

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



Estágio curricular para obtenção do grau de Mestre
Engenharia Civil

Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto

Empreitada de construção dos armazéns
do polo 2 da plataforma logística do porto
de Leixões - Direção e controlo da
produção

Aluno: Joaquim José Fernandes Silva

Orientador: Eng.º Paulo Augusto Ribeiro Guedes

Orientador da Empresa: Eng.º Sérgio Edgar Xisto Leão Jorge

[Outubro de 2014]

Relatório de estágio

Agradecimentos

Gostaria de expressar o agradecimento à DST,S.A. pela oportunidade de concretizar o presente trabalho de estágio.

Em particular gostaria de agradecer aos Engenheiros Sérgio Xisto, Diretor de Produção, e Miguel Mesquita, Diretor de Obra, pela forma como me integraram na sua equipa de obra, pelo incentivo e apoio prestado na realização deste trabalho.

Expresso o meu especial agradecimento ao Engenheiro Paulo Ribeiro Guedes pela disponibilidade demonstrada e pelas sugestões dadas durante a orientação do estágio.

Agradeço ainda as contribuições prestadas por todas empresas e seus colaboradores que participaram na empreitada e que me explicaram a sua atividade, técnicas de construção e me forneceram documentação fundamental para o enriquecimento do trabalho de estágio.

Relatório de estágio

Resumo

A Plataforma Logística do Porto de Leixões, administrada pela Administração dos Portos do Douro e Leixões, S.A. (APDL), integra dois Polos situados no concelho de Matosinhos em locais estratégicos para o desenvolvimento das atividades portuária e de logística.

É neste contexto que a empresa Luís Simões contactou a APDL no sentido de alugar um espaço para se instalar no Polo 2 da Plataforma Logística do Porto de Leixões.

Para que este contrato fosse celebrado existiu um compromisso da APDL de construir dois armazéns com cerca de 10.000m² cada e ainda um edifício administrativo com cerca de 2.900m² e todas as redes de infraestruturas, circulações e arranjos exteriores.

Após a realização de Concurso Público, a Empreitada de Construção, foi adjudicada à empresa DST - Domingos da Silva Teixeira, S.A..

O presente relatório é referente a um estágio realizado na DST, S.A., em obra, no período de 31 de Janeiro de 2014 e 31 de Julho de 2014. O estágio englobou a direção e controlo da produção das atividades de construção civil que decorreram na empreitada durante este período.

O estágio foi efetuado em ambiente real de obra tendo seguido o planeamento habitual de uma empreitada. Foram desenvolvidas numa primeira fase as atividades de preparação e lançamento de consultas de subempreitadas. De seguida foram desenvolvidas tarefas de preparação, controlo de fornecimento, apoio e acompanhamento dos subempreiteiros em obra, destacando-se o acompanhamento dos trabalhos de revestimento exteriores dos edifícios e dos pavimentos de alta planimetria.

Abstract

The Plataforma Logística do Porto de Leixões, managed by the Administração dos Portos do Douro e Leixões, S.A. (APDL), integrates two sites situated in Matosinhos' county, in strategic área for development of port activities and logistic.

It is in this context that the company Luis Simões contacts APDL in order to loan a space in Site number 2 of Plataforma Logística do Porto de Leixões.

A commitment from APDL to build two warehouses with 10.000m², an administrative building with more than 2.900m² and all the infrastructure network and external works, firmed the contract.

After a public tender, the construction works was awarded to DST - Domingos da Silva Teixeira, S.A..

This report refers to the internship carried out between 31/02/2014 and 31/07/2014 at DST. The internship included management and control of civil works in the above mentioned construction.

The internship was carried out in real construction work environment and followed the typical planning of a construction. In a first stage, activities of preparation and sub-contractors procurement were performed. Followed by preparation, supply control, support and monitoring of sub-contractors works, with highlight for the building external coating works and floor flatness works, test and certification.

Índice Geral:

1	Introdução Geral.....	1
1.1	Apresentação do estagiário.....	1
1.2	Apresentação da Empresa de Acolhimento.....	1
1.3	Descrição geral do âmbito da empreitada	2
1.4	Objetivos do Estágio	3
2	Análise do Projeto	4
2.1	Enquadramento da obra no prazo e no espaço	4
2.2	Solução de arquitetura executada.....	4
3	Enquadramento do estágio	6
3.1	Descrição de funções da Equipa de Obra.....	6
3.2	Trabalhos realizados durante o período de estágio.....	8
3.3	Enquadramento temporal do estágio com os trabalhos da empreitada.....	9
4	Desenvolvimento do estágio	9
4.1	Preparação, lançamento de consultas e adjudicações de fornecimento e subempreitadas.....	9
4.2	Apoio e acompanhamento dos subempreiteiros no esclarecimento de dúvidas e na preparação de obra.	13
5	Metodologia e Técnicas de construção	15
5.1	Acompanhamento de obra no Edifício de Apoio	15
5.1.1	Acompanhamento da execução das redes de saneamento e abastecimento de água, redes de energia elétrica e comunicações, AVAC, incêndios gás e ar comprimido.....	15
5.1.2	Revestimento de paredes tetos e pavimentos	16

Relatório de estágio

5.1.3	Carpintarias	26
5.2	Acompanhamento de obra nos armazéns A e B	28
5.2.1	Descrição de superestrutura dos armazéns	28
5.2.2	Execução do revestimento da Cobertura dos armazéns em painel sandwich FTB PC 1000	34
5.2.3	Revestimentos de fachada em Chapa FTB PF 1000	42
5.2.4	Pavimento térreo de alta planimetria nos Armazéns - Pavimento tipo 3 (CE).....	53
5.2.5	Pavimento dos cais de descarga	74
5.2.6	Laje de teto do túnel de acesso ao Edifício de Apoio situado sob o Armazém B ...	75
5.3	Montagem do Posto de transformação (PT) e Posto de Seccionamento (PS)	77
5.4	Alteração da sala de baterias e portas de ligação	79
5.5	Terraplanagens e arruamentos	82
5.5.1	Colocação de Lancis.....	85
5.5.2	Pavimento de blocos de betão tipo UNI.....	86
5.5.3	Execução dos pavimentos em blocos de betão.....	86
5.5.4	Pavimento de betão betuminooso.....	88
6	Conclusão e Apreciação geral acerca do estágio.....	94

Índice de figuras:

Fig. 1 Cartaz de anúncio da empreitada.	3
Fig. 2 Organograma da Equipa de Direção de Obra.	6
Fig. 3 Mapa comparativo das subempreitadas- valores concurso.	11
Fig. 4 Mapa Comparativo de subempreitadas – propostas concorrentes.	11
Fig. 5 Mapa comparativo de subempreitadas – análise de resultados.	12
Fig. 6 Corte transversal da soleira prevista em projeto.	14
Fig. 7 Corte transversal da soleira de acordo com a alteração do perfil de alumínio.	14
Fig. 8 Vala de infraestrutura em pavimento interior.	16
Fig. 9 Rede elétrica embebida em paredes e pavimentos.	16
Fig. 10 Revestimento da cobertura com betão celular.	17
Fig. 11 Execução de betonilha de enchimento em pavimentos interiores.	17
Fig. 12 Colocação de telas asfálticas na cobertura do edifício de apoio.	18
Fig. 13 Pormenor da solução de revestimento da cobertura do edifício de apoio.	19
Fig. 14 Isolamento da cobertura.	19
Fig. 15 Manta geotêxtil de proteção.	19
Fig. 16 Colocação de lajetas sobre pinos plásticos.	19
Fig. 17 Coberturas visitáveis e não visitáveis.	19
Fig. 18 Planta de localização de maciços de suporte de equipamentos mecânicos na cobertura do Edifício de Apoio.	20
Fig. 19 Execução de maciços para instalação de equipamentos na cobertura do Edifício de Apoio.	20
Fig. 20 Estrutura de tetos falsos.	22
Fig. 21 Placagem de teto de gesso cartonado.	22
Fig. 22 Teto de quadrícula – Novo Tonga.	22
Fig. 23 Teto de gesso cartonado hidrófugo concluído.	22

Relatório de estágio

Fig. 24 Estrutura de parede de gesso cartonado.	23
Fig. 25 Placagem e isolamento de paredes em gesso cartonado.	23
Fig. 26 Emassamento de paredes em gesso cartonado.	23
Fig. 27 Teto exterior em Aquapanel.	23
Fig. 28 Revestimento cerâmico em pavimentos.	24
Fig. 29 Revestimento cerâmico no vestiário.	25
Fig. 30 Exemplo de remate cerâmico em paredes.	25
Fig. 31 Lote de Azulejo defeituoso.	25
Fig. 32 Medição do teor de humidade no pavimento do Co-Packing.	26
Fig. 33 Co-Packing após conclusão da empreitada.	26
Fig. 34 Trabalhos de carpintaria.	27
Fig. 35 Porta interior tipo.	28
Fig. 36 Ligação pilar/viga transversal (VT).	29
Fig. 37 Esquema de pórtico transversal com apoio intermédio.	29
Fig. 38 Ligações pilar /viga, treliça VT e madres de cobertura.	30
Fig. 39 Esquema estrutural dos armazéns.	31
Fig. 40 Elevação da estrutura metálica com camião grua.	31
Fig. 41 Ligações da estrutura metálica de cobertura do Armazém A.	32
Fig. 42 MadreMax 200x1,5.	33
Fig. 43 Viga treliça longitudinal.	33
Fig. 44 Tirantes diagonais de travamento.	33
Fig. 45 Estrutura de fachada.	34
Fig. 46 Fabrico e ensaio de painéis sandwich na fábrica da FTB.	34
Fig. 47 Painel sandwich de cobertura FTB PC 1000.	35
Fig. 48 a) Preparação das juntas de sobreposição de painel. b) Transporte dos lotes de painel para a cobertura.	35
Fig. 49 Lanternins de policarbonato.	36

Relatório de estágio

Fig. 50 a) Peça de suporte da onda em desvão b) Peça compensadora (ómega) da diferença de alturas entre o painel de policarbonato e o painel sandwich.	37
Fig. 51 Fixação de painéis de cobertura com parafuso 4DF TH8 5,5 x125/16 e cavalete.	38
Fig. 52 Aplicação da fita butilo de estanquidade da junta entre painéis.	39
Fig. 53 a) Remate de Cumeeira da cobertura b) Remate de beiral de proteção à lã de rocha c) e d) Cobre canelete na sobreposição das juntas de transição entre painéis FTB e painéis de policarbonato.	40
Fig. 54 Remates de cobertura aos ventiladores de desenfumagem.	41
Fig. 55 Atravessamento do painel de cobertura pela estrutura de suporte dos painéis solares. ..	41
Fig. 56 Painel de fachada FTB PF 1000.	43
Fig. 57 Preparação de painéis de fachada do alçado Sul.	43
Fig. 58 Preparações de painéis de fachada entregues na frente de obra.	44
Fig. 59 Peça de ligação de estrutura metálica das fachadas para fixação das madres Max.	44
Fig. 60 Perfis em U sobrepostos utilizados para fixação dos painéis de fachada na zona dos pilares.	45
Fig. 61 Alinhamento da estrutura de suporte dos painéis de fachada.	45
Fig. 62 Montagem do painel de fachada.	46
Fig. 63 Corte transversal da junta de sobreposição de painéis na fixação oculta do painel FTB PF 1000.	46
Fig. 64 Etiqueta que acompanha os lotes de painel.	47
Fig. 65 Peça de suporte do 1º painel no arranque de colocação dos painéis de fachada.	48
Fig. 66 Esquema da solução prevista em projeto para a peça de arranque de colocação de fachada.	48
Fig. 67 Plaqueta 75x17x1,5mm.	49
Fig. 68 Pormenor do remate de fachada de canto.	50
Fig. 69 Juntas verticais entre painéis de fachada.	51
Fig. 70 Contraplatibanda.	51
Fig. 71 Remates tipo capacete na platibanda do Armazém A e Edifício de Apoio.	52

Relatório de estágio

Fig. 72 Remate inferior do painel sandwich com fachada de betão em chapa perfurada.	52
Fig. 73 Remate da fachada dos armazéns com murete do edifício de apoio na cobertura.	53
Fig. 74 Guarnição de vãos exteriores.	53
Fig. 75 Corte tipo de pavimento sem junta serrada, apresentado em projeto.	56
Fig. 76 Execução da 1ª camada de base em AGE no Armazém A.	57
Fig. 77 Escarificação do terreno para criar aderência à 2ª camada da base do pavimento.	57
Fig. 78 Utilização do ASIC na sub base do pavimento do Armazém A.	59
Fig. 79 Localização dos pontos do Armazém A onde foram executados ensaios de placa.	59
Fig. 80 Ensaio de placa -Célula de pressão.	60
Fig. 81 Comparadores.	60
Fig. 82 Mostrador da bomba da célula de pressão no primeiro ciclo de carga.	61
Fig. 83 Acesso provisório para circulação dos camiões de transporte de agregados.	62
Fig. 84 Acompanhamento topográfico diário da execução dos pavimentos dos armazéns.	63
Fig. 85 a) Junta armada - Armourjoint b) Duplo filme de polietileno.	64
Fig. 86 Cofragem circular perdida e armadura de reforço utilizados na contenção da fissuração em volta dos pilares.	64
Fig. 87 Posicionamento das juntas de dilatação.	65
Fig. 88 Descarga direta do betão no pavimento.	66
Fig. 89 a) Espalhadora automática de betão b) Espalhadora de endurecedor de superfície c) Os 2 equipamentos.	67
Fig. 90 Remoção de excedentes de betão.	67
Fig. 91 a) Polimento da superfície de betão b) Artefacto para remoção das fibras metálicas na superfície.	68
Fig. 92 a) Pulverização da superfície do pavimento com produto de cura do betão. b) Secção de pavimento 24h após a conclusão.	68
Fig. 93 Esquema explicativo da avaliação de regularidade da superfície do pavimento pelas propriedades I e IV da TR 34.	69
Fig. 94 Verificação da regularidade do pavimento com o Face Prop II Meter.	70

Relatório de estágio

Fig. 95 Esquema de funcionamento do Face Prop II Meter.	71
Fig. 96 Gráfico produzido pelo Prop II Meter (Planicidade).	71
Fig. 97 Recolha aleatória de amostras planimetria com o Prop II Meter em grelhas ortogonais com 3 m de distância entre pontos.	72
Fig. 98 Cais de descarga –a) Cimbres b) Armadura c) Aro de suporte das plataformas niveladoras.	74
Fig. 99 Cais de descarga a) Betonagem b) Imagem da junta de betonagem c) Betonagem a cota inferior da zona da plataforma niveladora d) Plataforma niveladora.	75
Fig. 100 Túnel de acesso ao edifício de apoio- execução de armaduras da laje de teto.	76
Fig. 101 Túnel de acesso ao edifício de apoio.	76
Fig. 102 Secção de pavimento do túnel de acesso ao edifício de apoio antes da betonagem.	77
Fig. 103 Transporte do PT e colocação em obra.	77
Fig. 104 Ligação entre elementos de paredes pré fabricados.	78
Fig. 105 a) Posto de seccionamento- PS b) Posto de transformação PT.	79
Fig. 106 Esquema de montagem do PT.	79
Fig. 107 Alteração da sala de baterias – betão armado a) Sapata de um novo pilar b) Cimbres e escoramento da laje c) Limpeza do cimbres com ar comprimido b) Laje betonada.	80
Fig. 108 Alteração do portão da esquerda para permitir a passagem de empilhadores com 5m de altura.	81
Fig. 109 Alteração do portão de acesso ao exterior do Armazém A a) Viga de apoio à estrutura do portão b) Portão concluído com alteração no revestimento de fachada.	81
Fig. 110 Gamadensímetro.	84
Fig. 111 Cilindro vibrador de rastros lisos.	85
Fig. 112 Paletes de fornecimento de lancil.	85
Fig. 113 Alinhamento de Lancil colocado no alçado Sul.	86
Fig. 114 Assentamento de blocos de betão UNI.	87
Fig. 115 Perfil do pavimento de blocos de betão de 0,10m de espessura nos cais de descarga. ..	87

Relatório de estágio

Fig. 116 Perfil do pavimento com blocos de betão 0,08m de espessura no estacionamento de ligeiros.....	88
Fig. 117 Perfil do pavimento com blocos de betão com 0,06m de espessura em passeios.	88
Fig. 118 Camada de base em AGE.	89
Fig. 119 Regas de impregnação e colagem.	89
Fig. 120 Camada de base em macadame betuminoso.	90
Fig. 121 Camada de ligação em camada de macadame betuminoso.....	90
Fig. 122 Camada de desgaste em betão betuminoso.	91
Fig. 123 Perfil do pavimento em betão betuminoso na zona viária.	91
Fig. 124 Camião cisterna utilizado no transporte de emulsões betuminosas.	92
Fig. 125 Execução de rega de impregnação.	92
Fig. 126 a) Espalhamento das camadas de macadame b) Espalhadora de betuminoso.....	93
Fig. 127 a) Cilindro de pneus b) Cilindro de rastos lisos.	93
Fig. 128 Primeiro transporte da empresa Luís Simões para os Armazéns do polo 2.	95

Índice de tabelas:

Tabela 1 Quadro de controlo das quantidades de painel rececionado e aplicado em obra.....	42
Tabela 2 Quadro de controlo da entrega de remates da FTB na obra.	42
Tabela 3 Tabela resumo com os resultados obtidos pelo Prop II Meter.	72
Tabela 4 Tabela exemplo do tratamento de dados da propriedade iV	73
Tabela 5 Limites máximos permitidos num pavimento do tipo FM2 especial	73
Tabela 6 Tabela de classificação de solos da antiga JAE e incluída no caderno de encargos das Estradas de Portugal.....	84
Tabela 7 Tabela 14.03.2a do caderno de encargos das Estradas de Portugal.....	89

1 Introdução Geral

1.1 Apresentação do estagiário

Joaquim José Fernandes Silva, licenciado em Engenharia Civil (ISEP 2009), possui o CAP V de Técnico Superior de Segurança e Higiene no Trabalho e o CAP de Formador de Formadores.

Como Engenheiro Técnico:

Exerceu funções de planeamento de obras e gestão de subempreitadas na CODAM Sociedade de Construções, SA (1995-1997).

Foi Diretor de Obra na Ferseque Sociedade de Construções e Comércio,SA (1997 - 2002).

Foi sócio gerente da NJD Projectos de Construção, Lda.

Exerceu as funções de coordenação e gestão de obras em garantia assistência pós venda e reabilitação de edifícios em empreitadas da Alberto Martins de Mesquita & Filhos, S.A(2005 – 2010).

Quadro técnico da Habitâmega assumindo funções de Técnico Superior de Segurança (2012-2014).

De Fevereiro a Agosto de 2014 exerceu na DST funções de direção e controlo da produção, no âmbito do estágio curricular.

1.2 Apresentação da Empresa de Acolhimento

A DST- Domingos da Silva Teixeira, S.A. é uma empresa de elevada reputação no setor da construção civil e obras públicas.

A aposta na competitividade e excelência orientada para a satisfação do cliente com elevado sentido de responsabilidade ambiental e social faz com que a DST seja uma referência no setor.

A empresa está sediada em Braga, conjuntamente com as restantes empresas do grupo DST, num parque industrial com mais de 1.000.000 m² na Rua de Pitancinhos.

A proximidade e facilidade de recurso às diferentes valências das empresas do grupo permitem juntar sinergias e alcançar os níveis de competitividade e a qualidade pretendidos demonstrado pela confiança dos seus clientes na adjudicação de novas obras.

Relatório de estágio

O grupo possui interesses na área da engenharia e construção civil, água, ambiente e energias renováveis e telecomunicações. Aposta ainda na inovação e no desenvolvimento incentivando o empreendedorismo através do financiamento e constituição de parcerias estratégicas em novos mercados de negócio (Ventures).

O Grupo DST tem elevada responsabilidade social, tendo representado em 2013 um universo de 931 colaboradores.

O volume de negócios consolidado do grupo em 2013 ascendeu a 235,1 milhões de euros, representando um crescimento de 18,3% face a 2012.

A Engenharia & Construção representa 37,2% do volume total de negócios e registou face a 2012 um crescimento de 10,8%.

A internacionalização do Grupo é já uma realidade, possuindo delegações em Angola e Moçambique, realizando também obras no mercado Europeu.

1.3 Descrição geral do âmbito da empreitada

A APDL – Administração dos portos do Douro e Leixões através do anúncio de concurso público em Diário da República de 13 de Agosto de 2012 nº156, anúncio de procedimento nº3224/2012, colocou a concurso a Empreitada de Construção dos Armazéns nos Lotes 10 e 11 do Polo 2 da plataforma Logística.

Trata-se de um contrato de empreitada de obras públicas (CPV) cujo valor base de concurso foi 11.500.000 €.

A empreitada foi adjudicada à empresa DST por um valor de 8.060.245,13 €.

Os armazéns a construir nos Lotes 10 e 11 do Polo 2 da plataforma Logística de Leixões destinam-se ao armazenamento de produtos alimentares não perecíveis, detergentes e produtos de higiene pessoal. Esta empreitada tem como objetivo a expansão da plataforma logística de apoio ao porto de Leixões. O Polo 2 da plataforma logística de Leixões fica localizado em Gatões/Guifões, junto ao nó com a Via Regional Interior (VRI) com acesso através da Via Interior de Acesso ao Porto de Leixões (VILPL).

O prazo inicial da empreitada era de 14 meses mas este prazo, no decorrer da empreitada, sofreu alterações devido a modificações de projeto. Foi objeto desta empreitada a construção de dois pavilhões com 10.027,8m² cada e um edifício de apoio com 2 Pisos, com uma área de

construção de 2.914m². Foram ainda construídos 34 cais de carga e descarga de camiões. Junto à fachada do alçado Sul no Armazém A, foi construída uma cobertura com 200 m² para armazenamento de paletes vazias



Fig. 1 Cartaz de anúncio da empreitada.

1.4 Objetivos do Estágio

O estágio curricular tem como objetivo aprofundar os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares ministradas no Mestrado de Engenharia Civil – Construções.

Estando este mestrado direcionado para a vertente da produção de obras de construção civil pretende-se, com o contacto direto com as atividades de construção, adquirir experiência prática no domínio dos processos produtivos e no controlo de gestão de empreitadas de construção civil.

A empreitada acompanhada no âmbito do estágio curricular incluiu, conforme foi já referido, a execução de dois Armazéns para operações de logística para a APDL, S.A., construídos no loteamento do Polo 2 da Plataforma Logística de Leixões, em Gatões / Guifões, em Matosinhos.

2 Análise do Projeto

2.1 Enquadramento da obra no prazo e no espaço

A APDL contratualizou uma conceção de utilização do espaço à empresa Luís Simões e os armazéns irão ser utilizados pela empresa logística para armazenamento de produtos alimentares não perecíveis, detergentes e produtos de higiene pessoal.

No início do estágio, existia já um compromisso de prazo de conclusão da empreitada para o dia 8 de agosto de 2014, assumido pela DST perante a APDL. O planeamento da obra encontrava-se no entanto condicionado através de prazos intermédios para conclusão de armazéns, de forma a possibilitar ao concessionário poder iniciar a montagem da estanteria.

A área do lote destinada à construção de armazéns é de 45.785,00 m² e resulta da agregação dos lotes 10 e 11 do Polo 2.

É objeto desta empreitada a construção de:

- 1) Armazém Convencional A com cerca de 10.000 m² de área de implantação;
- 2) Armazém Convencional B com cerca de 10.000 m² de área de implantação;
- 3) Edifício de apoio com cerca de 1.500 m² de implantação a desenvolver em dois pisos com 2.914m² de área bruta de construção, para instalação dos serviços administrativos e sociais, no 1º Andar e área para co-packing e carregamento de baterias de empilhadoras no rés-do-chão;
- 4) Circulações e Arranjos Exteriores que incluem as pavimentações dos arruamentos periféricos e plataformas de estacionamento de veículos pesados e ligeiros, zonas de acostagem aos cais de carga/descarga e zonas verdes.

Em todos os edifícios referidos e áreas periféricas serão construídas as infraestruturas necessárias ao seu funcionamento.

2.2 Solução de arquitetura executada

A solução executada contempla duas naves amplas com uma implantação com cerca de 10.000m² cada:

- Armazém A – 167,13 x 60m
- Armazém B – 167,38 x 60m

Relatório de estágio

A cêrcea máxima dos armazéns é de 18m, encontrando-se dentro do definido no Projeto de Loteamento da Plataforma Logística de Leixões, que define no seu regulamento a cêrcea máxima de 30m.

O pé-direito livre mínimo é de 15,30m por forma a permitir a instalação de uma estrutura tipo estanteria da Mecalux, para colocação de paletes de produtos até à altura de 13,90m.

Os armazéns têm cais para carga/descarga de mercadorias, com rampas niveladoras, portões seccionais, e foles de estanqueidade.

- Armazém A: o armazém assim designado na proposta de implantação, tem uma orientação Longitudinal Nascente/Poente, permitindo a localização de 8 cais na fachada Norte e 5 cais na fachada Sul.
- Armazém B: o armazém assim designado na proposta de implantação, tem uma orientação longitudinal Norte/Sul. É salientado na parte escrita do projeto de arquitetura os constrangimentos de espaço para manobras de acostagem dos camiões na fachada Poente motivando a localização dos cais nos topos do armazém, 8 na fachada Norte e 11 na fachada Sul deste armazém.

Foram previstos locais, no exterior junto às fachadas dos armazéns, para instalação de contentores/compactadores de lixo, em comunicação direta com o interior através de vãos equipados com sistema de fecho.

Anexo à fachada Sul do Armazém A, foi construída uma cobertura de 200 m² para armazém de paletes vazias.

Junto a este coberto foi construído um acesso em rampa ao interior dos Armazéns.

O Edifício de Apoio complementar aos armazéns, de configuração retangular com cerca de 27,5 x 60 m, destina-se à instalação da sala de co-packing (reembalagem de produtos) no rés-do-chão e instalação das áreas sociais (balneários, vestiários, instalações sanitárias e refeitório/sala de descanso), serviços administrativos e zona de receção de clientes (salas de reuniões) e instalações sanitárias dedicadas no 1º andar, que perfaz a área de construção total de 2.914 m².

Para a acomodação dos dois pisos propõe-se, para este edifício, uma cércea de 11,70m de altura, para cumprir os seguintes requisitos:

- Instalação do co-packing (rés-do-chão);
- Pé-direito: 4,50m;
- Entrada/saída de trabalhadores independentes dos armazéns;
- Sala de carregamento de baterias de empilhadores.

3 Enquadramento do estágio

O estágio decorreu em ambiente de Estaleiro de Obra onde o estagiário se integrou na Equipa de Obra com funções de direção e controlo de qualidade de produção. O organograma funcional da equipa de obra é o seguinte:

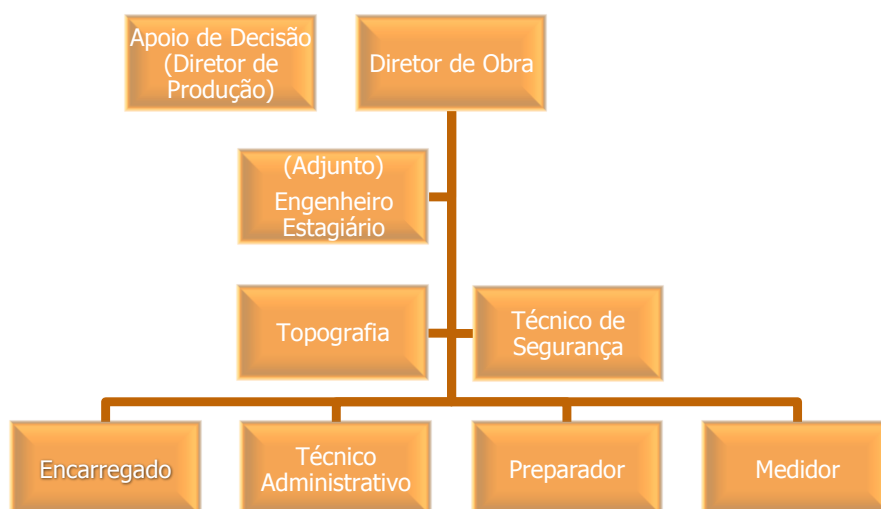


Fig. 2 Organograma da Equipa de Direção de Obra.

3.1 Descrição de funções da Equipa de Obra

O Diretor de Obra é o coordenador da equipa de obra. Semanalmente o Diretor de Obra transmite o plano de atividades para a semana seguinte dando conhecimento à Fiscalização. Planeia e perspetiva a evolução da obra a médio e longo prazo. Propõe a adjudicação de subempreitadas à administração.

Relatório de estágio

Diariamente a equipa de obra reúne assinalando os avanços de frente de obra e identifica os pontos críticos das atividades em curso. O Diretor de Obra pode convocar o seu superior hierárquico, o Diretor de Produção, sempre que necessite de apoio de decisão ou para reuniões periódicas previamente estabelecidas com outros parceiros de obra.

O Técnico Administrativo assegura a atualização do controlo de custos, faz a conferência das faturas, acompanha as encomendas de materiais desde a sua elaboração até à sua receção e apoia o Diretor de Obra no tratamento informático dos elementos de gestão de obra, carregando os dados mensais de gestão de obra no sistema informático centralizado.

O Técnico de Segurança garante a comunicação e responsabilização entre os vários intervenientes procedendo a uma avaliação dos riscos e das correções a implementar em estaleiro relativamente a cada atividade em curso.

Antes do início de qualquer atividade, o técnico de segurança acolhe as equipas de subempreiteiros e tarefeiros, transmitindo todas as regras internas de funcionamento, dá formação e recolhe toda a documentação legal necessária.

A atualização do controlo orçamental e planeamento de encargos é da responsabilidade do Diretor de Obra. Verificando-se desequilíbrio de contas referente a determinada atividade, define as medidas de recuperação dos desvios.

Os autos de medição e faturação ao Dono de Obra, tarefeiros e subempreiteiros são efetuados mensalmente. A Direção de Obra reúne com o Medidor e verifica os trabalhos produzidos nesse período. A proposta de auto de faturação é entregue à Fiscalização para verificação. Após validação, o auto de medição é entregue ao cliente para aprovação dos valores a faturar.

No decorrer da empreitada foram realizadas auditorias internas no âmbito do controlo de documentos e dados e no âmbito da qualidade do produto.

É responsabilidade do Medidor remedir o projeto de execução, atualizar e preparar os mapas que servem de suporte aos autos de medição a enviar ao Dono de Obra, aos Subempreiteiros e Tarefeiros. Regista e comunica à direção de obra diferenças de quantidades verificadas relativamente ao projeto de execução.

O Preparador de Obra tem conhecimento detalhado dos projetos das diferentes especialidades e uma das suas funções é verificar a sua compatibilidade. Participa no processo de consultas de subempreitadas, organizando todos os desenhos, partes escritas e pormenores necessários à execução de cada subempreitada. Identifica as modificações resultantes de alterações ao projeto

Relatório de estágio

contratual e informa a equipa de obra. Prepara ainda os elementos do projeto a entregar com as propostas de soluções alternativas.

3.2 Trabalhos realizados durante o período de estágio

Os principais trabalhos de acompanhamento realizados durante o estágio foram:

Participação em reuniões periódicas com a Equipa de Obra, avaliando a evolução, controlando rendimentos, prazos parcelares e globais e traçando planos de necessidades.

Avaliação, em conjunto com a Equipa de Obra, das soluções construtivas e da qualidade e segurança das atividades desenvolvidas.

Colaboração com o Medidor de Obra na elaboração dos autos de medição dos trabalhos efetuados em cada mês pelos subempreiteiros/tarefeiros e no registo dos valores a faturar ao Dono de Obra no respetivo auto de faturação.

Preparação e lançamento de consultas ao mercado de pequenas subempreitadas incluindo análise dos respetivos mapas comparativos das propostas enviadas.

Apoio e acompanhamento dos subempreiteiros no esclarecimento de dúvidas na retificação e execução de propostas alternativas ao projeto inicial.

Acompanhamento das atividades de obra no Edifício de Apoio com início após a conclusão do assentamento de alvenarias no Edifício de Apoio e durante a execução de todos os trabalhos subsequentes de especialidades e acabamentos.

Preparação, planeamento e acompanhamento da execução dos trabalhos de revestimentos exteriores dos armazéns e Edifício de Apoio com painéis de chapa metálica tipo sandwich. Registo e controlo do consumo de recursos desta subempreitada.

Acompanhamento dos trabalhos de execução dos pavimentos de alta planimetria dos armazéns em coordenação com os trabalhos de revestimento de coberturas e fachadas dos armazéns.

Apoio na antecipação e solucionamento de constrangimentos à execução da empreitada, na identificação de condições de potencial incumprimento de um subempreiteiro e na definição de medidas para otimizar a produção.

Acompanhamento das vistorias parciais em conjunto com elementos da fiscalização.

3.3 Enquadramento temporal do estágio com os trabalhos da empreitada

O estágio curricular iniciado no dia 31 de Janeiro de 2014 e terminado a 31 de Julho de 2014 compreendeu o acompanhamento da obra de construção civil no período balizado pelo início da montagem da estrutura metálica de cobertura dos armazéns e o final da empreitada.

4 Desenvolvimento do estágio

4.1 Preparação, lançamento de consultas e adjudicações de fornecimento e subempreitadas

O processo de preparação lançamento de consultas e adjudicações na DST é idêntico ao da maioria das empresas, de dimensão semelhante, a atuar no setor da Construção Civil em Portugal. Nos fornecimentos e subempreitadas nucleares para a execução da empreitada o processo inicia-se logo na fase de concurso.

É já nesta fase que grande parte dos possíveis parceiros de negócio são selecionados.

As consultas são preparadas pelo grupo de quadros da empresa selecionado para estudar a empreitada e responder ao concurso.

O articulado dos mapas de trabalhos e quantidades são carregados nos programas informáticos de orçamentos e de gestão de empreitada. A DST utiliza o CCS e o SAP.

A 1ª seleção de entidades a consultar faz-se com base no currículo do fornecedor ou subempreiteiro, na avaliação efetuada em parcerias anteriores com a DST e na experiência de participação em obras semelhantes.

Ainda na fase de concurso é feita uma triagem das respostas obtidas segundo a qualidade da proposta elaborada, nomeadamente se está em conformidade com os mapas de quantidades e soluções técnicas de projeto. É também avaliada a capacidade de apresentar alternativas de soluções competitivas relativamente à proposta inicial base, e que apresentem ser vantajosas e com viabilidade de aceitação pelo Dono de Obra.

Se a empreitada concursada é adjudicada à DST, então o processo continua da mesma forma, mas agora com o objetivo de melhorar as margens de lucro.

Em primeiro lugar são convidados a rever as suas propostas, os subempreiteiros cujos preços serviram de base à elaboração da proposta vencedora e tenta-se estimular a concorrência

Relatório de estágio

alargando o leque de participantes na consulta. A revisão das propostas antigas e das novas devem contemplar já um processo de esclarecimento e deteção de erros e omissões a apresentar em tempo útil relativamente à data de entrega do processo de erros e omissões por parte do empreiteiro geral (DST).

