

# Sbo

Sebentas d'Obra Ciclo de construção, do projecto à obra

#03, novembro 2011  
**Teleférico de Gaia**  
Vila Nova de Gaia

Miguel Guimarães  
Sérgio Oliveira  
Francisco Vieira de Campos  
Cristina Guedes



<b>Editor</b> <div>Cadernos d’Obra</div>	<b>Iniciativa e produção</b> <div>Departamento de Engenharia Civil da FEUP</div>
<b>Diretor</b> <div>Vitor Abrantes</div>	<b>Com o apoio de</b> <div>Universidade do Porto</div>
<b>Coordenação Editorial</b> <div>Bárbara Rangel</div>	<div>Câmara Municipal do Porto</div>
<b>Comissão Editorial</b> <div>Abel Henriques</div> <div>Ana Sofia Guimarães</div> <div>António Silva Cardoso</div> <div>Joaquim Poças Martins (presidente da OERN)</div> <div>Paulo Conceição</div> <div>Rui Faria</div>	<div>Ordem dos Engenheiros Região Norte</div>
<div>Alfredo Soeiro</div> <div>Ana Vaz Sá</div> <div>António Samagaio</div> <div>Fernando Brandão Alves</div> <div>Hipólito de Sousa</div> <div>João Pedro Poças Martins</div> <div>Jorge Moreira da Costa</div> <div>José Amorim Faria</div> <div>Miguel Gonçalves</div> <div>Rui Calejo</div>	
<b>Conceção Gráfica</b> <div>Incomun</div>	
<b>Textos</b> <div>Menos é mais e Struconcept</div> <div>Eng. Sérgio Oliveira, Etermar (p. 32)</div>	
<b>Fotografia</b> <div>Menos é Mais arquitectura</div> <div>Alberto Plácido (p. 32)</div>	
<b>Impressão</b> <div>Rainho e Neves</div>	
<div>2.ª edição, setembro 2019</div> <div>Depósito legal: 336727/11</div> <div>ISSN 2184-6065</div> <div>Tiragem: 500 exemplares</div>	
<b>Preço por número</b> <div>4,50 euros</div>	
<b>Publicação periódica</b> <div>Trimestral</div> <div>n.º 3. Ano I, novembro 2011</div>	
<b>Propriedade</b> <div>FEUP/DEC</div> <div>R. Dr. Roberto Frias s/n</div> <div>4200-465 Porto</div> <div>Portugal</div> <div>Tel./fax: + 351 22 508 19 40</div> <div>cdo@fe.up.pt</div>	<div>É proibida a reprodução sem a autorização escrita dos autores e do editor.</div> <div>A exatidão da informação, os copyrights das imagens, as fontes das notas de rodapé, bem como a bibliografia, são da responsabilidade dos autores dos artigos, razão pela qual a direção da revista não pode assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão.</div>

A iniciativa “Fora de Portas engenharia civil à mostra”, resulta da colaboração entre o Departamento de Engenharia Civil da FEUP, a Mostra da UP e o Município do Porto. Realiza-se no contexto da iniciativa Porto Innovation Hub (PIH), que pretende envolver os cidadãos e visitantes da Invicta na descoberta da inovação que transformou a cidade nos últimos séculos. Através da visita a locais históricos e infraestruturas emblemáticas do Porto, procura-se demonstrar o impacto direto da inovação na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. O PIH é uma iniciativa do Município do Porto que pretende ser uma plataforma para o fortalecimento do ecossistema de inovação e empreendedorismo da cidade, contribuindo desta forma para que o Porto se possa destacar no panorama nacional e internacional como uma cidade inovadora e criativa. O PIH propõe a criação de um espaço de experimentação e laboratório vivo, potenciando cenários e oportunidades de desenvolver novos produtos, métodos ou conceitos à escala urbana, contribuindo, assim, para a cultura de transformação para a inovação.

**Editorial.** É hoje, mais do que nunca, fundamental, o que de melhor se faz no nosso país, por isso a revista Cadernos d'Obra do grupo GEQUALTEC / FEUP, com o Colégio de Engenharia Civil da Ordem dos Engenheiros e a IACES, Associação Internacional de Estudantes de Engenharia Civil, insistem em continuar esta aventura, o ciclo de conferencias e publicação **Sebentas d'Obra**. Teimamos em mostrar exemplos surpreendentes e de enorme qualidade do mais que urgente cumplicidade entre arquitetura, engenharia e tecnologia, através da fusão do projeto e da ciência.

Esta 3.<sup>a</sup> edição que apresentamos é mais uma vez um edifício de enorme singularidade, **o Teleférico de Vila Nova de Gaia**. É um edifício singular não só pelo seu programa e pela situação, mas principalmente pela reposta surpreendente que o projeto e a obra deram a uma situação tão particular.

Construir um mesmo edifício, com duas áreas semelhantes, requisitos programáticos idênticos, mas situações opostas e díspares, que teriam de ser unidos por um delicado cabo que conduz as cabines da cota mais alta à cota mais baixa da Marginal de Gaia. Na cota mais alta, a dificuldade construir num aglomerado urbano residencial muito denso, quase sem lugar para o edifício “por os pés no chão”. Na cota mais baixa, um enorme tabuleiro junto ao rio Douro, preenchido por grandes pavilhões comerciais próprios de um cais urbano utilizado frequentemente pela população. Em cima construir um edifício pendurado numa rocha, em baixo, fazer levantar um edifício, para que o cais continue a permitir a livre circulação. Pendurar na rocha com a ajuda do betão e levantar outro como a quilha dum barco para suportar uma fachada metálica falsamente transparente.

O rigor com que este princípios foram seguidos, desde o primeiro esboço do projeto, à procura de soluções que pudessem tornar entes objetivos construíveis até à enorme dificuldade de concretizar a obra em condições tão particulares, foi o que tentamos “roubar” aos autores deste projeto, o Arq. Francisco Vieira de Campos, o Eng. Miguel Guimarães e nos intervenientes na obra o eng. Sérgio Oliveira.

Mostramos nesta publicação qual o trajeto que este teleférico tomou desde a consolidação da ideia, ao desenvolvimento projeto, da procura da reposta tecnológica, até ao desafio de a construir.

Agradecemos uma vez mais à Eng. Cristina Machado, presidente do Colégio de Engenharia Civil da Ordem dos Engenheiros, por continuar a acreditar neste vontade de mostrar o que tão bem se faz em Portugal, quando arte, ciência e tecnologia trabalham em sintonia através das mãos da arquitetura e da engenharia.

Ao Arq. Francisco Vieira de Campos da MENOS É MAIS – Arquitetos Associados por toda a disponibilidade e paciência, disponibilizando todo o material de projeto, inclusive os riquíssimos cadernos de trabalho onde se foram encontrando as soluções. Ao Eng. Miguel Guimarães, da STRUCONCEPT Lda, autor do projeto de estrutura, pelo apoio e por todo o material cedido. E finalmente ao Eng. Sérgio Oliveira – ETERMAR – Engenharia e Construção SA, responsável pela obra, que nos descreveu o que foi tornar reais estes projetos!

A todos os membros do grupo GEQUALTEC / FEUP um agradecimento especial por todo o apoio e confiança. À ETERMAR e à TELEF na pessoa do Sr. Cláudio Anjos da agradecemos toda o apoio e ajuda em tornar possível mostrar ao público mais esta **Sebenta d'Obra**.

Porto, 23 de novembro de 2011,  
Cadernos d'Obra - Bárbara Rangel

O comitê do Porto da Associação Internacional de Estudantes de Engenharia Civil, IACES, integrado no Departamento de Engenharia Civil da FEUP, tem como principal objetivo a realização de atividades que auxiliem e complementem a formação dos estudantes de engenharia civil. As Sebentas d'Obra inserem-se neste espírito, principalmente na componente de interação entre as especialidades, que é de importância crescente nos nossos dias, para diminuição dos custos das obras e para melhor gestão dos prazos e da qualidade. Esperamos que estas publicações produzam os resultados esperados e encaminhem os nossos estudantes para o sucesso.

Nesta terceira edição é abordado o Teleférico de Vila Nova de Gaia, uma obra de elevada dificuldade técnica e tecnológica nos diferentes ramos de trabalho, desde a engenharia até à arquitetura, mas que nos mostra que em Portugal somos capazes de grandes feitos contrariando a onda de pessimismo que assola a Europa.

Saudações Académicas,  
IACES – LC Porto

# Teleférico na zona histórica de Gaia

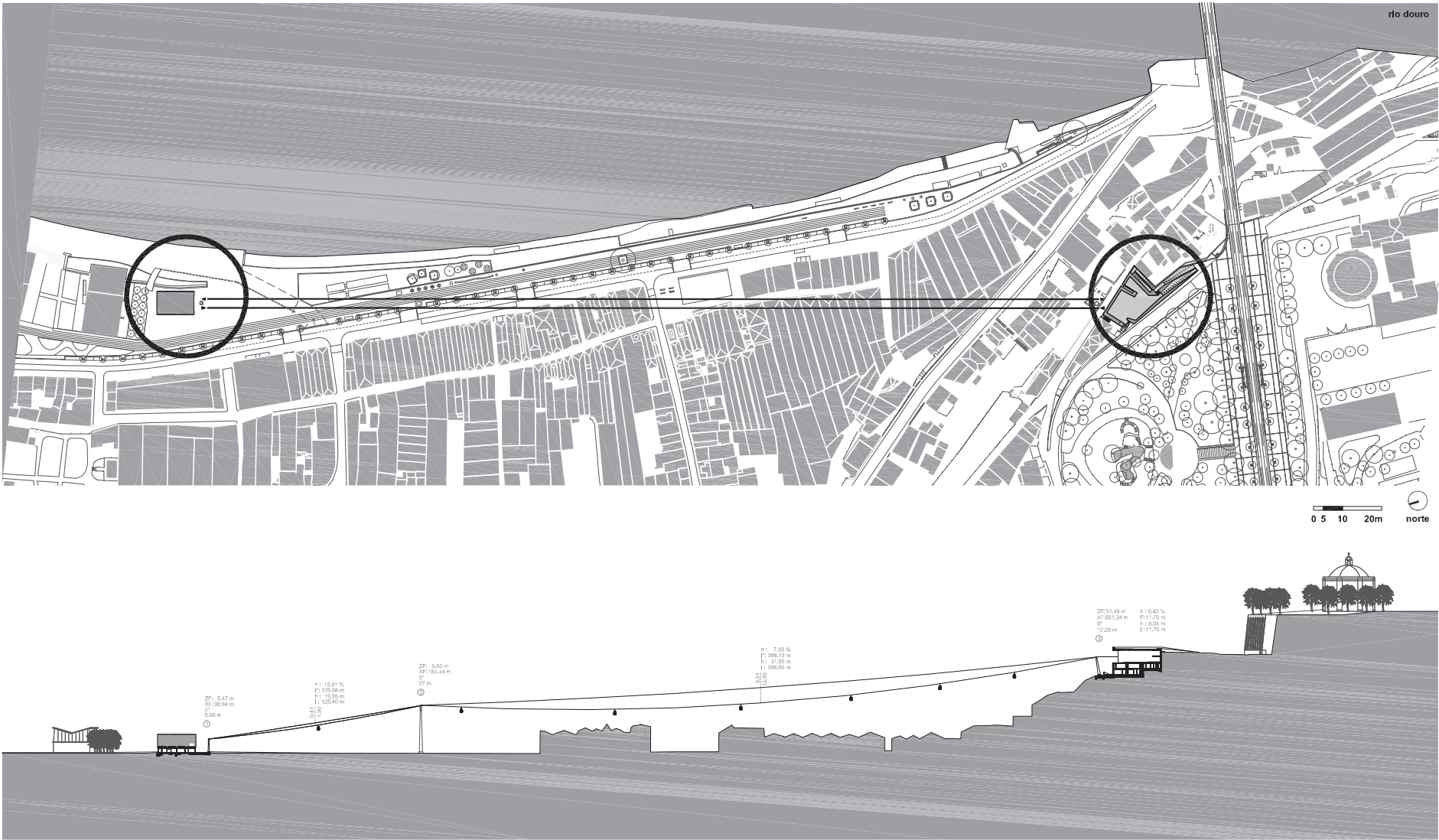
## 1. Caracterização

O projeto para as Estações do Teleférico da Zona Histórica de Gaia surge de um concurso de conceção/ construção e exploração.

Interessou-nos o desafio de intervir numa paisagem tão impressionante como a do novo eixo Serra do Pilar – Cais de Gaia e simultaneamente conciliá-la com a complexidade tecnológica de um teleférico.

O projeto busca uma síntese que concilie as exigências e as conquistas da técnica com o desejo de uma intervenção de impacto mínimo. Neste sentido, investiga-se o diálogo entre a criação de um novo eixo urbano – axial, funcional e visual – caracterizado pela introdução de um movimento fortíssimo na paisagem e o tecido urbano sedimentado.

Propôs-se esta tipologia para a cidade de Vila Nova de Gaia com uma abordagem lúdica e funcional, considerando a dinamização do local e do turismo, ligando as caves de vinho do Porto e a marginal, situados à cota baixa, ao metro e à Serra do Pilar, situados à cota alta.



