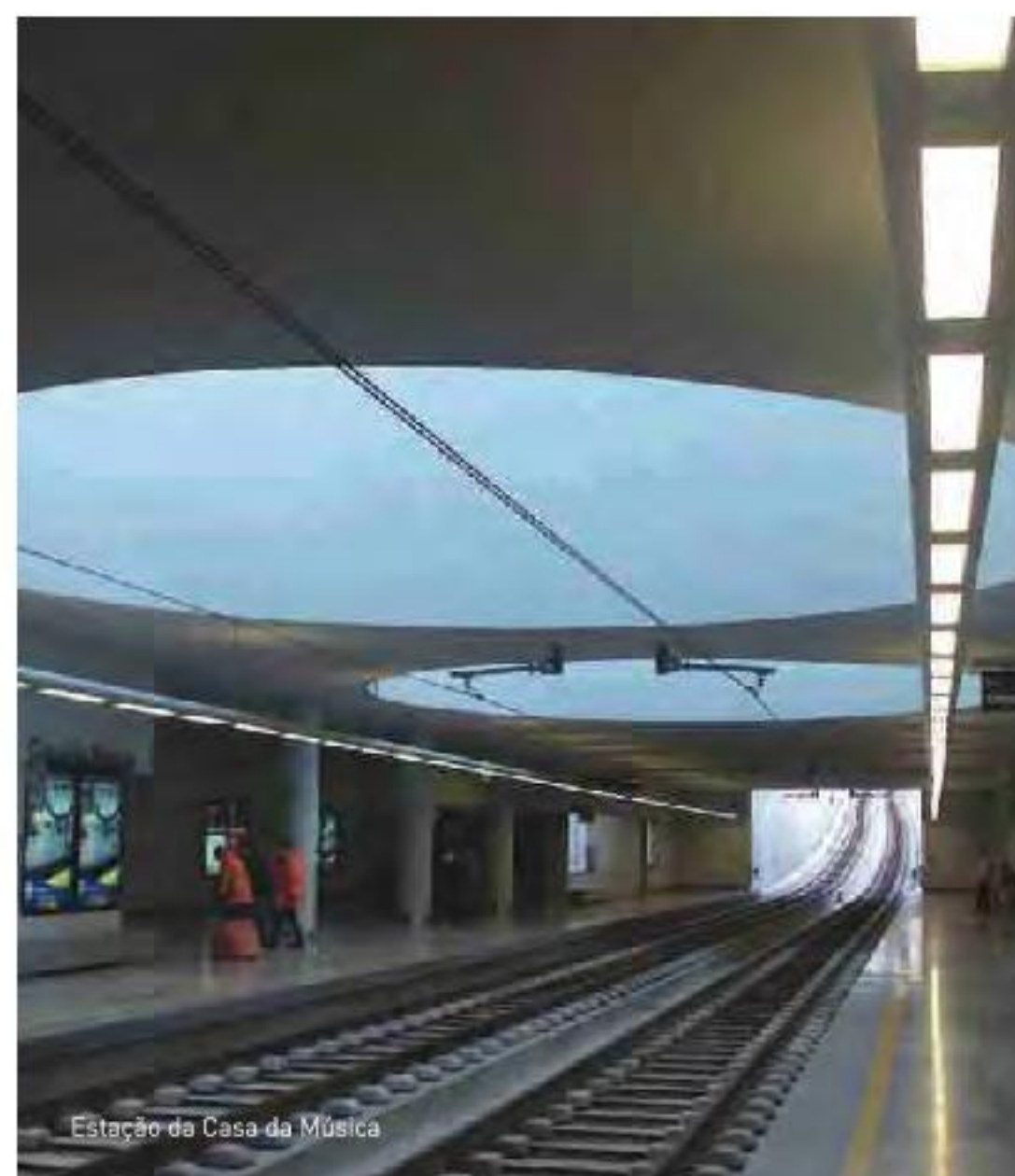
CONCEPÇÃO E ORGANIZAÇÃO

As condicionantes espaciais associadas ao rigor orçamental do contrato levaram a que o projectista e o cliente rapidamente acordassem os princípios base sobre os quais se iriam desenvolver os projectos. Nas estações enterradas, a forma segue claramente a função. Existem essencialmente dois tipos de estações enterradas cuja designação está associada ao método construtivo: As “Cut and Cover” ou M1 são estações construídas na sua totalidade a céu aberto, e que têm geralmente dois níveis sendo o primeiro de distribuição e o segundo o de embarque.

As “Mineiras” ou M3, são no geral mais profundas e constituídas por um corpo “Cut and Cover” que faz a ligação com a superfície sendo a restante construção galerias subterrâneas que fazem a condução e distribuição à grande caverna dos cais de embarque.

Embora diferentes, estes dois tipos de estações têm a mesma distribuição funcional.

O piso -1 designado por “Mezanino Alto” é o local de descompressão da estação.



Está organizado para programar a viagem de metro e para preparar a subida à superfície, é aqui que encontramos as MVA's (máquinas de venda automática de títulos de transporte) e seus validadores, acompanhadas pela informação ao público do sistema e informação multimodal com cartografia da área geográfica, centro da cidade, e quarteirão. É também neste piso que se encontram as casas de banho públicas e as áreas comerciais. Nas estações M1 este piso tem também funções de distribuição e de troca de cais. Nas estações M3 a troca de cais é feita por um piso/mezanino intermédio.

O nível de cais é em ambos os casos muito idêntico nas suas proporções com a excepção da cobertura que no caso das M3 é a própria caverna, enquanto que nas M1 é plana. O comprimento dos cais é de 70m equivalente a dois veículos acoplados, e a largura 3m. Quanto à via, ela é betonada mas com as travessas à vista, o que funciona como elemento dissuasor ao atravessamento.





ACESSIBILIDADES E MOBILIDADE

O Metro do Porto é na sua génese um projecto de vanguarda e como tal, os factores acessibilidade e mobilidade nas estações, surgem de uma forma natural dando continuidade às características do próprio veículo nesta área, e que são reconhecidamente boas.

Assim sendo, procurou-se à partida encontrar e dar forma aos melhores percursos, tendo em conta a sua economia na relação distância / tempo bem como o seu grau de conforto e segurança. Para o efeito, foram evitadas todo o tipo de barreiras arquitectónicas na concepção dos espaços e na distribuição dos equipamentos. Na estação Casa da Música (já concluída), estas medidas são visíveis por exemplo na localização das MVA's, armários técnicos e painéis publicitários, todos eles no mesmo plano das paredes, evitando mudanças de direcção desnecessárias e perigosas. Este tipo de medidas terá certamente maior impacto nas estações M3 onde raramente temos espaços com esta dimensão.

As escadas mecânicas foram colocadas de modo a conseguir um percurso completo de subida e descida enquanto que os elevadores garantem o acesso independente entre ambos os cais e a superfície, facilitando o acesso a pessoas de mobilidade reduzida.





O PRODUTO FINAL

A imagem final das estações é também uniformizada. Ao contrário de outros exemplos onde se optou pela criação de estações temáticas, com todas as vantagens e desvantagens implicadas, cada uma das nossas estações terá uma imagem que é familiar ao sistema.

Esta identificação resulta essencialmente da mesma linguagem arquitectónica, reflectida no tipo de relações espaciais, nos materiais de acabamento, no tipo de iluminação e restantes equipamentos electromecânicos, no mobiliário, na sinalética, e sobretudo no rigor do pormenor construtivo a que já nos habituaram os arquitectos envolvidos. Pensamos que deste modo é dada uma resposta eficaz às necessidades gerais dos espaços públicos no que respeita à fácil compreensão do espaço, sua manutenção e conservação, aliadas a uma componente artística patente na própria arquitectura enquanto elemento aglutinador que dá um só corpo às variadíssimas especialidades aí presentes.

Os materiais de acabamento são essencialmente o granito para o chão, o azulejo artesanal de tons claros para as paredes e o gesso cartonado para os tectos. A frieza e neutralidade dos materiais e dos tons utilizados, realçam a presença da luz, dos objectos e das pessoas trazendo-as para primeiro plano. O recurso à escultura como forma de valorização plástica de algumas estações é uma das soluções apontadas para responder mais eficazmente à função cultural inerente a todas as obras desta envergadura. Por outro lado é sabido que a presença de obras de arte deste ou de outro género nas estações do metro, servem também como ponto de referência e elemento orientador. Quando estamos a falar de estações com ambientes muito semelhantes, este papel assume maior importância.



Metro do Porto



Noutros casos como as estações "24 de Agosto" e "S. Bento", será aproveitado o espólio encontrado pelas escavações arqueológicas que acompanham toda a obra do metro e que têm trazido grandes e agradáveis surpresas. Um dos principais achados é sem duvida a arca de água encontrada no Campo 24 de Agosto antigo Campo Grande, e cujos trabalhos arqueológicos levaram-nos até ao "Chafariz de Mijavelhas" referenciado já em 1384, e que se situava nos arrabaldes do burgo junto do "caminho para Valongo". A arca agora encontrada, e que servia de reservatório para a cidade, remonta ao sec.XVI.tal como o testemunham as armas reais que timbram um dos alçados. Na estação 24 de Agosto esta arca será remontada e devidamente documentada para que todos a possam observar e compreender o que foi o Campo 24 de Agosto na estrutura da cidade.

A publicidade e os espaços comerciais também vão ter lugar próprio.

Os espaços comerciais têm um carácter essencialmente humanizante uma vez que a quantidade e a dimensão dos mesmos não se coaduna com grandes objectivos económicos. Quanto à publicidade ela é uma actividade com algum peso no sector dos transportes, pelo que é nosso objectivo torná-la mais atractiva, através da utilização de suportes activos para publicidade animada e sonorizada. Esta solução, mais versátil, permite dar uma maior e melhor resposta às necessidades do mercado publicitário, e abre caminho para um enorme leque de utilizações de animação e informação ao cliente.

Seguindo uma lógica de concepção baseada na qualidade de projecto e no rigor construtivo, o Metro do Porto irá criar estações despretensiosas mas com a dignidade e inovação suficientes para garantir bons ambientes contemporâneos. O Metro do Porto pretende assim completar uma boa oferta de serviço com infra estruturas atractivas e funcionais que certamente irão marcar pela sua singularidade a primeira fase do Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto.

Manuel Paulo Teixeira, Arq.
Metro do Porto



O Desafio das Estações Enterradas - Método Construtivo

A rede de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto é, internacionalmente, das maiores obras do sector em curso. Obra adjudicada no regime de concepção/construção/exploração, abrange a reabilitação de canais anteriormente utilizados pela CP, e a construção de novos troços, à superfície e em túnel, perfazendo 70km, com 74 estações ou paragens. Entrou já em serviço uma primeira parte da rede, entre Trindade e Matosinhos, promovendo o transporte de passageiros desde Dezembro de 2002.

A parte central da rede, em contexto urbano, é subterrânea, apoiada em dois túneis principais. A escavação do primeiro, com 2,4km, ficou concluída em Outubro de 2002, estando o segundo em construção, em duas frentes, por tuneladoras de equilíbrio de pressão de terra incorporando o estado da arte neste tipo de obras. Conta ainda com o túnel da Lapa, reconvertido, e um túnel de serviço, em escavação por processos tradicionais ("NATM").

Enquadram-se nesta parte da rede 11 estações enterradas. A construção destas estações, em plena cidade do Porto, densamente edificada, assume grande importância e desafio, realçando-se as características geomecânicas envolventes e a interacção das escavações com as estruturas vizinhas. O prazo e a grande mobilização de mão de obra e equipamento potenciam o desafio. Tendo a primeira estação enterrada - Casa da Música - entrado em serviço, encontram-se em distintas fases de construção as restantes dez.

Os estudos geológico-geotécnicos desenvolvidos permitem concluir que, num primeiro horizonte, poderão ser encontrados sob o tecido urbano da cidade, uma cobertura de aterros, ou uma cobertura de depósitos sedimentares, ou de imediato o maciço granítico. Este maciço granítico é muito heterogéneo quanto ao tipo de alteração, podendo-se encontrar, às cotas interessadas pelas escavações, desde rocha sã até decomposta. Em geral apresenta-se bastante fracturado, podendo as discontinuidades conter, ou não, preenchimentos de argila, o que, em conjunto com as características de alteração das formações confere grande complexidade ao regime de percolação da água. As campanhas de prospecção realizadas permitiram a caracterização, parame-trização e estabelecimento de modelos geológico-geotécnicos. Antigas intervenções identificadas, como poços e galerias, passíveis de afectar o comportamento geotécnico, foram tidas em consideração.

Seis das estações (Casa da Música, 24 de Agosto, Salgueiros, Trindade, Aliados e S. Bento) foram possíveis de construir a céu aberto, apesar da proximidade aos edifícios, em parte dos casos. Trata-se de obras de grande volumetria, com profundidades de escavação de 20-30m, e grande ocupação temporária de superfície, com os decorrentes impactes. Basicamente foram concebidas estações de cais laterais, na maioria dos casos com dois pisos intermédios entre o nível de cais e a superfície, onde se desenvolvem as circulações e se localizam os espaços técnicos. De implantação praticamente coincidente com a área necessária ao nível do cais (da ordem de 75 x 25m), correspondem a uma estrutura paralelepípedica de betão armado. Existem, no entanto, organizações distintas, por exemplo orientadas para interface com outras linhas ou outros meios de transporte (Casa da Música, S. Bento, Trindade). No primeiro caso, o cruzamento de uma futura linha foi preconizado à partida; no caso da estação da Trindade, interface das duas linhas principais, existem duas estações distintas interligadas. Albergando a chegada das duas tuneladoras, e servindo de base à construção do túnel de ligação e ao rearranque de uma das tuneladoras, e atendendo às entradas em serviço faseadas no tempo, é um estaleiro em constante mutação.



Tentando solucionar a equação que confronta custos/prazos e qualidade, e dependendo das características da envolvente e da proximidade de outras estruturas, tem-se recorrido a diversas técnicas de contenção, nomeadamente a estacas tangentes, por vezes com tratamentos em jet-grouting, ou a estacas secantes. Por vezes recorre-se ainda a paredes moldadas ou a muros tipo Berlim ou Munique, ou ainda à simples pregagem de taludes, no caso de rocha. Atendendo às profundidades atingidas, e consequente heterogeneidade, em vários casos foram preconizadas mais que uma técnica de contenção. O travamento destas contenções tem sido materializado por escoras pré-tensionadas, ou por ancoragens pré esforçadas. Em frentes onde é possível, recorre-se a técnicas sem contenção prévia da envolvente da escavação, com o avanço por ciclos de escavação e suporte (betão projectado e malha electro-soldada). Na maioria dos casos, a proximidade aos edifícios obriga a grande rigor construtivo.



estação dos Aliados

Quatro das estações enterradas, por insuficiência de espaço à superfície, são essencialmente construídas em caverna, por processos tradicionais de escavação subterrânea (Lima, Faria Guimarães, Bolhão e Heroísmo). Constarão basicamente de uma caverna principal, longitudinal, onde se insere a plataforma e os cais laterais, e transversalmente, de outra caverna, albergando as ligações a um poço vertical, que por sua vez contém as escadas até à superfície. Em face das características do subsolo, pequenas coberturas e estruturas envolventes, representam um grande desafio e obrigam a grande rigor construtivo. A sua execução parte da construção de um poço de acesso desde a superfície, com altura da ordem dos 20m, que abrigará, em situação definitiva, os acessos à estação e grande parte dos locais técnicos necessários. Onde possível esse poço será colocado de forma a permitir a diminuição da extensão em caverna; em outros casos, existirá mais de um poço. Na execução destes poços têm vindo a ser utilizadas técnicas de escavação e contenção genericamente semelhantes às atrás descritas.



Estação do Heroísmo



Metro do Porto



A partir deste(s) poço(s) serão escavadas as cavernas (de vãos até 18m), por fases, utilizando meios mecânicos ou explosivos. No suporte utilizar-se-á betão projectado, malha electro-soldada, pregagens, cambotas, ... Recorrer-se-á à estabilização da frente, à pré-contenção do contorno da escavação, e a tratamentos apropriados das intersecções. O faseamento em cada estação depende das características específicas.

Caso particular, na estação do Marquês foi possível materializar, com implantação em função da minimização de impactes nas árvores existentes, um poço central de grandes dimensões, sem contenção prévia, escavado e suportado por ciclos, de onde se iniciam duas pequenas cavernas para comportar o restante comprimento de cais. Esta estação torna-se assim um misto das duas tipologias atrás descritas. Na estação de Salgueiros, técnica semelhante será empregue para a materialização de dois poços secantes, que no conjunto albergam toda a estação.

Na envolvente destas novas construções, há a destacar o património existente. Para promover o conhecimento do real estado dos edifícios vizinhos, e permitir o desenvolvimento de projectos adequados e seguros, são vistoriados todos os edifícios na faixa de influência das escavações e lavrados autos com as suas características geométricas e estruturais, tipos de fundação e de construção, estado de conservação, danos aparentes e outros dados relevantes. Estes dados permitem avaliar a vulnerabilidade dos imóveis, sendo obrigatoriamente considerados pelo projectista no dimensionamento da obra. Tem sido desenvolvida, para esses edifícios uma sistemática análise de risco, com estimativa de deformações do terreno e consequente estimativa de danos nos edifícios (critérios de Rankine ou Burland). Função de danos previsíveis, poderá ser decidida a sua instrumentação ou o seu prévio reforço. Este levantamento patrimonial, sistemático, permite ainda distinguir danos pré-existent, de eventuais novos danos. Há que referir ainda a presença de grandes aterros, e de galerias ("minas") e poços, muitas vezes

esquecidos ou sobrepostos por novas estruturas. Dado que estas construções antigas podem influenciar significativamente o comportamento da envolvente, é imperioso conhecê-las, pelo que se tem recorrido à consulta de diversos registos, bem como à vistoria sistemática da área de influência da obra. Em alguns casos são tomadas medidas específicas de tratamento.

O desenvolvimento das obras é acompanhado por sistemas de instrumentação geotécnica/estrutural que têm como objectivo conhecer o real comportamento das escavações e seus impactes no terreno e estruturas envolventes. A informação é coligida num sistema SIG, possível de consultar pelas diversas partes envolvidas na obra. Procura-se promover a análise da informação mais relevante em “tempo real”, permitindo a validação, calibração, ou rectificação dos parâmetros e métodos utilizados na escavação. São também produzidos gráficos representativos da evolução das diversas grandezas, permitindo interpretações e retro-análises diversas.

Atendendo à complexidade destas estruturas e ao contexto em que se inserem, são necessárias, em obra, equipas representantes do projectista e do construtor, com a capacidade de decisão, abertura de espírito e flexibilidade suficiente para adaptarem o projecto e os métodos construtivos às reais condições encontradas e aos comportamentos observados. Sendo uma obra em regime de concepção/construção, cabe ao construtor (e projectista) a implementação da organização e procedimentos que favoreçam a agilidade de decisão que se impõe, para garantia de eficácia, segurança, e mesmo de rendimento dos processos. O dono de obra sempre acompanhará e colaborará nas decisões necessárias. Numa obra desta envergadura e complexidade, apenas o aproveitamento de sinergias, e o empenhamento de todas as partes permitirá atingir os objectivos propostos.

Jorge Quethas
Metro do Porto



Estação 24 de Agosto



Metro do Porto

Túnel - Trindade/Campanhã



Construir um Túnel que fará parte de uma das linhas, do que já é uma realidade, o Metro do Porto, foi um desafio que teve início em 14 de Junho de 2000.