Após a receção de todas as respostas, o departamento de aprovisionamentos e subempreitadas da DST elabora o mapa comparativo das propostas recebidas.

Esse mapa pode englobar todas as propostas recebidas ou apenas uma lista reduzida das propostas mais competitivas e que se enquadram nos objetivos mínimos previamente estabelecidos.

Tendo sido efetuada uma avaliação técnica satisfatória às soluções apresentadas, passam a ser decisivos os fatores económicos, incluindo nestes últimos os prazos de fornecimento e/ou execução.

Na maioria das situações, a maior valia técnica não é suficiente para adjudicar uma Obra. Atualmente o fator preço é na maioria das decisões o de maior peso quando se analisam propostas idênticas.

Nos mapas comparativos de preços da DST são apresentados em colunas vários itens a comparar.

As primeiras colunas são normalmente coincidentes com o mapa de quantidades incluído nas peças escritas do projeto fornecido pelo dono de obra, respeitando a numeração, designação do artigo, unidades e quantidades parciais aí previstas. As colunas seguintes são subdivididas em preços unitários (preço por unidade de medida do artigo) e preço total (custo global do artigo). As três colunas imediatamente após as quantidades parciais, resultam do processo de concurso e são:

Preço de venda- Preço dos artigos de acordo com a proposta apresentada ao cliente

Preço seco- É o custo de execução do trabalho sem qualquer margem de lucro

Preço objetivo- Valor máximo que o artigo pode atingir sem alterar o valor de mínimo da margem de lucro pretendida com a venda desse artigo.

4.2 Apoio e acompanhamento dos subempreiteiros no esclarecimento de dúvidas e na preparação de obra.

A alteração das condições previstas em projeto por variações dimensionais verificadas no decorrer da obra ou pela apresentação de propostas alternativas obrigam, muitas vezes, a que se efetuem retificações de medidas e/ou transformações que envolvem por vezes mais do que um subempreiteiro. É necessário executar em obra um trabalho de acompanhamento e preparação prévia das atividades procurando o envolvimento de todos os participantes na compatibilização das soluções adotadas. Este trabalho da responsabilidade da equipa de Direção de Obra é diário, contínuo e encontra-se refletido em inúmeras atividades descritas no presente relatório. Fará apenas sentido destacar uma situação, a título de exemplo, que ocorreu com o fornecimento de serralharias.

No fornecimento e colocação de serralharias de alumínio o subempreiteiro escolhido pela DST apresentou uma solução alternativa com condições mais vantajosas. A solução alternativa apresentada propunha alterar a marca dos perfis previstos em caderno de encargos, da marca Extrusal para perfis da Sapa. A solução não apresentou alterações relativamente aos alçados de arquitetura. No entanto, os perfis dos montantes e das travessas dos vãos de pé direito superior as 2,20m, na direção perpendicular ao plano de fachada, eram de dimensão superior aos da Extrusal. No projeto de arquitetura, em planta, a face interior das soleiras e peitoris em mármore alinhava com a face interior do alumínio. Esta situação obrigou a alterar os alinhamentos interiores da caixilharia e a uma preparação de retificação das medidas das soleiras previstas em projeto. Existiu também o cuidado acrescido de encomendar peças com um comprimento máximo de 3,00m, em conformidade com a informação dada pelo fornecedor relativamente às características de fragilidade da pedra Creme Marfil. Na maioria dos casos a soleira ou o peitoril é constituído por mais do que uma pedra. Na preparação deste fornecimento tivemos o cuidado estético de pedir comprimentos de pedra de forma a evitar juntas no meio de vãos.

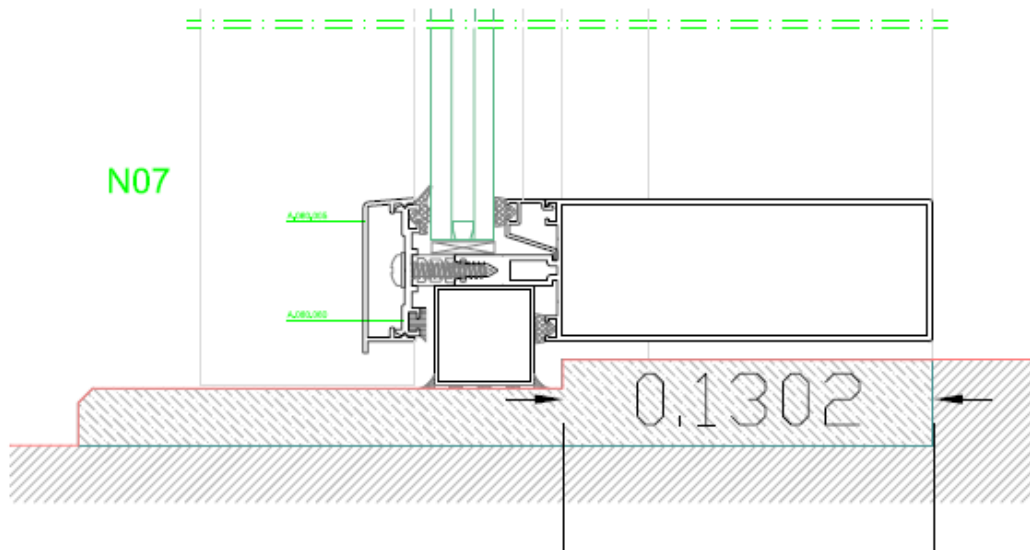


Fig. 6 Corte transversal da soleira prevista em projeto.

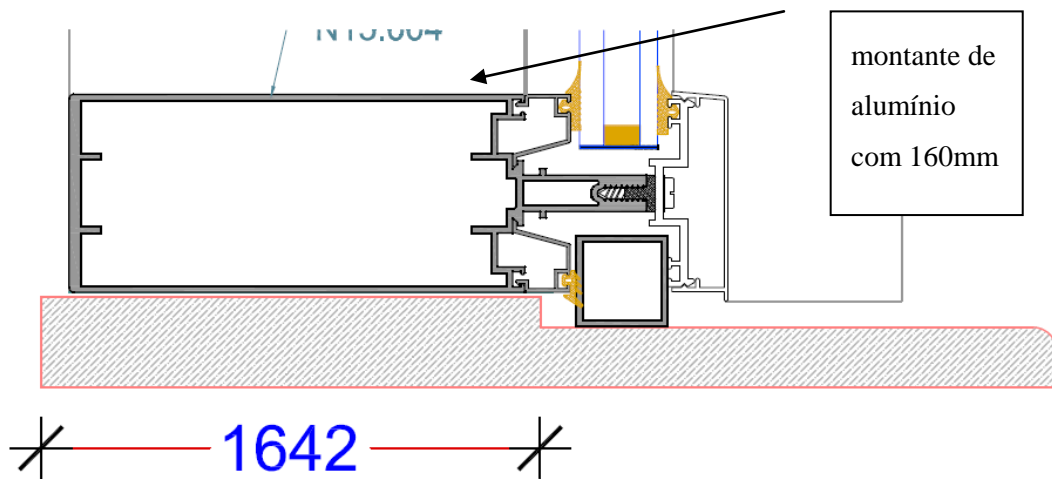


Fig. 7 Corte transversal da soleira de acordo com a alteração do perfil de alumínio.

5 Metodologia e Técnicas de construção

5.1 Acompanhamento de obra no Edifício de Apoio

No Edifício de Apoio, o Estagiário colaborou com o Diretor de Obra no planeamento de atividades, coordenação e orientação dos subempreiteiros na frente de Obra. O início do Estágio no mês de Fevereiro coincide com o final da execução das alvenarias de tijolo e o início da colocação das redes de abastecimento de águas, saneamento, gás, eletricidade, telecomunicações e AVAC.

5.1.1 Acompanhamento da execução das redes de saneamento e abastecimento de água, redes de energia elétrica e comunicações, AVAC, incêndios gás e ar comprimido.

No Edifício de Apoio, grande parte das redes de distribuição das referidas especialidades encontram-se embebidas nas paredes e no pavimento, e tiveram de ser instaladas antes da execução de qualquer revestimento.

Foi necessário planear e coordenar a execução das redes em sintonia com os encarregados e responsáveis técnicos de cada subempreitada. A compatibilização de traçados e o planeamento das atividades evitou na medida dos possíveis a execução de tarefas no mesmo espaço e ao mesmo tempo.

A abertura de roços em paredes de alvenaria ou a execução de negativos em pavimentos foi coordenada conjuntamente com os responsáveis técnicos de cada especialidade e fiscalização, compatibilizando os traçados esquemáticos de projeto com a obra de construção civil executada e as alterações ao traçado entretanto solicitadas.



Fig. 8 Vala de infraestrutura em pavimento interior.



Fig. 9 Rede elétrica embebida em paredes e pavimentos.

5.1.2 Revestimento de paredes tetos e pavimentos

Com todas as canalizações embebidas, iniciou-se o revestimento dos tetos, paredes e pavimentos.

De acordo com o mapa de acabamentos foram identificadas em obra todas as zonas de parede e teto a revestir com reboco projetado, com acabamento de pintura e com acabamento cerâmico identificando também as restantes zonas a revestir com gesso cartonado e teto acústico.

A argamassa de reboco projetado foi produzida com ligantes à base de cal e cimento previamente misturados em fábrica e armazenados em obra em silos.

Marcadas as cotas de nível e de espessuras de enchimento rebocaram-se as paredes e os tetos.

Nos pavimentos, as camadas de forma, foram realizadas em duas fases devido à sua espessura nalguns pontos do edifício.

Os enchimentos de pavimentos foram feitos com argamassas bombadas para os locais de execução de betonilhas e iniciaram-se pela cobertura para permitir aplicar as telas asfálticas de impermeabilização. A cobertura do edifício de apoio ficou com uma camada de forma uniforme em betão celular com 10cm de espessura e uma camada de regularização de 2cm. As pendentes para a caleira interior situada ao longo do alçado Nascente já tinham sido dadas na execução do betão armado da laje de cobertura.



Fig. 10 Revestimento da cobertura com betão celular.

Nas cotas altimétricas finais das betonilhas de enchimento dos pisos foram dadas as folgas necessárias ao acabamento final do pavimento em cada compartimento – Cerâmico vinílico ou marmorite. Em zonas húmidas e varandas foi aplicado um emboço hidrófugo queimado com argamassa hidráulica impermeabilizante antes da aplicação do revestimento cerâmico.



Fig. 11 Execução de betonilha de enchimento em pavimentos interiores.

5.1.2.1 Impermeabilização e isolamento da cobertura do edifício de apoio.

A cobertura do edifício de apoio é uma cobertura do tipo invertido com revestimento de lajetas pré fabricadas.

A impermeabilização e isolamento da cobertura, muretes e palas do edifício de apoio não foi efetuada de acordo com o previsto no caderno de encargos do projeto de arquitetura. A principal diferença residiu na alteração da sequência das camadas de revestimento. De acordo com o caderno de encargos o isolamento de poliestireno extrudido de 60mm ficaria sob as camadas de tela de impermeabilização o que não era exequível. Esta sequência obrigava substituir o isolamento de poliestireno extrudido por um isolamento especial resistente ao calor do maçarico usado na colagem das telas, como é o caso do Pirmate da Imperialum. O Pirmate é um isolamento térmico à base de espuma rígida de Poliisocianurato recoberto com um véu de fibra

Relatório de estágio

de vidro na face inferior e na face superior, um velo de fibra de vidro de 350 g/m² com emulsão betuminosa. O acréscimo no custo da empreitada apresentado pela DST para a aplicação deste material não foi aceite pela fiscalização de obra, optando-se por executar a solução mais comum na impermeabilização de coberturas invertidas. Assim começou-se por limpar as superfícies e aplicar uma pintura de preparação de suporte com emulsão betuminosa em todas superfícies a revestir com telas. Sobre essa pintura de colagem foram coladas a maçarico duas camadas de telas. Uma primeira tela asfáltica de 3kg/m² armada com um feltro de fibra de vidro e acabada em ambas as faces com filme de PE (polietileno), sobre esta tela foi sobreposta uma outra tela asfáltica de 4kg/m² com incorporação de uma armadura de feltro de poliéster não tecido e com acabamento das faces igualmente em PE. As armaduras de fibra de vidro e poliéster não tecido têm por função aumentar a resistência das telas ao punçoamento e à tração respetivamente. As telas foram fornecidas em rolos de 13x1m. As duas camadas de tela foram aplicadas com as juntas de sobreposição desencontradas.

Nos muretes no contorno das coberturas do Edifício de Apoio, claraboias e chaminés sobre a tela de 3kg/m² foi aplicada uma tela de 4kg/m² armada com tela de poliéster não tecido e acabada na face exterior com grânulos minerais que lhe conferem proteção à exposição solar. Existiu sempre o cuidado de arredondar arestas nas transições de pavimento e parede a fim de evitar arestas vivas e vincos que poderiam originar o rompimento local das telas. No final da colocação das telas foi efetuado um ensaio de estanquidade tapando todas as saídas de tubos de queda e carregando toda a superfície com uma lâmina de água durante 48 horas.



Fig. 12 Colocação de telas asfálticas na cobertura do edifício de apoio.

Sobre as telas de impermeabilização das lajes de cobertura conforme já foi referido aplicou-se um isolamento em placas de poliestireno extrudado com 60mm de espessura. Sobre o isolamento foi colocada uma manta de geotêxtil. Nas zonas de cobertura acessível foram colocadas lajetas pré fabricadas em betão à cor natural com 40x60x4,5cm sobre pinos de

plástico que possibilitam uma rápida drenagem de toda a área. Na cobertura da caixa do elevador e nas palas não acessíveis foi espalhada uma camada de godo lavado a cobrir toda a superfície e com espessura suficiente para tapar o isolamento nas dobras à parede.

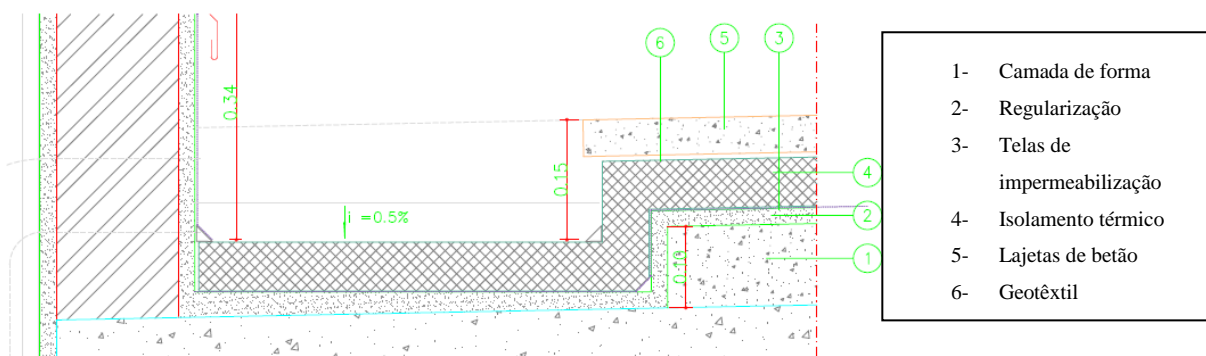


Fig. 13 Pormenor da solução de revestimento da cobertura do edifício de apoio.



Fig. 14 Isolamento da cobertura.



Fig. 15 Manta geotêxtil de proteção.



Fig. 16 Colocação de lajetas sobre pinos plásticos.



Fig. 17 Coberturas visitáveis e não visitáveis.

A cobertura acessível do edifício de apoio funciona como zona técnica. É lá que estão instalados a maioria dos equipamentos pesados de AVAC (aquecimento ventilação e ar condicionado), produção de águas quentes sanitárias e ar comprimido. Foi necessário criar maciços em betão armado para suporte desses equipamentos.

Relatório de estágio

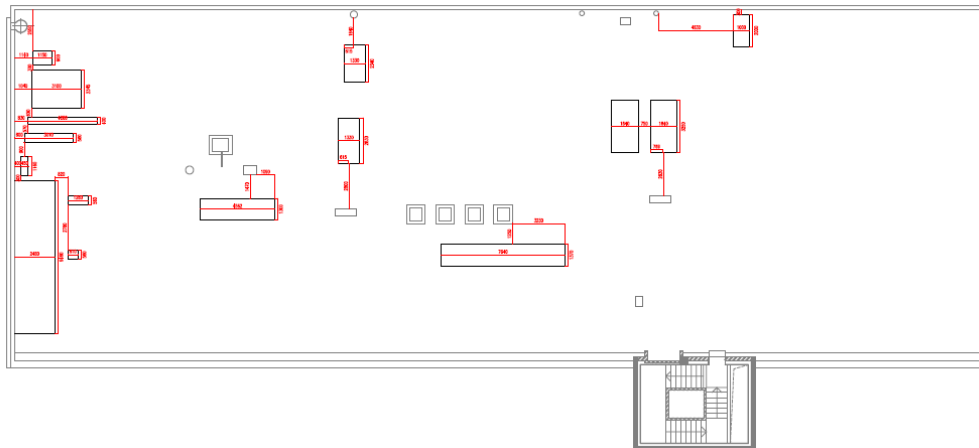


Fig. 18 Planta de localização de maciços de suporte de equipamentos mecânicos na cobertura do Edifício de Apoio.

A maioria dos equipamentos instalados na cobertura do edifício de apoio possui motores e são capazes de produzir vibrações. De acordo com o projeto da especialidade, foi possível materializar apoios antivibráticos, interpondo placas de 5cm de espessura de aglomerado negro de cortiça entre a laje de cobertura e a laje do maciço.



Fig. 19 Execução de maciços para instalação de equipamentos na cobertura do Edifício de Apoio.

5.1.2.2 **Revestimentos de paredes e tetos em gesso cartonado, teto acústico “Tonga“ e tetos falsos exteriores em ”aquapanel”.**

A estruturação das paredes e tetos revestidos a gesso cartonado no piso 1 iniciou-se mesmo antes do encerramento dos vãos exteriores com a caixilharia de alumínio. Nesta empreitada foram aplicados quatro tipos diferentes de teto falso. Nas zonas húmidas foram aplicadas placas de gesso cartonado hidrófugo. Nas zonas de circulação, gabinetes individuais, salas de reunião e zonas técnicas foram aplicadas placas de gesso cartonado comum. No refeitório e open spaces foi aplicado um teto falso acústico em quadrícula já com acabamento final (Tonga), que foi apresentado como alternativa ao teto acústico contínuo inicialmente previsto. Nas varandas e galerias exteriores foram aplicadas placas de Aquapanel da Knauf apropriadas para colocação no exterior.

Os tetos falsos no edifício de apoio funcionam como galerias técnicas às quais é possível ter acesso através de alçapões normalmente situados junto às máquinas ou junto a aparelhagem de manobra.

A estrutura de chapa de aço galvanizado nos tetos é suspensa em varão roscado fixo na laje do piso superior com buchas metálicas. Na parede é montado um nível laser rotativo que marca permanentemente o nível a que devem ser suspensas as travessas de suporte do teto falso.

O teto falso de quadrícula Novo Tonga é um teto falso constituído por uma película branca colada sobre uma placa de lã de rocha de elevada densidade. O Novo Tonga foi apresentado em alternativa ao teto acústico contínuo previsto no projeto de arquitetura. O Novo Tonga tem como característica acústica um índice de absorção máxima de $\alpha_w = 1$ para o sistema de montagem escolhido. O valor de α_w oscila com a variação da frequência de ruído entre 0,4 para frequências na ordem dos 125 Hz andando sempre próximo do 1 para frequências superiores a 400 Hz.

O Novo Tonga com 40 mm tem ainda uma resistência termica de 1,14m² KW.

A refletância, quando se escolhe a cor branca, é de 85% .



Fig. 20 Estrutura de tetos falsos.



Fig. 21 Placagem de teto de gesso cartonado.



Fig. 22 Teto de quadrícula – Novo Tonga.



Fig. 23 Teto de gesso cartonado hidrófugo concluído.

Nesta obra, as paredes em gesso cartonado foram essencialmente previstas para reforçar o isolamento acústico em zonas de trabalho em paredes de meação com zonas técnicas ou zonas de passagem, com produção de ruído. Assim, estas paredes possuem uma estrutura comum com perfis de chapa aço galvanizado (canais e montantes). Entre os perfis foi colocado um isolamento em placas de lã de rocha e por fim foi colocada a placagem na face exterior da parede.



Fig. 24 Estrutura de parede de gesso cartonado.



Fig. 25 Placagem e isolamento de paredes em gesso cartonado.

No tratamento das juntas de encontro de placas foi colocada cinta de papel e foram aplicadas três camadas de massa de emaçamento com 24h de intervalo de tempo para possibilitar secagem da camada anterior. Entre cada camada procedeu-se ao alisamento da superfície com lixa.



Fig. 26 Emassamento de paredes em gesso cartonado.



Fig. 27 Teto exterior em Aquapanel.

5.1.2.3 Revestimento cerâmico de pavimentos e paredes

Nos pavimentos de instalações sanitárias, balneários, refeitórios, copa, circulações, receção e zonas técnicas foi aplicado mosaico cerâmico em grés 30x 30cm colado com cimento cola. No piso 1 optou-se por iniciar a colocação do mosaico no corredor central para garantir o conforto visual. Trata-se de uma área estreita mas com grande comprimento e consequentemente maior campo de visão em profundidade, para lá do facto de comunicar com a maioria dos compartimentos do piso. Tornou-se necessário garantir a retilinearidade das arestas e evitar fechos de dimensão reduzida.

Relatório de estágio



Fig. 28 Revestimento cerâmico em pavimentos.

O pavimento é rematado junto às paredes com rodapé do mesmo material com 30x9,5 cm com junta coincidente.

O material cerâmico, na sua ficha técnica para além das características de resistência, indica os limites de variações dimensionais e certifica a qualidade do material segundo a norma EN 14411[1]. O mosaico cerâmico pode ser comercializado de 1ª categoria ou 2ª categoria. Para esta obra foi provisionado mosaico de 1ª categoria, no entanto, se pertencentes a lotes diferentes, poderiam existir pequenas variações de tonalidade nas diferentes fornadas de cozedura. Para diminuir essa probabilidade optou-se por efetuar uma encomenda única.

Quando se iniciou o assentamento do rodapé verificou-se que não respeitava as tolerâncias referidas no comprimento das peças. Houve então necessidade de solicitar à fábrica a retificação de parte da encomenda, caso contrário, o incremento acumulado na diferença das peças inviabilizava casar as juntas.

Nas paredes foi aplicado um azulejo vidrado 15x15cm até à cota de 2,10m de altura.

Sempre que possível evitou-se aplicar peças cortadas de fecho de dimensão reduzida e quando isso não era viável procurou-se que os fechos ficassem escondidos nas arestas de pilares ou nos cantos dos compartimentos onde o revestimento da parede não acaba com peça completa. A parte cortada, quando tinha dimensão próxima da metade, dobra para a parede contígua.



Fig. 29 Revestimento cerâmico no vestiário.

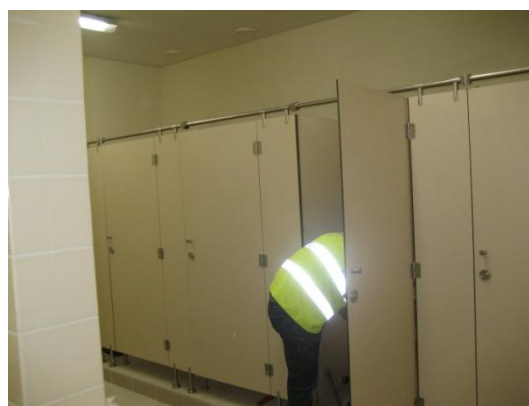


Fig. 30 Exemplo de remate cerâmico em paredes.

Na colocação do último lote de azulejo verificou-se que as peças apresentavam valores de deformação inaceitável segundo a norma EN14411 [1]. Procedeu-se então à troca das peças que inicialmente tinham sido aplicadas por peças excedentárias resultantes de um valor de quebra inferior aos 8% inicialmente estimado.

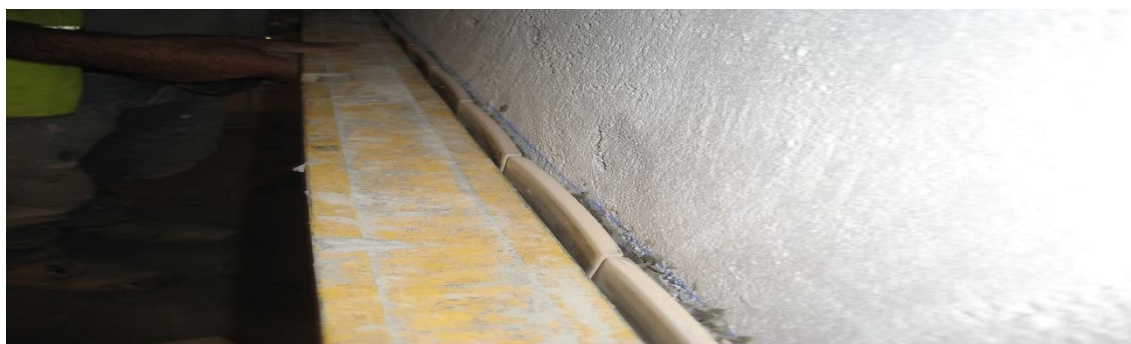


Fig. 31 Lote de Azulejo defeituoso.

5.1.2.4 Pintura dos pavimentos do Co-Packing e da sala de baterias

Para a pintura da sala de baterias e do Co-packing foram aplicados dois revestimentos de pintura autoalisante que se diferenciam essencialmente pela camada superficial de acabamento. No esquema de pintura em ambos os compartimentos foi aplicado um selante e primário epóxi com 2mm de espessura. No revestimento final do Co-packing foi aplicada uma tinta autoalisante anti deslizante epóxi bi componente com 2mm de espessura. A camada de revestimento final da sala de baterias tem uma espessura de 2,5mm e a tinta autoalisante tem característica de resistir a ataques de ácidos. A característica antideslizante é-lhe conferida no final com o polvilhamento de inertes de sílica.

A pintura destes compartimentos no final da empreitada tornou-se crítica. A uma semana do fim do prazo da empreitada, e dado as condições ambientais verificadas ao longo do ano, o teor de

Relatório de estágio

humidade no piso era o dobro do valor aconselhado para a execução deste tipo de pintura e que é de 3%.



Fig. 32 Medição do teor de humidade no pavimento do Co-Packing.

Foram efetuadas várias tentativas de acelerar a secagem do piso. Promoveu-se a ventilação dos espaços aproveitando o calor exterior diurno, efetuou-se o despolimento superficial para remover a camada polida do pavimento abrindo poros no betão, complementou-se esta ação com o uso de desumidificadores, no entanto sem obtenção de resultados práticos satisfatórios.

Por imperativo de prazo de entrada em funcionamento do edifício o Dono de Obra deu ordem para a execução da pintura antes de reunidas as condições ideais, assumindo assim o risco inerente a essa decisão. O esquema de pintura adotado para este pavimento isola a superfície não permitindo a evaporação da humidade contida na laje de betão. A curto ou médio prazo, poderão vir a registar-se patologias como o empolamento superficial e a desagregação da pintura por zonas.



Fig. 33 Co-Packing após conclusão da empreitada.

5.1.3 Carpintarias

A execução dos trabalhos de carpintaria em obra esteve a cargo da Tmodular.

Relatório de estágio

Foram objeto desta subempreitada o fornecimento e colocação de todos os vãos interiores em madeira, os armários técnicos, o mobiliário de cozinha, as divisórias dos wc's, o balcão da receção e os apainelados de madeira a colocar na zona de receção e nas forras da frente das portas dos elevadores.

Os materiais usados na execução das carpintarias, como o CPL (laminados de pressão contínua) nas portas interiores ou o Suprpan Decor e o Fibraplast da Finsa no mobiliário e apainelados, são laminados e aglomerados de madeira cujas faces já possuem acabamento final, não sendo possível a reparação posterior de elementos. Com a necessidade de confirmar medidas para fabrico e ainda como medida de prevenção contra possíveis danos provocados por outros processos construtivos, a execução das carpintarias em obra só se iniciou após a conclusão dos revestimentos com argamassas cimentícias e após a colocação dos materiais cerâmicos.



Fig. 34 Trabalhos de carpintaria.

No sistema de prefabricação de portas interiores, as portas são fornecidas já montadas no aro em dois elementos. As portas são colocadas no vão e coladas com espuma de poliuretano. Por fim são colocadas as capas de guarnição que fazem o remate com o acabamento das paredes.

Relatório de estágio



Fig. 35 Porta interior tipo.

5.2 Acompanhamento de obra nos armazéns A e B

5.2.1 Descrição de superestrutura dos armazéns

Os armazéns possuem uma estrutura que combina o betão armado dos pilares e muros com as asnas metálicas com vão duplo de 30m para vencer um vão transversal de 60m.

O revestimento da cobertura e as paredes exteriores na cota superior aos 3,8 m serão em chapa sandwich termolacada com isolamento térmico. Os lanternins em policarbonato alveolar situados na cobertura garantem a iluminação natural dos armazéns.

O pavimento dos armazéns será do tipo industrial, em betão, com fibras metálicas incorporadas e endurecedor de superfície. Devido ao transporte de cargas em altura, através de empilhadores, o pavimento tem características de um pavimento de alta planimetria

5.2.1.1 Estrutura de betão armado dos armazéns

Os pilares em betão, de grande altura, fabricados in situ receberam as asnas metálicas com cerca de 30 metros cada, e cobrem a totalidade dos 10000m² de área de cada armazém. Os armazéns A e B têm dimensões idênticas- 59.8m de largura por 166.5m de comprimento e uma altura de fachada variável de 16.45 m a 19.45m. A modulação preconizada no projeto de Arquitetura prevê alinhamentos afastados de 9.25 m e a conceção estrutural respeita esta modulação.

A ligação dos Pilares às vigas treliça é efetuada por uma ligação aparafusada. A ligação é feita através de conectores chumbados no betão no topo do pilar. Os chumbadouros são posicionados durante a betonagem dos pilares com auxílio de uma placa coordenadora que posiciona os

pernos em espera com a disposição e distâncias previstas em projeto de acordo com a furação da peça a acoplar. Os pernos são protegidos, até à concretização da ligação.



Fig. 36 Ligação pilar/viga transversal (VT).

5.2.1.2 Acompanhamento da montagem da estrutura metálica dos armazéns

O fornecimento e execução da estrutura metálica de fachada e cobertura dos armazéns foi realizado em regime de subempreitada levada a cabo pela empresa Bysteel pertencente ao grupo DST.

A Bysteel é uma empresa especializada na conceção, fabrico e montagem de estruturas metálicas.

5.2.1.3 Apresentação da solução construtiva da estrutura metálica dos armazéns

A estrutura principal é constituída por pórticos de vão duplo constituídos por pilares de betão armado e vigas-treliça metálicas.

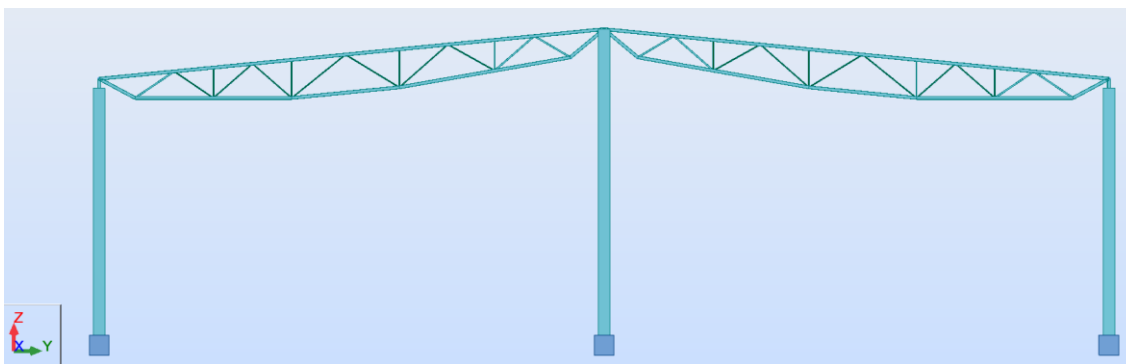


Fig. 37 Esquema de pórtico transversal com apoio intermédio.

O apoio intermédio é substituído de forma intermitente por uma treliça longitudinal que apoia indiretamente as treliças transversais.

Relatório de estágio

Os apoios das treliças principais nos pilares são considerados rotulados com uma fixação direta, garantindo a sua resistência pela validação da cláusula 5.2.3.2(3) da NP EN 1993-1-8 [3] onde refere que: "uma junta poderá ser considerada nominalmente articulada se o valor de cálculo do seu momento resistente não for superior a 0,25 vezes o valor de cálculo do momento resistente requerido para uma junta de resistência total, desde que também tenha uma capacidade de rotação suficiente".

Não existe continuidade entre as treliças e os pilares, assim sendo, o equilíbrio horizontal na direção do pórtico é obtido por encastramento dos pilares de betão.

Na direção perpendicular a estrutura é equilibrada por duas treliças situadas na cobertura que recolhem os esforços horizontais, encaminhando-os para as fachadas, onde são direcionados para as fundações por travamentos constituídos por perfis tubulares. O equilíbrio local das treliças transversais é feito pelas madres de cobertura, espaçadas de 1,8m que efetuam travamento e diminuem os comprimentos de encurvadura.



Fig. 38 Ligações pilar /viga, treliça VT e madres de cobertura.

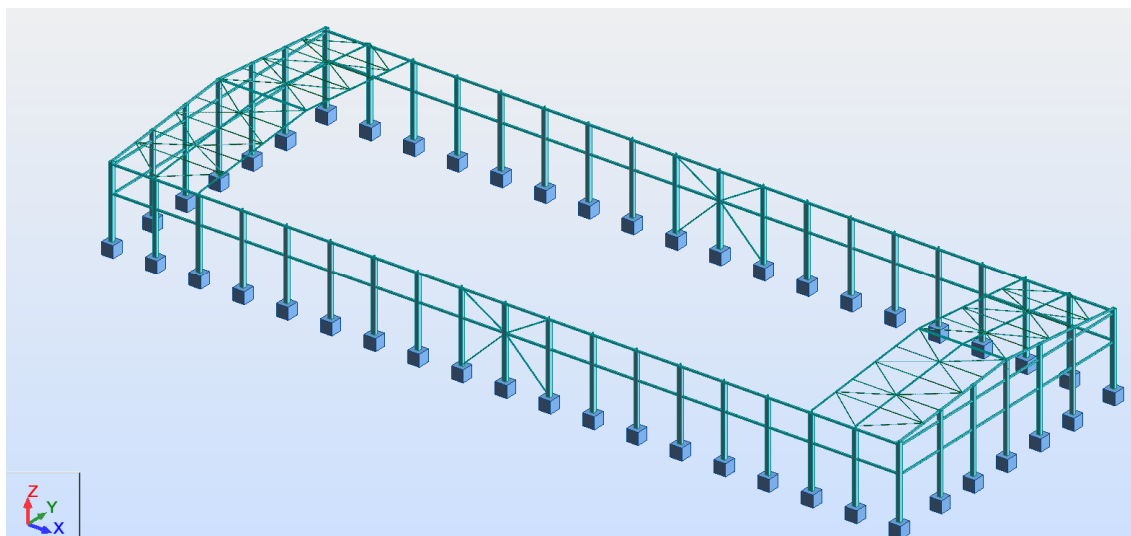


Fig. 39 Esquema estrutural dos armazéns.

