

INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

Curso de Mestrado em
TECNOLOGIA E GESTÃO DAS CONSTRUÇÕES

Relatório de Estágio
DIRECÇÃO DE OBRA – OBRAS DE ARTE
AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA – ÁREA 3

DAMIÃO BARBOSA, N.º 1890276

Novembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Expresso os meus sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram de forma diversa para a realização deste trabalho, e em especial:

À minha esposa Margarida pelo apoio incondicional que me deu desde o início do Mestrado, e na realização deste relatório,

Aos meus filhos Cátia e Tiago, que são o meu orgulho, e que terão sentido a minha ausência em várias fases destes dois anos de Mestrado,

À empresa Contacto - Sociedade de Construções, S.A., pelo estabelecimento do protocolo que permitiu a realização deste estágio,

Ao Prof. Doutor Rui Camposinhos, orientador deste estágio, pela disponibilidade, correcções ao relatório e sugestões apresentadas,

Ao Eng^o. Florentino Dias, co-orientador deste estágio, pelo apoio e sugestões apresentadas.

PALAVRAS-CHAVE

Direcção de obra, Obras de Arte, Betão Armado

RESUMO

Este relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido em ambiente de estágio académico numa Empreitada compreendendo Obras de Arte Correntes e Obras de Arte Especiais inseridas em traçado actual do IP4 que está a ser transformado em Auto-Estrada.

As Obras de Arte Correntes compreendem Passagens Superiores, Passagens Inferiores e Passagens superiores de Nó.

As Obras de Arte Especiais compreendem duas Pontes com vãos distintos.

Todas as Obras de Arte referidas neste relatório contemplam uma solução mista de betão armado “in situ” e tabuleiros com vigas e pré-lajes em betão pré-fabricado. Além da descrição de todas as actividades realizadas em betão armado “in situ”, desde as fundações até ao tabuleiro, descreve também a execução dos diversos tipos de trabalhos de acabamentos. Além das actividades de construção civil, é efectuada uma descrição das actividades a cujo processo de realização estão associados trabalhos de concepção e desenvolvimento, como é o caso dos cimbres.

Este relatório faz uma descrição abrangente das funções da Direcção de Obra numa Empreitada de Obras de Arte, que para além da execução da obra, com todas as actividades que lhe são inerentes, compreende várias áreas funcionais que fazem parte de uma empresa de construção civil, como a área comercial, financeira, planeamento, aprovisionamento, controlo orçamental, gestão contratual, gestão de subempreitadas e gestão da qualidade, ambiente e segurança.

KEYWORDS

Construction Management, Civil Engineering Structures, Concrete

ABSTRACT

This report concerns the work developed in an academic traineeship environment on a Construction Management Contractor for Current Civil Engineering Structures and for Special Civil Engineering Structures involved in a new motorway section and in some areas of the IP4, which are being transformed into a motorway.

The Current Civil Engineering Structures include Overpasses, Underpasses and Connection Overpasses.

The Special Civil Engineering Structures include two Bridges with different spans.

All the Civil Engineering Structures mentioned on this report include a mixed solution of "in situ" concrete and bridge decks with beams and pre-slabs in prefabricated concrete. Besides the description of all activities carried out in "in situ" reinforced concrete, from foundations to the deck, it also describes the execution of the various types of finishing works. In addition to civil construction activities, it also describes the activities associated with design and development work, as is the case of falsework.

This report provides a comprehensive description of the Construction Management functions on a Civil Engineering Structures Contractor which, in addition to the execution of the work with all inherent activities, covers several functional areas that are part of a construction company, such as commercial, financial, planning, procurement, budget control, contract management, subcontractors management and quality, environmental and safety management.

ÍNDICE DE TEXTO

| | |
|--|-----------|
| Capítulo 1 - Introdução | 1 |
| Capítulo 2 – Obras de Arte Correntes..... | 7 |
| 2.1 Introdução | 9 |
| 2.2 Descrição dos trabalhos realizados para a construção das Obras de Arte Correntes | 15 |
| 2.2.1 Execução de fundações..... | 15 |
| 2.2.2 Execução de pilares..... | 20 |
| 2.2.3 Execução de vigas travessa..... | 22 |
| 2.2.4 Execução dos encontros..... | 25 |
| 2.2.5 Colocação dos aparelhos de apoio | 29 |
| 2.2.6 Vigas pré-fabricadas em betão | 32 |
| 2.2.7 Carlingas e tabuleiro..... | 35 |
| 2.2.8 Acabamentos - Vigas de bordadura, lancil, passeio e guardas definitivas... | 43 |
| 2.2.9 Juntas de dilatação | 52 |
| 2.2.10 Drenagens e revestimento de taludes | 57 |
| 2.2.11 Recepção provisória | 58 |
| Capítulo 3 – Obras de Arte Especiais | 59 |
| 3.1 Introdução | 61 |
| 3.2 Descrição dos trabalhos realizados para a construção das Obras de Arte Especiais..... | 64 |
| 3.2.1 Execução de Fundações..... | 64 |
| 3.2.2 Execução de pilares..... | 66 |
| 3.2.3 Execução de vigas travessa..... | 68 |
| 3.2.4 Execução de capitéis..... | 71 |
| 3.2.5 Execução dos encontros..... | 73 |

| | | |
|--|--|------------|
| 3.2.6 | Colocação dos aparelhos de apoio | 76 |
| 3.2.7 | Vigas pré-fabricadas em betão | 79 |
| 3.2.8 | Carlingas e Tabuleiro..... | 85 |
| 3.2.9 | Acabamentos - Vigas de bordadura, lancil, passeio e guardas definitivas ... | 87 |
| 3.2.10 | Juntas de dilatação | 88 |
| 3.2.11 | Recepção Provisória..... | 88 |
| Capítulo 4 – Gestão, Planeamento e Orçamentação..... | | 89 |
| 4.1 | Planeamento..... | 91 |
| 4.2 | Reorçamento / Validação de objectivos de gestão..... | 92 |
| 4.3 | Implementação dos Planos de Qualidade, de Ambiente e de Segurança da Obra | 92 |
| 4.4 | Gestão das subempreitadas, materiais e equipamentos..... | 95 |
| 4.5 | Controlo orçamental da obra..... | 95 |
| 4.6 | Gestão Contratual..... | 96 |
| Capítulo 5 – Qualidade, Segurança, Ambiente e Monitorização | | 99 |
| 5.1 | Implementação dos Planos de Monitorização e Medição, respectivos Registos de Monitorização e Medição e eventuais Registos de Não Conformidade e Registos de Acções Preventivas e Correctivas | 101 |
| 5.2 | Auditorias..... | 103 |
| 5.3 | Ensaios | 103 |
| 5.3.1 | Aço..... | 103 |
| 5.3.2 | Aço para pré-esforço | 103 |
| 5.3.3 | Betão | 104 |
| 5.3.4 | Estacas | 106 |
| 5.3.5 | Pré-esforço | 111 |
| 5.4 | Controlo de Dispositivos de Monitorização e Medição | 112 |
| Capítulo 6 – Conclusões..... | | 113 |
| BIBLIOGRAFIA..... | | 119 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Localização do traçado | 3 |
| Figura 1.2 – Traçado entre Amarante e Quintanilha | 4 |
| Figura 1.3 – Traçado entre Macedo de Cavaleiros e Quintanilha..... | 5 |
| Figura 2.1 – Passagem Inferior – Corte transversal. | 12 |
| Figura 2.2 – Passagem Superior de Nó – Corte transversal. | 13 |
| Figura 2.3 – Passagem Superior – Corte transversal..... | 13 |
| Figura 2.4 – Execução de sapatas..... | 16 |
| Figura 2.5 – Sapatas..... | 16 |
| Figura 2.6 – Furação e introdução dos tubos..... | 17 |
| Figura 2.7 – Colocação da armadura..... | 17 |
| Figura 2.8 – Pormenor do tremie | 17 |
| Figura 2.9 – Betonagem da estaca | 18 |
| Figura 2.10 – Saneamento da cabeça da estaca | 18 |
| Figura 2.11 – Execução de pilares..... | 20 |
| Figura 2.12 – Execução de pilares..... | 22 |
| Figura 2.13 – Execução de vigas travessa..... | 23 |
| Figura 2.14 – Execução de vigas travessa..... | 25 |
| Figura 2.15 – Execução de pala em encontro com gigantes (a) e execução de muro em encontro com muro de contrafortes (b). | 26 |
| Figura 2.16 – Colocação da armadura em gigantes do encontro (a) e impermeabilização de gigantes do encontro (b). | 27 |
| Figura 2.17 – Pormenor de uma laje de transição..... | 28 |
| Figura 2.18 – Execução da laje de transição. | 29 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.19 – Aparelho de apoio com pernos posicionado nos negativos (a) e aparelhos de apoio com plinto concluído (b). | 32 |
| Figura 2.20 – Colocação de vigas pré-fabricadas em período nocturno (a), aparelhos de apoio provisórios para as vigas pré-fabricadas (b), selagem das juntas entre pré-fabricados(c) e colocação de vigas pré-fabricadas em período diurno (d)..... | 33 |
| Figura 2.21 – Tabuleiro com vigas I | 34 |
| Figura 2.22 – Tabuleiro com vigas T | 35 |
| Figura 2.23 – Projecto de pré-esforço..... | 36 |
| Figura 2.24 – Projecto de pré-esforço..... | 39 |
| Figura 2.25 – Colocação das bainhas de pré-esforço, cabos de pré-esforço e ancoragens no tabuleiro (a) e armadura de reforço, ancoragens e purgas para a injeccção (b). ... | 39 |
| Figura 2.26 – Tabuleiro de uma obra de arte com pré-esforço (1. ^a fase) pronto para ser betonado (a) e betonagem de um tabuleiro de uma obra de arte com pré-esforço (2. ^a fase) (b). | 41 |
| Figura 2.27 – Betonagem de tabuleiro sem pré-esforço..... | 42 |
| Figura 2.28 – Ligação da viga de bordadura pré-fabricada ao tabuleiro..... | 43 |
| Figura 2.29 – Colocação de vigas de bordadura..... | 44 |
| Figura 2.30 – Selagem dos negativos das vigas de bordadura..... | 44 |
| Figura 2.31 – Corte de um encontro pelo muro ala. | 45 |
| Figura 2.32 – Molde para soldar os chumbadouros das guardas de segurança ao lancil (a) e montagem de cofragem metálica para betonagem do lancil (b)..... | 46 |
| Figura 2.33 – Lancil concluído (a) e colocação de tubagem nos passeios (b)..... | 46 |
| Figura 2.34 – Execução do passeio com betonilha (a) e passeio concluído com o esquartelado (b)..... | 47 |
| Figura 2.35 – Guarda-corpos em obras de arte cujo tabuleiro não é auto-estrada..... | 48 |
| Figura 2.36 – Guarda-corpos em obras de arte cujo tabuleiro é auto-estrada..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.37 – Colocação de guarda-corpos (a) e obra de arte com guarda-corpos concluídos (b)..... | 49 |
| Figura 2.38 – Guardas de segurança H2 | 51 |
| Figura 2.39 – Guardas de segurança com perfil W | 51 |
| Figura 2.40 – Remoção do betuminoso (a) e preparação da base (b). | 53 |
| Figura 2.41 – Pormenor da junta de dilatação de projecto. | 54 |
| Figura 2.42 – Fixação da junta..... | 55 |
| Figura 2.43 – Execução das bandas de transição..... | 55 |
| Figura 2.44 – Selagem dos elementos de aperto..... | 56 |
| Figura 2.45 – Juntas de dilatação em passeios | 57 |
| Figura 2.46 – Revestimento de taludes..... | 58 |
| Figura 3.1 – Execução de sapatas..... | 65 |
| Figura 3.2 – Execução de recrava nas sapatas. | 65 |
| Figura 3.3 – Execução de pilares na Ponte sobre o Rio Azibo | 67 |
| Figura 3.4 – Execução de pilares. Execução da armadura no exterior..... | 68 |
| Figura 3.5 – Execução de vigas travessa na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas | 70 |
| Figura 3.6 – Execução de vigas travessa na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas | 71 |
| Figura 3.7 – Execução de pilar e capitel na Ponte sobre o Rio Azibo | 73 |
| Figura 3.8 – Execução de encontros na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas | 74 |
| Figura 3.9 – Execução de encontros na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas | 75 |
| Figura 3.10 – Pormenor da laje de transição da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 75 |
| Figura 3.11 – Colocação de aparelhos de apoio no encontro da Ponte sobre o Rio Azibo | 78 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.12 – Colocação de aparelhos de apoio no capitel da Ponte sobre o Rio Azibo .. | 79 |
| Figura 3.13 – Projecto da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 80 |
| Figura 3.14 – Projecto da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas..... | 81 |
| Figura 3.15 – Aparelhos de apoio provisórios. | 82 |
| Figura 3.16 – Execução da 1.ª Fase da carlinga no encontro da Ponte sobre o Rio Azibo. | 82 |
| Figura 3.17 – Execução da 1.ª Fase da carlinga nos capitéis do pilar P1 Norte e Sul da Ponte sobre o Rio Azibo. | 83 |
| Figura 3.18 – Transporte das vigas pré-fabricadas para a Ponte sobre o Rio Azibo. | 84 |
| Figura 3.19 – Colocação das vigas pré-fabricadas na Ponte sobre o Rio Azibo..... | 84 |
| Figura 3.20 – Escoramento provisório das vigas na Ponte sobre o Rio Azibo..... | 85 |
| Figura 5.1 – Exemplo do controlo da betonagem..... | 102 |
| Figura 5.2 – Slump test..... | 105 |
| Figura 5.3 – Exemplo do controlo de conformidade do betão. | 106 |
| Figura 5.4 – Ensaio de “Cross-Hole”..... | 107 |
| Figura 5.5 – Ensaios de “Cross-Hole”. Montagem do equipamento (a) e introdução da sonda no tubo (b)..... | 108 |
| Figura 5.6 – Ensaio de Eco-Sónico..... | 109 |
| Figura 5.7 – Ensaios eco-sónicos. Pancada com o martelo (a) e obtenção da leitura (b). | 110 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 2.1 – Resumo das obras de arte a executar na empreitada | 10 |
| Quadro 2.2 – Resumo das principais componentes da obra | 10 |
| Quadro 2.3 – Resumo das obras de arte sobre o traçado actual do IP4 | 11 |
| Quadro 2.4 – Resumo dos principais componentes da obra | 11 |
| Quadro 3.1 – Resumo das principais componentes da obra | 62 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|---|
| OAC | Obras de Arte Correntes |
| OAE | Obras de Arte Especiais |
| PMM | Planos de Monitorização e Medição |
| RMM | Registos de Monitorização e Medição |
| DMM | Dispositivos de Monitorização e Medição |
| PQ | Plano de Qualidade |
| PGA | Plano de Gestão Ambiental |
| PSS | Plano de Segurança e Saúde |
| DPSS | Desenvolvimento do Plano de Segurança e Saúde |
| TAS | Técnico de Ambiente e Segurança |
| SGS | Sistema de Gestão de Segurança |
| TAP | Técnico Administrativo de Produção |
| NC | Não Conformidade |
| IP4 | Itinerário Principal |

Capítulo 1 - Introdução

Capítulo 1 - Introdução

A futura Auto-Estrada Transmontana terá um total de 186 km de extensão, sendo 130 km de nova construção, e beneficiará os concelhos de Amarante, Vila Real, Sabrosa, Murça, Alijó, Mirandela, Macedo de Cavaleiros e Bragança.

Na figura 1.1, 1.2 e 1.3 observa-se a localização do traçado da futura auto-estrada transmontana em Portugal.



Figura 1.1 – Localização do traçado

O lanço em construção ligará Vila Real a Bragança, em perfil de Auto-Estrada, unindo-se à via que liga Amarante a Vila Real, à Variante de Bragança e à Ponte Internacional de Quintanilha. Estas 3 vias têm uma extensão total de 56 km e fazem parte do actual IP4. A coesão territorial, a redução da sinistralidade rodoviária da região e o aumento do emprego são alguns dos objectivos que se pretendem alcançar através deste empreendimento.

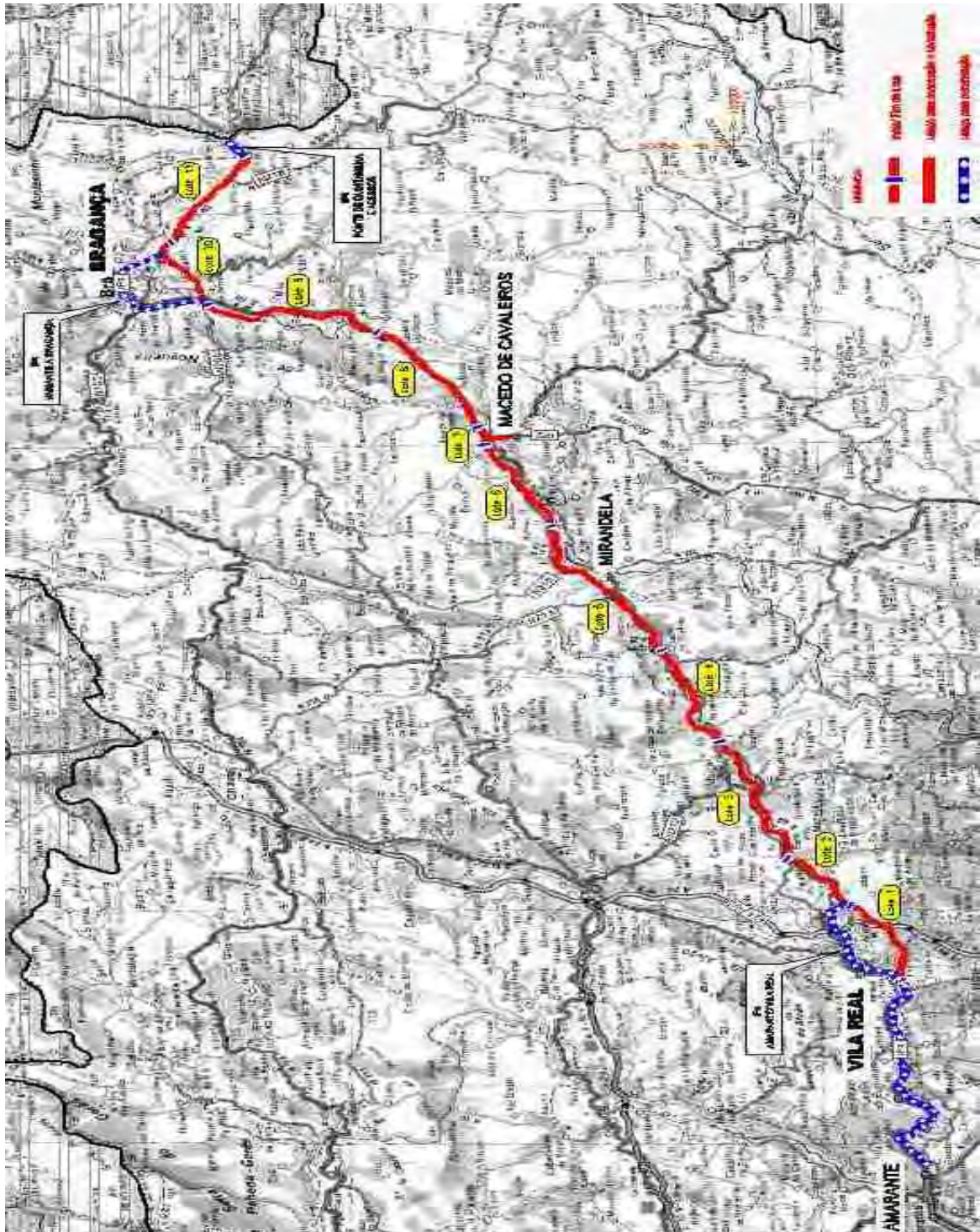


Figura 1.2 – Traçado entre Amarante e Quintanilha

As Obras de Arte Correntes e as Obras de Arte Especiais em construção pelo Consórcio constituído pela Contacto - Sociedade de Construções, SA e Eusébios & Filhos, SA, que são objecto deste relatório de estágio, estão inseridas no lanço em construção que vai ligar Macedo de Cavaleiros à Ponte Internacional de Quintanilha, num total de 52 km, sendo constituída por 4 Lotes, designados por Lote 8, 9, 10 e 11.

O objectivo do estágio é a realização da Direcção de Obra da Empreitada de Obras de Arte Correntes e Obras de Arte Especiais adjudicada ao Consórcio constituído pela empresa Contacto - Sociedade de Construções, SA e Eusébios & Filhos, SA.



Figura 1.3 – Traçado entre Macedo de Cavaleiros e Quintanilha

De acordo com o caderno de encargos da empresa Estradas de Portugal, consideram-se Obras de Arte Especiais as obras de arte com mais de um vão e extensão superior a 100 metros, independentemente de se tratar de uma Passagem Superior, Passagem Inferior, Ponte ou Viaduto. A classificação de cada obra cabe ao projectista.

O projecto das OAC e das OAE desta empreitada contempla uma solução estrutural mista, constituída por betão “in situ” e por vigas e lajes pré-fabricadas em betão no tabuleiro.

A solução estrutural mista preconizada é idêntica para todas as obras de arte desta Empreitada e apresenta as seguintes vantagens:

- *Redução do tempo de execução da Empreitada, devido ao elevado ritmo de pré-fabricação das vigas e lajes do tabuleiro. A pré-fabricação é efectuada em fábrica;*
- *Maior economia, porque permite a redução de mão-de-obra e de cimbrês, comparativamente com a construção tradicional de OAC;*
- *Maior garantia de qualidade, porque é possível efectuar um controlo mais rigoroso das armaduras, do pré-esforço, do betão e dos moldes. A qualidade do betão é garantida pela utilização de classes superiores com elevadas resistências iniciais;*
- *Aumento do nível de segurança a nível dos utentes da via, pelas menores perturbações induzidas na via, já que a maior parte das obras de arte situa-se sobre o actual IP4, e pela redução da quantidade de mão-de-obra.*

Capítulo 2 – Obras de Arte Correntes

Capítulo 2 - Obras de Arte Correntes

2.1 Introdução

A Empreitada de “Obras de Arte Correntes – Transmontana – Área 3” faz parte da construção da Auto-Estrada Transmontana ente Vila Real e Quintanilha. A área 3 situa-se entre Macedo de Cavaleiros e Quintanilha, numa extensão de 52 Kms sendo constituída por 4 Lotes, designados por Lote 8, 9, 10 e 11, nos quais totalizam 25 Passagens Superiores, 8 Passagens Inferiores e 1 Passagem de Fauna. No Lote 8 está prevista a Construção de 8 Passagens Superiores e 4 Passagens Inferiores. No Lote 9 está prevista a Construção de 8 Passagens Superiores e 1 Passagem de Fauna. No Lote 10 está prevista a Construção de 4 Passagens Superiores e 2 Passagens Inferiores. No Lote 11 está prevista a Construção de 5 Passagens Superiores e 2 Passagens Inferiores.

O Empreiteiro Geral (CAET XXI – Construções A.C.E.) apresentou o projecto de execução, que consiste na Construção de Obras de Arte Correntes integradas na Área 3 – Lote 8, 9, 10 e 11 da Auto-Estrada A4/IP4 – Vila Real (Parada de Cunhos) / Quintanilha, da Subconcessão Auto-Estrada Transmontana.

Existem obras de arte que são construídas em troço de auto-estrada novo e outras em áreas do actual IP4 que vai ser transformado em auto-estrada.

A Empreitada de OAC é constituída pelos seguintes trabalhos:

- Execução de fundações directas e indirectas (estacas);
- Execução de elevações nos encontros e nos pilares;
- Execução de viga estribo e muro testa nos encontros;
- Execução de viga travessa nos pilares;
- Colocação de aparelhos de apoio nos encontros e nos pilares;
- Colocação de batentes em neoprene nos encontros;
- Execução do tabuleiro em betão armado;
- Aplicação de pré-esforço, quando previsto;
- Execução das lajes de transição;

- Execução dos acabamentos (lancil, vigas de bordadura, caixas de visita, tubagens, passeios);
- Revestimento de taludes, descidas de talude e drenagem do tabuleiro;
- Aplicação de guarda corpos e guardas de segurança;
- Aplicação de juntas de dilatação.

No quadro 2.1 apresenta-se um resumo das OAC que fazem parte desta Empreitada.

Quadro 2.1 - Resumo das obras de arte a executar na empreitada

| Obras de Arte | Quantidade |
|----------------------|------------|
| Passagens Superiores | 25 |
| Passagens Inferiores | 8 |
| Passagens de Fauna | 1 |

No quadro 2.2 apresenta-se um resumo das OAC que fazem parte integrante desta Empreitada, que estão inseridas em novo troço de auto-estrada.

Quadro 2.2 - Resumo das obras de arte em novo troço de auto-estrada

| Obras de Arte em novo troço de auto-estrada | Quantidade |
|---|------------|
| Passagens Superiores | 6 |
| Passagens Inferiores | 3 |

No quadro 2.3 apresenta-se um resumo das OAC que fazem parte integrante desta Empreitada, que estão sobre o traçado actual do IP4.

Quadro 2.3 - Resumo das obras de arte sobre o traçado actual do IP4

| Obras de Arte em troço actual do IP4 | Quantidade |
|--------------------------------------|------------|
| Passagens Superiores | 19 |
| Passagens Inferiores | 5 |
| Passagens de Fauna | 1 |

No quadro 2.4 apresenta-se um resumo dos principais materiais utilizados e dos trabalhos especializados realizados nas OAC que fazem parte desta Empreitada.

Quadro 2.4 - Resumo dos principais componentes da Obra

| Principais Componentes da Obra | Quantidade |
|--|------------|
| Volume de betão aplicado in situ | 28.651 m3 |
| Aço aplicado in situ | 4.097 Ton |
| Área de Cofragem | 46.760 m2 |
| Cavaletes | 29.173 m3 |
| Vigas pré-fabricadas em betão armado | 9.704 ml |
| Pré-lajes pré-fabricadas em betão armado | 3.113 m2 |
| Pré-esforço | 12.478 Kg |
| Estacas | 1.560 ml |
| Aparelhos de apoio | 485 un |
| Vigas de bordadura | 2.857 ml |
| Guarda-corpos | 2.840 ml |
| Juntas de dilatação | 883 ml |

No anexo I, III e V apresenta-se o desenho de conjunto das três tipologias de OAC que fazem parte integrante da Empreitada.

Na figura 2.1 apresenta-se o corte transversal tipo de uma OAC – Passagem Inferior, com dois tabuleiros separados.

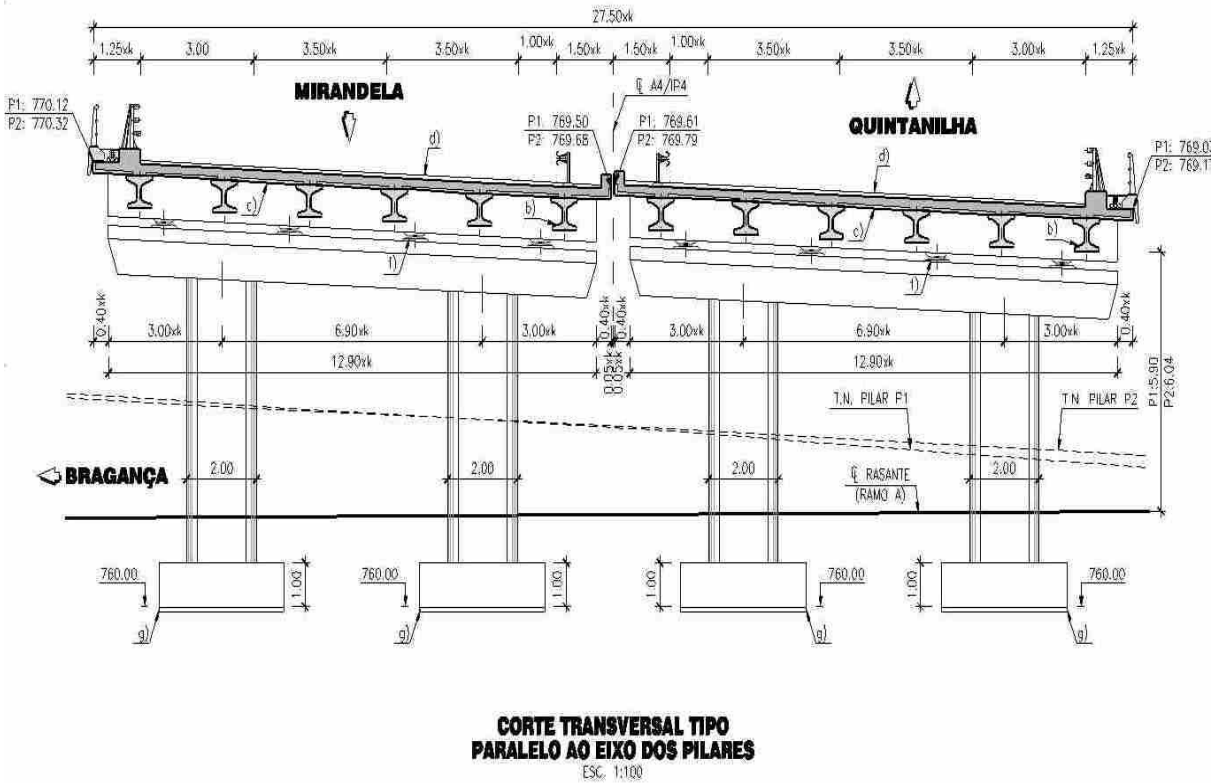


Figura 2.1 – Passagem Inferior – Corte transversal.

Na figura 2.2 apresenta-se o corte transversal tipo de uma OAC – Passagem Superior de Nó.

Na figura 2.3 apresenta-se o corte transversal tipo de uma OAC – Passagem Superior que não tem ligação directa com a auto-estrada.

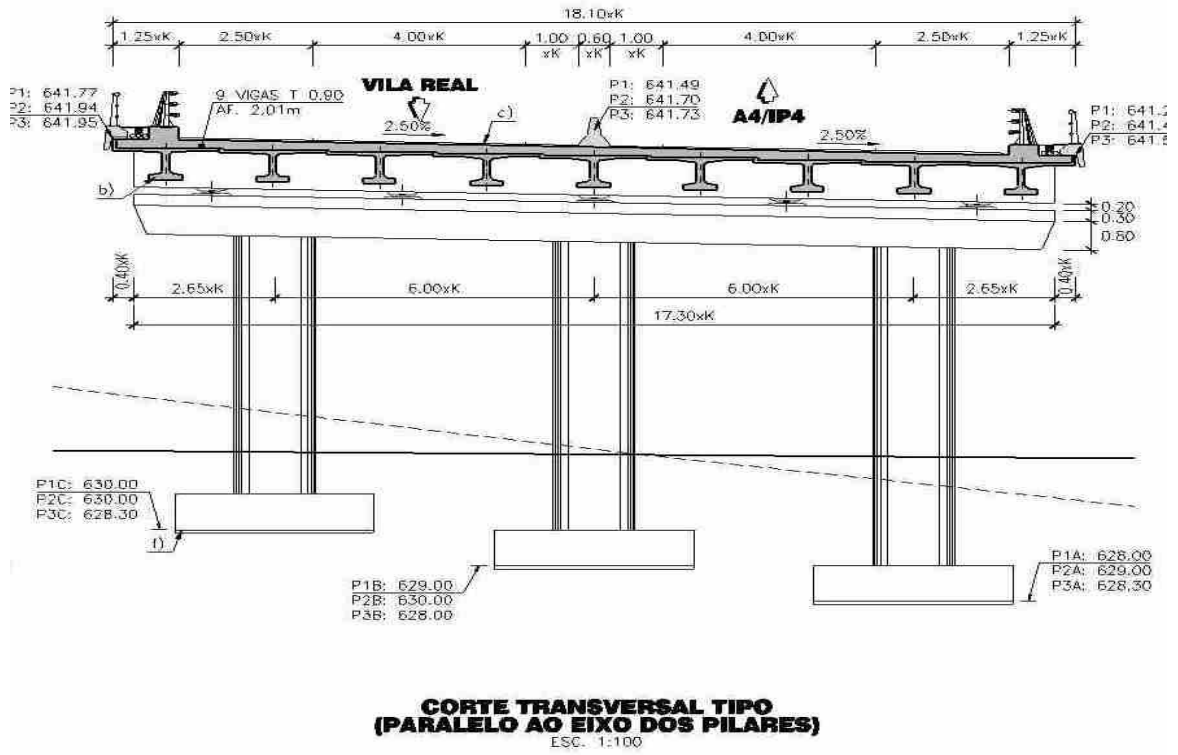


Figura 2.2 – Passagem Superior de Nó – Corte transversal.

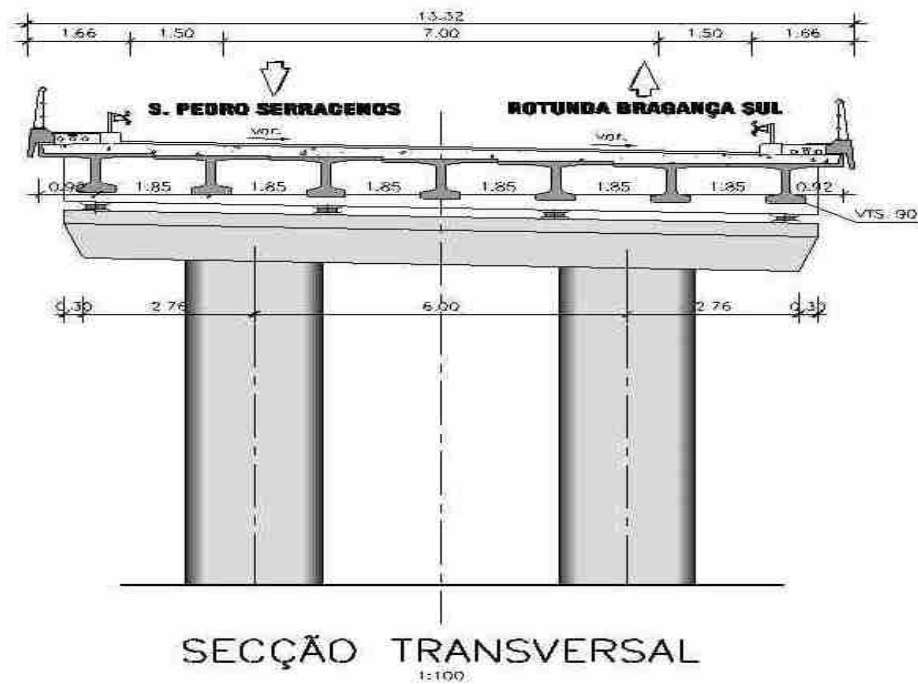


Figura 2.3 – Passagem Superior – Corte transversal.