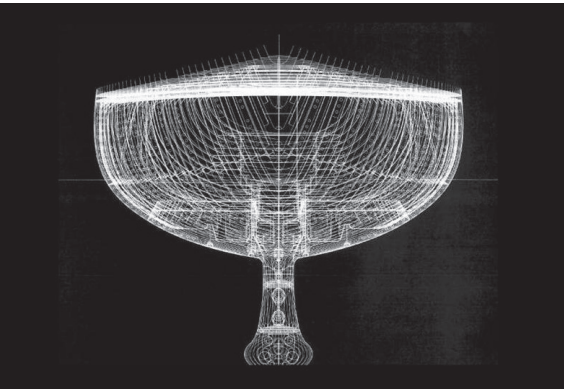


# 2. Proposta

## Estação Baixa – Tensionamento

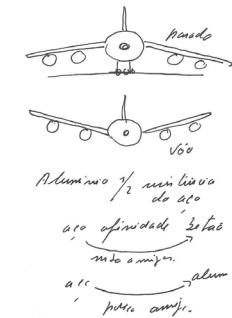
A implantação do edifício da Estação Baixa na marginal do rio Douro privilegia o uso público do espaço melhorando a acessibilidade, para o que também contribuiu a conceção da peça sobrelevada que constitui a plataforma de embarque/gare do teleférico. O conceito arquitetónico da estação baixa reside numa estrutura simples e pragmática inspirada na ossatura de um barco: um esqueleto de aço com ripados verticais de alumínio é suspenso sobre uma estrutura central (quilha) em betão, formando duas grandes consolas. A colocação de duas escadas rebatíveis e suspensas, tornam estanque o edifício quando o serviço está encerrado, sem ser necessário recorrer a vedações, garantindo assim a segurança do espaço.

A forma arquitetónica surge como marcação da axialidade própria deste tipo de equipamento, onde o eixo imaterial – do movimento ao longo do trajeto em cabo – coincide com o eixo físico e estrutural do edifício que incorpora os postes da Estação. O eixo estrutural de suporte dos edifícios é também eixo infraestrutural,

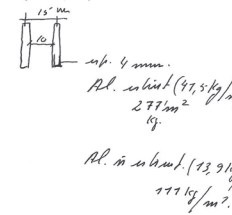


concentrando diferentes equipamentos de apoio ao teleférico (bilheteiras, posto informativo, sanitários, quiosques), enquanto a plataforma de embarque surge sobrelevada. Trata-se verdadeiramente de uma única peça, em 2 atos. A forma ritmada dada pelo ripado confere uma aparência mutante ao objeto, com suaves efeitos óticos de transparência e opacidade conforme o ponto de observação e de acordo com as mutações de luz ao longo do dia, introduzindo-se o ritmo, a cadência, o tempo, o muito que se vê e o muito que se oculta.

*Barra 13*  
*Lujo 7000 p/metro*  
*Lujo 10000 p/metro*  
*Transição e curvatura.*  
→ Ver referências  
→ Projeção para o IPPAR  
→ Ver solução no terreno  
para as superfícies metálicas.  
(alumínio estrutural →  
→ aço?) Ver as possíveis  
soluções (custos).

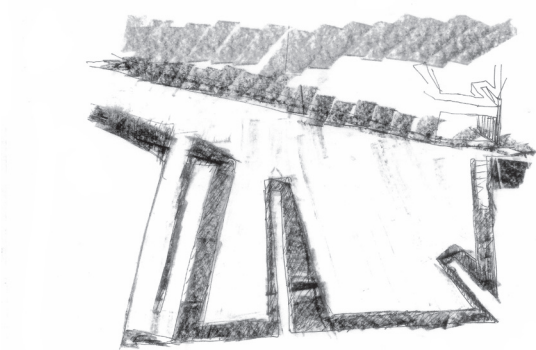


Não de brachio e modo o alumínio estrutural porque é mais leve (menos inércia) menos partes - as estruturas são fixas e momentos de inércia não se põe ao problema



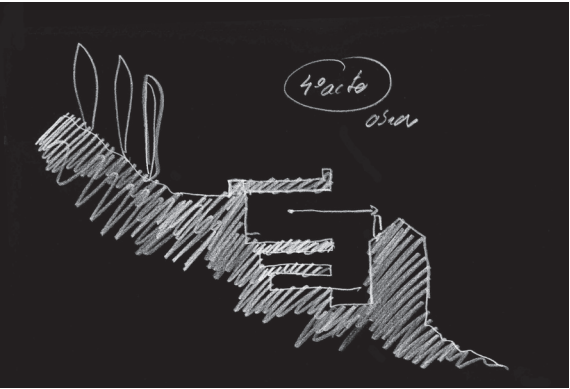
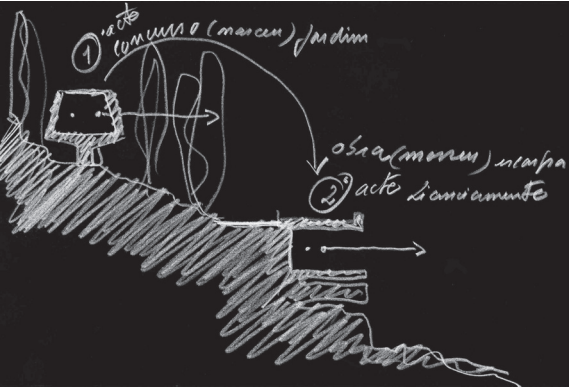
## Estação Alta – Motriz

A Estação Alta, prevista inicialmente para ser implantada no jardim do Moro com os mesmos pressupostos da Estação Baixa, passa a meio do processo a ser implantada na encosta, obrigando à reformulação total dos conceitos estabelecidos. A nova construção na encosta, mais exposta, com maior área e visibilidade, conduziria a um projeto inevitavelmente marcante na paisagem o que obrigaria a um constante jogo de escalas. Constitui um novo desafio albergar a nova infraestrutura com impacto mínimo na paisagem e responder aos complexos requisitos técnicos e estruturais necessários à construção de uma Estação Motriz. Deste modo, tornou-se um edifício de grande complexidade geométrica e, assim, também estrutural.



esquisso da cobertura da Estação Alta

A Estação Alta dissimula-se no muro/contraforte existente e pretende ter um caráter neutro e abstrato sem linguagem, quase intemporal. O projeto procura conciliar a ortogonalidade do casario com a obliquidade do eixo do teleférico, contrapondo o caráter monumental da construção na escarpa com a escala doméstica das habitações adjacentes. O acesso à cota alta é possibilitado a partir de rampas e escadas que dão acesso à cobertura-miradouro, que consolida e remata o muro contrafortado existente. Tal como um “caminho de ronda”, explora-se a fruição do local e a vista sobre o Porto.





# 3. Desafios técnicos

O projeto de estruturas contempla, além das duas estações de embarque, as fundações especiais de três torres intermédias, que impuseram desafios diferentes pelas suas características díspares e pelas suas diferentes condições de fundação.

## a) Estação Baixa

Dimensões globais: 22(C) x 14 (L) x 11 (A, sendo 8m livres no piso de embarque)

### a.1) Fachada-cortina

A conceção arquitetónica ditou que o sistema de revestimento fosse constituído por uma fachada-cortina formando um ripado de pórticos paralelos em alumínio distanciando 35 cm entre os seus eixos.

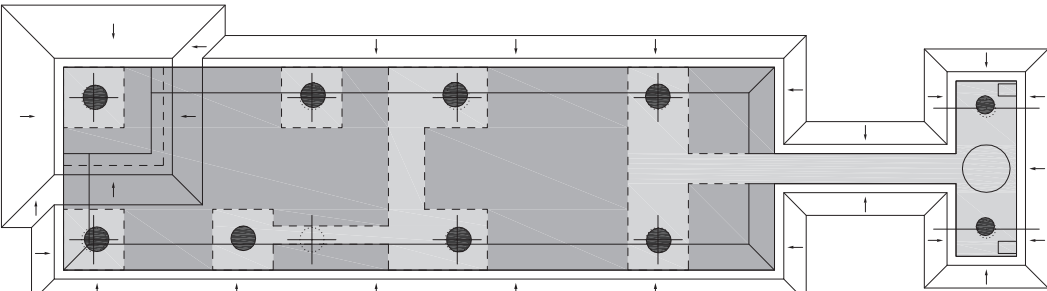
A secção transversal dos pórticos é formada por barras composta por dois perfis, sendo um estrutural interior e o outro capeamento exterior, ambos relevantes para o comportamento e análise estrutural. Assim, o vidro (duplo, laminado) das fachadas e da cobertura fica alojado mesmo a meia-espessura deste ripado, sendo utilizado um conjunto de acessórios de fixação e vedantes, partes do sistema fachada-cortina, que asseguram a rutura da ponte térmica entre o interior e o exterior

do edifício, aspeto muito relevante no comportamento estrutural conjunto da fachada-cortina e da sua estrutura de apoio.

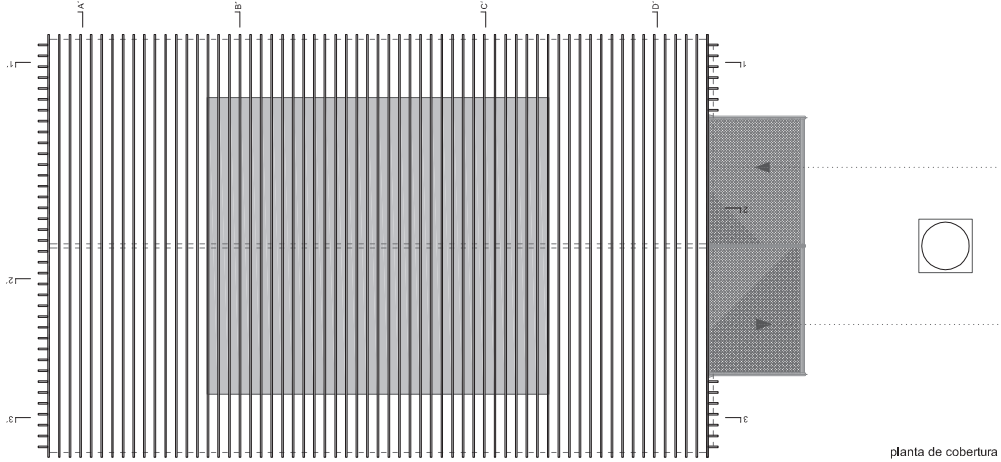
Efetivamente, o efeito da insolação causa deformações e esforços muito significativos, pois a face exterior aquece muito enquanto a interior fica protegida pelo vidro e pelo corte térmico, aspeto cujo estudo, conjunto com o da estrutura de apoio interior, se revestiu de significativa complexidade.

Nesta análise verificou-se que apenas seriam viáveis soluções construtivas adequadamente concebidas para permitir uma adequada deformação diferencial dos diversos componentes da fachada-cortina, tornando-se assim desprezável o efeito estrutural da variação diferencial de temperatura, escolhendo-se criteriosamente os pontos fixos de onde irradiam as deformações relativas entre os perfis exteriores e os interiores e entre estes e a estrutura de suporte, de modo a que o resultado estético seja sempre o pretendido, dispondo-se as juntas de forma eficaz e discreta e adotando-se soluções de fixação dos diferentes componentes, tendo em conta a sequência de montagem e o correto funcionamento dos elementos de fixação.

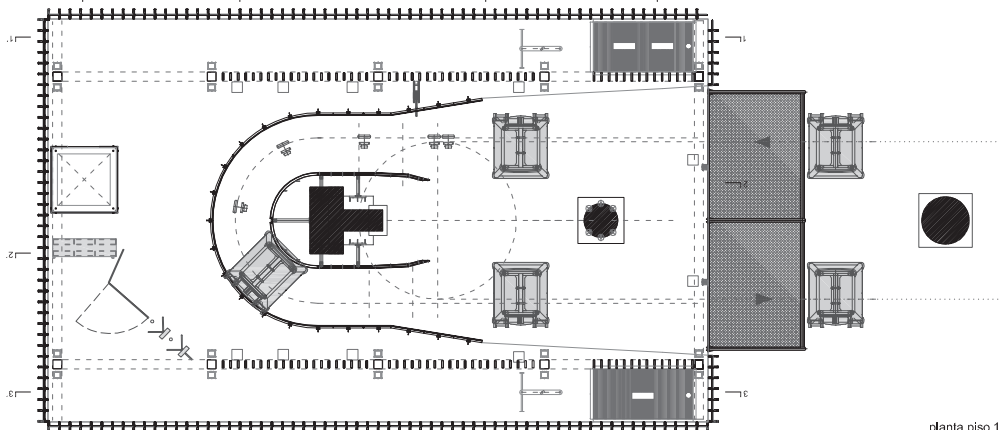
Para esse fim foram determinantes as viga de apoio estrutural dispostas ao longo dos alinhamentos de



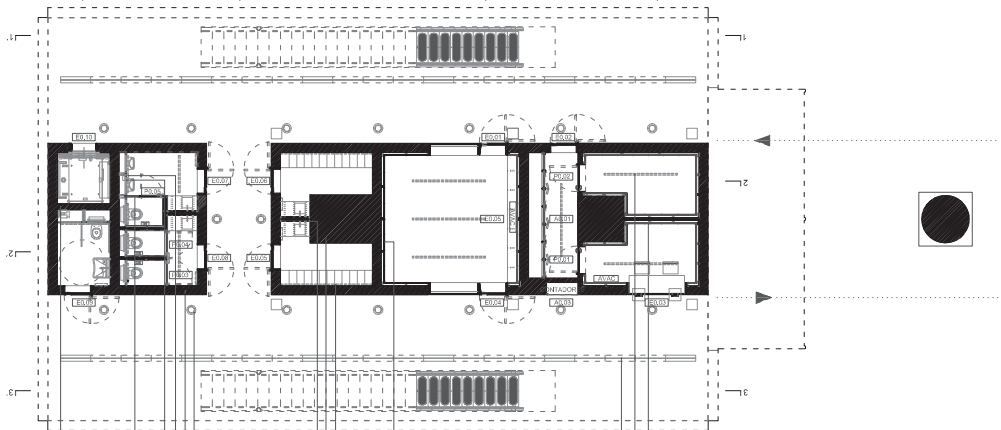
planta - zona de abertura de caboucos para fundações



planta de cobertura



planta piso 1



planta piso 0

pilares, das arestas e do eixo do edifício, com especial relevância para esta, onde são acomodadas as deformações mais significativas da cobertura.