Este Túnel, com uma extensão de 2.300 metros, desenvolve-se desde Campanhã à Trindade, atravessando um denso tecido urbano em grande parte constituído por edifícios antigos de alvenaria em estado de conservação pouco satisfatório, minas que em tempos foram utilizadas para exploração de águas ou fazendo parte do sistema de esgotos e por poços na sua grande maioria desactivados ou de difícil detecção.

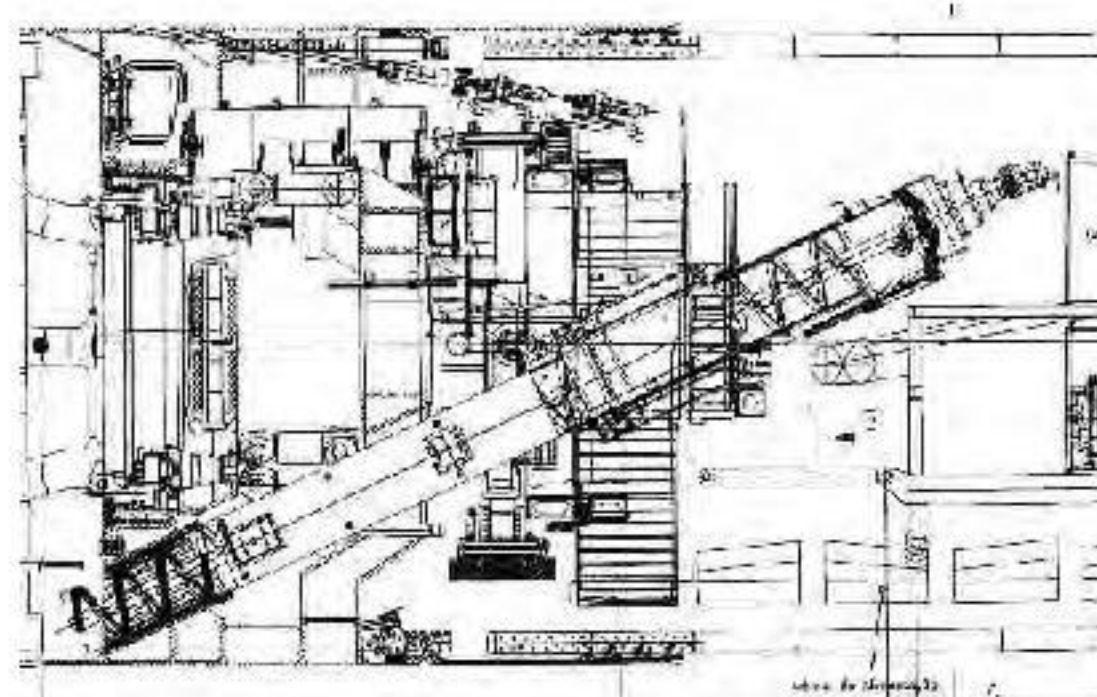
Ao longo do percurso do Túnel irão ser construídas 5 estações, 2 mineiras (Heroísmo e Bolhão), 2 à superfície (Campanhã e Trindade) e 1 "Céu Aberto" (24 de Agosto). A abóbada do Túnel situa-se a uma profundidade entre os 25 metros e 3 metros na Rua do Bonjardim, foi escavado na sua totalidade em granitos, usualmente designados por "Granitos do Porto", que se caracterizam pela sua enorme heterogeneidade. Atravessa zonas de terrenos quase sãos (w2) a zonas muito alteradas (w5/w6). O Granito do Porto caracteriza-se pela frequência que ocorrem passagens bruscas de bom para mau terreno e vice-versa, o Túnel situa-se sempre abaixo do nível freático.



Mina na zona do Bolhão

Método de Escavação

Escolher o método de escavação correcto, que se adaptasse às condições da envolvente e que tivesse o menor impacto possível à superfície foi o primeiro desafio. Com o desenrolar dos trabalhos a escolha demonstrou-se correcta, tendo-se optado pela utilização de uma TBM-EPB (Tunnelling Boring Machine - Earth Pressure Balanced), construída pela Empresa Alemã Herrenknecht.



A Tuneladora - "MICAS"



Fase de Montagem da Tuneladora



Montagem da Tuneladora



Metro do Porto

Baptizada de "MICAS", nome carinhoso pelo qual são conhecidas as Marias, em homenagem às Mulheres do Porto. A máquina com uma cabeça de corte com 8,7 m de diâmetro e um escudo com 8,5 m de comprimento, pesa 670 Ton, de aço, transformado numa Toupeira Gigante, puxa um "Backup" com 64 metros de comprimento, onde estão montados uma panóplia de equipamentos que permitem o funcionamento da máquina.

A Tuneladora EPB, além de conseguir a estabilidade da abóbada e hasteais, através do escudo, estabiliza a frente através de uma câmara estanque onde entra o material escavado; aqui o produto da escavação é acondicionado com bentonite, polímeros ou espumas, de forma que este se transforme num material minimamente homogéneo, trabalhável, denso e impermeável, (com aspecto de uma lama espessa independentemente da sua dureza quando in-situ) cria uma "barreira", que através de uma pressão correcta controla a deformação da frente e as sobreescavações, garantindo assim a estabilidade da frente de escavação.

Após o material ter adquirido estas características, na câmara criar-se-á uma pressão que estabiliza teoricamente a frente (o que será confirmado durante a execução da escavação). O processo de escavação / retirada do material da câmara através do parafuso sem-fim, transportado até à luz do dia por um tapete transportador montado ao longo do túnel, permite manter a pressão de estabilização da frente dentro dos limites de segurança. O escudo avança por pressão que os 19 pares de macacos exercem sobre o último anel montado, exercendo uma força de impulso que poderá ir até às 7.200 Ton, criando espaço para a montagem de mais um anel, em betão armado, (constituído por seis aduelas mais uma de fecho que fará parte do revestimento definitivo do túnel a construir) dos 1.640 que foi necessário montar até chegar à Trindade. O processo de escavação fica completo assim que é preenchida com arga_massa a folga entre o extradorso do anel, entretanto montado, e o contorno da escavação, confinando-os.

A escavação processa-se 24 horas por dia, 6 dias por semana, sendo cada turno formado por uma equipa de 15 trabalhadores.

Este método de escavação situa-se no subgrupo de escavação de túneis com meios mecânicos, TBM-EPB, a forma de escavação anteriormente descrita é denominada modo fechado.

A escavação desenvolveu-se ao longo do percurso, sempre em modo fechado, devido essencialmente à heterogeneidade associada a este tipo de terrenos, Granitos do Porto, bem como salvaguardar a possibilidade do aparecimento de poços ou minas não cadastradas.

Como agente acondicionador dos materiais de escavação na câmara foram utilizados os polímeros tendo sido feitas algumas experiências com espumas em zonas não edificadas.

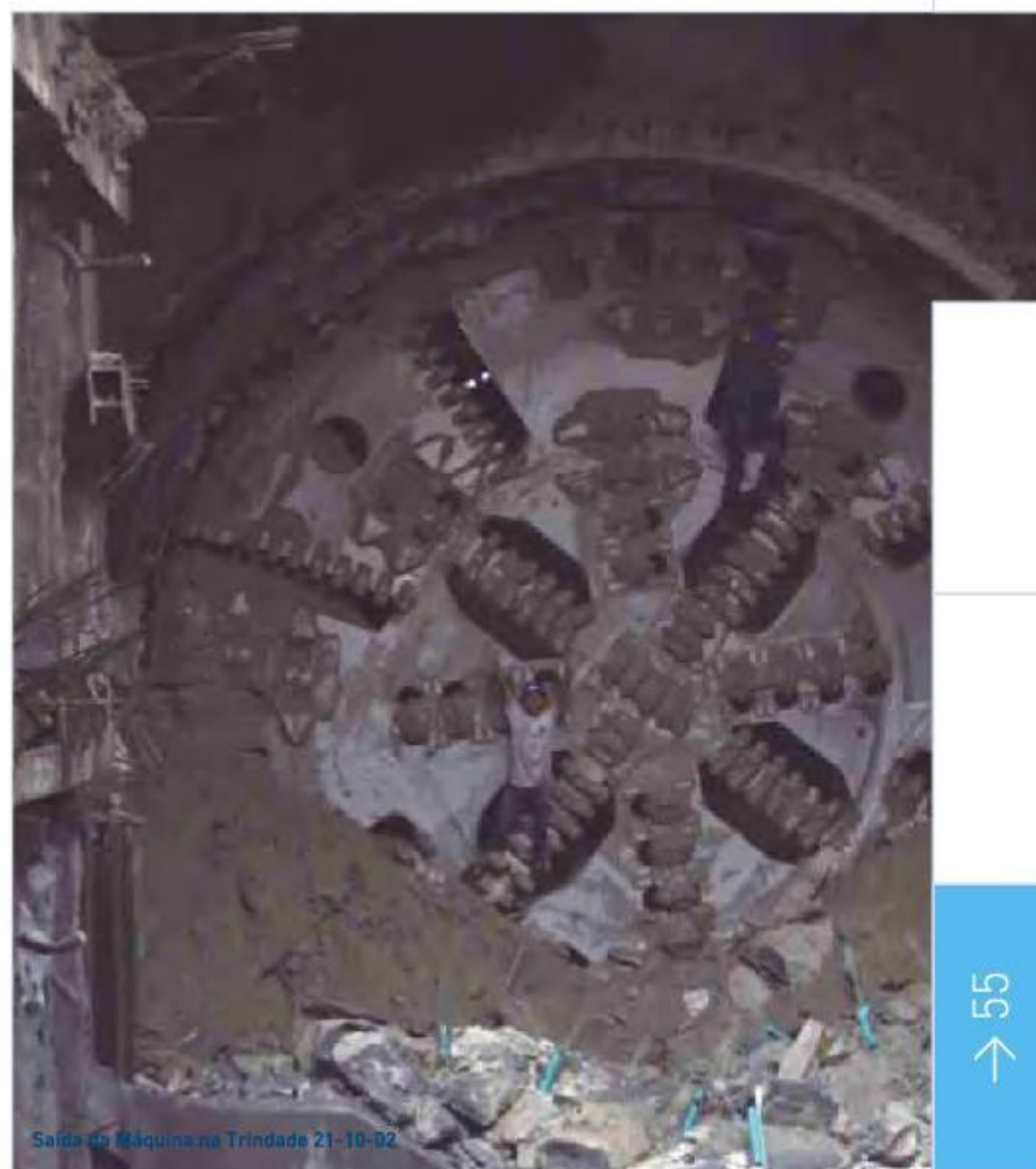
A escavação do Túnel terminou em 21 de Outubro de 2002.



Vista do interior do Túnel



Fábrica das aduelas



Saída da Máquina na Trindade 21-10-02

Controlo das Escavações:

No processo de escavação, são efectuados controlos sistemáticos, nomeadamente:

- Sobreescavações através da avaliação indirecta do volume de material escavado, pesando todo o material que é retirado e verificando o volume de argamassa injectado no preenchimento do vazio anelar entre o contorno da escavação e o extradorso do anel.
- Deformações, no contorno da escavação, em profundidade, e à superfície, através da monitorização.
- Pressões nos sensores montados na câmara, que deverão ser mantidas dentro de determinados valores.
- Inspecções à frente de escavação.

A realização de injeções secundárias permite verificar e validar a qualidade e segurança do processo de escavação.

Em terrenos potencialmente instáveis deve evitar-se a formação de um gradiente entre o maciço envolvente e o material que preenche na totalidade a câmara, o que favoreceria a afluência de água e, por consequência, o arrastamento do material alterado até à câmara, provocando perdas de solo. Para tal, a pressão na câmara de escavação deverá ser, no mínimo, ligeiramente superior à soma da pressão de água do maciço (nível freático) e da pressão de terras.

A pressão é medida em sensores situados na câmara de escavação. Nas máquinas utilizadas na escavação dos Túneis do Metro do Porto existem quatro níveis de sensores distanciados de 2 metros, estando o nível superior a um metro do ponto mais alto do túnel.

Durante o avanço do escudo deve-se observar que não se produzem:

- subidas de pressão durante as paragens: se for verificada esta situação, a pressão de referência deverá ser corrigida para um valor acima do valor medido;
- variações da pressão durante o processo de escavação superiores a 0,3 bar: seriam um indício que o material existente na câmara não está homogeneizado;
- reduções nas diferenças de pressão entre os sensores de diferentes níveis, que indicariam uma densidade aparente do material na câmara inferior à mínima; neste projecto admitiu-se que o material na câmara não pode ter menos de 1,4 Ton/m³;
- variações importantes no impulso da máquina, isto pode indicar variações bruscas do tipo de terreno;

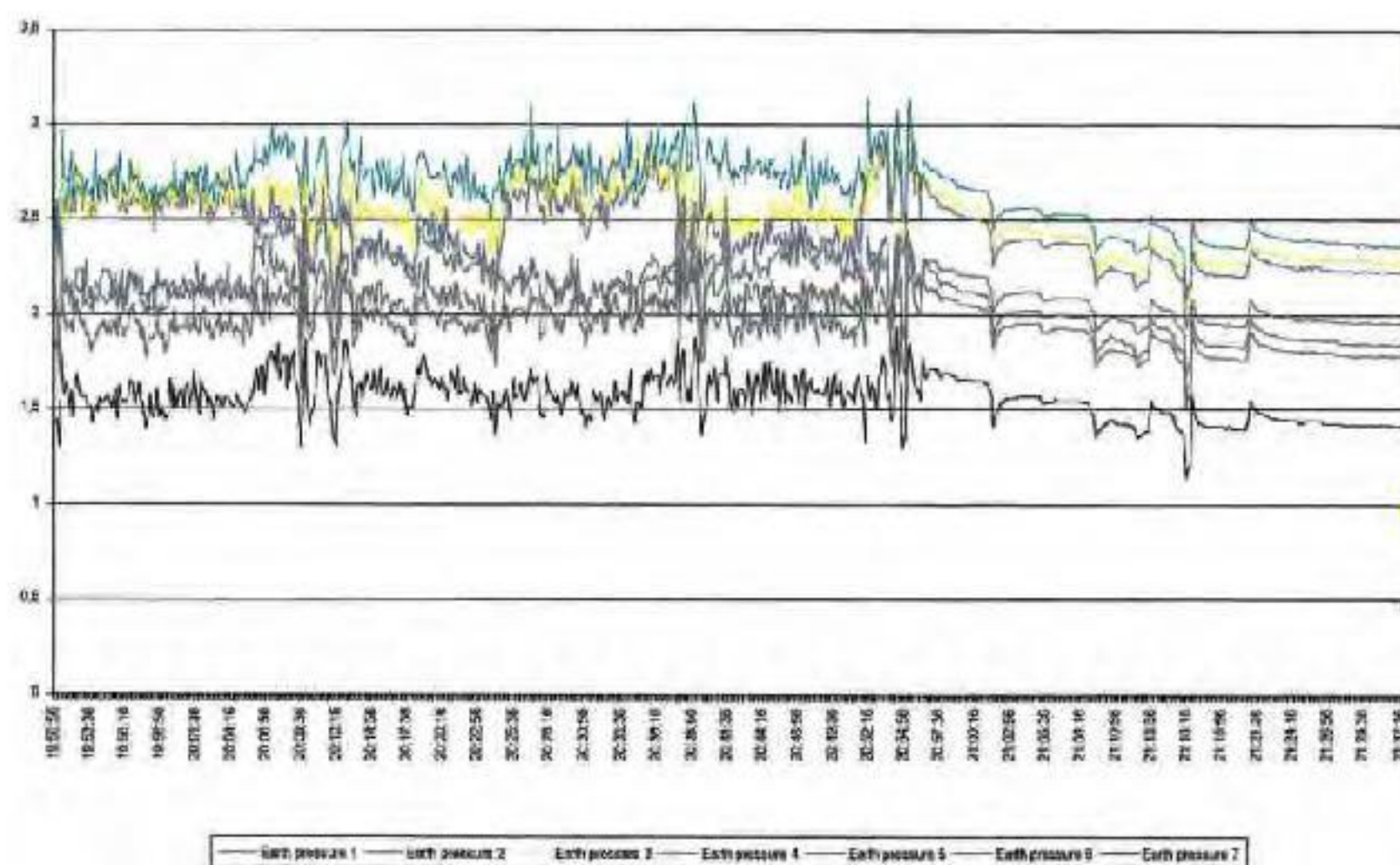


Gráfico do controlo de pressões nos vários sensores

Nas paragens para intervenções em condições hiperbáricas, manutenção da Cabeça de Corte da TBM ou levantamento das condições geotécnicas da frente, deve verificar-se que as densidades que resultam do material pesado nas balanças correspondem ao que o geólogo identifica na frente e que não há fluxo de água à câmara à pressão de trabalho.



manutenção - Substituição de um rolo de corte

Esta Tuneladora dispõe ainda de sistemas de segurança, de que seguidamente se destacam:

- Um sistema de injeção de bentonite na câmara, com arranque automático caso se verifique nos sensores uma descida brusca da pressão, abaixo de um limite de segurança adoptado;
- Uma bomba de duplo pistão para actuar na extracção pontual de material fluído da câmara em casos de anomalia por perda das características (densidade) do material da câmara;
- Também existe a possibilidade de injectar bentonite no extradorso da carcaça (escudo) para diminuir assentamentos em zonas de pouca cobertura e terreno de má qualidade geotécnica.

Estes elementos citados supõem incrementos de segurança não disponíveis em numerosos escudos que efectuam escavações em zonas urbanas.

Ponto Critico na escavação do Túnel

Na esquina da Rua Fernandes Tomás com a Rua do Bolhão, a Tuneladora inicia a subida até à superfície de forma a chegar à Estação da Trindade.

Nesta zona o Túnel inicia a passagem sob os Edifícios existentes com 6 metros de recobrimento em relação às fundações terminando com 3,5 m nos Edifícios na rua do Bonjardim.

Alguns dos Edifícios são caracterizados pelo mau estado de conservação, no entanto a associação do pequeno recobrimento existente às más características do terreno atravessado numa primeira fase da análise do projecto, previam-se danos estruturais nos edifícios em causa. Numa segunda fase analisando o valor patrimonial associado aos edifícios, qualidade da rocha e possibilidades técnicas se execução de tratamentos de forma a minimizar os efeitos sobre os edifícios, esta zona foi dividida em duas, com diferentes abordagens.

Assim, nos Edifícios da Rua Fernandes Tomás foi decidido executar um tratamento a partir de dois poços que consistia na execução de uma de laje com dois níveis de tubos metálicos, situados entre o tecto do túnel e as fundações dos Edifícios, por onde se executaram injeções à manchete para melhorar as características do terreno, estes tubos foram também utilizados para se executarem injeções de compensação para repor os valores de assentamento que se verificassem após a passagem da Tuneladora. Após a execução destes tratamentos eram esperados somente danos estéticos nos edifícios em causa.

Nos edifícios da Rua do Bonjardim devido às dificuldades técnicas de se executarem tratamentos por causa do pequeno recobrimento, (distancia do tecto do Túnel às fundações) associado às características do terreno atravessado que era de melhor qualidade e devido ao menor valor patrimonial destes edifícios, foi decidido nesta zona fazer uma intervenção de forma a minimizar os danos estruturais esperados, que caso se verificassem seriam reparados de forma imediata após passagem da Tuneladora, assim, foram os edifícios evacuados e executado um travamento das paredes internas e externas, foi também executado um leque em tubos desde o Portal da Trindade com 30 m de comprimento de forma a evitar assentamentos na Rua do Bonjardim e na fachada dos Edifícios.