Neste tipo de obras de betão armado é de extrema importância a qualidade do betão, pelo que existem cuidados a ter em consideração durante a fase de betonagem, como é o caso da vibração e da cura. Durante o processo de cura do betão existe um procedimento que se descreve a seguir que é comum para todas as obras de arte:

- Em dias de calor e logo após a betonagem aplicou-se um produto fornecido em forma de líquido, com pulverizador, sobre a superfície visível, para proporcionar uma cura perfeita, protegendo contra a desidratação descontrolada e consequente fissuração do betão.
- Em dias de temperaturas abaixo dos 5 °C, protegeu-se a superfície visível do betão com manta geotêxtil ou outro material similar para não danificar o betão.
- Efectuar a descofragem quando se verificar que a cura está efectuada. Verificou-se que o tempo de cura nos meses de Primavera e Verão era completamente diferente do tempo de cura dos meses de Outono e Inverno. Nos meses de Outono e Inverno houve a necessidade de utilizar betões com composição adequada para temperaturas baixas.

Neste tipo de obras existem vários elementos de betão armado que ficam à vista, pelo que tem de existir uma preocupação muito grande por parte da Direcção de Obra para garantir que esse betão fique em perfeitas condições. Nesse sentido é necessário efectuar um estudo prévio das cofragens para permitir uma estereotomia adequada a cada elemento.

Nos elementos de betão à vista foi necessário verificar previamente o contraplacado da cofragem para garantir um perfeito acabamento. O contraplacado que apresente mazelas, como amolgadelas e riscos profundos não pode ser utilizado. Periodicamente, esse contraplacado tem de ser substituído.

A aplicação de óleo descofrante na cofragem antes de ser colocada no elemento de betão que vai ser realizado é muito importante porque também tem influência no aspecto final do betão.

2.2 Descrição dos trabalhos realizados para a construção das Obras de Arte Correntes

2.2.1 Execução de fundações

2.2.1.1 Fundações directas

A realização de fundações foi efectuada de acordo com as seguintes fases:

- Levantamento topográfico e implantação de acordo com o projecto;
- Realização da escavação do terreno existente, para execução da estrutura de fundação, através de meios mecânicos, nomeadamente com recurso a escavadora giratória;
- Colocação de betão de limpeza na base da fundação. Foi utilizado betão da classe C16/20; X0 (Pt); D22; S2, de acordo com a norma NP EN 206-1;
- Realização de cofragem da fundação com cofragem de empresa da especialidade;
- Posicionamento das armaduras realizadas em fábrica recorrendo a camião grua ou grua móvel;
- Betonagem da fundação com recurso a bombagem. Foi utilizado betão da classe C25/30; XC2 (Pt); Cl 0,4; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1. O recobrimento das armaduras utilizado é de 50mm;
- Descofragem;
- Impermeabilização das faces em contacto com o aterro, com emulsão betuminosa, catiónica, de rotura rápida.

Na figura 2.4 podem observar-se as sapatas com a armadura e com a cofragem. Está a ser efectuada a verificação topográfica para confirmar o posicionamento correcto das sapatas.

Na figura 2.5 podem observar-se as sapatas descofradas, com os arranques dos pilares. Aguardam pela realização da impermeabilização.



Figura 2.4 – Execução de sapatas.



Figura 2.5 – Sapatas.

2.2.1.2 Fundações especiais

De acordo com o projecto e em função dos estudos geológico-geotécnicos, foi realizada a execução de estacas, de acordo com os seguintes processos de execução:

- a) Escavação e extracção do terreno por rotação, utilizando ferramenta apropriada, trados e baldes e simultaneamente introdução por troços de tubos metálicos recuperáveis

que garantem a estabilidade das paredes do furo. Atingido o *bed-rock*, foi necessário encastrar a estaca de acordo com o comprimento definido no projecto.

Na figura 2.6 pode-se observar a introdução por troços de tubos metálicos recuperáveis.



Figura 2.6 – Furação e introdução dos tubos.

b) Após a colocação da armadura pré-moldada em estaleiro, efectuou-se a betonagem da estaca aplicando o sistema de betonagem submersa, através do “tubo tremie”, conforme se pode observar nas figuras 2.7 e 2.8, respectivamente.



Figura 2.7 – Colocação da armadura



Figura 2.8 – Pormenor do tremie

c) A betonagem dá-se por terminada quando o betão atinge a cota necessária para posteriormente se proceder ao correcto saneamento da cabeça da estaca.

Na figura 2.9 pode observar-se a betonagem de uma estaca e na figura 2.10 pode-se observar a realização do saneamento das estacas.

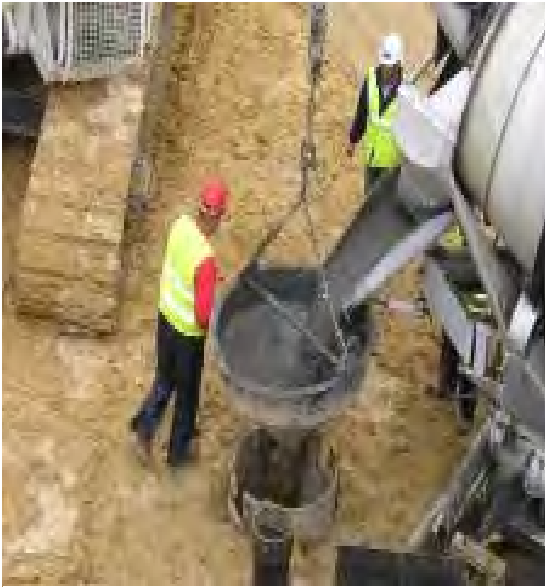


Figura 2.9 – Betonagem da estaca



Figura 2.10 – Saneamento da cabeça da estaca

Foram executados 1.146,00 ml de estacas com \varnothing de 0,60 m e 414,00 ml de estacas com \varnothing de 0,80 m, com tubo moldador recuperável, betonadas com o betão da classe C25/30; XC2 (Pt); Cl 0,4; D22; S4, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com recobrimento utilizado nas armaduras que é de 75mm, tendo sido efectuados 117 ensaios sónicos de integridade vertical (em todas as estacas) e 4 ensaios sónicos “Cross-hole” (mínimo 1 ensaio por Obra de arte).

No processo de furação e betonagem da estaca devem ter-se em atenção as várias situações para que a estaca seja executada correctamente, caso contrário, poderá aumentar os custos da mesma ou comprometer os prazos de execução da obra.

Assim, até que a estaca esteja concluída deve-se:

- Verificar a verticalidade de furação;
- Assegurar que as ligações entre os vários troços de tubos moldadores estão bem efectuadas;
- Durante a fase de extracção dos solos, verificar quais são as características dos mesmos para se assegurar que o processo de furação é o mais adequado;
- Analisar o comportamento do solo no fundo do furo;

- Antes da colocação das armaduras, verificar se os vários troços da armadura estão bem solidarizados e se as armaduras constituintes estão bem soldadas ou atadas;
- Antes da colocação do betão, verificar se o fundo do furo está limpo de terras;
- Colocar a armadura de forma lenta, até atingir o fundo do furo;
- Durante o processo de betonagem, garantir que o betão é introduzido de forma gradual;
- Após a descarga dos primeiros metros cúbicos de betão verificar que os tubos se encontram soltos e livres para não arrastarem as armaduras aquando da remoção dos tubos;
- Remover um segmento de tubo quando a coluna de betão seja superior ao comprimento de um destes tubos moldadores;
- Garantir sempre uma boa fluidez do betão;
- Garantir sempre um bom fornecimento de betão, de forma a não deixar que o betão aplicado ganhe presa e assim formar uma junta.

O objectivo do saneamento das estacas é remover o betão da parte superior da estaca (cabeça), zona que corresponde aos últimos metros de betonagem e onde se encontra o betão “podre”, sendo de interesse que na cabeça da estaca o betão apresente as condições de resistência para se fazer a ligação à sapata.

Após a conclusão das estacas, efectuou-se a escavação para colocar a cabeça das estacas à cota superior correspondente, e permitir o saneamento da estaca. Deve ter-se em atenção que só se poderá proceder à demolição da cabeça da estaca após estar garantida a cura do betão e não provocar fissuras ou a descolagem das armaduras do betão. O saneamento da cabeça da estaca é um trabalho moroso e pesado, já que é um processo em parte manual.

No saneamento das estacas, os meios utilizados resumem-se a mão-de-obra (marteleiros) e martelos demolidores eléctricos ou a ar comprimido (compressores).

Efectuou-se a demolição de todo o recobrimento das armaduras, em aproximadamente 6 cm. Após ter todas as armaduras verticais a descoberto, procedeu-se ao corte horizontal do betão interior e posteriormente à remoção do maciço com uma grua ou outro meio elevatório. Este processo é normalmente mais utilizado em estacas até 800 mm de diâmetro.

Para diâmetros superiores a 800 mm, devem utilizar-se métodos mais rápidos, como por exemplo o saneamento mecânico com martelo (mini-escavadora).

2.2.2 Execução de pilares

Os pilares são constituídos com betão armado da classe C30/37; XC4 XF1 (Pt); CI 0,4; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 45mm. Para a sua execução, recorreu-se ao uso de cofragem "semi-trepante" constituída por painéis de empresa da especialidade, com plataformas a toda a volta do pilar, formadas por pranchas e consolas de empresa da especialidade que permitem a realização de todos os trabalhos desde a montagem de armaduras até à betonagem.

Na figura 2.11 observa-se a execução de três pilares, sendo que dois deles estavam prontos para ser betonados e o outro tem betonado o arranque.



Figura 2.11 – Execução de pilares

Existem pilares com várias dimensões, pelo que a cofragem teve de ser preparada em função de cada pilar, para permitir a rotatividade da mesma.

Sempre que possível a betonagem foi efectuada de uma só vez permitindo maior rapidez na execução dos pilares. Por vezes foi necessário efectuar uma primeira fase de betonagem que denominamos por arranque do pilar.

Em alguns projectos, estava prevista a execução de um maciço no pilar com dimensão superior à do pilar e depois é que surgia o pilar.

A execução dos pilares teve por base os seguintes passos:

- Após a realização da fundação do pilar, colocou-se o 1º troço da armadura, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. A colocação da armadura foi efectuada com recurso a camião grua ou auto-grua.
- Finda a armação/colocação da armadura do pilar, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.
- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem do 1º troço do pilar. A betonagem desenvolveu-se continuamente em cada troço com o auxílio de grua, que com balde de descarga de fundo procedeu-se à distribuição do betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem do 1º troço do pilar e à colocação do 2º troço de armadura.
- Este procedimento repetiu-se até à betonagem do último troço do pilar, nos casos aplicáveis.

Na figura 2.12 observa-se a execução de três pilares, sendo que um deles está concluído, o do meio está com cofragem para ser betonado o arranque e o outro está a ficar com a cofragem concluída para ser betonado.



Figura 2.12 – Execução de pilares

2.2.3 Execução de vigas travessa

As vigas travessa são constituídas com betão armado da classe C30/37; XC4 XF1 (Pt); C10,4; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 45 mm. Cada viga travessa foi realizada numa só betonagem, sendo o seu peso e a pressão de betão fresco suportada por escoramento ao solo. Para a sua execução recorreu-se ao uso de cofragem constituída por painéis de empresa da especialidade, e escoramento de empresa da especialidade que permitem a realização de todos os trabalhos desde a montagem de armaduras até à betonagem, conforme figuras 2.13 e 2.14.

No anexo XIII apresenta-se um projecto específico para o escoramento e cofragem de uma viga travessa de uma OAC.

A solução de cofragem para o fundo da viga travessa foi obtida por alinhamentos de cintas apoiadas em torres de escoramento, sendo a superfície cofrante constituída por placas de contraplacado marítimo com 21 mm de espessura com revestimento fenólico.

Após a montagem do escoramento e das plataformas de trabalho, procedeu-se à colocação e fixação sobre as forquilhas reguláveis, dos fundos de viga previamente montados ao nível do solo com respectivos guarda-corpos e superfície cofrante supra referida.

As alturas de cimbra variavam, em função de cada obra de arte, entre 7 e 9 metros, pelo que todo o cimbra foi interligado nos dois sentidos e ao pilar de modo a criar um efeito de conjunto. O cimbra também ficou ligado à cofragem.

O cimbra tem as suas bases assentes sobre sapatas de betão ou madeira (solipas), conforme o valor de descarga e a capacidade do terreno local.

A movimentação/elevação do cimbra e da cofragem foi efectuada com auxílio de camião grua ou auto-grua em função de cada obra de arte, dependendo do volume, altura e peso do cimbra e da cofragem.



Figura 2.13 – Execução de vigas travessa

Na figura 2.13 observa-se o cimbra e a plataforma de trabalho com os respectivos guarda-corpos, numa fase em que está a ser concluída a armadura da viga travessa.

Todas as plataformas de trabalho são dotadas de montantes guarda-corpos no seu perímetro para impedir a queda de materiais e dos trabalhadores.

A execução das vigas travessa teve por base os seguintes passos:

- Após a realização do(s) pilar(es), efectuou-se a montagem do cimbre e fundo da viga, de acordo com o projecto específico elaborado pela empresa que fornece este equipamento. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de camião grua ou auto-grua.
- Após a conclusão do cimbre e validação das condições de segurança, procedeu-se à colocação das armaduras, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de camião grua ou auto-grua.
- Finda a armação/colocação da armadura, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a camião grua ou auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.
- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem da viga travessa. A betonagem desenvolveu-se continuamente com o auxílio de bomba, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem da viga travessa e à desmontagem do cimbre.

Para cada viga travessa foi necessário elaborar um projecto específico do cimbre pela empresa que fornece o material, que era submetido à aprovação do cliente.

Antes da montagem do cimbre era efectuado a verificação da compactação do solo e do seu nivelamento.

Na figura 2.14 observa-se uma viga travessa descofrada, com os guarda-corpos posicionados na própria viga travessa, e com o cimbre montado.



Figura 2.14 – Execução de vigas travessa

2.2.4 Execução dos encontros

Os encontros são estruturas de apoio aos tabuleiros, tendo sido executados com betão armado da classe C30/37; XC4 XF1 (Pt); Cl0,4; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com recobrimento das armaduras utilizado que é de 50mm.

Os encontros contemplam vários tipos de trabalho e a sua tipologia varia em função da obra de arte. As elevações dos encontros quando não ficam à vista são efectuadas com gigantes. Quando ficam à vista, são efectuadas paredes de betão. Em algumas obras de arte, os gigantes contemplam uma pala para contenção das terras que são colocadas no tardo. Na face superior dos gigantes foi efectuada uma viga de ligação denominada viga estribo. Na viga estribo foram realizados negativos e reforço estrutural com armadura indicada no projecto de cada obra de arte para futura colocação dos aparelhos de apoio.

Após conclusão da viga estribo efectuou-se o muro testa até à cota do tabuleiro, para contenção de terras e pavimento definitivo da plena via. O muro testa contempla um cachorro no seu tardo para ligação da laje de transição.

Lateralmente, foram efectuados muros ala para contenção das terras no tardo do encontro.

Na figura 2.15 (a) observa-se a execução de pala para contenção de terras em encontro com gigantes.

Na figura 2.15 (b) observa-se a execução de muro frontal e lateral para contenção de terras em encontro com muro de contrafortes.



Figura 2.15 – Execução de pala em encontro com gigantes (a) e execução de muro em encontro com muro de contrafortes (b).

A execução dos encontros seguiu a seguinte ordem de tarefas:

- Após a realização da fundação do encontro, colocou-se a armadura, em função da tipologia do encontro, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. A colocação da armadura foi efectuada com recurso a camião grua ou auto-grua. Existem encontros que foram efectuados com gigantes e encontros que foram efectuados com muro soco, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto.

- Em seguida foi realizada a cofragem dos encontros com painéis tipo de empresa da especialidade, garantindo um perfeito acabamento e permitindo a sua reutilização.
- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem dos elementos do encontro. A betonagem desenvolveu-se continuamente com o auxílio de bomba, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem dos elementos betonados.
- Impermeabilização das faces em contacto com o aterro, com emulsão betuminosa, catiónica, de rotura rápida.

Na figura 2.16 (a) observa-se a colocação de armadura nos gigantes de um encontro.

Na figura 2.16 (b) observam-se os gigantes betonados e a realização da impermeabilização das faces que vão estar em contacto com o aterro.



Figura 2.16 – Colocação da armadura em gigantes do encontro (a) e impermeabilização de gigantes do encontro (b).

Após a execução dos encontros e os aterros até à cota da laje de transição, procedeu-se à execução da laje de transição em betão armado.

Na figura 2.17 observa-se um desenho de pormenor de uma laje de transição, que faz parte integrante do projecto de execução.

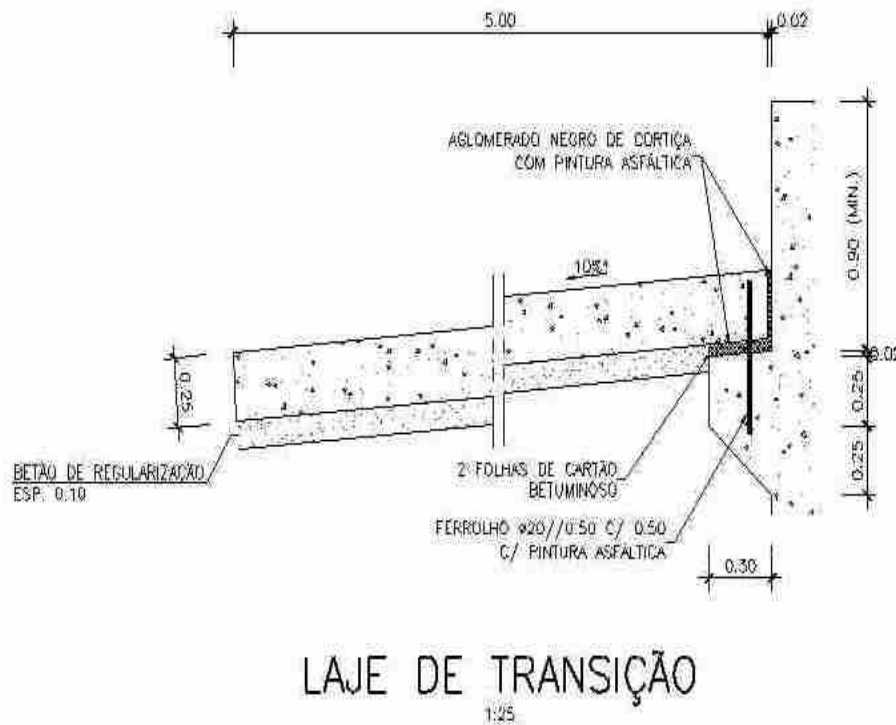


Figura 2.17 – Pormenor de uma laje de transição.

As lajes de transição ficam ligadas aos encontros através de um “cachorro”, tendo sido executadas com betão armado da classe C30/37; XC4 XF1 (Pt); C10,4; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 50mm.

Como o próprio nome indica, a laje de transição faz a transição entre a plena via e a obra de arte.

A ligação foi efectuada com ferrolhos em aço de diâmetro 20 mm, afastados 50 cms, conforme se verifica na figura 2.17.

Na separação entre a laje de transição e o muro testa do encontro foi efectuada a impermeabilização com pintura asfáltica e colocado aglomerado negro de cortiça, conforme se verifica na figura 2.17.

Na figura 2.18 observa-se a execução de duas lajes de transição, sendo que uma está com a armadura e a cofragem concluída, e na outra está a ser colocada a armadura.



Figura 2.18 – Execução da laje de transição.

2.2.5 Colocação dos aparelhos de apoio

Os aparelhos de apoio são dispositivos que fazem a transição entre a super-estrutura e a mesoestrutura, ou a infra-estrutura, nas pontes não porticadas. Estes dispositivos têm como principais funções:

- a) Transmitir as cargas da super-estrutura à mesoestrutura ou infra-estrutura;
- b) Permitir movimentos longitudinais da super-estrutura, devido à retracção própria da super-estrutura e aos efeitos da temperatura, expansão e retracção;
- c) Permitir as rotações da super-estrutura, motivadas pelas deflexões provocadas pelas acções permanentes e variáveis.

Assim, à semelhança de outras fases construtivas da obra, a colocação dos aparelhos de apoio é muito importante, dado serem estes que transmitem as cargas da estrutura aos pilares, permitindo os deslocamentos da estrutura.

Foram instalados três tipos de aparelhos de apoio:

- Aparelhos de apoio em neoprene cintados com características específicas por cada obra de arte;
- Aparelhos de apoio do tipo panela fixos com características específicas por cada obra de arte;
- Aparelhos de apoio do tipo panela unidireccionais com características específicas por cada obra de arte.

Para a colocação do aparelho de apoio foi necessário efectuar um plinto (mesa de apoio), com grout. O aparelho de apoio só pode ser montado quando o grout e a argamassa de regularização e nivelamentos utilizados no plinto atingiram a consistência ideal. Após a execução do plinto, respeitou-se na íntegra o tempo de cura e as condições de temperatura previstas, de acordo com as instruções técnicas de utilização do material a aplicar.

Instalação correcta para aparelhos de apoio sem pernos:

1. Execução dos plintos com grout (argamassa pronta a aplicar após amassadura com água, para selagens de altas prestações), com recurso a cofragem preparada para o efeito;
2. Retirar a cofragem assim que o plinto se encontre com a consistência adequada;
3. Posicionar o aparelho de apoio de acordo com o seu sentido de movimentação, verificando o seu posicionamento pela proposta técnica aprovada

Instalação correcta para aparelhos de apoio com pernos:

1. Execução dos negativos, conforme o tipo de aparelho de apoio;

2. No caso de execução dos negativos durante a cofragem dos elementos, iniciar o processo no ponto 3;
3. Introdução dos pernos dos aparelhos de apoio nos negativos;
4. Posicionar o aparelho de apoio de acordo com o seu sentido de movimentação, verificando a sinalização aposta na superfície superior do aparelho de apoio;
5. Execução dos plintos com grout (argamassa pronta a aplicar após amassadura com água, para selagens de altas prestações), com recurso a cofragem preparada para o efeito;
6. Retirar a cofragem assim que o plinto se encontre com a consistência adequada.

Verificação dos Processos de Montagem de Aparelhos de Apoio

O início dos processos de instalação de aparelhos de apoio deve ser precedido pela realização de verificações nas seguintes vertentes:

- Visual - limpeza, nivelamento e consistência do plinto;
- Visual - aspecto geral do aparelho de apoio e condições de montagem do mesmo;
- Topográfica - cota do apoio.

No que respeita aos critérios dimensionais e às tolerâncias admitidas, exige-se que:

- O plinto se encontre nivelado, admitindo-se as tolerâncias previstas no caderno de encargos;
- Após a montagem do aparelho de apoio, a cota do aparelho de apoio seja a prevista no projecto de execução. A cota do aparelho de apoio deve ter em consideração a altura do plinto.

Os aparelhos de apoio foram fabricados e controlados de acordo com o sistema de qualidade da unidade de produção da empresa fornecedora, o qual é certificado segundo a norma ISO 9001.2008.

Todos os aparelhos estavam certificados pelo “CERTIF” e foram entregues com os respectivos certificados de qualidade.

Na figura 2.19 (a) observa-se o posicionamento de um aparelho de apoio com pernos nos respectivos negativos.

Na figura 2.19 (b) observam-se vários aparelhos de apoio com pernos chumbados nos respectivos plintos.



Figura 2.19 – Aparelho de apoio com pernos posicionado nos negativos (a) e aparelhos de apoio com plinto concluído (b).

2.2.6 Vigas pré-fabricadas em betão

As vigas pré-fabricadas em betão foram transportadas em transportes especiais para a obra em construção. O processo de montagem das vigas pré-fabricadas na mesoestrutura, é uma operação delicada, efectuada quase sempre durante o horário normal de trabalho com excepção das obras de arte que estão sobre o actual IP4, que tem de ser efectuada no período nocturno. A realização de trabalhos no período nocturno, com interrupção de trânsito na via, minimiza os condicionalismos no trânsito do IP4. Dependendo do comprimento e peso da estrutura, foram utilizados diferentes tipos de guias.

Foram utilizadas vigas em “I” e em “T”. Nas vigas em “I” foram utilizadas pré-lajes, enquanto que nas vigas em “T” não foram utilizadas pré-lajes.

Previamente à colocação das vigas pré-fabricadas, procedeu-se à montagem de aparelhos de apoio provisórios para suporte das vigas pré-fabricadas até betonagem das carlingas e do tabuleiro.

Na figura 2.20 (a) observa-se a colocação de vigas pré-fabricadas em período nocturno. Esta obra situa-se sobre o IP4 pelo que foi necessário interromper a circulação na via.

Na figura 2.20 (b) observa-se a colocação de aparelhos de apoio provisórios em betão e macacos hidráulicos para apoio e nivelamento das vigas pré-fabricadas.

Na figura 2.20 (c) observa-se um tabuleiro com as vigas pré-fabricadas colocadas. Estão a ser seladas as juntas entre pré-fabricados.

Na figura 2.20 (d) observa-se a colocação de vigas pré-fabricadas em período diurno. Esta obra situa-se em novo troço de auto-estrada, pelo que não existem condicionaismos na via.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2.20 – Colocação de vigas pré-fabricadas em período nocturno (a), aparelhos de apoio provisórios para as vigas pré-fabricadas (b), selagem das juntas entre pré-fabricados(c) e colocação de vigas pré-fabricadas em período diurno (d).

2.2.6.1 Descrição dos trabalhos de elevação e estabilização das peças

A empresa pré-fabricadora efectuou um estudo do local e elaborou um plano de montagem para que em obra não existam dúvidas quanto ao procedimento e sequência a utilizar na montagem dos pré-fabricados. Assim, após a imobilização da auto-grua e a chegada dos transportes especiais com as vigas pré-fabricadas, deu-se início à elevação da primeira viga e posicionamento da mesma, sobre os aparelhos de apoio provisórios colocados previamente na estrutura em betão (pilares e encontros), garantindo-se a sua estabilização após a libertação da mesma. Este processo foi repetido para as restantes vigas.

É muito importante a realização de acessos adequados para os transportes especiais e auto-gruas, bem como plataformas adequadas para estabilização das auto-gruas, principalmente em condições meteorológicas adversas, para permitir a realização dos trabalhos em perfeitas condições.

Após a colocação das vigas e no caso das vigas “I” procedeu-se à montagem das pré-lajes em cima das vigas completando-se assim o conjunto do tabuleiro. No caso das vigas “T” não foi necessário colocar pré-lajes porque a parte superior da viga já preenche toda a área do tabuleiro.

Na figura 2.21 observa-se um corte a meio vão de um tipo de tabuleiro com vigas I e pré-lajes.

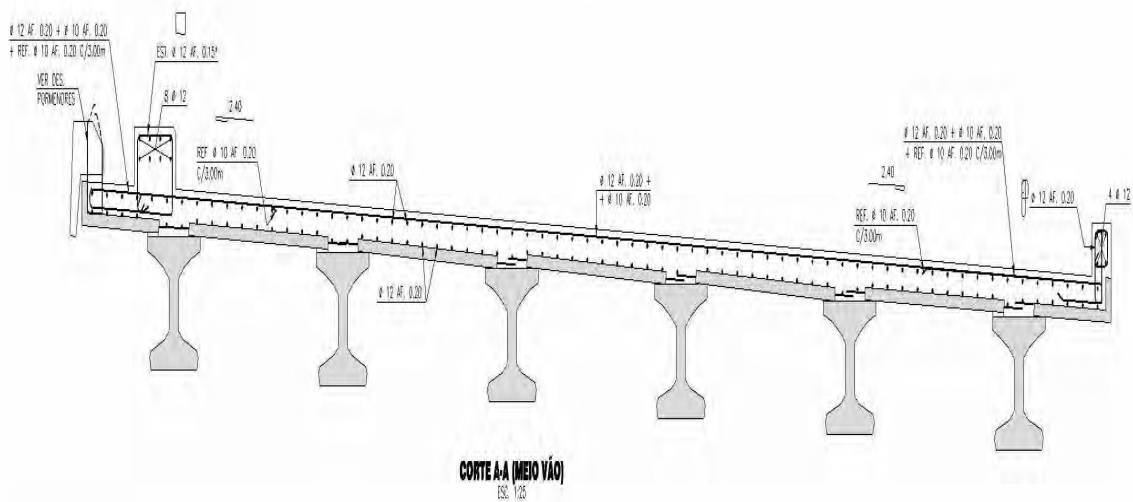


Figura 2.21 – Tabuleiro com vigas I

Na figura 2.22 observa-se a secção transversal de um tipo de tabuleiro com vigas T.

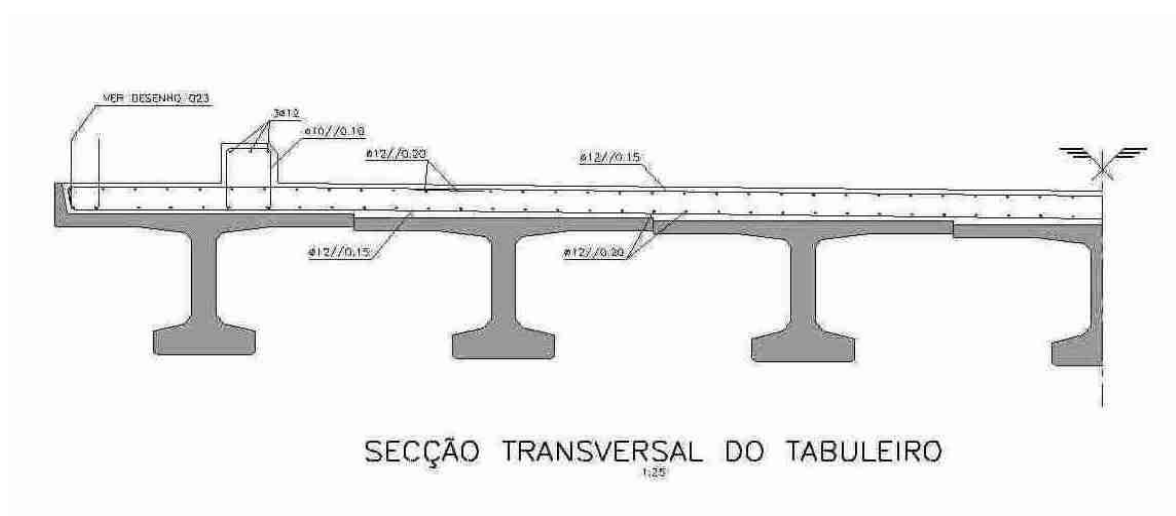


Figura 2.22 – Tabuleiro com vigas T

Para finalizar, foi colocada uma banda de compriband para selar as juntas entre vigas e entre pré-lajes, para impedir a passagem do betão durante a fase de betonagem do tabuleiro.

Na área do tabuleiro que fica sobre a via com tráfego foi colocada argamassa nas bandas de compriband e foi colocada rede de sombreamento nos guarda-corpos para impedir a projecção de betão ou outros materiais para a via.

2.2.7 Carlingas e tabuleiro

Após a montagem dos pré-fabricados foi necessário efectuar a betonagem do tabuleiro de acordo com o processo construtivo definido em projecto (anexo II, IV e VI). O tabuleiro e as carlingas foram executados com betão armado da classe C35/45; XC4 XF1 (Pt); C10,2; D22; S4, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 40mm. Nas obras de arte com vigas “I” não foi utilizado pré-esforço, mas nas obras de arte com vigas “T” foi

utilizado pré-esforço. Nestas obras de arte existem dois processos diferentes, sendo que um inclui a aplicação de pré-esforço e o outro não, conforme se descreve de seguida:

Tabuleiros com pré-esforço:

No anexo VI junta-se o faseamento construtivo do projecto de execução de uma obra de arte que tem pré-esforço.

O Consórcio adjudicou os trabalhos de pré-esforço a uma empresa da especialidade. Com base no projecto de cada obra de arte, a empresa da especialidade elaborou o projecto específico para os trabalhos de pré-esforço. Este projecto foi submetido à aprovação do projectista da obra e só depois de aprovado podiam ser iniciados os trabalhos de pré-esforço. Os materiais a utilizar tinham de ser previamente aprovados pela fiscalização da obra.

Na figura 2.23 observa-se um corte do tabuleiro a meio vão com o posicionamento dos cabos de pré-esforço.