Assim a estrutura de apoio foi poupada a esforços excessivos e a fachada-cortina encontra-se convenientemente apoiada e funciona, face às diferentes ações, conforme desejado e sem anomalias, mantendo perfeitos os alinhamentos visuais das extremidades e acomodando, sem exhibir desagradáveis desgastes e ruídos ou saltos bruscos, as deformações impostas sobretudo pelas variações de temperatura.

Esta fachada tem ainda que suportar o seu peso e as diversas configurações possíveis da ação do vento, sobre a envolvente exterior e também sobre o seu interior.

A conceção da fachada-cortina e da estrutura de apoio atendeu ainda à possibilidade de se poderem efetuar intervenções de manutenção nos vidros e no ripado de alumínio, o que condicionou a disposição e tipologia dos pontos de apoio respetivos.

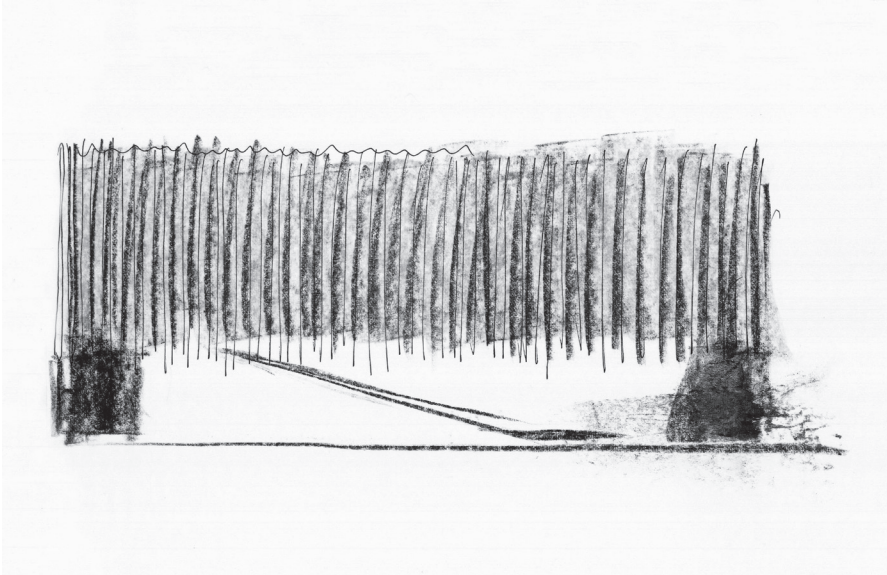
**a.2) Estrutura metálica de suporte**

Para dar estabilidade à cobertura e fachadas, existe interiormente um esqueleto em estrutura de aço, constituída

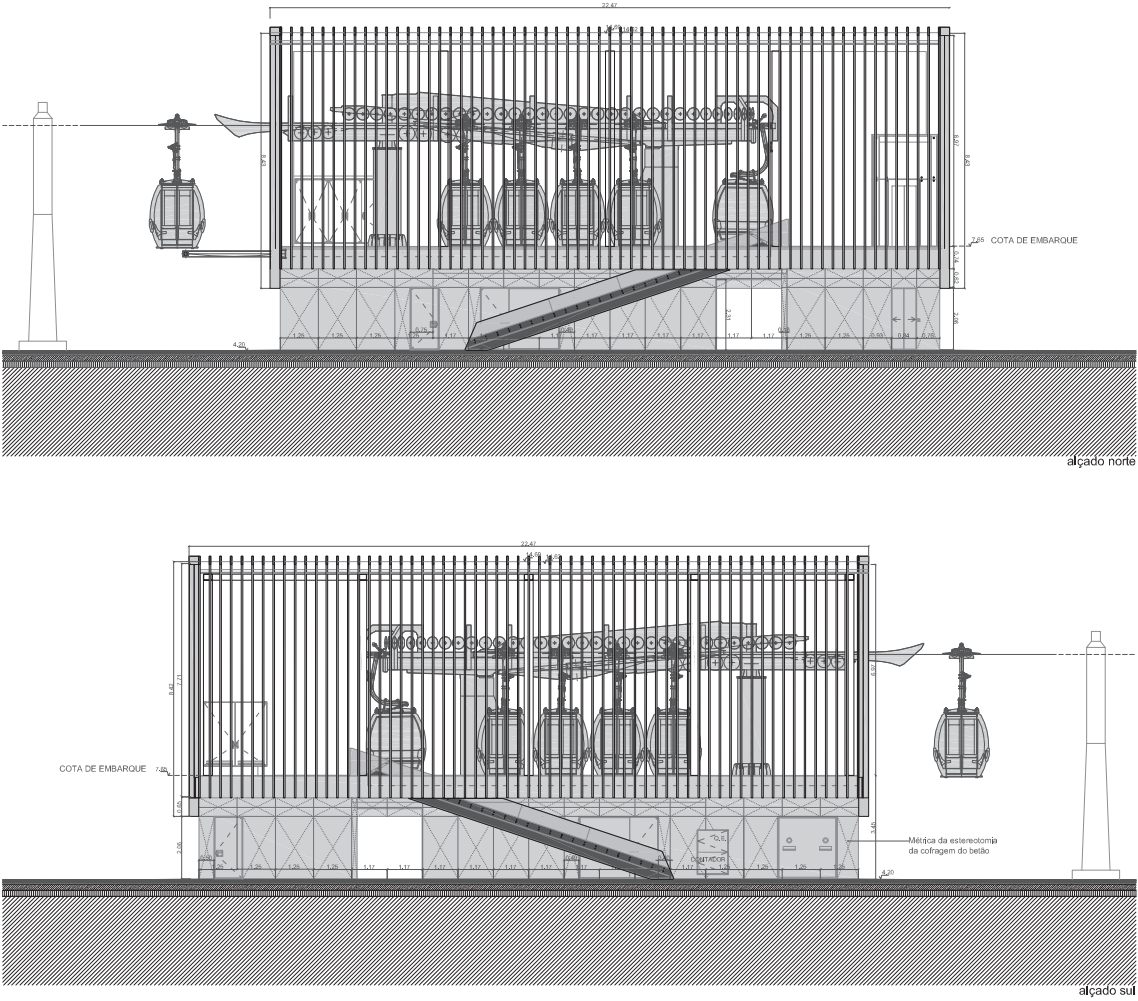
por perfis tubulares de secção quadrangular (os pilares) ou retangular (as vigas), especialmente estudados para o controlo das deformações e cuidadosamente pormenorizados para permitir uma fácil montagem e o alojamento e manutenção das diversas instalações de águas e eletricidade. Apoia-se na laje do piso de embarque através de uma estrutura em grelha de perfis também de aço, com secção em U, embebidos na betonagem.

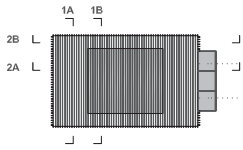
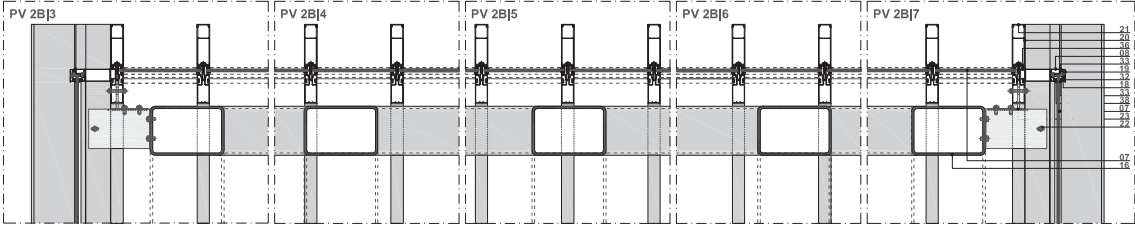
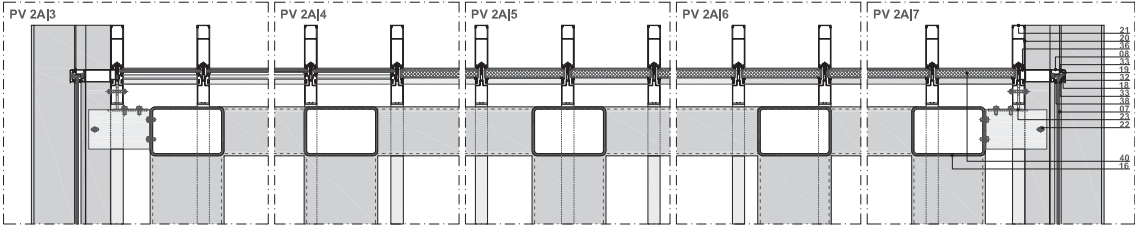
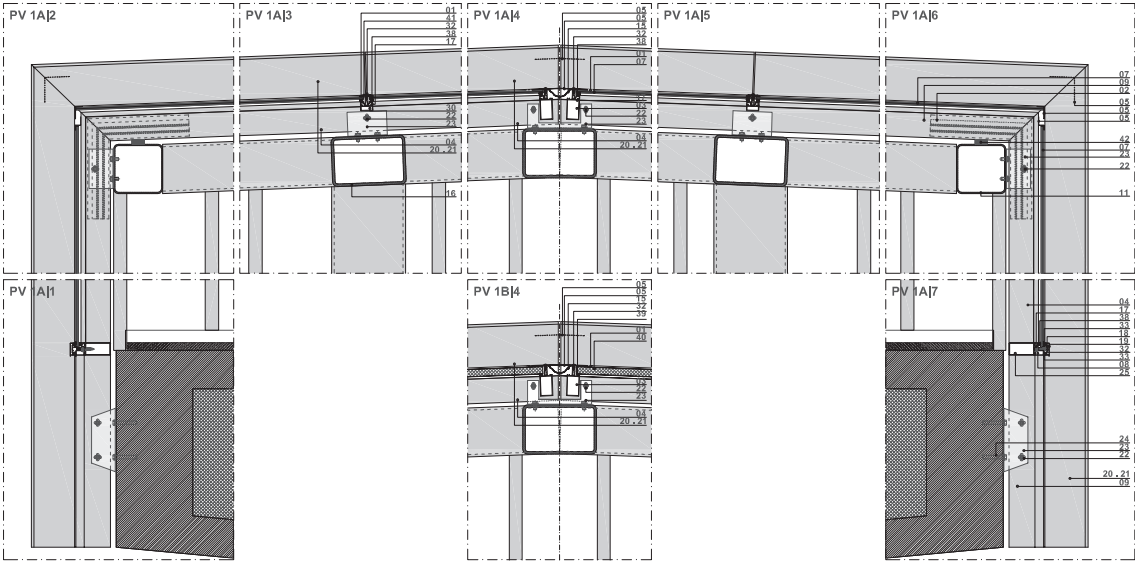
O seu estudo e definição final foram muito condicionados pela articulação com a fachada-cortina, tendo em conta a consequente influência do seu comportamento sobre a estrutura metálica, fruto do seu posicionamento excêntrico e da intercalação da capa de vidro e do corte térmico com que foi dotado nessa transição, como referido.

Além de ter que suportar toda a envolvente, resistindo aos respetivos pesos próprios e cargas permanentes, sobrecargas e às diversas hipóteses de configuração da ação do vento (o sismo não é condicionante), esta estrutura suporta ainda as ações impostas pelos sistemas de suspensão, para efeitos de manutenção, dos mecanismos do teleférico (com destaque para a roda de desvio, que pesa cerca de 100kN).

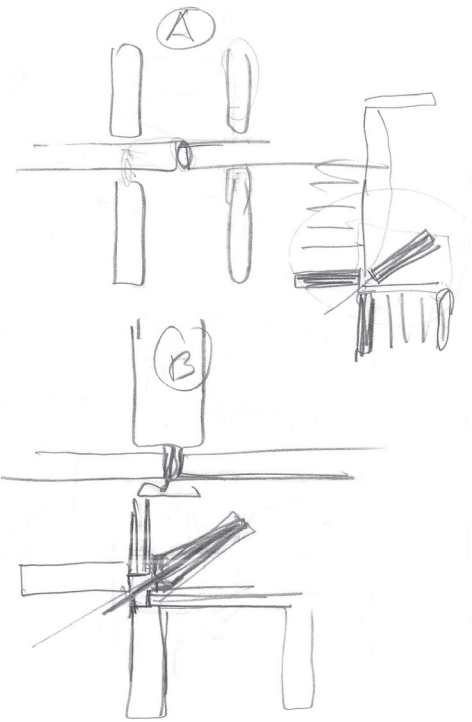


esquisso da cobertura da Estação Alta

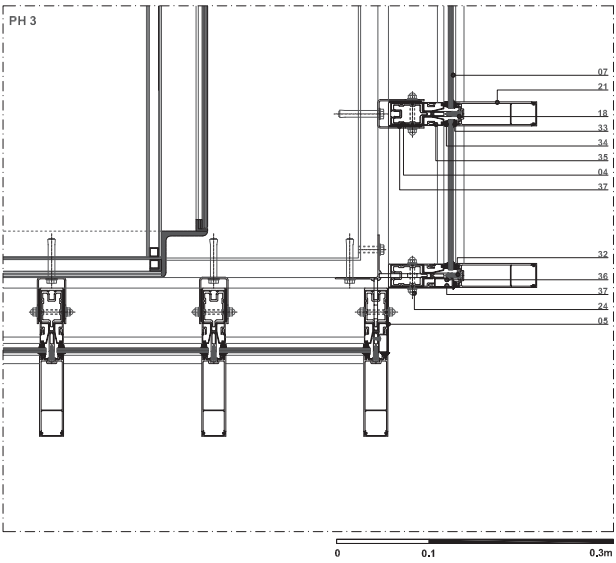




- 01 Junta de silicone
- 02 Peça interior de reforço em aço
- 03 A.080.028
- 04 A.080.009
- 05 Chapa de alumínio 0.8mm
- 06 A.080.002 serrado
- 07 Vidro laminado Incolor 5.5,1mm
- 08 Tubo de alumínio 35x20x2mm
- 09 A.080.030
- 10 D.012.007 p/ reforço
- 11 Tubular de secção quadrangular 200x200x10mm
- 12 Chapa de alumínio
- 13 U serrado de tubo 60x30 mm
- 14 Isolamento
- 15 Tela
- 16 Tubular de secção rectangular 300x200x10mm
- 17 A.080.014
- 18 A.080.003
- 19 A.080.005
- 20 A.080.053
- 21 A.080.054
- 22 Varão roscado M10 Inox
- 23 Chapa de aço inox 3mm
- 24 Bucha ch M10x90 com parafuso de cabeça sextavada Inox
- 25 A.080.056
- 26 Peça de fixação ao perfil de montante
- 27 Vidro laminado 4mm
- 28 F.009.094
- 29 F.009.036
- 30 A.080.016
- 31 F.080.00
- 32 ST5.5x32
- 33 G.001.018
- 34 G.004.060
- 35 A.080.007
- 36 Parafuso 4.8x10 cabeça de queijo em inox autoperfurante
- 36 Tubo de alumínio 40x20x1.5mm
- 37 Nylon 1mm
- 38 G.001.060
- 39 G.001.061
- 40 Painel sandwich em chapa de alumínio
- 41 A.080.012
- 42 Calço em neoprene com 50x50x20 para apoio dos montantes
- 43 LF545