As ligações da estrutura metálica realizadas em obra são ligações aparafusadas. As ligações soldadas foram efetuadas em fábrica na pré-fabricação dos componentes. Todas as peças de estrutura metálica já vinham pintadas para a obra com um tratamento segundo a ISO 12944 [17] e um esquema de pintura adequado a sua inserção num ambiente de corrosividade C3.

As vigas treliça metálicas e outras peças de maior dimensão, foram para obra em duas secções, por motivos de transporte. Posteriormente foram unidas antes de as elevar até ao local de colocação. Na colocação da estrutura metálica foram utilizados camiões grua com 80T de capacidade. As ligações metálicas aos suportes foram trabalhos realizados em altura, com recurso a plataformas elevatórias com possibilidade de altura de trabalho até 20m.



Fig. 40 Elevação da estrutura metálica com camião grua.

Relatório de estágio



Fig. 41 Ligações da estrutura metálica de cobertura do Armazém A.

Relativamente à estrutura secundária constituída pelas madres, tanto na cobertura como nas fachadas, substituíram-se as madres do tipo z previstas no projeto inicial por madres do tipo ómega (Madre Max). A alternativa ao projeto foi apresentada pela Bysteel e aceite pela fiscalização. A alteração ao projeto teve em consideração o estudo técnico do seu fornecedor, Constálica, S.A., que se apresenta no anexo 2.

Relatório de estágio



Fig. 42 MadreMax 200x1,5.

A sequência de montagem de obra planeada pela Bysteel permitiu dispensar o escoramento central na montagem das Vigas Transversais (VT), nos pórticos sem pilar de apoio intermédio, conforme previsto inicialmente no caderno de encargos. As vigas transversais, com pilar de apoio intermédio foram montadas em primeiro lugar sendo em seguida montada a viga VT intermédia que apoia diretamente na viga treliça longitudinal. Para evitar a encurvadura da viga treliça longitudinal montavam-se previamente os tirantes pré esforçados diagonais.



Fig. 43Viga treliça longitudinal.



Fig. 44 Tirantes diagonais de travamento.

Relatório de estágio



Fig. 45 Estrutura de fachada.

5.2.2 Execução do revestimento da Cobertura dos armazéns em painel sandwich FTB PC 1000

Os painéis sandwich da FTB utilizados nesta obra são constituídos por um núcleo isolante em lã de rocha revestida em ambas as faces por chapas com acabamento final em PVDF (polyvinylidene difluoride). As características dos painéis encontram-se indicadas de forma pormenorizada na ficha técnica apresentada no anexo 3.

Em visita às instalações da FTB (fábrica e laboratório) foi possível assistir ao fabrico de painéis e comprovar a realização de ensaios de controlo de qualidade de fabrico em provetes de painéis. Entre outros, assistimos a ensaios à flexão e corte segundo as especificações da norma EN 14509.



Fig. 46 Fabrico e ensaio de painéis sandwich na fábrica da FTB.

Relatório de estágio

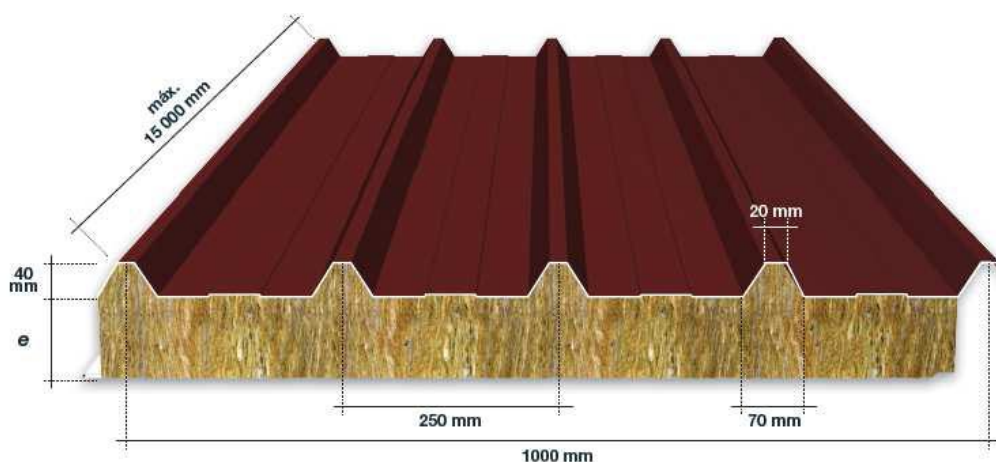


Fig. 47 Painel sandwich de cobertura FTB PC 1000.

Os painéis de cobertura foram fabricados apenas em duas dimensões 14,68mx1,00m e 15,09mx1,00m, sendo esta última, a dimensão máxima que a FTB pode fabricar, de acordo com a capacidade e disposição atual da sua linha de fabrico.

Esta preparação de obra permite que, em cada água da cobertura, exista apenas uma junta horizontal de sobreposição de chapas. Consegue-se assim reduzir o desperdício de material e aumentar a velocidade de execução.

O transporte dos painéis em camião foi efetuado entre a fábrica e a obra em lotes de 4 painéis. Os camiões têm capacidade para transportar uma média de 600m² por carga, dependendo do número de painéis de cada medida. No planeamento das entregas tentou-se coordenar sempre cargas mistas, uma vez que não era possível a montagem de painéis de 14,68m antes de montar os painéis de 15,09m.

A fábrica forneceu ainda uma “balança” com dimensão e capacidade de carga adequada para transporte e colocação dos painéis na frente de trabalho.

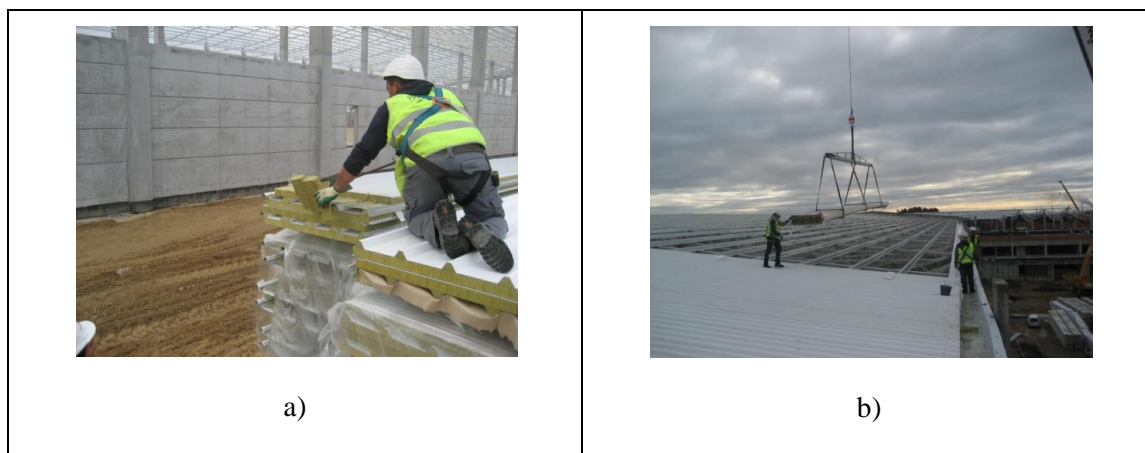


Fig. 48 a) Preparação das juntas de sobreposição de painel. b) Transporte dos lotes de painel para a cobertura.

Relatório de estágio

Em cumprimento com o projeto foi necessário realizar os lanternins de iluminação dos armazéns intercalando painéis de policarbonato alveolar translúcidos entre os painéis de chapa FTB.



Fig. 49 Lanternins de policarbonato.

Através da Arcelor Mittal foi possível o fornecimento das painéis de policarbonato a casar as ondas com os painéis da FTB. No entanto foi necessário conceber peças para compensar a diferença de alturas das chapas em perfil e para reforçar a onda de sobreposição do painel sandwich que normalmente sobrepõe o painel seguinte e que no caso do policarbonato ficaria em vazio.

O consumo destas peças foi uma por cada apoio nas madres por painel de lanternim.

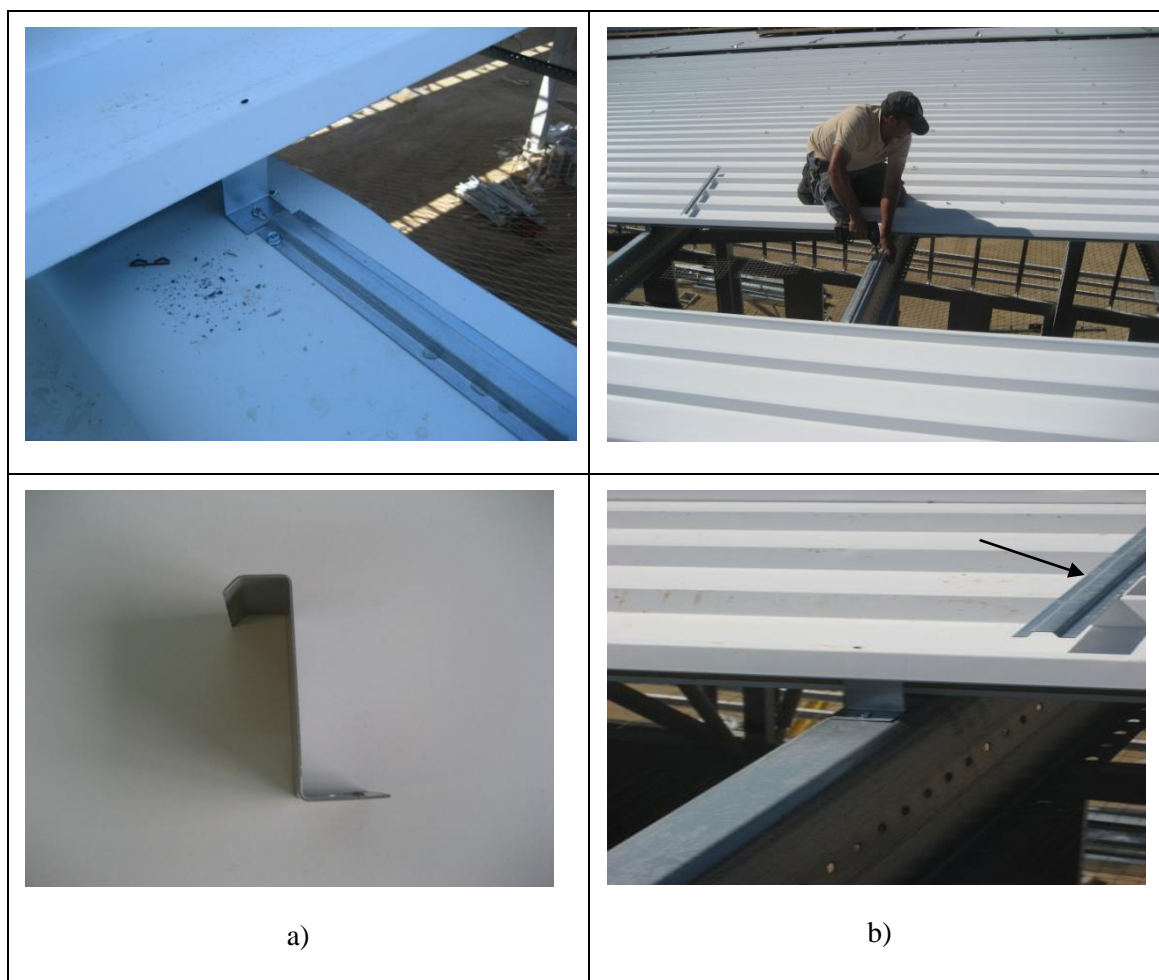


Fig. 50 a) Peça de suporte da onda em desvão b) Peça compensadora (ómega) da diferença de alturas entre o painel de policarbonato e o painel sandwich.

A fixação dos painéis de cobertura aos ómeças (mães max) faz-se sempre na onda superior da chapa para evitar infiltrações. Não é indiferente o lado onde se inicia a colocação de painel relativamente à orientação geográfica dos edifícios. A sobreposição da onda do painel seguinte deve ser, sempre que possível, colocada com a junta voltada no sentido oposto ao dos ventos dominantes nos períodos em que ocorre precipitação. Por este motivo, a colocação de painel no Armazém A foi efetuada de Nascente para Poente e no Armazém B de Norte para Sul

Embora em projeto não esteja referenciado especificamente o uso de cavaletes nas fixações aparecendo apenas representado em alguns cortes esquemáticos, foi decidida a sua utilização nesta obra. A decisão não foi consensual entre os intervenientes na empreitada. Tanto o fornecedor de painel como o fornecedor do policarbonato, como ainda o aplicador, defendiam o uso dos cavaletes. O fornecedor das fixações, por sua vez, indicou que o uso dos cavaletes não era necessário, agravava o custo das fixações e que poderia inclusivamente ser prejudicial à estanquidade da fixação. O parafuso de fixação possui junto à cabeça uma pequena parte roscada acima do liso, que tem por função ajustar a chapa superior à anilha de estanquidade.

Relatório de estágio

Com a interposição do cavalete a espessura do conjunto cavalete/anelha não permitiria esse ajuste nas melhores condições.

No entanto, os cavaletes são peças que têm uma dupla função, impedem a criação de depressões nas zonas de aperto e, pelo facto de possuírem uma camada vedante na face inferior, diminuem significativamente a possibilidade de infiltrações na zona de fixação entre o painel de cobertura e o parafuso.

No policarbonato, o uso de cavaletes, pode-se dizer que é obrigatório. Os cavaletes aumentam a superfície de contacto permitindo a degradação da força de aperto do parafuso por uma maior área do painel evitando assim fissuras por fadiga do material. Os painéis de policarbonato nesta obra encontram-se muito expostos, especialmente à ação variável do vento alternando entre sucções e compressões.

São também conhecidas as alterações das propriedades do policarbonato tornando-se mais quebradiço ao fim de algum tempo de exposição aos raios ultra violetas e à água salgada. Embora hoje em dia o fabrico dos painéis de policarbonato incorpore filmes de proteção, o uso dos cavaletes reforça e protege as zonas de fixação da ação dos UV e do sal presente muitas vezes no ar húmido do litoral.

Na decisão da Direção de Obra além das vantagens indicadas, pesou também o facto de caber contratualmente ao aplicador, garantir a qualidade do trabalho executado durante o período da garantia da obra.



Fig. 51 Fixação de painéis de cobertura com parafuso 4DF TH8 5,5 x125/16 e cavalete.

Para as ações previstas em projeto foi indicado pelo fornecedor de parafusos que deveriam ser efetuadas fixações na razão de 0,8 por metro quadrado. A fixação é efetuada através de parafusos autorroscantes em aço inox DRILLNOX 4DF TH8 5,5X125|16 (100P).

Relatório de estágio

Esta indicação cumpre com as disposições de projeto onde se indica no caderno de encargos como densidades mínimas na fixação das chapas nervuradas as seguintes disposições:

- a) 1 fixação por nervura principal na extremidade recoberta ou não das placas;
- b) 1 fixação em cada nervura de recobrimento lateral sobre todas as madres intermédias;
- c) 3 fixações por metro linear de madre em todos os outros apoios intermédios.

A distância entre os eixos de fixação e o bordo da chapa deverá ser superior a 15mm.

Na junta horizontal de sobreposição das chapas de cobertura para evitar o retorno da água da chuva impelida pela pressão do vento colocou-se fita de butilo com adesivo em ambas as faces.



Fig. 52 Aplicação da fita butilo de estanquidade da junta entre painéis.

Nas coberturas dos armazéns A e B foram colocados perfis de remate com as chapas sandwich, nas cumeeiras, nos beirais como proteção da lã de rocha e sobre a sobreposição de onda do policarbonato com a chapa sandwich, estes últimos designados em obra por “cobre canaletes”.

A solução adotada para remate nos três casos é a solução corrente prevista em projeto e na ficha técnica da FTB apenas com a adaptação necessária às dimensões da obra.

A fixação dos remates à chapa de cobertura foi efetuada com “parafusos de costura” em aço inox DRILLNOX 3T TH8 4,8X20|14 (100P).

Relatório de estágio

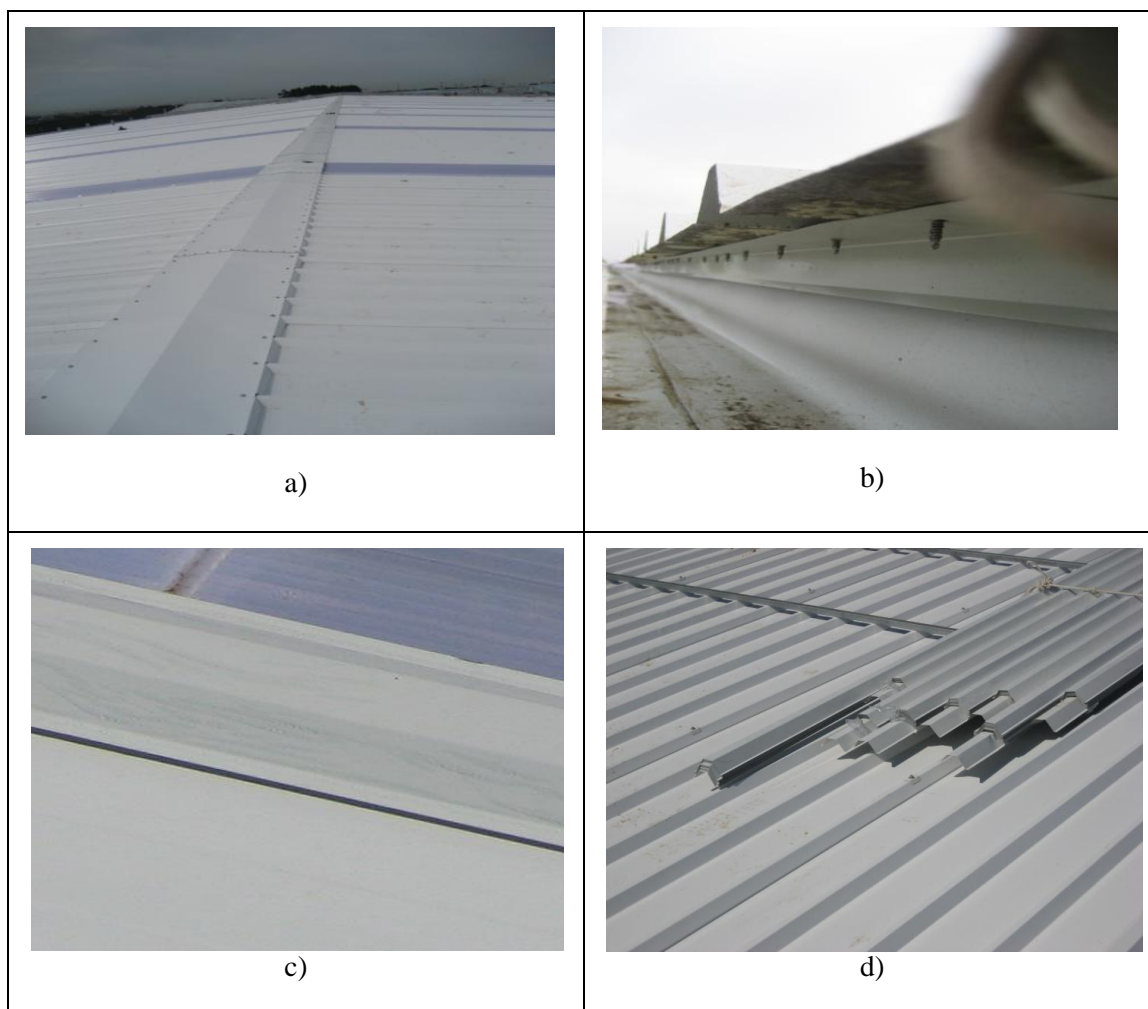


Fig. 53 a) Remate de Cumeeira da cobertura b) Remate de beiral de proteção à lã de rocha c) e d) Cobre canetele na sobreposição das juntas de transição entre painéis FTB e painéis de policarbonato.

O remate dos ventiladores de desenfumagem da cobertura foi preparado especificamente como solução de recurso a uma omissão no projeto da obra.

O facto do projeto de estrutura de suporte dos ventiladores só ter surgido numa fase adiantada da obra em que as coberturas já estavam revestidas impediu que este remate fosse executado numa peça única pré fabricada. As quatro peças que compõe o remate dos ventiladores de desenfumagem com o painel sandwich, foram especificadas em obra, em função das dimensões do modelo de ventilador, da inclinação das águas da cobertura e da estrutura de apoio, concebida pela Bysteel para fixação dos ventiladores.

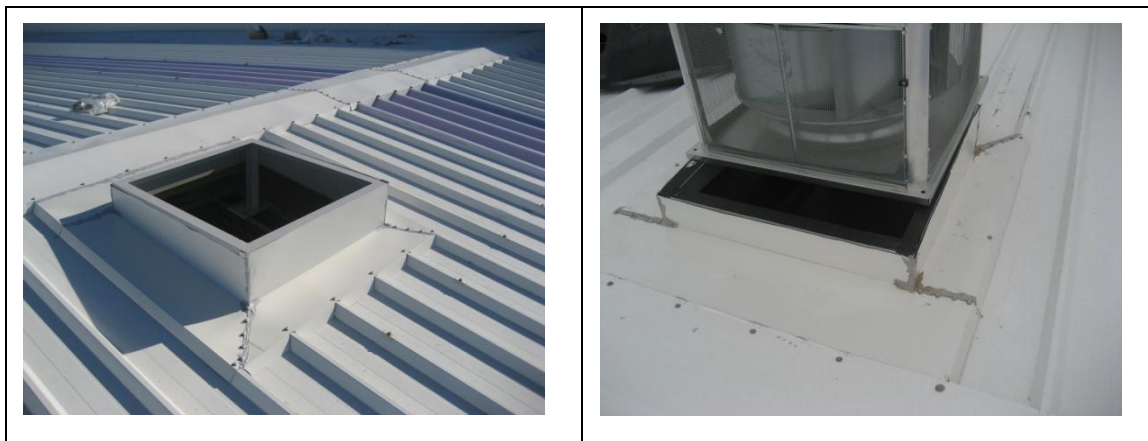


Fig. 54 Remates de cobertura aos ventiladores de desenfumagem.

Tornou-se ainda necessário efetuar um rufo de vedação aos atravessamentos da estrutura de suporte dos painéis solares.

Este tipo de vedação deve ser concebido de maneira a que a chapa de rufo parta sempre da parte inferior do remate que constitui a cumeeira e deve prolongar-se de forma contínua até aos orifícios que vai vedar. Só assim é possível impedir que água escorra entre a chapa de rufo e o painel sandwich e que se introduza nos atravessamentos. Também por este motivo, todos os atravessamentos neste tipo de cobertura devem ser localizados o mais próximo possível da cumeeira.



Fig. 55 Atravessamento do painel de cobertura pela estrutura de suporte dos painéis solares.

Diariamente efetuou-se em obra o controlo de colocação de painel e estabeleceu-se em conjunto com a FTB um planeamento de produção tendo em conta as necessidades das frentes de obra. Desta forma evitou-se a acumulação de stocks de painel quer no estaleiro, quer na fábrica, tendo apenas existido alguns períodos de paragem devido a falhas nas datas de entrega das quantidades previstas motivadas por fatores externos à empreitada.

Empreitada de construção dos armazéns do polo 2 da plataforma logística do porto de Leixões –
Direção e controlo da produção

Relatório de estágio

Controlo de produção Chapa cobertura

Chapa FTB				Controlo de aplicação de Chapa			
Data	Guia	Qtd (un)	Qtd (m2)	Qtd aplica. (m2)	Qtd. Acum.	Equip. mobili	Observações:
13-03-2014	GR 2014/317	20c/15,09 + 20 c/14,68	595,4			Camião grua 50 Ton	
14-03-2014	GR 2014/320 e 325	42c/15,09 + 50 c/14,68	1367,78			Camião grua 50 Ton	
15-03-2014						Camião grua 50 Ton	
17-03-2014	GR 2014/330	32c/15,09 + 17 c/14,68	732,44			Camião grua 50 Ton	
18-03-2014							
19-03-2014							
20-03-2014				150	150	grua somirag 50	
21-03-2014				720	870	grua vendap 70	
22-03-2014				628	1498	grua vendap 70T	
24-03-2014				628	2126	Grua vendap 70T a preço 50	
25-03-2014	GR 2014/379	20c/15,09 + 28 c/14,68	712,84	310,43	2436,43	Grua vendap 70T a preço 51	Camião de chapa só chegou às 11,00h + Paragem chuva e vento
						Grua vendap 70T a preço	

Tabela 1 Quadro de controlo das quantidades de painel rececionado e aplicado em obra.

Remates chapa FTB								
Designação	Data	Guia	Qtd (un)	ml	Parcial(ml)	desenv	Qtd (m2)	Material
Remates de beiral A	01-04-2014	GR 2014/423	8	4,3	34,4	0,10	3,44	poliéster
Remates de beiral A	01-04-2014	GR 2014/423	23	5,2	119,6	0,10	11,96	poliéster
Remates de beiral A	01-04-2014	GR 2014/423	22	5	110	0,10	11	poliéster
Remates de beiral A	03-04-2014	GR 2014/444	15	5,1	76,5	0,10	7,65	poliéster
Remates de beiral B	02-06-2014	GR 2014/794	74	4,6	340,4	0,10	34,04	poliéster
			142		680,9		68,09	

Designação	Data	Guia	Qtd (un)	ml	Parcial(ml)	desenv	Qtd (m2)	Material
Rem.Cumieira chapa 0,75 A	03-04-2014	GR 2014/444	30	5,1	153	0,75	114,75	PVDF
Rem. Cumieira Polic. 0,80 A	03-04-2014	GR 2014/444	18	1,2	21,6	0,80	17,28	PVDF
Rem. Cumieira chapa. 0,75 B	02-06-2014	GR 2014/794	36	4,5	162	0,75	121,5	PVDF
Rem. Cumieira Polic. 0,80 B	02-06-2014	GR 2014/794	18	1,2	21,6	0,80	17,28	PVDF
			48		358,2		270,81	



Tabela 2 Quadro de controlo da entrega de remates da FTB na obra.

5.2.3 Revestimentos de fachada em Chapa FTB PF 1000

As fachadas dos armazéns e do edifício de apoio, até uma altura de 3,8m, assim como nas paredes exteriores do torreão da caixa de escadas de serviço são em betão à vista. As paredes dos armazéns efetuadas com base em estrutura metálica e o piso 1 do edifício de apoio são revestidos por painéis FTB PF 1000.

Relatório de estágio

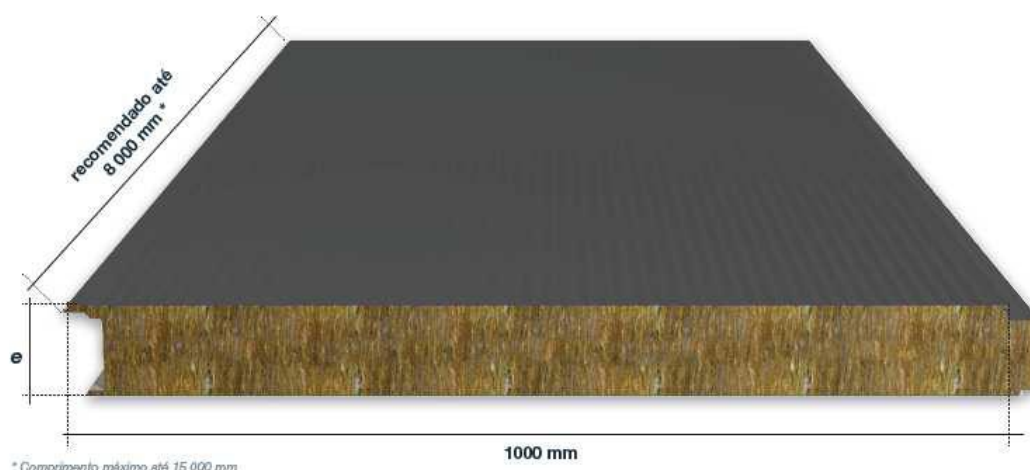


Fig. 56 Painel de fachada FTB PF 1000.

O painel PF 1000, nesta obra, foi utilizado colocando as juntas de sobreposição na horizontal.

O projeto de arquitetura, na modulação das fachadas, previa apenas duas medidas de painel entre juntas verticais (9,25x1,00m e 11,40x1,00m) entre eixos de fachada. Esta modelação facilitou o controlo de produção e a estruturação das fachadas. A exceção à regra são os painéis nas zonas dos vãos VE25, nas faixas junto à cobertura e por cima dos cais de descarga sendo estes dois últimos cortados longitudinalmente em obra de acordo com as dimensões de projeto. Nestas situações de exceção, a preparação dos cortes e da colocação de painéis diferentes era entregue em obra.

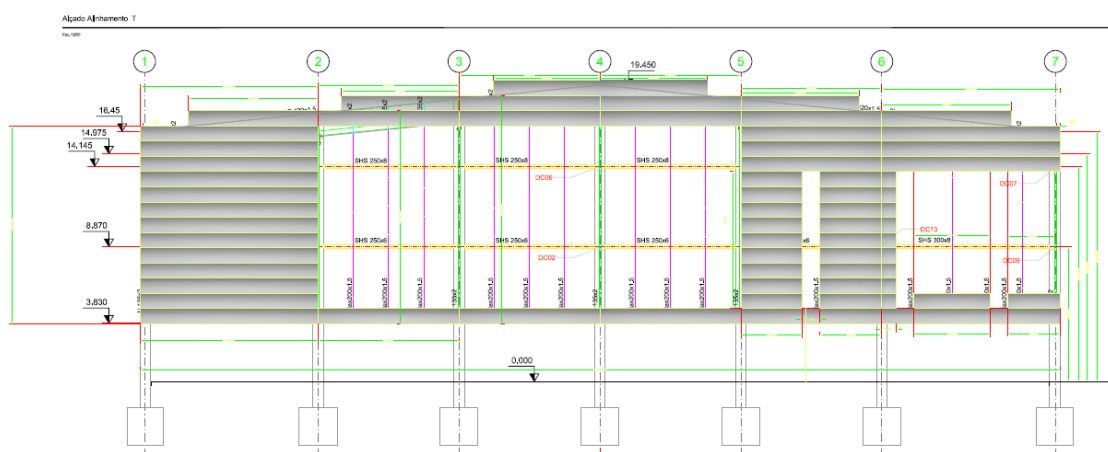


Fig. 57 Preparação de painéis de fachada do alçado Sul.

Essa preparação era muitas vezes executada manualmente com urgência devido ao facto do painel chegar à frente de trabalho e ser aplicado de imediato.

Relatório de estágio

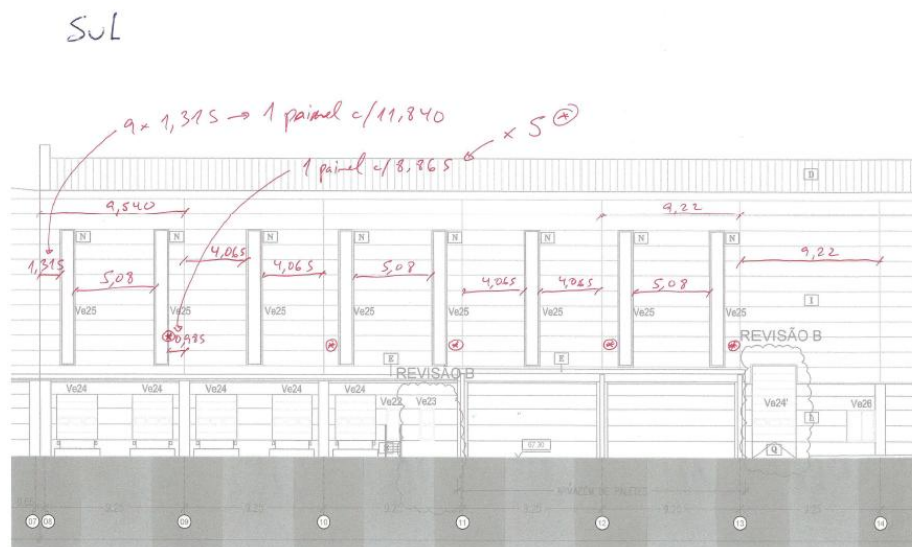


Fig. 58 Preparações de painéis de fachada entregues na frente de obra.

No final da obra de betão verificaram-se desalinhamentos nos pilares relativamente aos eixos da obra. Esses desalinhamentos foram motivados pela dificuldade de execução in-situ dessas peças de grande esbelteza. De qualquer forma, obteve-se desaprumos máximos inferiores ao limite estabelecido no C.E. e que é de 1,5cm em 10m de altura.

Para absorver essas diferenças e possibilitar o perfeito alinhamento das fachadas, as peças de suporte das madres Max, na estrutura metálica e muros de betão, foram fabricadas com folgas de regulação materializadas na furação ovalizada das ligações. Nos pilares, pelo exterior substituíram-se os perfis z de suporte previstos em projeto por dois perfis u, sobrepostos.



Fig. 59 Peça de ligação de estrutura metálica das fachadas para fixação das madres Max.



Fig. 60 Perfis em U sobrepostos utilizados para fixação dos painéis de fachada na zona dos pilares.

O alinhamento da fachada foi efetuado recorrendo a níveis laser posicionados no topo dos edifícios e esticando cabos de nível encostados à face das madres, garantindo assim o posicionamento final dos painéis de acordo com as cotas de projeto.



Fig. 61 Alinhamento da estrutura de suporte dos painéis de fachada.

O painel de fachada é montado sequencialmente de baixo para cima e aparafusado às madres Max numa fixação oculta através de parafusos autorroscantes em aço inox colocados no interior das juntas de sobreposição (DRILLNOX 3,5 TH8 5,5X58 (100P)).

Relatório de estágio



Fig. 62 Montagem do painel de fachada.



Fig. 63 Corte transversal da junta de sobreposição de painéis na fixação oculta do painel FTB PF 1000.

Devido ao facto de não ter sido respeitada a indicação do fabricante relativamente à dimensão máxima de comprimento de painel recomendada (8m), o cuidado no transporte, armazenamento e colocação em obra teve de ser redobrado. A chapa de revestimento com 0,6mm de espessura e o núcleo de lã de rocha com 5cm não conferem rigidez suficiente ao painel para que este isolado possa ser suspenso suportando o seu próprio peso na horizontal.