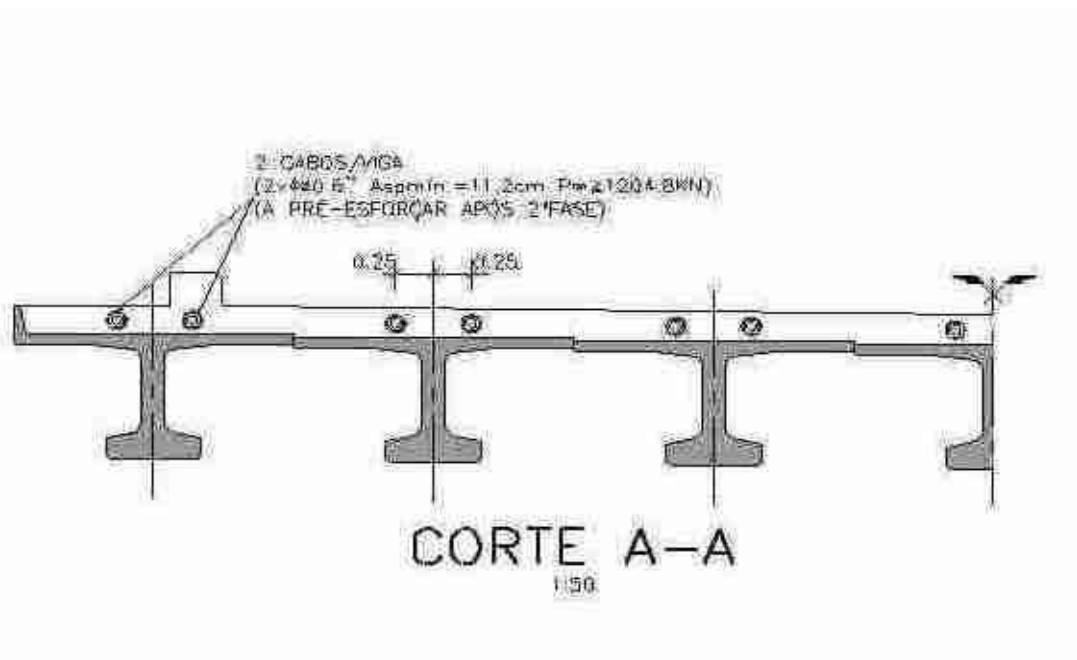


Figura 2.23 – Projecto de pré-esforço

A execução dos trabalhos seguiu a seguinte ordem de tarefas:

Após a colocação de cofragem nos fundos das carlingas, procedeu-se à colocação das armaduras, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto.

Em simultâneo, colocou-se também as armaduras em cima do tabuleiro, bem como as bainhas, os cabos e as ancoragens. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de camião grua ou auto-grua.

A montagem das bainhas de pré-esforço foi executada de acordo com o traçado definido no projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço. A ligação entre troços de bainha foi assegurada por uniões - troço de bainha de diâmetro imediatamente superior - roscadas nas suas extremidades. A estanquidade da união foi assegurada pela colocação de fita adesiva nos extremos da união. A fita adesiva foi igualmente utilizada para garantir a estanquidade da ligação entre a bainha e a ancoragem.

O posicionamento das ancoragens foi executado de acordo com as descrições do projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço.

Nos pontos definidos no projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço, e para garantir que durante a injeção não se formam vazios, foi necessário prever purgas, colocadas tanto ao longo das bainhas como nas ancoragens.

Finda a armação/colocação da armadura, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a camião grua ou auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.

Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem da carlinga central e de 7 metros do tabuleiro para cada um dos lados dos pilares, conforme figura 2.24. A betonagem desenvolveu-se continuamente com recurso a bombagem, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.

Após o betão possuir a resistência mínima definida no projecto específico de pré-esforço, procedeu-se ao esticamento dos cabos de pré-esforço. Finda a aplicação do pré-esforço, efectuou-se a betonagem do restante tabuleiro e carlingas dos encontros.

O tensionamento dos cabos foi efectuado com macaco de monocórdão. Devido à altura reduzida do betão no tabuleiro, foram utilizadas bainhas planas metálicas.

Antes de se proceder ao tensionamento foi assegurada a validade da calibração e aferição dos equipamentos a utilizar.

Antes da operação de tensionamento foi solicitado ao laboratório de qualidade para proceder ao ensaio da resistência à compressão dos provetes de betão retirados na betonagem da 1.^a fase do tabuleiro.

A operação de tensionamento só tem início após verificação da resistência característica mínima do betão à data da aplicação do pré-esforço indicada no projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço.

O operário responsável pela execução do tensionamento deverá assegurar:

- Estar na posse do plano genérico de puxe e dos protocolos de tensionamento;
- A verificação da instalação do correcto número de cordões e do prato de ancoragem da totalidade das cunhas;
- Verificar se os equipamentos disponibilizados para a operação estão em perfeitas condições de operacionalidade;

Todas as etapas da operação de tensionamento encontram-se sistematizadas no protocolo de tensionamento.

As etapas da operação de tensionamento são registadas nos protocolos de tensionamento da empresa especializada contratada para a realização do pré-esforço. O protocolo de tensionamento e o relatório final de tensionamento é enviado para validação do CAET XXI e do projectista.

Após autorização do CAET XXI e do projectista procedeu-se ao corte dos cabos e efectua-se a 2.^a fase de betonagem do tabuleiro.

Findo o período de presa do betão, procedeu-se à descofragem das carlingas.

Na figura 2.24 observa-se um corte longitudinal do projecto de pré-esforço com indicação do número de cabos a utilizar por viga pré-fabricada e o seu comprimento.

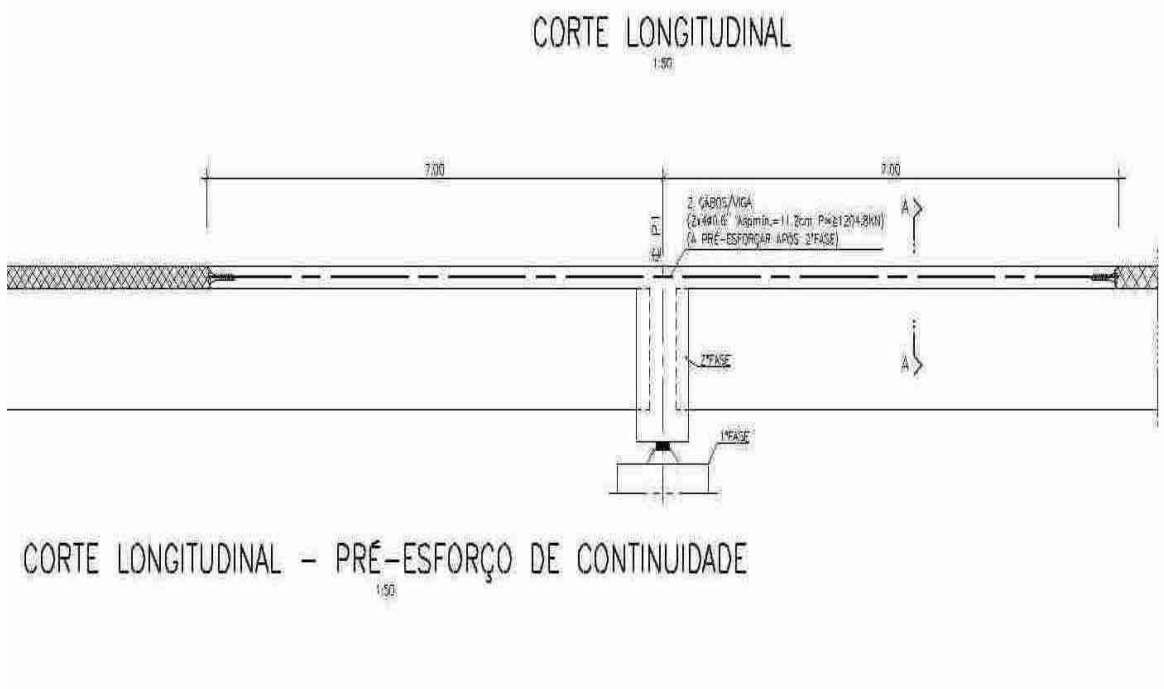


Figura 2.24 – Projecto de pré-esforço

Utilizaram-se os princípios indicados no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado. Foram ainda observadas as disposições construtivas e de cálculo recomendadas pela empresa da especialidade contratada para a realização dos trabalhos de pré-esforço.



Figura 2.25 – Colocação das bainhas de pré-esforço, cabos de pré-esforço e ancoragens no tabuleiro (a) e armadura de reforço, ancoragens e purgas para a injeção (b).

Na figura 2.25 (a) observa-se as bainhas de pré-esforço com os respectivos cabos de pré-esforço e as ancoragens, aplicadas no tabuleiro de uma obra de arte.

Na figura 2.25 (b) observa-se o reforço da armadura nas ancoragens e as purgas que vão ser utilizadas durante a injeção, aplicadas no tabuleiro de uma obra de arte.

Após conclusão da betonagem da 2.^a Fase do tabuleiro foi efectuada a injeção dos cabos de pré-esforço.

Antes do início da operação de injeção deve-se garantir que é insuflado ar comprimido nas bainhas. Este procedimento serve para garantir a expulsão do excesso de água que possa existir no interior da bainha. Foi também verificada a presença e a integridade dos tubos de purga dispostos ao longo do traçado.

O responsável pelo ensaio deve ter em sua posse os protocolos de injeção e os instrumentos de medição e ensaio necessários para a realização dos ensaios de viscosidade, exsudação, retracção e compressão.

Não serão efectuadas operações de injeção sempre que se verifique uma das seguintes situações:

- A temperatura da peça de betão é igual ou inferior a 0°C;
- A temperatura ambiente é igual ou inferior a 5°C;
- A temperatura da calda medida na cuba é igual ou superior a 32°C.

A injeção foi efectuada da seguinte forma:

- Começa-se a injeção pela ancoragem situada no ponto mais baixo;
- Logo que a calda sai por determinada purga está assegurada a expulsão do ar. Fecha-se a purga quando se verifica que a calda sai de forma regular;
- Quando temos todas as purgas fechadas, eleva-se e mantém-se a pressão de injeção a um mínimo de 5 bar durante 1 minuto;
- A operação de injeção fica concluída quando se efectua o fecho da purga de introdução da calda.

Na figura 2.26 (a) observa-se um tabuleiro de uma obra de arte sobre o IP4, com pré-esforço, pronta para ser betonada a 1.ª Fase, ou seja 7 metros para cada lado a contar do eixo da carlinga.

Na figura 2.26 (b) observa-se um tabuleiro de uma obra de arte sobre o IP4, com pré-esforço, onde está a ser betonada a 2.ª Fase, ou seja, entre a área do tabuleiro pré-esforçada e os encontros.



(a)



(b)

Figura 2.26 – Tabuleiro de uma obra de arte com pré-esforço (1.ª fase) pronto para ser betonado (a) e betonagem de um tabuleiro de uma obra de arte com pré-esforço (2.ª fase) (b).

Tabuleiros sem pré-esforço:

No anexo II e IV junta-se o faseamento construtivo do projecto de execução de duas obras de arte que não têm pré-esforço.

A execução dos trabalhos seguiu a seguinte ordem de tarefas:

Após a colocação de cofragem nos fundos das carlingas, procedeu-se à colocação das armaduras, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. Em simultâneo, efectuou-se também a montagem das armaduras no tabuleiro. Estes trabalhos são efectuados com apoio de camião grua ou auto-grua.

Finda a armação/colocação da armadura, efectuou-se a betonagem do tabuleiro com a excepção das carlingas. No dia seguinte, e após colocação dos painéis de cofragem nas carlingas, com recurso a camião grua ou auto-grua, efectuou-se a betonagem das respectivas carlingas. Em ambas as fases, a betonagem desenvolveu-se continuamente com recurso a bombagem, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.

Findo o período de presa do betão, procedeu-se à descofragem das carlingas.

Na figura 2.27 observa-se a betonagem da 1.^a fase de um tabuleiro de uma obra de arte sem pré-esforço. Nesta primeira fase ficam por betonar as duas carlingas que se podem identificar na figura, limitadas por barrotes em madeira.



Figura 2.27 – Betonagem de tabuleiro sem pré-esforço

2.2.8 Acabamentos - Vigas de bordadura, lancil, passeio e guardas definitivas

2.2.8.1 Vigas de bordadura

Após a betonagem do tabuleiro procedeu-se à montagem das vigas de bordadura pré-fabricadas. Esta actividade desenvolveu-se em várias etapas, entre as quais:

- Execução dos tentos mestre para nivelamento e assentamento das vigas de bordadura pré-fabricadas, com argamassa, de altura de enchimento variável, conforme as cotas implantadas pela topografia.
- Após os tentos mestre terem adquirido a resistência necessária para suportar as vigas de bordadura pré-fabricadas, foi iniciada a sua colocação com recurso a um camião grua, sendo fixas à armadura de espera do tabuleiro através dos negativos existentes na viga de bordadura pré-fabricada. Foi efectuada uma soldadura provisória até à selagem dos negativos. Na figura 2.28 observa-se o pormenor de ligação da viga de bordadura ao tabuleiro.

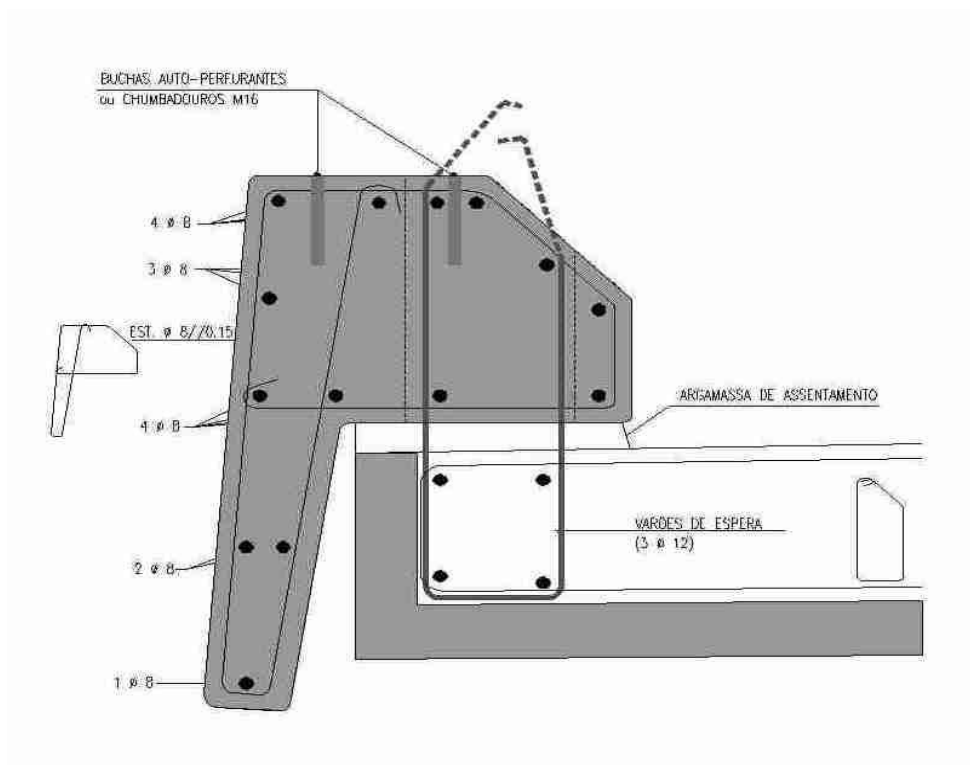


Figura 2.28 – Ligação da viga de bordadura pré-fabricada ao tabuleiro.

- Concluída a montagem de todas as vigas de bordadura pré-fabricadas efectuou-se o acabamento final da selagem dos negativos e dá-se por concluída a actividade.

Na figura 2.29 observa-se a colocação de vigas de bordadura numa obra de arte sobre o IP4, utilizando-se para o efeito um camião grua.

Na figura 2.30 observa-se as vigas de bordadura pré-fabricadas concluídas, ou seja, com os negativos selados.



Figura 2.29 – Colocação de vigas de bordadura



Figura 2.30 – Selagem dos negativos das vigas de bordadura

No mesmo alinhamento, mas fora do tabuleiro, nos muros ala, foram efectuadas as vigas de bordadura “in situ”, conforme se pode observar na figura 2.31. Estas vigas de bordadura foram efectuadas com cofragem tradicional preparada para o efeito. O betão e o aço têm as mesmas características do descrito no capítulo dos encontros.

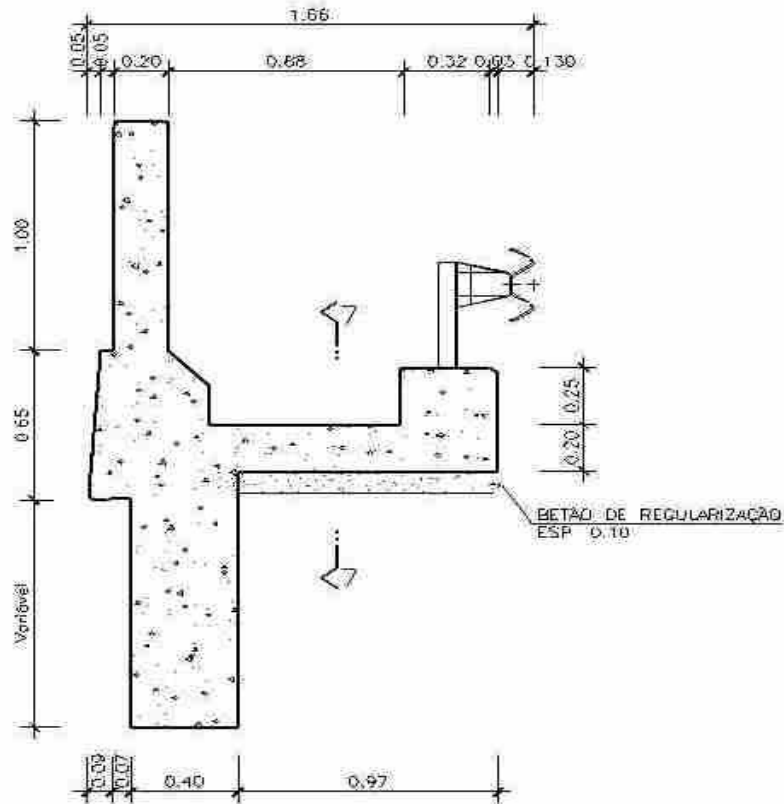


Figura 2.31 – Corte de um encontro pelo muro ala.

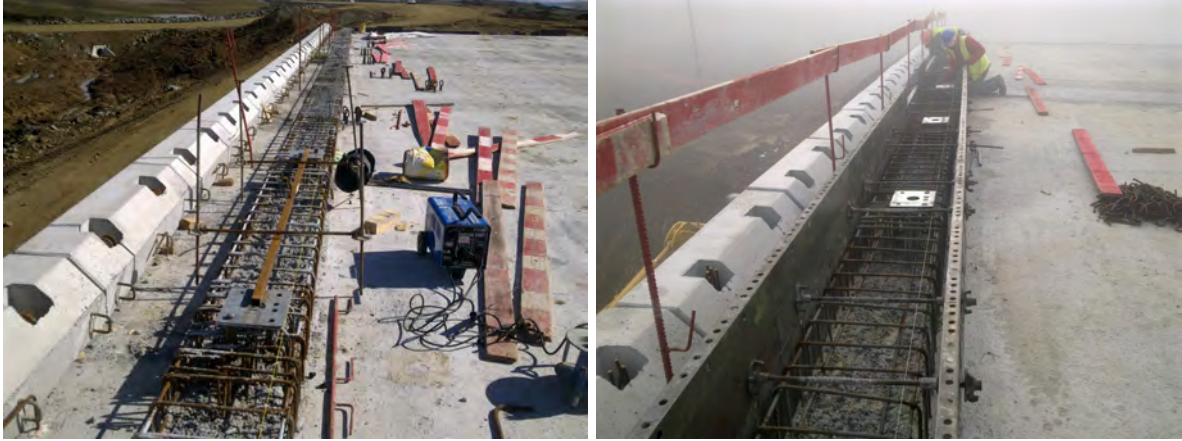
2.2.8.2 Passeios e lancil

Os passeios nas obras de arte permitem não só a travessia dos pedestres mas também a passagem de infra-estruturas, como é o caso, de instalações eléctricas, telecomunicações e condutas de água.

Após colocação das vigas de bordadura, procedeu-se à execução da armadura do lancil do passeio, sendo que praticamente toda a armadura foi colocada aquando da colocação da armadura do tabuleiro. Durante a colocação da armadura de reforço no lancil foram soldados os chumbadouros das guardas de segurança que serão colocadas posteriormente.

Na figura 2.32 (a) observa-se o molde para realizar a soldadura dos chumbadouros das guardas de segurança ao lancil.

Na figura 2.32 (b) observa-se a montagem da cofragem metálica para permitir a betonagem do lancil.



(a)

(b)

Figura 2.32 – Molde para soldar os chumbadouros das guardas de segurança ao lancil (a) e montagem de cofragem metálica para betonagem do lancil (b).

Após a montagem da cofragem metálica do lancil, procedeu-se à betonagem que se efectuará sempre de modo contínuo evitando-se ao máximo as interrupções. Para uma eficiente vibração, foram utilizados vibradores de agulha.



(a)

(b)

Figura 2.33 – Lancil concluído (a) e colocação de tubagem nos passeios (b).

Na figura 2.33 (a) observa-se o lancil concluído com os chumbadouros para as guardas de segurança.

Na figura 2.33 (b) observa-se o lancil concluído e a colocação das tubagens para as infra-estruturas nos passeios.

Após conclusão da betonagem do lancil, procedeu-se à colocação dos tubos de passagem de infra-estruturas no interior dos passeios. Deve-se garantir que as tubagens ficam alinhadas e sem mudanças bruscas de direcção para permitir uma perfeita passagem das infra-estruturas.

Logo que se procedeu à colocação correcta da tubagem efectuou-se o enchimento do passeio com betão leve. No dia seguinte efectuou-se o acabamento final do passeio aplicando-se 3 cm de betonilha e o respectivo esquartelado. O esquartelado foi efectuado com molde metálico fabricado para o efeito.

Na figura 2.34 (a) observa-se a execução do passeio de uma obra de arte com argamassa.

Na figura 2.34 (b) observa-se o passeio de uma obra de arte concluído com o respectivo esquartelado.



(a)



(b)

Figura 2.34 – Execução do passeio com betonilha (a) e passeio concluído com o esquartelado (b).

2.2.8.3 Guardas definitivas

Após conclusão dos passeios procedeu-se à montagem dos guarda-corpos e das guardas de segurança.

Guarda-corpos

A função do guarda-corpos é garantir a segurança dos peões nas obras de arte.

As formas simples e esteticamente agradáveis dos guarda-corpos, tornam-nos indicados para usos diversos sem nunca chocar com a paisagem.

Os guarda-corpos que foram aplicados nas obras de arte são construídos em tubo e perfil de aço, e foram fornecidos em versões mais aligeiradas ou mais pesadas, dependendo dos requisitos de segurança de cada obra de arte. Para estas obras de arte foram definidas duas tipologias, ou seja uma mais aligeirada para as obras de arte cujo tabuleiro faz parte da auto-estrada (figura 2.36) e uma mais pesada para as obras de arte cujo tabuleiro não faz parte da auto-estrada, ou seja não tem qualquer ligação com a via da auto-estrada (figura 2.35).

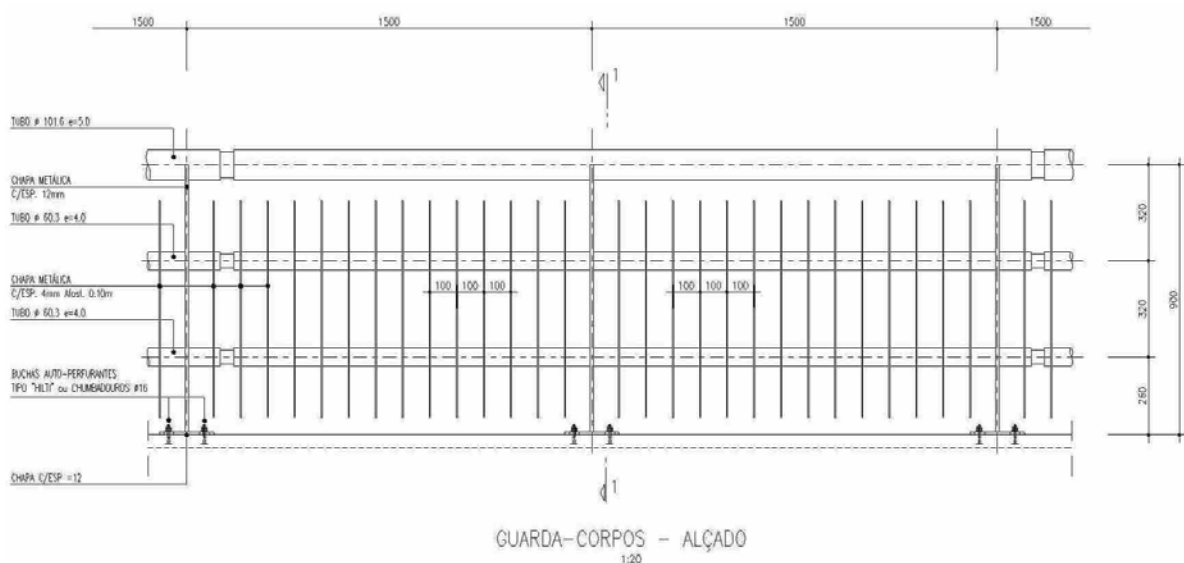


Figura 2.35 – Guarda-corpos em obras de arte cujo tabuleiro não é auto-estrada.

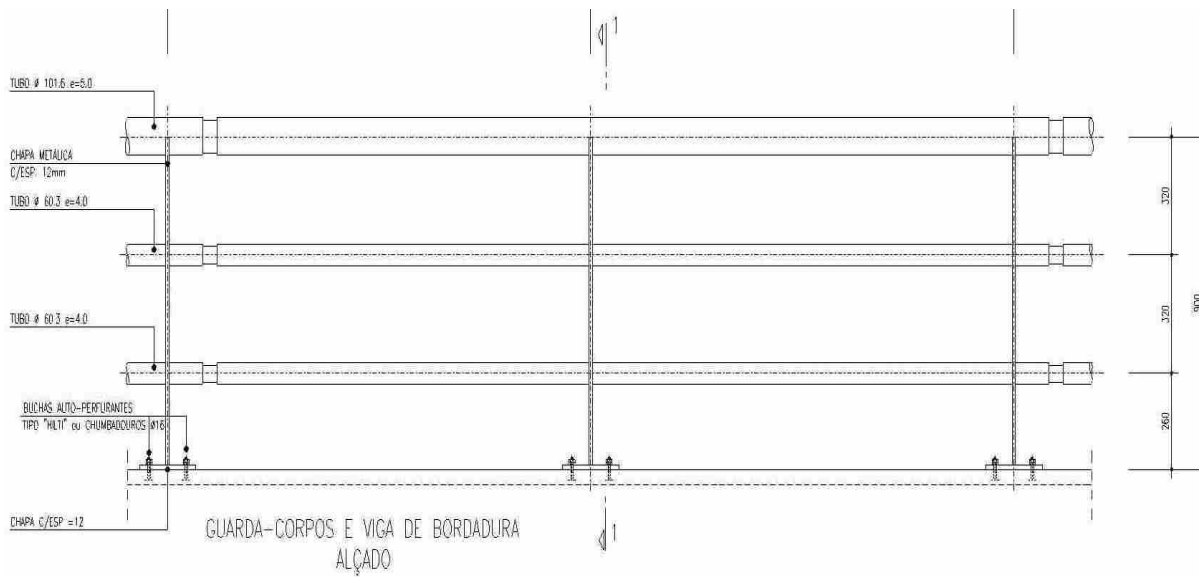
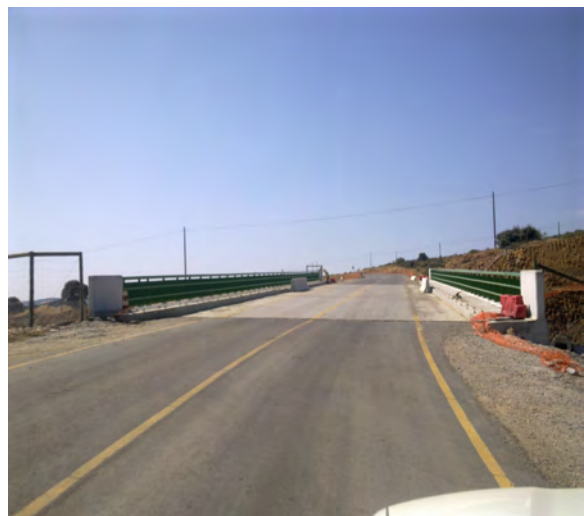


Figura 2.36 – Guarda-corpos em obras de arte cujo tabuleiro é auto-estrada.

Os guarda-corpos foram fabricados em fábrica em módulos de 6 metros, sendo transportados para a obra, pintados à cor definida pelo CAET XXI. Em obra, os guarda-corpos foram montados com ajuda de um camião grua. Inicialmente as guardas foram fixas às vigas de bordadura com buchas metálicas. Posteriormente, as vigas de bordadura foram pré-fabricadas com chumbadouros para agilizar a montagem dos guarda-corpos em obra.



(a)



(b)

Figura 2.37 – Colocação de guarda-corpos (a) e obra de arte com guarda-corpos concluídos (b).

Na figura 2.37 (a) observa-se a colocação de guarda-corpos em uma obra de arte cujo tabuleiro faz parte da auto-estrada.

Na figura 2.37 (b) observa-se uma obra de arte cujo tabuleiro não faz parte da auto-estrada, com os guarda-corpos concluídos.

Guardas de segurança

Nas obras de arte cujo tabuleiro faz parte da auto-estrada, Passagens Superiores de Nó e Passagens Inferiores, foram utilizadas guardas de segurança com um nível de retenção H2, conforme se pode observar na figura 2.38.

Os componentes desta guarda foram fabricados em chapa de aço laminado a quente de qualidade S275JR e S355JR segundo a Norma EN 10025 e galvanizados a quente por imersão segundo a Norma EN 1461. Igualmente, o acabamento deste produto pode ser reforçado pelo sistema duplo: galvanizado a quente mais termolacagem, segundo a Norma EN 15773.

Os perfis ómega e os prumos de fixação foram transportados num camião até à zona de colocação. Após descarga desse equipamento, os prumos de sustentação foram fixos aos chumbadouros que foram colocados na fase de betonagem do lancil, através de aperto mecânico com recurso a ferramentas eléctricas e/ou manuais.

Após a fixação dos prumos de sustentação, procedeu-se à fixação dos perfis ómega horizontais, uma vez mais através de aperto mecânico com recurso a ferramentas eléctricas e/ou manuais.

Nas obras de arte que ficam sobre a plena via e que não têm ligação directa à auto-estrada foram aplicadas guardas de segurança tipo rail com perfil W, conforme se pode observar na figura 2.39. Estas guardas de segurança também foram aplicadas no separador central das Passagens Inferiores.

Os perfis W e os prumos de fixação foram transportados num camião até à zona de colocação. Após descarga desse equipamento, os prumos de sustentação foram fixos aos chumbadouros que foram colocados na fase de betonagem do lancil, através de aperto mecânico com recurso a ferramentas eléctricas e/ou manuais.



Figura 2.38 – Guardas de segurança H2



Figura 2.39 – Guardas de segurança com perfil W

Após a fixação dos prumos de sustentação, procedeu-se à fixação dos perfis W horizontais, uma vez mais através de aperto mecânico com recurso a ferramentas eléctricas e/ou manuais.

2.2.9 Juntas de dilatação

Para a colocação das juntas de dilatação, foi necessário proceder-se previamente à execução da pavimentação da obra de arte, a cargo do Empreiteiro Geral.

A empresa da especialidade a quem foi adjudicado o fornecimento e aplicação das juntas de dilatação forneceu uma proposta técnica que teve de ser submetida à aprovação do Projectista e da Fiscalização da Obra. Só após esta aprovação é que podiam ser iniciados os trabalhos. A proposta técnica apresentada para cada obra de arte teve em consideração os deslocamentos previstos no quadro que faz parte integrante do projecto de execução de cada obra de arte, como se pode observar na figura 2.41.

A colocação das juntas de dilatação compreendeu as seguintes fases:

- **Corte do pavimento:**

Inicialmente, procedeu-se à execução da mesa da junta de dilatação, que consiste na abertura de um rasgo no betuminoso com as dimensões necessárias para a colocação das juntas.

Determinou-se a largura da junta em repouso, majorada em ambos os lados da medida de espessura do betuminoso.

Exemplo: Largura da junta: 200mm

 Espessura do betuminoso: 80mm

 Largura mínima do corte = 360mm.

No corte do betuminoso, foi utilizada uma serra diamantada com dispositivo de regulação da profundidade e refrigeração a água.

- **Remoção:**

O betuminoso compreendido entre os dois cortes foi arrancado com um martelo pneumático ligeiro, equipado com guilho, como se pode observar na figura 2.40 (a). A superfície da mesa deve ser mantida o mais lisa possível a fim de evitar o restauro da planaridade da mesa com ajuda de uma régua adequada e utilizando argamassa plástica, como se pode verificar na figura 2.40 (b). No caso da espessura do betuminoso ser superior entre 80 e 140 mm, a diferença pode ser preenchida com uma camada de betão ou grout. Nestes casos, deve-se preparar previamente a superfície da laje para melhorar a aderência entre elas e, se necessário, deve-se providenciar uma armadura de reforço.



Figura 2.40 – Remoção do betuminoso (a) e preparação da base (b).

- **Marcação e execução da furação para fixação da junta à mesa:**

Utilizando a peça da junta como referência, procedeu-se à marcação da posição dos furos de selagem. Os furos devem ser majorados de 4 até ao máximo de 6mm relativamente ao diâmetro do perno de fixação. De seguida, procedeu-se à limpeza do plano de apoio da junta (mesa) e dos furos de selagem, por meio de ar comprimido.

- **Instalação do sistema de drenagem de águas:**

A drenagem da junta de dilatação foi efectuada por uma caleira existente na parte inferior da mesma, sendo que para tal, deve-se proceder à colocação de uma membrana de escoamento em forma de U. Para que todo o sistema não seja comprometido, é de

extrema importância que a membrana fique completamente limpa de forma a garantir o escoamento.

Deve-se garantir que este sistema de drenagem encaminha a água para a drenagem efectuada sob a obra de arte.