Durante a passagem da Tuneladora neste troço foram evacuados, os Edifícios da rua Fernandes Tomás, de forma a obter-se um nível de risco zero para os moradores e trabalhadores das lojas existentes, a escavação foi feita em modo contínuo evitando intervenções hiperbáricas para manutenção da cabeça, foram também implementadas vistorias 24 horas dia aos edifícios em causa e monitorização em tempo real dos assentamentos com uma Estação Total Automática.

Devido às medidas implementadas não se verificaram qualquer tipo de dano nos Edifícios tendo sido os assentamentos verificados desprezáveis



Poço para tratamento debaixo dos Edifícios



Travamento das Paredes interiores Edifícios Rua do Bonjardim

A MICAS EM NÚMEROS:

Tipo de Máquina	Earth pressure balanced (EPB)
Raio mínimo de curva	200 m
Dia. de escavação	8,710 – 8,780 mm
Comp. do escudo	8.535 mm
Comp. Escudo + backup	72 m
Peso do escudo	670 Ton
Dia. escudo	8.700 mm
Pot. inst. Cab. Rotação	2.400 KW
Vel. Rotação	0-2 / 0 – 4,5 rpm
Torque máximo	122,338 MN
Impulso máximo	70,608 MN
Nº de macacos	38 (19 pares)
Alongamento Max. Macacos	2.000 mm
Numero de discos de corte	54

Características dos anéis:

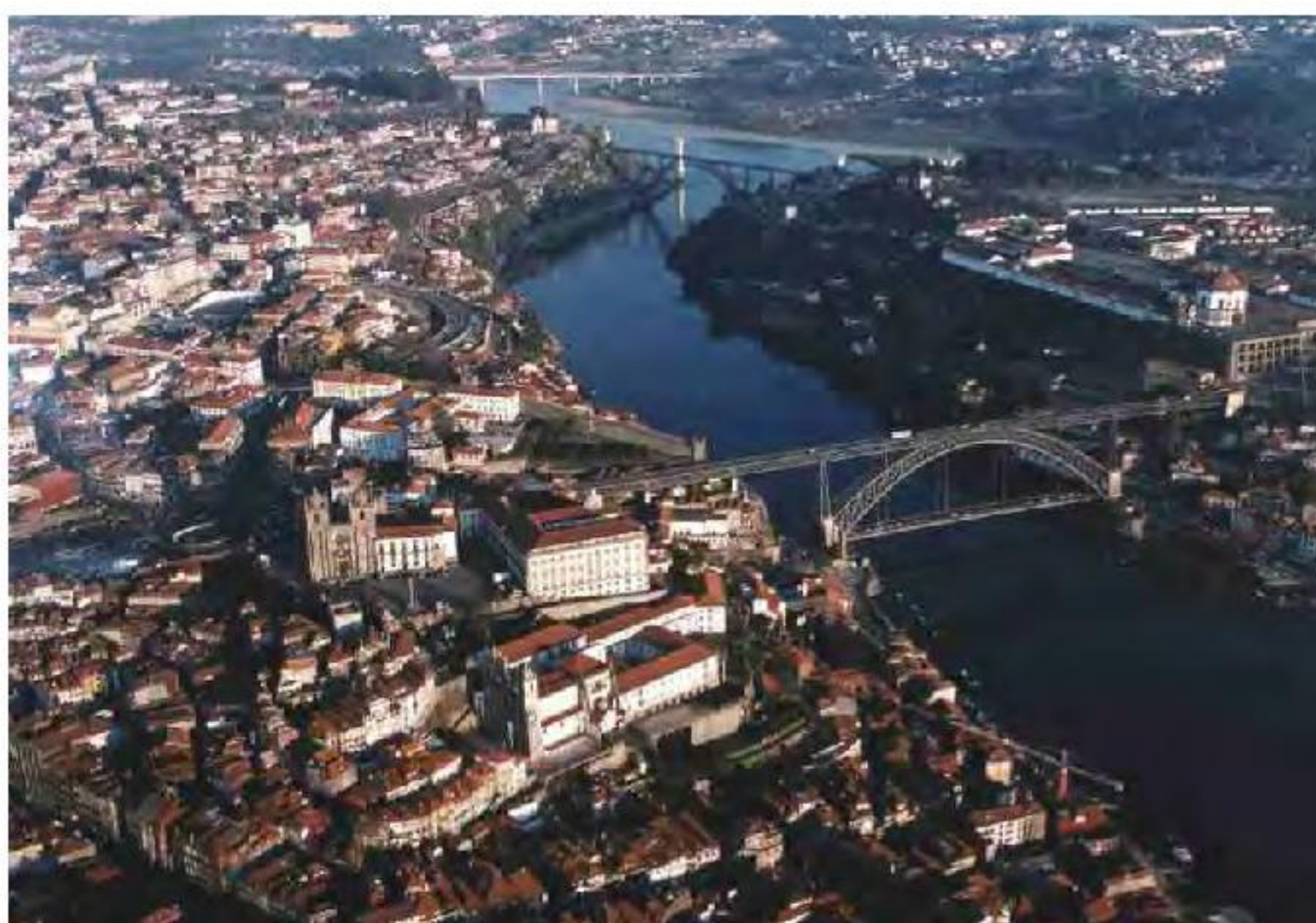
Tipo de Betão	C40/50
Dia. interno anéis	7.800 mm
Espessura dos anéis	300 mm
Dia. Externo anéis	8.400 mm
Comprimento dos anéis	1.400 mm
Tipo de aço	A 500 NR
Nº de aduelas por anel	6+1 (chave)
Volume por anel	10,688 m3
Quantidade de aço	3,66 Kg/m3

Paulo Ferreira
Metro do Porto

Uma Nova Ponte Sobre o Douro

O desenvolvimento urbano das cidades do Porto e de Vila Nova de Gaia, que o rio Douro separa e une, a sempre crescente importância desta região, que reclama ver-se projectada para além dos seus limites geográficos, exige pontes de ligação entre si. Os afloramentos de granito das escarpas e os locais onde o rio se estreita constituem desde sempre um atractivo à construção de pontes singulares e, no seu tempo, a construção destas são o reflexo do arrojo e da inovação dos materiais e das técnicas utilizadas.

Este texto limita-se às pontes de Luiz I e Infante D. Henrique por estas estarem ligadas à construção da rede do metro ligeiro de superfície da área metropolitana do Porto.



A Ponte Luiz I constitui uma obra notável já que soube aproveitar as condições topográficas da sua localização e permitiu a ligação a duas cotas diferentes das cidades que une.

Para a sua construção foi lançado concurso internacional, com liberdade de concepção e imposição do estabelecimento de duas ligações entre as margens sendo uma à cota alta e outra à cota baixa. Foram apresentadas 12 propostas saindo vencedora uma das propostas apresentada pela empresa belga "Société de Willebroeck" com projecto do engenheiro Théophile Seyrig.

A construção da ponte iniciou-se em 1881 e foi inaugurada a 31 de Outubro de 1886. Com 172 metros de corda, tem 44,6 metros de flecha. Foi na altura o maior arco do mundo construído em ferro forjado.

Adaptação da Ponte Luiz I para o Metro

Inspecção da Ponte Luiz I

Para a elaboração do projecto de reforço da Ponte Luiz I procedeu-se a um levantamento exaustivo dos elementos estruturais.

O levantamento exaustivo "in situ" da geometria e secções transversais de todos os elementos estruturais da ponte, incluindo o levantamento de ligações e aparelhos de apoio e a identificação de anomalias estruturais, resultantes de deficiências de funcionamento ou deterioração dos materiais.

Todos os "nós" estruturais, incluindo as diferentes ligações entre barras, foram levantados de forma sistemática com recurso a fotografia digital, tendo sido incluída escala gráfica para permitir posteriormente desenho do pormenor.



Procedeu-se ainda aos seguintes ensaios laboratoriais dos materiais:

- Ensaio de tracção;
- Determinação de características elásticas;
- Ensaio de rotura frágil
- Ensaio de fadiga do material.

Com base nos estudos na inspecção e na análise estrutural efectuada concluiu-se que a utilização da Ponte Luiz I pelo Metro Ligeiro do Porto, requeria necessariamente:

- Substituição integral do tabuleiro rodoviário existente por um tabuleiro ferroviário,
- Reforço generalizado das diagonais das vigas principais,
- Reforço de parte das diagonais de contraventamento dos pilares metálicos,
- Reforços parciais de alguns elementos estruturais, montantes de suspensão.
- Reforço das diagonais no plano do arco.
- Reforço das diagonais de contraventamento transversal vertical.

Materiais Estruturais Novos

Aços em perfis e chapas: S235 J2 G3

S355 K2 G3

Aços em parafusos

classe 8.8

Tabuleiro Ferroviário

No tabuleiro ferroviário adoptam-se travessas de madeira azobe, satisfazendo as especificações da UIC. Manteve-se a localização das actuais carlingas, substituindo-se por perfis IPE 500. As longarinas são constituídas por perfis IPE 400.

Sobrecarga ferroviária

Considerou-se, a carruagem-tipo com quatro "bogies" afastados de 10,32m entre eixos.

Cada "bogie" possui dois eixos afastados de 1,4m onde é transmitida uma carga máxima de $Q2=110$ kN, sendo nos bogies extremos $Q1=60$ kN.

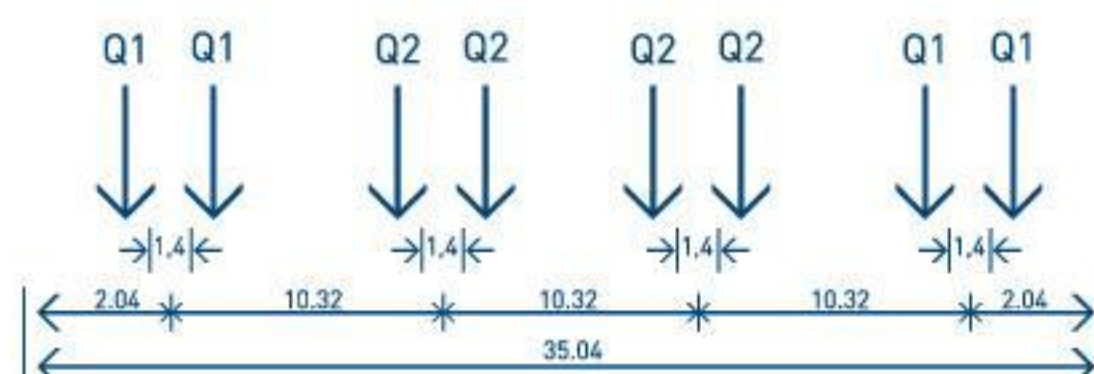
Reforço da Superestrutura

De acordo com as análises efectuadas, torna-se necessário reduzir a esbelteza das diagonais comprimidas, de modo a garantir a segurança em relação ao estado limite último de encurvadura.

O reforço será efectuado por intermédio de cantoneiras ao longo de todo o comprimento das barras, mas, em geral, sem necessidade de atingir os "goussets" na medida em que se trata apenas de melhorar a sua estabilidade.

O reforço dos montantes das vigas principais, os quais possuem uma esbelteza muito elevada, será feito com perfis UNP65 ligados por aparafusamento às abas das cantoneiras.

Nas secções sobre os apoios mais esforçadas, previu-se um reforço de corda superior por intermédio de chapas de modo a melhorar a sua resistência à fadiga nas secções sobre os apoios.



Metro do Porto

PONTE INFANTE D. HENRIQUE

Introdução

A utilização, pelo Metro, do tabuleiro superior da Ponte Luiz I, sem criar uma alternativa à circulação rodoviária, constituiria uma amputação às ligações existentes entre as cidades de Vila Nova de Gaia e Porto, pelo que se impunha a construção de uma nova ponte ou seja a Ponte Infante D. Henrique, aberta ao tráfego rodoviário no dia 30 de Março de 2003.

Características Técnicas

A Ponte Infante D. Henrique tem uma extensão total de 371 m entre eixos dos encontros do lado do Porto existe, ainda, um prolongamento constituído por dois vãos de 19,5m e 12,0 m, cujo tabuleiro é constituído por uma laje de pequena espessura.

A distribuição de vãos, a partir do lado de Gaia, é a seguinte:

$$\rightarrow 28,0 + 35,0 + 280,0 + 28,0 + 19,5 + 12,0$$

A Ponte é constituída por dois elementos fundamentais em iteração mútua: uma viga caixão, relativamente rígida, em betão armado pré-esforçado, de 4,50 m de altura, apoiada sobre um arco muito flexível, em betão armado, com 1,50 m de espessura. O vão entre arranques do arco é de 280 metros e a flecha entre o fecho e os arranques é de 25 m, numa relação de abatimento superior a 11.

O tabuleiro tem uma largura total de 20 metros e é composto por duas vias, em cada sentido, separador central e passeios laterais de 2,25 m.

Estruturalmente a Ponte infante D. Henrique consiste numa ponte em arco, de betão armado pré-esforçado, em que o tabuleiro e o arco foram construídos por avanços sucessivos com betonagens "in situ" de aduelas.

As fundações são do tipo directo.

Processo Construtivo

A Ponte Infante D. Henrique "foge" ao conceito clássico de uma ponte em arco, visto que o arco é de elevado abatimento e extremamente flexível enquanto o tabuleiro, em viga caixão, é de grande rigidez.

Um arco tão abatido e tão esbelto só pode funcionar em conjunto com o tabuleiro.

O processo construtivo utilizado na Ponte Infante D. Henrique consistiu no avanço da estrutura a partir de cada uma das margens servindo-se de dois pilares provisórios de modo a diminuir o vão em fase construtiva.

Para permitir o avanço das consolas foi criado um sistema de triangulação, constituído por cabos de retenção que uniam o tabuleiro às sapatas, e entre o arco e o tabuleiro por diagonais de suspensão e montantes provisórios.



O sistema resistente escolhido para responder aos desequilíbrios resultantes do avanço das “consolas” sobre o rio, e portanto para fixar aquelas aos maciços rochosos, consistiu na realização de ancoragens inclinadas, complementadas por escoras betonadas contra o terreno capazes de absorver, em conjunto com os maciços rochosos as componentes horizontais das forças dos cabos de retenção.

Após a betonagem da aduela de fecho, procedeu-se à desactivação dos elementos provisórios – cabos de retenção, diagonais de suspensão, montantes provisórios e pilares provisórios.

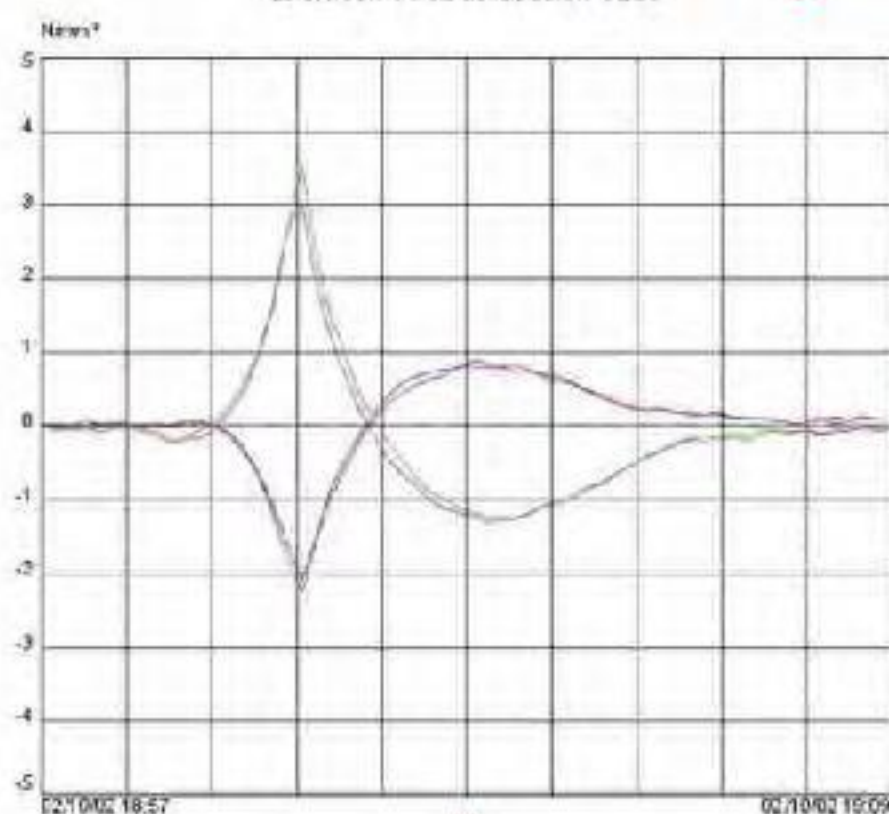
Monitorização na construção

O sistema de instrumentação da Ponte era especialmente relevante. O sistema informático dispunha de um “software” que tratava a informação de modo a ela ser lida directamente como grandezas de significado estrutural o que permitia conhecer os valores de grandezas físicas de natureza diversa, como sejam as reacções em apoios e os momentos flectores, forças axiais, rotações e temperaturas em secções escolhidas do arco, do tabuleiro e dos pilares (montantes).