esquisso do reforço dos cunhais

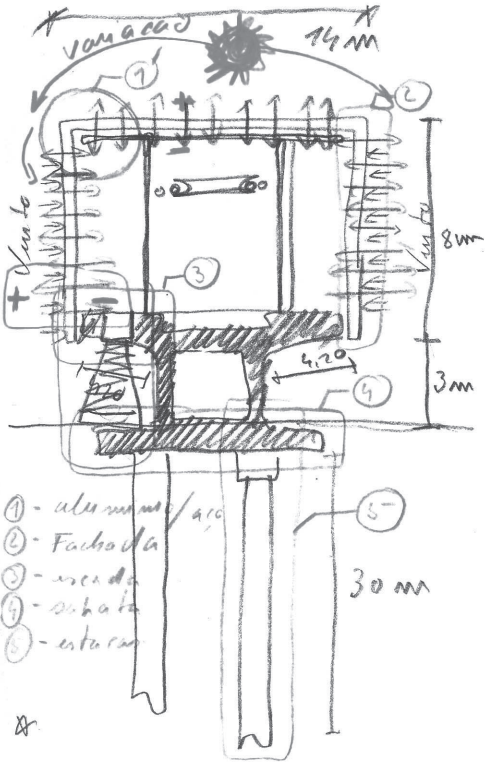




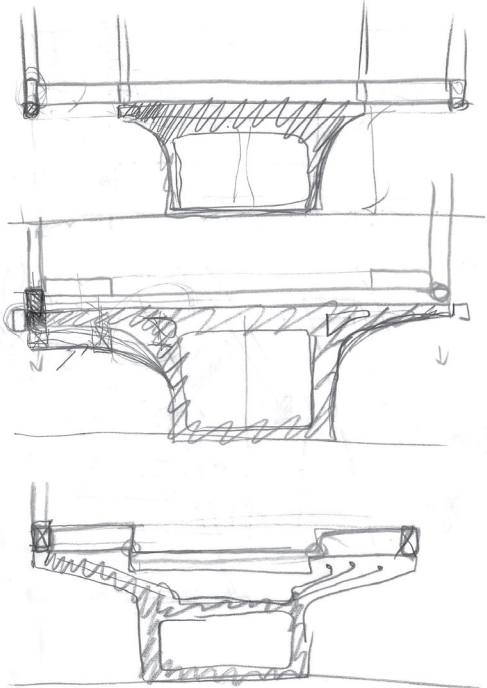
**a.3) Lajes em consola do piso de embarque**

Os elementos mais significativos da laje são as suas consolas, que constituem asas com quase 4.2 m de envergadura e 75cm de espessura máxima. O seu interior é vazado, para redução de peso. Além deste vazamento, a laje comporta duas aberturas laterais compridas que alojam as longas escadas rebatíveis que servem de porta, quando recolhidas em cima, e que descidas são mais uma alusão náutica ao portaló dos navios.

Pelas suas dimensões, geometria e função, sobretudo com o apoio tão excêntrico das fachadas e cobertura, o seu cálculo, dimensionamento e pormenorização foram muito delicados, tendo-se atendido com cuidado à fissuração e ao controlo de deformações.



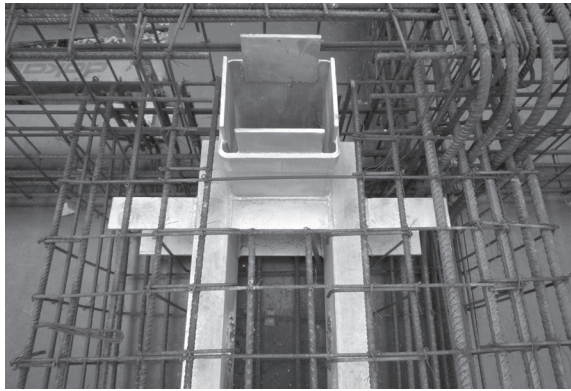
esquisso síntese das ações do vento e do sol



esquisso da consola e estrutura metálica







#### a.4) Mastros de apoio do teleférico

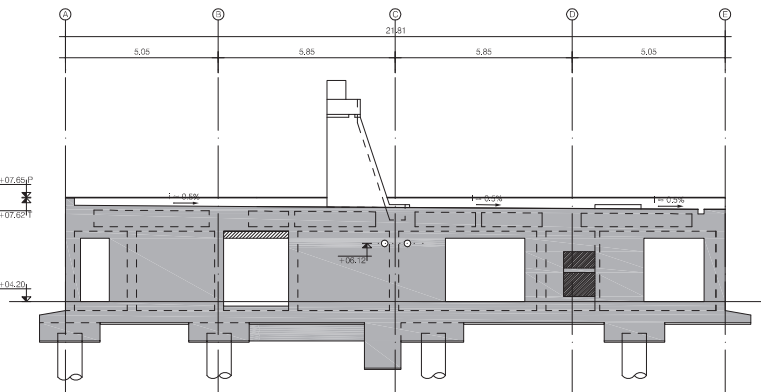
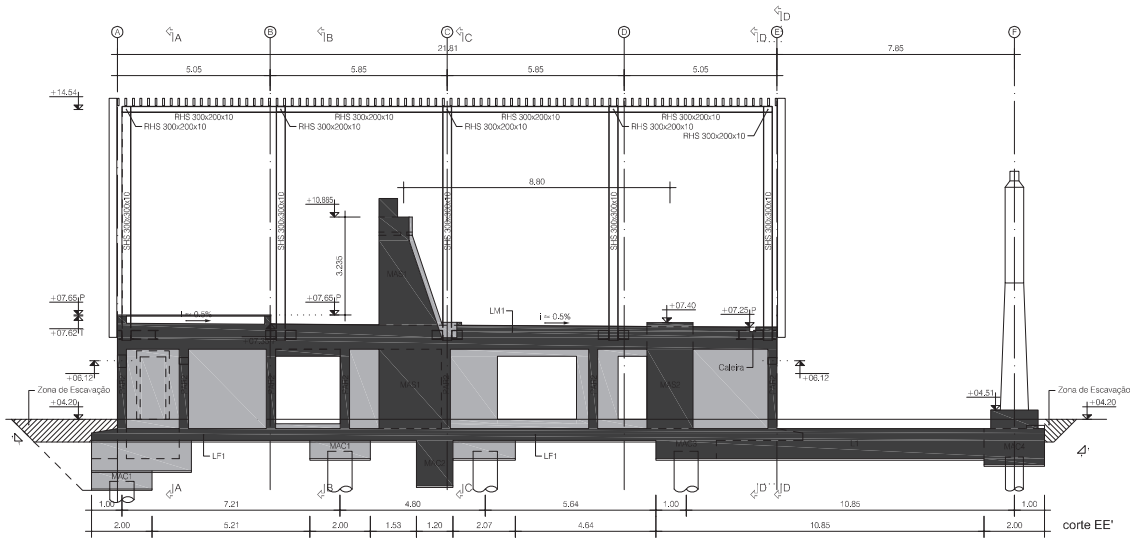
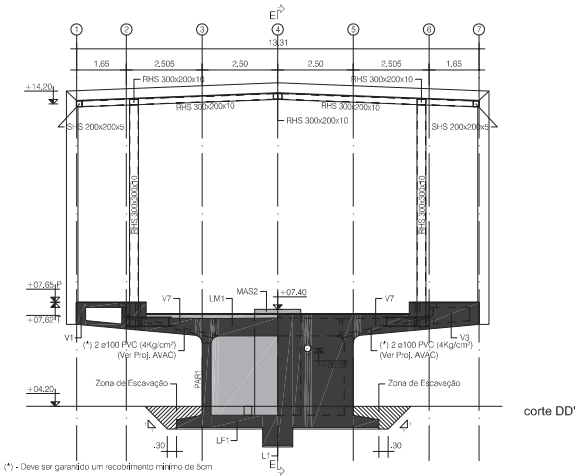
No piso de embarque apoiam-se os mastros que sustentam o sistema de movimentação do teleférico. O mastro anterior, mais próximo da boca da estação, é responsável pelo equilíbrio vertical e transversal do sistema e o posterior faz a retenção longitudinal do cabo. A força de retenção considera o esticamento do cabo, quando carregado na situação mais desfavorável, e ainda todos os efeitos que podem ocorrer, mesmo que só acidentalmente, como o vento, os sismos, um descarilamento ou encravamento acidentais (provocando torção), entre outros. Tudo considerado, esta força ascende a cerca de 100 ton. (se fosse uma cana de pesca, poderia com cerca de 10 elefantes!)

Assim, o mastro posterior não é, no seu funcionamento, um pilar, mas sim uma viga em consola de eixo

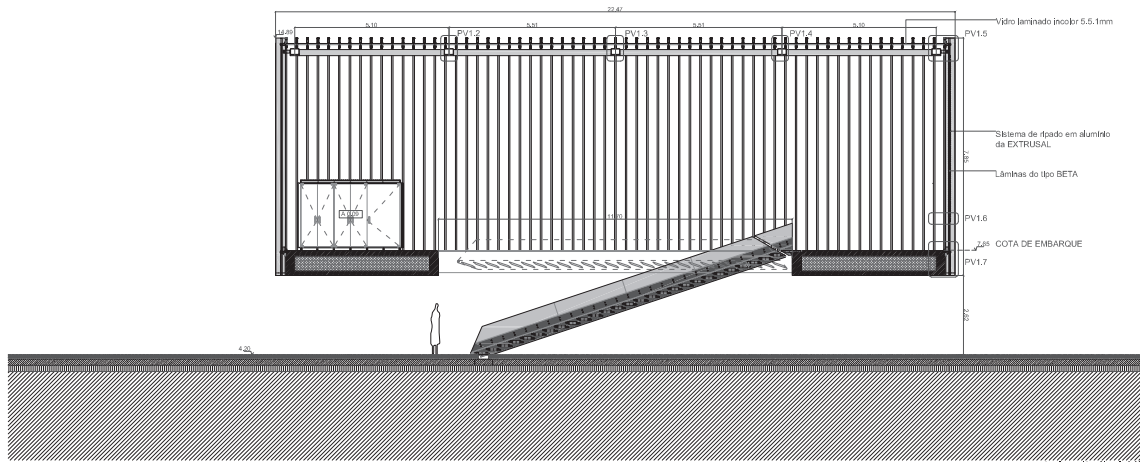
vertical, que exigiu cuidados de dimensionamento e por menorização intensos e repetidamente avaliados, dada a sua importância no funcionamento da obra. Além da resistência última, verificou-se a fissuração e a deformação considerando a fluência, o que condicionou a taxa de armaduras e a sua disposição.

#### a.5) Fundações do edifício

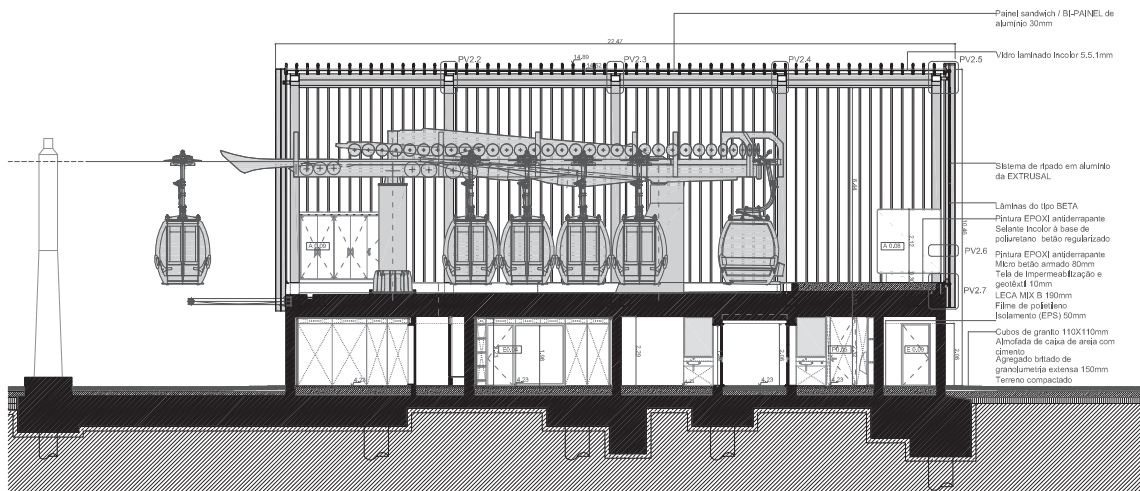
As condições de fundação são muito adversas, tendo obrigado a executar estacas de betão com camisa de aço, de 80 cm de diâmetro e mais de 30 m de profundidade através de lodos moles até se chegar ao granito do leito. A camada superficial do solo é um aterro com baixa resistência, que seria capaz de aguentar o edifício (pois a sapata constitui um grande ensoleiramento e as forças verticais não são excessivas) não fosse o elevado