Na figura 2.41 apresenta-se o pormenor da junta de dilatação que faz parte integrante do projecto de execução de uma obra de arte, onde está representado o sistema de drenagem de águas.

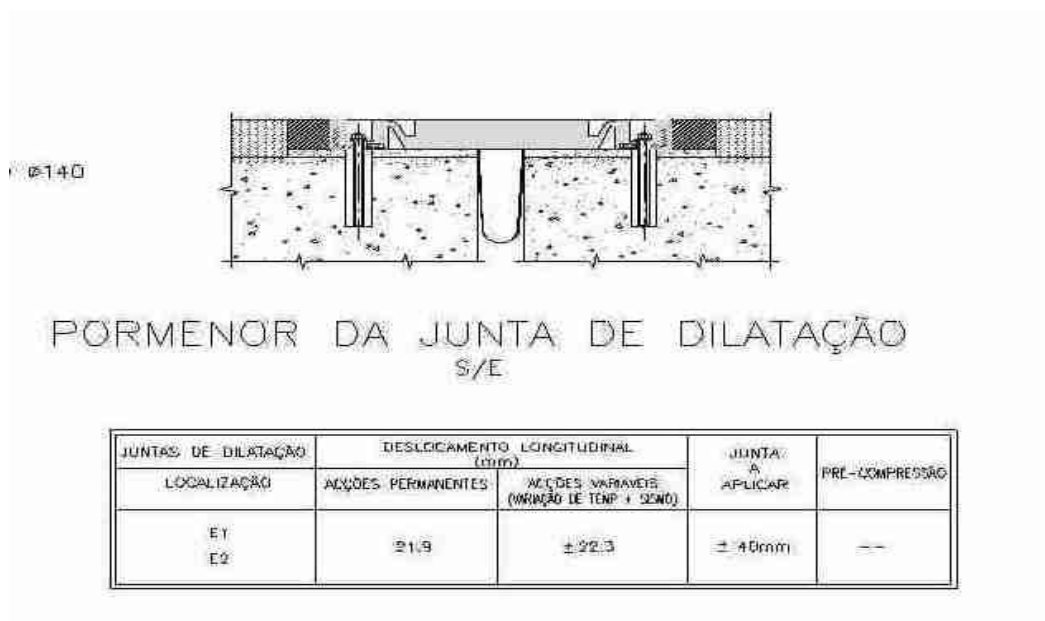


Figura 2.41 – Pormenor da junta de dilatação de projecto.

- **Posicionamento da junta e pernos de fixação:**

Posicionou-se a junta peça a peça devidamente alinhada, e procedeu-se à selagem dos pernos utilizando uma resina epóxica. Respeitando-se o período de maturação das resinas de selagem, procedeu-se à colocação das porcas autoblocantes e o seu aperto final, segundo a especificação técnica ETMA01.00 da empresa da especialidade.

Na figura 2.42 observa-se a fixação de uma junta de dilatação numa obra de arte com porcas autoblocantes e a abertura para as bandas de transição.



Figura 2.42 – Fixação da junta.

- **Execução das bandas de transição:**

As bandas de transição são aberturas laterais entre a junta de dilatação e o betuminoso, compostas por cimento à base de grout, que permitem a transição entre o betuminoso e a junta de dilatação. Após a realização dos passos anteriores, procedeu-se ao enchimento com o cimento à base de grout, tendo que ficar rasante ao betuminoso e à junta de dilatação.



Figura 2.43 – Execução das bandas de transição.

Na figura 2.43 observa-se o trabalhador a efectuar o enchimento das bandas de transição de uma junta de dilatação numa obra de arte.

Na figura 2.44 observa-se a banda de transição concluída.

- **Selagem dos elementos de aperto:**

Por último, as cavidades onde estão inseridas as porcas deverão ser seladas com massa elástica, conforme se pode observar na figura 2.44.



Figura 2.44 – Selagem dos elementos de aperto.

A junta de dilatação do pavimento anteriormente referida foi aplicada entre lancis.

No lancil, passeio e viga de bordadura foi aplicada uma junta de dilatação em aço inox, conforme previsto no projecto de execução. Esta junta de dilatação é aparafusada em ambos os lados e sobreposta, para permitir a dilatação da obra de arte.

Na figura 2.45 observa-se a junta de dilatação em aço inox aplicada no passeio de uma obra de arte.



Figura 2.45 – Juntas de dilatação em passeios

2.2.10 Drenagens e revestimento de taludes

Após a execução das operações de movimento de terras que permitem efectuar o reperfilamento do talude, procedeu-se à execução das drenagens e revestimento do talude.

A drenagem é efectuada com meia-cana pré-fabricada. Esta meia-cana é colocada pelo alinhamento do limite da obra de arte e junto aos encontros para recolha das águas pluviais.

Em cada obra de arte também foram aplicados tubos de queda para drenagem do tabuleiro. Nas descidas de talude foram efectuadas caixas para ligação à valeta da auto-estrada e nos taludes com maior declive foram efectuadas caixas dissipadoras de energia.

O revestimento do talude foi efectuado com enrocamento argamassado que consiste na aplicação de argamassa e rachão.

Na figura 2.46 observa-se a realização do revestimento de talude com enrocamento argamassado de uma obra de arte corrente de nó.



Figura 2.46 – Revestimento de taludes.

2.2.11 Recepção provisória

Após a conclusão integral dos trabalhos, foi solicitada a vistoria para efeitos de recepção provisória de cada obra de arte, de acordo com o art.º 394 do Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro. O prazo de garantia começa a contar a partir da data do auto de recepção provisória.

Capítulo 3 – Obras de Arte Especiais

Capítulo 3 - Obras de Arte Especiais

3.1 Introdução

As Obras de Arte Especiais fazem parte da Empreitada de “Obras de Arte Correntes – Transmontana – Área 3” referida anteriormente. Foram adjudicadas 2 OAE, sendo uma localizada no Lote 8 e outra localizada no Lote 9. No Lote 8 estava previsto a construção da Ponte sobre o Rio Azibo com uma extensão de 270 ml entre eixos de encontros na directriz da obra. No Lote 9 estava previsto a construção da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas com uma extensão de 92 ml entre eixos de encontros na directriz da obra.

O Empreiteiro Geral (CAET XXI – Construções A.C.E.) apresentou o projecto de execução, que consiste na Construção de Obras de Arte Especiais integradas na Área 3 – Lote 8 e 9 da Auto-Estrada A4/IP4 – Vila Real (Parada de Cunhos) / Quintanilha, da Subconcessão Auto-Estrada Transmontana.

Estas duas OAE são construídas em troço de auto-estrada novo.

A Empreitada de OAE é constituída pelos seguintes trabalhos:

- Execução de fundações directas;
- Execução de elevações nos encontros e nos pilares;
- Execução de viga estribo e muro testa nos encontros;
- Execução de viga travessa nos pilares;
- Execução de capitéis nos pilares;
- Colocação de aparelhos de apoio nos encontros e nos pilares;
- Colocação de batentes em neoprene nos encontros;
- Colocação das vigas pré-fabricadas e pré-lages;
- Execução do tabuleiro em betão armado;
- Aplicação de pré-esforço de continuidade no tabuleiro;

- Execução das lajes de transição;
- Execução dos acabamentos (lancil, vigas de bordadura, caixas de visita, tubagens, passeios);
- Drenagem do tabuleiro;
- Aplicação de guarda corpos e guardas de segurança;
- Aplicação de juntas de dilatação.

No anexo VII apresenta-se o desenho de conjunto da Ponte sobre o Rio Azibo.

No quadro 3.1 observa-se um resumo dos principais materiais utilizados e dos trabalhos especializados realizados nas OAE que fazem parte desta Empreitada.

Quadro 3.1 - Resumo das principais componentes da obra

| Principais Componentes da Obra | Quantidade |
|--|-----------------------|
| Volume de betão aplicado in situ | 8.136 m ³ |
| Aço aplicado in situ | 1.120 Ton |
| Área de Cofragem | 14.420 m ² |
| Vigas pré-fabricadas em betão armado | 2.409 ml |
| Pré-lajes pré-fabricadas em betão armado | 6.362 m ² |
| Pré-esforço | 19.900 Kg |
| Aparelhos de apoio | 80 un |
| Vigas de bordadura | 649 ml |
| Guarda-corpos | 649 ml |
| Juntas de dilatação | 78 ml |

Neste tipo de obras de betão armado é de extrema importância a qualidade do betão, pelo que existem cuidados a ter em consideração durante a fase de betonagem, como é o caso da vibração e da cura. Durante o processo de cura do betão existe um procedimento que se descreve a seguir que é comum para todas as obras de arte:

- Em dias de calor e logo após a betonagem aplicou-se um produto fornecido em forma de líquido, com pulverizador, sobre a superfície visível, para proporcionar uma cura perfeita, protegendo contra a desidratação descontrolada e consequente fissuração do betão.
- Em dias de temperaturas abaixo dos 5 °C, protegeu-se a superfície visível do betão com manta geotêxtil ou outro material similar para não danificar o betão.
- Efectuar a descofragem quando se verificar que a cura está efectuada. Verificou-se que o tempo de cura nos meses de Primavera e Verão era completamente diferente do tempo de cura dos meses de Outono e Inverno. Nos meses de Outono e Inverno houve a necessidade de utilizar betões com composição adequada para temperaturas baixas.

Neste tipo de obras existem vários elementos de betão armado que ficam à vista, pelo que tem de existir uma preocupação muito grande por parte da Direcção de Obra para garantir que esse betão fique em perfeitas condições. Nesse sentido é necessário efectuar um estudo prévio das cofragens para permitir uma estereotomia adequada a cada elemento.

Nos elementos de betão à vista foi necessário verificar previamente o contraplacado da cofragem para garantir um perfeito acabamento. O contraplacado que apresente mazelas, como amolgadelas e riscos profundos não pode ser utilizado. Periodicamente, esse contraplacado tem de ser substituído.

A aplicação de óleo descofrante na cofragem antes de ser colocada no elemento de betão que vai ser realizado é muito importante porque também tem influência no aspecto final do betão.

3.2 Descrição dos trabalhos realizados para a construção das Obras de Arte Especiais

3.2.1 Execução de Fundações

3.2.1.1 Fundações Directas

A realização de fundações foi efectuada de acordo com as seguintes fases:

- a) Levantamento topográfico e implantação do projecto;
- b) Realização da escavação do terreno existente, para execução da estrutura de fundação, através de meios mecânicos, nomeadamente com recurso a escavadora giratória;
- c) Colocação de betão de limpeza na base da fundação; Foi utilizado betão da classe C20/25; X0 (Pt); D22; S2 de acordo com a norma NP EN 206-1;
- d) Realização de cofragem da fundação com cofragem de empresa da especialidade;
- e) Posicionamento das armaduras realizadas em fábrica recorrendo a camião grua ou grua móvel;
- f) Betonagem da fundação com recurso a bombagem. Foi utilizado betão da classe C25/30; XC2 (Pt); Cl 0,4; D22; S4 de acordo com a norma NP EN 206-1. O recobrimento das armaduras utilizado é de 50mm;
- g) Descofragem;
- h) Realização de recrava em betão com altura de 1 metro, contra o terreno.

Na figura 3.1 pode observar-se uma sapata com a armadura montada, com a excepção dos arranques do pilar e outra sapata com a cofragem no final da betonagem.

Na figura 3.2 pode observar-se as duas sapatas betonadas, sendo que numa das sapatas já está efectuada a recrava em betão contra o terreno.



Figura 3.1 – Execução de sapatas.



Figura 3.2 – Execução de recrava nas sapatas.

3.2.2 Execução de pilares

Os pilares são constituídos com betão armado da classe C40/50; XC4 XF1 (Pt); Cl 0,2; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 45 mm. Os pilares da Ponte sobre o Rio Azibo são ocos, com 4,50 m x 2,00 m pelo exterior e 3,80 m x 1,30 m pelo interior. Os pilares na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas são maciços com uma secção de 2,00 m x 1,30 m. Para a sua execução, recorreu-se ao uso de cofragem "semi-trepante" constituída por painéis de empresa da especialidade, com plataformas a toda a volta do pilar, formadas por pranchas e consolas de empresa da especialidade que permitem a realização de todos os trabalhos desde a montagem de armaduras até à betonagem.

Na Ponte sobre o Rio Azibo foram construídos 12 pilares com alturas que variam entre os 11 e os 30 metros.

No anexo XV junta-se o projecto específico apresentado pelo consórcio para execução dos pilares da Ponte sobre o Rio Azibo.

Na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas foram construídos 4 pilares com alturas que variam entre os 14 e os 18 metros.

A execução dos pilares teve por base os seguintes passos:

- Após a realização da fundação do pilar, colocou-se o 1º troço da armadura, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. A colocação da armadura foi efectuada com recurso a camião grua ou auto-grua. Nos restantes troços, a armadura foi montada em molde efectuado para o efeito e transportada para o pilar, rentabilizando significativamente o tempo de execução. O transporte da armadura foi efectuado com uma "balança" fabricada para esse efeito para garantir a rigidez do conjunto. Na figura 3.3 observa-se o transporte da armadura para um dos pilares, através da "balança e a amarração aos arranques colocados na sapata.
- Finda a armação/colocação da armadura do pilar, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.

- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem do 1º troço do pilar. A betonagem desenvolveu-se continuamente em cada troço com o auxílio de auto-grua. Na betonagem utilizou-se um balde de descarga de fundo para permitir a distribuição do betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.



Figura 3.3 – Execução de pilares na Ponte sobre o Rio Azibo

- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem do 1º troço do pilar e à colocação do 2º troço de armadura, e assim sucessivamente até ao último troço.
- No último troço dos pilares da Ponte sobre o Rio Azibo, que eram ocós, efectuou-se a colocação de uma pré-laje prefabricada para o efeito, para evitar a utilização de cofragens perdidas.

Na figura 3.4 observa-se o molde montado no exterior para efectuar a armadura de cada troço de pilar com 6,55 metros de altura e a cofragem aplicada num troço de pilar pronto para ser betonado – Ponte sobre o Rio Azibo.



Figura 3.4 – Execução de pilares. Execução da armadura no exterior.

3.2.3 Execução de vigas travessa

A execução de vigas travessa ocorreu na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

As vigas travessas são constituídas com betão armado da classe C40/50; XC4 XF1 (Pt); C10,2; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 45 mm. Cada viga travessa foi realizada numa só betonagem, sendo o seu peso e a pressão de betão fresco suportada por escoramento ao solo. Para a sua execução, recorreu-se ao uso de cofragem constituída por painéis de empresa da especialidade, e escoramento de empresa da especialidade que permitem a realização de todos os trabalhos desde a montagem de armaduras até à betonagem.

A solução de cofragem para o fundo da viga travessa foi obtida por alinhamentos de cintas apoiadas em torres de escoramento, sendo a superfície cofrante constituída por placas de contraplacado marítimo com 21 mm de espessura com revestimento fenólico.

Após a montagem do escoramento e das plataformas de trabalho, procedeu-se à colocação e fixação sobre as forquilhas reguláveis, dos fundos de viga previamente montados ao nível do solo com respectivos guarda-corpos e superfície cofrante supra referida.

As alturas de cimbre estavam compreendidas entre 14,1 m e 16,8 m, pelo que todo o cimbre foi interligado nos dois sentidos e ao pilar de modo a criar um efeito de conjunto. O cimbre também ficou ligado à cofragem.

O cimbre tinha as suas bases assentes sobre sapatas de betão para melhor estabilização no terreno.

A movimentação/elevação destas estruturas foi efectuada com auxílio de auto-grua.

Todas as plataformas de trabalho foram dotadas de montantes guarda-corpos no seu perímetro para impedir a queda de materiais e dos trabalhadores.

No anexo XIV junta-se o projecto específico de escoramento apresentado pelo consórcio para execução das vigas travessa da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

A execução das vigas travessa teve por base os seguintes passos:

- Após a realização dos pilares, efectuou-se a montagem do cimbre e fundo da viga, de acordo com o projecto específico elaborado pela empresa que forneceu este equipamento. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de auto-grua. Na figura 3.5 observa-se a montagem do escoramento numa viga travessa da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.
- Após a conclusão do cimbre e após validação das condições de segurança, procedeu-se à colocação das armaduras, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado no solo, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de auto-grua. A armadura foi completamente montada no exterior como se pode observar na figura 3.5.
- Finda a colocação da armadura, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.



Figura 3.5 – Execução de vigas travessa na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem da viga travessa. A betonagem desenvolveu-se continuamente com o auxílio de bomba, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem da viga travessa.
- O cimbre foi utilizado para plataforma de trabalho da empresa que efectuou a colocação dos pré-fabricados.
- O cimbre também foi utilizado como plataforma de trabalho para a realização das carlingas. Portanto o cimbre só foi desmontado depois de concluídas as carlingas.

Na figura 3.6 observa-se a Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas com uma viga travessa concluída e outra viga travessa com cofragem e betonada.



Figura 3.6 – Execução de vigas travessa na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

3.2.4 Execução de capitéis

A execução de capitéis ocorreu na Ponte sobre o Rio Azibo.

Os capitéis são constituídos com betão armado da classe C40/50; XC4 XF1 (Pt); C10,2; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 45 mm. O capitel foi realizado numa só betonagem, sendo o seu peso em consola suportado por estruturas metálicas de elevada capacidade ancoradas ao pilar, e a pressão de betão fresco suportada pelos tirantes entre faces opostas da cofragem. Para a sua execução, recorreu-se ao uso de cofragem constituída por painéis de empresa da especialidade, e consolas de empresa da especialidade que permitem a realização de todos os trabalhos desde a montagem de armaduras até à betonagem.

As estruturas de suporte lateral e de topo são dotadas de ancoragem de suspensão e ancoragem de carga, sendo cada uma independente para maior segurança. A movimentação/elevação destas estruturas foi efectuada com auxílio de auto-grua. Após a

movimentação é obrigatório a colocação das cavilhas de segurança antes das plataformas serem consideradas aptas para serviço.

Sobre as estruturas de suporte foram instaladas plataformas de trabalho. As diferentes plataformas criadas a diferentes níveis de altura destinam-se a fins distintos e foram dimensionadas para sobrecargas de serviço distintas.

Todas as plataformas foram dotadas de montantes guarda-corpos no seu perímetro para impedir a queda de materiais e trabalhadores. Entre os diferentes níveis de plataformas foram instaladas escadas de acesso devidamente fixas e protegidas para o efeito.

No anexo XVI apresenta-se o projecto específico apresentado pelo consórcio para execução dos capitéis.

A execução dos capitéis teve por base os seguintes passos:

- Após a realização da última betonagem do pilar, colocaram-se as estruturas de suporte e as plataformas de empresa da especialidade. A escada de acesso teve de ser prolongada até ao nível da plataforma de trabalho. Após garantidas as condições de segurança foi colocada a cofragem do fundo do capitel.
- A armadura do capitel foi cortada e dobrada em fábrica e montada por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto, em molde efectuado para o efeito no solo. A colocação da armadura foi realizada com recurso a auto-grua com capacidade adequada. A realização da armadura do capitel no solo permitiu uma rentabilização significativa do tempo de execução.
- Finda a colocação da armadura do capitel, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.
- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem do capitel. A betonagem desenvolveu-se continuamente com o auxílio de bomba com capacidade adequada à altura de cada capitel, procedendo-se à distribuição do betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem dos painéis laterais. Após garantia da resistência do betão, com rebentamento de cubos entre os 4 e os 7

dias, procedia-se à desmontagem da cofragem de fundo, das plataformas e das estruturas de suporte.

Na figura 3.7 observa-se a movimentação da armadura de um pilar com a balança e a betonagem de um capitel de um pilar da Ponte sobre o rio Azibo.



Figura 3.7 – Execução de pilar e capitel na Ponte sobre o Rio Azibo

3.2.5 Execução dos encontros

Os encontros são estruturas de apoio aos tabuleiros, tendo sido executados com betão armado da classe C40/50; XC4 XF1 (Pt); Cl0,2; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com recobrimento das armaduras utilizado que é de 50 mm.

A execução dos encontros seguiu a seguinte ordem de tarefas:

- Após a realização da fundação do encontro, colocou-se a armadura, em função da tipologia do encontro, tendo sido estas cortadas e dobradas em fábrica e montadas por pessoal especializado, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. A colocação da armadura foi efectuada com recurso

a camião grua ou auto-grua. Existem encontros que foram efectuados com gigantes e encontros que foram efectuados com muro soco, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto.



Figura 3.8 – Execução de encontros na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

- Em seguida foi realizada a cofragem dos encontros com painéis de empresa da especialidade, garantindo um perfeito acabamento e permitindo a sua reutilização. Devido à elevada altura dos gigantes, a betonagem de cada gigante foi efectuada em duas fases.
- Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem dos elementos do encontro. A betonagem desenvolveu-se continuamente em cada elemento com o auxílio de auto-grua ou com bombagem, procedendo-se à distribuição do betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.
- Findo o período de presa, procedeu-se à descofragem dos elementos betonados.

Na figura 3.9 observa-se 4 gigantes concluídos num encontro da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas. Estes gigantes têm 13,64 metros de altura, uma largura que varia entre os 2,75 e os 6 metros na base, e 0,50 metros de espessura



Figura 3.9 – Execução de encontros na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

Após a execução dos encontros e os aterros até à cota da laje de transição, foi realizada a laje de transição em betão armado, conforme se observa na figura 3.10.

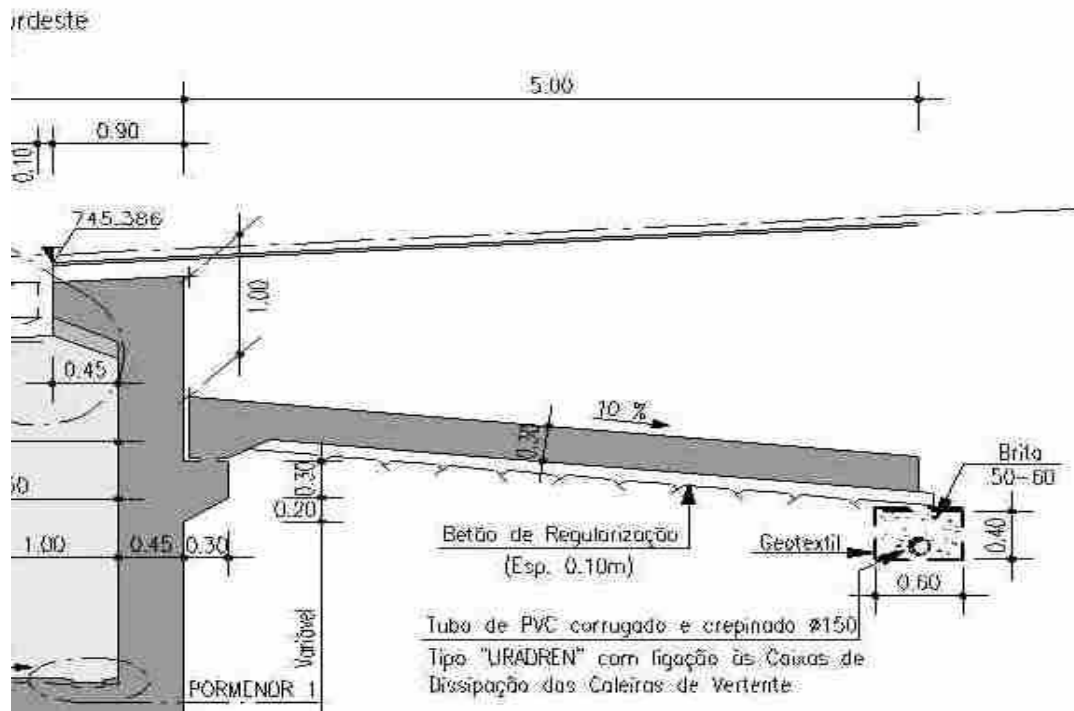


Figura 3.10 – Pormenor da laje de transição da Ponte sobre o Rio Azibo.

As lajes de transição ficam ligadas aos encontros através de um “cachorro”, tendo sido executadas com betão armado da classe C40/50; XC4 XF1 (Pt); Cl0,2; D22; S3, de acordo com a norma NP EN 206-1, armadura helicoidal aço A500 NR SD e com o recobrimento das armaduras utilizado que é de 50mm.

Como o próprio nome indica, a laje de transição faz a transição entre a plena via e a obra de arte.

3.2.6 Colocação dos aparelhos de apoio

Os aparelhos de apoio são dispositivos que fazem a transição entre a superestrutura e a mesoestrutura, ou a infra-estrutura, nas pontes não porticadas. Estes dispositivos têm como principais funções:

- a) Transmitir as cargas da super-estrutura à mesoestrutura ou infra-estrutura;
- b) Permitir movimentos longitudinais da super-estrutura, devido à retracção própria da super-estrutura e aos efeitos da temperatura, expansão e retracção;
- c) Permitir as rotações da superestrutura, motivadas pelas deflexões provocadas pelas acções permanentes e variáveis.

Assim, à semelhança de outras fases construtivas da obra, a colocação dos aparelhos de apoio é muito importante, dado ser estes aparelhos que transmitem as cargas da estrutura aos pilares, permitindo os deslocamentos da estrutura.

Foram instalados os seguintes tipos de aparelhos de apoio:

Ponte sobre o Rio Azibo

- Aparelhos de apoio do tipo panela fixos: 32 unidades com força de compressão de 4500KN e força transversal de 450KN. Nestes aparelhos é permitida a rotação em todos os sentidos. São impedidos os movimentos longitudinais e transversais. Estes aparelhos foram utilizados nos pilares P2, P3, P4 e P5.
- Aparelhos de apoio do tipo panela unidireccionais: 8 unidades com força de compressão de 4500KN e força transversal de 450KN, permitindo deslocamentos de +- 200mm. 8 Unidades com força de compressão de 4500KN e força

transversal de 450KN, permitindo deslocamentos de +- 150mm. 8 Unidades com força de compressão de 2500KN e força transversal de 250KN, permitindo deslocamentos de +- 250mm. 8 Unidades com força de compressão de 2500KN e força transversal de 250KN, permitindo deslocamentos de +- 200mm. Nestes aparelhos é permitida a rotação em todos os sentidos e são permitidos os movimentos longitudinais. São impedidos os movimentos transversais. Estes aparelhos foram utilizados nos dois encontros e nos pilares P1 e P6.

Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

- Aparelhos de apoio do tipo panela fixos: 8 unidades com força de compressão de 3500KN e força transversal de 350KN. Nestes aparelhos é permitida a rotação em todos os sentidos. São impedidos os movimentos longitudinais e transversais. Estes aparelhos foram utilizados nos pilares.
- Aparelhos de apoio do tipo panela unidireccionais: 8 unidades com força de compressão de 2000KN e força transversal de 200KN, permitindo deslocamentos de +- 150mm. Nestes aparelhos é permitida a rotação em todos os sentidos. Nos movimentos longitudinais é permitido o deslizamento com atrito máximo de 3%. São impedidos os movimentos transversais. Estes aparelhos foram utilizados nos dois encontros.

Para a colocação do aparelho de apoio foi necessário efectuar um plinto (mesa de apoio), com grout.

Instalação correcta:

1. Execução dos negativos, conforme o tipo de aparelho de apoio;
2. No caso de execução dos negativos durante a cofragem dos elementos, iniciar o processo no ponto 3;
3. Introdução dos pernos dos aparelhos de apoio nos negativos;
4. Posicionar o apoio de acordo com o seu sentido de movimentação, verificando a sinalização aposta na superfície superior do aparelho de apoio;

5. Execução dos plintos com grout (argamassa pronta a aplicar após amassadura com água, para selagens de altas prestações), com recurso a cofragem preparada para o efeito;

6. Retirar a cofragem assim que o plinto se encontre com a consistência adequada.

Verificação dos processos de montagem de aparelhos de apoio

Este processo é análogo ao referido para as OAC.

Na figura 3.11 observa-se os aparelhos de apoio do tipo panela unidireccionais colocados no encontro sudoeste da Ponte sobre o Rio Azibo.

Na figura 3.12 observa-se os aparelhos de apoio do tipo panela unidireccionais antes de serem colocados no pilar P1 da Ponte sobre o Rio Azibo. Observa-se também a armadura do plinto onde vai ser colocado o aparelho de apoio.



Figura 3.11 – Colocação de aparelhos de apoio no encontro da Ponte sobre o Rio Azibo

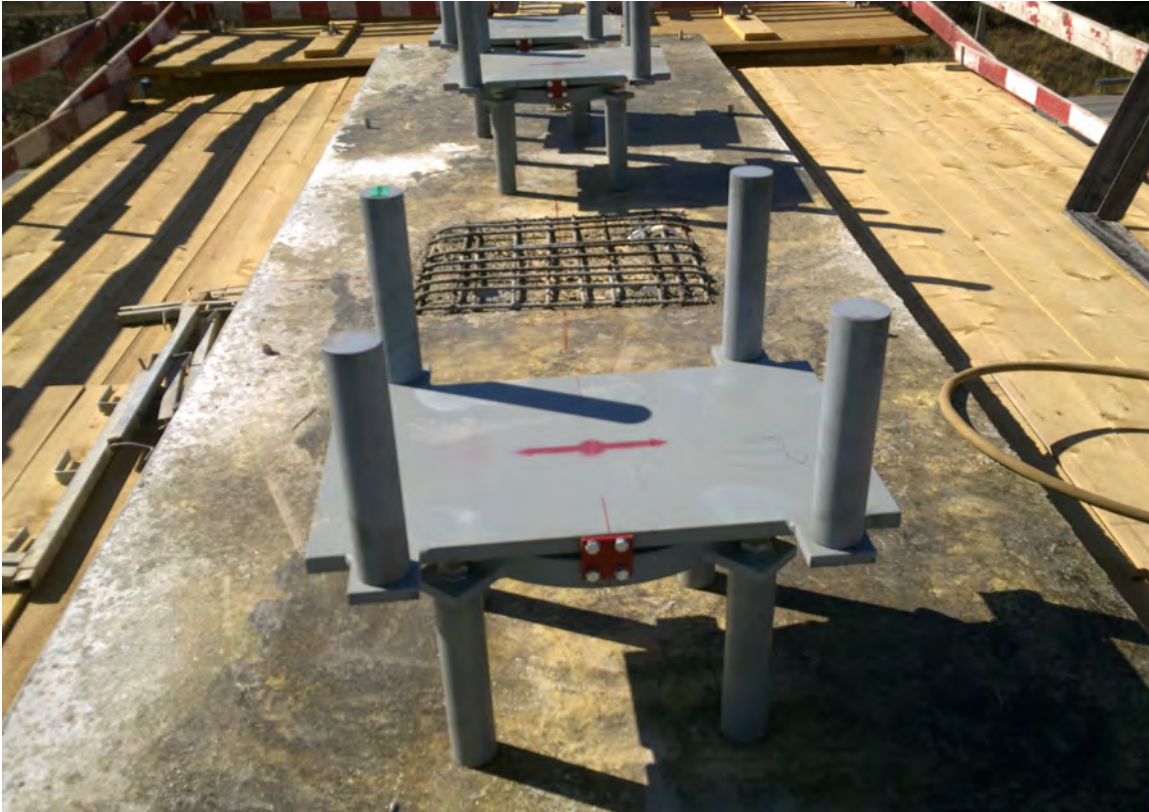


Figura 3.12 – Colocação de aparelhos de apoio no capitel da Ponte sobre o Rio Azibo

3.2.7 Vigas pré-fabricadas em betão

As vigas pré-fabricadas em betão foram transportadas em transportes especiais para a Obra em construção. O processo de montagem das vigas pré-fabricadas na mesoestrutura foi uma operação delicada, porque implicou a realização de acessos adequados para os transportes especiais e de plataformas adequadas para as auto-gruas de grande capacidade que foram movimentar as vigas. Dependendo do comprimento e peso das vigas pré-fabricadas, foram utilizados diferentes tipos de gruas.

Com condições climatéricas adversas é de extrema importância a realização de bons acessos e plataformas de estabilização dos equipamentos.

Foram utilizadas vigas em “I” e pré-lajes na ligação entre vigas.

Na figura 3.13 observa-se a secção transversal dos tabuleiros da Ponte sobre o Rio Azibo.

Na figura 3.14 observa-se a secção transversal do tabuleiro da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

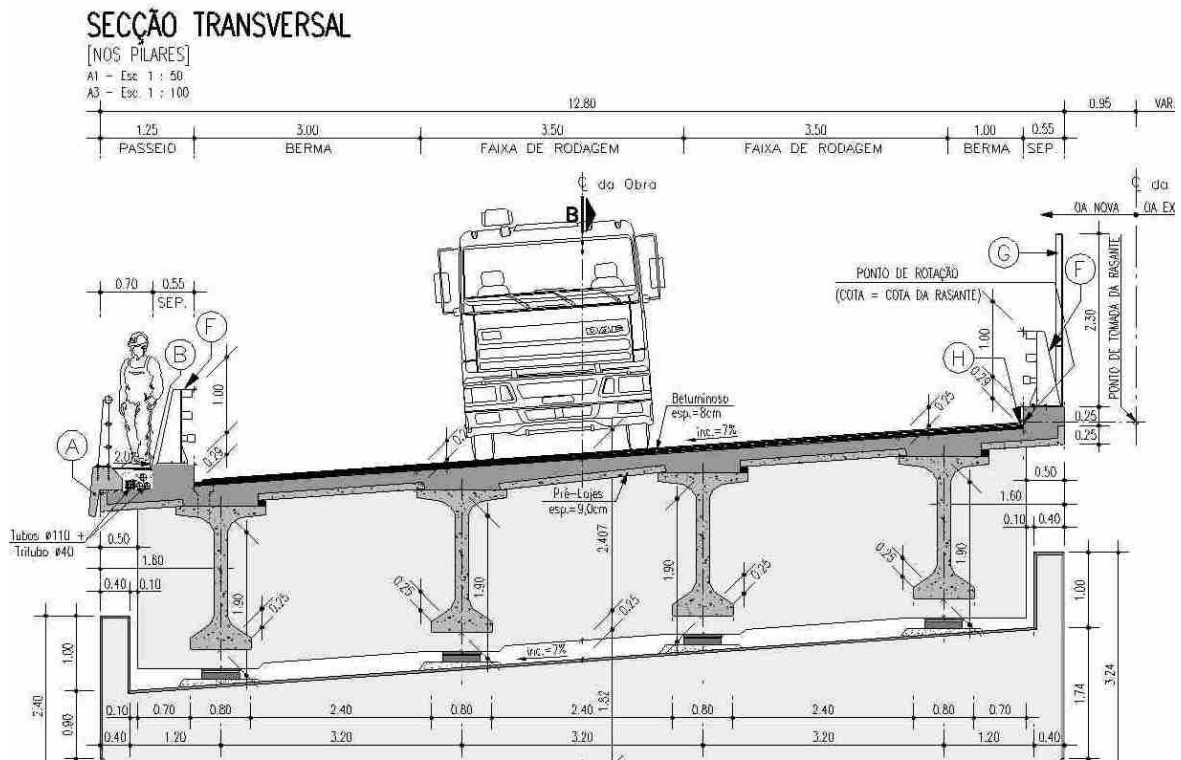


Figura 3.14 – Projecto da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

Devido ao peso das vigas pré-fabricadas foi necessário alterar o procedimento para apoio das vigas pré-fabricadas.