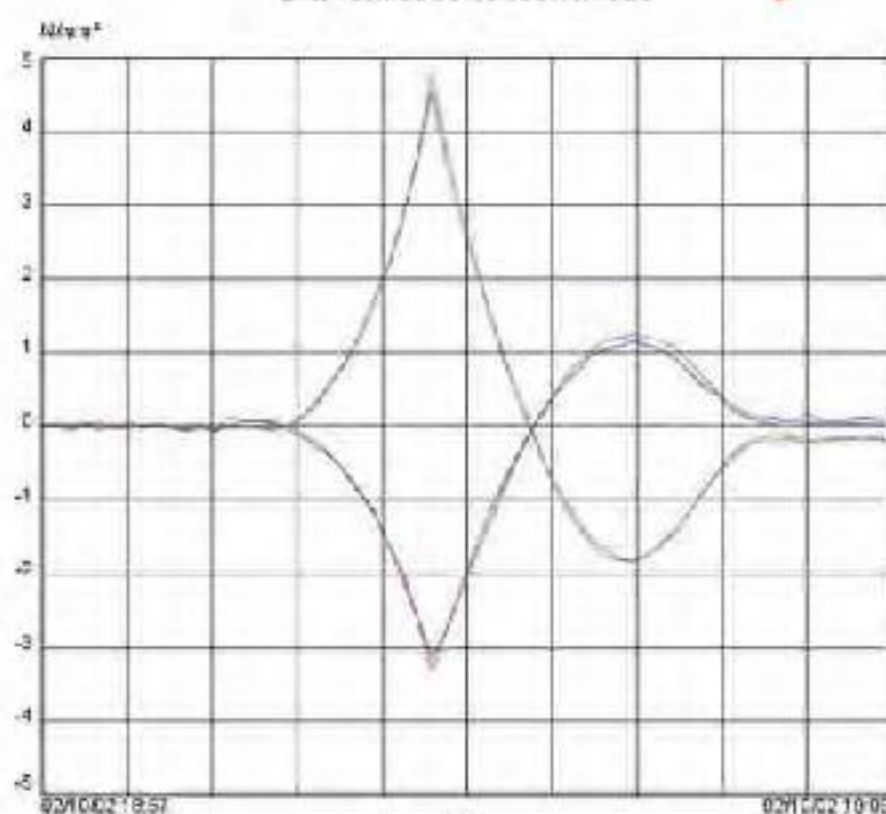
Vitor Silva
Metro do Porto



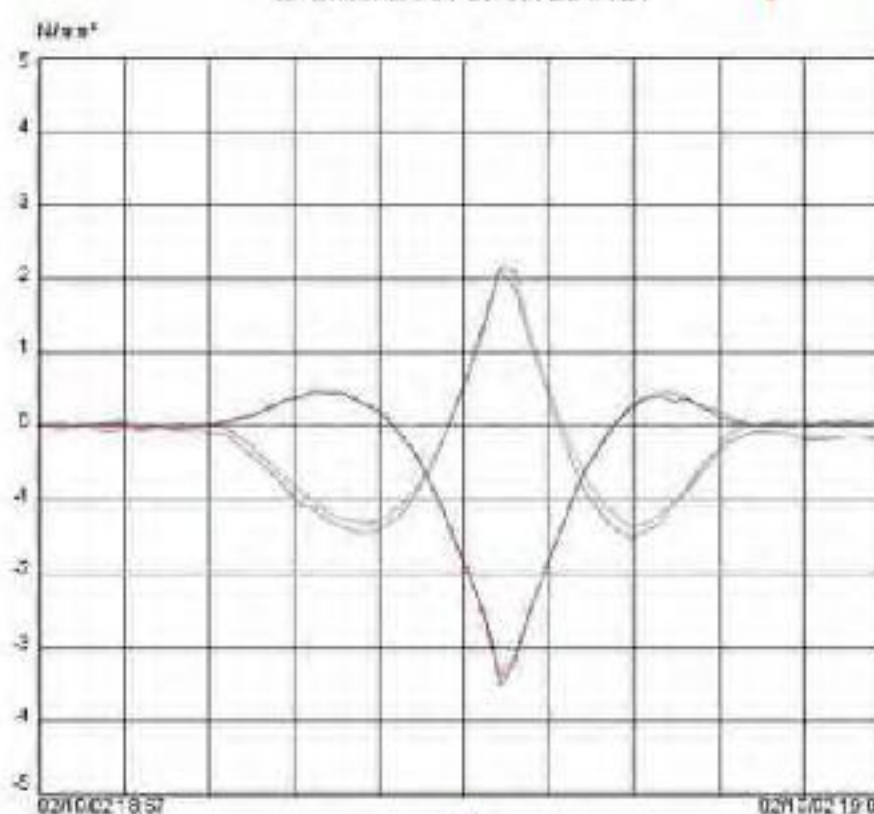
Prueba quasi-estática
Extensómetros de sección S28c



Prueba quasi-estática
Extensómetros de sección S20



Prueba quasi-estática
Extensómetros de sección S21



Ensaio de carga da Ponte Infante D. Henrique



Metro do Porto

Progresso e Património à Passagem do Metro do Porto

A obra Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto tem como fundamento primeiro promover o descongestionamento do tráfego urbano da região onde será implementado e espera-se por esta melhoria da circulação rodoviária a qualificação de toda a vivência cidadina. Contudo, e tal como também previa o Estudo de Impacte Ambiental, a sua fase de construção acarreta alguns impactes negativos de magnitude variável incidentes sobre as várias facetas desta vivência. Promovendo a minimização dos mesmos, implementou o Metro do Porto, SA um PROGRAMA DE SALVAGUARDA DO PATRIMÓNIO, que contempla o património arqueológico e o património arquitectónico.

E foi assim que, graças à obra do Metro do Porto, se re-escreveu a História Urbana da Cidade do Porto, da Romanização à Época dos Almadas.



Esta última vertente abrange não só os imóveis de interesse nacional como a noção de conjunto arquitectónico de relevo na malha urbana e por vias do Contrato, a definição de medidas para o património arquitectónico e sua implementação são da responsabilidade da Normetro, ACE. Estas, para além da salvaguarda de questões estruturais, observam-se dentro de um quadro de acções de protecção a componentes decorativos na generalidade dos edifícios que assim o obriguem (azulejos, decorações plásticas). Alvos destas acções foram, por exemplo a Estação de S. Bento/REFER, a Capela das Almas bem como edifícios da Rua Fernandes Tomás.

Pelo mesmo Contrato, a implementação de medidas na área da Arqueologia é da responsabilidade da Metro do Porto, SA, embora contando com o apoio logístico da Normetro em algumas questões concretas.

Em Arqueologia, enquanto disciplina que estuda e documenta contextos soterrados, restituindo-lhes a sua identidade cronológica e cultural, por salvaguarda de património pode entender-se este mesmo registo seguido de destruição de achados, dependendo tal opção do valor natural do achado e da absoluta necessidade dessa opção. Situação, de resto, irremediavelmente intrínseca a um organismo vivo e que cumpre o seu destino renovando-se.

Irremediavelmente intrínseca, mas não intrinsecamente minimizável: se crescer e preparar o futuro, implica quantas vezes apagar materialmente o passado, a memória do mesmo pode ser perpetuada pelo registo dos seus testemunhos. Desta forma, as grandes obras tais como o SML, ao implicarem grandes revolvimentos de solo, podem tornar-se meios fundamentais e únicos para um melhor conhecimento da evolução histórica dos meios afectados.

Esta minimização arqueológica é estruturada por três acções: sondagens prévias aos revolvimentos de obra; acompanhamento arqueológico dos revolvimentos de obra e trabalhos de emergência no decurso e em consequência do acompanhamento obra ou das sondagens prévias devido à necessidade de alargamento e sua execução em conciliação pela obra.

Depois da selecção por concurso de fornecedores preferências, estes trabalhos são lançados e encomendados após consulta ou por adjudicação directa, a empresas de Arqueologia.

De entre os trabalhos realizados, 4 frentes de obra revelaram-se profícuas no seu contributo para o "conhecimento das condições de evolução histórica e arqueológica do Porto (...), através da detecção, estudo e divulgação de eventuais elementos no decurso da construção do presente empreendimento", nomeadamente, sobre os séculos XVIII/XIX e século XVI.

Assim recuando no tempo, pelos trabalhos executados na Linha Amarela, nas zonas afectas às futuras estações dos Aliados e do Marquês, ao encontro do previsto pelo EIA, foram detectados, respectivamente, os vestígios do Bairro do Laranjal, (com planificação promovida pelos Almadas, primos do Marquês, em fins do século XVIII e urbanizada por impulso particular até aos inícios do século XX) e do Mercado da Água Ardente construído de raiz no Jardim do Marquês, quando este foi implantado em 1882, e demolido em 1897.

De tudo o que se descobriu, ressalte-se a documentação como o legado dos Almadas moldou a acção da Junta das Obras Públicas durante todo o século XIX: entre o Bairro e o Mercado registou-se a clara vontade dos urbanistas em traçarem os novos espaços com infra estruturas, evidentemente na altura aquíferas.

Refira-se também que em ambos os casos, após a realização das sondagens prévias, foram as respectivas áreas das estações sujeitas a escavação em área, com o objectivo de registo integral das estruturas existentes, após o que foram libertas sem quaisquer constrangimentos, sendo tais vestígios simplesmente demolidos para vazadoiro.





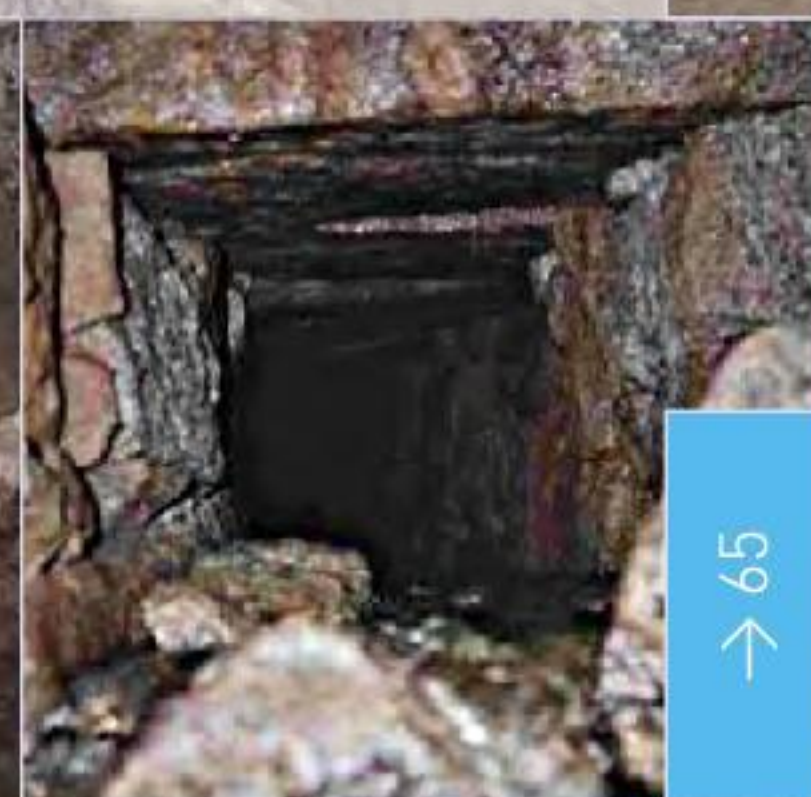
O outro período da História Urbana do Porto grandemente enriquecido foi o do século XVI, documentado nos espaços afectos às estações de S. Bento (Linha Amarela), e do Campo 24 de Agosto (Linha Azul),

Pelos trabalhos desenvolvidos nas obras de S. Bento, rectificou-se a datação do encanamento do Rio de Vila, fixando-a no Século XVI. Para esta obra enterrada com cobertura em abóbada e levantada em cantaria de granito e que é intersectada pelo átrio da estação, prevê-se, como medida de minimização, a integração de uma memória do mesmo naquele átrio.

O Campo 24 de Agosto, o primeiro espaço a ser intervencionado arqueologicamente pelo Metro do Porto, revelou-se por excelência a zona de todas as surpresas, apesar de declarada pelo EIA como zona não sensível. Nada mais natural, se atendermos ao facto de aquele espaço se encontrar no limite dos arrabaldes do Burgo do Porto até ao século XIX. Não obstante, e demonstrando quanto em Arqueologia se lida com o imponderável, este revelou-se como o espaço de maior sensibilidade até ao momento. Desde logo despertando o interesse do Metro a localização do Reservatório do Campo Grande no subsolo, a ponto de ser proposta a sua integração na estação, pelos trabalhos que se desenvolveram, com vista já essa integração veio a descobrir-se uma riquíssima estratificação arquitectónica ocorrida entre os séculos XIV e XIX. Desta verdadeira matrioshka de pedra "saltou" a Arca de Mijavelhas, construída no século XVI, que ornada com armas reais era centro ordenador de toda uma intervenção urbana realizada a céu aberto e constituída por lajeados e taças articulados com a ribeira epónima. Condenou este espaço uma enxurrada pedregosa, no século XVII, que depositou no fundo taça, quiçá, a maior colecção arqueológica de faianças daquela época, entre a qual ainda se recuperam algumas peças inteiras. Finalmente, na fase final da desmontagem do conjunto, descobriu-se o outro grande momento do espaço, nada mais do que o da sua fundação: encaixado no intradorso da arca do século XVI, exumou-se o Chafariz de Mijavelhas mencionado pelo cronista Fernão Lopes na sua Crónica d' El Rei D. João.

Dado o valor do conjunto, este seu registo foi seguido de desmontagem com vista à sua integração e musealização na estação de metro.

Iva Botelho
Metro do Porto



A Via

A via constitui uma parte importante da infra-estrutura do Metro do Porto, integrada no conjunto de trabalhos de construção, em grande parte, ainda em curso. Uma parte importante do traçado aproveita o canal da via-férrea que, anteriormente, era propriedade da REFER. Há, também uma parte do traçado, à superfície, que se desenvolve em meio urbano, que teve de ser adaptado para o efeito. Uma outra parte desenvolve-se em túnel e corresponde ao traçado localizado na zona mais antiga da cidade do Porto.

Basicamente a via consta do tradicional sistema travessa-carril e, grosso modo, a cada um dos diferentes tipos de traçado que enumerámos, corresponde um tipo diferente de assentamento de via. É assim que no primeiro tipo, correspondente à via da REFER, se optou por via balastrada, em geral. No traçado em meio urbano utilizámos a via embebida e nos túneis, via com assentamento do tipo STEDEF.

A plataforma à superfície percorre aproximadamente 64 km do traçado e o comprimento total de via em túnel é de cerca de 7 km (valores relativos à primeira fase do Metro). Para esta situação foram utilizados, como referimos, dois tipos de via: a balastrada e a embebida.

A via embebida, utilizada nas zonas urbanas de Matosinhos e da Maia, permite a perfeita integração do canal dentro das respectivas malhas urbanas.

As travessas utilizadas são do tipo Bi-Bloco, constituídas por duas peças de betão unidas por um perfil metálico do tipo angular. São as peças de betão que transmitem as cargas, à base que constitui a plataforma. O perfil metálico fixando as peças de betão, mantém constantes as dimensões do conjunto.

Por sua vez, os carris são de dois tipo: Vignole e de Gola. A utilização de cada um deles depende do tipo de plataforma utilizada e do local onde esta esteja inserida, respeitando, na maioria dos casos, as necessidades arquitectónicas e de inserção urbana.

Em qualquer dos casos a montagem dos carris é feita com o recurso a fixações elásticas NABLA, as quais representam a interface entre a elasticidade da via e a rigidez da travessa, absorvendo parte dos esforços transmitidos pelo material circulante (veículo), à própria via.

Existem várias alternativas de guias ou batentes, utilizadas na largura do ponto de encosto com o patim do carril, que constituem uma série, sendo o passo entre cada elemento da série de 2.5 mm e o código de cada um deles, um número progressivo (nº 4, nº 5, nº 6, etc.). A disponibilidade de elementos em série permite a adaptação do conjunto ideal travessa-fixação ao patim do carril.



Uma parte significativa do traçado atravessa zonas habitadas, ou com tipos de ocupação tanto ou mais exigentes, do ponto de vista ambiental. Por esta razão é bastante importante a redução das vibrações provocadas pela passagem dos veículos.

No cuidado para a redução das vibrações, foi utilizado um sistema que funciona como uma laje flutuante, envolvida numa manta em material de elevada resiliência, com uma espessura entre 28 e 30 mm, para assegurar, desta forma, o amortecimento da via. Assim, obtêm-se uma atenuação vibratória mínima da ordem dos -20 dBv para um espectro de 63 Hz, relativamente ao sistema tradicional de borracha canelada.

Outro sistema, para a redução das vibrações, consiste na aplicação, por debaixo do carril de gola (perfil 35GP ou 41GP), de palmilhas (palmilhas DEPHI) envolvendo, estas, a base do carril por meio de abas laterais, que asseguram o total isolamento entre o carril e o meio envolvente.

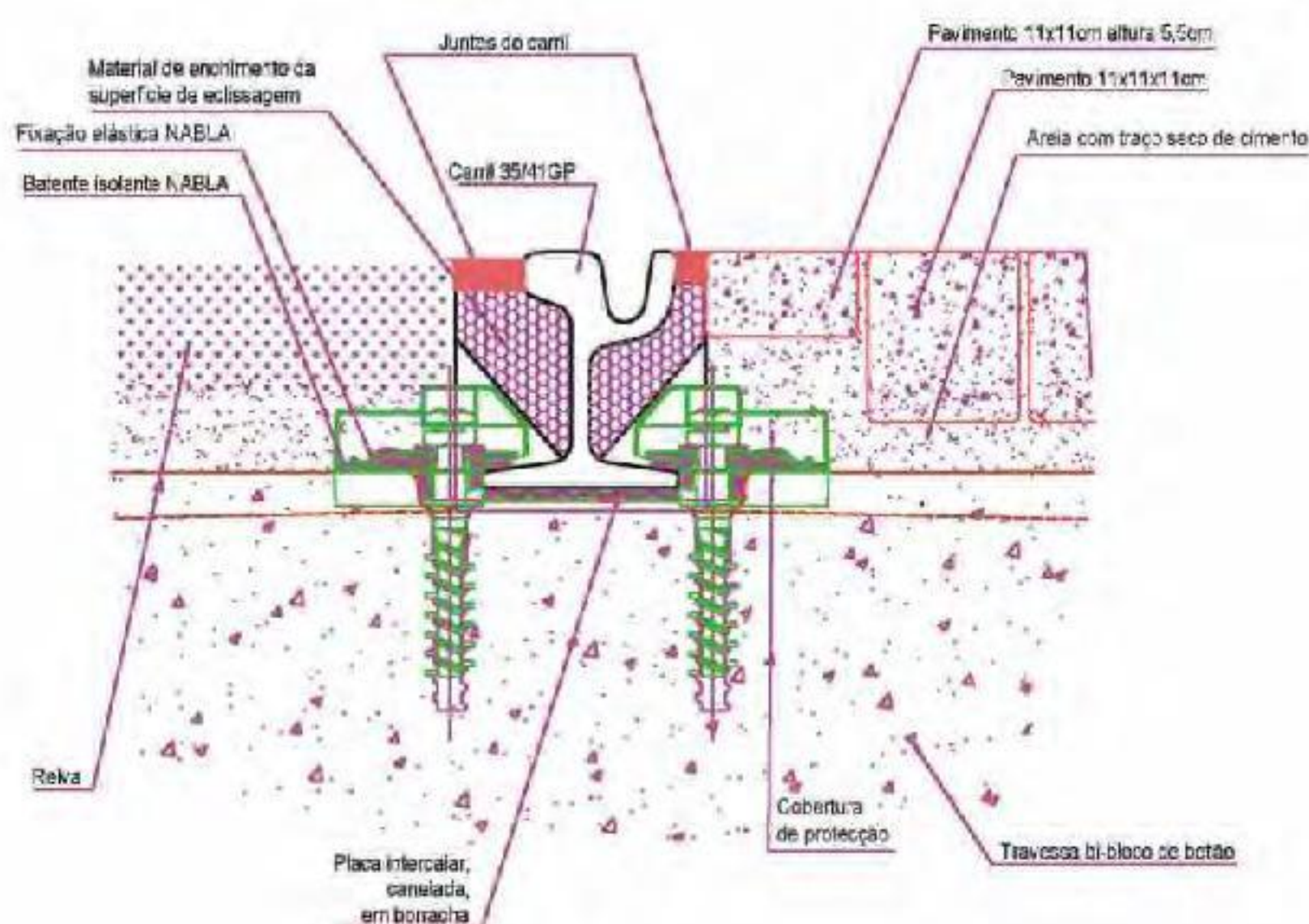
Este método, também utilizado na construção da via do Metro do Porto, permite separar o carril da fixação e, portanto, cortar a transmissão das vibrações. Estas palmilhas DEPHI são constituídas por um material compósito, à base de borracha e cortiça.

Para o isolamento das superfícies de contacto entre os carris de gola e a estrutura do arruamento/ pavimento/ revestimento (blocos em betão ou granito, relvado, mistura betuminosa, etc.) e, também, com a função de protecção contra as correntes parasitas, sempre em via betonada, foram utilizadas faixas ou perfis laterais embebidos na faixa de rodagem, de cada lado dos carris (zona de encastramento) e debaixo do patim dos mesmos. Estas peças são em polietileno de células fechadas, e os perfis fabricados e aplicados em elementos separados.

O material de isolamento previsto no projecto apresenta-se em duas densidades diferentes, de 40 e 100 kg/m³, para aplicação, respectivamente, na via, sem e com circulação rodoviária.