A mesma peça utilizada na elevação dos painéis de cobertura (balança) foi também usada na descarga dos painéis de fachada adequando contudo o posicionamento das cintas à dimensão destes painéis.

Tendo em consideração a relativa fragilidade do painel, tentou-se sempre distribuir os lotes o mais próximo do seu local de aplicação evitando ao mínimo o seu manuseamento.

Os lotes transportados para a obra são acompanhados por uma etiqueta de transporte, figura 64 e anexo 4, que referencia o tipo, a quantidade de painel e fornece instruções precisas de movimentação e armazenamento em obra.

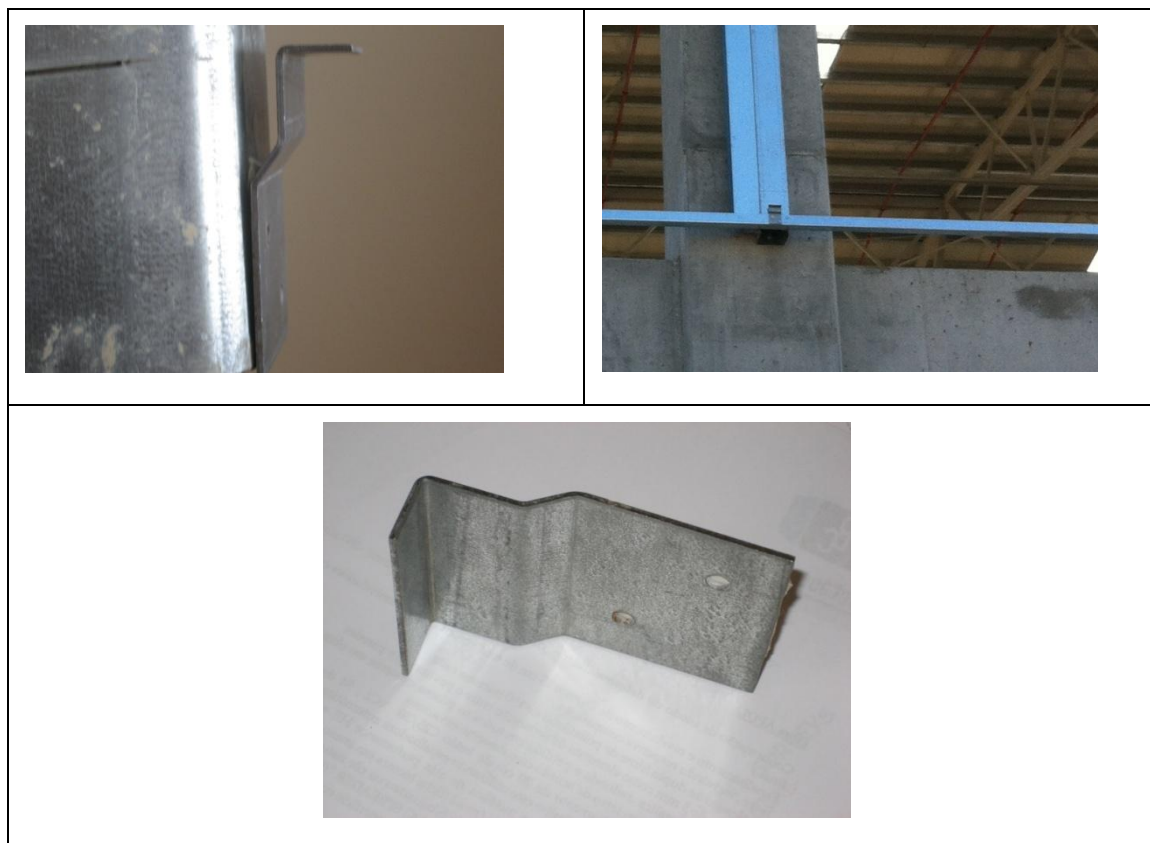
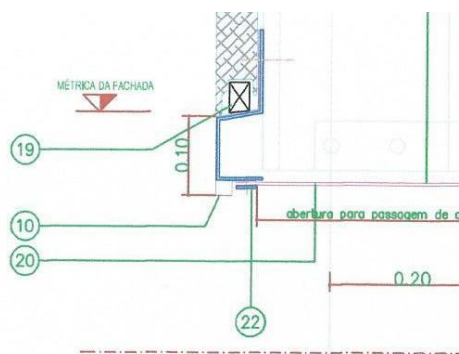


Fig. 65 Peça de suporte do 1º painel no arranque de colocação dos painéis de fachada.



- 10- Chapa de remate com rev. em PVDF á cor da fachada
- 19 – Peça de poliuretano
- 20- Rede de metal distendida e rede mosquiteira
- 22- Peça de suporte do 1º painel

Fig. 66 Esquema da solução prevista em projeto para a peça de arranque de colocação de fachada.

Na fixação do painel de fachada à estrutura de suporte, por indicação do fabricante, foram entrepostas umas peças denominadas por plaquetas. Por razão económica, o uso das plaquetas não é habitual nas empreitadas realizadas no nosso país. Nesta empreitada optou-se pela sua utilização como medida adicional de segurança, devido às dimensões do painel e localização geográfica da obra na zona costeira e exposta a ventos (Zona B e categoria de terreno I, de acordo com a NP EN 1991 1-1-4 de 2010) [4].

As plaquetas contribuem para o aumento da resistência ao corte do parafuso ao esmagamento e ao punçoamento da chapa de painel nas zonas de furação do painel [3] **Erro! A origem da eferência não foi encontrada..** Conforme se pode constatar [3] Quadro 3.4, a força de corte exercida no parafuso depende do número de planos de corte da secção do parafuso assim como o esmagamento da chapa está dependente do número de planos de chapa em contacto com o parafuso e da espessura desses planos.

Relativamente ao punçoamento, a espessura da plaqueta é de 1,5mm enquanto que a espessura do painel é de 2x0,5mm e a pressão exercida pela cabeça do parafuso vai distribuir-se pela área da plaqueta (0,001275m²).

$F_{v,Rd} = (\alpha_v f_{ub} A) / \gamma_{M2}$ – Resistência ao corte do parafuso de ligação por plano de corte

$F_{v,Rd} = (k_1 \alpha_b f_u d t) / \gamma_{M2}$ – Resistência ao esmagamento das chapas a ligar por plano de esmagamento

$B_{p,Rd} = (0,6 \pi d_m t_p f_u) / \gamma_{M2}$ – Resistência da chapa ao punçoamento

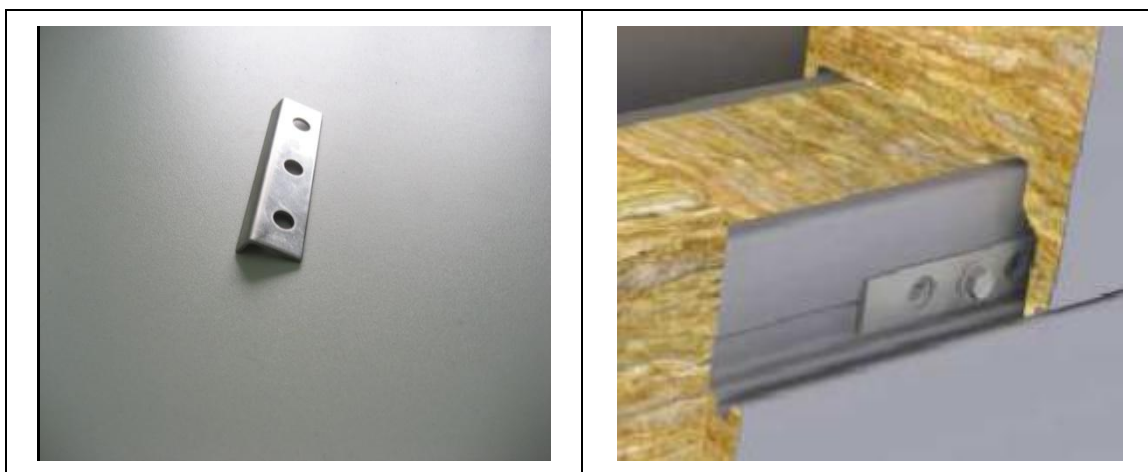


Fig. 67 Plaqueta 75x17x1,5mm.

Outra vantagem no uso das plaquetas consiste no facto de se recorrer, na fixação do painel, a parafusadoras elétricas sem controlo adequado da força de aperto. O excesso de aperto provoca a deformação local do painel. As plaquetas, tal como os cavaletes nas coberturas, aumentam a área da secção de aperto distribuindo melhor a força pela superfície do painel. Evitam-se assim deformações indesejadas que podem dar origem a possíveis pontos de infiltração de água entre juntas de sobreposição.

5.2.3.1 Remates de Fachada em painéis sandwich

Na execução de fachadas também foi necessário adaptar às condições específicas verificadas em obra, as soluções de remate existentes no catálogo do fornecedor. Procurou-se respeitar dentro

Relatório de estágio

do possível o projeto de arquitetura mas ao mesmo tempo absorver nesses remates pequenas variações dimensionais de obra. Os remates de fachada, tal como os de cobertura, quando são colocados no exterior são executados em chapa de alumínio revestida a PVDF.

5.2.3.1.1 Remate de canto

No remate de canto alterou-se a solução prevista em projeto, que preconizava um remate com fixação oculta, para um remate com fixação à vista. Esta alteração deveu-se há necessidade de absorver a acumulação de variações dimensionais relacionadas com o afastamento entre painéis e com o desaprumo dos pilares.

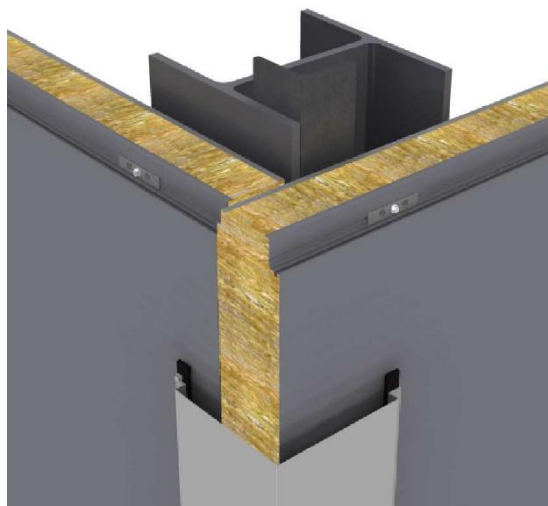


Fig. 68 Pormenor do remate de fachada de canto.

5.2.3.1.2 Remates de juntas verticais entre painéis

Nas juntas verticais a solução adotada é idêntica à prevista no projeto de arquitetura e no catálogo de FTB. Utilizou-se como perfil de remate um perfil tipo ómega com profundidade igual à espessura do painel de fachada. Por indicação do fornecedor, foram colocados uns tacos de silicone nos topos de sobreposição dos painéis para evitar que, qualquer água que se possa infiltrar entre juntas horizontais de painéis, escorra ao longo da junta vertical.



Fig. 69 Juntas verticais entre painéis de fachada.

5.2.3.1.3 Contraplatibanda em chapa FTB 7

A fachada dos armazéns é sobrelevada relativamente ao beiral de cobertura formando uma platibanda. Na platibanda, o revestimento interior que remata sobre a caleira foi efetuado com chapa perfilada simples aparafusada pelo interior à estrutura da fachada.



Fig. 70 Contraplatibanda.

5.2.3.1.4 Remate tipo “capacete” na cobertura dos Armazéns e Edifício de apoio

A vedação superior da platibanda da cobertura é garantida pela colocação de um Remate tipo “capacete” idêntico à solução proposta no catálogo da FTB. Este tipo de remate é colocado sobreposto aos painéis de fachada e de contraplatibanda. Os “capacetes” por limitação de quinagem em fábrica e para obter um maior aproveitamento das bobines de chapa, foram produzidos em elementos com comprimentos de 4,1m e com sobreposição entre peças superiores a 15cm.



Fig. 71 Remates tipo capacete na platibanda do Armazém A e Edifício de Apoio.

5.2.3.1.5 Remate inferior de fachada com chapa perfurada e rede mosquiteira

Para permitir a ventilação dos armazéns, os painéis de fachada não estão alinhados com os muros de betão armado e na parte inferior foi colocada um remate em chapa perfurada com uma rede mosquiteira colada que permite a circulação de ar mas evita a entrada de poeiras e insetos.



Fig. 72 Remate inferior do painel sandwich com fachada de betão em chapa perfurada.

5.2.3.1.6 Remate de fachada dos armazéns com platibanda do edifício de apoio

O edifício de apoio está localizado entre os dois armazéns e a sua cobertura está situada a uma cota inferior à cota da cobertura dos armazéns. Os painéis da fachada norte do Armazém A e nascente do Armazém B rematam sobre o muro da platibanda da cobertura do edifício de apoio. Foi necessário fabricar um remate de vedação na junta entre o painel e o murete.

Relatório de estágio



Fig. 73 Remate da fachada dos armazéns com murete do edifício de apoio na cobertura.

5.2.3.1.7 Peitoris, padieiras e ombreiras do edifício de apoio em chapa de alumínio com acabamento a PVDF

O guarnecimento pelo exterior dos vãos envidraçados foi executado em chapa de alumínio com acabamento a PVDF. O desenvolvimento destes remates foi definido com base no afastamento do painel sandwich à parede de alvenaria e pelo posicionamento da caixilharia de alumínio. A ordem de fabrico só foi dada após confirmação destas dimensões no local.



Fig. 74 Guarnição de vãos exteriores.

5.2.4 Pavimento térreo de alta planimetria nos Armazéns - Pavimento tipo 3 (CE)

Os armazéns operacionais serão o centro nevrálgico das atividades a desenvolver pelo cliente final desta empreitada. A qualidade do piso ao nível da regularidade e nivelamento é fundamental para a qualidade e rendimento do trabalho a desenvolver nestes armazéns de grande capacidade de armazenamento.

Relatório de estágio

Desde a década de 70 do século passado, tanto na Europa como nos Estados Unidos, tem-se vindo a assistir a uma contínua substituição da atividade industrial pela construção de grandes armazéns e grandes superfícies de venda a retalho. Da experiência e dados colhidos junto dos operadores neste setor, verificou-se que as especificações técnicas existentes relativamente ao nivelamento de piso até ao início da década de 80 não apresentavam ainda um nível de exigência adequado ao tipo de utilização pretendido. Verificando-se em pisos comuns, inúmeros acidentes com empilhadores transportando cargas em altura. Pequenos desníveis laterais em corredores estreitos por onde circulam empilhadores são suficientes para originar um embate contra a estanteria.

Para lá da necessidade de garantir a segurança dos trabalhadores, os operadores verificaram que, os prejuízos causados pelos acidentes acrescidos das perdas causadas pelas paragens de laboração até à reposição das condições iniciais de trabalho, eram bastante elevados. Começou-se então a exigir dos construtores garantias da qualidade do piso nas obras contratadas.

Para avaliar e comparar as características de funcionalidade dos pisos, foi necessário criar métodos e aparelhagem apropriada, com capacidade para medir a qualidade de execução dos pavimentos e estabelecer um padrão de avaliação capaz de certificar os pavimentos como pavimentos de alta planimetria.

Ainda não existe, a nível mundial nem mesmo na comunidade europeia, um sistema unificado de certificação de qualidade de pisos de alta planimetria.

Os métodos existentes, registam através de níveis óticos laser, variações de nível no pavimento e a frequência com que estes se verificam numa determinada área de pavimento em que se estabelece um percurso ou grelhas de medição de dimensão variável de método para método.

Surgiu então nos Estados Unidos da América a certificação pelo sistema de números F (F numbers) adotado pela ACI (117)[5] e pela ASTM E 1155 –96 (2001))[6] e que consiste num sistema de avaliação da regularidade e do nivelamento dos pisos (FF-flatness FL-levelness). O pavimento é classificado mediante a medição da frequência e dos desníveis máximos num determinado intervalo de amplitude (1/8” para pavimentos de alta planimetria) registados em intervalos de distância de 10’. Na classificação Americana, um piso comum obtém uma classificação próxima de F20 e um piso de alta planimetria terá uma classificação na ordem de um F100, existindo já construtores a conseguir pisos com classificação F200.

Na presente empreitada, segundo o ponto 5.4 das condições técnicas especiais do caderno de encargos de estruturas, as tolerâncias de nivelamento têm de respeitar o disposto na norma DIN 15185[7] para zonas de circulação estreita com circulação de empilhadores trilaterais,

Relatório de estágio

complementada por uma verificação de planura de acordo com a norma DIN 18202 – table 3-group 3 (pavimentos acabados)[8] que indica o desvio máximo em mm que se pode verificar entre pontos de medição situados a determinada distância em m. O caderno de encargos indica ainda que poderá ser adoptado, como standard de critério de verificação de tolerância de planimetria, o método Technical Report N° 34 de 2003[9] da Concrete Society. Este método, idêntico ao americano, faz respeitar as restrições impostas para a planimetria deste pavimento. A categoria do pavimento que se deve conseguir deve corresponder à FM2 – Movimento de equipamentos para manuseamento de materiais a alturas entre 8-13m.

O pavimento de alta planimetria dos armazéns foi executado em parceria com um subempreiteiro especializado neste sector, a Betão Concept. Os trabalhos foram ainda acompanhados por uma empresa consultora especialista na monitorização e certificação de pavimentos de alta planimetria, a Face Consultants, Lda . Em conjunto foi elaborada uma proposta alternativa à solução prevista no caderno de encargos da empreitada.

Foi proposto, em alternativa ao pavimento de betão armado tradicional com juntas de retração serradas, a execução de um pavimento em betão com fibras metálicas que permite executar lajes sem juntas de retração até 2500 m², delimitadas apenas por juntas de construção que podem ser separadas até 50m.

A solução proposta apresenta vantagens quer para o empreiteiro quer para o Dono de Obra.

A alteração possibilitou a diminuição das espessuras da laje de betão e eliminou a tarefa de serrar as juntas de retração. Possibilitou ainda ganhos no tempo de execução ao anular a tarefa de executar e colocar armaduras. Foi também mais fácil a utilização de espalhadoras LASER pelo facto de não existirem armaduras sobre o piso possibilitando a descarga direta dos camiões de betão. Esta solução garante ainda um melhor controlo da fissuração, a longo prazo esta vantagem traduz-se numa diminuição dos custos de manutenção.

O facto de não serem necessárias juntas de retração representa um melhoramento relativamente às características funcionais do pavimento ao facilitar a circulação dos empilhadores para os quais essas juntas contituem um obstáculo à circulação. Ao mesmo tempo, a sucessiva passagem das rodas dos empilhadores, provoca escarificação no piso contíguo às juntas.

5.2.4.1 Caracterização do pavimento dos armazéns (solução executada)

Trata-se de um pavimento rígido constituído por uma laje de betão assente sobre duas telas de polietileno colocadas sobre 2 camadas de agregados de granulometria extensa (AGE 0/40) com 15cm e 8cm de espessura, que formam a base do pavimento. Antes de executar a base do pavimento foi necessário proceder ao saneamento do terreno repondo as cotas da sub base com

material com as características estruturais pretendidas. Devido ao fato do saneamento ter ido a uma cota mais funda que o inicialmente previsto foi necessário preparar uma sub-base com um leito drenante de rachão com uma espessura média 75cm.

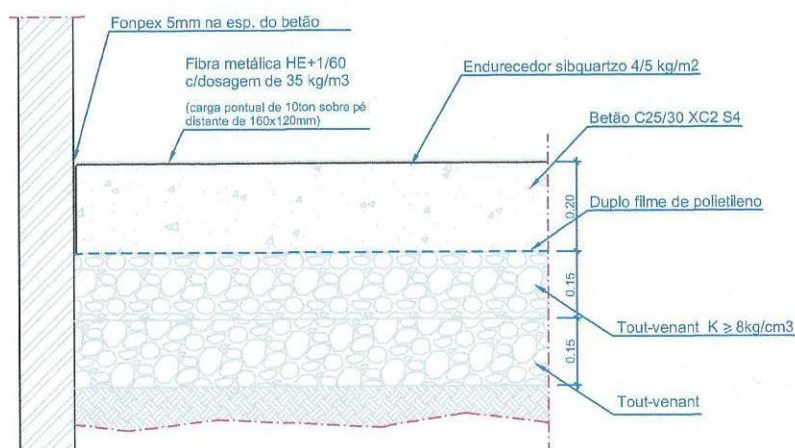


Fig. 75 Corte tipo de pavimento sem junta serrada, apresentado em projeto.

O cálculo estrutural do pavimento dos armazéns teve como referência a circulação dos empilhadores e o transporte de cargas em altura, considerando 44kN por roda numa área rectangular de 50mm x 140mm, o que corresponde a uma pressão de contacto na laje de 6,3MPa(anexo 7). Teve ainda em consideração a informação inicial das cargas previstas por pé de estante - estava prevista uma descarga por sapata de estante diretamente na superfície do pavimento até 10.000kg. Esta última indicação fornecida em projeto viria a ser alterada por uma informação do concessionário da APDL, indicando como necessidade funcional do pavimento, uma resistência por pé de sapata de estante a descarregar diretamente na superfície do piso até 16.000kg.

A informação chegou numa fase da empreitada em que a base estrutural do pavimento já se encontrava executada a 50% correspondendo aos primeiros 15cm de aterro com aglomerados de granulometria extensa (AGE), já compactados.

Relatório de estágio



Fig. 76 Execução da 1ª camada de base em AGE no Armazém A.

O aumento de cerca de 60% da capacidade de carga foi apresentado à Betão Concept solicitando uma reavaliação do projeto de execução. A revisão efectuada indicou a necessidade de aumentar a espessura da laje de betão de 20cm para 27cm e aumentar a dosagem das fibras metálicas de 35kg /m³ de betão para 40 kg /m³ de betão. Dado o fato da cota final de piso já se encontrar fixada pelos elementos de betão já executados e de não ser razoável a demolição dos trabalhos de aterro efetuados, optou-se por executar uma 2ª camada de base com apenas 8cm de AGE compactado, em vez dos 15cm iniciais. Foi no entanto necessário escarificar a camada inferior para permitir a aderência e estabilização de uma camada tão fina.



Fig. 77 Escarificação do terreno para criar aderência à 2ª camada da base do pavimento.

As condições climáticas que se verificaram nos meses de Fevereiro e Março foram decisivas para que a Direção de Obra efectuasse um outro pedido de adaptação à fiscalização relativo à mudança do tipo de material a utilizar na base do pavimento.

Relatório de estágio

A forte pluviosidade registada condicionava o uso de aglomerados de granulometria extensa (AGE). A formação de lâminas saturadas com água impedia a circulação de máquinas e uma eficiente compactação das camadas. Deste modo foi proposto à fiscalização da obra a alteração da primeira camada de AGE da base para ASIC – agregado siderúrgico inerte para construção. O ASIC é um subproduto do aço produzido em condições muito controladas. A Harsco Metais CTS, Lda com sede nos estaleiros da Siderurgia Nacional, na sua página na internet[16], referencia estudos do LNEC e da Universidade do Minho que atestam que o material, depois de acondicionado, triado, lavado e britado, satisfaz as especificações regulamentares que condicionam a aplicação deste tipo de materiais. O ASIC possui ficha técnica e marca CE (anexo 5). A página da siderurgia nacional refere ainda algumas utilizações possíveis do ASIC na construção (solos compactados, base e sub-base de pavimentos parques de estacionamento, leito de pavimento, aterros, jardins, campos de futebol) e apresenta a seguinte lista de vantagens:

- Maior duração e resistência que a pedra;
- Maior resistência ao escorregamento devido às suas faces angulares;
- Depois de compactado, solidifica como o Betão;
- Proporciona um excelente benefício financeiro, dado o preço por tonelada ser bastante reduzido;
- Um teor em água ótimo de cerca de 5% correspondente a uma energia de compactação pesada;
- Boa resistência à fragmentação e ao desgaste.

Nesta obra a principal vantagem verificada na utilização do ASIC tem a ver com o facto de não produzir lamas e em manter o teor de humidade. Com a sua utilização, evitou-se a suspensão dos trabalhos por um período alargado de tempo.

Entre as camadas da sub-base e da base foi ainda colocada manta geotextil.



Fig. 78 Utilização do ASIC na sub base do pavimento do Armazém A.

5.2.4.2 Ensaio da base

O módulo de deformabilidade da base do pavimento após compactação foi aferido através de ensaios de carga em placa estáticos (NF -P94 -117-1:2000)[16] levados a cabo em 6 pontos por armazém por entidade externa à empreitada, a Senqual Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda.

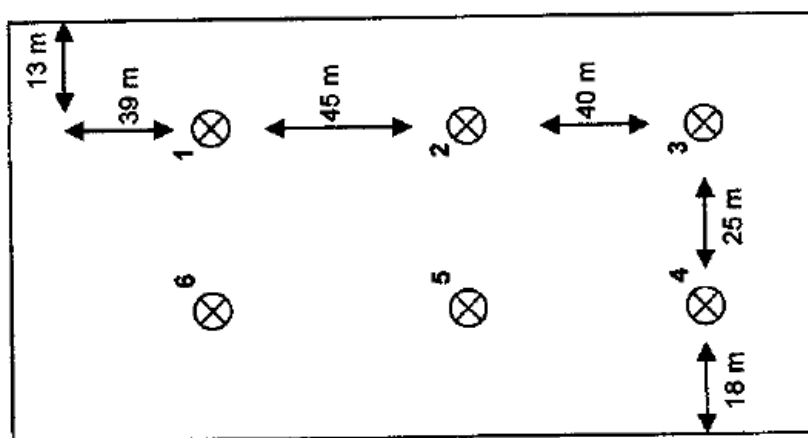


Fig. 79 Localização dos pontos do Armazém A onde foram executados ensaios de placa.

O projeto nas partes escritas no tomo II- fundações e estruturas indica o valor do módulo de deformabilidade mínimo (EV2) de 80 Mpa e $EV2/EV1 < 2$.

O ensaio de carga em placa foi executado recorrendo a uma placa circular de 0,60m de diâmetro pressionada por um macaco hidráulico (célula de pressão) colocado sub o eixo traseiro de um camião carregado com mais de 20t de terra.

Relatório de estágio



Fig. 80 Ensaio de placa -Célula de pressão.

Foram posicionados em 3 pontos opostos concêntricos da placa sensores electrónicos (comparadores) que serviram para efectuar medições da deformação da base do pavimento (deflexões) com a variação da pressão exercida sobre a placa.



Fig. 81 Comparadores.

Em cada ensaio foram realizados dois ciclos de carga .Numa primeira fase do ensaio é injectada pela bomba no macaco uma pressão de cerca 54 bar/250 kpa efectuando-se de seguida as leituras nos sensores (aos 0s, 30s ,60s, 2min, 4min, 8min, 15min) correspondentes à variação de altura devida à deformação do pavimento. A pressão é então retirada fazendo-se nova leitura nos comparadores nos mesmos intervalos de tempo o que nos dará o valor da recuperação do terreno depois de retirada a carga. Numa segunda fase de carga essa pressão é apenas de 200 kpa e registam-se de igual modo os valores da deformação.

Relatório de estágio



Fig. 82 Mostrador da bomba da célula de pressão no primeiro ciclo de carga.

O cálculo do módulo de deformação é efetuado pela seguinte fórmula:

$$EVi = \frac{\pi}{4} (1-\nu^2) \frac{P_i d}{z_i}$$

A relação $k = EV_2/EV_1$ indica-nos se o grau de compactação foi bom ou mau. Um K elevado indica compactação insuficiente.

A título de exemplo, os boletins de registo com os resultados dos ensaios de placa no Armazém A encontram-se no anexo 6. À data do fim do estágio a compilação com a totalidade dos registos de ensaios ainda não tinha sido entregue à DST.

5.2.4.3 Planeamento das betonagens de pavimento

A execução das betonagens da laje dos pisos dos armazéns foi objecto de tratamento especial devido a diversos condicionalismos.

Desde logo foi condicionante a data prevista para a entrada e descarga no Armazém A do material e meios para a montagem da estanteria - 15 de Maio.

Foi necessário garantir acessos ao Armazém A tanto para os camiões de betonagem como posteriormente para os camiões com as peças da estanteria.

Conseguiu-se essa garantia deixando inicialmente, em lados opostos do Armazém A, duas secções de parede por betonar e construindo rampas provisórias que permitiam vencer os desniveis de piso. Estes acessos tinham sido já utilizados na execução da estrutura metálica e da base e sub-base do piso dos armazéns.

Relatório de estágio



Fig. 83 Acesso provisório para circulação dos camiões de transporte de agregados.

A data de descarga do material condicionou ainda a ordem de betonagem das secções de laje. O projeto previa 10 secções de laje por armazém com 1000m² cada, separadas por juntas de dilatação, alinhadas pelos eixos do edifício. Foi necessário garantir que parte do Armazém A no dia 15 de Maio já possuía, pelo menos, 7 dias de cura de betão para permitir a descarga de material e a circulação condicionada dos empilhadores que viriam a auxiliar na montagem das estantes.

Outro condicionalismo de planeamento de obra foi a necessidade de proteger o betão do piso durante a betonagem e a cura.

Para garantir que a cura do betão se dava de forma uniforme em toda a espessura da laje, foi necessário concluir previamente o revestimento de cobertura e fachadas dos armazéns, antes de efetuar qualquer betonagem. Com esta medida evitou-se a exposição das zonas de betonagem à luz solar direta e a correntes de ar indesejadas que poderiam acelerar a cura superficial, provocar micro fissuração e alterar a resitência do pavimento.

No Armazém B tal como no A foram criados acessos provisórios através de umas secções de muro que ficaram por betonar. No caso específico do armazém B, o planeamento das betonagens teve ainda que ter em conta outra situação: a existência de um tunel de acesso ao edifício de apoio, a uma cota inferior, que atravessa transversalmente todo o Armazém B e cuja laje de teto em betão armado se encontra integrada na laje de piso.

5.2.4.4 Execução da laje de pavimento

Após a conclusão da base do pavimento e da confirmação através dos ensaios de placa do módulo de deformabilidade (-350mm), efetuou-se um levantamento topográfico confirmando cotas finais do terreno e garantindo as espessuras de laje previstas em projeto.

Relatório de estágio

A certificação do pavimento, como já foi referido, foi solicitada à Face Consultants que teve a seu cargo as tarefas de levantamento topográfico, marcação precisa dos alinhamentos das juntas entre secções de laje e a monitorização permanente da planimetria das mesmas durante a betonagem, talochagem e cura do betão.



Fig. 84 Acompanhamento topográfico diário da execução dos pavimentos dos armazéns.

5.2.4.4.1 Colocação de filme de polietileno

Sobre a base do pavimento foi colocado um duplo filme de polietileno que além de isolante, por ser duplo, serve para facilitar o movimento livre da laje de betão e permitir que os possíveis movimentos durante o período de retração não introduzam tensões no betão que originariam a sua fissuração.

5.2.4.4.2 Juntas de dilatação a desligar elementos estruturais do piso

Sobre o pavimento marcaram-se os alinhamentos e posicionaram-se as juntas de dilatação do pavimento com o auxílio de uns esquadros com afinação de nível. As juntas de dilatação delimitam e servem de cofragem a cada uma das secções da laje de piso.

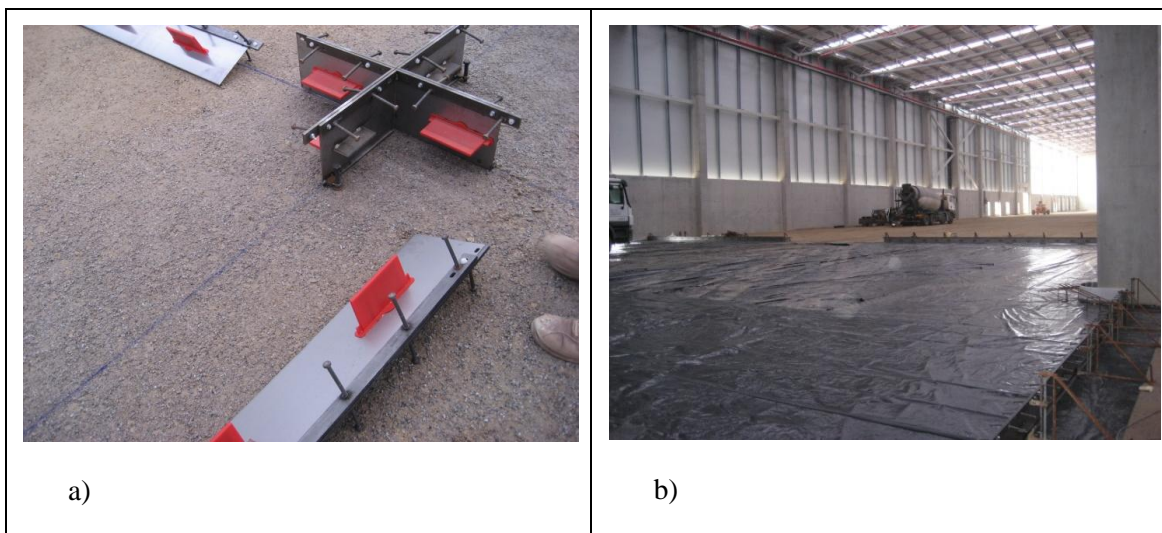


Fig. 85 a) Junta armada - Armourjoint b) Duplo filme de polietileno.

Todos os elementos estruturais foram desligados da laje de piso através de uma banda de polietileno expandido com célula fechada, com 10mm de espessura.

Normalmente é também comum verificarem-se patologias de fissuração junto aos pilares. Nesta empreitada no intuito de conter a fissuração devida às movimentações dos pilares colocou-se em volta de todos os pilares uma cofragem metálica circular perdida e como medida de prevenção acrescida aplicaram-se armaduras de reforço em aço em todo o perímetro de cofragem.



Fig. 86 Cofragem circular perdida e armadura de reforço utilizados na contenção da fissuração em volta dos pilares.

Cumprindo o planamento da obra aprovado pela fiscalização, foi betonada por dia uma área com cerca de 1000m², correspondente a uma das 10 secções da laje de piso de cada armazém.

Relatório de estágio

Assim, fez-se coincidir as juntas de betonagem com as juntas de dilatação do piso tendo existido o cuidado na sua localização preferencial por baixo das estantes.

Na solução para juntas de dilatação alterou-se o tipo de junta de dupla cantoneira para a junta Armourjoint. As juntas Armourjoint são constituídas por duas barras de aço calibradas no bordo superficial que acompanham o movimento de abertura das lajes de betão e protegem fisicamente os bordos da laje na passagem dos empilhadores. As juntas possuem um desenvolvido sistema de transferência de carga muito resistente a esforços cortantes. As lâminas de aço superiores estão ligadas por parafusos de teflon que facilitam o posicionamento da junta mas que rompem quando existem movimentos do betão. Da mesma forma a lâmina de aço que atravessa a laje de betão encontra-se encamisada num dos lados, desligando-a do betão. Do lado oposto fica solidária à secção de betão. Para permitir que as secções de betão se movimentem livremente tem que existir o cuidado de colocar correctamente as juntas. Com uma simples observação verifica-se se ao longo do desenvolvimento de uma junta a parte encamisada com a cor vermelha se encontra orientada toda para o mesmo lado.