Na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas e devido principalmente à inclinação do tabuleiro, foi necessário efectuar aparelhos de apoio provisórios em obra, ligados à viga travessa, com o mesmo tipo de betão utilizado na viga travessa, para posterior apoio das vigas pré-fabricadas, como se pode observar na figura 3.15.

Na Ponte sobre o Rio Azibo, devido principalmente ao peso de cada viga pré-fabricada, foi necessário alterar o processo construtivo. Esta alteração foi implementada por razões de segurança, devido à eventual cedência dos aparelhos de apoio provisórios. Nesse sentido foi necessário efectuar apoios provisórios em betão para serem colocados junto aos aparelhos de apoio definitivos e efectuar uma primeira betonagem da carlinga até à altura de apoio das vigas pré-fabricadas, como se pode observar nas figuras 3.16 e 3.17.

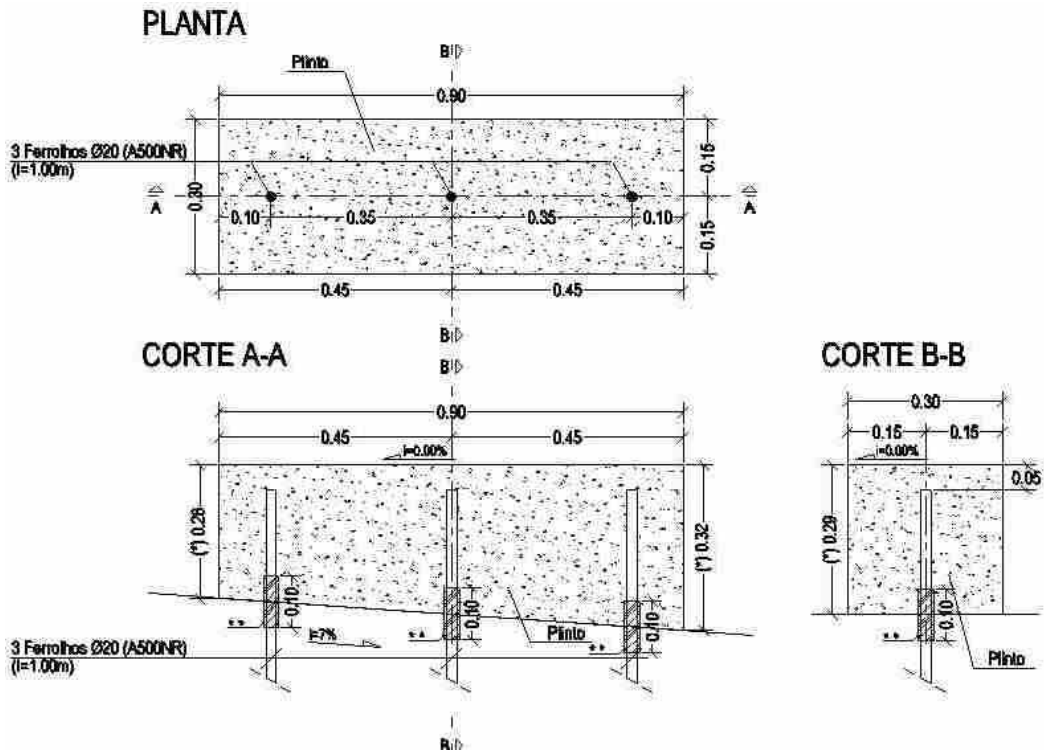


Figura 3.15 – Aparelhos de apoio provisórios.



Figura 3.16 – Execução da 1.ª Fase da carlinga no encontro da Ponte sobre o Rio Azibo.



Figura 3.17 – Execução da 1.ª Fase da carlinga nos capitéis do pilar P1 Norte e Sul da Ponte sobre o Rio Azibo.

3.2.7.1 Descrição dos trabalhos de elevação e estabilização das peças

A empresa pré-fabricadora efectuou um estudo do local e elaborou um plano de montagem para que em obra não existam dúvidas quanto ao procedimento e sequência a utilizar na montagem dos pré-fabricados.

Após a imobilização das auto-gruas e a chegada dos transportes especiais com as vigas pré-fabricadas, deu-se início à elevação da primeira viga e posicionamento da mesma, sobre a carlinga já betonada (1.ª Fase) no caso da Ponte sobre o Rio Azibo, e sobre os apoios provisórios no caso da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

Na figura 3.18 pode-se observar as vigas pré-fabricadas a serem transportadas em transportes especiais, para serem colocadas no 1.º tramo do tabuleiro da Ponte sobre o Rio Azibo (ao fundo na imagem).

Na figura 3.19 observa-se as auto-gruas a efectuar a movimentação das vigas pré-fabricadas para o 1.º tramo do tabuleiro da Ponte sobre o Rio Azibo.



Figura 3.18 – Transporte das vigas pré-fabricadas para a Ponte sobre o Rio Azibo.



Figura 3.19 – Colocação das vigas pré-fabricadas na Ponte sobre o Rio Azibo.

Para garantir a estabilização das vigas pré-fabricadas após a libertação das mesmas foram colocados perfis de suporte em cada lado da viga para escoramento provisório, conforme pode-se observar na figura 3.20. Este processo foi repetido para todas as vigas pré-fabricadas.

Após a colocação das vigas procedeu-se à montagem das pré-lajes em cima das vigas pré-fabricadas, completando-se assim o conjunto do tabuleiro.



Figura 3.20 – Escoramento provisório das vigas na Ponte sobre o Rio Azibo.

Para finalizar, foi colocada uma banda de compriband para selar as juntas entre vigas e entre pré-lajes, para impedir a passagem do betão durante a fase de betonagem do tabuleiro.

3.2.8 Carlingas e Tabuleiro

Após a montagem dos pré-fabricados, foi necessário efectuar a betonagem do tabuleiro de acordo com o processo construtivo definido em projecto. O faseamento construtivo do projecto da Ponte sobre o Rio Azibo é apresentado nos anexos VIII e IX.

No projecto destas obras está previsto a aplicação de pré-esforço de continuidade nos tabuleiros. O Consórcio adjudicou os trabalhos de pré-esforço a uma empresa da

especialidade. Com base no projecto de cada obra de arte, a empresa da especialidade elaborou o projecto específico para os trabalhos de pré-esforço. Este projecto foi submetido à aprovação do projectista da obra e só depois de aprovado foram iniciados os trabalhos de pré-esforço. Os materiais a utilizar nos trabalhos de pré-esforço foram previamente aprovados pela fiscalização da obra.

Ponte sobre o Rio Azibo

Como foi efectuada a betonagem de uma fase da carlinga antes da montagem dos pré-fabricados, procedeu-se à colocação das restantes armaduras, conforme desenhos de pormenor, que são parte integrante do projecto. Em simultâneo, colocaram-se também as armaduras em cima do tabuleiro, bem como as bainhas, as ancoragens e os cabos para o pré-esforço de continuidade. Estes trabalhos foram efectuados com apoio de auto-grua.

A montagem das bainhas de pré-esforço foi executada de acordo com o traçado definido no projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço. A ligação entre troços de bainha foi assegurada por uniões - troço de bainha de diâmetro imediatamente superior - roscadas nas suas extremidades. A estanquidade da união foi assegurada pela colocação de fita adesiva nos extremos da união. A fita adesiva foi igualmente utilizada para garantir a estanquidade da ligação entre a bainha e a ancoragem.

O posicionamento das ancoragens foi executado de acordo com as descrições do projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço.

Nos pontos definidos no projecto específico de aplicação do sistema de pré-esforço, e para garantir que durante a injeção não se formam vazios, foi necessário prever purgas, colocadas tanto ao longo das bainhas como nas ancoragens.

Finda a armação/colocação da armadura, procedeu-se à colocação dos painéis de cofragem com recurso a auto-grua, posicionando a cofragem nos pontos de implantação.

Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem das primeiras duas carlingas e dos dois primeiros tramos do tabuleiro. A betonagem desenvolveu-se continuamente com recurso a bombagem, distribuindo o betão pela secção. A vibração foi executada por vibradores de agulha.

Após o betão possuir a resistência mínima definida no projecto específico de pré-esforço, procedeu-se ao esticamento dos cabos de pré-esforço sobre o primeiro pilar. Após aplicação do pré-esforço efectuou-se a betonagem dos negativos na laje.

Após a betonagem destes dois tramos removeu-se os apoios provisórios no encontro e no pilar.

De seguida fez-se a montagem da armadura na próxima carlinga e no tabuleiro do tramo seguinte. Após conclusão da armadura efectuou-se a colocação da cofragem na carlinga. Após aperto e posicionamento dos painéis de cofragem, procedeu-se à betonagem da carlinga e desse tramo do tabuleiro.

Quando o betão obteve a resistência mínima definida no projecto específico de pré-esforço, aplicou-se o pré-esforço de continuidade sobre o segundo pilar. Após aplicação do pré-esforço efectuou-se a betonagem dos negativos na laje.

Concluída a betonagem deste tramo removeu-se os apoios provisórios no pilar.

Este processo repete-se até à betonagem do último tramo que inclui a carlinga do outro Encontro.

A operação de tensionamento e de injeção foi igual à descrita para as Obras de Arte correntes.

Até à conclusão deste relatório de estágio foram efectuados trabalhos nos 3 tramos da Ponte sobre o Rio Azibo onde foram colocadas as vigas e pré-lajes pré-fabricadas.

Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

Nesta OAE os trabalhos foram análogos aos descritos para a Ponte sobre o Rio Azibo.

3.2.9 Acabamentos - Vigas de bordadura, lancil, passeio e guardas definitivas

Até à conclusão deste relatório de estágio não foram efectuados trabalhos de acabamentos na Ponte sobre o Rio Azibo e na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

Os trabalhos de acabamentos que vão ser realizados nestas duas obras são análogos aos trabalhos efectuados nas OAC e descritos no capítulo 2.2.8.

3.2.10 Juntas de dilatação

Até à conclusão deste relatório de estágio não foram aplicadas as juntas de dilatação na Ponte sobre o Rio Azibo e na Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas.

Os trabalhos de fornecimento e aplicação das juntas de dilatação nestas duas obras são análogos aos trabalhos efectuados nas OAC e descritos no capítulo 2.2.9.

3.2.11 Recepção Provisória

Após a conclusão integral dos trabalhos, é solicitada a vistoria para efeitos de Recepção Provisória de cada Obra de arte, de acordo com o art.º 394 do Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro. O prazo de garantia começa a contar a partir da data do Auto de Recepção Provisória.

Capítulo 4 – Gestão, Planeamento e Orçamentação

Capítulo 4 - Gestão, Planeamento e Orçamentação

4.1 Planeamento

Plano de Trabalhos

Com base nos elementos de projecto, plano de trabalhos da fase de proposta e mapa de quantidades, foi elaborado o plano de trabalhos base para a execução da obra.

Nos anexos X, XI e XII apresenta-se o planeamento inicial da Empreitada, para as OAC do Lote 10, OAC do Lote 8, 9, 10 e 11, e OAE, respectivamente.

Cronograma Financeiro

Com base no cronograma financeiro da fase de proposta e no plano de trabalhos já referido, foi elaborado o cronograma financeiro da obra.

A consignação da obra estava prevista ser faseada devido à extensão da mesma, sendo que o Lote 10 iniciava a 19/04/2010, o Lote 9 a 01/07/2010, o Lote 11 a 01/08/2010 e o Lote 8 a 01/09/2010. Contratualmente, a Empreitada tem como prazo de conclusão a data de 31/08/2011.

A consignação da primeira obra de arte do Lote 10 ocorreu na data prevista, ou seja, a 19/04/2010. As restantes consignações não ocorreram nas datas previstas contratualmente.

A consignação da primeira obra de arte do Lote 9 ocorreu em 01/09/2010, 2 meses após a data prevista.

A consignação da primeira obra de arte do Lote 11 ocorreu em 07/01/2011, 5 meses após a data prevista.

A consignação da primeira obra de arte do Lote 8 ocorreu em 08/11/2010, 2 meses após a data prevista.

Todos os meses foi efectuado o balizamento do planeamento da Empreitada, identificados os desvios e efectuadas as acções necessárias para recuperar ou minimizar os atrasos provocados por esses desvios. Quando necessário os balizamentos eram efectuados semanalmente ou quinzenalmente.

4.2 Reorçamento / Validação de objectivos de gestão

Após adjudicação da Empreitada, o departamento comercial efectuou a transferência do dossier para a Direcção de Obra.

Foi estudado todo o dossier e no prazo definido pelos procedimentos da “Contacto” (três semanas), foi efectuado o reorçamento da Empreitada, com vista à optimização do resultado final da obra. O reorçamento contempla todos os custos relativos aos métodos e processos construtivos, erros e omissões e custos indirectos. Foi incluído no reorçamento as codificações necessárias, nomeadamente códigos de actividades, códigos de controlo, códigos de produtos e serviços, para possibilitar o controlo orçamental interno.

Concluído o reorçamento, o mesmo foi enviado para análise do departamento comercial, aprovisionamentos e controlo orçamental, que no prazo máximo de duas semanas teve de comunicar a sua disponibilidade para a realização da reunião de validação de objectivos. Juntamente com o reorçamento foi enviado o plano de aprovisionamento de materiais, equipamentos e subempreitadas.

Posteriormente foi efectuada uma reunião entre a produção, o departamento comercial, aprovisionamentos e controlo orçamental para análise e debate da melhor estratégia e reorçamento.

A validação de objectivos foi enviada pela produção para a Administração, para análise e aprovação.

Após a sua aprovação foram implementadas todas as medidas em obra para o cumprimento dos objectivos validados.

4.3 Implementação dos Planos de Qualidade, de Ambiente e de Segurança da Obra

No início da Empreitada foi elaborado o plano de qualidade (PQ) para a Empreitada. O plano de qualidade foi aprovado internamente e pelo cliente CAET XXI.

Os planos e registos de monitorização e medição, bem como os equipamentos de monitorização e medição, sendo necessariamente variáveis em função da natureza dos trabalhos a executar, foram definidos aquando da elaboração do PQ.

Sempre que haja alterações significativas ao contrato, projecto ou legislação aplicável, ou outras aplicáveis, é efectuada uma revisão do PQ, procedendo às alterações necessárias.

O cliente CAET XXI forneceu o Plano de Gestão Ambiental da Empreitada (PGA) e o Plano de Segurança e Saúde da Empreitada (PSS). O desenvolvimento do PSS (DPSS) foi efectuado pelo CAET XXI com o apoio do consórcio. A implementação em obra do PGA e do DPSS foi efectuada pelo consórcio.

Além do cumprimento dos requisitos ambientais previstos no PGA do cliente, o consórcio implementou também os seus procedimentos internos que tem por base a identificação dos aspectos ambientais e avaliação prévia dos impactes ambientais associados à obra. As imposições/requisitos ambientais definidos pelo CAET XXI ou por outras partes externas interessadas foram consideradas na implementação do PGA da obra.

A matriz de avaliação de conformidade de requisitos legais e outros requisitos aplicáveis, do consórcio, foi adaptada à obra.

Tendo em consideração o caderno de encargos e as actividades previstas realizar na Empreitada, foram identificados os aspectos ambientais e procedeu-se à respectiva avaliação dos impactes. A avaliação dos impactes ambientais foi registada na matriz avaliação sistemática da significância dos aspectos ambientais. Esta matriz deve sofrer revisão sempre que existam alterações de legislação aplicável, identificação de novos aspectos ambientais ou em resultado do controlo operacional da obra, mormente no que respeita à reavaliação dos impactes. Esta reavaliação dá origem a nova edição da matriz de aspectos ambientais e de avaliação sistemática da significância e dos impactes e do PGA, se necessário.

As medidas de gestão ambiental para cada Empreitada são necessariamente variáveis, considerando as características de cada obra de arte e a sensibilidade do ambiente local.

Em função das condicionantes específicas da obra e da avaliação prévia de impactes ambientais, designadamente dos aspectos ambientais identificados como significativos, foi elaborada a lista de verificação de medidas de gestão ambiental.

Durante a execução da obra e antes de iniciar as principais actividades, foram elaborados planos específicos de segurança para essas actividades. Estes planos fazem parte do DPSS da obra.

A matriz de avaliação de conformidade de requisitos legais e outros requisitos aplicáveis foi adaptada à obra, sendo parte anexa do DPSS.

Aquando da elaboração do DPSS, foram identificados os perigos e riscos associados às actividades previstas e equipamentos a utilizar. Esta identificação foi efectuada nas matrizes identificação de perigos e avaliação e controlo de riscos – actividades e equipamentos.

Sempre que haja alteração das condições preconizadas inicialmente para a obra, da legislação aplicável, pela ocorrência de incidentes, pela identificação de novos perigos ou em resultado do controlo operacional, deve ser efectuada a revisão das matrizes, com a reavaliação dos riscos associados, se aplicável. Esta revisão implica na alteração da versão dos documentos, e, se necessário, origina uma nova edição do DPSS.

As alterações ao DPSS foram elaboradas pelo Director de Obra, com o apoio do Técnico de Ambiente e Segurança (TAS).

As alterações ao DPSS são válidas após validação técnica pelo coordenador de segurança de obra e aprovação pelo CAET XXI.

Em obra teve de ser garantida a validação técnica dos documentos que fazem parte do DPSS pelo Coordenador de Segurança de obra, assim como a respectiva aprovação pelo CAET XXI.

Após aprovação foi efectuada a distribuição dos planos: PQ, PGA, PSS e DPSS aos subempreiteiros e trabalhadores independentes aquando da sua entrada em obra, ou pelo menos a parte dos documentos que os mesmos necessitam de conhecer.

As respectivas actualizações dos planos ou dos seus anexos foram de igual forma disponibilizadas, de forma a substituir as versões anteriores.

Foram realizadas acções de formação específicas, com o objectivo de sensibilizar os trabalhadores para as questões ambientais inerentes à obra, nomeadamente alertá-los

para a necessidade de minimizar os consumos de recursos naturais, correcta gestão de resíduos e como agir em caso de emergência.

4.4 Gestão das subempreitadas, materiais e equipamentos

Após estudo do dossier da obra, foi efectuado o plano de aprovisionamentos da empreitada, nomeadamente das subempreitadas, dos materiais e dos equipamentos.

Em cada um dos planos foram indicadas as quantidades, custos de produção, datas previstas de início e fim e data limite de adjudicação.

Este plano foi enviado para o departamento de aprovisionamentos para serem identificadas as necessidades da obra durante o desenvolvimento da Empreitada.

Durante a execução da empreitada foi garantido o cumprimento das instruções de trabalho de execução, de gestão de equipamento em obra, de gestão de materiais em obra, de controlo da documentação de subempreiteiros e de instalações especiais, bem como a coordenação da equipe da obra, nomeadamente do Encarregado e restantes elementos designados no organigrama funcional, no acompanhamento e supervisão dos trabalhos, assim como coordenar a intervenção/apoio do Departamento de Preparação, Departamento de Planeamento e Departamento de Instalações Especiais.

4.5 Controlo orçamental da obra

Desde o início da Empreitada, foi efectuado o controlo orçamental da mesma.

Durante a Empreitada foi realizada a gestão económica da obra, com base no desenvolvimento dos trabalhos, sendo efectuadas várias tarefas, nomeadamente:

- 1) Elaboração de autos de medição a fornecedores;
- 2) Elaboração de autos de medição ao cliente CAET XXI;
- 3) Validar os custos (pontos diários, autos de medição, guias de remessa, stock's, custos estimados) para lançamento pelo Técnico Administrativo de Produção (TAP);
- 4) Efectuar o cálculo da produção a ser lançado pelo TAP;

- 5) Elaborar os boletins de proposta de alteração para os trabalhos a mais;
- 6) Elaborar mapa mensal de previsão de produção e margem até ao final da obra (actualização trimestral) e enviar para a Direcção de Produção;

É da competência do Director de Obra validar os custos (pontos diários, autos de medição, guias de remessa, stock's, custos estimados) e analisar os desvios e desenvolver acções correctivas a aprovar pela Direcção de Produção.

4.6 Gestão Contratual

É da responsabilidade da Direcção de Obra a gestão contratual da obra, com vista à eventual necessidade de reclamações, consistindo nomeadamente em:

- Registar as condicionantes ao normal desenvolvimento dos trabalhos, as condições meteorológicas ocorridas e efectuar levantamentos fotográficos de evolução e de ocorrências relevantes;
- Arquivar os pedidos de formalização de constatação de facto ou de suspensão (sempre que ocorram condicionalismos ao normal desenvolvimento dos trabalhos, suspensão de frentes de trabalho, etc.);
- Elaborar o relatório mensal de acompanhamento da obra.

A Direcção de Obra foi responsável pela manutenção actualizada dos elementos necessários para fundamentar a reclamação apresentada ao Dono de Obra. Para tal, teve em consideração os seguintes aspectos:

- Análise cuidada do Caderno de Encargos e dos restantes elementos de projecto, com registo de eventuais incompatibilidades;
- Apresentação ao Dono da Obra do plano de trabalhos, incluindo cronograma financeiro e quadro com datas dos condicionalismos;
- Registo rigoroso de todas as perturbações ao normal andamento dos trabalhos, assim como da execução dos mesmos em condições diferentes das contratadas. Estes factos foram introduzidos e tidos em conta na análise e reformulação do plano de trabalhos, que deu origem à reclamação e pedido de prorrogação de prazo;

- Registo fotográfico periódico do andamento dos trabalhos, com especial ênfase para as situações geradoras de atrasos;
- Registo de condições atmosféricas adversas ocorridas;
- Registo dos pedidos de esclarecimento e de aprovação de materiais ou equipamentos, incluindo datas de envio e de resposta e eventuais consequências;
- Solicitação de autos de constatação de facto ou de suspensão, sempre que ocorrerem condicionalismos ao normal desenvolvimento dos trabalhos ou paragens de frentes de trabalho, por factos imputáveis ao Dono da Obra;
- Solicitação de prorrogações de prazo de execução da obra dentro dos prazos estabelecidos contratualmente ou em legislação em vigor aplicável. No pedido de prorrogação de prazo foram considerados:
 - atrasos nas consignações parciais contratadas;
 - entrega tardia de elementos de projecto;
 - condições de trabalho diferentes das contratadas;
 - interferência de terceiros;
 - suspensões de frentes de trabalho pelo Dono de Obra;
 - autos de constatação de facto;
 - condições atmosféricas anormalmente adversas;

O pedido de prorrogação de prazo foi acompanhado de plano de trabalhos reformulado, com registo das datas de consignação e de colocação de pré-fabricados e respectivo cronograma financeiro associado, sendo entregue formalmente ao Dono de Obra.

- Formalização de reclamação com valorização dos encargos adicionais provocados pelas condicionantes ao normal andamento dos trabalhos, maior prazo de execução e quebras de produtividade.
- Solicitação atempada das vistorias para efeitos da Recepção Provisória.
- Garantir a elaboração de autos de recepção provisória devidamente visados pelo Dono de Obra.

Capítulo 5 – Qualidade, Segurança, Ambiente e Monitorização

Capítulo 5 - Qualidade, Segurança, Ambiente e Monitorização

5.1 Implementação dos Planos de Monitorização e Medição, respectivos Registos de Monitorização e Medição e eventuais Registos de Não Conformidade e Registos de Acções Preventivas e Correctivas

No Plano de Qualidade (PQ) da Obra, foram identificados os Planos de Monitorização e Medição (PMM's), bem como os respectivos Registos de Monitorização e Medição (RMM's) das actividades que iam ser implementadas.


Os RMM's são preenchidos em conformidade com as competências definidas nos respectivos PMM's.

As actividades que foram alvo de registo de monitorização e medição são as seguintes:

- Betão armado – Cofragens, aço para armaduras ordinárias e de pré-esforço, escoramento e cimbres ao solo, Betonagem;
- Estacas;
- Execução de lancis e passeios;
- Vigas de bordadura;
- Aparelhos de apoio;
- Pré-esforço;
- Juntas de dilatação.

Quando decorrente do controlo da execução da obra foi detectado um desvio, foi efectuado o respectivo registo e seguimento. São também efectuados registos de Não Conformidades que podem ser abertas internamente, pela Fiscalização da Obra, pelo CAET XXI ou por outra pessoa/entidade. Estas NC foram sempre tratadas, dando origem a acções preventivas, acções correctivas e/ou correcções.

Na figura 5.1 observa-se o boletim de controlo de betonagem que foi implementado em obra.



BOLETIM DE CONTROLO

BETONAGEM

Boletim n.º 25

Área/Lote 8

SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA

PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM

Localização
 Parte da Obra: Ponte Sobre o Rio Azibo Estrutura: Fundações
 Elemento a Betonar: Sapata do P6 Sul

Elementos Técnicos:
 Identificação do Betão (NP EN 206-1:2007): C 25/30 XC2 (P) CI 0,4 D22 S3 Vol. Prev.: 113 m³
 Processo de Betonagem: Bombagem Processo de Cura: Rega / Antisol
 Dados Ref. ao Pré-Esforço: _____

Data Prevista para:
 Betonagem: 12/04/2011 Hora de Início: 15 h 00m Retirada do Escoramento: _____
 Hora de Fim: 19 h 00m Descobragem: _____
 Assin. Empreiteiro: *[assinatura]* Data: 11/04/2011

Pedido recebido pela Fiscalização em: 11/04/11 pelas 21 h 4 m Assin.: *[assinatura]*

VERIFICAÇÕES DA FISCALIZAÇÃO

| Topografia | Armaduras | Cofragem | Pré-Esforço |
|---|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Controlo Topográfico | <input checked="" type="checkbox"/> Conf. Projecto | <input checked="" type="checkbox"/> Montagem | <input type="checkbox"/> Posição das Rainhas |
| BCT N.º _____ | <input checked="" type="checkbox"/> Espaçamentos | <input checked="" type="checkbox"/> Escoramento | <input type="checkbox"/> Ancoragens |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Recobrimentos | <input checked="" type="checkbox"/> Limpeza | <input type="checkbox"/> Armad. de Reforço |
| A - Autorizada | <input checked="" type="checkbox"/> Empalmes | <input type="checkbox"/> Negativos | <input type="checkbox"/> Purgas e Amarrações |
| C - Comge | <input checked="" type="checkbox"/> Arranques | <input type="checkbox"/> Juntas | |

Observações: _____

O Fiscal *[assinatura]*
12/04/11

RECEPÇÃO DO BETÃO

Origem do Betão: Betão de Soma Hora de Início: 17 h 00 m Fim: 20 h 45 m
 Data da Betonagem: 12/04/2011 Volume Betonado: 115,0 m³ Estado do Tempo: Bom

| Matrícula | Cua | Volume do Betão | Temperatura Ambiente | Temperatura do Betão | Slump | Coheita Provetas | N.º Provetas da amostra | Referência da Amostra |
|------------------|-----|-----------------|----------------------|----------------------|-------|---|-------------------------|-----------------------|
| 1 71-59-VM 7117 | | 10.00 | 29.6 | 27.8 | 110 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 2 50-02-50 7119 | | 10.00 | 29.6 | 27.8 | 120 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 3 00-DA-3B 7120 | | 10.00 | 29.7 | 27.7 | 120 | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | 6 | 100-1/100-6 |
| 4 15-6X-2B 7122 | | 10.00 | 29.6 | 27.7 | 100 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 5 B029 DCP 7123 | | 10.00 | 29.6 | 27.2 | 140 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 6 71-59-VM 7125 | | 9.50 | 29.6 | 27.6 | 120 | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | 6 | 101-1/101-6 |
| 7 01-03-8B 7126 | | 9.50 | 29.4 | 27.5 | 110 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 8 B-CI-44 7128 | | 9.50 | 29.4 | 27.5 | 100 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 9 15-EX-78 7130 | | 9.50 | 27.0 | 25.0 | 130 | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | 6 | 102-1/102-6 |
| 10 04-DB-42 7131 | | 9.00 | 25.1 | 24.1 | 120 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 11 71-59-VM 7133 | | 9.00 | 20.4 | 23.7 | 110 | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | 6 | 103-1/103-6 |
| 12 15-CI-44 7135 | | 9.00 | 18.2 | 21.0 | 120 | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 13 | | | | | | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 14 | | | | | | <input type="checkbox"/> Sim | | |
| 15 | | | | | | <input type="checkbox"/> Sim | | |

Observações: _____

C 25/30. S3 XC2 (P). D22 CI 0,4

Pelo Empreiteiro / Lab. Geoqual: *[assinatura]* Pela Fiscalização / Fiscal: *[assinatura]* Anexos: *[assinatura]*

LOTEAMENTO 7-0|09-1
 Grupo / Lote LT 9 - PONTE AZIBO
 Sublote OAE-0

1104 CAETCONS015A

Figura 5.1 – Exemplo do controlo da betonagem.

5.2 Auditorias

A Direcção de Obra é responsável pelo cumprimento dos requisitos da Qualidade, Ambiente e Segurança.

Trimestralmente, a empresa efectua o calendário de auditorias às obras em curso.

As auditorias são um processo sistemático e independente, com vista a determinar se as acções e resultados relativos à Qualidade, Ambiente e Segurança satisfazem as disposições preestabelecidas, se estas estão efectivamente implementadas e se são adequadas para atingir os objectivos.

Esta obra foi auditada duas vezes, verificando-se a conformidade dos sistemas.

Na primeira auditoria foi registada uma Não Conformidade.

Nas duas auditorias foram registadas oportunidades de melhoria.

A Direcção de Obra efectuou acções correctivas para o fecho da Não Conformidade e implementou as oportunidades de melhoria.

5.3 Ensaios

5.3.1 Aço

A verificação da conformidade do aço para armaduras ordinárias foi efectuada pelo CAET XXI, obedecendo ao estabelecido na norma NP ENV 13670_1_2007.

O Consórcio aprovou a preparação do aço e controlou o aço que foi entregue e aplicado na obra.

5.3.2 Aço para pré-esforço

A verificação da conformidade do aço para pré-esforço foi efectuada pelo CAET XXI, e obedeceu ao estabelecido na norma NP ENV 13670_1_2007.

O Consórcio através do seu subempreiteiro também verificou a conformidade do aço.

O Consórcio controlou o aço que foi entregue e aplicado em obra.

5.3.3 Betão

De acordo com o previsto no Caderno de Encargos da obra, existem determinadas actividades que estão sujeitas a ensaios, como por exemplo o controlo da qualidade do betão.

O controlo da qualidade do betão foi efectuado pelo CAET XXI, obedecendo ao estabelecido na norma NP EN 206_1_2007.

O pedido do betão e aplicação do betão em obra foi da responsabilidade do consórcio.

A recepção do betão em obra foi da responsabilidade do laboratório contratado pelo CAET XXI.

Slump test (ou ensaio de abaixamento do cone de Abrams)

O ensaio de abaixamento do cone de Abrams (Slump test) possui a grande virtude de ser realizável praticamente em qualquer sítio, uma vez que não necessita de grandes meios físicos, conforme se pode observar na figura 5.2.

O ensaio consiste na medição do abaixamento do betão, inicialmente contido num recipiente troncocónico com trinta centímetros de altura, após ser retirado o referido molde.

De acordo com o valor do abaixamento, medido em cm, assim se pode classificar o betão quanto à sua trabalhabilidade:

- Plástico 6-10 cm;
- Muito Plástico 10-18 cm;
- Fluído > 18 cm.

Os betões que apresentem um abaixamento inferior a 8 cm (betões pouco plásticos) não são bons para transporte por bombagem, enquanto que os betões com abaixamento superior a 18 cm (demasiado fluidos) apresentam risco de segregação.

A trabalhabilidade pode ser melhorada através do recurso a plastificantes e super plastificantes, sendo certo que a partir de certa percentagem a sua actuação não melhora o desempenho da mistura.



Figura 5.2 – Slump test

Resistência à compressão do betão

O controlo dos betões foi efectuado pelo CAET XXI.

Os cubos efectuados em obra para verificação da resistência à compressão do betão obedecem ao estabelecido na norma NP EN 206_1_2007. Os valores obtidos foram enviados para o Consórcio.

Conformidade do betão

A verificação da conformidade do betão foi efectuada pelo CAET XXI, obedecendo ao estabelecido na norma NP EN 206_1_2007. Os valores obtidos foram enviados para o consórcio.

Na figura 5.3 pode observar o modelo de controlo da conformidade da resistência à compressão do betão, que está a ser utilizado em obra.