A montagem das faixas é feita com cola policloroprénica, após desengorduramento dos carris e posteriormente à betonagem, uma vez que os equipamentos de nivelamento e alinhamento da via, aplicados na betonagem, interferem com as faixas de isolamento.

Nos arruamentos revestidos com cubos de granito (assentes em "traço seco"), e com o fim de evitar a propagação de correntes vagabundas, tem sido utilizado um produto à base de poliuretano.



Via em Túnel TBM

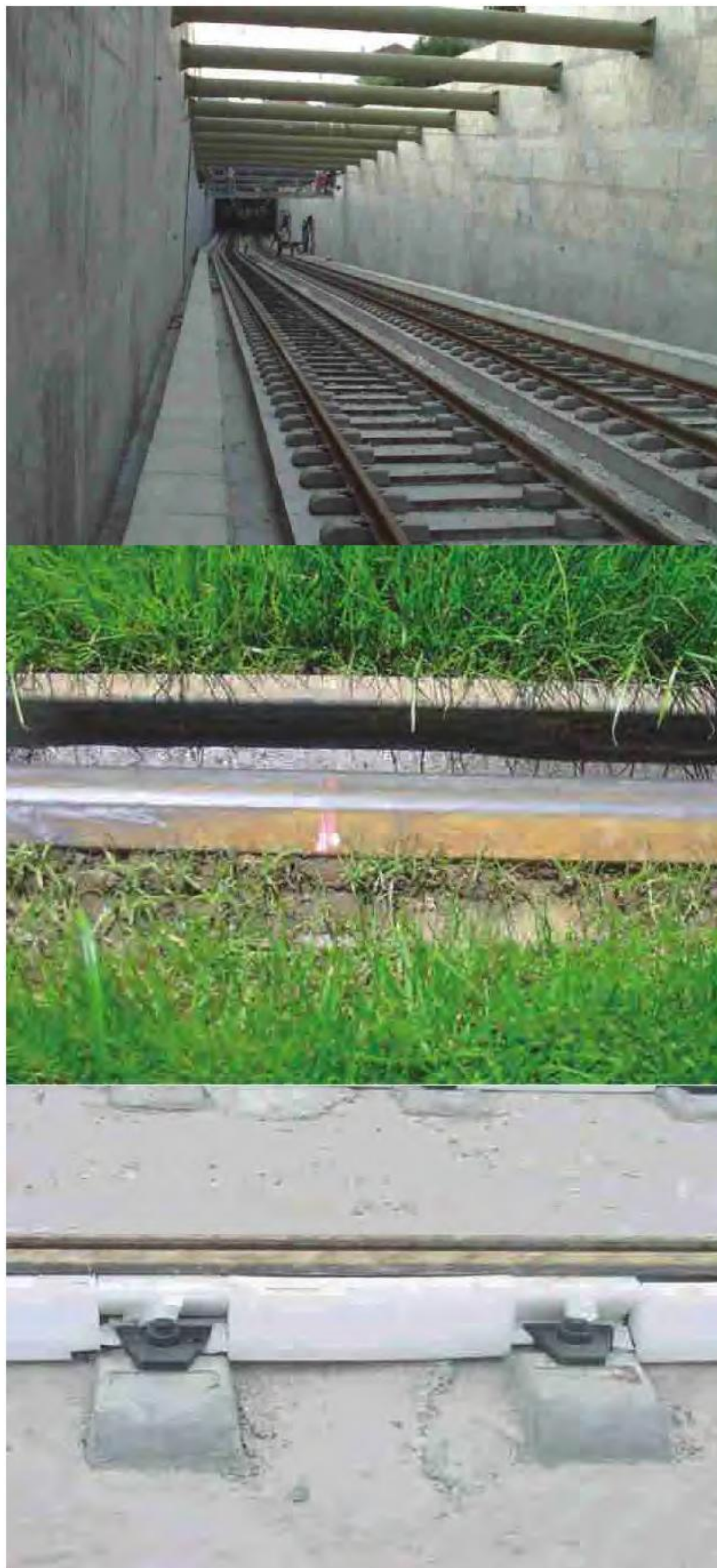
A superestrutura da via no túnel TBM (Campanhã – Trindade) foi resolvida com o extensamente conhecido sistema STEDEF, utilizado comumente em sistemas ferroviários metropolitanos.

Neste caso o carril U50 está apoiado sobre uma palmilha canelada em borracha de 138x180x90 mm (primeira etapa elástica) e fixado por fixações NABLA, assentando sobre travessas Bi-Bloco, nas mesmas. Os blocos da travessa apresentam uma entalhadura na parte inferior, a qual permite que sejam envolvidos por uma pantufa elástica canelada, com intercalação de uma placa de elastómero micro celular (segunda etapa elástica). Sobre esta apoia-se a face inferior do bloco de betão da travessa. Assim consegue-se desligar a travessa, do betão de enchimento, proporcionando ao sistema as seguintes vantagens:

- Isolamento eléctrico perfeito;
- Duas etapas elásticas;
- Espaço livre por baixo do carril, entre travessas: ventilação do patim para evitar corrosão, possibilidade de drenagem superficial, facilidade para instalação de cabos ...
- Facilidade na substituição das travessas.

Com este sistema de duplo isolamento elástico conseguem-se, a três metros do eixo da via, energias vibratórias de 72db, nos terços de oitava 31,5 - 125 HZ.

Este sistema de via é utilizado também nas situações semi enterradas, nomeadamente nas trincheiras de acesso à estação da Casa da Musica e na Passagem sob a Via Rápida (IC-1).



No sistema do Metro do Porto estão instalados os seguintes tipos de AMV: ramificações, comunicações, pentes e travessias. Segundo as necessidades da exploração, alguns são motorizados e telecomandados, outros trabalham através da talonagem do mesmo, podendo estes também ser de operação manual.

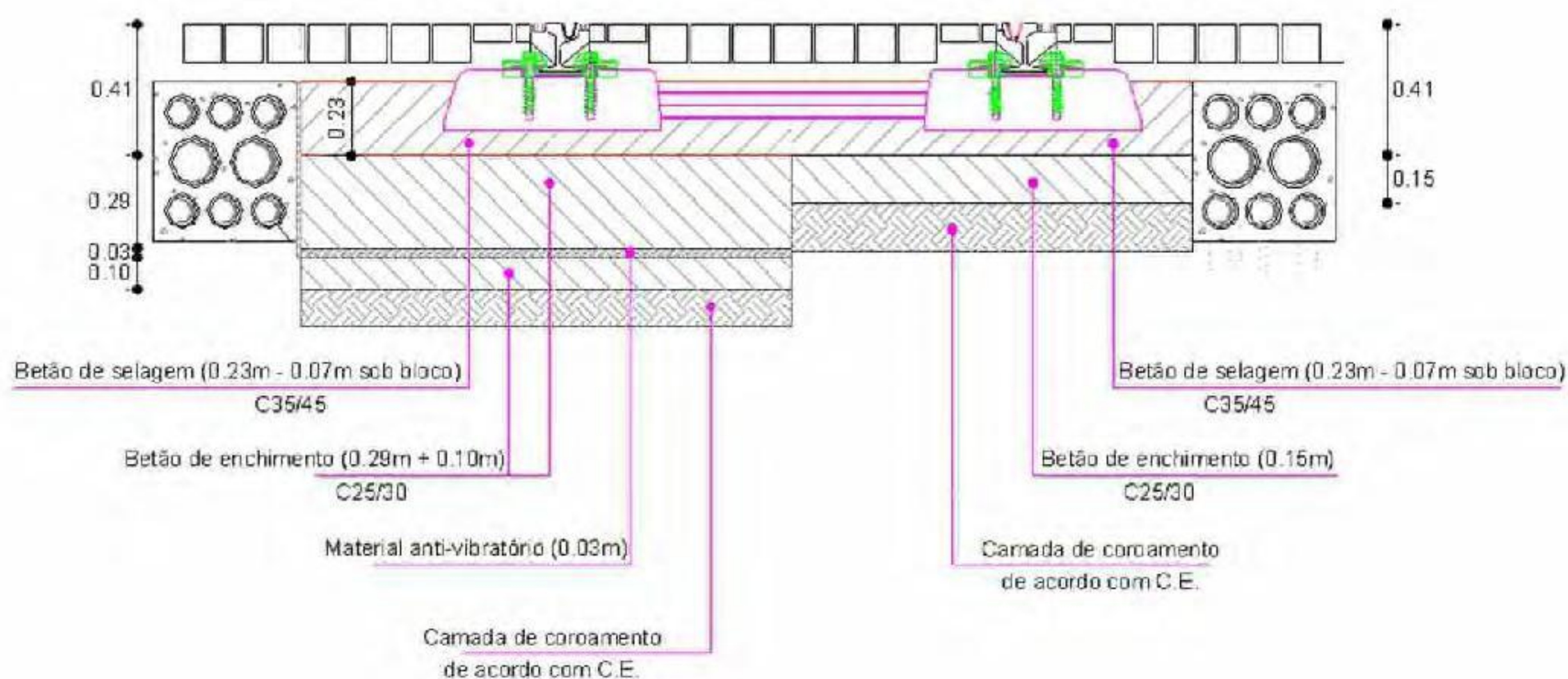
Os aparelhos para via balastrada incorporados no Carril Contínuo Soldado tem as seguintes características:

- Via normal 1.435 mm;
- Carril de perfil U50, qualidade 900 A, segundo o código UIC 860-0;
- Fixações elásticas do tipo VOSSLOH, com chapim metálico sobre travessa de madeira e calço (palmilha) de borracha, para assentamento STEDEF;
- Agulhas flexíveis perfil baixo simétrico, em aço classe 900-900A-UIC, código 860-0 e 861-2-0;
- Elemento central monobloco em liga de aço com manganês, segundo UIC código 866, com as linhas afluentes ligadas por soldadura autogénea;
- Contra-carris em perfil U69 regulável;
- Juntas isolantes coladas;
- Dispositivos para manobra manual ou eléctrica;
- Encravamento das agulhas por meio de ferrolho carter-croussinet.

Os aparelhos de via instalados com carril de gola 41GP, são inseridos no pavimento e as suas características técnicas são as seguintes:

- Mudanças de via com agulha móvel constituídas num bloco torneado formando coxim de deslizamento, chavetagem em talão formando na zona móvel da agulha, uma caixa de decantação, ou ligação por soldadura no carril intermédio;
- Aço R 690 DAN/m². Controlo por ultra-sons. Chaveta inox e cavilhas inox, com sistema de antideslizamento;
- Dispositivo anti-elevação da agulha e ajuste da chavetagem com folga nula;
- Fixação da mudança de via na travessa em betão, com elementos constitutivos da via corrente;
- Elemento central de cruzamento em aço ao carbono, soldado por aluminotermia sem união mecânica;
- Aço R 690 da N/nm² laminado ou forjado, e/ou perfis especiais de alma espessa e cabeça de carril maciça;
- Dispositivo de comando manual, com ou sem inversão. Na posição sem inversão, a atenuação do choque da agulha na contralança é assegurada por um amortecedor;
- Contra-carril regulável em perfil U 69 e suportes do tipo SR 1;
- Manobra eléctrica incluindo:
 - Um motor electro-hidráulico estanque;
 - Um dispositivo de manobra manual com sistema de detecção da alavanca;
 - Um dispositivo de controlo de aplicação e de abertura das agulhas.
- Dois semi-tirantes de ligação entre mecanismos e lanças de agulhas,
- Caixa de ligações;
- Suporte e tampa de chapa estriada, adaptados às cargas de circulação rodoviária.





Resumo das características da via instalada no Metro do Porto.

Bitola	1435 mm (Sem sobre, nem sub alargamento)
Assentamento do carril	Vertical
Carril Vignole	
(Via balastrada e Túnel TBM)	U50 de 50,89 kg/m segundo UIC860, dureza 900N/mm ²
Carril de Gola (Via urbana embebida)	35GP de 54.6kg/m, segundo E. T. Semaly, dureza 700N/mm ²
	41GP de 55,8kg/m, segundo E. T Semaly, dureza 700N/mm ²
Juntas de carril	Barra Longa Soldada
Travessas	Bi-Bloco betão B30 armado, blocos de 680_290_210 mm, ligados por uma cantoneira metálica de perfil L 60_60_7 mm, com 2 metros de comprimento.
Fixações	NABLA
Balastro	Granítico segundo a Instrução Técnica IT/DIF/01/75
Betão	B. de Enchimento C25/30
Raio mínimo Via Balastrada (Planta)	200 metros
Raio mínimo Curva Vertical	500 m
Escala máxima	100 mm
Velocidade máxima	80 Km/h (30 Km/h na via urbana)

Parques de Material e Oficinas (Pmo)

Para servir de apoio logístico à rede de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto foram previstas duas instalações localizadas estrategicamente para reduzir o número de quilómetros “em vazio”.

Um dos PMO's está localizado em Guifões/Custóias, nas instalações da REFER, na qual se fizeram obras profundas de forma a poder adaptar as condições existentes às necessidades e especificidades de um sistema de metro ligeiro.

Na plataforma superior, numa área livre de cerca de 45.000 m² onde antes não existia qualquer infraestrutura, foi instalado o parque para 60 veículos em 10 linhas paralelas e com via alternativa de retorno, com possibilidade de expansão; uma estação de serviço, onde se prevê a aspiração automática centralizada dos veículos, inspecção, através duma câmara, do estado dos pantógrafos, e também enchimento automatizado dos areeiros e outros reservatórios do veículo (água para limpa pára-brisas, etc.); uma máquina de lavagem automática do veículo; e um equipamento de leitura do perfil das rodas através de raios laser, que detecta qualquer desgaste anormal das rodas, comunicando para o sistema de comando do torno de fosso as necessárias operações a executar no torneamento das rodas do respectivo veículo.

Na plataforma inferior executaram-se obras de readaptação de dois edifícios existentes. Fazendo o aproveitamento de um edifício com cerca de 2.300 m² (antigo DAP – Depósito de aprovisionamento de peças da CP), executaram-se obras de modo a ser aqui instalada a sede da empresa operadora, o PCC – Posto de Comando Central e, ainda, uma área de apoio à manutenção das instalações fixas.



As oficinas, servidas por seis vias de acesso directo e por transbordador no outro extremo, foram instaladas nas oficinas da EMEF, onde se fazia a manutenção dos comboios da CP de via estreita da linha da Póvoa.

É aqui que se efectuam as operações de manutenção regular, preventiva e correctiva e intervenções particulares (reparações de painéis da carroçaria, polyester e pintura, separação dos bogies e das caixas, torneamento das rodas, grandes revisões e reparações pesadas).

O PMO de São João tem como local de implantação uma área junto ao terminal norte da linha Hospital de S. João (Porto) – Santo Ovídeo (Gaia). Tem como função o estacionamento e assegurar a manutenção preventiva de primeiro nível (até 7.500 km) do material circulante afecto a esta linha. Dentro da área reservada, o PMO compreende:

- uma zona de estacionamento para 20 veículos, constituída por 5 linhas paralelas;
- uma oficina de manutenção, dotada de uma via com um fosso e passadiços metálicos de acesso à cobertura, uma área oficial e um armazém de peças;
- um edifício da estação de serviço e da máquina de lavar (com as mesmas funções que em Guifões);
- um edifício de dois pisos que servirá de apoio ao pessoal encarregue da manutenção e aos condutores.



Metro do Porto

Póvoa do Varzim Enquadramento da Linha P

Enquadramento da Linha T



Metro do Porto

Sistema de Alimentação de Energia, Subestações e Catenária



SET Câmara de Matosinhos (inserção urbana)

Alimentação eléctrica de tracção

As subestações de tracção (SET) serão alimentadas através de nove ramais de alimentação a 15 KV provenientes da rede da EN (Electricidade do Norte) e estarão interligadas por um anel aberto de 15 KV, a partir do qual se alimentarão também as estações subterrâneas.

Listagem das SET e PDT

Linha A			Linha D			Linha B			Linha C		
Campanhã - Srº de Matosinhos			H.S. João - Stº Ovídio			Campanhã - Póvoa			Campanhã - Trofa		
T4			T1			T7			T8		
04.01	Campanhã	AE →	01.01	Santo Ovídio	AE →	07.02	Fonte do Cuco	AE →	08.06	Castêlo da Maia	▲
04.03	Heroísmo (Ent.)	▲	01.07	General Torres	▲	07.06	Esposade	▲	T9		
04.05	24 de Agosto	▲	01.09	São Bento (Ent.)	▲	07.10	Pedras Rubras	▲	09.03	Ribela	▲
04.07	Bolhão (Ent.)	▲	01.11	Aliados (Ent.)	▲	07.14	Vilar do Pinheiro	▲	09.05	Muro	▲
T5			T2			07.18	Vila Chã	▲	09.07	Bougado	▲
05.01	Trindade	▲	02.01	Trindade (Ent.)	▲	07.20	Mindelo	▲	09.09	Trofa	AE →
05.05	Carolina Michaelis	▲	02.03	Faria Guimarães (Ent.)	AE →	07.22	Árvore	▲	T10		
05.07	Av. França (Ent.)	▲	02.05	Marquês (Ent.)	▲	07.28	Estádio	AE →	10.01	Araújo	▲
05.09	Franco	AE →	02.07	Lima (Ent.)	▲	07.32	Póvoa de Varzim	▲	10.05	Fórum	▲
05.15	Sete Bicas	▲	T3			T13					
T6			03.01	Salgueiros (Ent.)	▲	13.01	PMO Guifões	▲			
06.04	Barranha	▲	03.03	Polo Universitário (Ent.)	▲						
06.15	C.M.Matosinhos	▲	03.04	Polo Universitário (Bis)	▲						
06.27	Mercado	AE →	T12								
			12.01	PMO São João	▲						

Estão considerados dois funcionamentos degradados e a nível da fiabilidade de funcionamento, ele é assegurado, pois caso uma SET fique fora de serviço, qualquer troço da linha é alimentado pelas SET's contíguas. Possuirá telecomando através do SCADA

A potência total de tracção a instalar é da ordem dos 57 MVA, e são uniformizados os tipo e a potência, dos equipamentos de cada subestação.

A distância média entre subestações de tracção é da ordem de 1,5 km nos troços urbanos e da ordem de 2,5 km nos troços suburbanos.

Na estação Pólo Universitário, está prevista a instalação de um grupo gerador de emergência que, no caso de uma falha completa da alimentação eléctrica no túnel, permitirá levar, através de procedimentos operativos, os comboios às estações próximas, além de permitir a alimentação de outros serviços das estações essenciais para os sistemas de segurança.



SET de Barranha (exterior)

Subestações Eléctricas e Postos de Transformação

A alimentação eléctrica de tracção e das estações subterrâneas faz-se através das Subestações eléctricas. Estas instalações recebem a energia eléctrica em Média Tensão, proveniente da EN, através do anel de distribuição em 15 kV (Vide figura acima).

A configuração destas subestações varia em função das particularidades das estações onde se localizam. No caso mais geral, a subestação alimenta as estações através dos postos de transformação e fornece energia de tracção dos comboios através do sistema de distribuição (catenária). Neste último caso, a subestação encarrega-se da transformação e posterior rectificação da energia para a sua conversão a 750 V em corrente contínua, tensão utilizada pelos comboios para o seu funcionamento, mediante grupos de 1500 kW. Estes grupos são constituídos por um transformador trifásico de 1620 kVA de três enrolamentos 15/0,84-0,84 kV com grupos de ligação Dy0-Dd11, e uma unidade rectificadora em ponte de Graetz dodecafásica de 1500 kW. Este modo de ligação possibilita a redução significativa das harmónicas da rede.