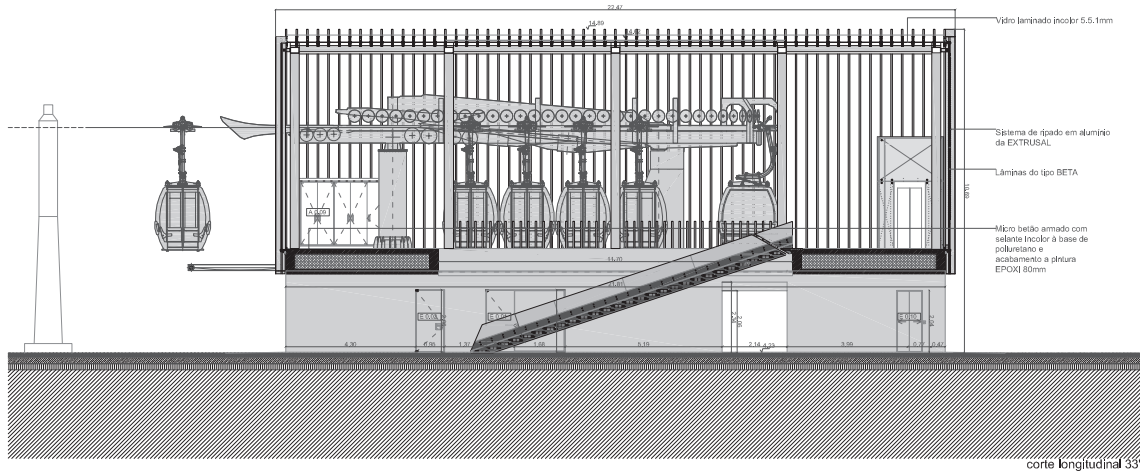
alçado - parede PAR1



corte longitudinal 11'

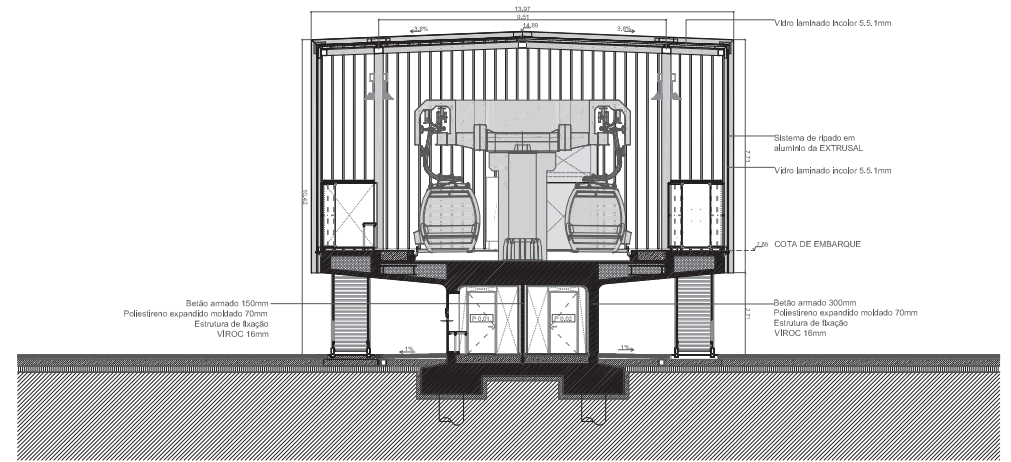


corte longitudinal 22'

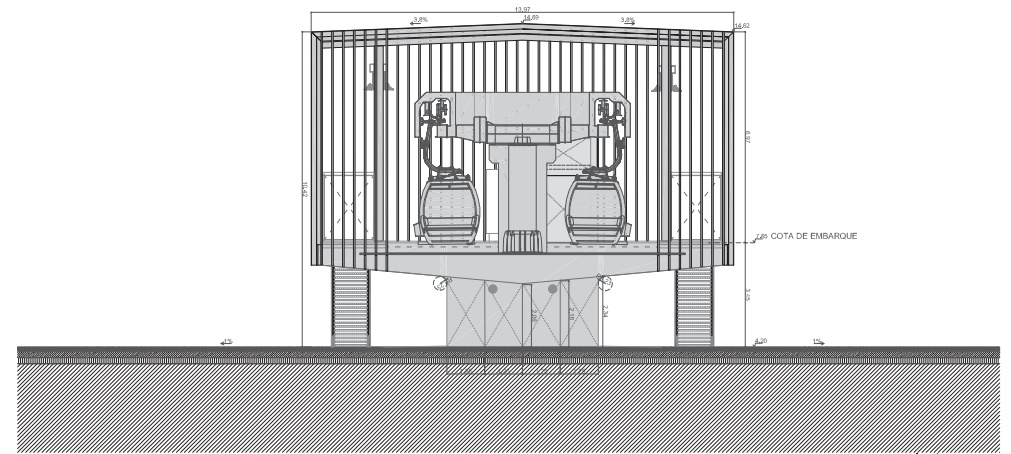


corte longitudinal 33'

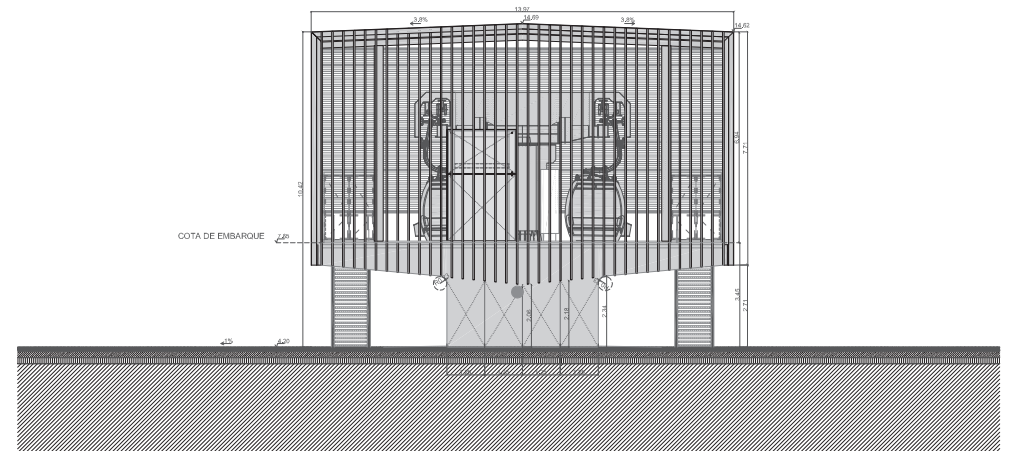
0 1 2 4m



corte transversal DD'



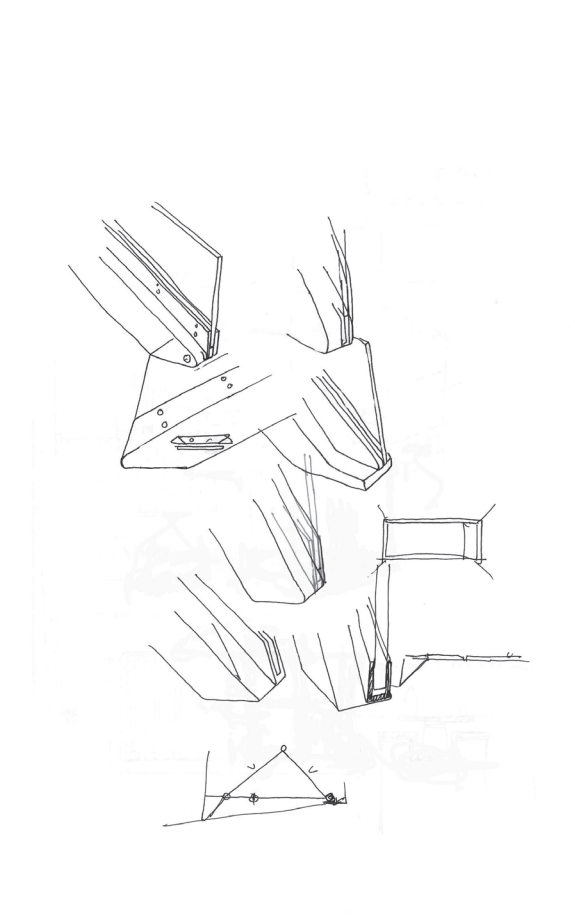
alçado nascente



alçado poente

0 1 2 4m



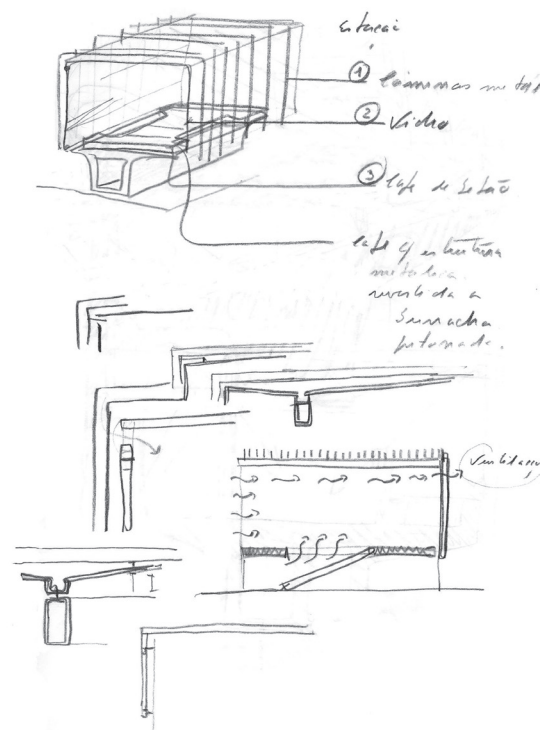


esquisso do reforço dos cunhais

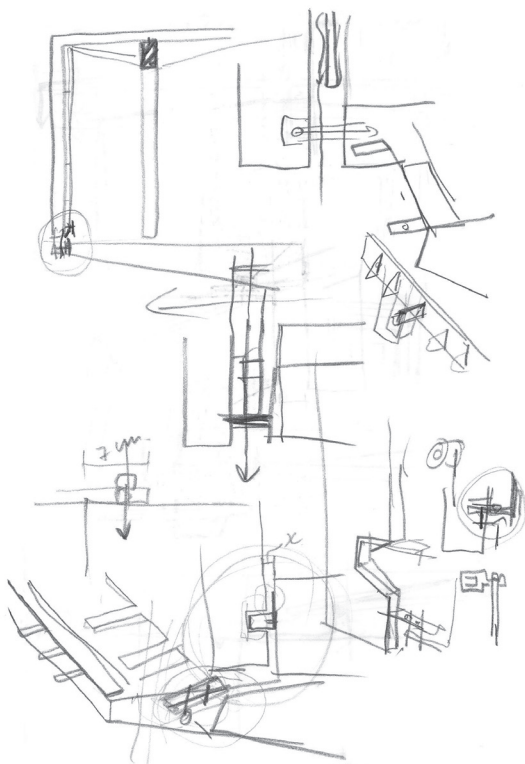
rigor e garantia de posicionamento necessários ao bom funcionamento do equipamento. Tira-se partido da sua resistência com um tacão de travamento inferior, que ajuda a entregar a força do cabo, melhorando assim eficazmente o comportamento das estacas e da estrutura, mesmo em caso de cheia.

Este tacão foi colocado a meio do ensoleiramento, já fora da influência da zona de menores compressões que ocorrem na zona posterior da sapata, por efeito da força longitudinal proveniente do mastro, e ainda em situação da laje funcionar como uma retenção superior das terras à sua frente, "refletindo" as tensões para baixo e aumentando assim o envolvimento do respetivo bolbo: baixam-se as tensões de contacto médias e torna-se a retenção mais eficaz.