Fig. 87 Posicionamento das juntas de dilatação.

5.2.4.4.3 Betonagem de piso

O betão foi produzido na central já com a incorporação dos 40 Kg/m³ de fibras metálicas de alta performance – resistência à tracção do arame de 1475N/mm².

Inicialmente, o betão é descarregado diretamente do camião sobre o filme de polietileno. O betão é vibrado mecânicamente com um vibrador de imersão.

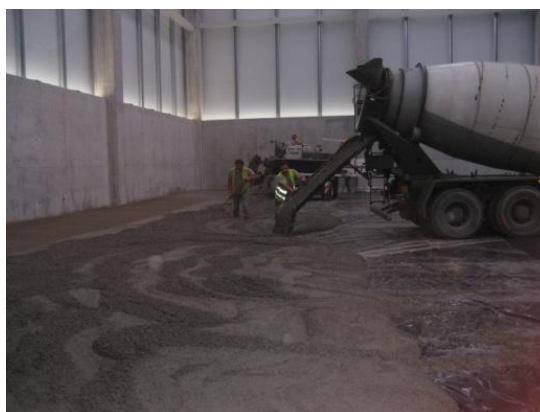


Fig. 88 Descarga direta do betão no pavimento.

Na camada superficial foi utilizado um equipamento apropriado para garantir a planimetria e altimetria desejada. Primeiro utilizou-se uma espalhadora automática com braço telescópico controlada por laser (laser screed) para espalhar o betão à cota desejada. Logo de seguida é utilizado outro equipamento (toping spreader) que faz a aplicação do endurecedor de superfície pulverizando uniformemente toda a superfície de betão fresco. O endurecedor de superfície à base de quartzo, serve essencialmente para aumentar a resistência à abrasão.

Relatório de estágio



Fig. 89 a) Espalhadora automática de betão b) Espalhadora de endurecedor de superfície c) Os 2 equipamentos.

5.2.4.4.4 Acabamento do piso

Na fase de acabamento do piso são efectuadas pequenas correções de nível talochando o piso e passando um régua larga na superfície para retirar excedentes de betão .

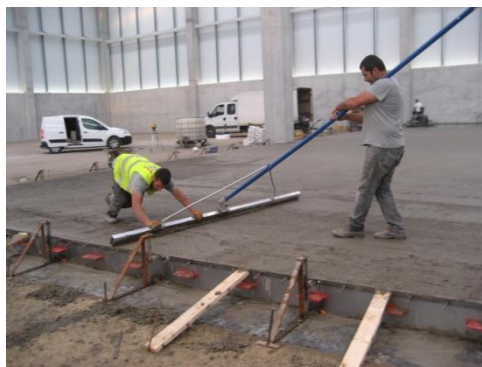


Fig. 90 Remoção de excedentes de betão.

Relatório de estágio

Nas primeiras 12 horas de cura do betão, enquanto este vai endurecendo rapidamente efectua-se o polimento da superfície através das sucessivas passagens das máquinas alisadoras e polidoras de piso mais conhecidas na gíria da construção civil por helicópteros.

Durante este processo é usual que algumas fibras metálicas apareçam à superfície, sendo necessário retirá-las com o auxílio de ímanes.



Fig. 91 a) Polimento da superfície de betão b) Artefacto para remoção das fibras metálicas na superfície.

Após o acabamento totalmente liso do pavimento, este é pulverizado com o produto de cura que será absorvido lentamente pelo betão nos dias seguintes. O aspecto de piso envernizado que se verifica nos primeiros dias de cura desaparece gradualmente com o tempo.



Fig. 92 a) Pulverização da superfície do pavimento com produto de cura do betão. b) Secção de pavimento 24h após a conclusão.

5.2.4.5 Verificação de planimetria e altimetria

Em cumprimento com a norma do Reino Unido, Technical Report nº34(Concrete industrial ground floors – A guide to design and construction)[9], para cada secção de laje, a Face Consultants Lda, efectuou medições no sentido de certificar o pavimento como um FM2 Special. Essencialmente foram verificadas as propriedades II e IV da tabela 4.4 da TRnº34[9].

As duas propriedades complementam-se na verificação da regularidade da superfície. A propriedade II diz respeito ao controlo da planicidade da superfície e a propriedade IV controla os desníveis do Pavimento.

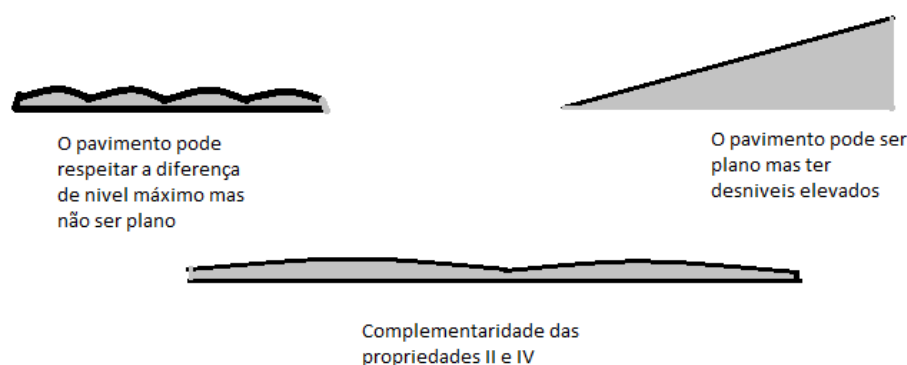


Fig. 93 Esquema explicativo da avaliação de regularidade da superfície do pavimento pelas propriedades I e IV da TR 34.

Propriedade II – Planicidade (Flatness) – é a taxa ou frequência de variação de inclinação em cada 600mm.

Propriedade IV – Inclinação ou desnível (Levelness) – é a diferença de nível entre dois pontos adjacentes, opostos e distanciados entre si de 3m medidos numa grelha de pontos de 3,0x 3,0m criada na secção de pavimento que se encontra a ser avaliada.

Procedimento de medição :

- É criada na área de pavimento uma grelha de pontos alinhados a 3m de distância entre eles em ambas as direções.
- São efetuadas leituras rigorosas das cotas em cada ponto de interseção da grelha com um nível ótico com uma precisão de 0,1mm. Estas leituras servem para efectuar os cálculos que irão produzir o resultado final da propriedade IV.

Relatório de estágio

- c) Para produzir os resultados de classificação da propriedade II, o pavimento é percorrido em toda a sua área por um aparelho (Prop II Meter) que possui três eixos distanciados entre si de 300mm. O eixo central é móvel relativamente aos eixos das extremidades na direcção perpendicular ao plano do pavimento .
- d) O Prop II Meter faz a leitura e registo contínuo dos dados recolhidos digitalmente nos seus sensores. Os sensores situados nos eixos registam as variações de nível e sentido de inclinação em intervalos de 300mm em 300mm de distância, verificadas ao longo de cada percurso efectuado. O aparelho pode ser ligado a um laptop ou computador e através de um programa específico produz os gráficos de cada percurso (anexo 7), fazendo o tratamento dos dados registados.

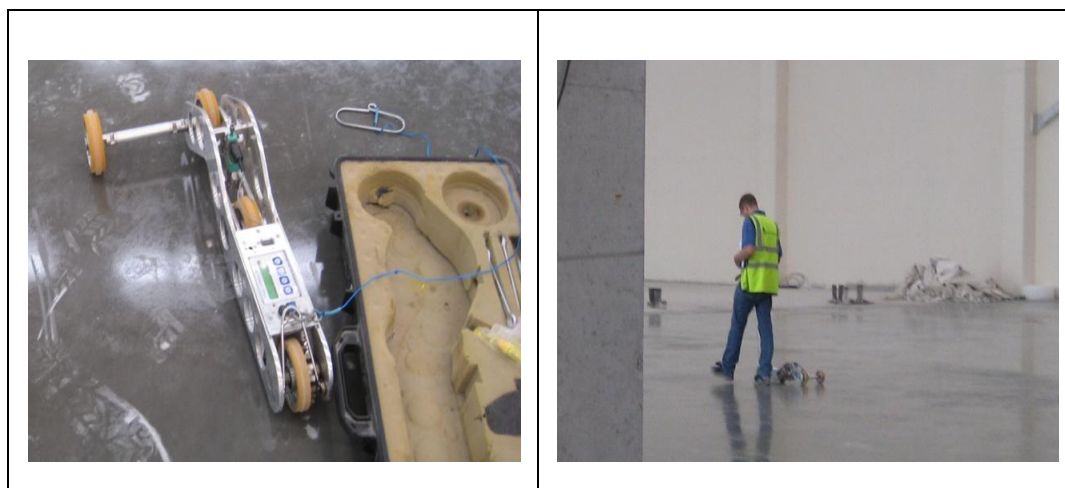


Fig. 94 Verificação da regularidade do pavimento com o Face Prop II Meter.

5.2.4.5.1 Metodologia para análise de resultados de planimetria

Propriedade II

Conforme se pode ver na figura 80 o Face Prop II Meter efectua a leitura dos desvios altimétricos do eixo central relativamente à linha formada pela barra que une os eixos de extremidade. O desvio registado em mm pelo aparelho Proper II Meter, é multiplicado por 2 para calcular a taxa de variação da propriedade II. Se esse desvio for positivo temos uma lomba, se o desvio for negativo temos uma depressão.

Relatório de estágio

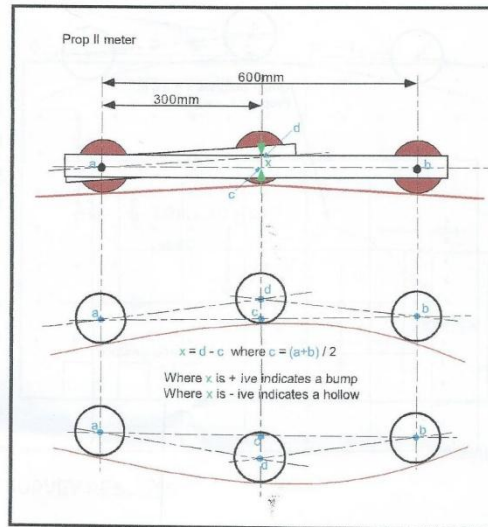


Fig. 95 Esquema de funcionamento do Face Prop II Meter.

As leituras sucessivas vão dar origem a um gráfico contínuo das leituras efetuadas em cada percurso percorrido pelo aparelho apresentado no anexo 7.

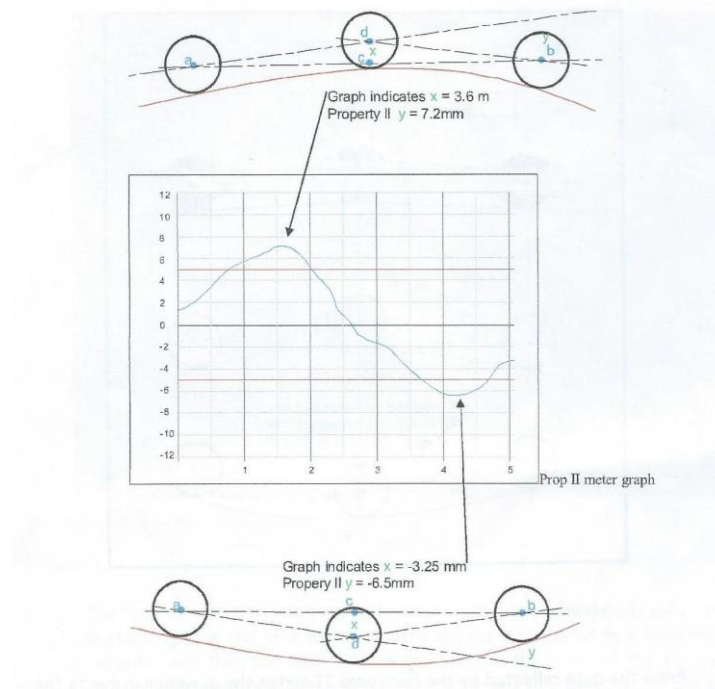


Fig. 96 Gráfico produzido pelo Prop II Meter (Planicidade).

No documento explicativo apresentado pela Face Consultants, Lda para esta empreitada é sugerido que a dimensão de cada percurso a efetuar pelo Prop II Meter em secções de pavimento seja igual ao valor em metros da totalidade da área da secção a dividir por 10. No

Relatório de estágio

caso da nossa empreitada como as secções de pavimento têm cerca de 1.000m² o percurso deverá ser então de aproximadamente 100m.

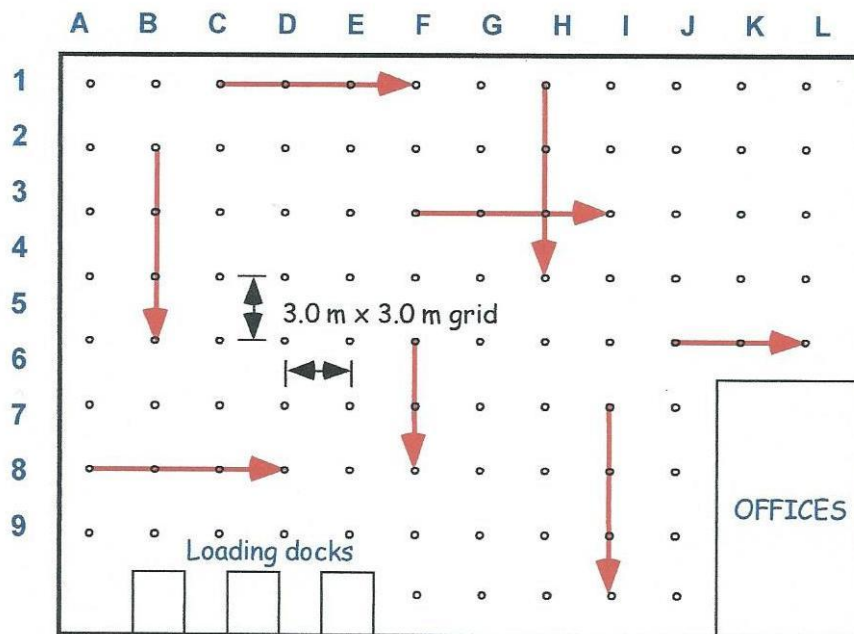


Fig. 97 Recolha aleatória de amostras planimetria com o Prop II Meter em grelhas ortogonais com 3 m de distância entre pontos.

Job Name:	Example	Job Number:	FC/XX/XXXX
Location:	Unit 1	Date:	10/10/2007
Surveyor:	AA		

Specification	Description	Limit
FM2 Special 20...	95% Compliance	3.0 mm
	100% Compliance	4.5 mm

Run No.	Limits	Compliance	Achieved	Run Length
1	95% Compliance	95%	99.8%	35.4 m
	100% Compliance	100%	100%	
2	95% Compliance	95%	99.8%	35.4 m
	100% Compliance	100%	100%	

Tabela 3 Tabela resumo com os resultados obtidos pelo Prop II Meter.

Propriedade IV

Para verificar o cumprimento da propriedade 4 basta registar com um grau de precisão de 0,1mm as cotas de todos os pontos da grelha de 3,0mx3,0m e garantir que entre pontos, não se

Relatório de estágio

verificam desníveis superiores aos limites máximos estabelecidos para esta propriedade para um pavimento FM2 especial.

Property IV	Ref		A 0m	B 3m	C 6m	D 9m	E 12m				
Level Reading	1	0m	1830.0	5.7	24.3	-3.9	28.2	1.9	26.3	-3.6	29.9
			4.1		-10.6		0.1		-6.7		-0.6
Diff. In Elev.	2	3m	25.9	-9.0	34.9	6.8	28.1	-4.9	33.0	2.5	30.5
			-5.3		4.3		1.4		4.6		7.4
	3	6m	31.2	0.6	30.6	3.9	26.7	-1.7	28.4	5.3	23.1
			2.5		-0.4		-8.4		-1.9		-6.5
	4	9m	28.7	-2.3	31.0	-4.1	35.1	4.8	30.3	0.7	29.6



	Indicates results between	6.5	and	10	mm
	Indicates results over	10	mm		
UTS	Indicates Unable to Survey due to obstruction				
COL	Indicates a Column within 1.5m radius				
VOID	Indicates a Void area (not surveyed)				

Tabela 4 Tabela exemplo do tratamento de dados da propriedade IV

Limites máximos de desnível permitidos num pavimento do tipo FM2 especial para as propriedades II e IV.

Classificação do Pavimento	Tipo de uso do Pavimento	Limites máximos permitidos			
		Propriedade II		Propriedade IV	
FM2 (especial)	Pavimentos com possível converção a categoria 1. Movimento definido	95%	100%	95%	100%
		3,0mm	4,5mm	6,5mm	10,0mm

Tabela 5 Limites máximos permitidos num pavimento do tipo FM2 especial

5.2.5 Pavimento dos cais de descarga

Os cais de descarga dos armazéns e do co-packing são as zonas do pavimento que estão sujeitas a maiores solicitações. A necessidade de instalar rampas niveladoras nesse local fez com que existissem zonas em desvão no pavimento. Isto obrigou a montar cofragem de madeira e a manter a armadura da laje prevista em projeto. Existiu ainda a necessidade de delimitar essa área com uma junta de dilatação para desligar a laje armada do pavimento com fibras metálicas. A betonagem das secções de pavimento junto aos cais de descarga ocorreu em fases distintas das betonagens das restantes secções de piso.



Fig. 98 Cais de descarga –a) Cimbre b) Armadura c) Aro de suporte das plataformas niveladoras.

Os aros metálicos onde assentam as plataformas niveladora tiveram que ser previamente nivelados e soldados à armadura da laje dos cais, antes da betonagem. Nessa mesma altura

Relatório de estágio

posicionaram-se os tubos para deixar os negativos de passagem dos cabos de ligação aos quadros de aparelhagem de comando.



Fig. 99 Cais de descarga a) Betonagem b) Imagem da junta de betonagem c) Betonagem a cota inferior da zona da plataforma niveladora d) Plataforma niveladora.

5.2.6 Laje de teto do túnel de acesso ao Edifício de Apoio situado sob o Armazém B

A laje de teto de acesso ao edifício de apoio é também uma laje fortemente armada para resistir às solicitações das estantes situadas sobre o pavimento (16t por pé) e à circulação de empilhadores.

Relatório de estágio

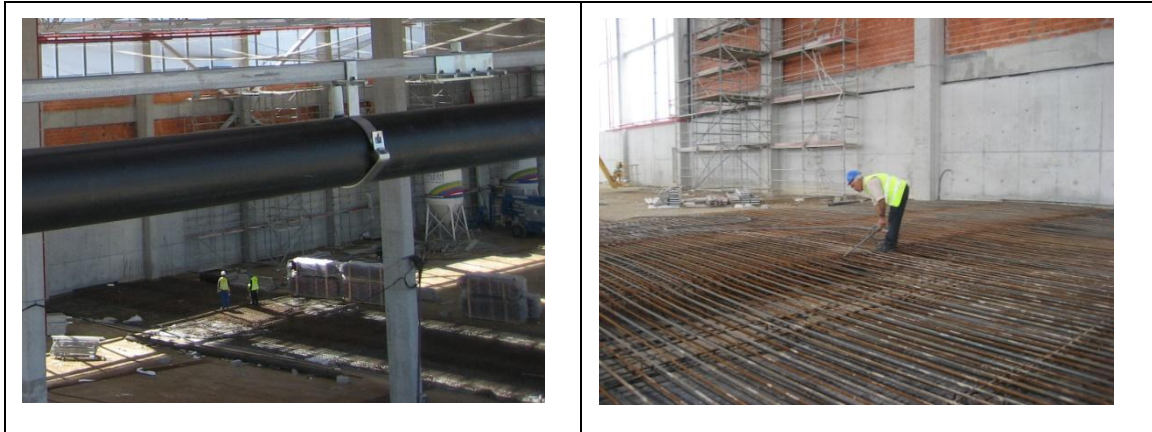


Fig. 100 Túnel de acesso ao edifício de apoio- execução de armaduras da laje de teto.

Podemos observar no projeto de execução da Betão Concept que na base de pavimento em AGE, nos encontros com as paredes do túnel, foram materializadas umas cunhas de transição situadas por baixo da zona de pavimento armada.



Fig. 101 Túnel de acesso ao edifício de apoio.

Tal como sucedeu nos cais de descarga a laje armada do teto do túnel foi desligada dos resto do pavimentos através de juntas de dilatação Armourjoint.

Relatório de estágio



Fig. 102 Secção de pavimento do túnel de acesso ao edifício de apoio antes da betonagem.

5.3 Montagem do Posto de transformação (PT) e Posto de Seccionamento (PS)

Os postos de transformação e seccionamento da obra são pré-fabricados em betão armado.

O modelo fornecido para a obra é da gama de edificios pré-fabricados em betão “ Kiobet” da Merlim Gerin

A subcontratação do fornecimento e montagem do posto de transformação foi da responsabilidade da DTE (empresa do grupo DST especializada em instalações eléctricas). A direção de obra teve apenas a responsabilidade execução de uma base constituída por uma almofada de areia onde assentariam as lajes de pavimento destes equipamentos.

Os componentes pré-fabricados para a construção do posto de transformação e do posto de seccionamento foram transportadas para a obra em dois camiões equipados com grua.



Fig. 103 Transporte do PT e colocação em obra.

Relatório de estágio

A base de betão do PT veio seccionadas em 2 peças já com marcação de zonas fragilizadas próprias para a abertura dos negativos para a passagem dos cabos de alimentação. A base do P.S, idêntica à do PT mas de menor dimensão, veio numa peça única.

As paredes do PT e do PS são em betão armado com acabamento exterior a godo lavado e interior a tinta plástica de cor branca. Os elementos de montagem das paredes têm todos a mesma altura prefazendo a totalidade do pé direito da construção. Em largura existem apenas duas dimensões de módulos nesta pré-fabricação. Os módulos já vêm equipados de fábrica com a caixilharia montada nas aberturas dos vãos de acesso e de ventilação. A ligação entre os painéis é aparafusada e efectuada pelo interior. Os pontos de aperto são localizados em orifícios semicirculares que permitem usar uma chave de bocas para realizar o aperto das porcas contra umas chapas metálicas que servem de reforço da união. Entre elementos é intrepuesta uma junta de estanquidade em neoprene.

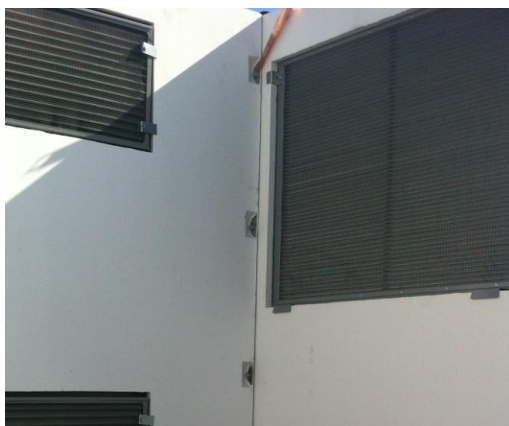


Fig. 104 Ligação entre elementos de paredes pré fabricados.

No final da montagem das paredes é colocada a cobertura fornecida em 3 peças em betão no caso do PT e em duas peças no caso do PS posteriormente revestidas a tela asfáltica com acabamento mineral.



Fig. 105 a) Posto de seccionamento- PS b) Posto de transformação PT.

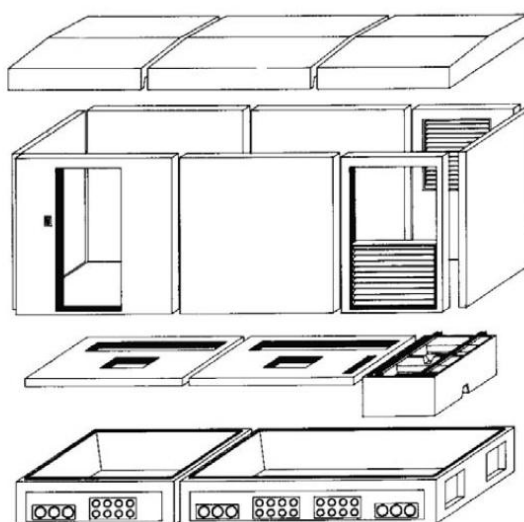


Fig. 106 Esquema de montagem do PT.

Entre as muitas vantagens da pré-fabricação, a rapidez foi a mais evidente.

Os dois equipamentos ficaram montados num dia de trabalho, sem qualquer interferência e sem mobilizar outros recursos de estaleiro.

5.4 Alteração da sala de baterias e portas de ligação

No decorrer da empreitada detetou-se uma falha relativamente à compatibilização do projeto de arquitetura com o tipo de empilhadores que vão operar nos armazéns.

Relatório de estágio

A sala de baterias destina-se ao carregamento das baterias dos empilhadores e a porta de acesso da sala de baterias que comunica com o armazém, de acordo com o previsto no projeto de arquitetura, teria apenas 3m de altura e a torre de elevação dos empilhadores, para operarem a 13m, recolhida, tem pouco menos de 5m.

Como o edifício de apoio já estava com a estrutura de betão armado pronta e com um pé direito insuficiente de 4,37m, a opção de alteração ao projeto consistiu na ampliação da sala de baterias para o interior do Armazém A. Foi criada uma estrutura porticada em betão armado assente em fundações diretas e com uma laje maciça de cobertura situada a 5,50m de altura afastada da cota de piso. As vigas laterais de apoio da laje de cobertura foram ligadas à estrutura do edifício de apoio por 4 varões de Ø 25mm chumbados nos pilares com resina epóxica. Para a laje de pavimento manteve-se a continuidade do piso de alta planimetria do armazém.

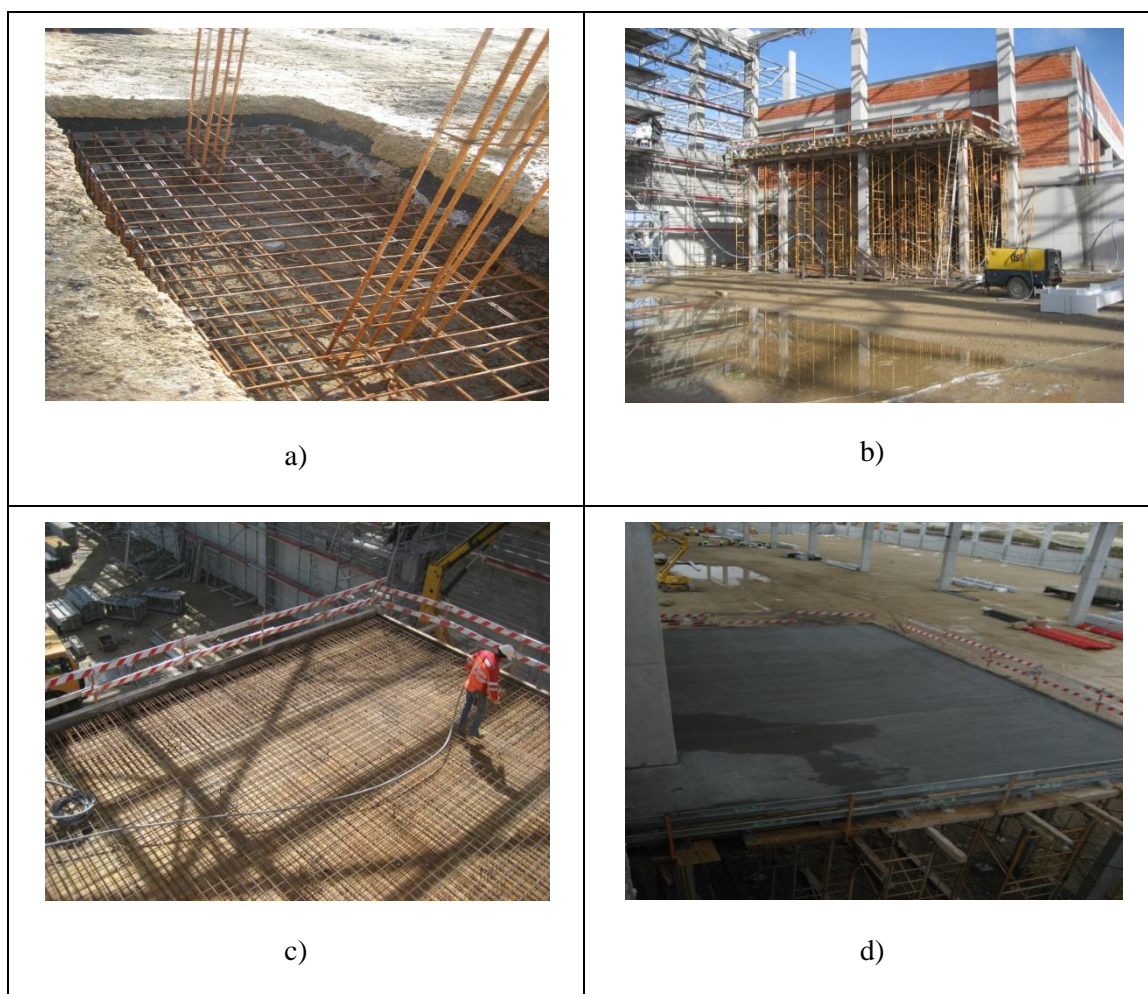


Fig. 107 Alteração da sala de baterias – betão armado a) Sapata de um novo pilar b) Cimbra e escoramento da laje c) Limpeza do cimbra com ar comprimido d) Laje betonada.

As portas de comunicação entre os Armazéns A e B e a porta de acesso de veículos ao exterior da Armazém A, também só estavam previstas com 3m de altura. Foi necessário efetuar a

Relatório de estágio

alteração de um dos portões corta fogo na comunicação entre o Armazém A e o Armazém B e adaptar as dimensões e a localização do portão exterior de acesso à zona de armazém de paletes. Estas últimas alterações obrigaram a trabalhos não previstos de demolição de padieiras e à execução de vigas de suporte para os portões e estrutura de fachada, assim como à alteração da própria estereotomia do revestimento de fachada.

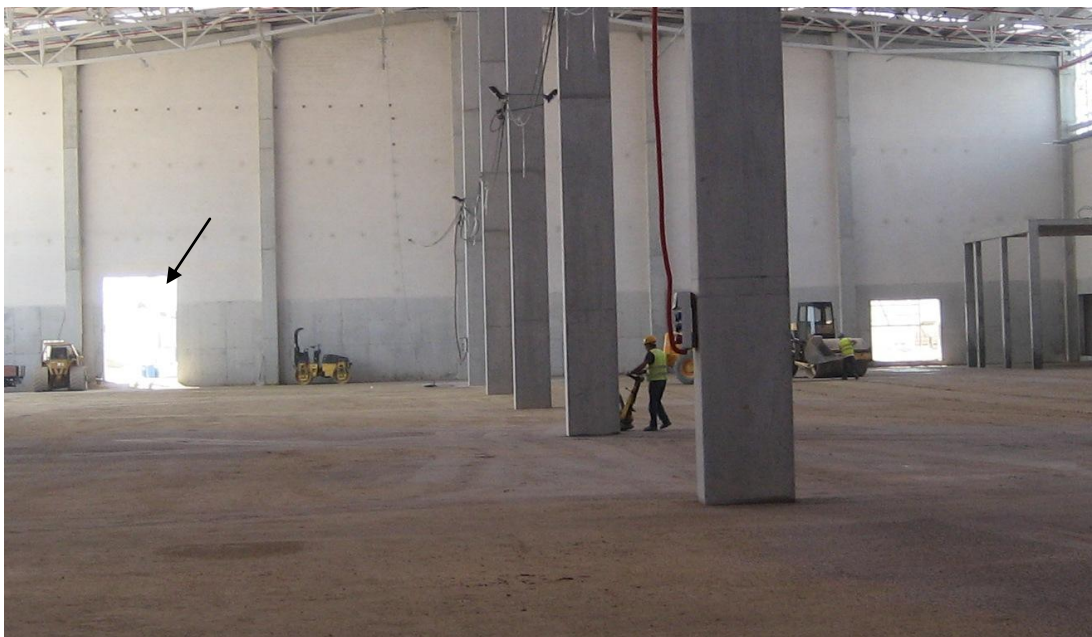


Fig. 108 Alteração do portão da esquerda para permitir a passagem de empilhadores com 5m de altura.



Fig. 109 Alteração do portão de acesso ao exterior do Armazém A a) Viga de apoio à estrutura dor portão b) Portão concluído com alteração no revestimento de fachada.

5.5 Terraplanagens e arruamentos

O estágio decorreu num período posterior à conclusão dos processos de decapagem escavação, saneamento do terreno para execução do leito de pavimento e execução da parte inferior do aterro (PIA).

A DST contou em obra com a presença de uma equipa de topografia permanente. Além da marcação de alinhamentos dos elementos estruturais do edifício, prestou também apoio nos arranjos exteriores, na marcação de alinhamentos e cotas altimétricas e no posicionamento de infraestruturas.

Com o saneamento do terreno houve necessidade de recorrer a solos de empréstimo para executar as diferentes camadas de aterro do leito do pavimento. Os solos de AGE das base e subbases de pavimento foram fornecidos e certificados pela central de fornecimentos da Monte Adriano.

O grupo DST possui elevada experiência na construção de estradas e arranjos exteriores contando com empresas dedicadas nas várias especialidades. A Tgeotécnia é uma empresa do grupo DST especializada na elaboração de estudos de prospeção geológica e geotécnica, estabilização de taludes, contenções e fundações especiais. A Tagregados é uma empresa do grupo DST especializada no desmonte de maciços rochosos com recurso a explosivos, exploração de pedreiras, e produção reciclagem e comercialização de agregados.

Estas duas empresas do grupo DST prestaram estreita colaboração no controlo de qualidade dos solos e das pavimentações. Em laboratório, foram triados e classificados, de acordo com a tabela de classificação de solos da antiga JAE de 1999 [10], todos os solos aplicados em aterro na empreitada. Foram ainda seguidas as recomendações relativas à reutilização de solos indicadas em caderno de encargos e que têm como base o caderno de encargos das Estradas de Portugal de 2009 (quadro 1)[12] que por sua vez é baseada na classificação unificada de solos, contido na especificação de solos da ASTM D2487[11].