A ligação desta energia com a linha de contacto da catenária, realiza-se através dos correspondentes alimentadores.



Configuração do anel aberto de 15KV



Celas de C.C

Sistema de distribuição de C.C. (Catenária)

O esquema eléctrico da catenária permitirá a alimentação independente a cada uma das vias, de modo a permitir a continuação do serviço em via única em caso de avaria, numa determinada secção, de uma das linhas aéreas de alimentação.

Um sistema de disparo interligado, actuando em disjuntores ultrarápidos dos quadros de protecção de C.C assegurarão a protecção da linha, sempre que o defeito se localizar longe do quadro respectivo

O conjunto da rede disporá duma rede geral de terras à qual estarão ligados todos os equipamentos e elementos susceptíveis de estar em tensão, para a protecção das pessoas e da própria instalação.

Serão adoptadas as medidas necessárias para evitar a produção das correntes vagabundas perniciosas para as instalações próximas, e será observada a compatibilidade electromagnética do conjunto dos equipamentos.

Valores da tensão eléctrica (Vcc):

- nominal – 750;
- permanente superior – 900;
- permanente inferior – 500;
- não permanente mais alta (frenagem regenerativa) – 1000

Alturas de fio de contacto

- Altura do fio de contacto acima da mesa de rolamento dos carris:
- em cidade - 5,60 m na consola com uma altura mínima de 5,20;
 - em túnel – 3,80 m;
 - em via confinada – 5,20 m (mínimo absoluto de 3,70 m de acordo com a EN 50122-1 e com constrangimentos do pantógrafo);
 - em passagens de nível – 5,40 m.

Tipologias

Estão previstos diferentes tipos de catenária conforme a natureza dos troços de linha:

Esta tipologia é utilizada nas linhas suburbanas P e T da Fonte do Cuco até aos respectivos terminos

→ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm², com amarração compensada; 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração compensada.



Esta linha é utilizada em túnel, no ramal de ligação ao PMO de Guifões e no troço de via segregada entre Trindade e Lapa.

→ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm², com amarração fixa; 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração compensada.



Esta linha é utilizada em correspondência com as instalações dos AMV's das linhas P e T, dos troços em túnel e do ramal de ligação ao PMO de Guifões.

→ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm², com amarração fixa; 1 fio de contacto em cobre 1x150 mm² com amarração compensada.



METRO DO PORTO



Duplicação da Linha P entre Custóias e Póvoa de Varzim
Estudo Prévio, Projecto de Execução e Assistência Técnica da
Obra Geral, numa extensão de 23 Km



Estações da Trindade I, Trindade II e dos Aliados
(Linhas S e C)
Projecto de Estruturas e Contensões e
Assistência Técnica à Obra



LISBOA: Av. António Augusto Aguiar, 163 - 3º Esq. 1050-014 Lisboa
Tel: 21 383 94 60 Fax: 21 383 94 79 Email: geral@viaponte.pt

PORTO: Edif. Europa - Rua Antero de Quental, 236 - Sala 303 Freixo 4455-586 Perafita - Matosinhos
Tel: 22 999 67 50 Fax: 22 999 67 59 Email: porto@viaponte.pt

Esta tipologia é utilizada em cidade na linha C de Campanhã à entrada do túnel, antes da estação do Heroísmo, da saída da estação da Lapa ao Sr. Matosinhos; na linha S, de Sto. Ovídio a S. Bento e de Salgueiros ao S. João. É ainda utilizado no PMO de Guifões e na linha comum da Sra. da Hora à saída da estação de Fonte do Cuco.

→ 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração fixa.



Esta tipologia é utilizada dentro dos PMO's, parque e oficinas, e ainda sobre os AMV's ao longo das linhas C e S.

→ 1 fio de contacto em cobre 1x150 mm² com amarração fixa.



Sistema de Alimentação em BT, Iluminação, Tomadas e Força Motriz

Alimentação em BT

Rede de Baixa Tensão

Cada estação subterrânea será alimentada em Média Tensão (MT) através da ligação à linha de 15 kV. Para tal, será instalado em cada uma delas um posto de transformação MT/BT para a alimentação em Baixa Tensão (BT) dos vários serviços da estação. Em cada posto de transformação está prevista a instalação de dois transformadores de 15/0,4 kV de 800 KVA de tipo seco, garantindo a redundância do sistema alimentador.

Os transformadores serão alimentados por um quadro MT e alimentarão o denominado Quadro Geral de Baixa Tensão (vide diagrama tipo da página a seguinte), do qual partirão as linhas de alimentação dos seguintes quadros de distribuição. Caso a caso será analisada a necessidade de colocação de correcção automática do factor de potência :

- Quadro de Serviços Gerais
- Quadro de Iluminação e Força Motriz
- Quadro Elevadores
- Quadro Escadas Rolantes
- Quadro Ventiladores
- Quadro Poços de Bombagem

As estações de superfície são alimentadas em Baixa Tensão, directamente a partir da rede da Electricidade do Norte (EN).

Sistemas de iluminação

O sistema de iluminação serve os túneis e estações, tanto subterrâneas como de superfície, executando as funções de iluminação em condições normais de funcionamento, de emergência, sinalização de segurança e ainda de vigilância. O comando é efectuado remotamente via SCADA

Iluminação normal

Proporciona iluminação adequada para a normal circulação dos utentes e para as actividades operacionais do pessoal da estação. Abrange todas as zonas das estações subterrâneas e de superfície, assim como do túnel, e está operacional quando o sistema de distribuição está activo. São realizadas basicamente, usando aparelhos de iluminação com lâmpadas fluorescentes, com balastos electrónicos .

As tipologias dos aparelhos de iluminação são diversificadas e adaptadas quer ao local, quer às exigências arquitectónicas de cada situação.

Outro aspecto de grande importância prende-se com a intervenção efectuada na renovação da iluminação pública, e da sua inserção urbana.

Iluminação de emergência

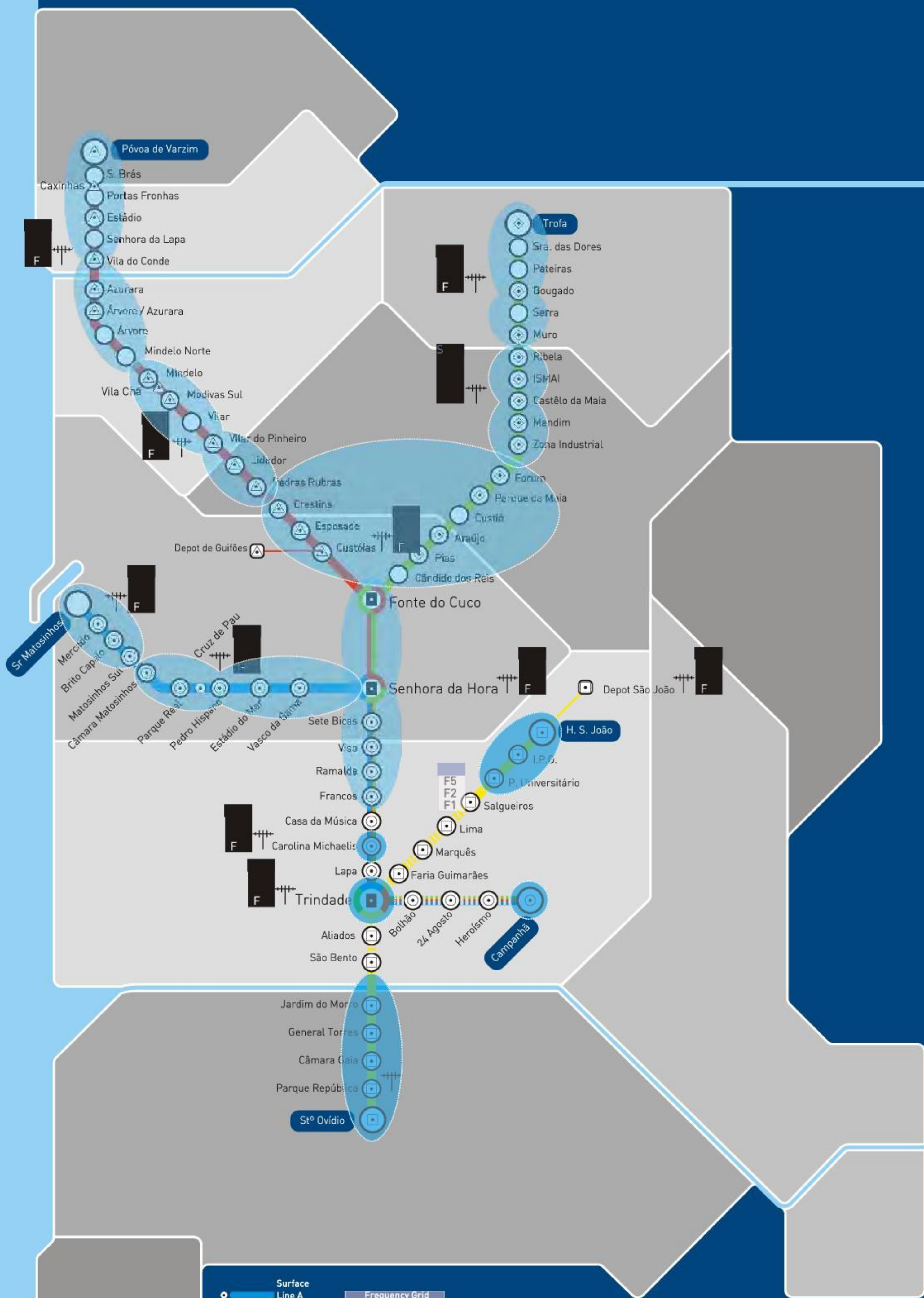
Entra em serviço quando o sistema principal não está activo. É realizada usando aparelhos de iluminação com lâmpadas fluorescentes, completado por um dispositivo electrónico adequado (Kits) com autonomia superior a 1,5 horas. Cobre as zonas da estação para uso público e os locais técnicos. O sistema de emergência permite o movimento do público e as actividades essenciais do pessoal da estação, no caso de avaria da iluminação normal.

Iluminação para sinalização de segurança

Está sempre activa. É fornecida por aparelhos de iluminação com lâmpadas fluorescentes equipados com um dispositivo electrónico carregador de baterias, e baterias com autonomia superior a 1,5 horas, dotados de pictogramas adequados. Estes aparelhos são instalados para indicar os caminhos de fuga, escadas e saídas da estação. Nalguns casos, de acordo com especificidades arquitectónicas, que a isso convidam, esta iluminação é efectuada por uma solução combinada de aparelhos com um nº maior de Kits de emergência estrategicamente colocados de forma a excitar os pictogramas de saídas.

A iluminação de vigilância estará normalmente desactivada e será ligada no momento das actividades de controlo / vigilância. É, na sua maioria, fornecida por projectores com lâmpadas de halogéneo. Estes projectores abrangem átrios, sobrelojas e cais das estações, permitindo ao pessoal encarregado da vigilância o controlo destas zonas, em especial durante o período nocturno.





Surface	
○	Line A
△	Line B
◇	Line C
■	Line D
Underground	
---	Lines A, B, C
---	Line D
Frequency Grid	

Sistema de telefonia

O Sistema de Telefonia é o encarregado de proporcionar comunicações de voz aos operadores de tráfego, pessoal técnico e utilizadores da rede de Metro do Porto, e assegurar as comunicações com outras redes telefónicas exteriores. Este Sistema apoia-se a nível físico no Sistema de Transmissão, através do qual se interligam todos os terminais de telefonia distribuídos ao longo da rede de metro.

A arquitectura do Sistema de Telefonia actual baseia-se em duas centrais telefónicas digitais de telefonia (PPCA), interligadas entre si por duas ligações E1, suportadas pelo Sistema de Transmissão, funcionando como uma única central de telefonia.

O sistema irá dispor dos seguintes tipos de terminais: telefones normais analógicos (localizados em estações, locais administrativos, técnicos e de exploração), telefones de operação (comunicações de emergência com os operadores do PCC, bastando pegar no auricular, nos extremos das plataformas das estações subterrâneas e, a partir destes, a cada 50 metros nos túneis), telefones de emergência ou intercomunicadores (comunicações de emergência com os operadores do PCC, localizados nas plataformas das estações, em elevadores e nas passagens de nível).

Os telefones de emergência localizados na plataforma de estações, terão associada uma câmara do Sistema de Videovigilância, de forma que, quando um intercomunicador originar uma chamada, se active um alarme que permita a gravação das imagens correspondentes no PCC.

Sistema de informação ao público (teleindicação e sonorização)

O Sistema de Informação ao Público (SIP), será o encarregado de proporcionar informação visual e sonora sobre a circulação de comboios, informação horária e de interesse geral, aos utilizadores da rede de metro do Porto. Este sistema resulta da integração dos Sistemas de Teleindicadores e de Sonorização presentes em todas as estações, cujas comunicações são suportadas pelo mesmo canal de transmissão, garantindo-se a coerência entre a informação visual e sonora.

O Sistema de Sonorização possibilitará a difusão de mensagens sonoras. Estas mensagens serão geradas a partir do PCC, apesar de também poderem ser geradas a partir da própria estação, com a autorização deste. Nas estações subterrâneas far-se-á além do mais a difusão de música ambiente.

O Sistema de Teleindicadores será o encarregado de mostrar, de forma dinâmica, informação visual aos passageiros sobre o destino dos comboios, o tempo de espera ou informação horária, através de painéis teleindicadores distribuídos pelas estações. Refira-se que estes painéis devem dispor, no mínimo, duas linhas para indicação dos próximos comboios.

Sistema de videovigilância

O Sistema de Videovigilância permite vigiar determinadas zonas sensíveis da rede de metro, a partir de um Posto Central (PCC), através da recepção de imagens de vídeo captadas pelas câmaras distribuídas pelas estações e transmitidas ao PCC, que são visualizadas e gravadas pelos operadores do PCC nos monitores e videogravadores dispostos para o efeito.



Este Sistema está baseado em standards e apresenta uma arquitectura piramidal, composta por um Posto de Controlo Central (PCC), e Estações Remotas (ER). A comunicação entre cada estação e o PCC estabelece-se através de canais dedicados suportados pelo Sistema de Transmissão.

Cada estação irá transmitir uma imagem ao PCC em cada instante. Esta imagem poderá ser simples ou composta (formada por quatro imagens, uma por quadrante). O sinal de vídeo a transmitir é digitalizado na estação, segundo a norma H.261, e transmitido ao PCC através de pacotes IP, de acordo com a norma H.323, através de uma ligação E1 (2 Mbps) ponto a ponto, suportado pela rede de transmissão.

Sistema SCADA

O Sistema SCADA é um sistema de Supervisão e Controlo Centralizado que permite:

- Supervisão técnica e o telecomando de estações.
- Supervisão e telecomando do abastecimento de energia à linha.
- A supervisão técnica das passagens de nível.

O sistema SCADA centraliza a manutenção das instalações e, por tanto, todos os sistemas devem reportar ao sistema SCADA os alarmes de manutenção dos equipamentos num primeiro nível. Inclui-se aqui também os alarmes do sistema de sinalização e do sistema de bilhética relativos a manutenção dos equipamentos.

O SCADA é constituído por dois componentes principais: o Centro de Controlo e as URT's (em estações, subestações de tracção e passagens de nível), que fazem a aquisição de informação e o telecomando a nível de instalações (excepto no caso do Sistema de Bilhética em que toda a informação se passa a nível do PCC).

No PCC existe um vídeo hall baseado em tecnologia DLP. Nesta tecnologia a imagem é formada através da modulação de luz produzida por uma lâmpada e reflectida por um sistema de micro-espelhos de um só chip. A área total de écran é de 4064mm x 1524mm. A área de visualização em pixeis é de 4096x1536 (1024x768 por módulo).



Sistema de Bilhética

O Sistema de Bilhética da rede de transporte Metropolitano do Porto é um sistema integrado numa rede de controlo, gestão e tratamento de informação.

O Sistema de Bilhética proposto foi desenvolvido com base a tecnologias de suporte de títulos de transporte sem contacto e com os mecanismos mais modernos de sistemas abertos (sistemas de informação e comunicações). As referências mais actuais e significativas de utilização de cartões sem contacto têm sido realizadas utilizando a tecnologia Calypso (ISO 14443/B). Trata-se de uma tecnologia estável, segura, relativamente barata dados os volumes de produção já atingidos.

Esta tecnologia permite a integração, no mesmo cartão, de meios de pagamento electrónicos, como sejam a banda magnética para pagamentos MB (Multibanco), ou o chip para pagamentos PMB (Porta Moedas Multibanco), numa filosofia "single-chip dual-interface".

Os equipamentos que integram este sistema são os que se destinam a:

→ Venda de títulos de transporte. Os diferentes equipamentos de venda que permitem responder a diferentes situações de tráfego com os meios de pagamento mais comuns são:

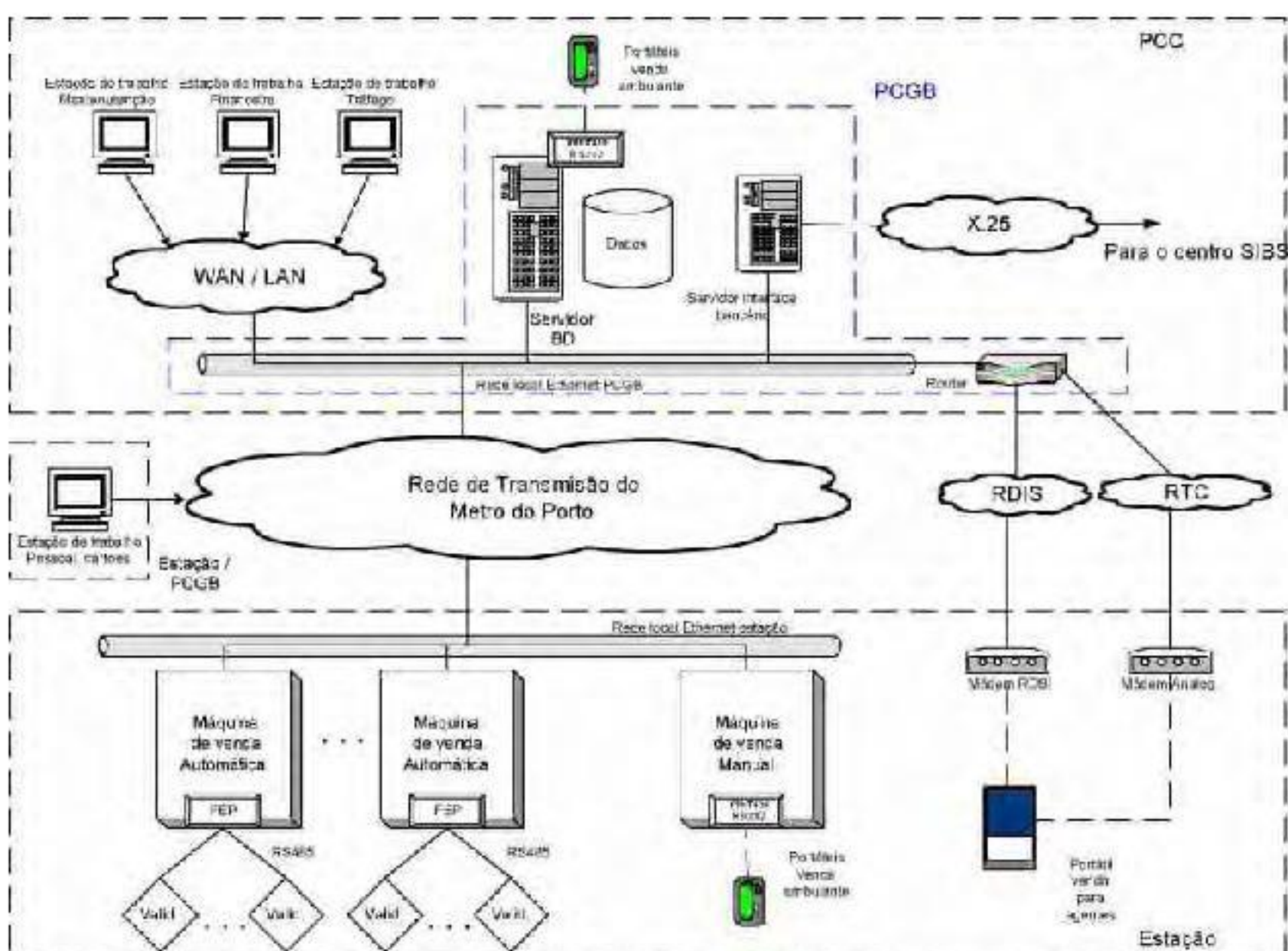
- * Máquina de Venda automática.
- * Máquina de Venda manual.
- * Terminais portáteis de venda ambulante.
- * Terminais portáteis de venda para agentes e depositários.