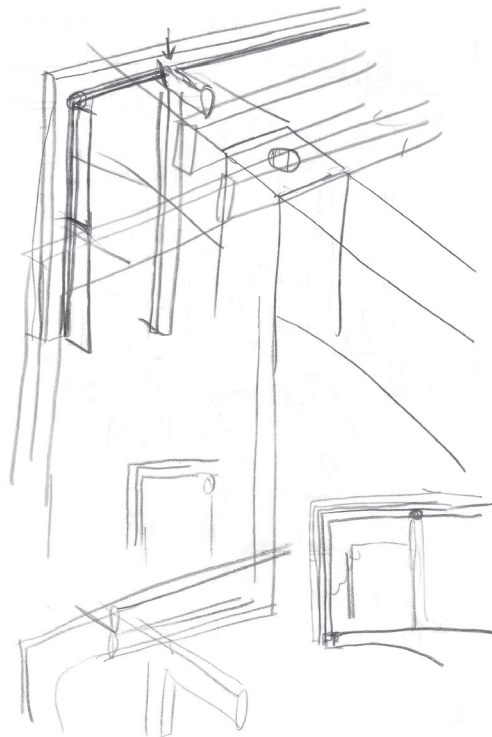




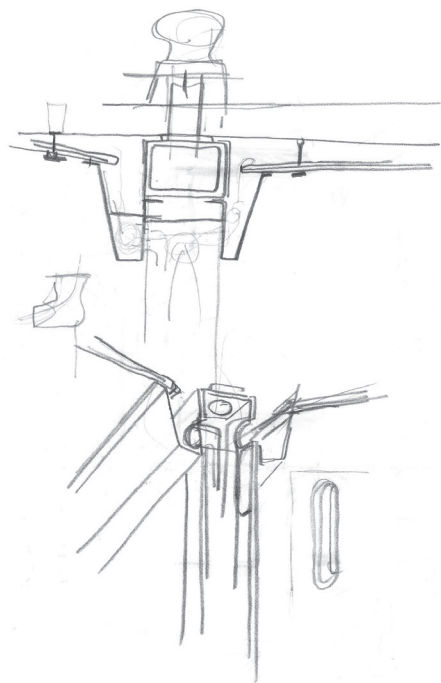
esquisso das ripas



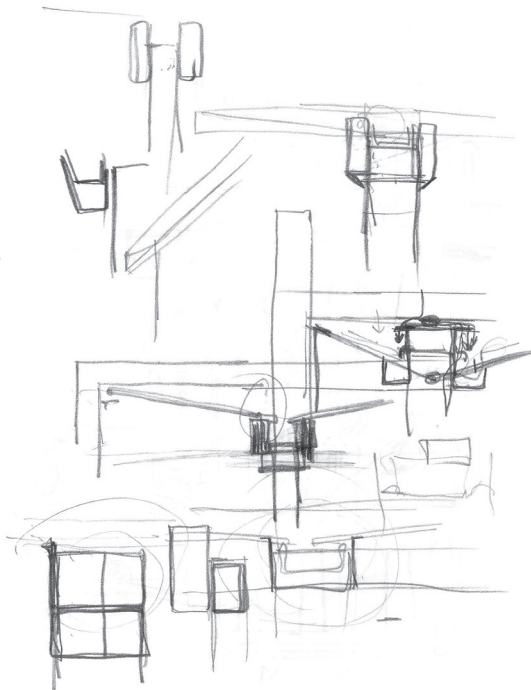
esquisso das ripas



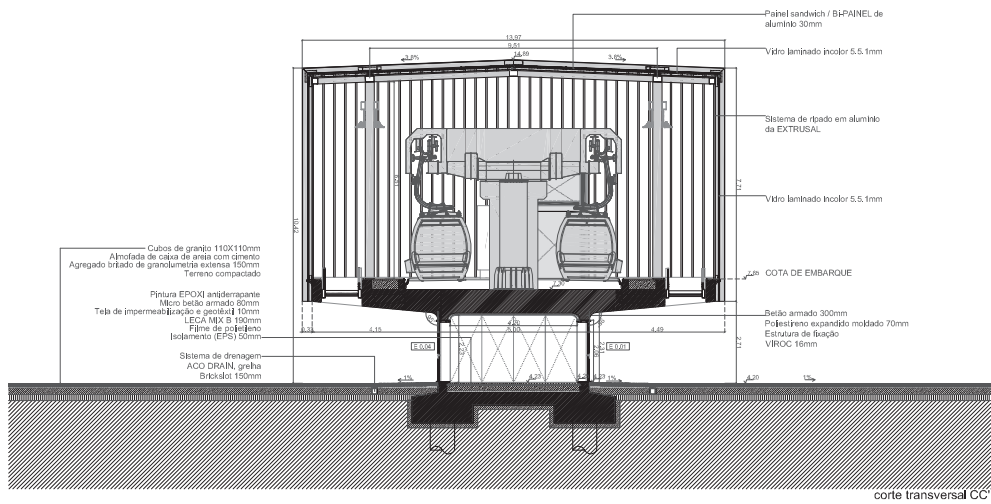
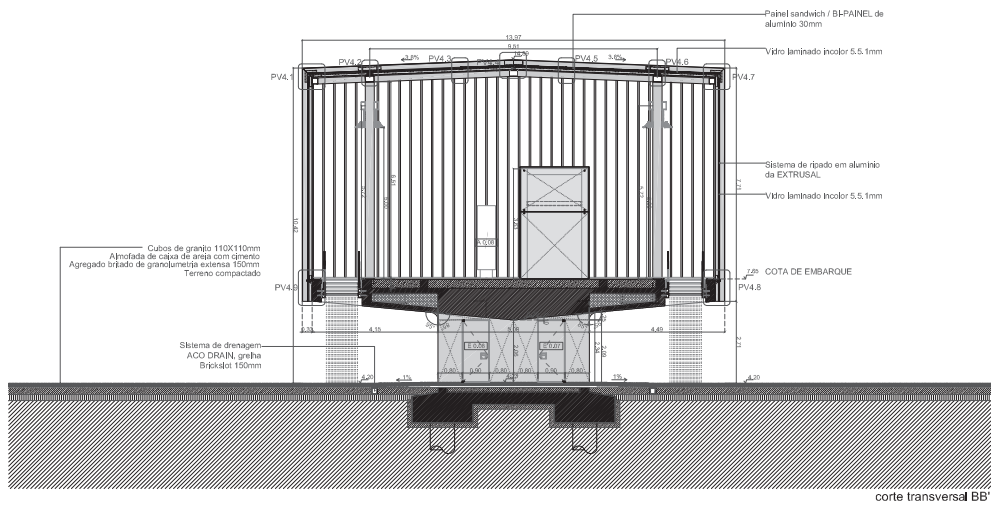
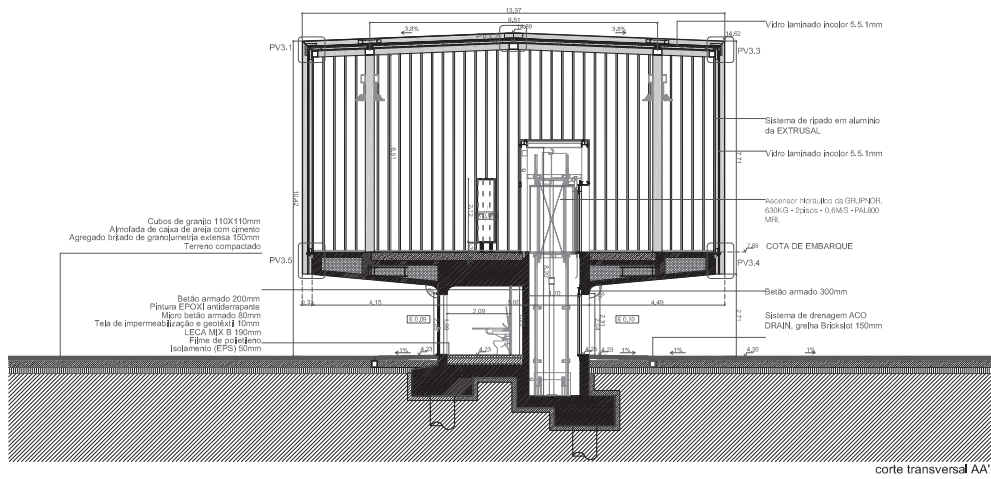
esquisso das caldeiras



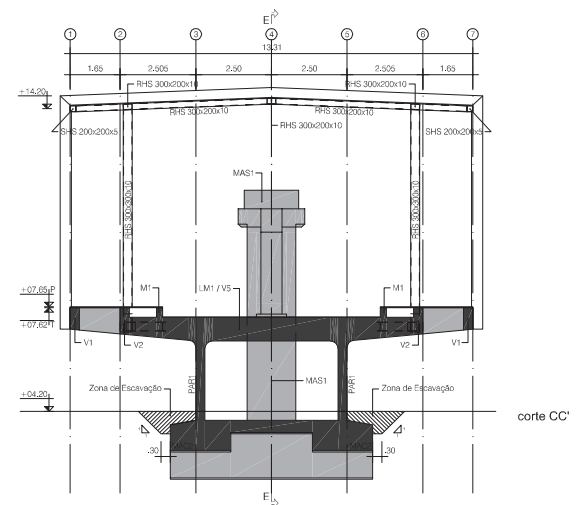
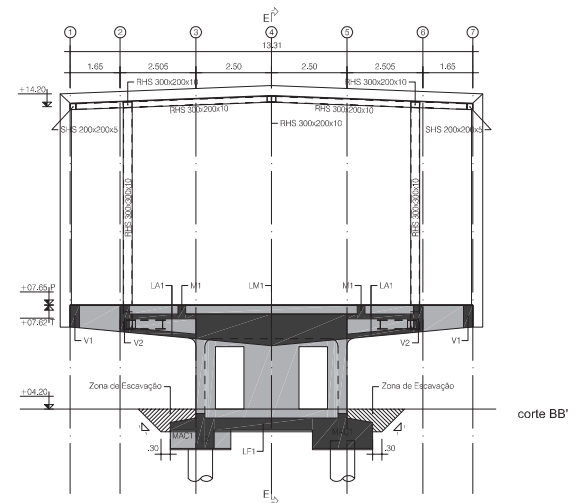
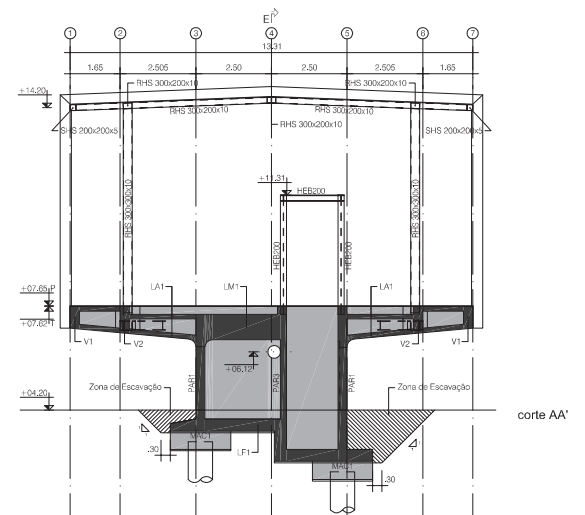
esquisso das caldeiras



esquisso das caldeiras

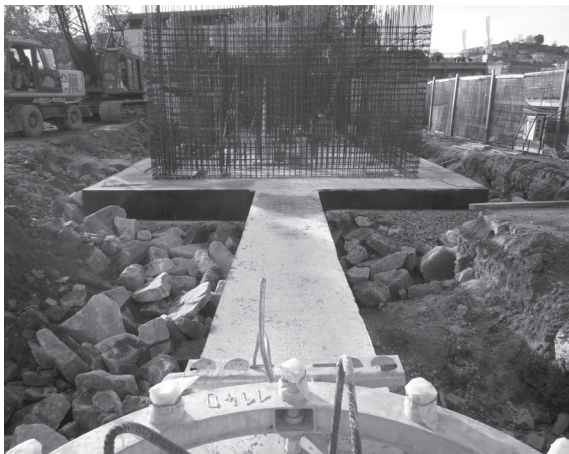


0 1 2 4m



0 1 2 4m





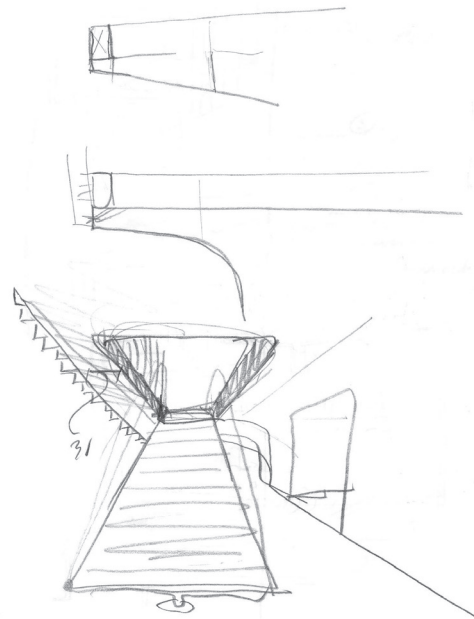
### a.7) Escadas Basculantes

Estas escadas, de grande esbelteza, basculam fixadas com um sistema articulado definido no âmbito deste projeto, com rótulas isentas de manutenção, atendendo às tolerâncias necessárias ao funcionamento e à sequência da montagem.

O seu dimensionamento atendeu, pelo seu grande desenvolvimento, não só às condições de resistência e conforto, como ao controlo de deformações necessário para não pôr em causa a estabilidade dos vidros dos resguardos laterais.

São movimentadas cada uma por guincho elétrico com tambor de eixo horizontal com dois cabos que se enrolam de forma simultânea.

Quando fechadas, impedem o acesso ao piso de embarque a não ser pelo elevador.