Relatório de estágio

Classe	CBR (%)	Tipo de solo	Descrição	PIA	Corpo	PSA
S 0	<3	OL	siltes orgânicos e siltes argilosos orgânicos de baixa plasticidade (1)	N	N	N
		OH	argilas orgânicas de plasticidade média a elevada; siltes orgânicos. (2)	N	P	N
		CH	argilas inorgânicas de plasticidade elevada; argilas gordas. (3)	N	P	N
		MH	siltes inorgânicos; areias finas micáceas; siltes micáceos. (4)	N	P	N
S 1	≥ 3 a < 5	OL	idem (1)	N	S	N
		OH	idem (2)	N	S	N
		CH	idem (3)	N	S	N
		MH	idem (4)	N	S	N
S 2	≥ 5 a <10	CH	idem (3)	N	S	N
		MH	idem (4)	N	S	N
		CL	argilas inorgânicas de plasticidade baixa a média argilas com seixo, argilas arenosas, argilas siltosas e argilas magras.	S	S	P
		ML	siltes inorgânicos e areias muito finas; areias finas, siltosas ou argilosas; siltes argilosos de baixa plasticidade.	S	S	P
		SC	areia argilosa; areia argilosa com cascalho. (5)	S	S	P
S 3	≥ 10 a < 20	SC	idem (5)	S	S	S
		SM-d	areia siltosa;	S	S	S
		SM-u	areia siltosa.	P	S	N
		SP	areias mal graduadas; areias mal graduadas com cascalho	S	S	S
S 4	≥20 a < 40	SW	areias bem graduadas; areias bem graduadas com cascalho.	S	S	S
		GC	cascalho argiloso; cascalho argiloso com areia.	S	S	S
		GM-u	cascalho siltoso; cascalho siltoso com areia. (6)	P	S	P

Relatório de estágio

		GP	cascalho mal graduado; cascalho mal graduado com areia. (7)	S	S	S
S 5	≥40	GM-d	idem (6)	S	S	S
		GP	idem (7)	S	S	S
		GW	cascalho bem graduado; cascalho bem graduado com areia.	S	S	S

S - admissível; N - não admissível ; P-
possível.

PIA - parte inferior do aterro

PSA - parte superior do aterro

Tabela 6 Tabela de classificação de solos da antiga JAE e incluída no caderno de encargos das Estradas de Portugal.

O controlo do grau de compactação dos diferentes tipos de solo de aterro foi efectuado em laboratório através de ensaios de compactação, proctor e ensaio de índice de suporte californiano (CBR)[14]. Controlou-se assim a qualidade dos solos e a sua compactação máxima relacionada com o teor de humidade. No caso de solos coerentes (equivalente de areia inferior a 30%) a coderno de encargos estabelece que “a compactação relativa de solos de aterros, referida ao ensaio de compactação pesada (Proctor modificado) deve ser de pelo menos 90% no corpo do aterro e 95% na parte superficial do aterro (PSA)”. Em solos incoerentes (com equivalente de areia superior a 30%) , os valores de referência reportados ao mesmo ensaio devem ser aumentados para 95% e 100% para o corpo de aterro e para a PSA respectivamente.

Em obra nos ensaios insitu utilizou-se o gamadensímetro para avaliar a humidade baridade, e a % de compactação das camadas. O gamadensímetro funciona através da interação de raios gama com a densidade da matéria que atravessa. O feixe de raios é emitido a través da base e as particulas que são reflectidas novamente para o aparelho são contadas servindo para calcular a densidade do material analisado.



Fig. 110 Gamadensímetro.

Relatório de estágio

A compactação das sucessivas camadas de aterro da superfície subjacente ao pavimento betuminoso, subbase e base, foi executada com recurso a rega com trator equipado de cisterna, com sucessivas passagens de cilindro vibrador e por fim do cilindro de pneus.



Fig. 111 Cilindro vibrador de rastos lisos.

5.5.1 Colocação de Lancis

Na empreitada foram fornecidos dois tipos de secção de lancil em betão Pré-fabricado:

1-Lancil em zona de passeios, zona ajardinadas e delimitação da base de taludes com secção de 100x25x15cm

2-Lancil enterrado na transição do pavimento betuminoso dos arruamentos com pavimento de blocos de betão dos parques de estacionamento de ligeiros, pesados e cais de descarga com secção 100x25x10cm



Fig. 112 Palete de fornecimento de lancil.

Após a conclusão das infraestruturas no subsolo e a regularização nas cotas necessárias das camadas da base, em AGE, que fazem parte da estrutura dos diversos pavimentos foram assentes os lancis sobre uma fundação de betão.

Relatório de estágio



Fig. 113 Alinhamento de Lancil colocado no alçado Sul.

Conseguiu-se um rendimento diário cerca de 80ml na colocação de lancis com uma equipa de três homens e o apoio de uma autobetoneira.

5.5.2 Pavimento de blocos de betão tipo UNI

A pavimentação da zonas de estacionamento de ligeiros e pesados, cais de descarga, passeios ilhas direcionais, e separadores centrais foi efetuada com blocos de tipo uni à cor natural fornecidos pela Litoprel em três espessuras diferentes. As delimitações dos lugares de aparcamento nos estacionamentos e cais de descarga foram efetuadas com blocos do mesmo tipo, na espessura correspondente, mas com a face superior de cor branca.

5.5.3 Execução dos pavimentos em blocos de betão

A base do pavimento nos passeios e estacionamentos de ligeiros em blocos de betão é em AGE 0/40. Nos passeios esta camada apenas possui 0,15m de espessura. No estacionamento de ligeiros foram executadas duas camadas de 0,15m de espessura.

Nas zonas de cais de descarga e no estacionamento de pesados foi executada uma camada de base em solocimento fabricado em obra com 0,20m de espessura sobre uma camada de subbase com duas camadas de AGE 0/40 com 0,15m de espessura.

No fabrico do solo, o cimento, a ultima camada de AGE era espalhada pela superficie do pavimento sem compactar. O cimento foi fornecido em sacos de 25kg que eram distribuidos pela area de pavimento no nº de sacos correspondente à quantidade de ligante prevista em projeto por metro cúbico de agregado. Os sacos eram abertos e o cimento era espalhado com a pá pela superficie do terreno. O terreno posteriormente era revolvido, compactado e regado para promover a hidratação do cimento e a ligação dos agregados.

Relatório de estágio

Sobre a base de pavimento nas zonas de pavimentação em blocos de betão foi espalhada uma camada de areia que constituiu uma almofada de assentamento espessura variável (varia de acordo com o perfil tipo de pavimento) nivelada com régua.

Por cima da almofada de areia foram colocados os blocos de betão. Os blocos foram batidos manualmente numa primeira fase de nivelamento

Após a conclusão da colocação de blocos numa área delimitada de pavimento, efectua-se a passagem da placa vibratória ou cilindro apeado (protegidos com película protetora de borracha para evitar danificar os blocos) e preencheu-se o espaço das juntas entre blocos com areia fina. Este conjunto de operações permite consolidar e nivelar o pavimento.



Fig. 114 Assentamento de blocos de betão UNI.

Na obra foram constituídas várias frentes de trabalho para calcetamento. A dimensão ideal de cada equipa para se otimizar o rendimento, por frente de obra com os fornecimentos, era de cinco elementos. A equipa distribuiu-se pelas seguintes tarefas: um a alisar a areia, dois a distribuir blocos e dois a assentar. Conseguiu-se assim obter rendimentos de cerca de 300 m²/dia de cubo aplicado por cada equipa de calceteiros.

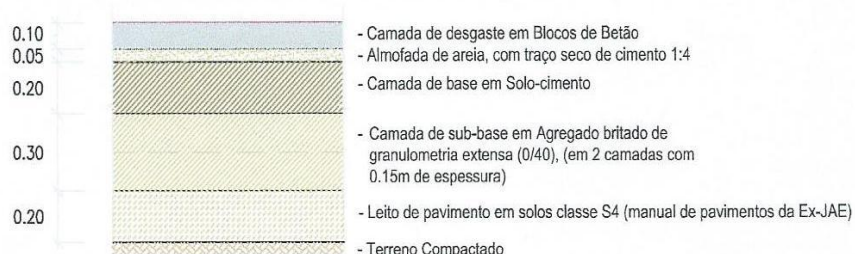


Fig. 115 Perfil do pavimento de blocos de betão de 0,10m de espessura nos cais de descarga.

Relatório de estágio

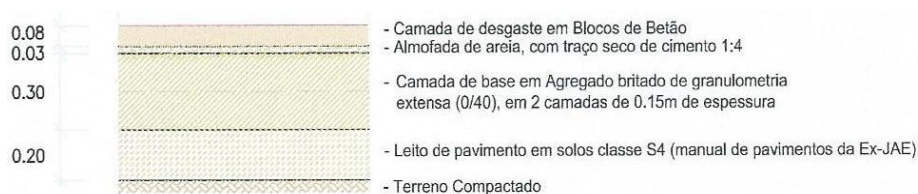


Fig. 116 Perfil do pavimento com blocos de betão 0,08m de espessura no estacionamento de ligeiros.

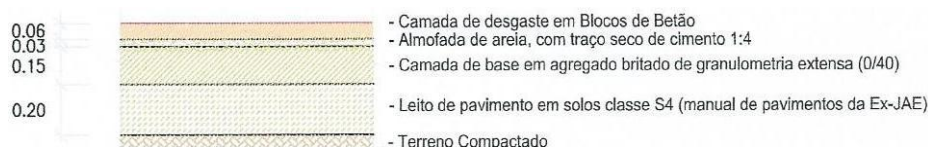


Fig. 117 Perfil do pavimento com blocos de betão com 0,06m de espessura em passeios.

5.5.4 Pavimento de betão betuminoso

5.5.4.1 Execução do pavimento de betão betuminoso

Em obra foram aplicadas misturas betuminosas a quente de acordo com norma NP EN 13108-1 [13] e o CE das Estradas de Portugal- EP (2009) Quadro 14.03.2ª [12]

Camada	Designação anterior	Designação atual
Base	Macadame Betuminoso Fuso B	AC 32 base ligante (MB)
	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 base ligante (MB)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 20 base ligante (MBAM)
Ligação	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 bin ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 bin ligante (MBD)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 16 bin ligante (MBAM)
	Betão Betuminoso	AC 14 bin ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 bin ligante (AB)
Regularização	Macadame Betuminoso Fuso A	AC20 reg ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 reg ligante (MBD)
	Betão Betuminoso	AC 14 reg ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 reg ligante (AB)
	Betão Betuminoso	AC 14 surf ligante (BB)

Relatório de estágio

Desgaste	Betão Betuminoso Rugoso	AC 14 surf ligante (BBr)
	(micro) Betão Betuminoso Rugoso	AC 10 surf ligante (mBBr)

AC – designação do produto, cujo termo em inglês é “Asphalt Concrete”;
ligante – classe a definir ;
base – referente à camada de base, cujo termo em inglês é similar “base course”;
bin – referente à camada de ligação, cujo termo em inglês é “binder course”, de espessura constante;
reg – referente à camada de regularização, cujo termo em inglês é “regulating course”, de espessura variável;
surf – referente à camada de desgaste, cujo termo em inglês é “surface course”.

Tabela 7 Tabela 14.03.2a do caderno de encargos das Estradas de Portugal.

O pavimento executado possui a seguinte estrutura:

- Sub-base em agregado britado de granulometria extensa (0/40), com 0,15 m de
- Base em agregado britado de granulometria extensa (0/40), com 0,15 m de espessura;



Fig. 118 Camada de base em AGE.

- Rega de impregnação da base granular com emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, do tipo C40 B4 (ECL-1), à taxa de 1.0kg/m²;



Fig. 119 Regas de impregnação e colagem.

Relatório de estágio

- Camada de Base em macadame betuminoso AC20 bin ligante 35/50 (MB), com 0.10m de espessura;



Fig. 120 Camada de base em macadame betuminoso.

- Rega de colagem com emulsão betuminosa catiónica do tipo C57 B3 (ECR-1), à taxa de 0.5kg/m^2 ;
- Camada de ligação em macadame betuminoso AC20 bin ligante 35/50 (MB), com 0.08m de espessura;



Fig. 121 Camada de ligação em camada de macadame betuminoso.

- Rega de colagem com emulsão betuminosa catiónica do tipo C57 B3 (ECR-1), à taxa de 0.5kg/m^2 ;
- Camada de desgaste em betão betuminoso AC14 surf ligante 35/50 (BB), com 0.06 m de espessura;



Fig. 122 Camada de desgaste em betão betuminoso.



Fig. 123 Perfil do pavimento em betão betuminoso na zona viária.

5.5.4.2 Execução do pavimento de betão betuminoso

Antes de efetuar a execução da rega de impregnação toda a area a regar teve de ser varrida com escova mecânica de forma a criar uma superfície isenta de poeiras e material solto. Desta forma, garantiu-se uma camada granular superficial e uma adesividade das camadas de betuminoso à base estrutural de AGE do pavimento.

5.5.4.3 Rega de impregnação

A rega de impregnação consiste na aplicação de um ligante hidrocarbonatado por aspersão sobre a superfície do pavimento. As emulsões betuminosas para a rega vinham da central em camiões cisternas apropriados para a realização deste tipo de transportes.



Fig. 124 Camião cisterna utilizado no transporte de emulsões betuminosas.

Houve necessidade de efectuar algumas suspenções de trabalhos devido a condições climatéricas. Registaram-se alguns dias de precipitação forte durante o período em que estava planeado executar a pavimentação. A hipótese de arrefecimento rápido da massa betuminosa a aplicar e a formação de lamina de água na superfície impeditivas de uma boa adesividade entre camadas foram os motivo dessas suspenções.

Entre a rega de impregnação com emulsão betuminosa de baixa viscosidade e a aplicação da camada base em macadame betuminoso medeou sempre um periodo de 24 horas para que a totalidade do betume residual fosse absorvido.



Fig. 125 Execução de rega de impregnação.

5.5.4.4 O espalhamento das camadas de betuminoso

O betuminoso chegou à obra proveniente da central em camiões cobertos (para manutenção da temperatura da mistura betuminosa-superior a 135°C). Foi descarregado na pavimentadora sobre

Relatório de estágio

a tremonha situada na parte traseira do equipamento, garantindo o fornecimento contínuo na mesa compactadora situada na outra extremidade do equipamento. O espalhamento das camadas foi efetuado pelo sistema automático de nivelamento progressivo da pavimentadora. Como a pavimentadora não permite executar a largura total da faixa de rodagem efetuaram-se em duas passagens.

As particularidades para execução da camada de desgaste estão descritas pormenorizadamente no quadro 15.03.21 do Caderno de Encargos das Estradas de Portugal [12].



Fig. 126 a) Espalhamento das camadas de macadame b) Espalhadora de betuminoso.

5.5.4.5 Compactação das camadas de betuminoso

A compactação das camadas iniciava-se logo que os betuminosos atingiam uma temperatura que permitisse o cilindramento sem provocar deformações exageradas.

Como equipamento de compactação das camadas, utilizou-se um cilindro de rolos lisos e um cilindro de pneus. Os cilindros possuem um sistema de rega para limpeza evitando a adesão do betuminoso às rodas.



Fig. 127 a) Cilindro de pneus b) Cilindro de rastos lisos.

6 Conclusão e Apreciação geral acerca do estágio

A dimensão e variedade de atividades que envolveram a execução desta empreitada permitiram ao estagiário colocar em prática e aprofundar os conhecimentos transversais adquiridos ao longo do Mestrado de Engenharia Civil na área de construções. Conforme se depreende da leitura do relatório, com mais incidência numa ou noutra unidade curricular, o estagiário pôde colocar em prática, num âmbito de direção de obra, conhecimentos adquiridos em gestão de empreendimentos, fundações e estruturas de suporte passando por uma forte incidência na abordagem da construção metálica na tecnologia de ligações, tecnologia de fachadas e abordando ainda, de forma mais ligeira, a pré-fabricação, a segurança e conforto das habitações.

O estagiário tem experiência profissional na direção de obras de construção e reabilitação de edifícios de habitação e equipamentos. No entanto, a maioria dos casos de obras que dirigiu eram de construção tradicional com estrutura em betão armado, alvenarias de tijolo e revestimentos diversos. Este estágio veio proporcionar o contacto com técnicas e metodologias novas, típicas dos equipamentos industriais. A construção de estruturas metálicas, o revestimento das fachadas em painel sandwich e os pavimentos de alta planimetria foram os temas novos que suscitaram maior interesse e sobre os quais foi dado maior enfoque no relatório.

A integração total na equipa de obra proporcionada pela Direção de Obra da DST tendo permitido e facilitado o contacto direto com todos os parceiros de empreitada, proporcionou ao estagiário o enriquecimento do saber teórico com o conhecimento alcançado com vários anos de prática demonstrado por técnicos e especialistas nas mais diversas atividades abordadas neste relatório.

Relatório de estágio



Fig. 128 Primeiro transporte da empresa Luís Simões para os Armazéns do polo 2.

Referências Bibliográficas

- [1] – EN 14411 :2012 -en Pavimentos e revestimentos cerâmicos; definições, classificação, características e marcação.
- [2] – BS EN 14509 de 2013 Self-supporting double skin metal faced insulating panels. Factory made products. Specifications.
- [3] – NP EN 1993-1-8 de 2010 Projecto de estruturas de aço. Parte 1-8 Projecto de ligações
- [4] – NP EN 1991-1-4 de 2010 Acções em estruturas. Parte 1-4 Acções gerais . Acções do vento.
- [5] – ACI committee 117 Face Floor Profil Numbers and/or F-number measurement.
- [6] - ASTM 1155-96 (2001) Standard Test Method for Determining FF Floor Flatness and FL Floor Levelness Numbers.
- [7] – DIN 15185 Flatness Specification.
- [8] – DIN 18202 de 1997 Tolerances in Building Construction.
- [9] – Technical Report nº 34 de 2003 Concrete Industrial Ground Floors. A guide to design and construction.
- [10] – Manual de Concepção de Pavimentos para Rede Rodoviária Nacional da Junta autónoma de Estradas -JAE de 1995.
- [11] – ASTM D2487 – Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (United Soil Classification System).
- [12] – Caderno de Encargos Tipo Obra das Estradas de Portugal, S.A. EP de 2009 .
- [13]- NP EN 13108 -1 de 2011Misturas betuminosas. Especificações dos materiais. Parte 1: Betão betuminoso.
- [14]- E 198-1967 de 1967- Especificação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil- LNEC- Solos- Determinação do CBR.
- [15]- <http://www.ecoasic.com/harsco/> em 07/09/2014
- [16]- NF –P94-1171-2000 reconnaissance et essais - Portance des plates-formes - Partie 1 : module sous chargement statique à la plaque (EV2)
- [17]-ISO 12944 Deals with the corrosion protection of steel structures by paint systems.
- [18] – <http://www.face-consultants.com/> em 07/09/2014

ANEXOS

Lista de anexos

Anexo 1 – Plantas Alçados e Cortes dos edifícios (fora de escala).

Anexo 2 – Relatório do estudo técnico da Constática relativo ao sistema MadreMax para cobertura e fachada.

Anexo 3- Fichas técnicas dos painéis de cobertura e fachada da FTB

Anexo 4 – Etiqueta com instruções de transporte e manuseamento que acompanha os painéis sandwich da FTB.

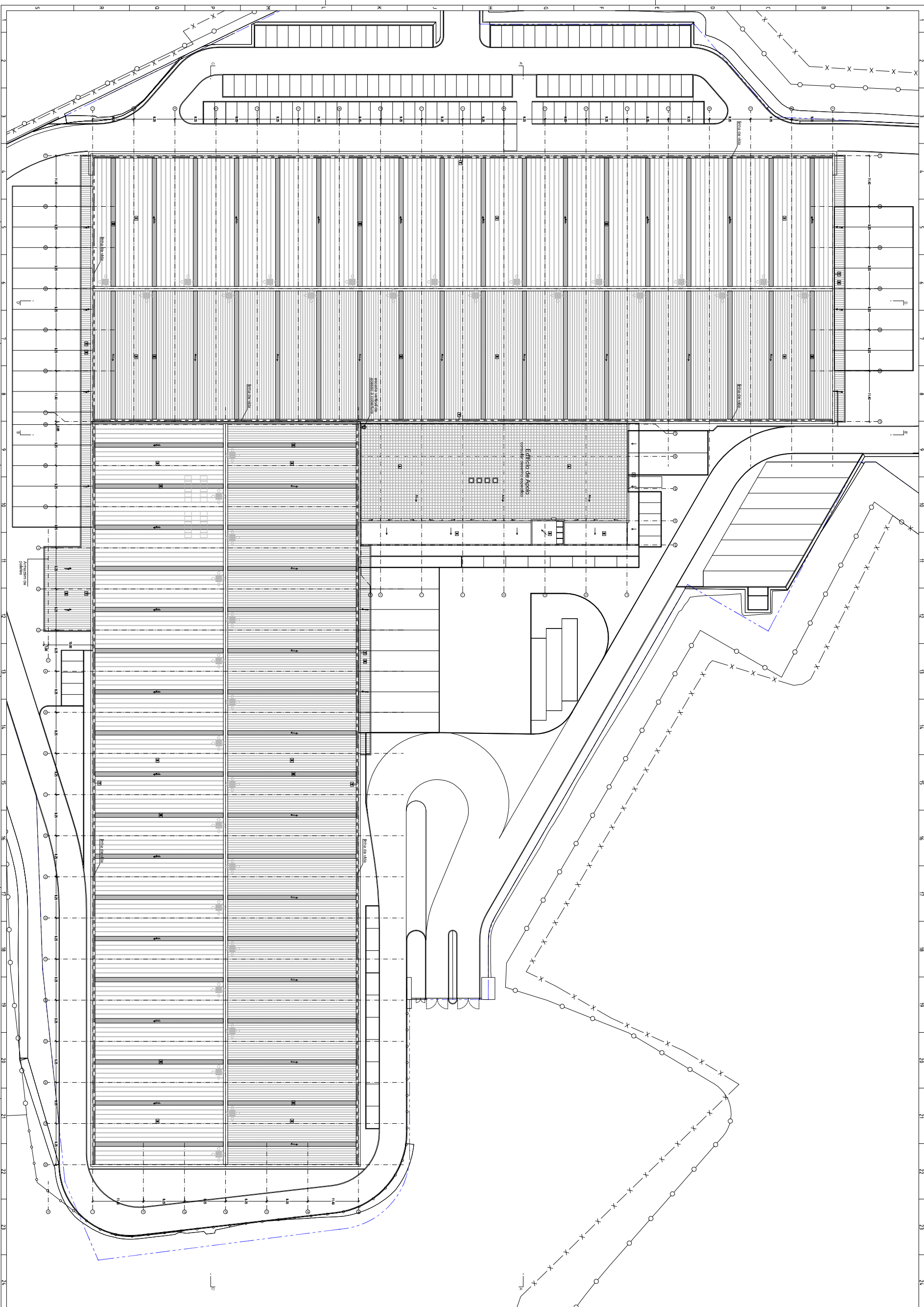
Anexo 5 – Ficha técnica e Certificado de controlo de produção do ASIC

Anexo 6 – Boletins de ensaios de carga em placa

Anexo 7- Especificações das normas DIN 18202 e 15185 e da Technical Report 34 para pavimentos de alta planimetria e um gráfico exemplo produzido pelo Prop II Meter da Face Consultants.

Anexo 8 – Projeto do pavimento de betão dos Armazéns A e B da Betão Concept/ Arcelor Mittal

Anexo 1- Plantas, Alçados e Cortes dos edifícios (fora de escala)



PROYECTO	RECTORADO
CLIENTE	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
FECHA	15 DE ABRIL DE 2011
PROYECTANTE	ESTUDIO ARQUITECTÓNICO
PROYECTO	RECTORADO
FECHA	15 DE ABRIL DE 2011
PROYECTANTE	ESTUDIO ARQUITECTÓNICO

- LEYENDA:
- 1 - Columnas
 - 2 - Vigas
 - 3 - Muros
 - 4 - Puertas
 - 5 - Ventanas
 - 6 - Mobiliario
 - 7 - Equipos
 - 8 - Señalización
 - 9 - Iluminación
 - 10 - Otros
- NOTAS:
1. Verificar la ubicación de los equipos de aire acondicionado y su conexión a la red eléctrica.
 2. Verificar la ubicación de los equipos de calefacción y su conexión a la red de gas.
 3. Verificar la ubicación de los equipos de ventilación y su conexión a la red eléctrica.
 4. Verificar la ubicación de los equipos de iluminación y su conexión a la red eléctrica.
 5. Verificar la ubicación de los equipos de señalización y su conexión a la red eléctrica.
 6. Verificar la ubicación de los equipos de mobiliario y su conexión a la red eléctrica.
 7. Verificar la ubicación de los equipos de otros y su conexión a la red eléctrica.

PROYECTO	RECTORADO
CLIENTE	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
FECHA	15 DE ABRIL DE 2011
PROYECTANTE	ESTUDIO ARQUITECTÓNICO
PROYECTO	RECTORADO
FECHA	15 DE ABRIL DE 2011
PROYECTANTE	ESTUDIO ARQUITECTÓNICO

ESTUDIO ARQUITECTÓNICO

PROYECTO: RECTORADO

FECHA: 15 DE ABRIL DE 2011

PROYECTANTE: ESTUDIO ARQUITECTÓNICO

Anexo 2- Relatório do estudo técnico da Constálica, S.A. relativo ao sistema MadreMax para cobertura e fachada.

Madres de Cobertura - Processo N.º 59/13 V2
(Bysteel)

Sistema MadreMax para Cobertura e Fachada
Relatório de Estudo Técnico

1. Introdução

O presente documento descreve a solução MadreMax aplicada em madres de cobertura e Fachada.

2. Acções

2.1. Acções permanentes (G_k):

- Revestimento Cobertura (RCP): 0.14 kN/m²
- Revestimento Fachada (RCP): 0.16 kN/m²

Peso próprio da MadreMax 250x2.0: 0,0973 kN/m

Peso próprio da MadreMax 200x1.5: 0,0627 kN/m

2.2. Sobrecarga (Q_k):

- Cobertura: 0.30 kN/m²

2.3. Acção do vento (P_w):

- Cobertura: 0.79 kN/m² (Sucção)
- Fachada: 1.12 kN/m² (Pressão)

3. Combinações de Acções

ULS

Comb1: 1.35 PP + 1.35 RCP + 1.50 Sobrecarga

Comb2: 1.0 PP + 1.0 RCP + 1.50 V_{Cob}.

Comb3: 1.0 PP + 1.0 RCP + 1.50 V_{Fach}.

SLS (Combinações Raras)

Comb4: 1.0 x PP + 1.0 RCP + 1.0 x SC

Comb5: 1.0 x PP + 1.0 RCP + 1.0 x V_{Cob}.

Comb6: 1.0 x PP + 1.0 RCP + 1.0 x V_{Fach}.

A verificação da segurança foi realizada para os Estados Limites Últimos e Estados Limites de Serviço.

4. Cobertura - Solução: MadreMax 200x1,5 com afastamento de 1960mm:

Para a verificação estrutural da solução MadreMax 200x1.5 foi considerado um alinhamento com 18 vãos.

A solução MadreMax proposta para a cobertura inclui sobreposições de **1400+1400mm** nos 2º e 17º apoios, perfazendo **2800mm** de sobreposição por apoio, e uma sobreposição de **1200+1200mm** nos restantes apoios intermédios, perfazendo **2400mm** de sobreposição em cada apoio.

Existe ainda a necessidade de colocar um reforço em secção tubular com 6500mm no 1º e 18º vão com início a 1000mm do apoio extremo.

A solução é concretizada em **MadreMax Ω200x1.5** e admite espaçamento máximo entre madres de **1960mm**.

Solução para Cobertura em MadreMax 200x1.5 com afastamento máximo de 1960mm

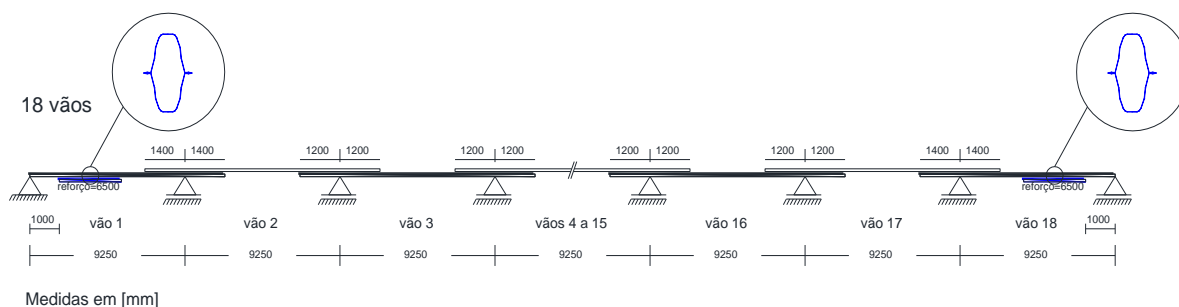
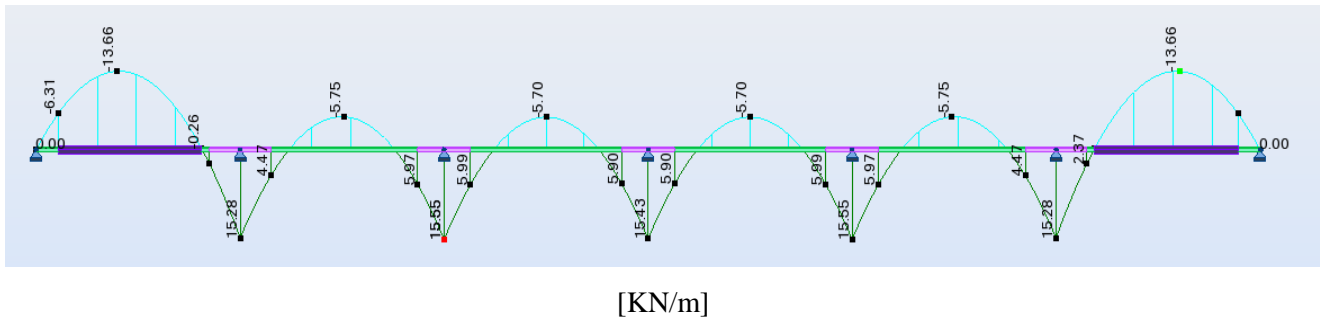
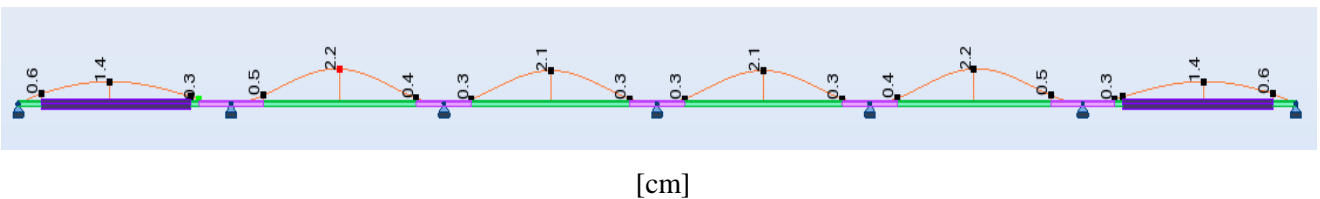


Diagrama de Momentos: (Comb2)Diagrama de Deformações (Combinações Raras): (Comb5)**5. Fachada - MadreMax 200x1,5 com afastamento de 2320mm:**

Para a verificação estrutural da solução MadreMax 200x1.5 foi considerado um alinhamento com 3 vãos.

A solução MadreMax proposta para a Fachada inclui sobreposições de **400+400mm** nos 2º e 3º apoios, perfazendo **800mm** de sobreposição por apoio.

A solução é concretizada em **MadreMax Ω 200x1.5** e admite espaçamento máximo entre madres de **2320mm**.