→ Validação e controlo de títulos de transporte. O sistema de controlo de entradas e saídas das estações baseia-se num sistema aberto. Portanto, não existem barreiras nem obstáculos que obriguem à validação dos títulos de transporte para aceder / sair das estações. No entanto, este sistema dispõe dos seguintes dispositivos de validação e controlo de títulos:

- * Obliteradoras. Validação de títulos sem contacto, em pontos fixos da estação.
- * Terminais portáteis de controlo e fiscalização. Utilizam-se para:
 - ❑ Controlo ambulante dos títulos.
 - ❑ Emissão de multas.

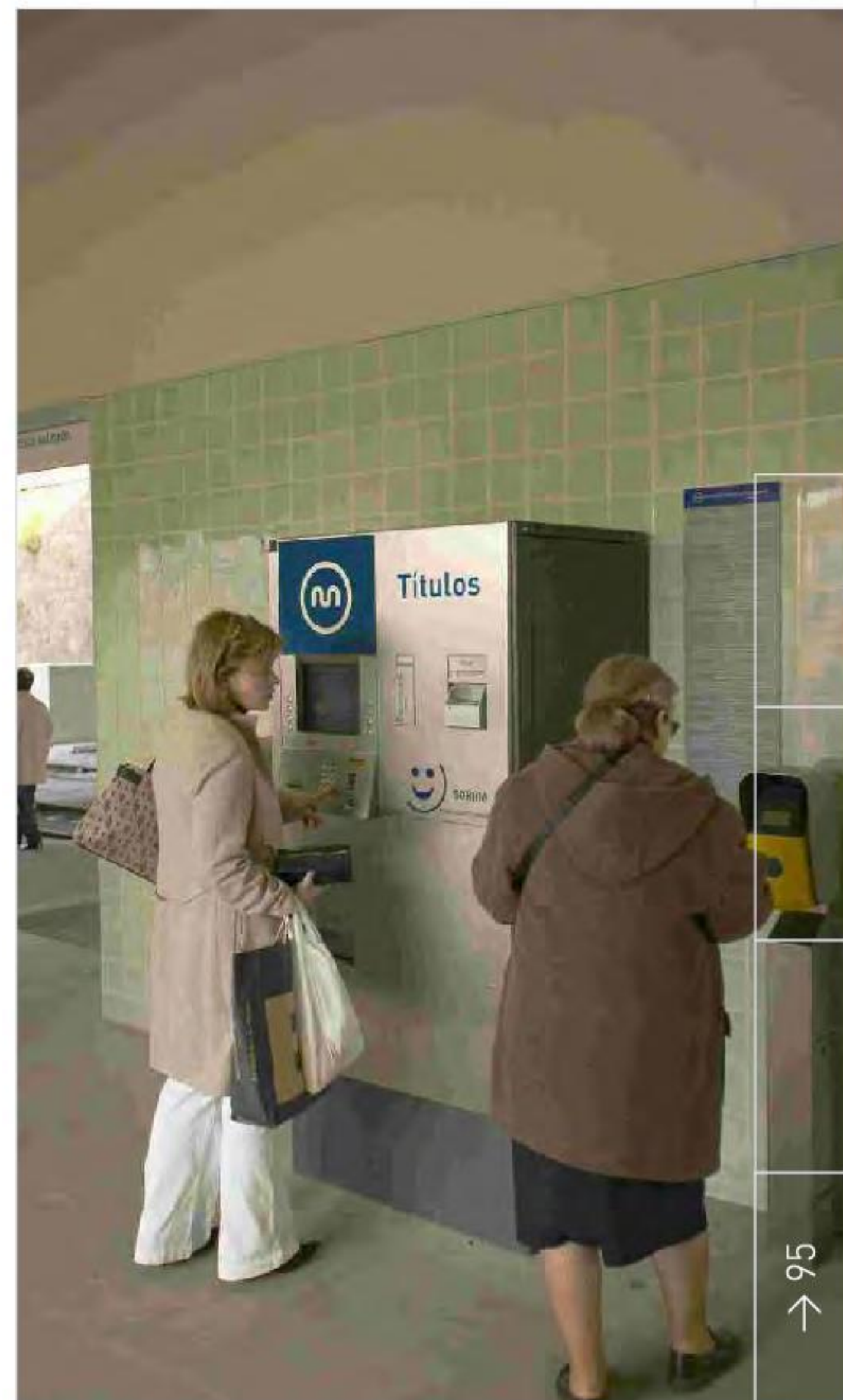
→ Comunicações e gestão.

A arquitectura proposta do Sistema de Bilhética do Metro do Porto é reflectida no seguinte esquema:



Esta arquitectura baseia-se numa filosofia LAN / WAN sobre protocolo TCP / IP, garantindo-se uma ligação permanente entre o Sistema Central e o resto dos dispositivos.

Para a comunicação entre o PCGB (Posto Central de Gestão de Bilhética) e os equipamentos de bilhética, dispõe-se do número de canais de 64kbps necessários, entre o PCC e cada estação, agrupados em ligações E1 (através de multiplexadores de estação) na rede de transmissão SDH do Metro do Porto.



Sistema de Sinalização

Sinalização ferroviária

O sistema de sinalização têm por objectivo permitir a condução segura dos comboios, de acordo com o sistema de exploração previsto. Para tal, o futuro Metro Ligeiro disporá basicamente dos seguintes equipamentos:

→ Sistema de encravamentos locais.

O conjunto da rede encontra-se dividido em zonas, correspondentes a outros tantos encravamentos. Cada uma destas zonas estará controlada por um sistema de encravamento local descentralizado (DZR) que têm por objectivo a execução livre e segura dos itinerários estabelecidos para os comboios. Para tal fim o sistema apoia-se basicamente nos elementos de detecção dos comboios, nos sinais, nos accionamentos de agulhas, no controlo dos passagens de nível, e no controlo conjunto destes elementos realizado pelo próprio encravamento.

→ Sistema de detecção dos com-

boios. A detecção dos comboios pelo sistema de controlo de tráfego realiza-se basicamente por meio dos circuitos de via sem juntas, dispostos ao longo dos túneis e nas estações, e dos dispositivos de contagem de eixos dispostos ao longo dos troços em superfície segregados e nas zonas de manobras nos troços não segregados.

→ Sinais. A sinalização de tráfego é

fundamentalmente vertical, efectuada através de sinais luminosos de 2 ou 3 aspectos situados nas estações, cruzamentos, passagens de nível e zonas de manobras.

→ Accionamentos de agulhas e

controladores de passagens de nível. Estes elementos têm por objectivo o controlo das agulhas e passagens de nível para a circulação segura dos comboios.

→ ATP. Os comboios disporão de um

sistema protecção automática da condução que impedirá o alcance de comboios, a ultrapassagem de um sinal em vermelho



De Norte a Sul a construir um Portugal melhor



Aeroporto do Faro Aeroporto da Madeira

Construímos com rigor, inovação e respeito pelo meio ambiente, concretizando grandes projectos que promovem a melhoria da qualidade de vida de milhões de portugueses.

Construir o progresso é uma tarefa que nos orgulha, uma missão que assumimos de olhos postos no Portugal de amanhã.



Desconexão da Estação da Rotunda e Túneis Rotunda / Rato IC 1 - Póvoa do Varzim / Apúlia

ZAGOPE, S.A.

Construímos o futuro

ZAGOPE - Construções e Engenharia, S.A.
SEDE CONTINENTE: Av. Frei Miguel Contreiras, 54, 4º, 7º, 10º - 1749-083 Lisboa
Tel.: 21 843 25 00 - Fax: 21 843 25 10 - e-mail: zagope@zagope.pt
DELEGACÃO DO FUNCHAL: Rua Ribeirão de Baixo, N.º 8A, 2ºE - 9050-022 Funchal
Tel.: 291 20 09 50 - Fax: 291 23 03 48 - e-mail: zagope.madeira@zagope.pt

e atingir velocidades superiores as permitidas, mediante a travagem automática dos comboios em caso necessário.

Todo este conjunto de elementos é controlado



Sistema de Ventilação

O sistema de ventilação dos túneis e estações subterrâneas tem dois propósitos fundamentais: o primeiro deles é criar as condições ambientais necessárias ao conforto dos clientes, ou seja, níveis adequados de temperatura, humidade e qualidade do ar; o segundo é garantir a segurança de pessoas e instalações, em caso de emergência, permitindo a eliminação de fumos e criando as condições ambientais necessárias para a evacuação dos passageiros e para o controlo da situação de emergência. Por último, nas salas técnicas será necessário manter as condições ambientais adequadas para o correcto funcionamento dos equipamentos e para as actividades do pessoal de serviço e de manutenção.

Ventilação dos cais e estações

A ventilação dos cais e do interior das estações será do tipo natural, conseguida pelo efeito pistão, originado pela criação de sobrepressões e depressões devidas à passagem das composições, complementado por ventilação forçada e entrada de ar através dos acessos.

A ventilação forçada far-se-á com recurso a ventiladores de extracção, com aspiração nos extremos dos cais. As estações construídas a céu aberto possuem um ventilador e condutas com as respectivas grelhas em cada extremo de cada cais (com um total de 4 grupos, de 10 m³/s cada um, por estação). As estações construídas em mina têm 2 ventiladores numa sala única e central, ligada por condutas aos dois extremos de ambos os cais (2 grupos, de 20 m³/s cada um, por estação).

Existe também um grupo de ventilação para as principais salas técnicas (subestações, postos de transformação, salas eléctricas de baixa tensão) e sanitários. Para as salas de correntes fracas será utilizada uma unidade de ar condicionado.



Figura ilustrativa do ventilador axial

Ventilação dos túneis

A ventilação dos túneis é feita por meio de chaminés ou galerias de ventilação situadas nos extremos das inter-estações (troços de túnel situados entre cada duas estações consecutivas), ligadas à superfície através das respectivas grelhas.

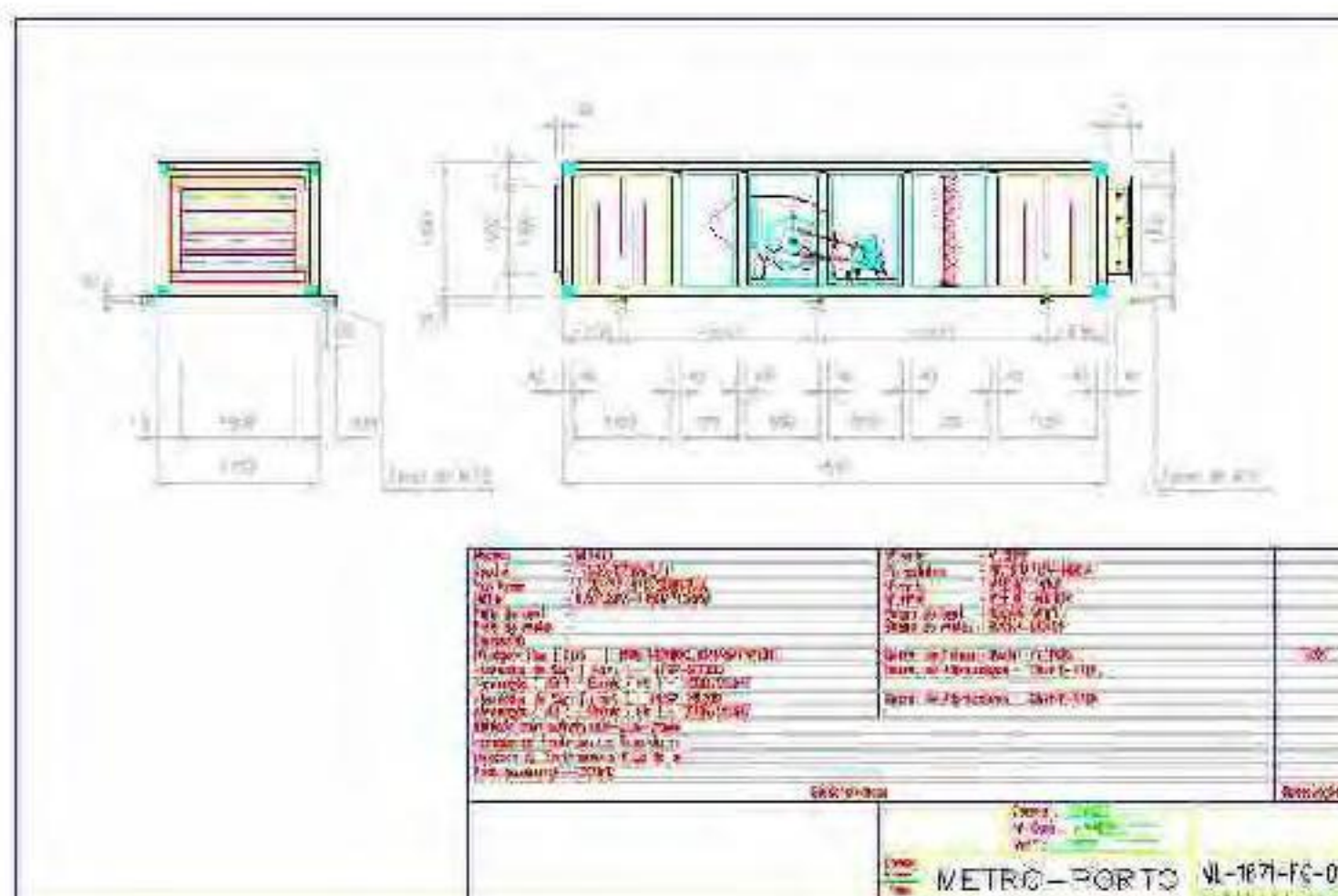
Funcionamento em condições normais

A ventilação normal realiza-se de forma natural por efeito pistão originado pela passagem das composições, com entrada/saída de ar pelas condutas mencionadas acima. Nesta situação, os dampers dos ventiladores encontram-se fechados, e abertos os by-pass correspondentes.

Funcionamento em condições de emergência

Em situação de emergência, o objectivo primordial é efectuar a exaustão dos fumos de combustão ou do ar viciado no mais curto espaço de tempo, deixando livres os caminhos de circulação e fuga previstos. Para tal, e em resposta a um sinal de alarme, remoto ou local, ocorrerá a paragem da ventilação normal da estação, o fecho do registo de "by-pass" que serve à ventilação natural, a abertura dos "dampers" dos ventiladores de emergência, e o arranque dos próprios ventiladores. Ainda remotamente será dada ordem sobre o sentido de rotação dos motores, podendo uma chaminé de ventilação funcionar em pressão, com entrada de ar novo, e a outra, na extremidade oposta do túnel, em exaustão, permitindo eliminar do túnel o ar nocivo e criar um caminho preferencial de evacuação de pessoas, contrário ao escape do eventual fumo. Os ventiladores, reversíveis e de duas velocidades, são capazes de funcionar durante uma hora suportando temperaturas até 250°C. Está prevista a utilização de dois grupos de ventiladores axiais, reversíveis (70%) por extremo de inter-estação, com um caudal de 75 m³/s por grupo.

A alimentação do sistema de ventilação de emergência é assegurada por duas vias: através do posto de transformação redundante da estação, e pela existência de um grupo gerador diesel situado no Pólo Universitário.



Nota.- de seguida apresentam-se os esquemas de ventilação correspondentes às estações subterrâneas construídas a céu aberto (tipo M1) e em túnel (tipo M3).

Sistema de Bombagem

A função do Sistema de Bombagem é a de elevar os eventuais caudais de água, procedentes de infiltrações nos troços subterrâneos do Metro do Porto, através das aduelas, no caso dos poços em túnel, e os gerados por chuvas, de forma directa, através das grelhas dos poços de ventilação, dos acessos às estações e das bocas de túneis, no caso dos poços das estações.

O sistema de bombagem faz a elevação dos caudais captados até à rede de drenagem municipal, à superfície, nas imediações de cada estação.

Os caudais gerados pelo eventual combate a incêndio são também considerados no dimensionamento dos equipamentos de drenagem e de bombagem, tanto de túnel como de estação.



Características Principais da Instalação

A instalação do sistema de recolha de drenagens e infiltrações inclui as estações de bombagem instaladas em poços, o equipamento de bombagem e a infra-estrutura de obra civil necessária para captação das águas e a sua evacuação até à respectiva rede municipal.

Nas estações existirá um poço a cada lado da plataforma, para onde são encaminhadas as águas. Os dois poços comunicam entre si, por intermédio de uma conduta inferior, com válvula de seccionamento que, permite realizar a manutenção de um deles, sem prejuízo do restante sistema de drenagem. Por se formar um sistema de vasos comunicantes, duplica-se a capacidade de armazenamento, muito útil no caso de qualquer avaria. Destes poços de bombagem, apenas um será equipado.

Serão previstas couretes visitáveis verticais, para instalação da tubagem de compressão dos grupos electrobomba, desde o poço até à câmara de descompressão localizada à superfície a montante da ligação ao colector municipal.

Fora das estações, em cada ponto baixo do traçado em túnel existirá, também, um poço de bombagem, cuja conduta de compressão pode ser encaminhada para descarregar à superfície, ou então, para um poço de estação.





FERBRITAS



EMPRESA CERTIFICADA
NP EN
ISO
9002
SGS

- Extracção, produção e comercialização de inertes;
- Gestão de empreendimentos e Fiscalização;
- Acompanhamento do fabrico, recepção técnica de materiais e equipamentos de via férrea e catenária.