esquisso da escada

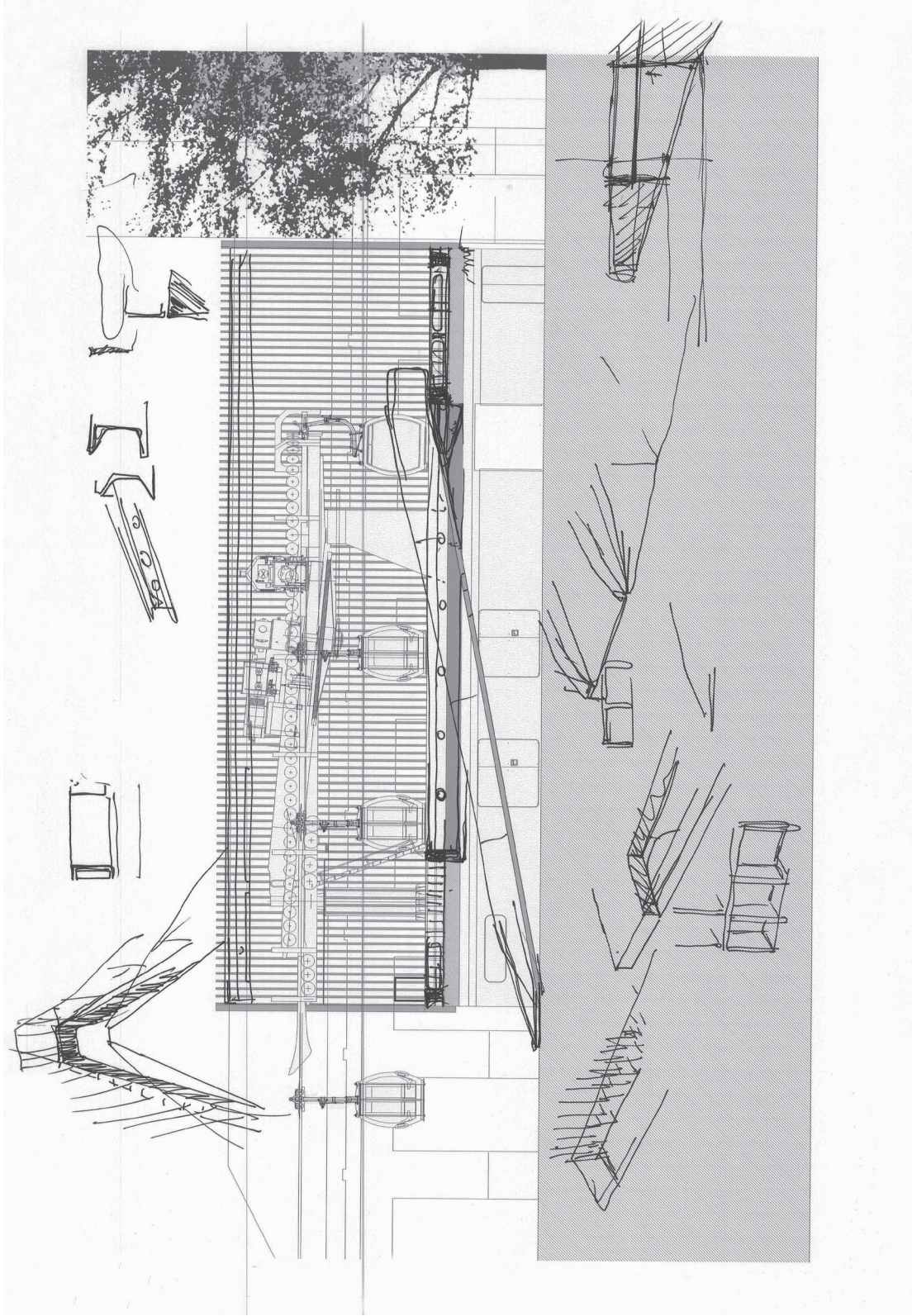


### a.6) Fundação da Torre 1

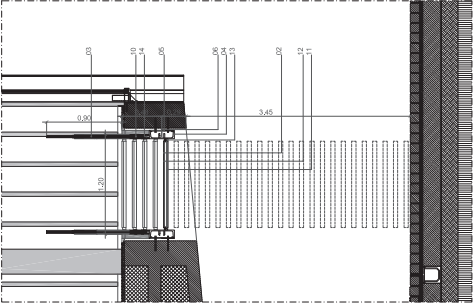
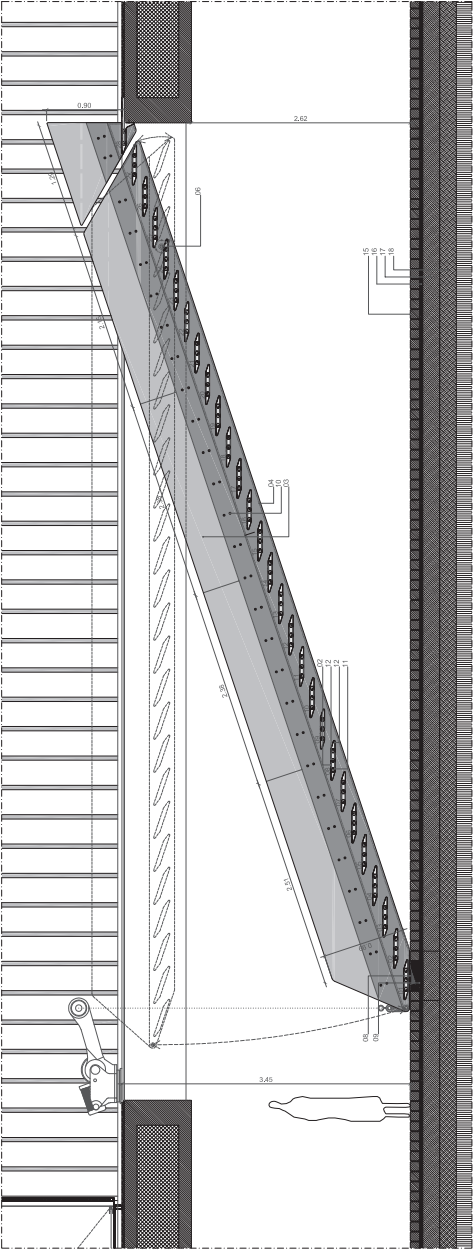
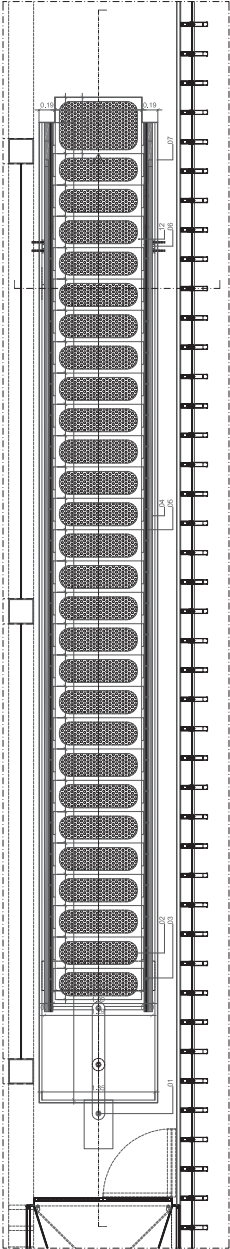
A fundação da 1.ª Torre tira partido da proximidade da estação e liga-se a esta através de um lintel de rigidez enterrado, pelo que esta sua fundação é constituída apenas por um par de estacas idênticas, mas de menor diâmetro que as da estação.

A força do cabo do teleférico resulta, aqui, no sentido do levantamento. Por isso, para ajudar na montagem, foi dotada de anéis (que estão enterrados) de onde se pode puxar o cabo para baixo.





desenho de evolução projectual





b) Estação Alta

Dimensões: 35 (C) x 25 (L) x 17 (A), com 3 pisos cobertos (a zona de embarque tem pé-direito duplo) e cobertura acessível.

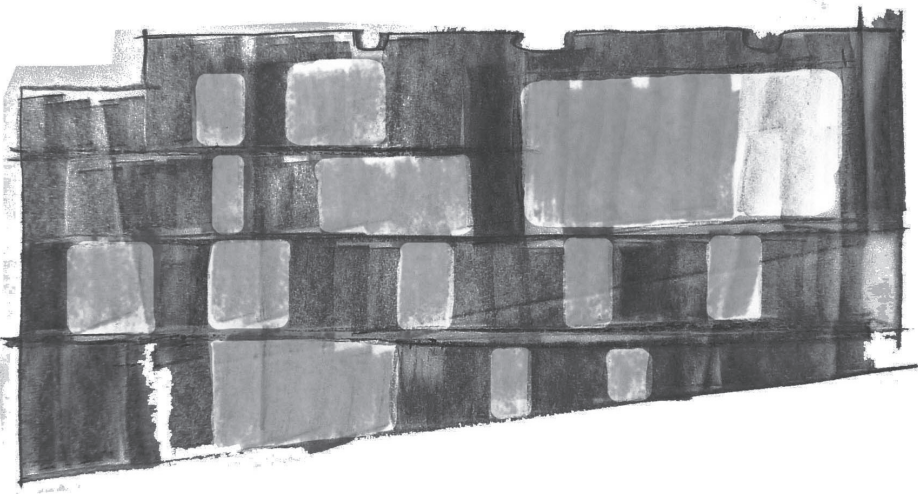
b.1) Laje da cobertura

O elemento mais significativo desta estrutura é a laje da cobertura, que fica por cima do grande vão do piso de embarque e vence todo o espaço necessário para o alojamento dos equipamentos de manobra e tração do teleférico. A zona central é aligeirada, o que lhe retira peso e permite uma espessura menor, ao mesmo tempo que cria uma oportunidade para o alojamento de painéis acústicos que, por serem colocados muito próximos dos motores, ganham grande eficácia na atenuação do ruído. Esta laje é muito penalizada pelo vão que vence, pelas sobrecargas que suporta, devidas tanto ao uso da cobertura – zona de público – como à suspensão dos caminhos para a retirada dos equipamentos para manutenção. Há a considerar o peso da roda de desvio dos cabos, tal como na Estação Baixa, e ainda o estacionamento das cabines e a suspensão da plataforma da oficina de manutenção. Embora a laje comporte conjuntamente estas ações em termos de resistência, a manutenção das adequadas condições de serviço (fissuração e deformação) levou a que se optasse por exigir a interdição ao público do

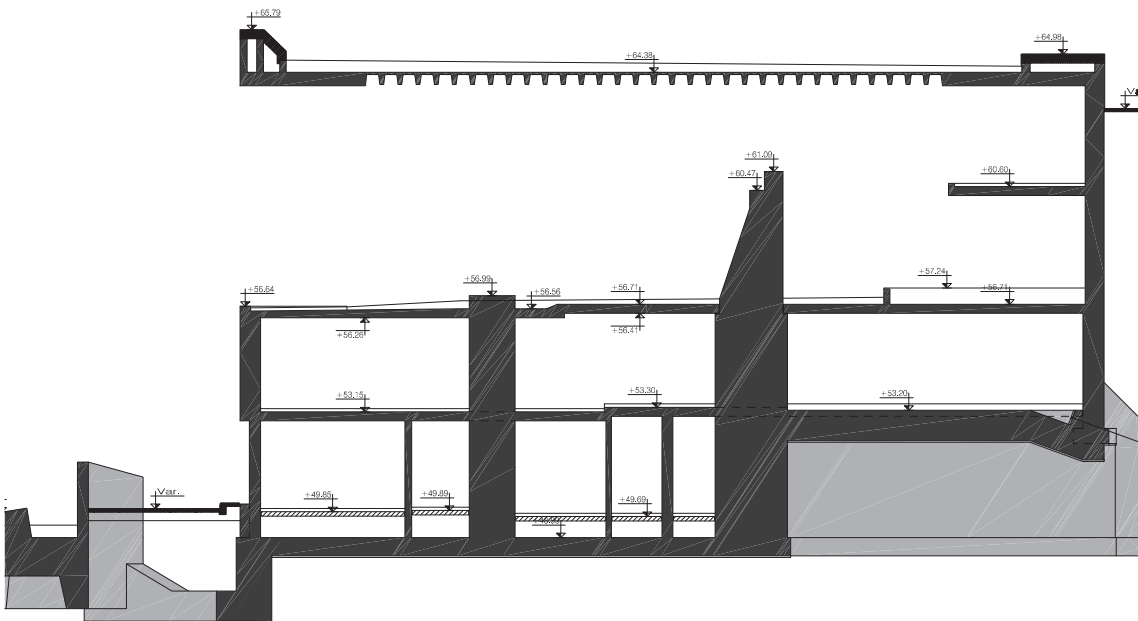
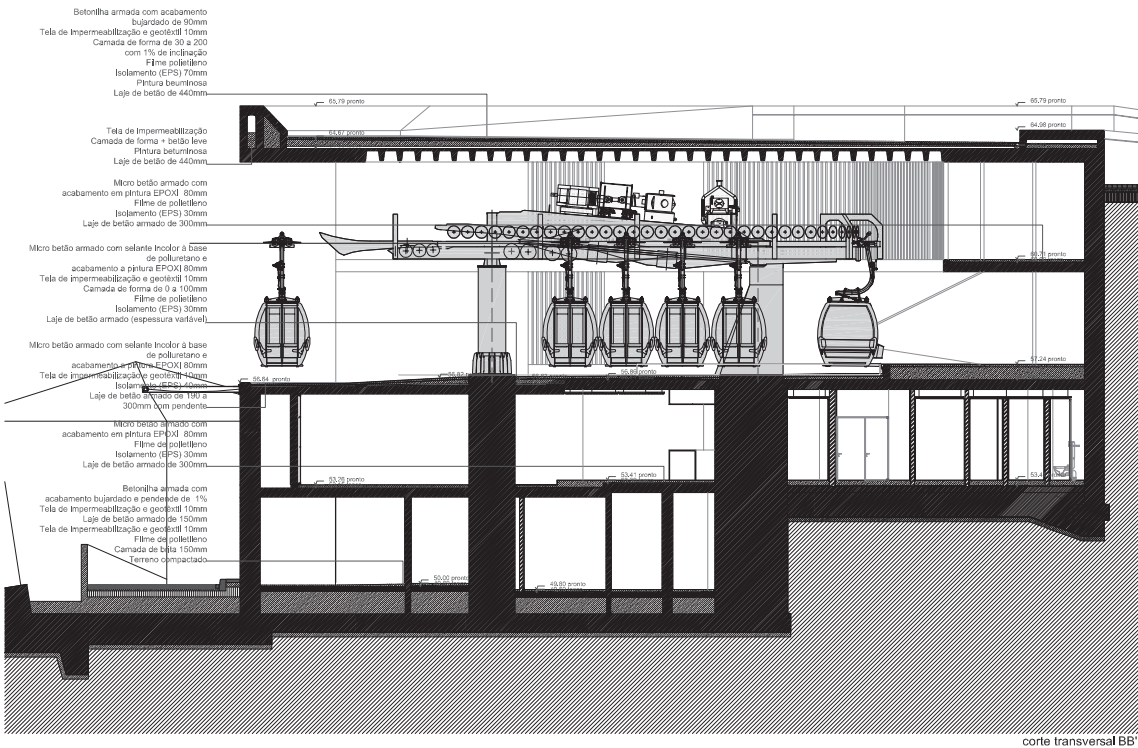
uso da laje de cobertura quando esta seja solicitada nos casos mais severos de suspensão de equipamentos.