**CONTROLO DA CONFORMIDADE DA
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SEGUNDO
A NORMA NP EN 206-1: 2007**



Betão Liz, S.A.
Centro de Produção de BRAGANÇA

PRODUÇÃO INICIAL

Período Dezembro - 2010

Família 82

Pág. 1/1

Betões Especiais

| Nº Amostra | Data da Colheita | Betão | Resultado 28 dias (MPa) | Critério 2 | | Critério 1 | | | |
|------------|------------------|--|-------------------------|----------------------------------|-----------|------------------------|-------------------|------------------------------|-----------|
| | | | | Critério Individual, fck-4 (MPa) | Verifica? | Valor Transposto (MPa) | Valor Médio (MPa) | Critério para a Média, fck+4 | Verifica? |
| 1965 | 02-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 77,1 | 46 | Sim | 77,1 | 73,0 | 54 | Sim |
| 1975 | 09-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 71,7 | 46 | Sim | 71,7 | | | |
| 1979 | 13-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 70,1 | 46 | Sim | 70,1 | | | |
| 1980 | 14-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 73,6 | 46 | Sim | 73,6 | 70,9 | 54 | Sim |
| 1984 | 15-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 68,0 | 46 | Sim | 68 | | | |
| 1990 | 16-12-2010 | C40/50.S4.XF 2(P).D22.C10,1 .CPF | 71,2 | 46 | Sim | 71,2 | | | |

Figura 5.3 – Exemplo do controlo de conformidade do betão.

5.3.4 Estacas

O consórcio teve de efectuar os ensaios previstos no caderno de encargos para a determinação da integridade das estacas. Esses ensaios, a seguir referidos, são os ensaios sónicos entre furos (Ultrasonic Cross-Hole Testing) e os ensaios de eco-sónico (Sonic-Echo Testing).

Ensaios sónicos entre furos (Ultrasonic Cross-Hole Testing)

Os ensaios sónicos entre furos (Ultrasonic Cross-Hole Testing) tem como principal objectivo avaliar a integridade das estacas, ou seja, verificar a continuidade e homogeneidade do betão de fundações profundas, estacas, paredes moldadas e de barretas.

Na figura 5.4 observa-se o posicionamento dos tubos dentro de uma estaca para realização dos ensaios de “Cross-Hole” e um extracto dos dados obtidos.

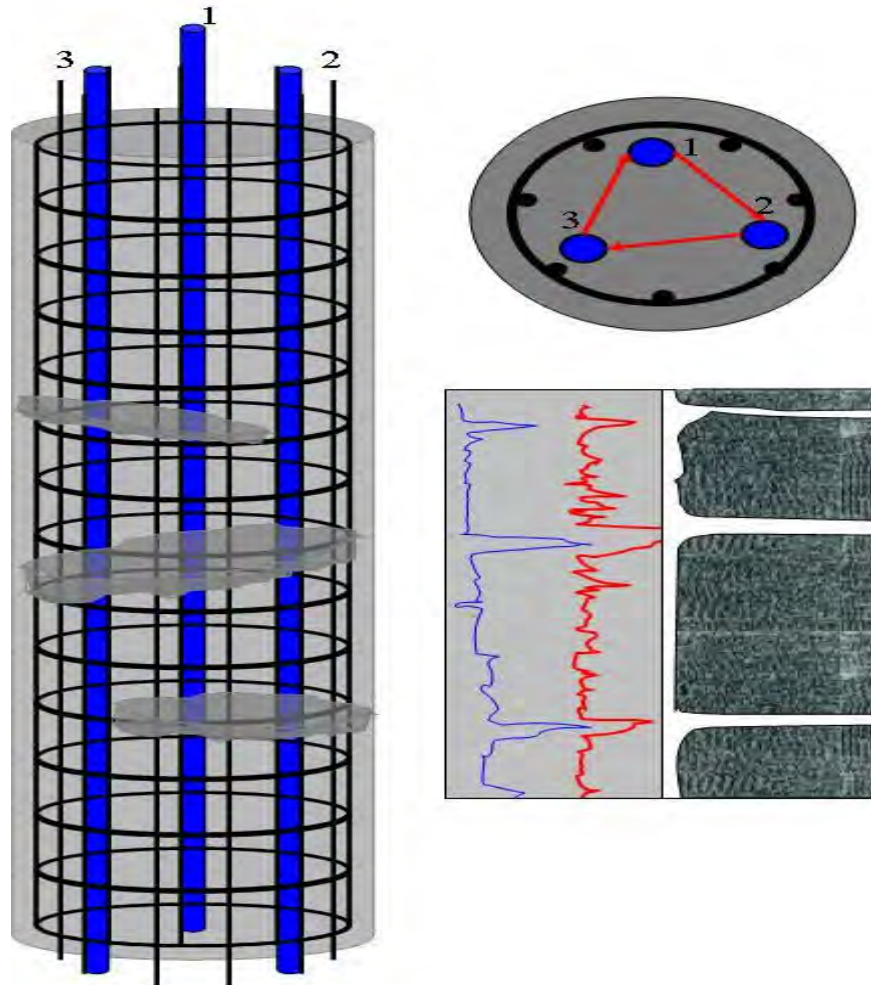


Figura 5.4 – Ensaio de “Cross-Hole”.

A obtenção de bons resultados de um ensaio sónico entre furos (Cross-Hole) depende de uma cuidadosa sequência de trabalhos, necessária para obviar a introdução de anomalias no processo. Nesse sentido, as regras mais importantes a ter em atenção neste método são as seguintes:

- O número de tubos é variável, em função do diâmetro da estaca:
 - diâmetro < 0,60 m = 2 tubos;
 - 0,60 < diâmetro < 1,20 m = 3 tubos dispostos segundo um ângulo de 120°;
 - diâmetro = 1,20 m = 4 tubos no mínimo;
- Os tubos devem ser metálicos, para obter uma melhor aderência entre o betão e o tubo, e possuir um diâmetro interno compreendido entre 35 e 60 mm;
- Os tubos devem ser bem limpos de qualquer gordura, que pode produzir problemas de aderência entre o betão e o tubo.

- Os tubos devem ser unidos obrigatoriamente com juntas de rosca. As ligações não devem ser efectuadas com recurso à soldadura, porque não asseguram uma boa continuidade linear da investigação, podendo provocar obstáculos internos à livre passagem das sondas e, eventualmente, a sua perda;
- Uma má ligação entre o tubo e o betão pode originar uma atenuação nas ondas sonoras, provocando no registo uma variação do tempo de propagação e da amplitude, que podem ser interpretados como indício da presença de uma anomalia na estrutura;
- Os tubos devem ser descidos até à base inferior da armadura;
- Os tubos devem ser obturados no seu extremo inferior com uma tampa metálica roscada, para evitar a ascensão de sedimentos ou betão. Os tubos também devem ser tapados provisoriamente no seu extremo superior para evitar que algo caia no interior dos tubos, podendo obstruí-los e inviabilizar o ensaio;
- Para facilitar a colocação das sondas no mesmo plano horizontal e evitar a queda de material para o interior dos tubos no decorrer do ensaio, estes devem ter uma altura mínima de 0,50 metros acima da cabeça da estaca;
- Os tubos devem ficar paralelos, verticais, com o mesmo espaçamento, bem fixos à armadura e sem quaisquer obstruções;
- A idade mínima do betão para que o ensaio se possa realizar em boas condições é de 3 dias.



(a)



(b)

Figura 5.5 – Ensaios de “Cross-Hole”. Montagem do equipamento (a) e introdução da sonda no tubo (b).

Na figura 5.5 (a) pode-se observar a instalação dos equipamentos para iniciar os ensaios de Cross-Hole.

Na figura 5.5 (b) pode-se observar a instalação de uma sonda no tubo para efectuar a leitura dos ensaios de Cross-Hole.

Ensaio de eco-sónico (Sonic-Echo Testing)

O ensaio de eco-sónico (Sonic-Echo Testing) é um método rápido de verificação da integridade de estacas de betão. A análise no próprio local permite a identificação imediata de estacas defeituosas ou de qualidade inferior. Pode também ser utilizado para determinar o comprimento das estacas.

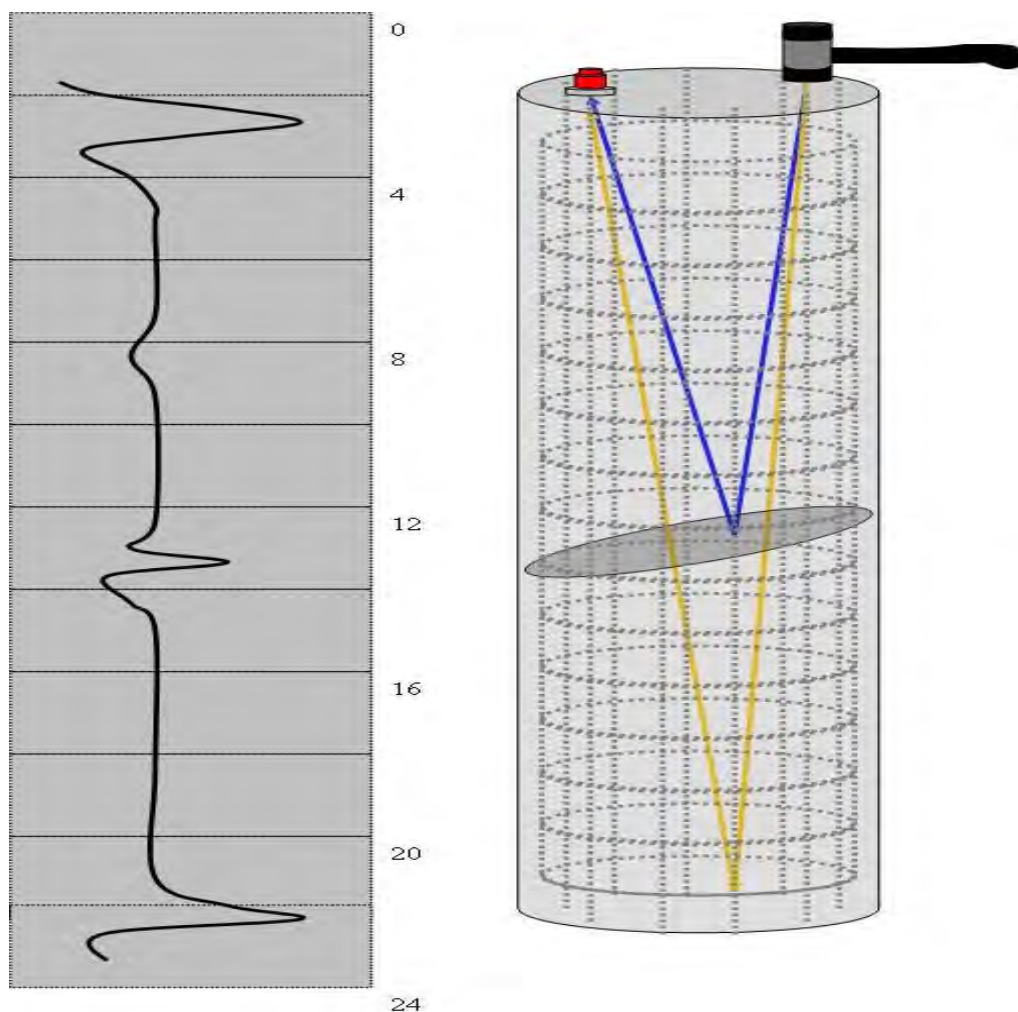


Figura 5.6 – Ensaio de Eco-Sónico.

Na figura 5.6 observa-se o procedimento de ensaio do ensaio de Eco-Sónico e o tipo de leitura que é obtida.

A aplicação do ensaio de eco-sónico utilizado para avaliação da integridade de estacas baseia-se na possibilidade de detecção de descontinuidades no corpo da estaca, através da análise das características de propagação de ondas sónicas de tensão originadas na cabeça da própria estaca, constituindo, assim, como que uma sondagem acústica.

É importante realçar, que para a interpretação dos dados recolhidos com a execução do ensaio, é necessário ter conhecimento do comprimento e do diâmetro da mesma, uma vez que os resultados estão directamente relacionados com estes dados.

A partir da análise da propagação ao longo do fuste, das ondas sónicas de tensão geradas na cabeça da estaca, é possível identificar a que profundidade se encontra a extremidade inferior da estaca e a anomalia no caso de esta existir.

Na figura 5.7 (a) observa-se a realização do ensaio eco-sónico, na altura em que está a ser utilizado o martelo.

Na figura 5.7 (b) observa-se a realização do ensaio eco-sónico, na altura em que está a ser obtida a leitura resultante da pancada realizada com o martelo.



(a)



(b)

Figura 5.7 – Ensaio eco-sónicos. Pancada com o martelo (a) e obtenção da leitura (b).

5.3.5 Pré-esforço

Durante a operação de injeção dos cabos de pré-esforço foram realizados ensaios de viscosidade, exsudação, retracção e compressão da calda de injeção.

A composição da calda apresentada pela empresa da especialidade contratada para a realização dos trabalhos de pré-esforço, teve de ser aprovada pelo projectista.

Ensaio de viscosidade

O ensaio de viscosidade é efectuado por cabo, ou no caso de cabos curtos, é efectuado por amassadura. Para a realização deste ensaio utiliza-se um cone de Marsh.

Este ensaio corresponde a verificar se a fluidez da amassadura presente na cuba, apresenta um tempo de escoamento entre os 12 e os 25 segundos.

Ensaio de exsudação

Este ensaio é efectuado por cada dia em que é efectuada a calda de injeção. Para a realização deste ensaio é utilizada uma proveta graduada de 500 ml e 50 mm de diâmetro.

A exsudação é verificada 3 horas depois da realização da amassadura, sendo confirmado se a mesma não excede 2% da altura inicial do provete. Após 24 horas, a água deverá ter sido toda absorvida.

Ensaio de retracção

Este ensaio é efectuado por cada dia em que é efectuada a calda de injeção. Para a realização deste ensaio é utilizada uma proveta graduada de 500 ml e 50 mm de diâmetro.

A retracção é verificada 24 horas depois da realização da amassadura, sendo confirmado se a mesma se situa entre -1% e 5% da altura inicial do provete.

Ensaio de compressão

É efectuado a recolha de provetes cúbicos de calda de 10 x 10 cm, em moldes apropriados para o efeito. O rebentamento destes cubos é efectuado em laboratório acreditado.

5.4 Controlo de Dispositivos de Monitorização e Medição

No PQ da obra, foram identificados os Dispositivos de Monitorização e Medição (DMM's) que iam ser utilizados nas actividades que fazem parte da Empreitada.

Antes de serem iniciadas as actividades que vão utilizar dispositivos de monitorização e medição, foi necessário apresentar os respectivos certificados de calibração. Os DMM's só foram utilizados após ser validada a sua aceitação.

DMM's utilizados:

- Fita métrica
- Alcoolímetro
- Equipamento para realização do pré-esforço
- Equipamentos utilizados nos ensaios das estacas

Capítulo 6 – Conclusões

Capítulo 6 – Conclusões

Os objectivos propostos para a realização do estágio foram atingidos. As funções definidas para este estágio foram cumpridas e até alargadas. As finalidades principais do Director de Obra nesta Empreitada foram as seguintes, abrangendo várias áreas funcionais:

- Comercial
 - Elaboração de proposta de trabalhos a mais e garantir a sua aprovação;
 - Elaboração de preços novos e garantir a sua aprovação;
 - Elaboração de erros e omissões.
- Financeira
 - Apoio no controlo de pagamentos do CAET XXI;
 - Apoio no controlo de pagamento aos fornecedores.
- Planeamento
 - Realizar o planeamento da execução da Empreitada, nomeadamente, do estaleiro, das actividades, aprovisionamentos, qualidade, ambiente e segurança, compreendendo nesta tarefa a recepção do dossier comercial, a análise da proposta e projecto, e a abertura de obra;
 - Elaboração de balizamentos, identificação de desvios e implementação das acções necessárias para correcção dos desvios.
 - Programação por frentes de trabalho, fazendo participar encarregados e subempreiteiros recolhendo a sua experiência e mobilizando-os para os objectivos pretendidos.
- Aprovisionamentos
 - Elaboração de Planos de Aprovisionamentos;
 - Aprovisionamento atempado de subempreitadas, materiais e equipamento.
- Produção

- Estudo do Caderno de Encargos, peças escritas e desenhadas, promovendo a sua análise e coordenação;
 - Garantir a boa execução da obra, cumprindo os objectivos de prazos, qualidade e rentabilidade previstas, com adequada gestão contratual.
 - Gestão das Subempreitadas, materiais e equipamentos.
 - Representar a empresa na relação com os representantes do CAET XXI, nomeadamente em consignações, reuniões regulares, medições de trabalhos executados, recepções provisórias, etc...
 - Efectuar o reorçamento da obra, incluindo objectivos de gestão (targets, prazos e margens).
 - Realizar o controlo orçamental da Obra.
- **Qualidade, Ambiente e Segurança**
 - Garantir a implementação dos Planos de Qualidade, de Ambiente e de Segurança da obra.
 - Controlar os resultados de ensaios e medições efectuados em laboratório.
 - Cumprir as responsabilidades atribuídas no âmbito dos respectivos sistemas de gestão implementados, nomeadamente, no que diz respeito a:
 - Identificar e avaliar os aspectos ambientais;
 - Identificar os perigos, avaliar e controlar riscos;
 - Efectuar o controlo operacional do ambiente e segurança;
 - Monitorizar e medir os SGA e SGS em obra.
 - Colaborar com a GQ/A/S na divulgação da Política da Qualidade, Ambiente e Segurança e na implementação dos procedimentos da Qualidade, Ambiente e Segurança.
 - Colaborar na elaboração do Plano da Qualidade da Obra e respectivas revisões que foram efectuadas.
 - Colaborar na implementação dos Planos de Monitorização e Medição, respectivos Registos de Monitorização e Medição e eventuais Registos de

Não Conformidade e Registos de Acções Preventivas, acompanhando as acções correctivas e de correcção necessárias.

- Acompanhar auditorias internas e externas e o respectivo resultado.
- Controlar os Dispositivos de Monitorização e Medição, verificando o cumprimento do Plano de Calibração existente.
- Responder às solicitações do CAET XXI na elaboração de documentos e acompanhamento de acções de controlo de qualidade exigidas.
- Acompanhar a monitorização continua do desempenho dos processos de Qualidade.

À data de conclusão deste relatório de estágio, a Empreitada não está concluída. A data prevista contratualmente para a conclusão dos trabalhos não foi cumprida, devido a vários condicionalismos da responsabilidade do cliente, nomeadamente na consignação das frentes de trabalho.

Nesse sentido, em 10 de Maio e 17 de Junho de 2011 foi enviado para o cliente um pedido de reequilíbrio financeiro da Empreitada, devido aos atrasos introduzidos na Empreitada, por falta de consignação de obras de arte nos quatro lotes. Com este pedido de reequilíbrio financeiro, foi apresentado um novo plano de trabalhos e o respectivo cronograma financeiro.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Caderno de Encargos da Empreitada.
- Peças escritas e desenhadas do Projecto da Empreitada.
- Contrato da Empreitada.
- Norma NP EN 206-1:2007 «Betão Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade».
- Norma NP EN 206-1: Emenda-1 2008
- Norma NP ENV 13670-1 «Execução de estruturas em betão. Parte 1: Regras gerais».
- Decreto-Lei 301/207 de 23 Agosto – Estabelece as condições para a colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos e para a execução de estruturas de betão.
- Guia APEB para a utilização da norma NP EN 206-1: A especificação do betão.
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado.
- European Technical Approval, ETA-06/0006 do sistema de pré-esforço VSL
- LNEC E453-2002 – Cordões de aço para pré-esforço. Características e ensaios.
- Norma prEN 10138-3 Prestressing steels Part-3
- Norma NP EN 523: 2005 - Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço – Terminologia, requisitos e controlo da qualidade.
- Norma NP EN 446: 2008 – Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Procedimentos de injeção.
- Norma NP EN 447: 2008 – Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Requisitos básicos.
- Decreto-Lei 28/2007 de 12 Fevereiro – Estabelece as condições para colocação no mercado de aço de pré-esforço, para utilização em betão pré-esforçado.
- Hugo Carvalho Dias, João Guerra Martins. Gestão e Direcção de Obra – 1.ª Edição/2008.
- Manuel Costa Miranda, João Guerra Martins. Fundações e contenção lateral de solos – Execução de estacas – 1.ª Edição/2006.
- Apresentação do departamento de estacas da Geosolve.

- Documentação técnica da de empresa da especialidade – Cofragem de empresa da especialidade Top 50.
- Documentação técnica da de empresa da especialidade – Cimbres Staxo 100.
- Documentação técnica da de empresa da especialidade – Cofragem modulada Framax Xlife.
- Documentação da Hunnebeck Portugal – Protop 70 – Andaime.
- José Amorim Faria. FEUP, Sebenta de Gestão de Obras e Segurança do Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Ano lectivo 2009/2010.

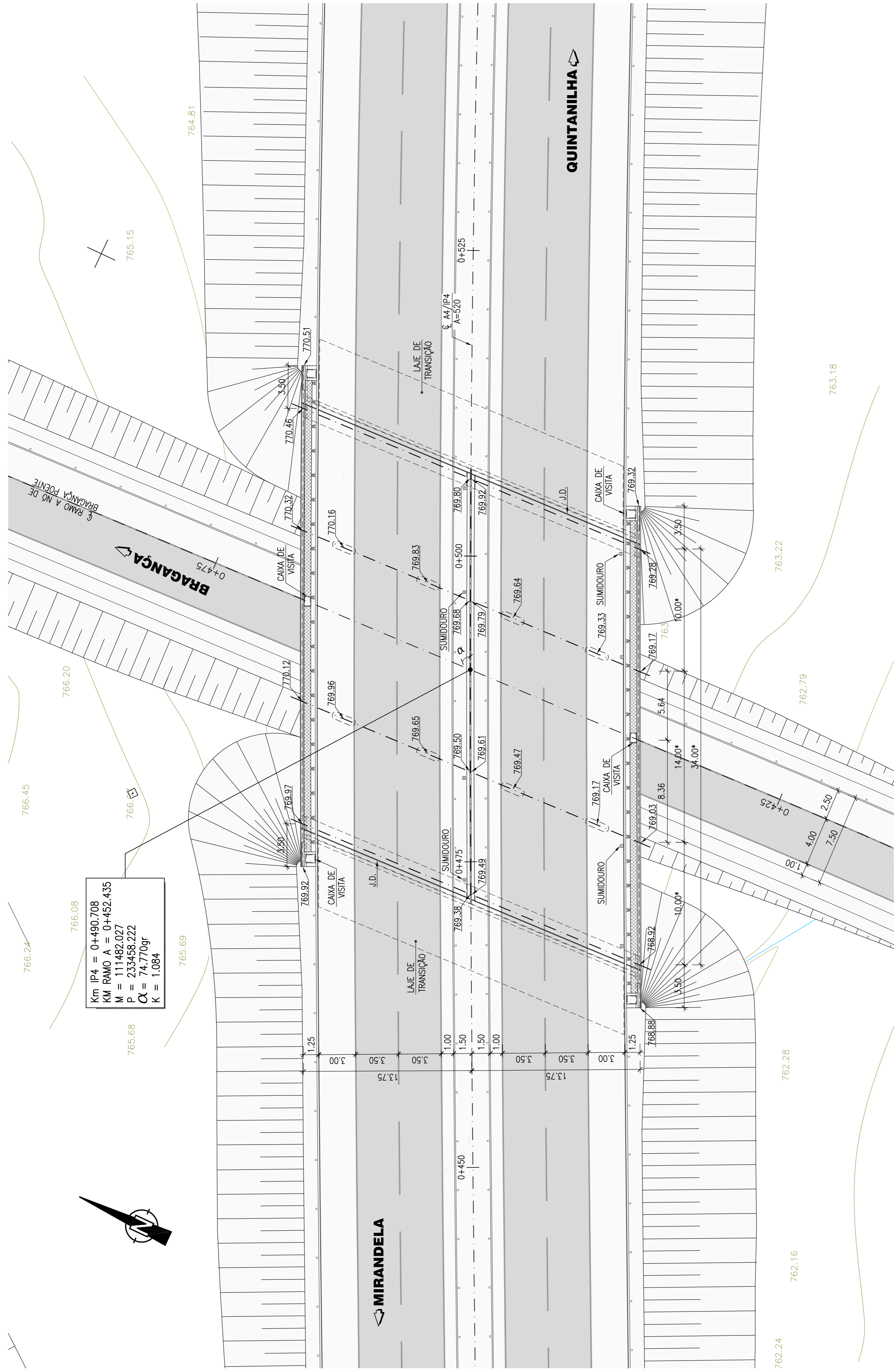
ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

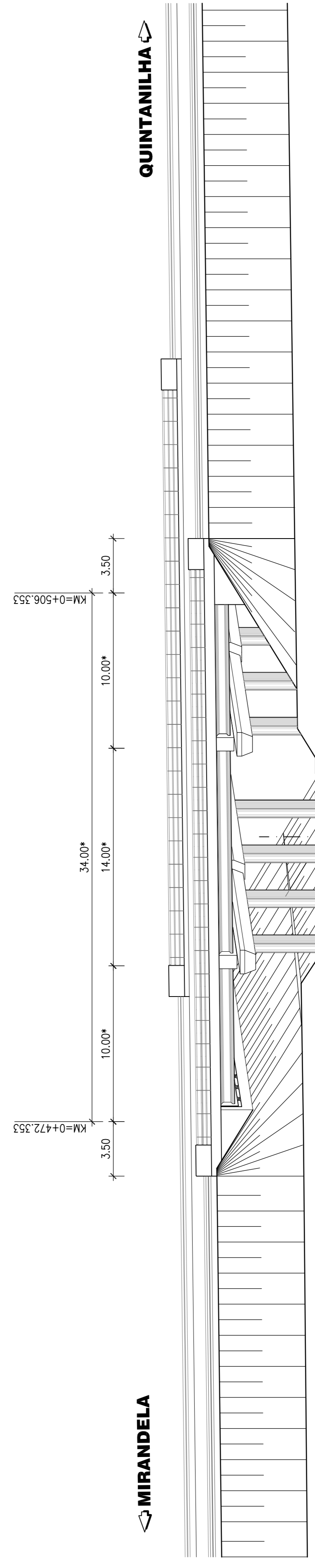
| | |
|--|----|
| ANEXO I – Desenho de conjunto da OAC PI0.1A do Lote 10..... | 3 |
| ANEXO II – Faseamento construtivo da OAC PI0.1A do Lote 10..... | 7 |
| ANEXO III – Desenho de conjunto da OAC PS7.1A do Lote 10..... | 11 |
| ANEXO IV – Faseamento construtivo da OAC PS7.1A do Lote 10..... | 15 |
| ANEXO V – Desenho de conjunto da OAC PS3.1 do Lote 10..... | 19 |
| ANEXO VI – Faseamento construtivo da OAC P3.1 do Lote 10..... | 23 |
| ANEXO VII – Desenho de conjunto da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 27 |
| ANEXO VIII – Faseamento construtivo da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 31 |
| ANEXO IX – Faseamento construtivo – Tabuleiro da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 35 |
| ANEXO X – Planeamento das OAC do Lote 10..... | 39 |
| ANEXO XI – Planeamento das OAC do Lote 8, 9, 10 e 11..... | 43 |
| ANEXO XII – Planeamento das Obras de Arte Especiais..... | 49 |
| ANEXO XIII – Projecto de escoramento da OAC PS13.1A do Lote 8..... | 53 |
| ANEXO XIV – Projecto de escoramento da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas..... | 57 |
| ANEXO XV – Projecto dos pilares da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 61 |
| ANEXO XVI – Projecto dos capitéis da Ponte sobre o Rio Azibo..... | 71 |

ANEXO I

Desenho de conjunto da OAC PI0.1A do Lote 10



PLANTA
ESC. 1:200



ALÇADO
ESC. 1:200

NOTAS:

- AS COTAS ALTIMÉTRICAS INDICADAS REFEREM-SE AO TOSSO DO TABULEIRO (ESP. BETUMINOSO = 8cm; MICROBETÃO BETUMINOSO 0/10 EM CAMADA DE REGULARIZAÇÃO COM ESPESURA MÉDIA DE 0,04m E MICROBETÃO BETUMINOSO RUGOSO EM CAMADA DE DESGASTE, COM ESPESURA DE 0,04m).
- J.D. - JUNTA DE DILATAÇÃO
- * - OS COMPRIMENTOS INDICADOS SÃO MEDIDOS NO EIXO DA OBRA.

Km IP4 = 0+490.708
 Km RAMO A = 0+452.435
 W = 111.482.027
 P = 233.458.222
 CA = 74.770gr
 K = 1.084

| REV. | DESCRIÇÃO | APROV. | DATA |
|------|-----------|--------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Título Complementar: SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
A4/IP4 - VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA
 LOTE 10

Escalas: 1:200
 Escala gráfica: 0 10 20 40 80 1200 1600 2000 m

Designação: PROJECTO DE EXECUÇÃO OBRAS DE ARTE CORRENTES PASSAGEM INFERIOR PI 0,1A CONJUNTO

Nº de Desenho: 005-10-PE-16-PI0.1A-DR-006-1A
 Nº de Ordem: 1 / 1 / 1 / 1
 Data: Julho 2009
 Fases:

Projector: Rafael Fozinho
 Desenhador: Tiago Laranjinho
 Verificador: Carlos Lopes
 Aprovado: Mário Neves

EM FORMATOS DIFERENTES DE ATENDER AS ESCALAS GRÁFICAS

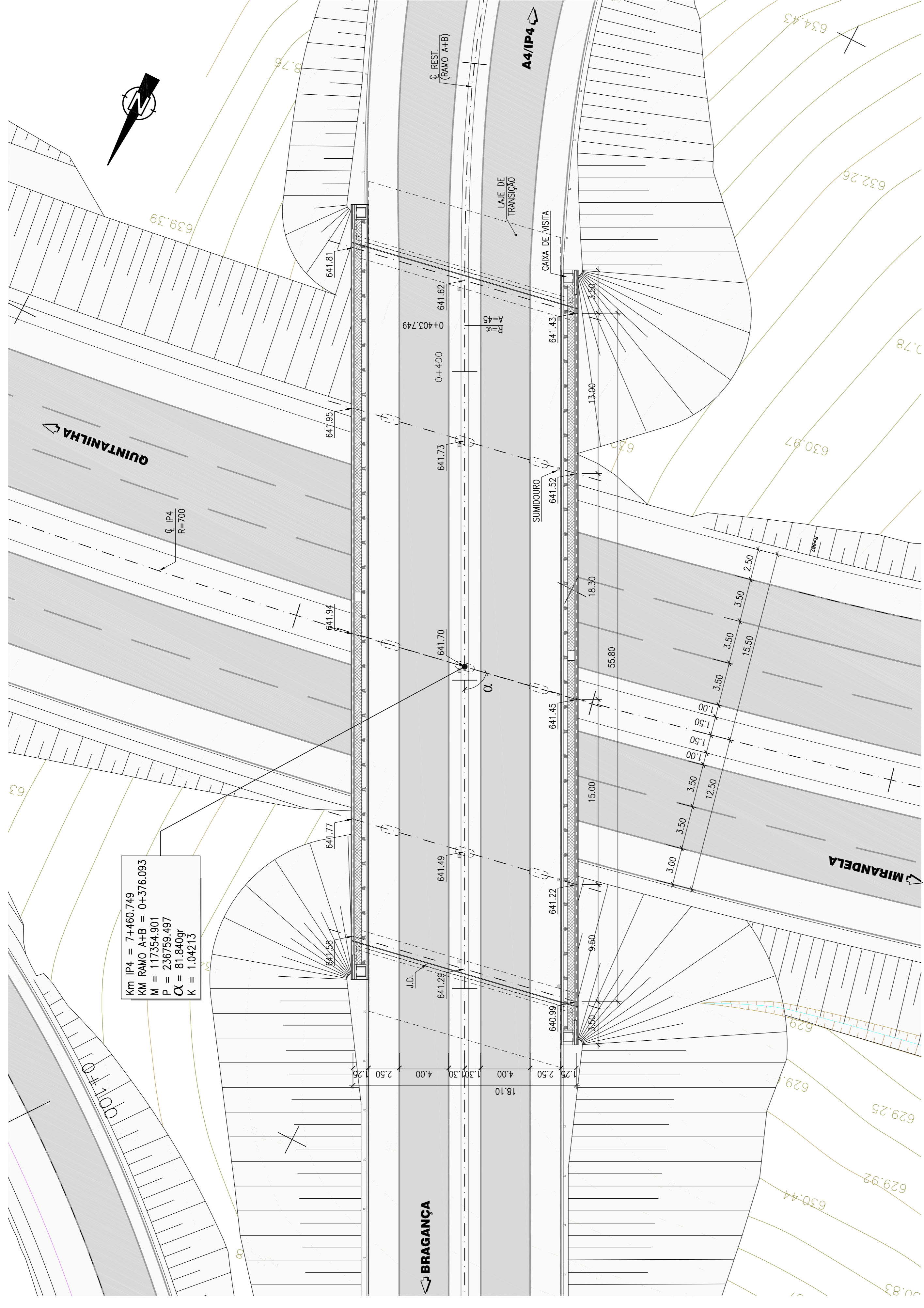
PP1005-SRZRC1-10-PE-04-DR-006-1A

ANEXO II

Faseamento construtivo da OAC PI0.1A do Lote 10

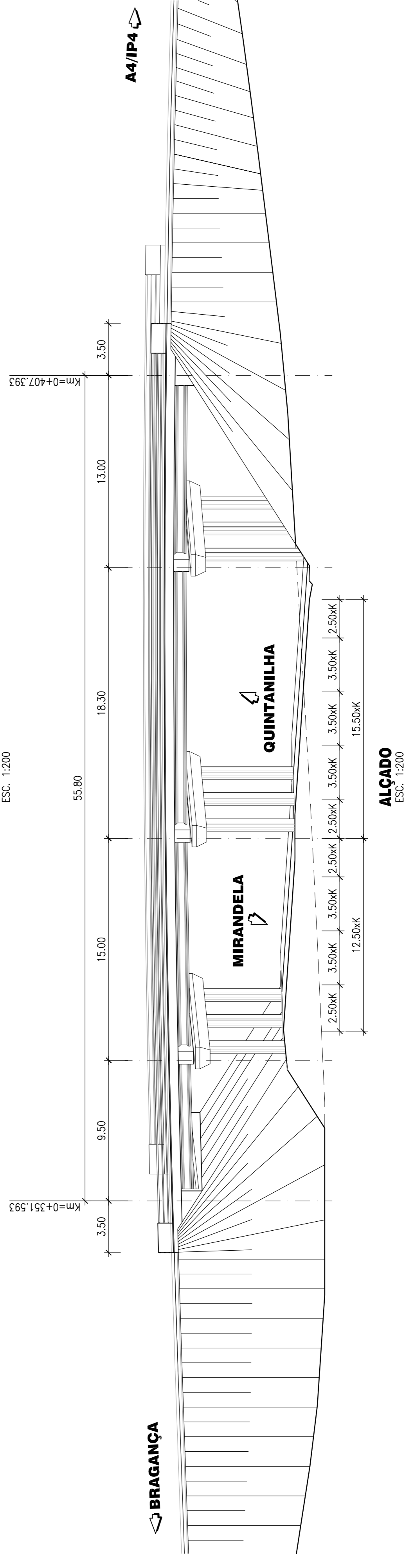
ANEXO III

Desenho de conjunto da OAC PS7.1A do Lote 10



Km IP4 = 7+460.749
 Km RAMO A+B = 0+376.093
 M = 117354.901
 P = 236759.497
 $\alpha = 81.8409^\circ$
 K = 1.04213