Engenharia de Transportes

Planeamento
e Gestão
de Sistemas

Projecto de
Infraestruturas

Controlo
de
Qualidade
de
materiais

Gestão
Integrada de
Empreendimentos

Gestão
de
Projectos

Topografia

Expropriações

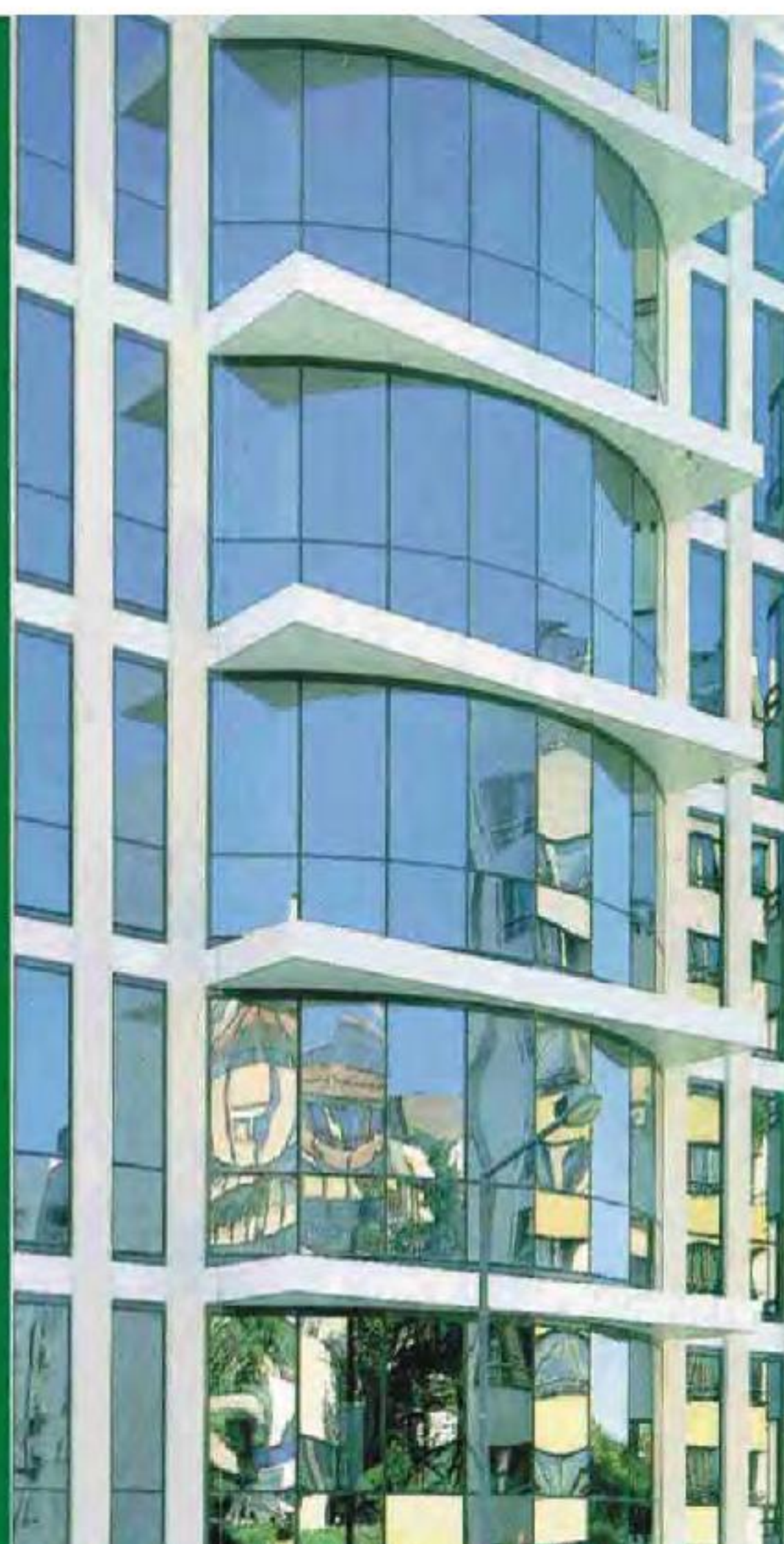
Actividade Industrial

Balastro

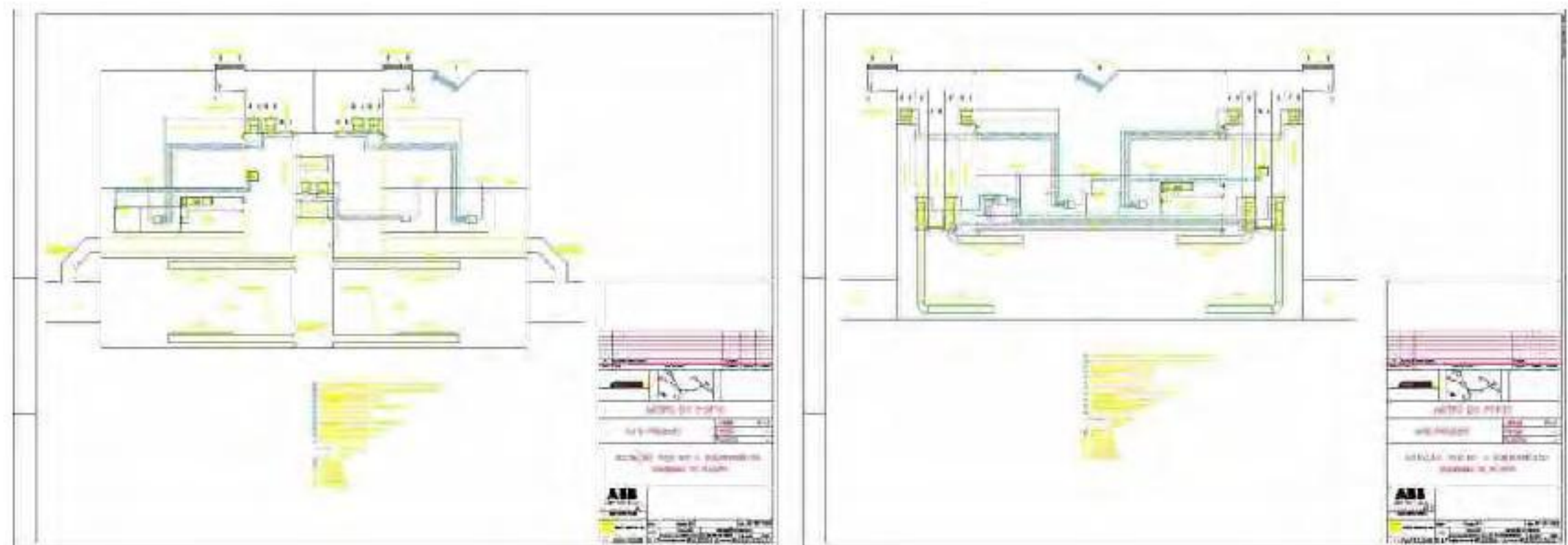
Gravilhas
e Britas

Tout-Venant

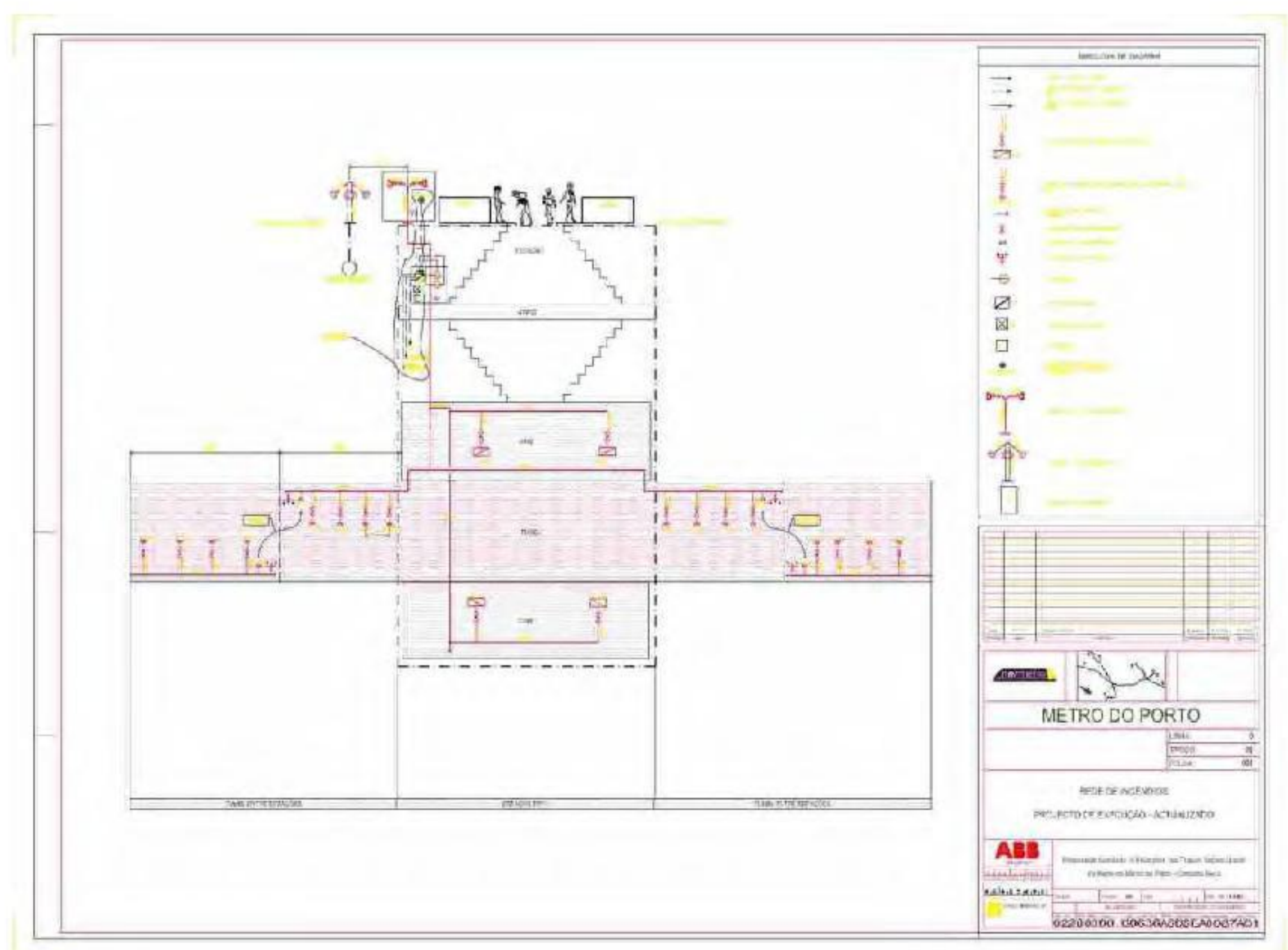
Sede
Rua José da Costa Pedreira, nº11
1750-130 Lisboa, Portugal
Tel: + 351 21 751 1700 Fax: + 351 21 754 0600
e-mail: info@ferbritas.pt



Esquema de ventilação. Estação tipo M1



Esquema de ventilação. Estação tipo M3



Ascensores e Escadas Mecânicas

As estações enterradas dispõem de escadas mecânicas nos acessos para os desníveis superiores a 5,5 m entre rua-átrio superior, átrio superior-átrio inferior, átrio inferior-cais, com as seguintes características básicas:

- Velocidade: 0,65 m/s
- Capacidade de transporte: 11.700 pessoas/hora
- Inclinação: 30°
- Dimensões degraus: 1000 x 400 mm
- Poupança de energia no accionamento:
 - Arranque e paragem das escadas através dum sistema de infravermelhos.
 - Accionamento regulado por sistema de variação de frequência;
- Fabricados conforme a normativa europeia, com materiais resistentes ao fogo;
- Sistema automático de detecção e combate a incêndios (SADI) nas salas de máquinas



ESTUDOS E PROJECTOS, S.A.

SERVIÇOS DE ENGENHARIA E ARQUITECTURA

CONSULTORIA

PROJECTO

GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

Presente no Sector dos Transportes

REFER - Rede Ferroviária Nacional, EP

- ⇒ *Linha do Minho: Troço Lousado - Nine*
- ⇒ *Linha do Minho: Troço Nine - Braga*
- ⇒ *Linha do Douro: Troço Cete - Penafiel*
- ⇒ *Linha do Douro: Troço Penafiel - Caíde*
- ⇒ *Linha da Circunvalação de Leixões*
- ⇒ *Contumil : 1ª e 2ª fases*

METRO DO PORTO

- ⇒ *Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto*

Comissão Coordenação Região Norte – Xunta da Galicia
Corredor Ferroviário Porto Vigo

NAER

- ⇒ *Novo Aeroporto da Região de Lisboa – Ota*

ANA – Aeroportos de Portugal S.A

Ampliação e Remodelação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro



Saída Exit

Rua do Alferes Malheiro
Rua Bonjardim



Rua Bonjardim

Estão previstos igualmente ascensores eléctricos sem casa de máquinas entre rua e cais, com capacidade para 8 e 13 pessoas, com as seguintes características:

- Dimensões:
1100 x 1400 x 2100 mm (8 pessoas)
1500 x 1500 x 2100 mm (13 pessoas)
- Velocidade: 0,63 m/s
- Fabricados conforme a normativa europeia, com materiais resistentes ao fogo.



Sistema de Detecção e Combate a Incêndios

O Sistema Automático de Detecção de Incêndios (SADI), fará a detecção de incêndio, emitirá sinal e comandará a actuação dos equipamentos afectos em caso de emergência. Para cumprir este objectivo o SADI será constituído por um conjunto de centrais de detecção de incêndio, a instalar nas estações, subestações de tracção e nos PMOs.

Estas centrais estarão ligadas por contactos livres de potencial ao SCADA, que efectuará a gestão e comando de todos os subsistemas e equipamentos remotamente do Posto de Comando Central (PCC).

Os centros de comando permitem o comando "on line" dos equipamentos de cada instalação a activar em caso de emergência, assim como a visualização de gráficos sinópticos das plantas das áreas a proteger.

A cada central estarão ligados anéis (loops) de detecção e alarme de incêndio interligando detectores, pulsadores e outros módulos de alarme endereçáveis de vários tipos, de acordo com os locais a proteger.

A alimentação de energia às centrais será efectuada a partir de fontes de alimentação que garantirão uma alimentação sem interrupção, com uma autonomia de 72 horas, em caso de falha da tensão da rede.

Relativamente aos meios de combate de incêndio, está prevista a montagem de rede de água para o Sistema de Incêndios (SI) alimentando carretéis instalados nos cais das estações e ao longo dos túneis (colunas secas), e ainda por recurso a extintores de pó químico e CO2 conforme os casos. Na extinção contemplam-se ainda cortes de alimentação eléctrica com rotinas de segurança, incluindo o corte de energia à catenária.



Principais Características

Caraterísticas operacionais

nº de linhas	4 (A, B, C e D)
distancia media entre estações na zona urbana	Trindade / Sra. da Hora - 728 / Trindade / Sr. de Matosinhos - 695
distancia media entre estações na zona suburbana	
capacidade de transporte	A-8 Veículos x 216 = 1728 passageiros hora sentido B-4 Veículos x 216 = 824 passageiros hora sentido
frequência média em zona urbana	Troço comum linhas A = 3 minutos / Troço linha A = 7 minutos

Rede do Metro

extensão total	70 km
via dupla em túnel	7 km
via dupla em via reservada á superfície	13 km
via dupla recupera da de via férrea	9 km
via simples recuperada de via férrea	41 km

Traçado

rampa máxima	7%
raio mínimo de curvatura em zona urbana	25 m
raio mínimo de curvatura em tunel	200 m
raio mínimo de curvatura vertical	500 m
velocidade máxima em zona urbana	50 km/h
velocidade máxima em zona suburbana ou em túnel	80 km/h
largura da plataforma em via dupla	7 m

Estações

nº total de estações	66
estações á superfície de nova construção	36
estações á superfície recuperadas e modernizadas	19
nº de estações enterradas	11
estações enterradas de construção a céu aberto	6 (Casa da Musica, 24 de Agosto, Salgueiros, Trindade, Aliados e S. Bento)
estações enterradas de construção mineira	5 (Lima, Marquês, Faria Guimares, Bolhão e Heroismo)
comprimento dos cais, estações subterrâneas	70 m
altura dos cais das estações	30 cm

Túneis

diâmetro interno	7,8 m
processo construtivo	Tuneladoras tipo EPB (escudo de pressão de terra)
diâmetro do escudo	8,7 m
nº de aduelas por anel	6+1
potência total instalada	2,4 Mw
força de impulso	70.608 kN
peso total (escudo e cabeça de corte)	650 t
comprimento total (escudo e reboques)	72 m
fabricante das 2 tuneladoras utilizadas	Herrenknecht

Via férrea

bitola	1435 mm
tipo de carril	G-35 de gola ou U 50
travessas	bibloco
fixações	Nabla
balastro	balastrada ou embebida
tipo de aparelhos de mudança de via (não incluindo os PMO)	comando electrico

Energia e catenária

sistema de alimentação	750 v cc
nº subestações de tracção	33 unidades (ligadas em anel a uma rede de media tensão de 15 kv)
potência unitária	1500 kw
potência do transformador	1620 kva
rectificador	díodos de silício, montagem dodecafásica
distancia media entre subestações	1500/ 2500 m
rede de media tensão	270 km de rede de 15 kv
postos de transformação, ligação EDP	9
potencia total instalada	57 MVA
tipo de catenária zona urbana	simples, com dois condutores de contacto, em cobre, secção de 150 mm ²
tipo de catenária zona suburbana ou em túnel	regulada, com dois condutores de contacto, em cobre, secção de 150 mm ² e portador de 155 mm ²
transversais	em cabo isolado "parafil", ligadas aos postes por isoladores de silicone
extensão total de catenária	118 km
altura média ao carril	5,2m
tipo de poste	metalico

Equipamentos electromecanicos das Estações enterradas

(indicar nº unidades previstas)

Sistema de iluminação

Armaduras	7750
-----------	------

Sistema de ventilação

Ventiladores de túnel	40
Ventiladores de cais	28
Ventiladores para locais técnicos e WC's	88

Sistema de bombagem

Grupos electrobomba	44
---------------------	----

Escadas rolantes	105
------------------	-----

Ascensores	31
------------	----



Metro do Porto

Telecomunicações	Estações	PCC
Sistema de transmissão		
Nó SDH	66	5
Nó PDH	75	23
Hub	77	18
Sistema telefónico		
Telefones analógicos e digitais	404	100
PABX	0	1
Gravador de chamadas	0	1
Sistema de vídeo-vigilância		
Códec vídeo	65	65
Gravador digital vídeo	65	0
Câmaras com zoom, fixa ou móveis	443	0
Matriz estação	39	0
Monitor PAL	2	12
Sistema informação ao público		
Unidade de controlo local	70	0
Amplificador	56	0
Consola local	17	0
Altifalantes	1080	0
Paineis informação	127	0
Consola operador	0	3
Sistema rádio		
Estações de base	12	
Sistema rádio de a bordo	72	
Sistema de bilhética		
Máquinas de venda de bilhetes	99	
Obliteradoras magnéticas	242	
Máquinas de venda manual	10	



Veículos

n.º unidades	72
n.º lugares sentados	80
n.º lugares de pé [4 p/ m2]	135
n.º total de lugares	215
distancia do pavimento á cabeça do carril	35 cm
comprimento	35 m
largura	2,65 m
altura	3,3 m
n.º de portas	12 (6+6)
largura das portas	1.350 mm
tensão de alimentação	750 v cc
velocidade máxima	80 km/h
potencia nominal	318 kw
peso en vazio	40.500 kg
peso em carga [4 p/ m2 e 65 kg/ p]	55.604 kg
marcha em unidades duplas	até 2 unidades
tensão nominal	750 v cc
potência nominal	330 kw
velocidade máxima	80 km/h
rampa maxima admissivel	0,08
n.º de bogies	4 (3 motorizados e um reboque)
motorização	12 motores trifásicos assíncronos, refrigerados a água, accionados por 6 conversores electrónicos, tipo IGBT
diâmetro das rodas novas	550 mm





Consulte o site da ADFER,⁺
onde terá acesso a todas as edições da FERXXI,
informações sobre sessões e outros eventos da ADFER,
fichas de inscrição para novos sócios efectivos ou beneméritos
e muito mais...

www.adfer.pt