b.2) Comportamento global do edifício

O edifício apresenta, pela sua geometria complexa, condições muito variáveis de apoio das lajes de piso e das rampas de acesso, por um lado intercortadas por numerosas aberturas e, dos restantes, apoiadas em paredes de grande massividade. Mais do que a resistência às ações gravíticas, condicionou todo o cálculo a avaliação dos efeitos do encurtamento do betão, ao endurecer (retração), o que afeta sobretudo a laje da cobertura pois, sendo a última a ser executada, sofre ao ficar traccionada por ganhar apoio nos elementos inferiores, já endurecidos e de grande rigidez. Nos restantes elementos este efeito também foi importante, assim como na avaliação das tensões ao nível das fundações: originava-se um levantamento indesejável dos cantos (tração), com um aumento importante das tensões de compressão das zonas intermédias. Este efeito obrigou a uma avaliação ainda mais cuidada do comportamento do edifício, considerando no cálculo o faseamento da sua execução, o que não é corrente em edifícios desta natureza. Possibilitou a validação de secções e quantidades de armaduras razoáveis, de outro modo impossíveis, verificando-se agora que o seu comportamento é, em geral, excelente.



esquisso da fachada da Estação Alta

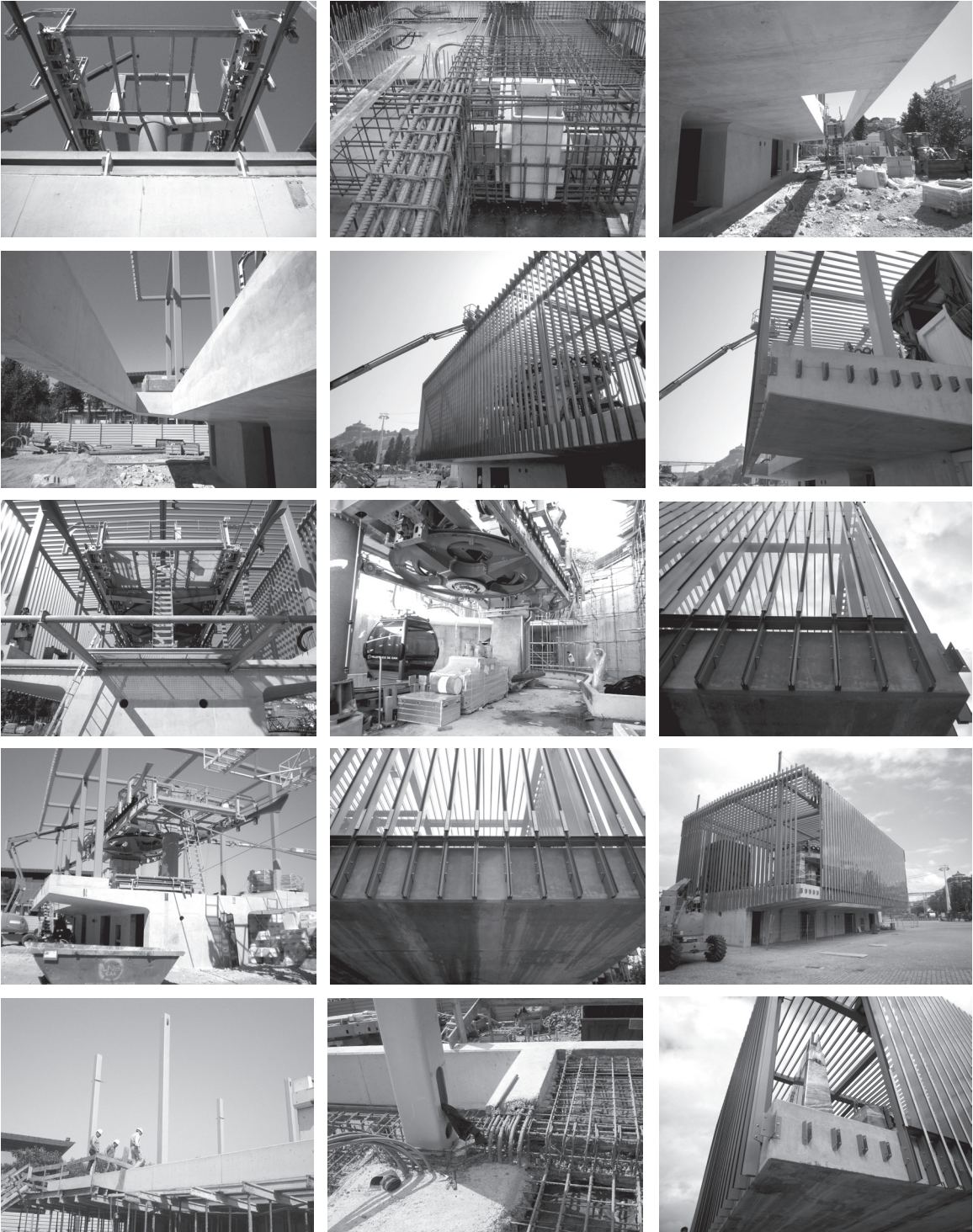
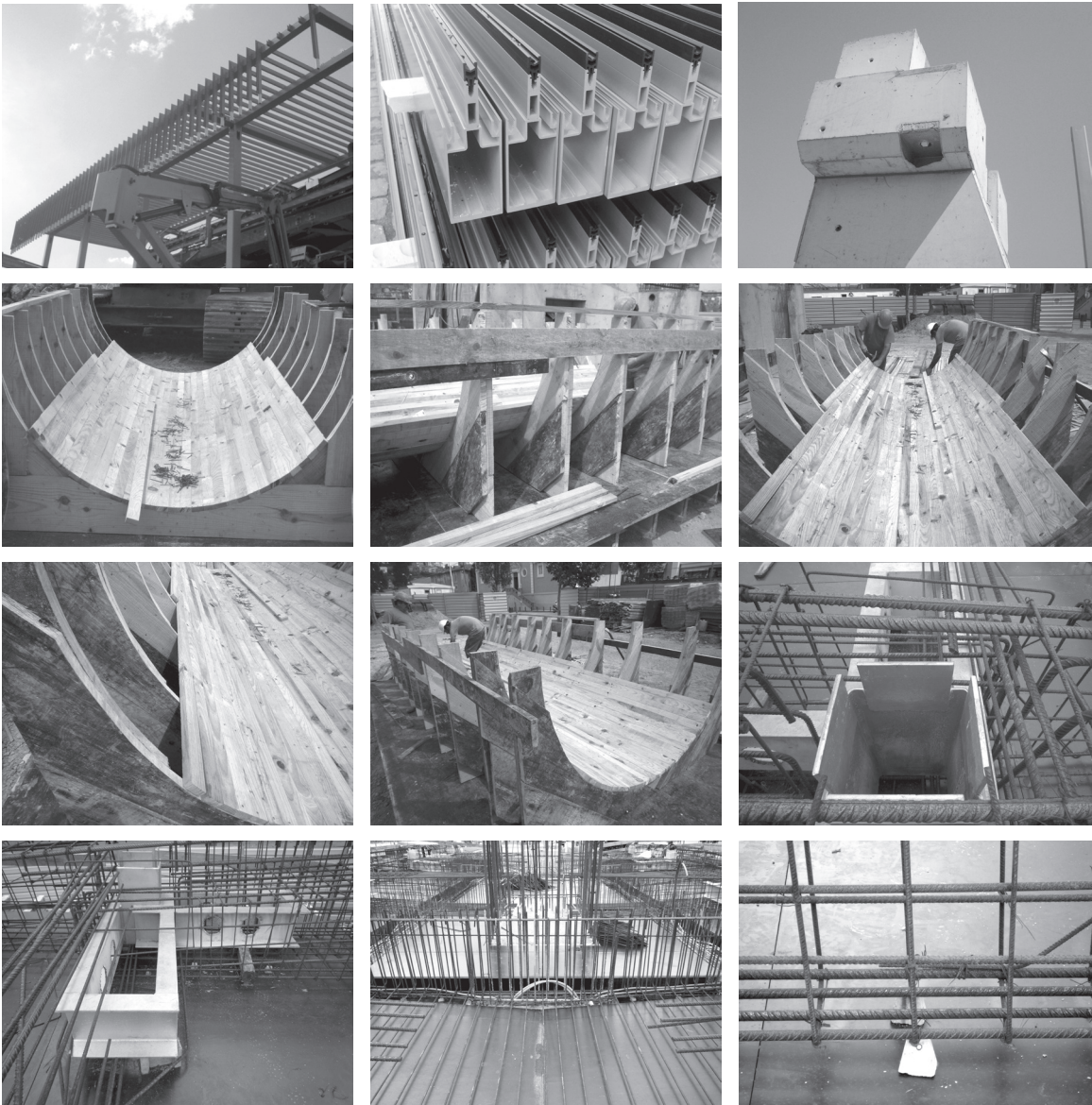


corte transversal BB'





# 4. Obra





**Estaleiro**

O estaleiro central foi montado junto à Estação Baixa apesar do maior volume de obra na E. Alta. A localização do estaleiro na E. Alta tinha como principais limitações o espaço ser exíguo, estar junto a uma zona classificada como Património Humanidade e ser uma zona mais propensa a atos de vandalismo. Quanto à localização do estaleiro junto à E. Baixa, apesar do espaço não ser o ideal para uma obra desta dimensão, o facto de ser uma zona com maior visibilidade a nível do turística teve algumas condicionantes.

**Escavação**

A escavação da E. Alta foi um desafio uma vez que pelo facto de estar em meio urbano não foi possível recorrer a explosivos. A escavação e desmonte de rocha foram efetuados escavadora equipada com martelo e darda no desmonte junto às habitações e zonas de maciço pouco fraturado.

**Fundações**

A fundação da torre 2 (intermédia) foi alterada de estacas em betão armado para microestacas. Esta alteração, deveu-se ao facto da torre 2 estar localizada junto a uma restaurante do lado rio, e do lado da rua haver uma cave de vinhos, em que o processo de cravação das estacas tubulares com recurso a “vibrofonceur” iria introduzir algumas solicitações/vibrações às estruturas e materiais armazenados (garrafas, pipas, vinho, etc.

A torre 3 (junto à E. Alta) ao ficar ligada à E. Alta por meio de vigas em betão armado (BA) acarretou um significativo volume de escavação, desvio de trânsito e mobilização de passagem de peões.

**Betão armado**

Pelo facto de a maior parte do betão ser à vista houve uma preocupação permanente para que todas



as especialidades (Eletricidade, Avac, Hidráulica, etc) tivesse os projetos atualizados de forma a que toda a tubagem fosse embebida no betão armado.

**Estrutura metálica e Revestimento em Alumínio e vidro na E. Baixa**

A execução duma estrutura do tipo que foi montado na E. Baixa, pelo facto de não ser uma solução padronizada fez com que fosse necessário juntamente com o fornecedor e instalador encontrar as melhores soluções de faseamento construtivo.

**Cimbre da laje de cobertura da E. Alta**

O cimbre da laje de cobertura da E. Alta foi montado após a colocação do equipamento do Teleférico. Foi necessário estudar uma solução que permitisse passar o escoramento pelo meio do equipamento do Teleférico de forma a ter o espaçamento dos escoramento o mais próximo da solução padrão.

**Montagem do equipamento**

A montagem do equipamento eletromecânico foi liderada pela empresa fornecedora do equipamento, com o apoio de colaboradores da Etermar especializados na operação do Teleférico da Madeira.

Por último um aspeto que não está diretamente ligado à execução da obra mas que não pode ser menos prezada, a execução de obras em meio urbano acarreta uma preocupação adicional com a população residente em que o relacionamento com a vizinhança é fundamental para que o incómodo provocado pela execução da obra seja minimizado, através do diálogo e disponibilidade em esclarecer, nas diversas fases de obra, todas as dúvidas quer da obra quer do impacto nas suas vidas.



# Concurso de Fotografia

Sebentas d'Obra  
TELEFÉRICO DE GAIA

A partir desta 3.ª edição das Sebentas d'Obra, propomos aos nossos leitores uma participação ativa em cada número da revista, lançando um Concurso de Fotografia durante o período de preparação de cada edição.

Paralelamente à nossa análise e procura de elementos sobre a obra a editar, desafiamos a todos que queiram participar, a explorarem connosco a obra antes de a conhecerem em profundidade na revista e na conferência, registando essas impressões em fotografias. Antes de cada lançamento faremos uma seleção das melhores imagens e a vencedora será a contracapa dessa edição.

Incentivar o público em geral, e em especial os estudantes, à observação pormenorizada das obras da relação da engenharia e da arquitetura com a envolvente urbana, promovendo a prática da arte fotográfica de forma a estimular a criatividade dos participantes na procura das particularidades de cada obra é o nosso objetivo.

Ao experiente fotógrafo de arquitetura, Luís Ferreira Alves, provavelmente o melhor e mais rigoroso olhar da nossa arquitetura, pedimos ajuda para fazer esta difícil avaliação, presidindo ao Júri deste Concurso. Em cada edição contaremos com a contribuição dos intervenientes no processo, desde o projeto até aos construtores.

Para este primeiro concurso, o Arq. Francisco Vieira de Campos, autor do projeto de arquitetura, o Cláudio Ramos da TELEF e o Pedro Paupério representante da SbO, tiveram a delicada empreitada de participar na uma seleção de num conjunto de elevada qualidade.

Todas as imagens, sem exceção, são de uma enorme qualidade e sensibilidade, revelando uma capacidade conceptual original na aproximação do olhar à qualidade desta obra, em particular na forma como se envolve com o tecido urbano, tanto de Vila Nova de Gaia como no Porto.

A todos muitos parabéns!  
Bárbara Rangel e Pedro Paupério

**Notas do Júri**

A maioria das imagens revela em primeiro lugar rigor, o que é já uma correta aproximação a um objeto fotográfico em si mesmo rigoroso. Além disso as imagens têm riqueza conceptual e um tratamento na produção muito cuidado. Pareceu-nos que a imagem vencedora ilustra particularmente quanto aqui se diz.

Luís Ferreira Alves  
Presidente do Júri

Entre a “tecnologia” e a “nostalgia” a distância parece ser curta, mas muito sedutora. Estas fotografias refletem bem a importância da dimensão do tempo.

Francisco Vieira de Campos  
Membro do Júri

15 de novembro de 2011



Paulo Vicente da Silva Lima – vencedor do Concurso Sb03

apoios Institucionais

apoios