PLANTA
 ESC. 1:200



ALÇADO
 ESC. 1:200

NOTAS:

- AS COTAS ALTIMÉTRICAS INDICADAS REFEREM-SE AO TOSCO DO TABULEIRO (ESP. BETUMINGOSO = 5cm).

| REV. | DESCRIÇÃO | APROV. | DATA |
|------|-----------|--------|------|
| 1 | | | |
| 1 | | | |
| 1 | | | |

MOPTC **EP** **SENER** **PROFICO** **xxi** **xxi** **AUTOESTRADAS XXI** **CAETXXI** **CONSTRUTORA S.A.**

Título Complementar: SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
A4/IP4 - VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA
 LOTE 10

Escalas: 1:200
 Escalas: 1:200

Designação: PROJECTO DE EXECUÇÃO OBRAS DE ARTE CORRENTES PASSAGEM SUPERIOR PS7.1A CONJUNTO

Projector: R.P. / M.G.P. Substituído:
 Desenhador: Hugo Lopes
 Verificador: Carlos Lopes Substituído:
 Aprovado: Mário Neves

Nº de Desenho: 005-10-PE-16-PS7.1A-DR-006-1A
 Nº de Ordem: 006
 Data: Julho 2009

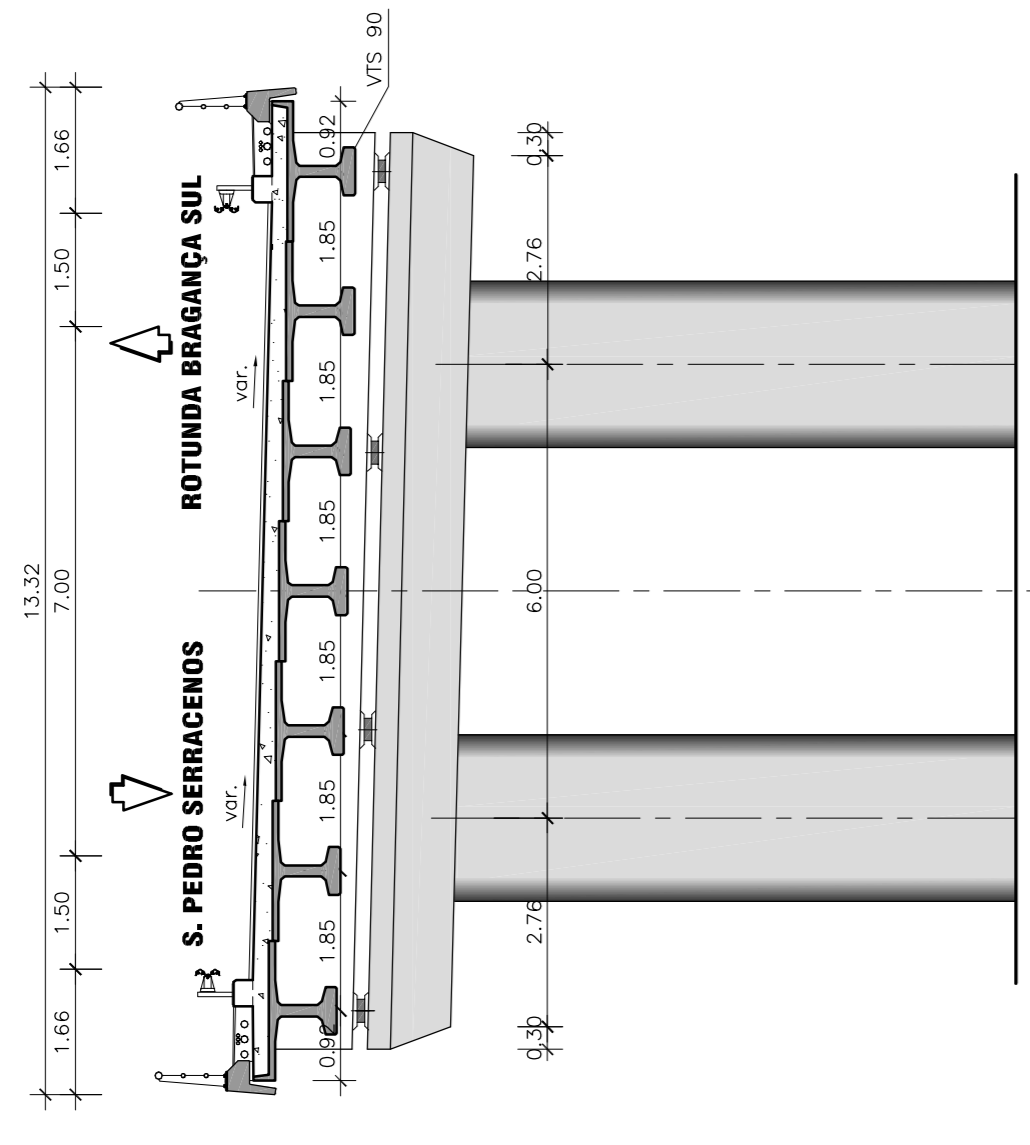
EM FORMATOS DIFERENTES DE A1 ATENDER AS ESCALAS GRÁFICAS

ANEXO IV

Faseamento construtivo da OAC PS7.1A do Lote 10

ANEXO V

Desenho de conjunto da OAC PS3.1 do Lote 10

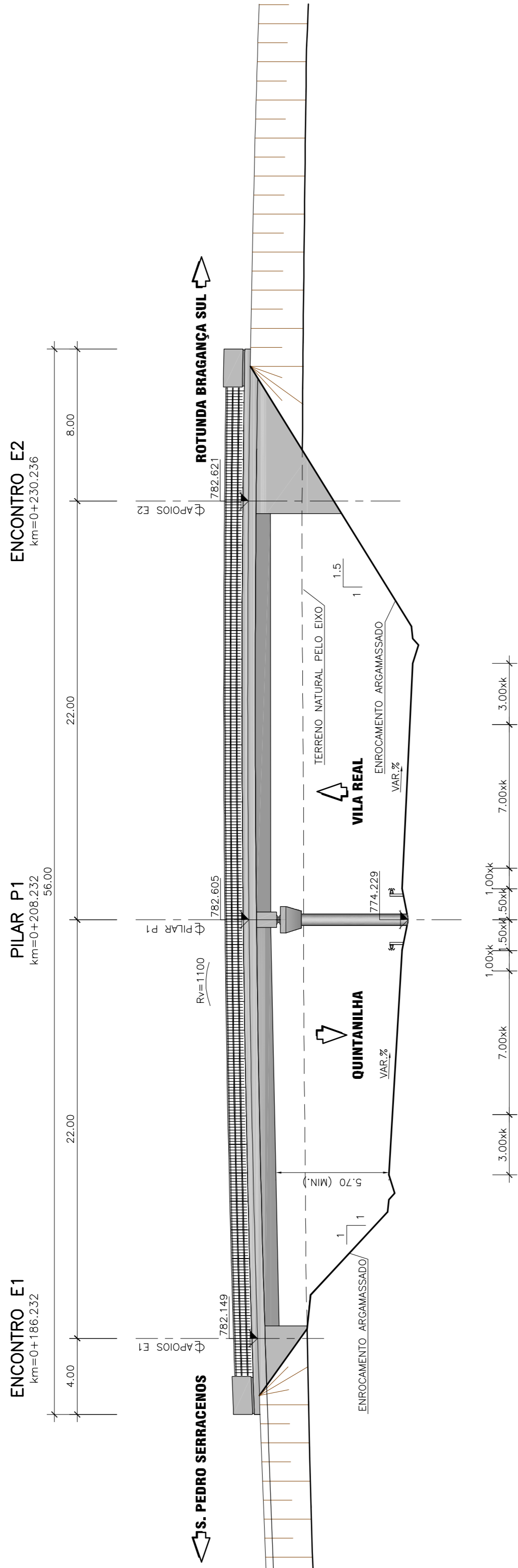


SECCÃO TRANSVERSAL
1:100

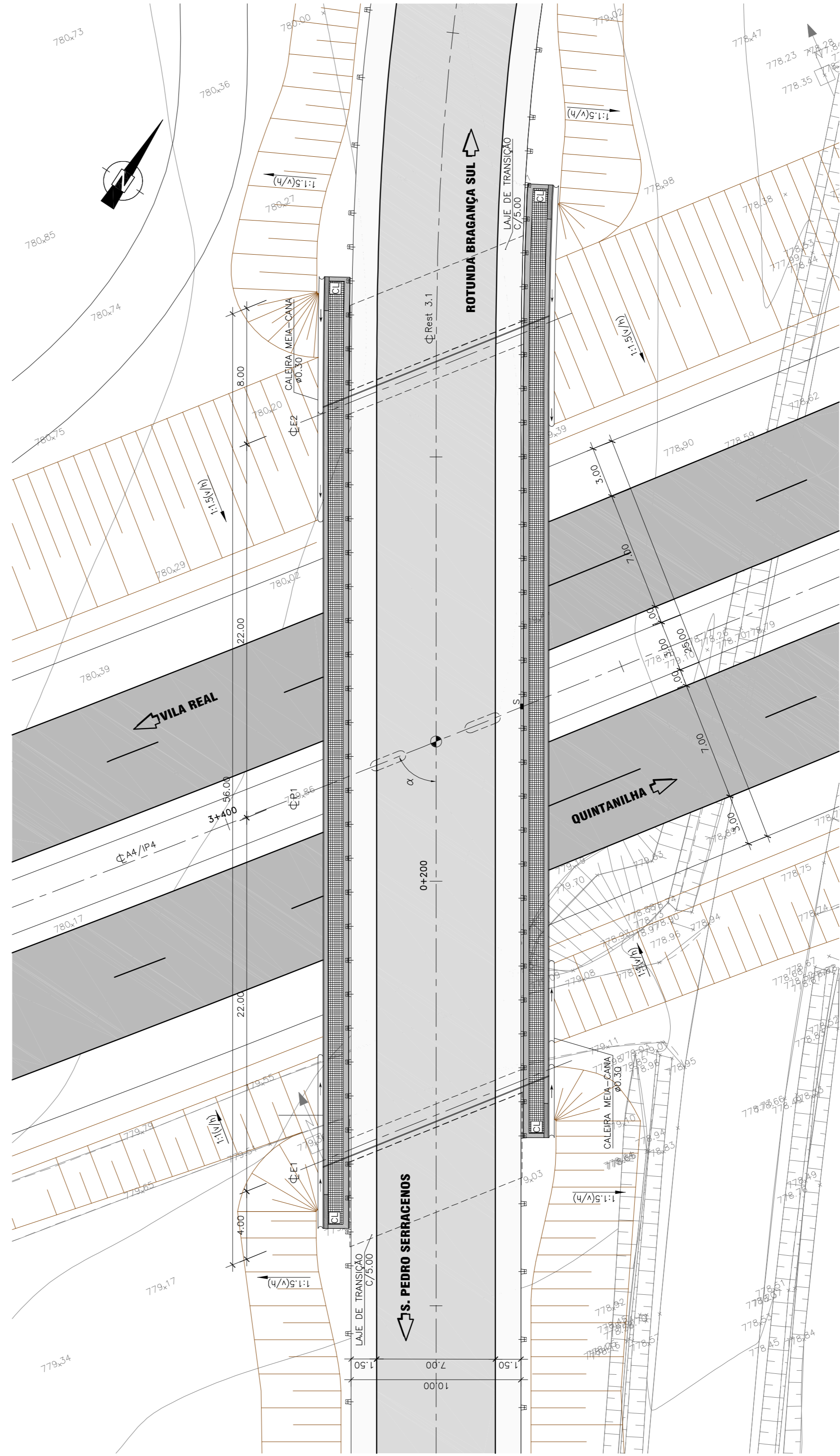
| OPRA | VA SUPERIOR | VA INFERIOR |
|--------------------------|-----------------|---------------|
| PS 3.1 | RES. 3.1 | AV/1/4 |
| Km | 0+208.232 | 3+413.205 |
| TRAÇADO EM PLANTA | R= 600 | A= 285 |
| TRAÇADO EM PERFIL | Rv= 1100 | i= 5.00% |
| COTAS DE INTERSECÇÃO | Z= 782.605 | Z= 774.229 |
| ELEMENTOS DE INTERSECÇÃO | M= 114199.295 | P= 234349.482 |
| | α = 75.64903 gr | K= 1.07789 |

LEGENDA:
CL - CAIXA DE LIGAÇÃO
S - SOMMIDURO

| ELEMENTO | DESIGNAÇÃO MATERIAL | RECOB. NOMINAL ARMADURA PASSIVA (mm) |
|---|--|--------------------------------------|
| AÇO EM ARMADURAS ORDINARIAS | A 500 NR 50 | ----- |
| AÇO EM CORDÕES DE PRÉ-ESFORÇO | Y 1860 S7 | ----- |
| BETÃO DE LIMPEZA | NP EN 206-1; C16/20; X0(P); D22; S2 | ----- |
| BETÃO EM SPANTAS | NP EN 206-1; C25/30; X2(PB); CI 0.4; D22; S3 | 50 |
| BETÃO EM ELEVAÇÃO DE ENCONTROS E LAJES DE TRANSIÇÃO | NP EN 206-1; C30/37; X4 XF(P); CI 0.4; D22; S3 | 50 |
| BETÃO EM FUSTES DE PILARES | NP EN 206-1; C30/37; X4 XF(P); CI 0.4; D22; S3 | 45 |
| BETÃO EM TABULEIRO (COMS REDUNDAS IN-SITU) - v/ Pré-ref | NP EN 206-1; C35/45; X4 XF2 XD(P); CI 0.1; D22; S4 | 45 |
| BETÃO EM TABULEIRO (COMS REDUNDAS IN-SITU) - s/ Pré-ref | NP EN 206-1; C35/45; X4 XF2 XD(P); CI 0.2; D22; S4 | 40 |
| BETÃO EM VIGAS PRÉ-FABRICADAS | NP EN 206-1; C40/50; X4 XF2 XD(P); CI 0.1; D22; S4 | 35 |



PERFIL LONGITUDINAL
1:200



PLANTA
1:200

| REV. | DESCRIÇÃO | APROV. | DATA |
|------|--|--------|------------|
| 1A | PLANES EM PLANTA / CORRECÇÃO DO QUADRO | EN | 2009/07/27 |
| 1 | | | |
| 1 | | | |

Título Complementar: SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA
 LOTE 10

Designação: PROJECTO DE EXECUÇÃO OBRAS DE ARTE CORRENTES PASSAGEM SUPERIOR P. S. 3.1 CONJUNTO

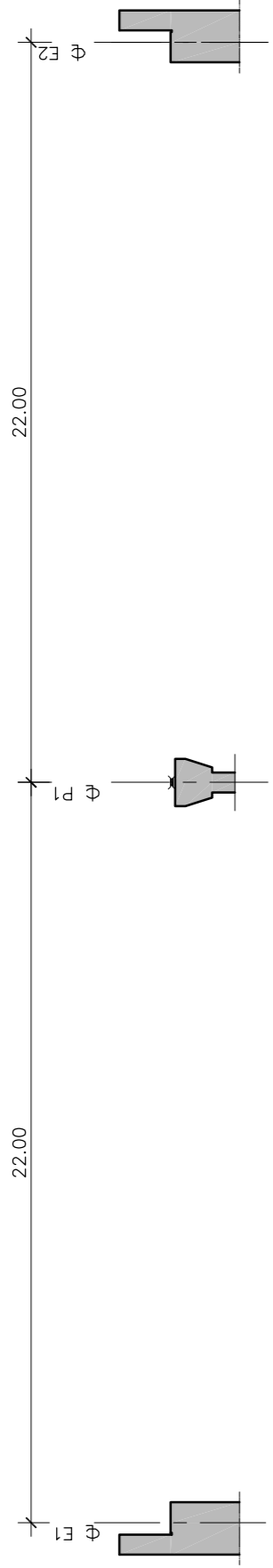
Nº de Desenho: 005-10-PE-16-PS3.1-DR-007-1A
 Data: JUNHO 2009
 Nº de Ordem: 001 / 001

Escalas: 1:200, 1:100, 1:200, 1:100
 Projector: PO, Substituir: PO
 Desenhador: JDC, Substituído: JDC
 Verificador: PO, Substituído: PO
 Aprobador: ELSA RUISES

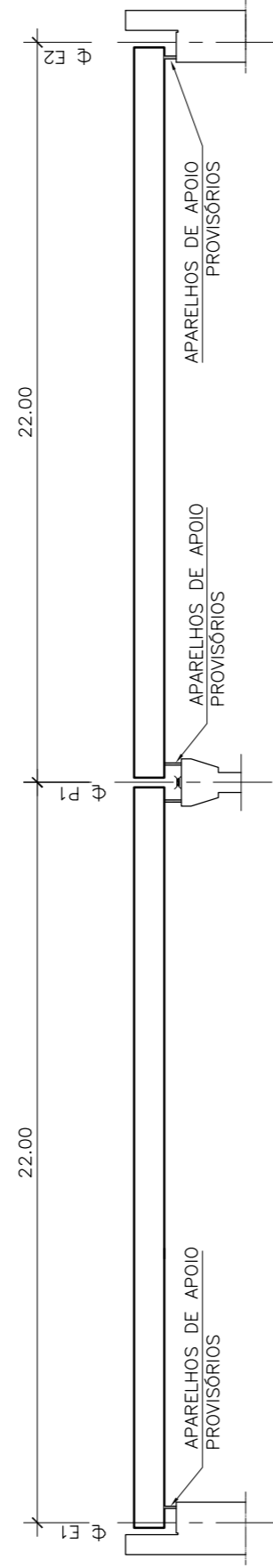
ANEXO VI

Faseamento construtivo da OAC PS3.1 do Lote 10

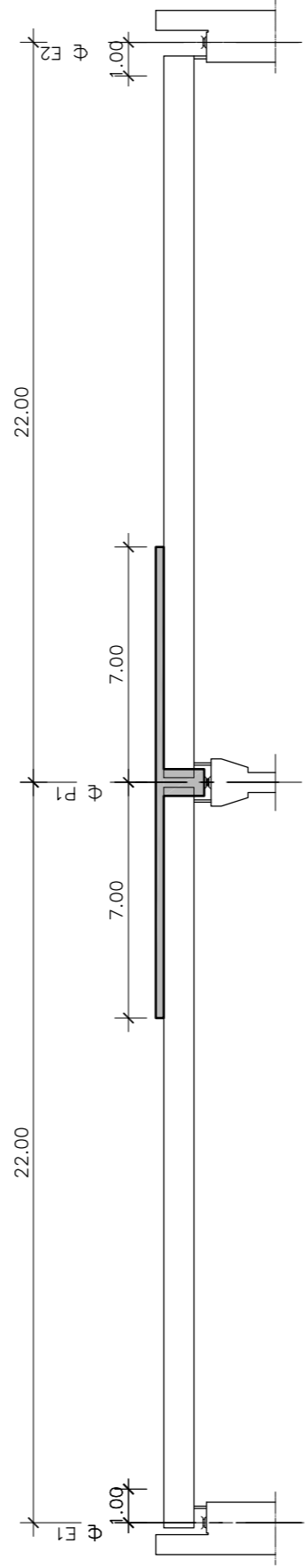
1ª FASE - EXECUÇÃO DE ENCONTROS E PILARES.
- EXECUÇÃO DAS TRINÇEIRAS DOS PILARES



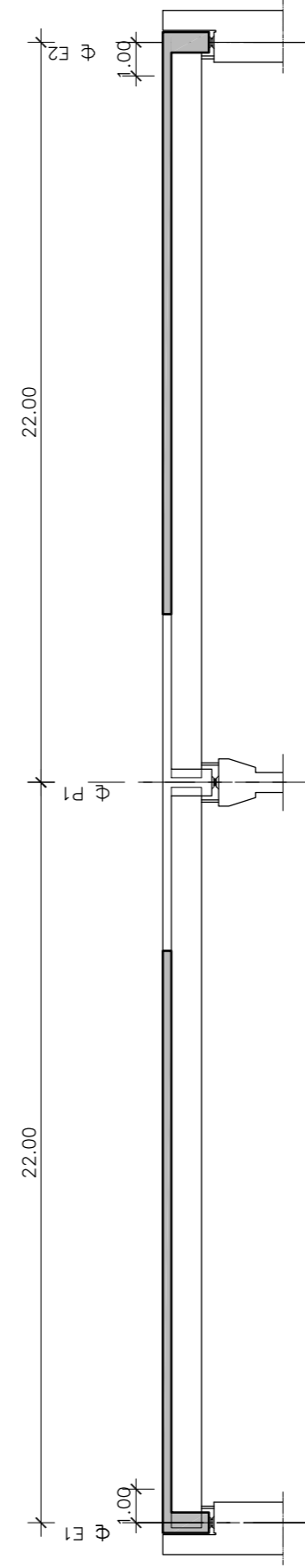
2ª FASE - MONTAGEM DAS VIGAS.
- MONTAGEM DAS ARMADURAS ORDINARIAS DA LAJE COMPLEMENTAR E DAS CARLINGAS.



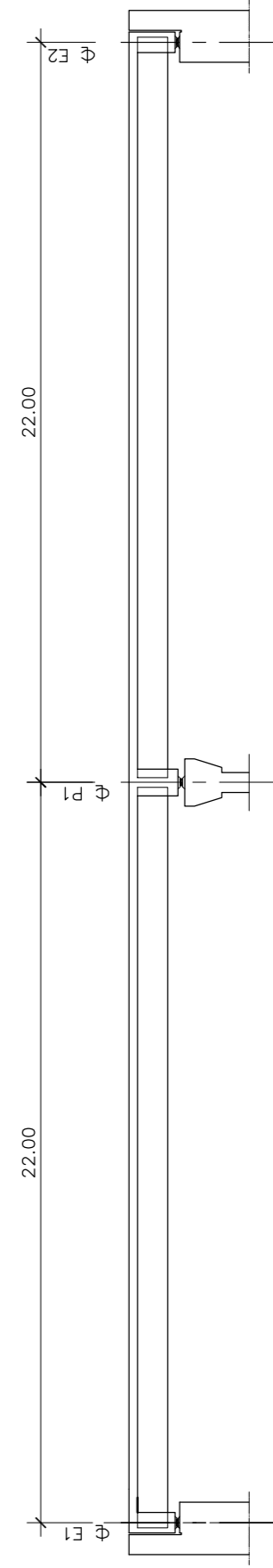
3ª FASE - BETONAGEM DO TABULEIRO.
(a) - BETONAGEM DAS CARLINGAS DOS PILARES.
- BETONAGEM DOS TROÇOS SOBRE OS PILARES (7.00M PARA CADA LADO DOS EIXOS), APLICAÇÃO DO PRÉ-ESFORÇO DE CONTINUIDADE.



(b) - BETONAGEM DAS CARLINGAS E RESTANTE TABULEIRO.



5ª FASE - RETIRAR APARELHOS DE APOIO PROVISÓRIOS.
- COLOCAÇÃO DE FORMEIRO E ACABAMENTOS.



| REV. | DESCRIÇÃO | APROV. | DATA |
|------|--------------------|--------|------------|
| 1A | CORRECÇÃO DE COTAS | EN | 2009/07/27 |
| 1 | | | |
| 1 | | | |

| Projecutor | Substituído |
|----------------------|-----------------|
| Desenhado: PO | Substituído: PO |
| Verificado: PO | Substituído: PO |
| Aprovado: ELSA NUNES | |

Projeto Complementar:
SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
A41P4 - VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA
LOTE 10

Escalas:
S/ ESCALA
S/ ESCALA

Designação:
PROJECTO DE EXECUÇÃO
OBRAS DE ARTE CORRENTES
PASSAGEM SUPERIOR P. 3.1
FASEAMENTO CONSTRUCTIVO

Nº de Desenho:
005-10-PE-16-PS3.1-DR-019-1A
Data:
JUNHO 2009

ANEXO VII

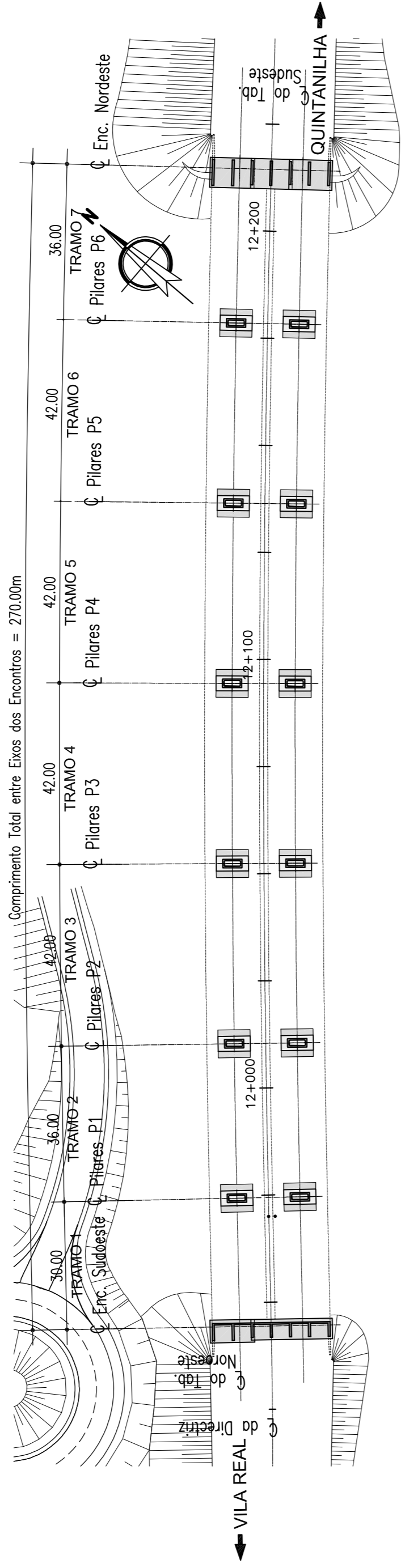
Desenho de conjunto da Ponte sobre o Rio Azibo

ANEXO VIII

Faseamento construtivo da Ponte sobre o Rio Azibo

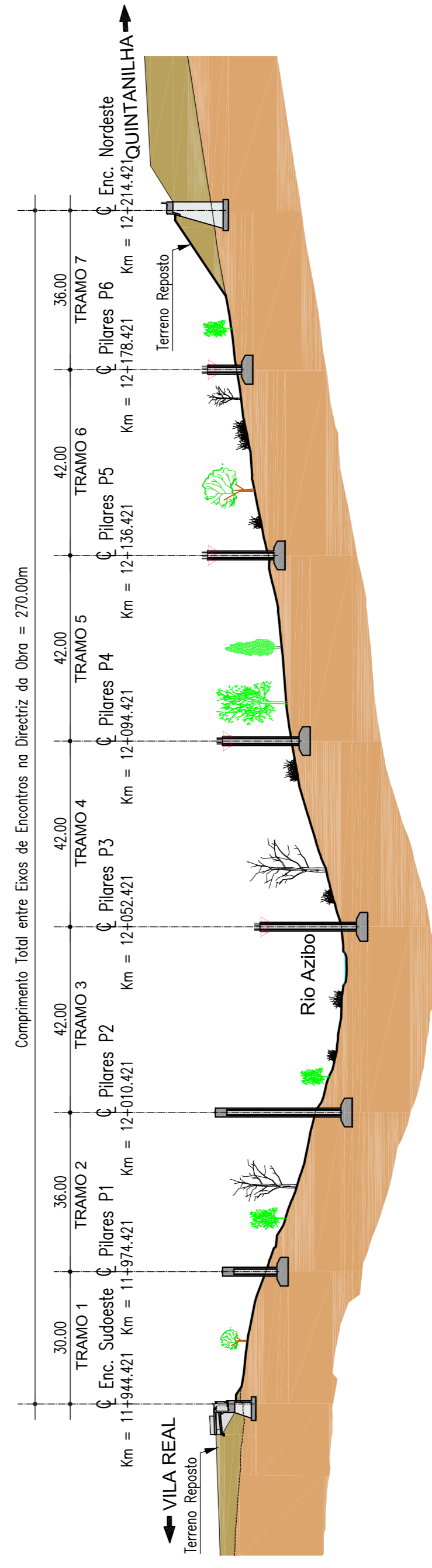
FASE 1

- EXECUÇÃO DOS ACESSOS PARA CIRCULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.
- EXECUÇÃO DAS SAPATAS.
- EXECUÇÃO DOS ENCONTROS.
- EXECUÇÃO DOS ATERROS DA PLENA VIA NO TARDOS DOS ENCONTROS.



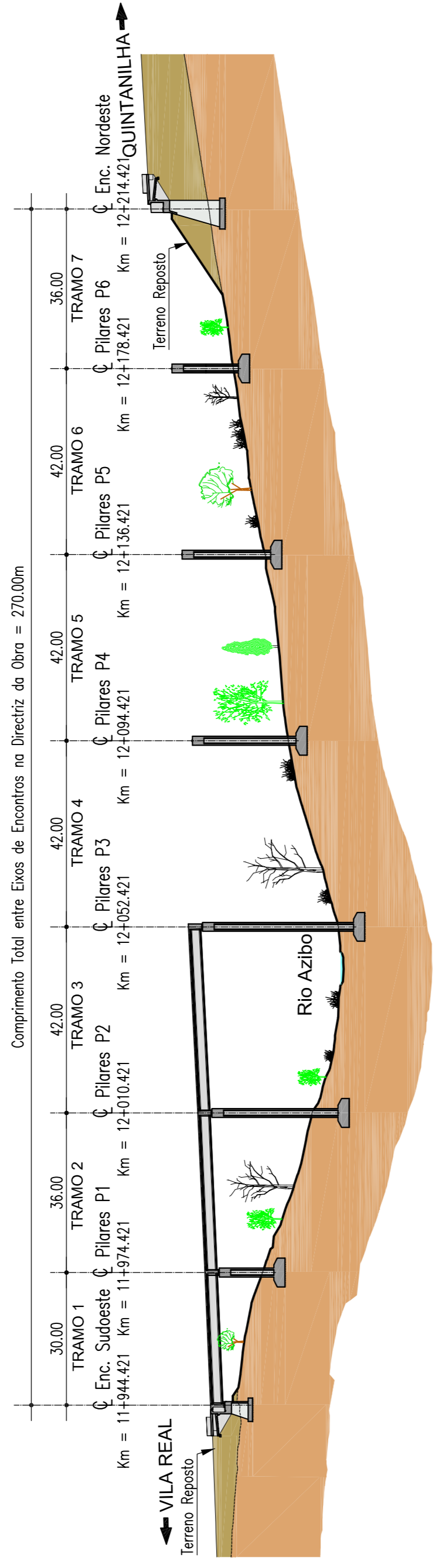
FASE 2

- EXECUÇÃO DOS PILARES



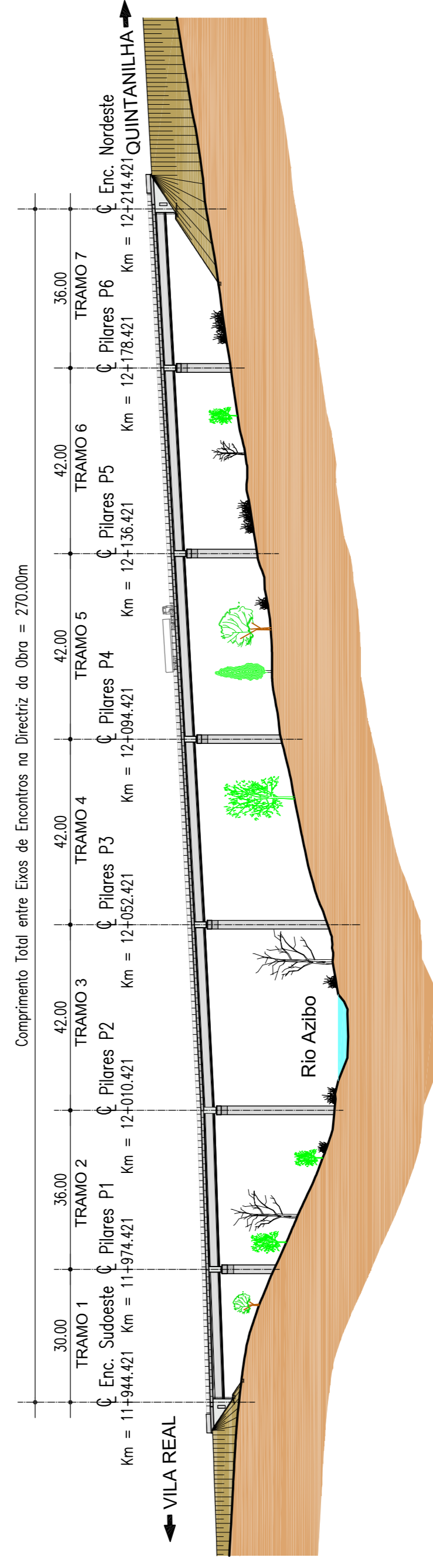
FASE 3

- EXECUÇÃO DOS TABULEIROS (VER FASEAMENTO PARA CADA TABULEIRO NO DESENHO SEGUINTE).