Solução Fachada

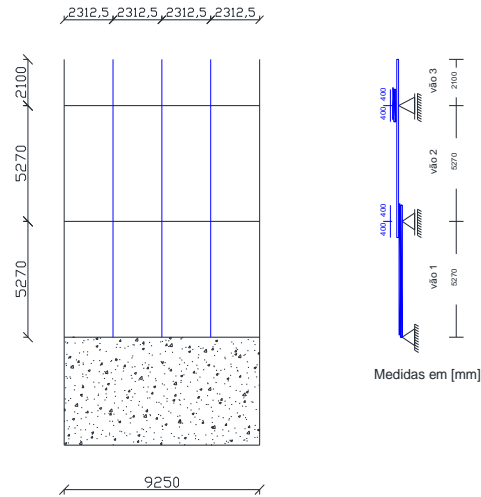
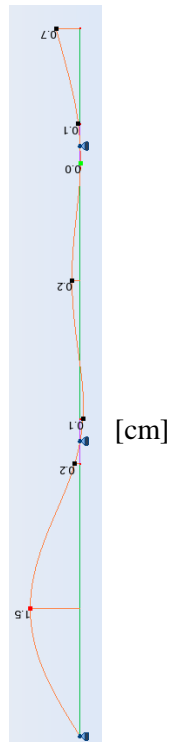


Diagrama de Momentos: (Comb2)



[KN/m]

Diagrama de Deformações (Combinações Raras): (Comb6)



Para qualquer questão, por favor contacte o Sector Técnico

21 de Maio de 2013

O Sector Técnico

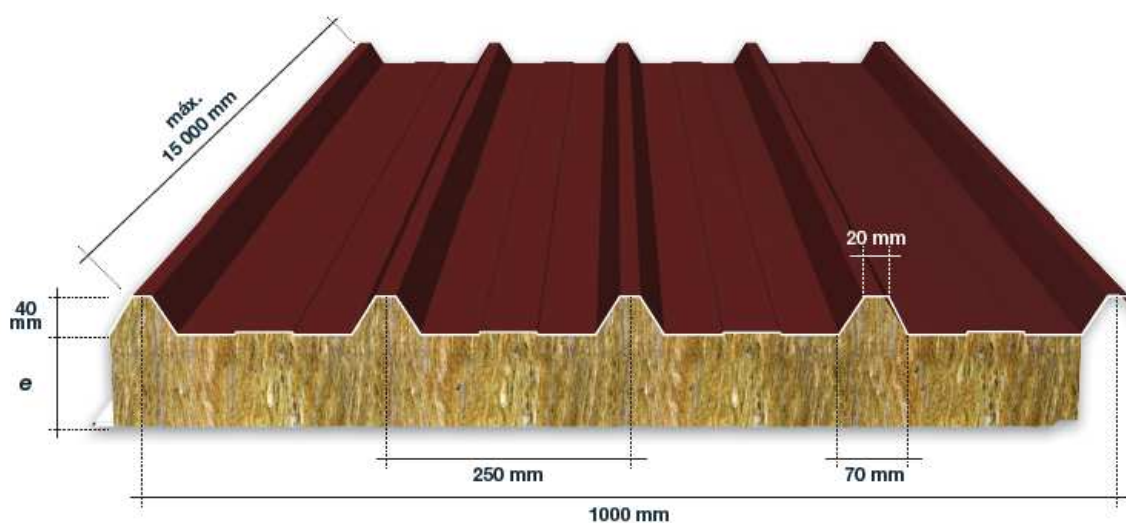
Anexo 3 – Fichas técnicas dos painéis de cobertura e fachada da FTB



FICHA TÉCNICA



Painel Sandwich FTB PC 1000 / 50



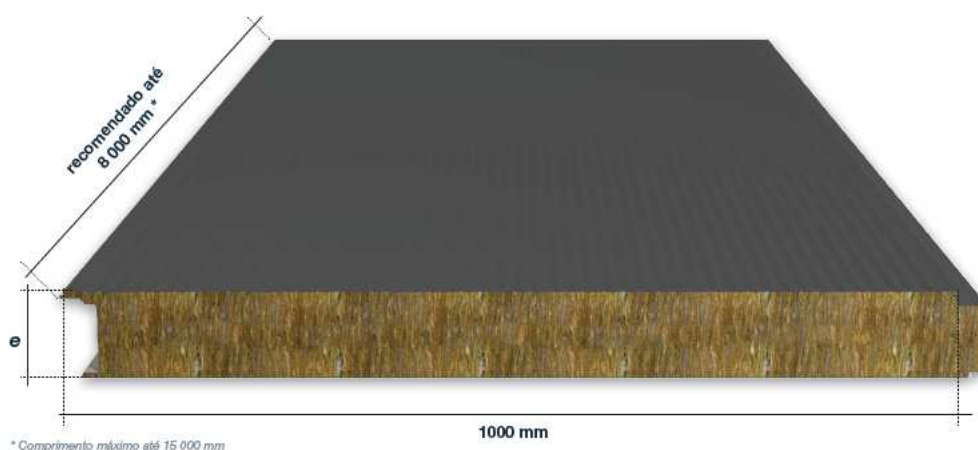
Descrição do Produto	
Referência	Painel Sandwich FTB de Cobertura com 50 mm (FTB PC 1000/50)
Dimensões	Largura útil: 1000 mm; Espessura: 50 mm
Isolamento e densidade	Lã de rocha ROCTERM, com densidade de 100 kg/m ³
Faces metálicas do painel:	
Exterior	Face metálica exterior, com revestimento a PVDF (25 µm), espessura de 0,5 mm, tipo de aço S220GD+Z, cor a definir.
Interior	Face metálica interior, com revestimento a Poliéster (25 µm), espessura de 0,5 mm, tipo de aço S220GD+Z, cor a definir
Peso	≈ 14,75 kg/m ²
Características essenciais	Ver declaração de desempenho - DoP nº 01/13



FICHA TÉCNICA



Painel Sandwich FTB PF 1000 / 50



* Comprimento máximo até 15 000 mm

Descrição do Produto

Referência	Painel Sandwich FTB de Fachada com 50 mm (FTB PF 1000/50)
Dimensões	Largura útil: 1000 mm; Espessura: 50 mm
Isolamento e densidade	Lã de rocha ROCTERM, com densidade de 100 kg/m ³
Faces metálicas do painel:	
Exterior	Face metálica exterior, com revestimento a PVDF (25 µm), espessura de 0,5 mm, tipo de aço S220GD+Z, cor a definir
Interior	Face metálica interior, com revestimento a Poliéster (25 µm), espessura de 0,5 mm, tipo de aço S220GD+Z, cor a definir
Peso	≈ 14,00 kg/m ²
Características essenciais	Ver declaração de desempenho - DoP nº 05/13

Vila das Aves, 10 de Fevereiro de 2014

Página 1 de 1

FTB – FÁBRICA DA BARCA, S.A.
SEDE | HEADQUARTERS
Av. de Poldrões, 10 - Apartado 11
4796-908 Vila das Aves · Santo Tirso · PORTUGAL
Tel. +351 252 820 980 · Fax. +351 252 820 989

FÁBRICA | FACTORY
Rua Padre Joaquim Lemos, 1156
4795-094 Vila das Aves · Zona Industrial da Barca · PORTUGAL
Tel. +351 252 820 980 · Fax. +351 252 820 989

www.ftb.pt
comercial@ftb.pt

Anexo 4 – Etiqueta com instruções de transporte e manuseamento que acompanha os painéis sandwich da FTB



FTB - FÁBRICA DA BARCA
 Av. de Poldrões, 10 - Apartado 11
 4796-908 Aves · Vila das Aves · Santo Tirso · PORTUGAL
 Tel. +351 252 820 980 · Fax. +351 252 820 989
 comercial@ftb.pt · www.ftb.pt



11
 CE 1328 - CPD - 0214



1328
 EN 14509

Cliente OST
 Ordem de Fabrico 14/002

Painel Sandwich FTB:

Cobertura:

- PC 1000 / 50
- PC 1000 / 75
- PC 1000 / 100
- PC 1000 / 120
- Acústico

Fachada:

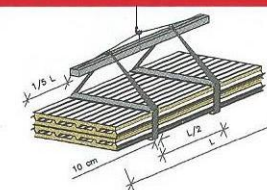
- PF 1000 / 50
- PF 1000 / 75
- PF 1000 / 100
- PF 1000 / 120
- Acústico

Medidas	Qtd.	Comprimento	Corte		Lote	
	(mm)	(mm)	Esq. (mm)	Dir. (mm)	Parc.	Total
	6	9220				

Designação:
 PC 1000 / 50 - Painel Sandwich FTB de Cobertura, com 1000 mm de largura útil e 50 mm de espessura.
 PF 1000 / 50 - Painel Sandwich FTB de Fachada, com 1000 mm de largura útil e 50 mm de espessura.

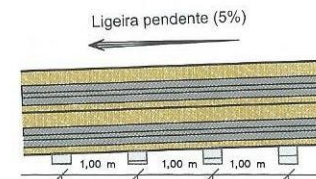
ATENÇÃO! DEVE CUMPRIR AS INSTRUÇÕES ABAIXO INDICADAS PARA A MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DOS LOTES

1 - Levantar o lote recorrendo a meios elevatórios adequados, com o auxílio de cintas de Nylon com largura de 200mm.



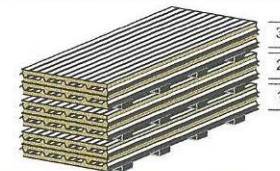
Devem ser colocadas tábuas para que as cintas não esmaguem os painéis.

2 - Colocar o lote sobre uma superfície rígida, tendo em consideração que deve ser colocado, por metro, um suporte em madeira ou em poliestireno (EPS), com 50mm de espessura e 200mm de largura.



Se possível, o lote deverá ser colocado numa ligeira pendente (5%), de modo a evacuar alguma água que tenha sido originada por água da chuva ou condensações.

3 - Não devem ser colocados mais de três lotes sobrepostos em altura. Entre estes deverão ser colocados suportes em madeira ou poliestireno, de acordo com as indicações anteriores.



4 - Armazenar os lotes em local coberto. Caso não seja possível, proteger com uma tela impermeável e assegurar que há ventilação no local.



A película protectora dos painéis não deve estar exposta a raios solares e deve ser retirado até 45 dias a partir da data de fabricação do painel.

Descrição: Painéis sandwich isolantes com dupla face metálica, para utilização em edifícios.
Utilização prevista: Coberturas e revestimentos de coberturas, paredes exteriores e revestimento de paredes, paredes interiores (incluindo divisórias) e tectos. Declaração de Desempenho do Produto (DoP), sob consulta.

IE-FTB-01/01

Anexo 5 – Ficha técnica e certificado de controlo de produção de ASIC



1328

SN MAIA – Siderurgia Nacional, S.A.

4425-514 S. Pedro Fins - Maia

PORTUGAL

09

1328 - cpd - 0122

EN 13242	
Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária	
Produto	A.S.I.C. Agregado Siderúrgico Inerte para a Construção Agregado obtido a partir do processamento de escória proveniente de EAF (Forno de Arco Eléctrico)
Utilização prevista	Camadas de base, sub-base, leito de pavimento e aterros em vias rodoviárias; Camadas de aterro, camada de coroamento e sub-balastro em vias ferroviárias; Camadas de drenagem; Acessos, parques de máquinas e pisos de estaleiros de obras de construção.

Informação sobre o produto e características

Dimensão do agregado	40 / 100	Granulometria Típica			
Granulometria	G _v 80-20 GT _c 25/15	Peneiro (mm)	Valores declarados (%)	Limite Inferior (%)	Limite Superior (%)
Forma das partículas	S ₁₅₀	125	100	-----	-----
Índice de Achatamento	F ₁₅₀	100	100	80	100 (*)
Massa volúmica das partículas	Impermeáveis	80	97	-----	-----
	Secas	63	75	64(*)	80(*)
	Saturadas	40	19	0	20
Teor de Finos	F ₅	31.5	4	-----	-----
Resistência à fragmentação	LA ₅₀	20	2	0	5
Enxofre total	S ₁	16	2	-----	-----
Absorção de água	WA ₂₁ 2	14	2	-----	-----
		12.5	2	-----	-----
		10	2	-----	-----
		8	2	-----	-----
		6	2	-----	-----
		4	2	-----	-----
		2	2	-----	-----
0,063	0,4	-----	-----		

(*) Granulometria típica de acordo com o Q2 e Q3 da EN 13242.

Aprovado :



Data: 15/06/2012



Certificado

ANEXO AO CERTIFICADO DE CONTROLO DE PRODUÇÃO NA FÁBRICA ANNEX TO THE CERTIFICATE OF FACTORY PRODUCTION CONTROL

1328 - CPD - 0122

Local de produção <i>Production place</i>	S. Pedro Fins - MAIA	
Tipo de agregado <i>Aggregate type</i>	Agregado artificial / <i>Manufactured aggregate</i>	
Origem de extracção <i>Extraction source</i>	Escória de Forno de Arco Eléctrico (EAF) / <i>Slag from Electric Arc Furnace (EAF)</i>	
Referência comercial <i>Type references</i>	Dimensão do agregado (d/D) <i>Aggregate dimension (d/D)</i>	EN 13242
A.S.I.C. 0/40	0/40	Agregado de granulometria extensa <i>All-in aggregate</i>
A.S.I.C. 40/100	40/100	Agregado grosso <i>Course aggregate</i>

Utilização prevista <i>Intended use</i>	
EN 13242	Materiais tratados com ligantes hidráulicos e materiais não tratados para utilização em engenharia civil e construção de estradas. <i>Hydraulically bound and unbound materials for use in civil engineering and road construction.</i>

Almada, 29 de Junho de 2012
Almada, 29th June 2012

Francisco Barroca
Diretor Geral / *General Manager*

certif

Certificado

CERTIFICADO DE CONTROLO DE PRODUÇÃO NA FÁBRICA CERTIFICATE OF FACTORY PRODUCTION CONTROL

1328 - CPD - 0122

De acordo com a Directiva 89/106/CEE, de 21 de Dezembro de 1988, do Conselho das Comunidades Europeias, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros no que respeita aos produtos de construção (Directiva dos Produtos de Construção - DPC), alterada pela Directiva 93/68/CEE do Conselho das Comunidades Europeias, de 22 de Julho de 1993, declara-se que o produto de construção

In compliance with the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (Construction Products Directive - CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that the construction product

AGREGADOS AGGREGATES

de acordo com a utilização prevista e características técnicas descritas em anexo
according to the intended use and technical characteristics in the annex

colocado no mercado por / *placed on the market by*

SN MAIA - Siderurgia Nacional, S.A.
S. Pedro Fins - 4425-514 Maia, Portugal

e produzido na fábrica / *and produced in the factory*

SN MAIA - Siderurgia Nacional, S.A.
S. Pedro Fins - 4425-514 Maia, Portugal

é submetido pelo fabricante aos ensaios iniciais de tipo, a um controlo de produção na fábrica e a ensaios complementares de amostras colhidas na fábrica, de acordo com um plano de ensaios pré-estabelecido, e que o organismo notificado n.º 1328, CERTIF - Associação para a Certificação, realizou uma auditoria inicial à fábrica e ao controlo de produção, e efectua o acompanhamento contínuo, a avaliação e a aprovação do controlo de produção na fábrica.

Este certificado atesta que todas as disposições relativas à comprovação da conformidade e ao desempenho do produto descritas no Anexo ZA da norma

is submitted by the manufacturer to the initial type-testing of the product, a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan and that the notified body n.º 1328, CERTIF - Associação para a Certificação, has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the continuous surveillance, assessment and approval of the factory production control.

This certificate attests that all provisions concerning the attestation of factory production control described in the Annex ZA of the standard

EN 13242:2002+A1:2007

foram consideradas.

Este certificado foi emitido pela primeira vez em 2009-02-09 e mantém-se válido desde que não se alterem significativamente as condições definidas na especificação técnica harmonizada ou as condições de fabrico e do controlo de produção na fábrica.

were applied.

This certificate was first issued on 2009-02-09 and remains valid as long as the conditions laid down in the harmonized technical specification in reference or the manufacturing conditions in the factory or the FPC itself are not modified significantly.

Almada, 29 de Junho de 2012
Almada, 29th June 2012



Francisco Barroca
Diretor Geral / General Manager

Este Certificado é constituído por um Anexo com 1 (uma) página
This Certificate includes one Annex with 1 (one) page

Certif - Associação para a Certificação

Rua José Afonso, 9 E - 2810-237 Almada - Portugal - Tel.: 351. 21 258 69 40 - Fax: 351. 21 258 69 59

Anexo 6 – Boletins de ensaio de carga em placa

SENQUAL

SOCIEDADE DE ENGENHARIA E QUALIDADE, LDA

Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho
Tel. 227346825 Fax 227319116
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda. Estrada das Moitas Altas, n° 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 1
---	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim nº: CPL.329.001.14 Data: 20/03/2014 Pág.1/3
---	---

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento: E074
Alcance: 160 bar
Resolução: 0,1 bar
Diâmetro da placa de carga: 600 mm

Comparadores

Código do equipamento:

Comparador 1:	E075	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 2:	E076	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 3:	E077	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 15,4
Humidade relativa: 63,50%
Estado do tempo: Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Regularizada com areia
Tipo de terreno: Tout-venant
Estado do terreno: Seco

Cargas

Reacção mobilizada: Camião
Definição das tensões aplicadas

Fases de ensaio:	1ª Carga:	250 kPa
	1ª Descarga:	0 kPa
	2ª Carga:	200 kPa
	2ª Descarga:	0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou: <i>RF</i> Nicolau Fernandes	Responsável Técnico: <i>RF</i> (Alves Ribeiro, Eng.)
---	---	--

Ponto: 1		Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	
30 s	1,29	0,94	1,18	1,14		
60 s	1,29	0,94	1,18	1,14		
2 min	1,29	0,94	1,19	1,14		
4 min	1,30	0,94	1,20	1,15		
8 min	1,30	1,00	1,21	1,17		
15 min	1,30	1,00	1,21	1,17		

Ponto: 1		Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	1,30	1,00	1,21	1,17	-0,71	
30 s	0,56	0,35	0,48	0,46		
60 s	0,56	0,35	0,48	0,46		
2 min	0,56	0,35	0,48	0,46		
4 min	0,56	0,35	0,48	0,46		
8 min	0,56	0,35	0,48	0,46		
15 min	0,56	0,35	0,48	0,46		

Ponto: 1		Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,56	0,35	0,48	0,46	0,63	
30 s	1,22	0,93	1,13	1,09		
60 s	1,22	0,93	1,13	1,09		
2 min	1,22	0,93	1,13	1,09		
4 min	1,22	0,93	1,13	1,09		
8 min	1,22	0,93	1,13	1,09		
15 min	1,22	0,93	1,13	1,09		

Ponto: 1		Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	-	-	-	-	-	
30 s	-	-	-	-		
60 s	-	-	-	-		
2 min	-	-	-	-		
4 min	-	-	-	-		
8 min	-	-	-	-		
15 min	-	-	-	-		



Cálculo dos Módulos de Deformação E_{v_i}

Ciclo de carga	p_i (Mpa)	z_i (mm)	E_{v_i} (Mpa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	1,2	94,4	1,5
2	0,200	0,6	140,3	

Módulo de deformação:

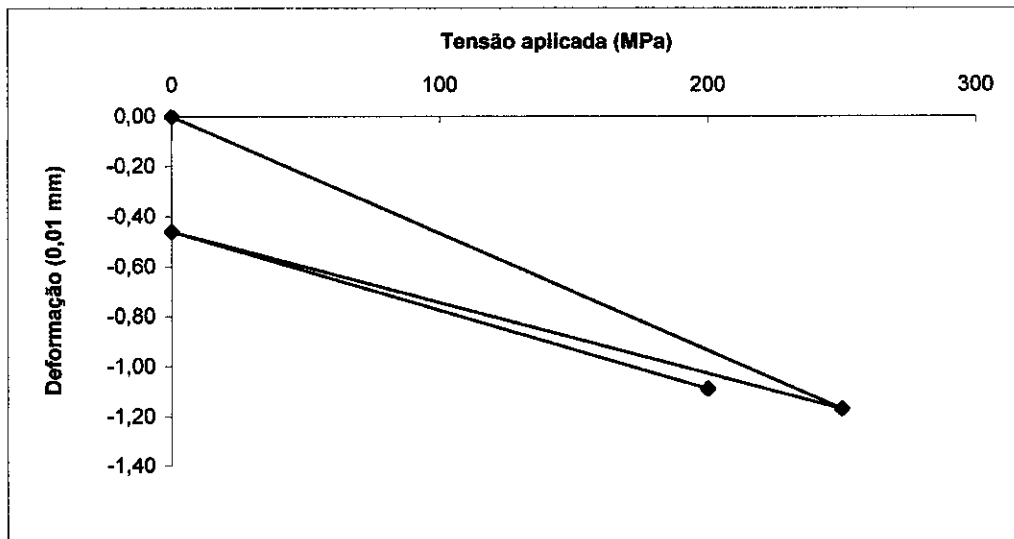
$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

p_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa)

ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25)

d - Diâmetro da placa (mm)

z_i - Deformação (mm)



SENQUAL

SOCIEDADE DE ENGENHARIA E QUALIDADE, LDA

Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho
Tel. 227346825 Fax 227319116
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda. Estrada das Moitas Altas, n° 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 2
---	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim n°: CPL.329.002.14 Data: 20/03/2014 Pág. 1/3
---	--

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento: E074
Alcance: 160 bar
Resolução: 0,1 bar
Diâmetro da placa de carga: 600 mm

Comparadores

Código do equipamento:
Comparador 1: E075 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Comparador 2: E076 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Comparador 3: E077 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 17
Humidade relativa: 60,40%
Estado do tempo: Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Regularizada com areia
Tipo de terreno: Tout-venant
Estado do terreno: Seco

Cargas

Reacção mobilizada: Camião
Definição das tensões aplicadas
Fases de ensaio: 1ª Carga: 250 kPa
1ª Descarga: 0 kPa
2ª Carga: 200 kPa
2ª Descarga: 0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou: Nicolau Fernandes	Responsável Técnico: (Alves Ribeiro, Eng.)
---	-----------------------------------	---

Tempo	Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70
30 s	0,79	0,84	0,44	0,69	
60 s	0,79	0,84	0,44	0,69	
2 min	0,79	0,84	0,44	0,69	
4 min	0,79	0,84	0,44	0,69	
8 min	0,81	0,85	0,45	0,70	
15 min	0,81	0,85	0,45	0,70	

Tempo	Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,81	0,85	0,45	0,70	-0,49
30 s	0,35	0,29	0,01	0,22	
60 s	0,35	0,29	0,01	0,22	
2 min	0,35	0,29	0,01	0,22	
4 min	0,35	0,29	0,01	0,22	
8 min	0,35	0,29	0,01	0,22	
15 min	0,35	0,29	0,01	0,22	

Tempo	Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,35	0,29	0,01	0,22	0,43
30 s	0,75	0,78	0,38	0,64	
60 s	0,75	0,78	0,38	0,64	
2 min	0,76	0,79	0,39	0,65	
4 min	0,76	0,79	0,39	0,65	
8 min	0,76	0,79	0,39	0,65	
15 min	0,76	0,79	0,39	0,65	

Tempo	Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	-	-	-	-	-
30 s	-	-	-	-	
60 s	-	-	-	-	
2 min	-	-	-	-	
4 min	-	-	-	-	
8 min	-	-	-	-	
15 min	-	-	-	-	

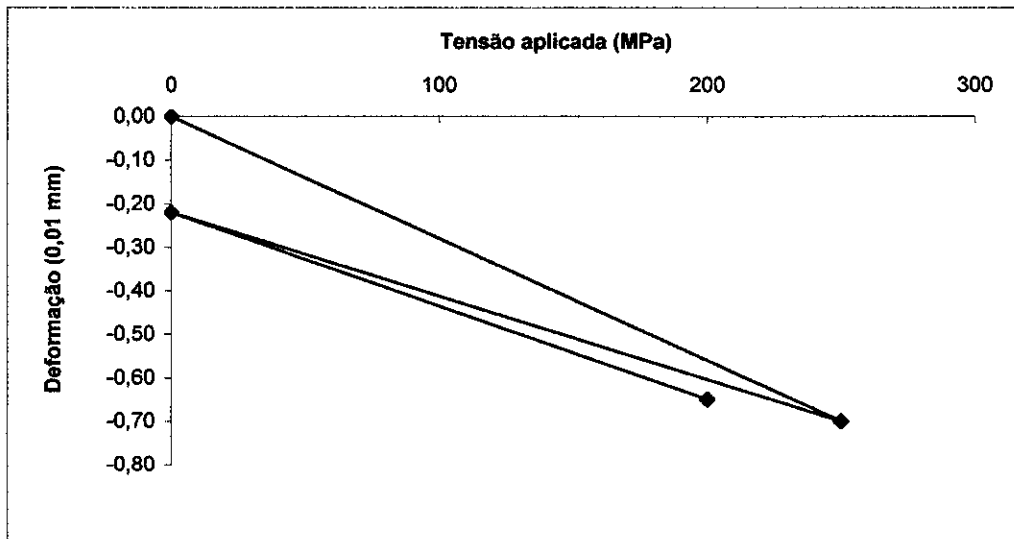
Cálculo dos Módulos de Deformação E_{v_i}

Ciclo de carga	p_i (Mpa)	z_i (mm)	E_{v_i} (Mpa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	0,7	157,8	1,3
2	0,200	0,4	205,5	

Módulo de deformação:

$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

- p_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa)
- ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25)
- d - Diâmetro da placa (mm)
- z_i - Deformação (mm)



SENQUAL

SOCIEDADE DE ENGENHARIA E QUALIDADE, LDA

Rua 19 nº 286, 4500-255 Espinho
Tel. 227346825 Fax 227319116
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda. Estrada das Moitas Altas, nº 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 3
---	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim nº: CPL.329.003.14 Data: 20/03/2014 Pág.1/3
---	---

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento: E074
Alcance: 160 bar
Resolução: 0,1 bar
Diâmetro da placa de carga: 600 mm

Comparadores

Código do equipamento:

Comparador 1:	E075	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 2:	E076	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 3:	E077	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 18,1
Humidade relativa: 50,10%
Estado do tempo: Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Regularizada com areia
Tipo de terreno: Tout-venant
Estado do terreno: Seco

Cargas

Reacção mobilizada: Camião
Definição das tensões aplicadas

Fases de ensaio:	1ª Carga:	250 kPa
	1ª Descarga:	0 kPa
	2ª Carga:	200 kPa
	2ª Descarga:	0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou: Nicolau Fernandes	Responsável Técnico: (Alves Ribeiro, Eng.)
---	-----------------------------------	---

Ponto: 3		Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	
30 s	0,80	0,62	0,77	0,73		
60 s	0,81	0,62	0,79	0,74		
2 min	0,83	0,67	0,80	0,77		
4 min	0,84	0,67	0,82	0,78		
8 min	0,87	0,68	0,85	0,80		
15 min	0,88	0,68	0,86	0,81		

Ponto: 3		Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,88	0,68	0,86	0,81	-0,58	
30 s	0,32	0,23	0,24	0,26		
60 s	0,32	0,23	0,24	0,26		
2 min	0,32	0,23	0,23	0,26		
4 min	0,29	0,18	0,22	0,23		
8 min	0,29	0,18	0,22	0,23		
15 min	0,29	0,18	0,22	0,23		

Ponto: 3		Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,29	0,18	0,22	0,23	0,52	
30 s	0,82	0,63	0,78	0,74		
60 s	0,82	0,63	0,78	0,74		
2 min	0,82	0,63	0,78	0,74		
4 min	0,82	0,63	0,78	0,74		
8 min	0,82	0,63	0,79	0,75		
15 min	0,82	0,63	0,79	0,75		

Ponto: 3		Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	-	-	-	-	-	
30 s	-	-	-	-		
60 s	-	-	-	-		
2 min	-	-	-	-		
4 min	-	-	-	-		
8 min	-	-	-	-		
15 min	-	-	-	-		

Cálculo dos Módulos de Deformação E_{v_i}

Ciclo de carga	P_i (Mpa)	z_i (mm)	E_{v_i} (Mpa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	0,8	136,4	1,2
2	0,200	0,5	169,9	

Módulo de deformação:

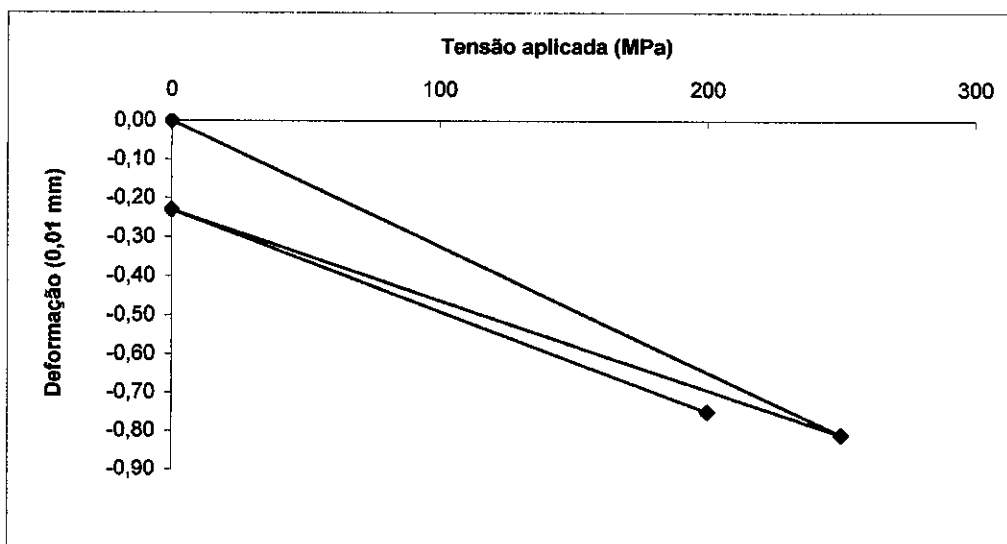
$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{P_i d}{z_i}$$

P_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa)

ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25)

d - Diâmetro da placa (mm)

z_i - Deformação (mm)



Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda. Estrada das Moitas Altas, n° 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 4
---	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim nº: CPL.329.004.14 Data: 20/03/2014 Pág.1/3
---	---

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento:	E074
Alcance:	160 bar
Resolução:	0,1 bar
Diâmetro da placa de carga:	600 mm

Comparadores

Código do equipamento:			
Comparador 1:	E075	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 2:	E076	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm
Comparador 3:	E077	Alcance:	25 mm
		Resolução:	0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar:	18,1
Humidade relativa:	50,10%
Estado do tempo:	Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio:	Superfície
Colocação da placa:	Regularizada com areia
Tipo de terreno:	Tout-venant
Estado do terreno:	Seco

Cargas

Reacção mobilizada:	Camião
Definição das tensões aplicadas	
Fases de ensaio:	1ª Carga: 250 kPa
	1ª Descarga: 0 kPa
	2ª Carga: 200 kPa
	2ª Descarga: 0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou: Nicolau Fernandes	Responsável Técnico: (Aves Ribeiro, Eng.)
---	-----------------------------------	--

Tempo	Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12
30 s	1,28	1,06	1,02	1,12	
60 s	1,28	1,06	1,02	1,12	
2 min	1,28	1,06	1,02	1,12	
4 min	1,28	1,06	1,02	1,12	
8 min	1,28	1,06	1,02	1,12	
15 min	1,28	1,06	1,02	1,12	

Tempo	Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	1,28	1,06	1,02	1,12	-0,63
30 s	0,66	0,45	0,54	0,55	
60 s	0,66	0,45	0,54	0,55	
2 min	0,66	0,45	0,54	0,55	
4 min	0,63	0,41	0,49	0,51	
8 min	0,62	0,39	0,46	0,49	
15 min	0,62	0,39	0,46	0,49	

Tempo	Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,62	0,39	0,46	0,49	0,51
30 s	1,17	0,90	0,93	1,00	
60 s	1,17	0,90	0,93	1,00	
2 min	1,17	0,90	0,93	1,00	
4 min	1,18	0,90	0,93	1,00	
8 min	1,18	0,90	0,93	1,00	
15 min	1,18	0,90	0,93	1,00	

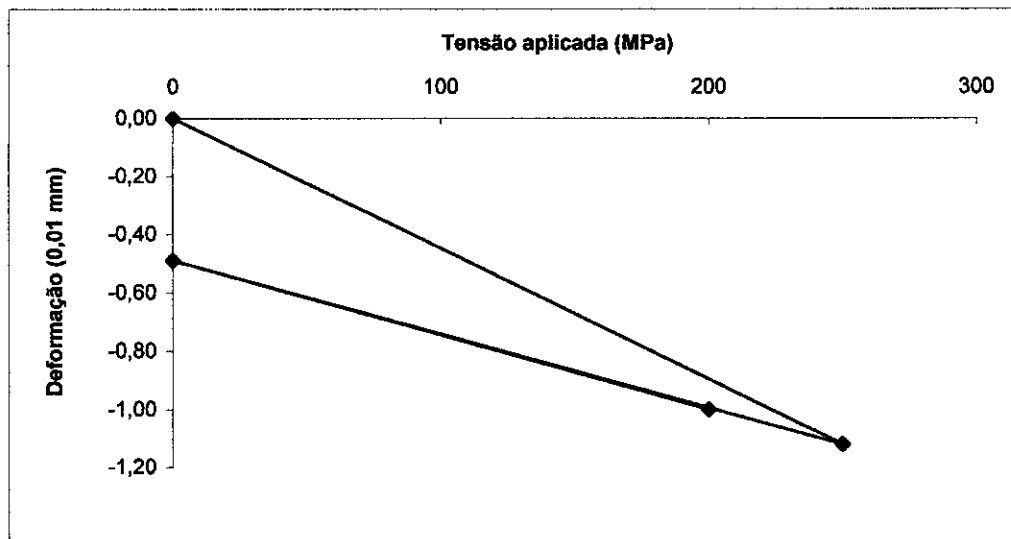
Tempo	Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	-	-	-	-	-
30 s	-	-	-	-	
60 s	-	-	-	-	
2 min	-	-	-	-	
4 min	-	-	-	-	
8 min	-	-	-	-	
15 min	-	-	-	-	

Cálculo dos Módulos de Deformação EV_i

Ciclo de carga	p_i (Mpa)	z_i (mm)	EV_i (Mpa)	EV_2/EV_1
1	0,250	1,1	98,6	1,8
2	0,200	0,5	173,3	

Módulo de deformação:

$$EV_i = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

 p_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa) ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25) d - Diâmetro da placa (mm) z_i - Deformação (mm)

Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho
Tel. 227346825 Fax 227319116
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda Estrada das Moitas Altas, n° 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 5
--	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim nº: CPL.329.005.14 Data: 20/03/2014 Pág.1/3
---	---

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento: E074
Alcance: 160 bar
Resolução: 0,1 bar
Diâmetro da placa de carga: 600 mm

Comparadores

Código do equipamento:
Comparador 1: E075 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Comparador 2: E076 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Comparador 3: E077 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 19,3
Humidade relativa: 46,50%
Estado do tempo: Sol



Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Regularizada com areia
Tipo de terreno: Tout-venant
Estado do terreno: Seco

Cargas

Reacção mobilizada: Camião
Definição das tensões aplicadas
Fases de ensaio: 1ª Carga: 250 kPa
1ª Descarga: 0 kPa
2ª Carga: 200 kPa
2ª Descarga: 0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou:  Nicolau Fernandes	Responsável Técnico:  (Alves Ribeiro, Eng.)
---	---	--

Ponto: 5		Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	
30 s	0,97	0,76	0,93	0,89		
60 s	0,97	0,76	0,94	0,89		
2 min	0,98	0,76	0,94	0,89		
4 min	0,98	0,76	0,94	0,89		
8 min	0,98	0,76	0,94	0,89		
15 min	0,98	0,76	0,94	0,89		

Ponto: 5		Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,98	0,76	0,94	0,89	-0,63	
30 s	0,30	0,25	0,24	0,26		
60 s	0,30	0,25	0,24	0,26		
2 min	0,30	0,25	0,24	0,26		
4 min	0,31	0,25	0,24	0,27		
8 min	0,31	0,25	0,24	0,27		
15 min	0,31	0,25	0,24	0,27		

Ponto: 5		Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	0,31	0,25	0,24	0,27	0,56	
30 s	0,89	0,69	0,85	0,81		
60 s	0,89	0,69	0,85	0,81		
2 min	0,89	0,69	0,85	0,81		
4 min	0,89	0,69	0,86	0,81		
8 min	0,90	0,69	0,88	0,82		
15 min	0,90	0,69	0,88	0,82		

Ponto: 5		Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
Tempo	Leituras				Média	Deformação (mm)
	Comparadores					
	1	2	3			
0 s	-	-	-	-	-	
30 s	-	-	-	-		
60 s	-	-	-	-		
2 min	-	-	-	-		
4 min	-	-	-	-		
8 min	-	-	-	-		
15 min	-	-	-	-		

Cálculo dos Módulos de Deformação E_{v_i}

Ciclo de carga	p_i (Mpa)	z_i (mm)	E_{v_i} (Mpa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	0,9	124,1	1,3
2	0,200	0,6	160,7	

Módulo de deformação:

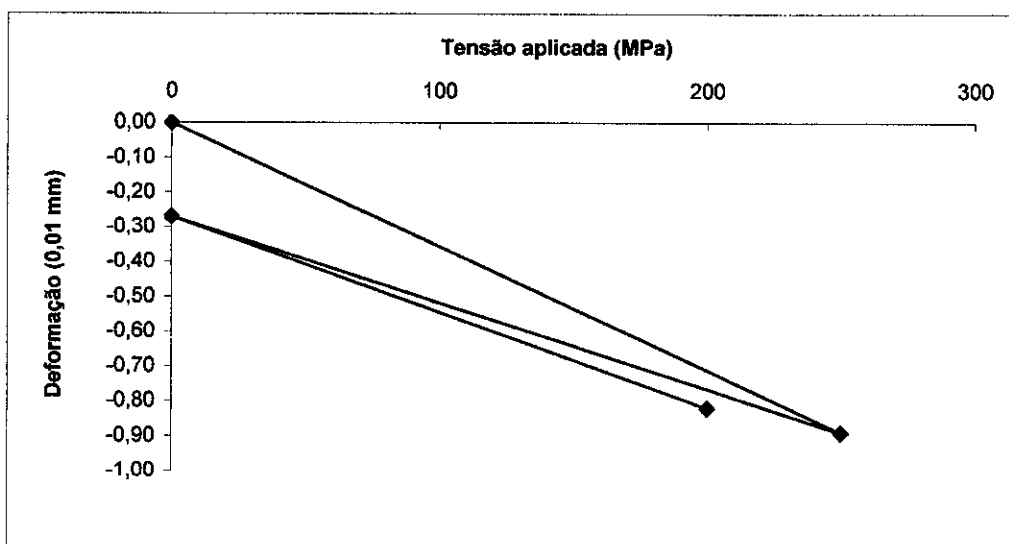
$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

p_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa)

ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25)

d - Diâmetro da placa (mm)

z_i - Deformação (mm)



Rua 19 n° 286, 4500-255 Espinho
Tel. 227346825 Fax 227319116
E-mail: senqual@sapo.pt

Requerente: Betãoconcept, Unipessoal, Lda Estrada das Moitas Altas, n° 300, Armazém A Pinheiros 2415-746 Leiria	Obra: DST - APDL Referência: Carga em placa 6
--	--

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000	Boletim n°: CPL.329.006.14 Data: 20/03/2014 Pág.1/3
---	---

Características do equipamento

Célula de pressão

Código do equipamento: E074
Alcance: 160 bar
Resolução: 0,1 bar
Diâmetro da placa de carga: 600 mm

Comparadores

Código do equipamento:
Comparador 1: E075 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm
Comparador 2: E076 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm
Comparador 3: E077 Alcance: 25 mm
Resolução: 0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 19,3
Humidade relativa: 46,50%
Estado do tempo: Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Regularizada com areia
Tipo de terreno: Tout-venant
Estado do terreno: Seco

Cargas

Reacção mobilizada: Camião
Definição das tensões aplicadas
Fases de ensaio: 1ª Carga: 250 kPa
1ª Descarga: 0 kPa
2ª Carga: 200 kPa
2ª Descarga: 0 kPa

Observações:

Data de ensaio: Inicial: 20/03/2014 Final: 20/03/2014	Ensaiou: Nicolau Fernandes	Responsável Técnico: (Alves Ribeiro, Eng.)
---	-----------------------------------	---



Tempo	Fase: 1ª Carga			Tensão: 250 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11
30 s	1,04	0,93	1,16	1,04	
60 s	1,05	0,93	1,17	1,05	
2 min	1,07	1,03	1,20	1,10	
4 min	1,08	1,03	1,21	1,11	
8 min	1,08	1,03	1,21	1,11	
15 min	1,08	1,03	1,21	1,11	

Tempo	Fase: 1ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	1,08	1,03	1,21	1,11	-0,42
30 s	0,61	0,71	0,73	0,68	
60 s	0,61	0,71	0,73	0,68	
2 min	0,61	0,71	0,73	0,68	
4 min	0,61	0,71	0,73	0,68	
8 min	0,61	0,71	0,73	0,68	
15 min	0,61	0,71	0,73	0,68	

Tempo	Fase: 2ª Carga			Tensão: 200 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	0,61	0,71	0,73	0,68	0,37
30 s	1,02	1,00	1,15	1,06	
60 s	1,02	1,00	1,15	1,06	
2 min	1,02	1,00	1,15	1,06	
4 min	1,02	1,00	1,15	1,06	
8 min	1,02	1,00	1,15	1,06	
15 min	1,02	1,00	1,15	1,06	

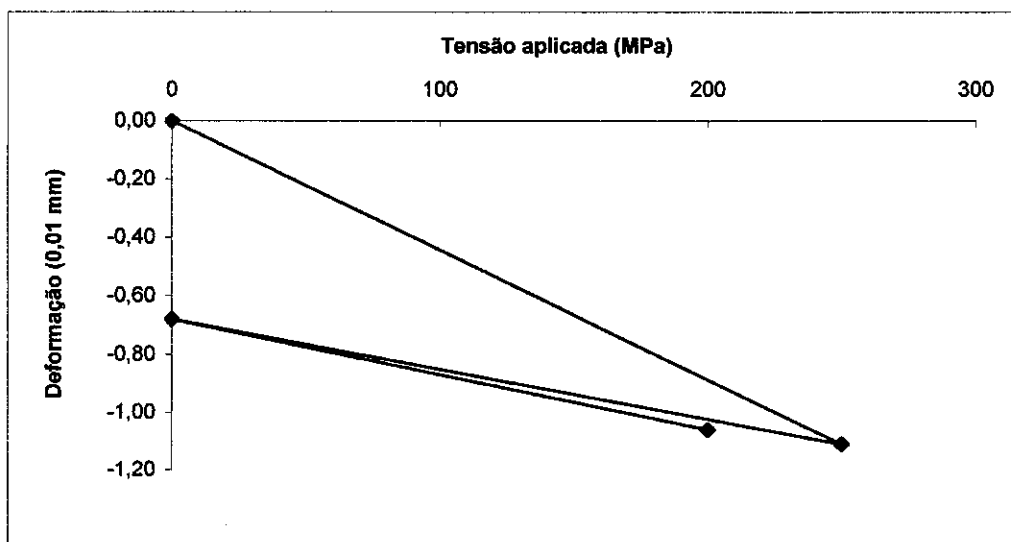
Tempo	Fase: 2ª Descarga			Tensão: 0 kPa	
	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
1	2	3			
0 s	-	-	-	-	
30 s	-	-	-	-	
60 s	-	-	-	-	
2 min	-	-	-	-	
4 min	-	-	-	-	
8 min	-	-	-	-	
15 min	-	-	-	-	

Cálculo dos Módulos de Deformação E_{v_i}

Ciclo de carga	p_i (Mpa)	z_i (mm)	E_{v_i} (Mpa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	1,1	99,5	2,4
2	0,200	0,4	238,8	

Módulo de deformação:

$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

 p_i - Tensão transmitida pela placa (Mpa) ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25) d - Diâmetro da placa (mm) z_i - Deformação (mm)

Anexo 7 – Especificações das normas DIN18202 e 15185, da Technical Report 34 para pavimentos de alta planimetria e um gráfico exemplo produzido pelo Prop II Meter da Face consultants.

Face Consultants : Home



Technical Report 34 (TR-34) Defined Traffic

The UK Concrete Society's Technical Report 34 (TR-34) divides defined traffic floors into three categories of surface regularity. These categories are based on the operating height of the material handling equipment (MHE), making the specifications easy to understand while providing concise details on their requirements.

The table below shows the specifications in the UK Concrete Society's Technical Report No. 34 (2003 Edition: Section 4) which further discusses the flatness requirements and allowable values on defined movement for warehouse floors.

TR-34 (3rd Edition) - Table 4.3: Permissible Limits on Properties I, II, III in Defined Movement Areas

Floor Classification	MHE Lift Height	Property I Limit (Longitudinal)		Property II Limit (Longitudinal)		Property III Limit (Transverse)			
		95%	100%	95%	100%	Wheel track up to 1.5m		Wheel track over 1.5m	
						95%	100%	95%	100%
		<p>The elevational difference in mm between two points 300mm apart, measured continuously along the centre of the front load wheels.</p>		<p>To control the flatness, the change in elevational difference between two consecutive measurements of elevational difference (Property I) each measured over 300mm</p>		<p>The elevational difference in mm between the centres of the front load wheels of the MHE, measured continuously</p>			
Superflat (SF)	Over 13 m	0.75	1.0	1.0	1.5	1.5	2.5	2.0	3.0
Category 1	8 - 13 m	1.5	2.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	4.5
Category 2	Up to 8 m	2.5	4.0	3.25	5.0	3.5	5.0	4.0	6.0

Note: TR 34 imposes two limits on each property - No readings are allowed to exceed the 100% limit, but up to 5% of the readings may exceed the 95% limit. The use of two limits represents an attempt to control not just the extreme values, but also the distribution of readings below those extremes.

How to Measure

FACE Digital Profilegraph has proven to be one of the most precise and efficient instruments available for surveying defined traffic floors. After the initial setup and configuration, this state of the art instrument takes only 10 minutes to complete the survey on a whole aisle length of 100 meters.

Read more on related topics:

- [Free Movement Floors](#)
- [Flatness Specifications](#)
- [Floor Flatness Survey](#)
- [Why Flatness Is Important](#)



Flatness Specification: DIN 15185

Table 1. Differences in height across the driving track

	permissible difference in height h as limit value between the outer driving tracks Sp with track width S in m			
	up to 1,0 m	above 1,0 m up to 1,5 m	above 1,5 m up to 2,0 m	above 2,0 m up to 2,5 m
Truck lift height $\leq 6,00$ m	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm	3,5 mm
Truck lift height $> 6,00$ m and mechanized operation	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm

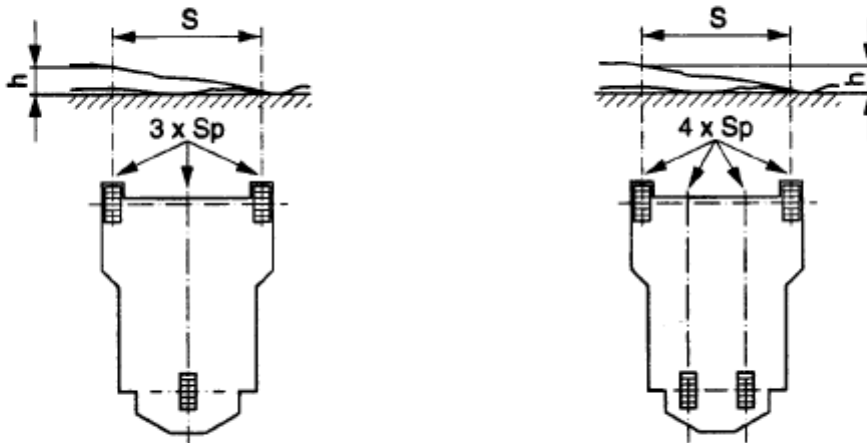


Table 2. Flatness tolerance lengthwise of the drive tracks

Fixed measure for limit values in the drive tracks Sp with distances of the measure points in m				
	1,0 m	2,0 m	3,0 m	4,0 m
for all types of application	2,0 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm
The checking of the flatness is done according to DIN 18 202				

The remaining surface must correspond in its flatness to DIN 18 202/05.86, table 3, line 3.

Face Consultants Ltd.

Dene House
North Road
Kirkburton
Huddersfield
United Kingdom
HD8 0RW

Offices Worldwide.

VAT Reg No: 567 2890 01. Registered in England No: 2928994.



COGRI GROUP

Tel: +44 (0)1484 600090

Fax: +44 (0)1484 600095

Email: info@face-consultants.com

Website: www.face-consultants.com

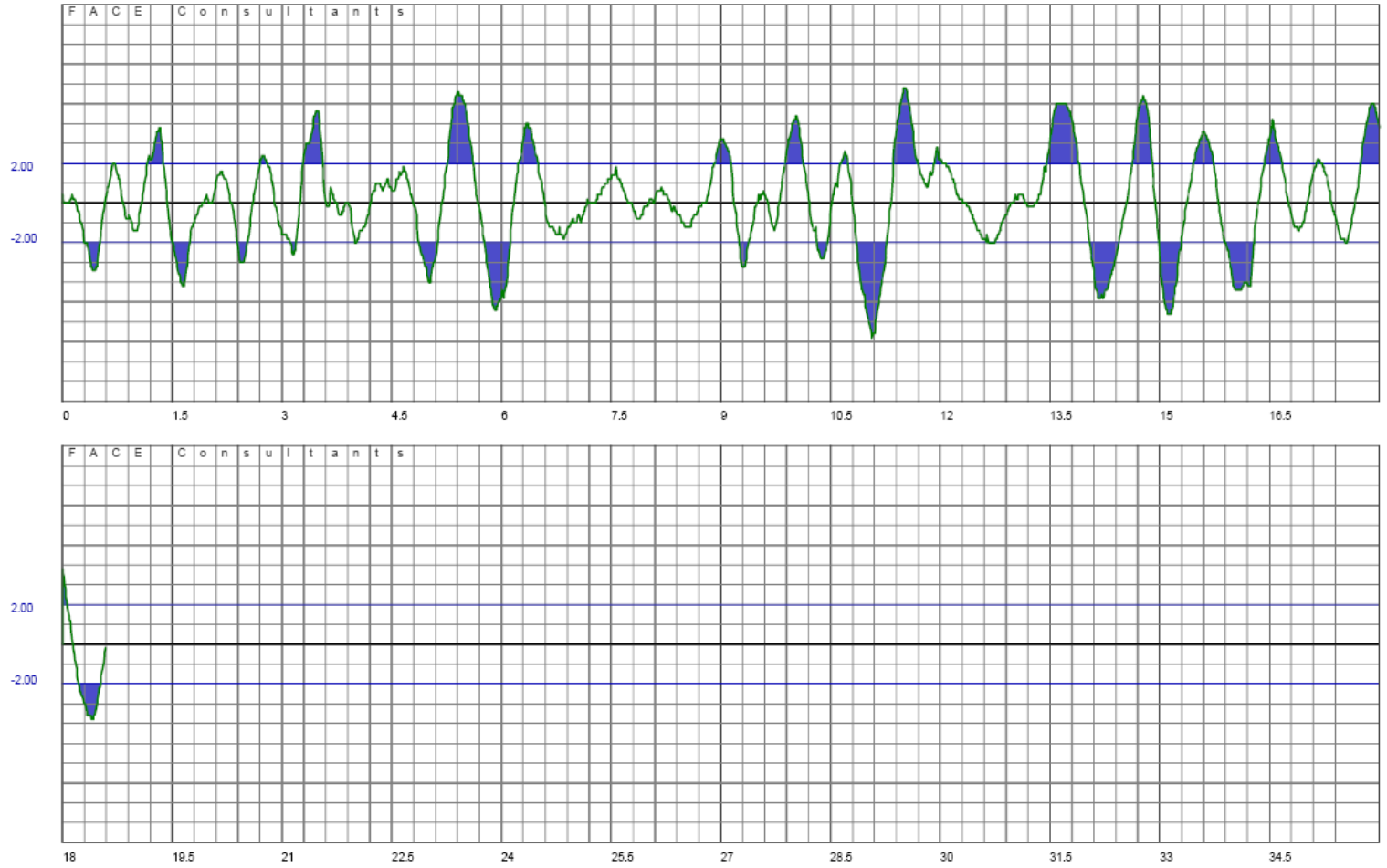


Face Consultants Prop II Meter Sample Survey Result

Job Name: 240713

Property F Graph

Run Number: 1



Face Consultants Ltd.

Dene House
North Road
Kirkburton
Huddersfield
United Kingdom
HD8 0RW

Offices Worldwide.
VAT Reg No: 567 2890 01. Registered in England No: 2928994.

Tel: +44 (0)1484 600090
Fax: +44 (0)1484 600095
Email: info@face-consultants.com
Website: www.face-consultants.com

FACE CONSULTANTS LTD

FREE MOVEMENT SURVEYS
FM2 SPECIAL

**Table 4.4 (Concrete Society's Technical Report
Number 34 - 2003 Edition)**

Further explanatory information

FREE MOVEMENT SURVEYS

Method statement to survey a floor's surface regularity, in accordance with
The Concrete Society's Supplement to Technical Report No:34

Floor classification	Floor use	Maximum permissible limits			
		Property II		Property IV	
		95%	100%	95%	100%
		FM2 (Special)	Floors for possible conversion to category 1 Defined Movement	3.0mm	4.5mm

<p>Property II</p> <p>Property II = The rate in change of slope over a distance of 600mm</p>	<p>Property IV</p> <p>Property IV = Difference in level between two adjacent points set out on a 3.0m x 3.0m grid.</p>
---	---

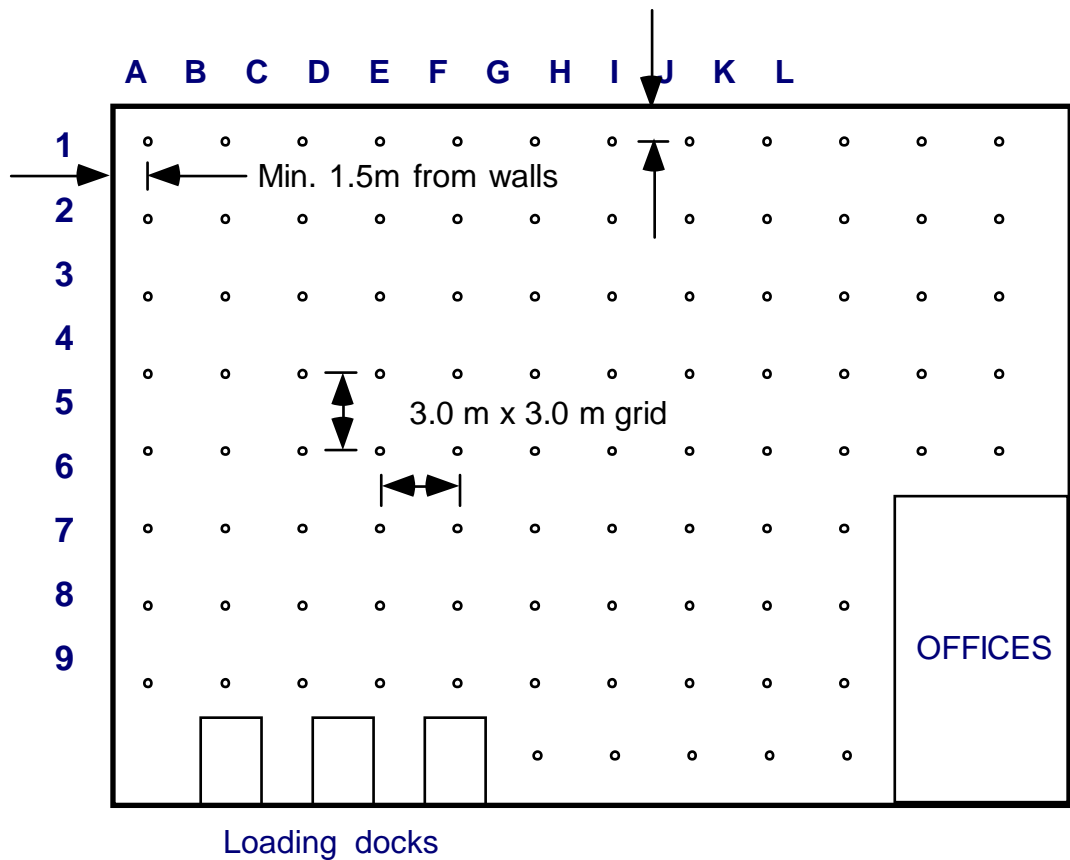
A representation of the revised Table 4.4, showing the allowable values of the properties of flatness and levelness for free movement floor areas.

The Concrete Society's TR34 (table 4.4) recommends that 2 basic properties of the floor's surface regularity should be surveyed:-

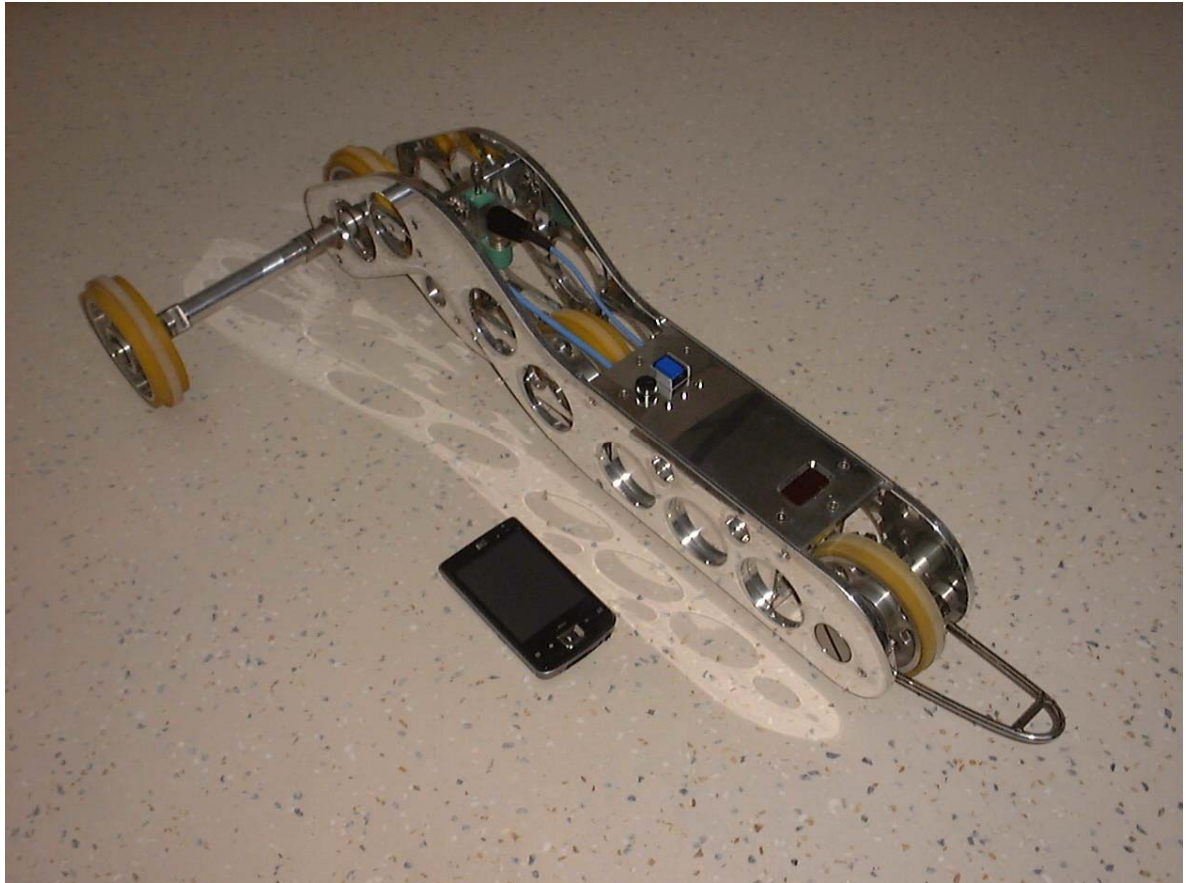
1. Flatness - **Property II**, as the rate in change of slope over 600mm.
2. Levelness - **Property IV**, as the difference in elevation between two opposing points 3.0 metres apart, set out on a 3.0 x 3.0 metre grid.

The above properties should be tested, by random sampling, in the following manner:

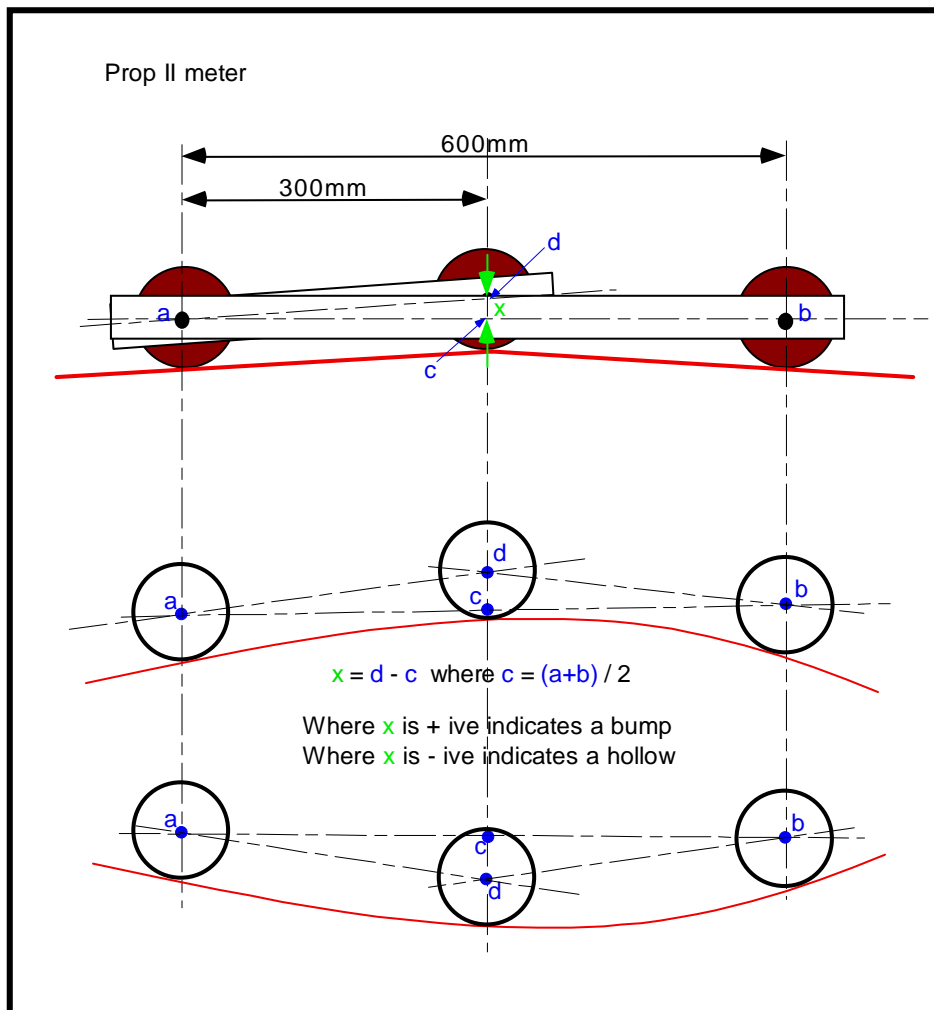
- a) The area is set out on a 3 metre grid pattern.



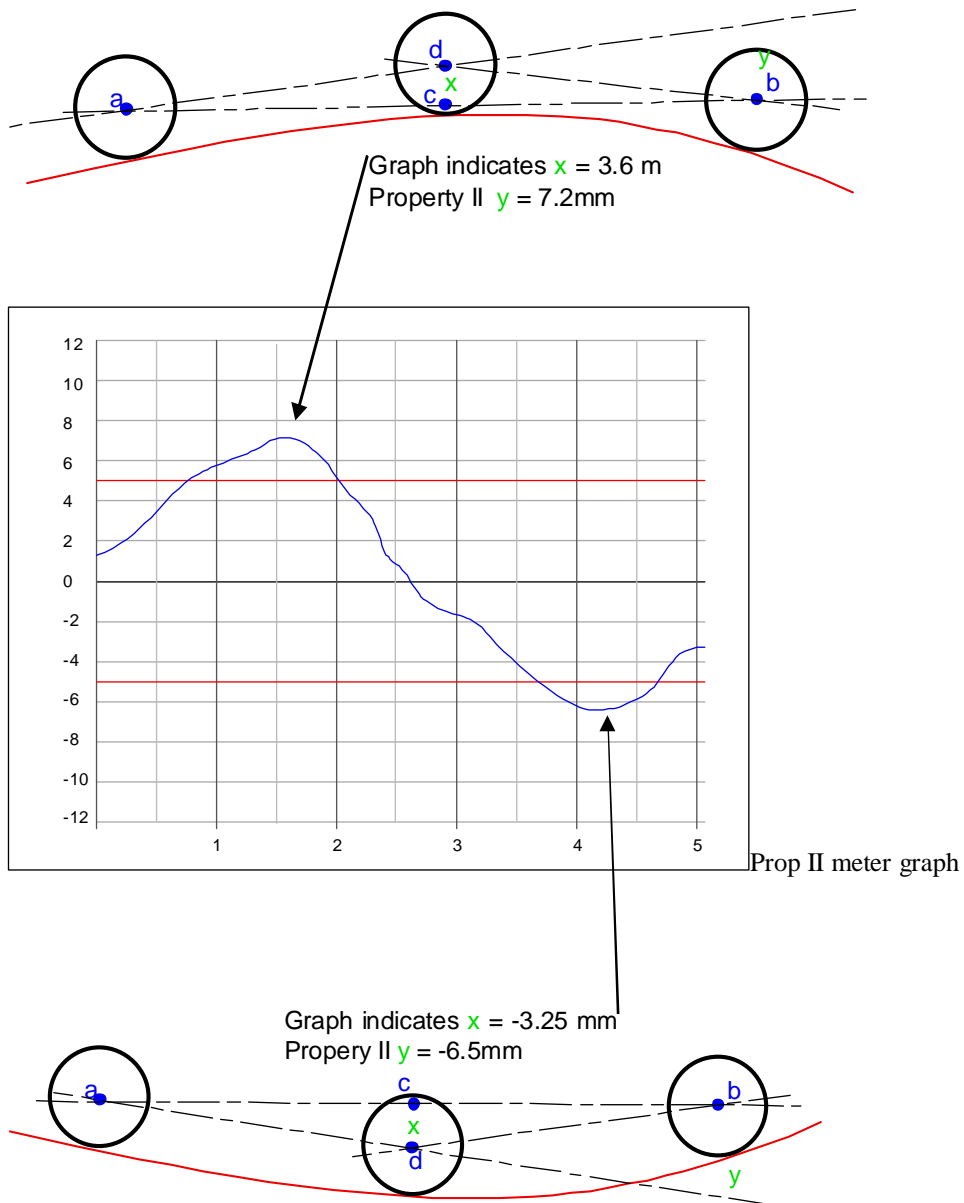
- b) Level readings are taken at each grid intersection point, using an engineer's precise optical level, a parallel plate micrometer and an invar staff. This equipment takes readings to 0.1mm accuracy and the figures are used to calculate the **Property IV** results.
- c) The **Property II** element is measured by means of the Face Prop II meter.



The Prop II meter is simply walked along the floor and the data is collected digitally. At the end of a survey run the data is downloaded to a hand held computer and then the next run can start. When the whole of the floor is surveyed the hand held computer is then connected to a laptop or PC and all the survey data downloaded to the Prop II meter programme. At the touch of a button the data is analysed, the %error per survey line is calculated and the differential graphs produced.



From the data collected by the Face prop II meter the deviation in mm to the mean line of the outer two wheels is multiplied by two to calculate the property II rate in change value. This is generated into a continuous differential graph. The tolerance limits are then produced on the graphs. Where the resultant graphs cross the tolerance limit lines this indicates non-conformance with the specification. The error is then calculated as a % of the total length of a given run.



The Prop II meter is simply run down sections of the floor at walking speed and the profiles for each of the Property II tests generated. We would suggest the total length of the survey runs (L in metres) equals Total floor Area (A) divided by 10.

E.g. A floor area (A) of $30\text{m} \times 30\text{m} = 900\text{m}^2$

$$\text{Total length of survey lines } L = 900 / 10 = 90 \text{ metres}$$

Half of the total survey length is to be run in one direction and the other half at right angles.

Property II

Below is an example of the summary sheet of results from a Face Prop II meter survey.

The upper section of the table shows:

Project name, location, surveyor's initials, job number & date of survey
Specification tested against FM2 (Special)
Property limits relating to the Specification tested against.

Summary Of Results

Job Name:	Example	Job Number:	FC/XX/XXXX
Location:	Unit 1	Date:	10/10/2007
Surveyor:	AA		

Specification	Description	Limit
FM2 Special 20...	95% Compliance	3.0 mm
	100% Compliance	4.5 mm

Run No.	Limits	Compliance	Achieved	Run Length
1	95% Compliance	95%	99.8%	35.4 m
	100% Compliance	100%	100%	
2	95% Compliance	95%	99.8%	35.4 m
	100% Compliance	100%	100%	

The lower section of the summary sheet shows:

Run number.
Property II compliance percentage achieved
Run length.

The results in the table are colour coded:



For each run, if the minimum required compliance percentage is achieved, the result is displayed in green text.
If the minimum required compliance percentage is not achieved the result is displayed in red text.

Property IV

From the level readings taken at the intersection points of the 3.0m grid, the difference in elevation between adjacent points can then be calculated. Any differences in elevation exceeding the permitted limits in table 4.4 are highlighted, and the total percentage number of errors is calculated to check compliance with the **Property IV** specification.

Example. FM2-Special (TR34 2003). Property IV

Property IV	Ref		A 0m	B 3m	C 6m	D 9m	E 12m				
Level Reading	1	0m	1830.0	5.7	24.3	-3.9	28.2	1.9	26.3	-3.6	29.9
		Diff. In Elev.	4.1	-10.6	0.1	-6.7	-0.6				
	2	3m	25.9	-9.0	34.9	6.8	28.1	-4.9	33.0	2.5	30.5
			-5.3	4.3	1.4	4.6	7.4				
	3	6m	31.2	0.6	30.6	3.9	26.7	-1.7	28.4	5.3	23.1
			2.5	-0.4	-8.4	-1.9	-6.5				
	4	9m	28.7	-2.3	31.0	-4.1	35.1	4.8	30.3	0.7	29.6

	Indicates results between	6.5	and	10 mm
	Indicates results over	10 mm		
UTS	Indicates Unable to Survey due to obstruction			
COL	Indicates a Column within 1.5m radius			
VOID	Indicates a Void area (not surveyed)			

<u>Results</u>		<u>Compliance Limits</u>
Lowest Elev. from datum =	-5.6 mm	+/-15 mm
Highest Elev. from datum =	6.4 mm	+/-15 mm
Greatest Diff. in Elev. over 3m =	10.6 mm	10.0 mm
% of Results over 6.5mm =	19.4 %	5.0 %
% of Results over 10mm =	3.2 %	0.0 %
Mean of Differential of Elev. =	4.08 mm	
Mean Displacement of Elev. =	0.43 mm	
Standard Deviation =	4.85	
Range (Max - Min) =	12.0 mm	
Datum =	1829.5	

<u>Standard Deviations</u>		
	Required:	Achieved:
SD	3.25	4.85
95% (2xSD)	6.5	9.71
100% (3xSD)	10	14.56

Flatness Specification: DIN 18202 – Table 3

Table 3: Flatness tolerances

Column	1	2	3	4	5	6
Group	Applicable to	Position deviations (limit values), in mm, for distances between measuring points, in m, up to				
		0.1	1 *	4 *	10 *	15 * †
1	unfinished upper surfaces of floors, subfloors and concrete bases	10	15	20	25	30
2	unfinished upper surfaces of floors, subfloors and concrete bases subject to more stringent requirements (e.g. to receive floating screed, industrial floors, tile flooring and bonded screed), and finished surfaces for minor purposes (e.g. in storerooms or basements)	5	8	12	15	20
3	finished floors (e.g. screed as wearing courses or screed to receive a flooring, trowelled or bonded floorings)	2	4	10	12	15
4	As group 3, but subject to more stringent requirements	1	3	9	12	15
5	unfinished walls and unfinished ceilings	5	10	15	25	30
6	finished walls and ceilings (e.g. plastered walls, wall claddings and linings, suspended ceilings)	3	5	10	20	25
7	As group 6, but subject to more stringent requirements	2	3	8	15	20
* Intermediate values shall be taken from figures 1 and 2, and shall be given to the nearest millimetre.						
† The flatness tolerances in column 6 also apply to distances between measuring points of over 15m.						



COGRI GROUP

Face Consultants Ltd.

Dene House
North Road
Kirkburton
Huddersfield
United Kingdom
HD8 0RW

Offices Worldwide.

VAT Reg No: 567 2890 01. Registered in England No: 2928994.

Tel: +44 (0)1484 600090

Fax: +44 (0)1484 600095

Email: info@face-consultants.com

Website: www.face-consultants.com

Anexo 8 – Projeto do pavimento de betão dos armazéns A e B da Betão Concept/Arcelor Mittal