FASE 4

- ACABAMENTOS.
- REPOSIÇÃO DA ENVOLVENTE.



| REV. | EDIÇÃO INICIAL | DESCRIÇÃO | APROV. | DATA |
|------|----------------|-----------|--------|----------|
| 0 | | | | NOV 2009 |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|------------------------------|---|------------------------------|---|
| | | | | | | Título Complementar: SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA A4/IP4 - VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA LOTE 8 | | Designação: PROJECTO DE EXECUÇÃO OBRAS DE ARTE ESPECÍAS PONTE SOBRE O RIO AZIBO FASEAMENTO CONSTRUCTIVO - ESQUEMA GERAL | | Nº de Desenho: 005-08-PE-17-AZIBO-DR-049-1 |
| | | | | | | Escalas: 1 : 1000 | Substituído: Substituído: | Projectado: Daniel Sousa/João Guerra | Desenhado: Vítor Teixeira | Verificado: Daniela Sousa |

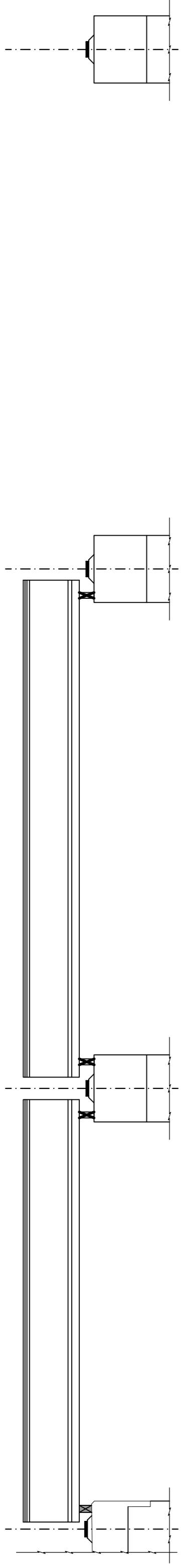
ANEXO IX

Faseamento construtivo – Tabuleiro da Ponte sobre o rio Azibo

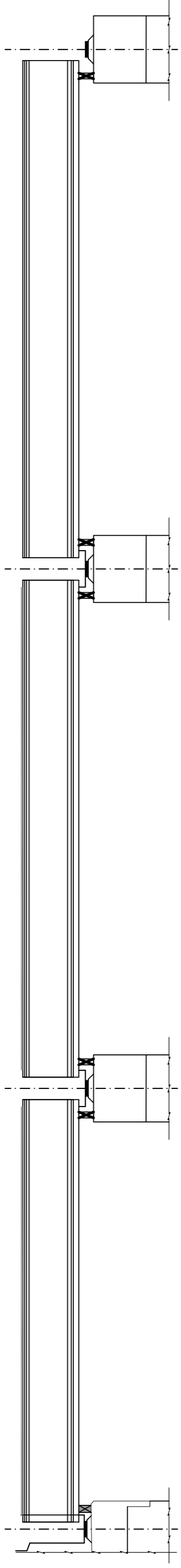
FASEAMENTO CONSTRUCTIVO DE CADA TABULEIRO
S.E.

FASE 0 - Execução das vigas pré-fabricadas em fábrica.

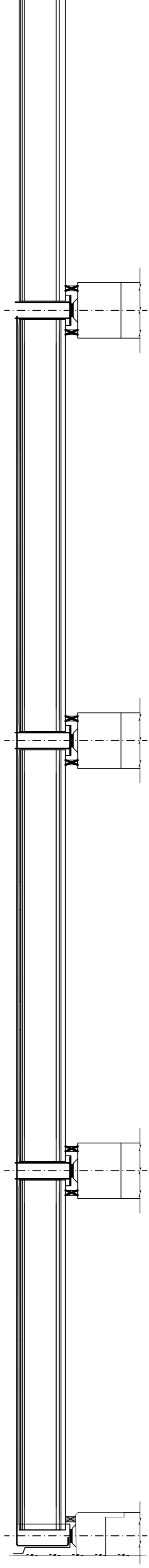
1ª FASE - Montagem dos aparelhos de apoio definitivos. Montagem das vigas sobre apoios provisórios.



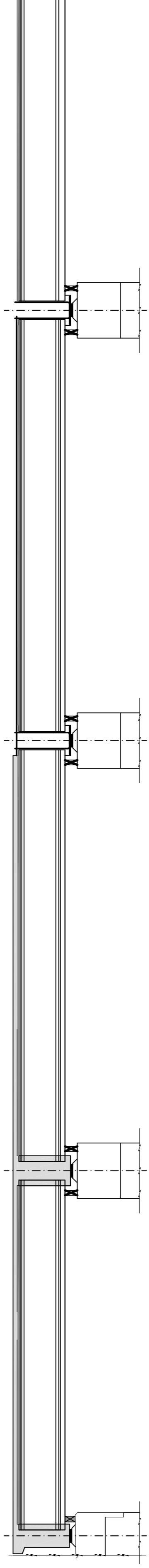
2ª FASE - Colocação das pré-lajes e cofragem das carlingas.



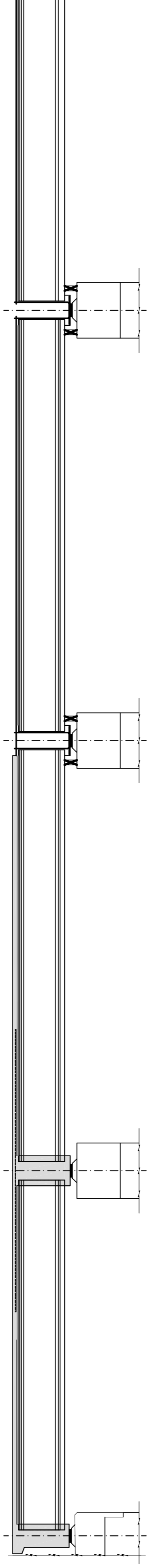
3ª FASE - Montagem das armaduras das carlingas e das lajes.



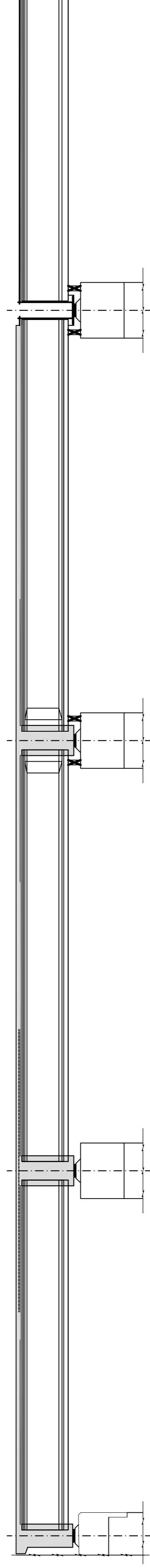
4ª FASE - Betonagem dos dois primeiros tramos



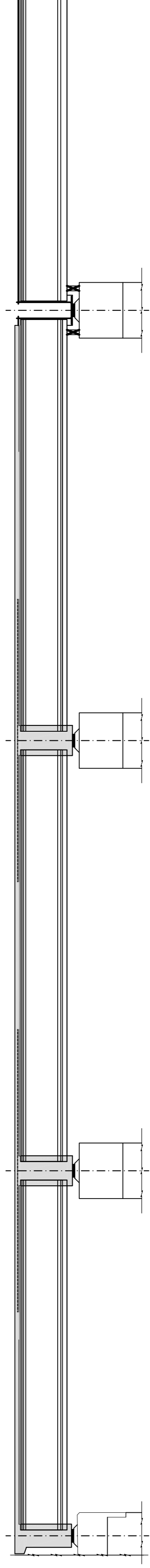
5ª FASE - Aplicação do pré-estorço de continuidade sobre o primeiro pilar. Betonagem dos negativos da laje. Remoção dos aparelhos de apoio provisórios.



6ª FASE - Betonagem do tramo seguinte



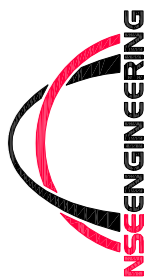
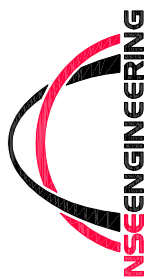
7ª FASE - Aplicação do pré-estorço de continuidade sobre o segundo pilar. Betonagem dos negativos da laje. Remoção dos aparelhos de apoio provisórios.



8ª à Nª FASE - Repetição das fases 6 a 7 para os restantes vãos. A betonagem do último tramo inclui a carlinga do encontro.

NOTA: ADMITE-SE QUE SEJA APLICADO O PRÉ-ESFORÇO DE CONTINUIDADE DE 2 EM 2 TRAMOS

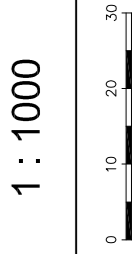
| REV. | EDICÃO INICIAL | DESCRICÃO | APROV. | DATA |
|------|----------------|-----------|--------|---------|
| 0 | | | | NOV. 09 |



Título Complementar:
SUBCONCESSÃO AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
A4/IP4 - VILA REAL (PARADA DE CUNHOS) / QUINTANILHA
LOTE 8

Escala:

1 : 1000



Designação:

PROJECTO DE EXECUÇÃO
OBRAS DE ARTE ESPECIAS
PONTE SOBRE O RIO AZIBO
FASEAMENTO CONSTRUCTIVO - TABULEIRO

Substituto:

Projector: Daniel Sousa/José Lello

Desenhador: Vítor Teixeira

Verificador: Daniela Sousa

Aprovado: Elise Nunes

Nº de Desenho:

005-08-PE-17-AZIBO-DR-050-1

Data:

Novembro 2009

Nº de Cadern.

1 / 1

UBO

ANEXO X

Planeamento das OAC do Lote 10

PLANO DE TRABALHOS CLIENTE
OBRAS DE ARTE CORRENTES - AREA 3 - AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA



| ID | Nome da Tarefa | Duration | Start | Finish | pr. '10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-----------------|---------------------|---------------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| | | | | | 04 | 11 | 18 | 25 | 02 | 09 | 16 | 23 | 30 | 06 | 13 | 20 | 27 | 04 | 11 | 18 | 25 | 01 | 08 | 15 | 22 | 29 | 05 | 12 | 19 | 26 | 03 | 10 | 17 | 24 | | |
| 0 | OBRAS DE ARTE CORRENTES - TRANSMONTANA - AREA 3 | 132 days | Mon 19-04-10 | Tue 19-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | LOTE 10 | 132 days | Mon 19-04-10 | Tue 19-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | PI0.1A | 114 days | Mon 19-04-10 | Thu 23-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Consignação | 0 days | Mon 19-04-10 | Mon 19-04-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Fundações | 29 days | Mon 19-04-10 | Thu 27-05-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Elevação | 50 days | Mon 03-05-10 | Fri 09-07-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | Tabuleiro | 49 days | Mon 19-07-10 | Thu 23-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | PI2.1A | 112 days | Mon 17-05-10 | Tue 19-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | Consignação | 0 days | Mon 17-05-10 | Mon 17-05-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | Fundações | 31 days | Mon 17-05-10 | Mon 28-06-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 108 | Elevação | 50 days | Wed 02-06-10 | Tue 10-08-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 163 | Tabuleiro | 45 days | Wed 18-08-10 | Tue 19-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 171 | PS3.1 | 99 days | Mon 03-05-10 | Thu 16-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 172 | Consignação | 0 days | Mon 03-05-10 | Mon 03-05-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 173 | Fundações | 18 days | Mon 03-05-10 | Wed 26-05-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 189 | Elevação | 40 days | Fri 14-05-10 | Thu 08-07-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 229 | Tabuleiro | 45 days | Fri 16-07-10 | Thu 16-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 237 | PS7.1A | 115 days | Mon 26-04-10 | Fri 01-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 238 | Consignação | 0 days | Mon 26-04-10 | Mon 26-04-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 239 | Fundações | 29 days | Mon 26-04-10 | Thu 03-06-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 260 | Elevação | 58 days | Wed 05-05-10 | Thu 23-07-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 330 | Tabuleiro | 45 days | Mon 02-08-10 | Fri 01-10-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 338 | Consignação | 99 days | Mon 10-05-10 | Thu 23-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 339 | Consignação | 0 days | Mon 10-05-10 | Mon 10-05-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 340 | Fundações | 18 days | Mon 10-05-10 | Wed 02-06-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 356 | Elevação | 40 days | Fri 21-05-10 | Thu 15-07-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 394 | Tabuleiro | 45 days | Fri 23-07-10 | Thu 23-09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

File: 709-PLA-PC-Ed 1-.PT
PT Date : 16-04-2010
PT Ed : nº 01

Director Div./ Produção :
Data :

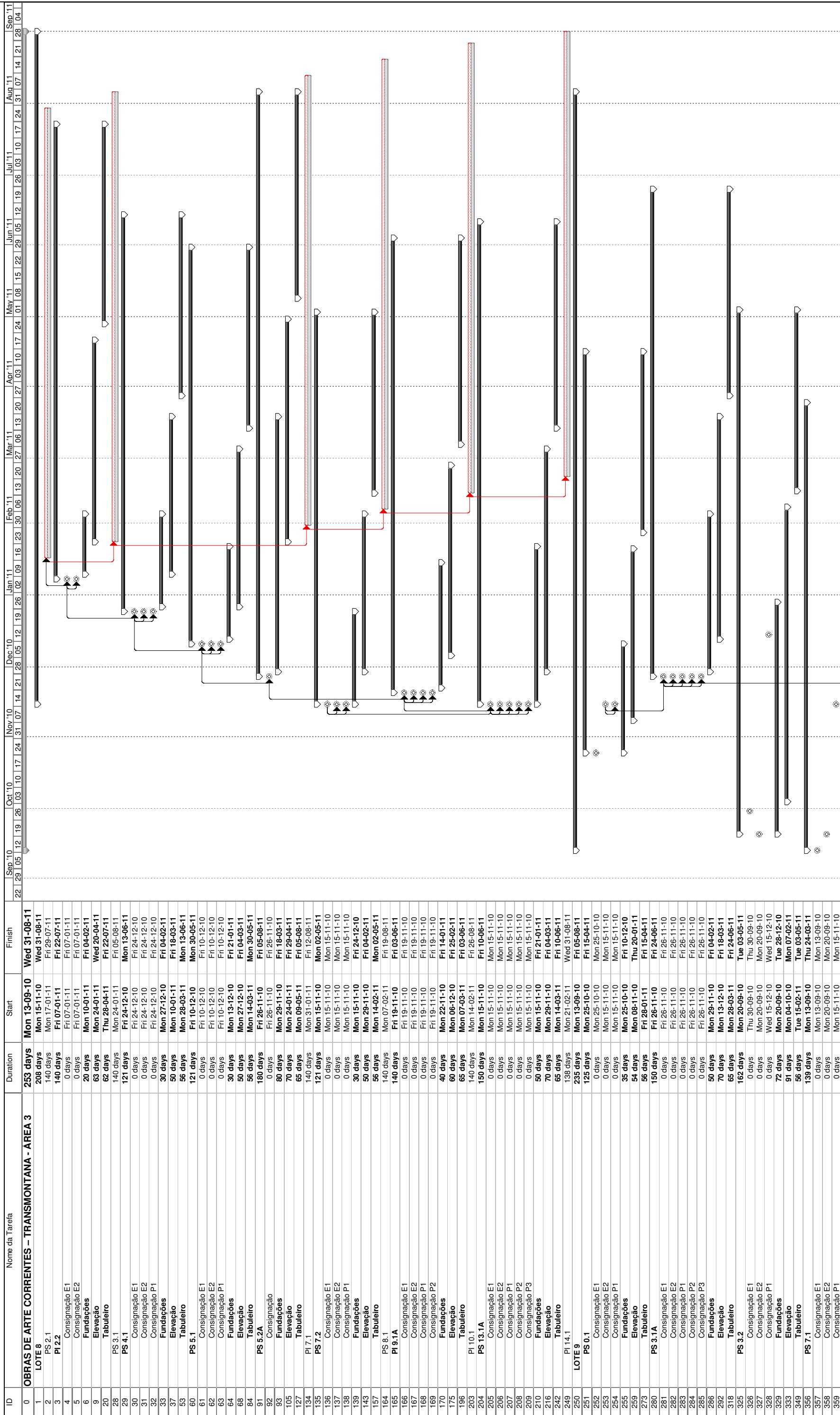
Elaborou PT / B : DB 16-04-2010
Modelo CE 09

Conclusão da Obra : 19-10-2010
Pag. 1 / 1

ANEXO XI

Planeamento das OAC do Lote 8, 9, 10 e 11

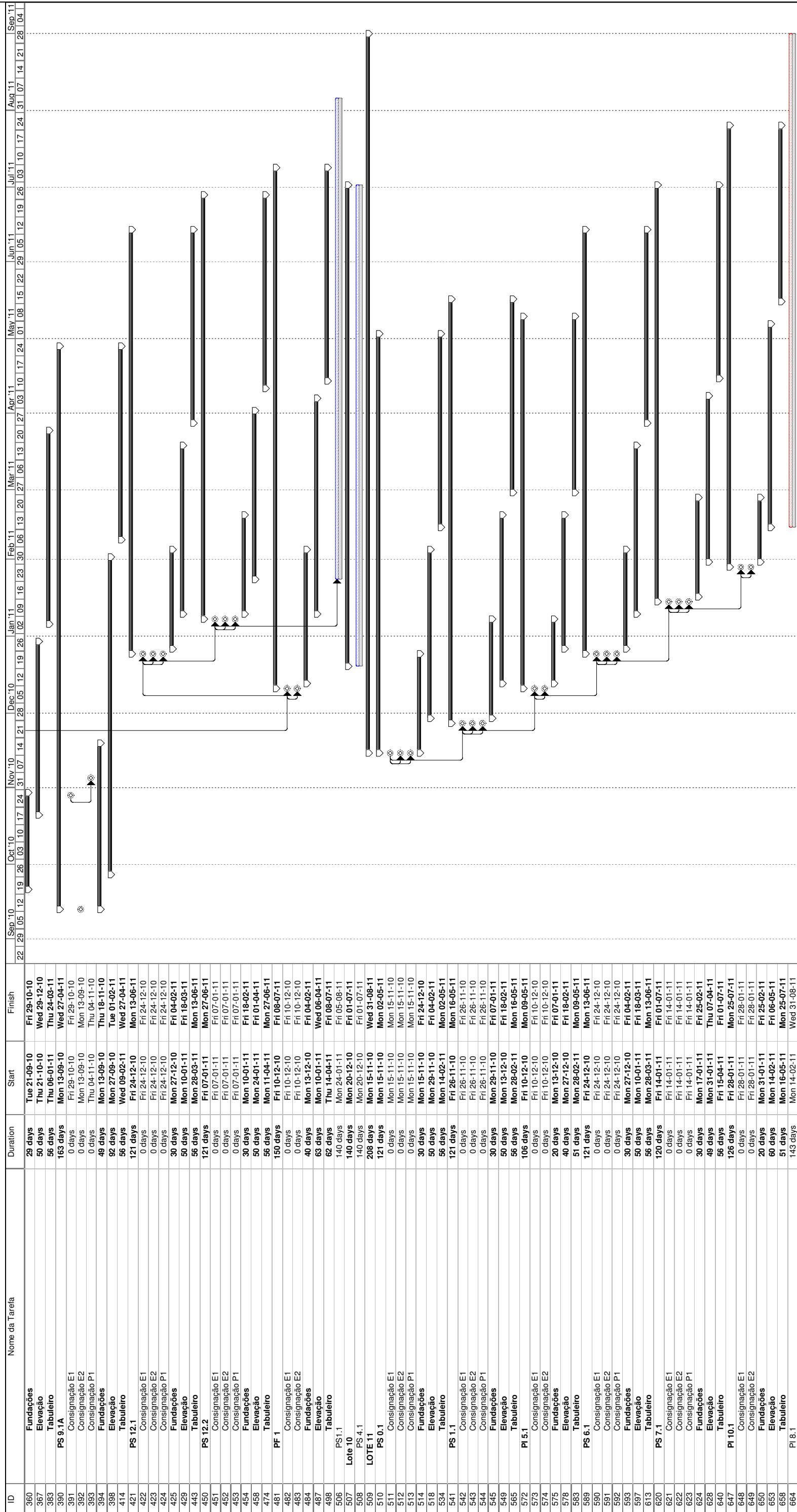
PLANO DE TRABALHOS CLIENTE
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - ÁREA 3 - AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
LOTE 8, 9, 10 E 11



Legend for Gantt chart symbols:

- Task: Solid black bar
- Task Progress: Bar with diagonal lines
- Critical Task: Bar with red outline
- Task Milestone: Diamond symbol
- Baseline Milestone: Diamond symbol with vertical line
- Summary: Bar with vertical lines
- Baseline: Dotted line
- Milestone: Diamond symbol
- Baseline Milestone: Diamond symbol with vertical line
- Summary: Bar with vertical lines
- Rolled Up Task: Bar with blue outline
- Rolled Up Critical Task: Bar with red outline and blue outline
- Rolled Up Milestone: Diamond symbol with vertical line
- Baseline Summary: Bar with vertical lines
- Baseline Split: Bar with vertical lines and split symbol
- External Tasks: Bar with vertical lines
- Project Summary: Bar with vertical lines
- Group By Summary: Bar with vertical lines
- Deadline: Dotted line with arrow

PLANO DE TRABALHOS CLIENTE
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - ÁREA 3 - AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA
LOTE 8, 9, 10 E 11



File: 709.2-PLA-PCI-Ed 1-PT
 PT Date: 06.09.2010
 PT Ed: nº 01

Task Progress: [Solid Blue Bar]
 Critical Task: [Dashed Blue Bar]
 Critical Task Progress: [Red Bar]

Baseline: [Blue Bar]
 Milestone: [Red Bar]
 Baseline Milestone: [Red Bar]
 Summary: [Red Bar]

Rolled Up Task: [Blue Bar]
 Rolled Up Critical Task: [Red Bar]
 Rolled Up Milestone: [Red Bar]
 Baseline Summary: [Red Bar]

Rolled Up Baseline: [Blue Bar]
 Rolled Up Baseline Milestone: [Red Bar]
 Rolled Up Progress: [Red Bar]
 Split: [Red Bar]

Baseline Split: [Blue Bar]
 External Tasks: [Red Bar]
 Project Summary: [Red Bar]
 Group By Summary: [Red Bar]

Deadline: [Red Bar]

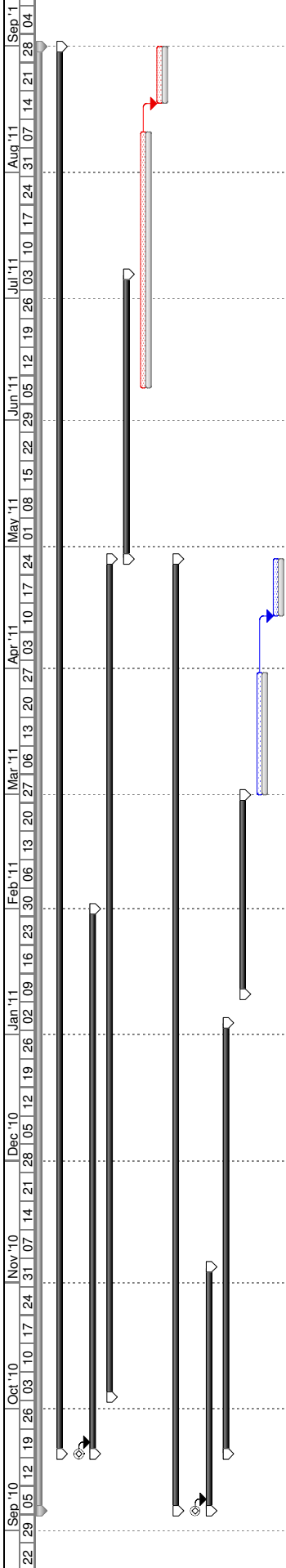
ANEXO XII

Planeamento das Obras de Arte Especiais

PLANO DE TRABALHOS CLIENTE
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - ÁREA 3 - AUTO-ESTRADA TRANSMONTANA



| ID | Nome da Tarefa | Duration | Start | Finish |
|-----|--|-----------------|---------------------|---------------------|
| 0 | OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - TRANSMONTANA - AREA 3 | 258 days | Mon 06-09-10 | Wed 31-08-11 |
| 1 | Consignação | 0 days | Mon 20-09-10 | Mon 20-09-10 |
| 2 | Fundações | 96 days | Mon 20-09-10 | Mon 31-01-11 |
| 3 | Elevação | 148 days | Mon 04-10-10 | Wed 27-04-11 |
| 130 | Tabuleiro | 50 days | Thu 28-04-11 | Wed 06-07-11 |
| 139 | Acabamentos | 45 days | Thu 09-06-11 | Wed 10-08-11 |
| 140 | Juntas de Dilatação | 10 days | Thu 18-08-11 | Wed 31-08-11 |
| 141 | PONTE SOBRE A RIBEIRA DE STA. COMBA DE ROSSAS | 168 days | Mon 06-09-10 | Wed 27-04-11 |
| 142 | Consignação | 0 days | Mon 06-09-10 | Mon 06-09-10 |
| 143 | Fundações | 44 days | Mon 06-09-10 | Thu 04-11-10 |
| 150 | Elevação | 76 days | Mon 20-09-10 | Mon 03-01-11 |
| 191 | Tabuleiro | 35 days | Tue 11-01-11 | Mon 28-02-11 |
| 197 | Acabamentos | 22 days | Tue 01-03-11 | Wed 30-03-11 |
| 198 | Juntas de Dilatação | 10 days | Thu 14-04-11 | Wed 27-04-11 |



File: 709_1-PLA-PCI-Ed 1-PT
 PT Date : 06-09-2010
 PT Ed : n.º 01

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------|--|-------------------------|--|------------------------------|--|------------------|--|-----------------|
| | Task | | Baseline | | Rolled Up Task | | Rolled Up Baseline | | Baseline Split | | Deadline |
| | Task Progress | | Milestone | | Rolled Up Critical Task | | Rolled Up Baseline Milestone | | External Tasks | | Project Summary |
| | Critical Task | | Baseline Milestone | | Rolled Up Milestone | | Rolled Up Progress | | Group By Summary | | |
| | Critical Task Progress | | Summary | | Baseline Summary | | Split | | | | |

ANEXO XIII

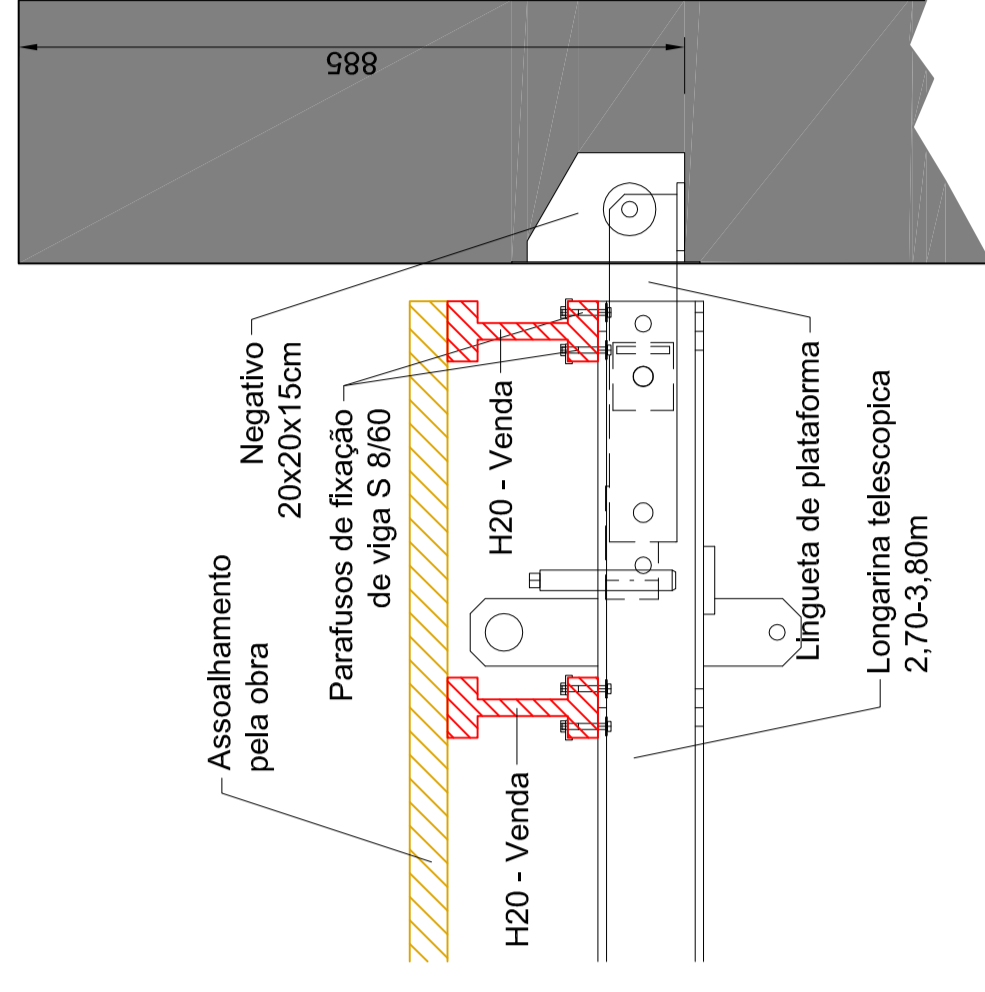
Projecto de escoramento da OAC PS13.1A do Lote 8

ANEXO XIV

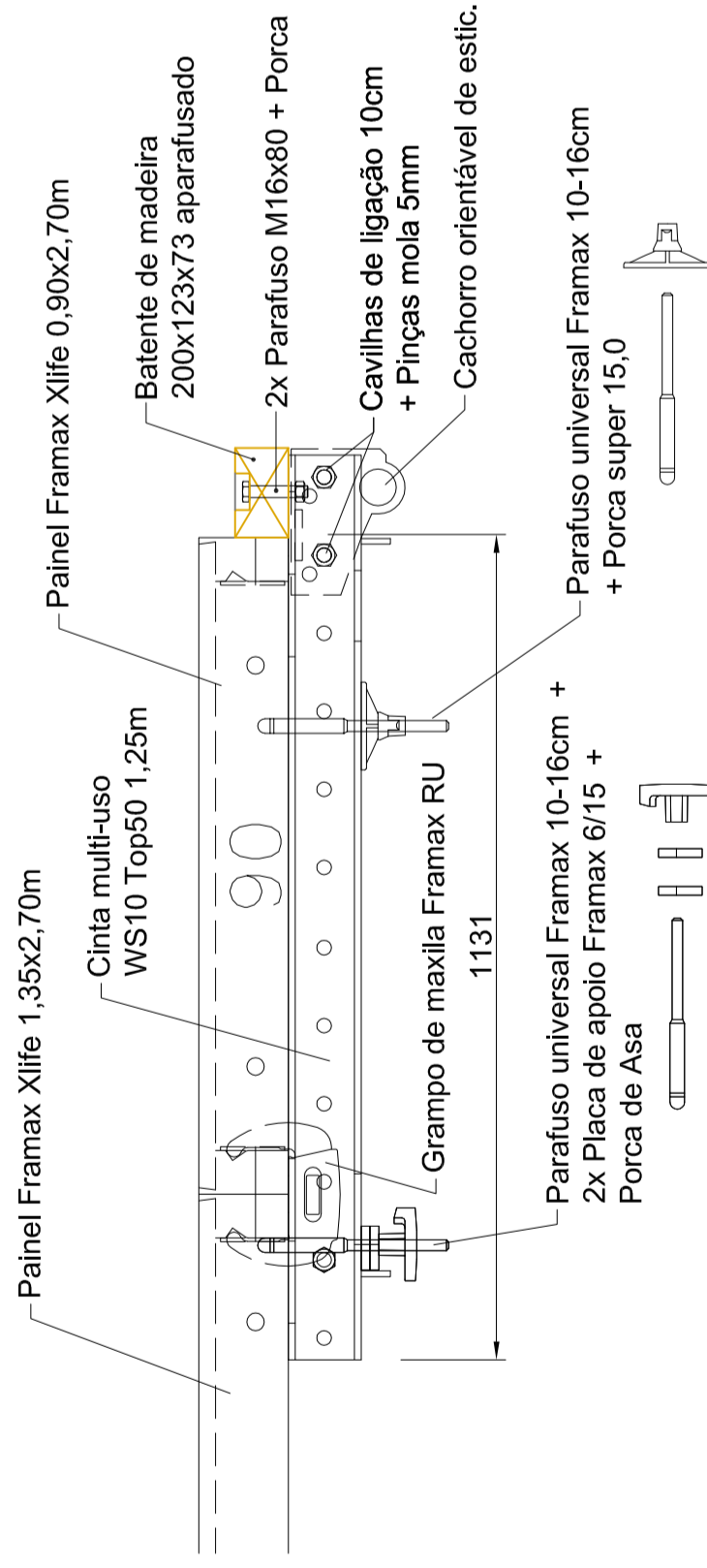
Projecto de escoramento da Ponte sobre a Ribeira de Santa Comba de Rossas

ANEXO XV

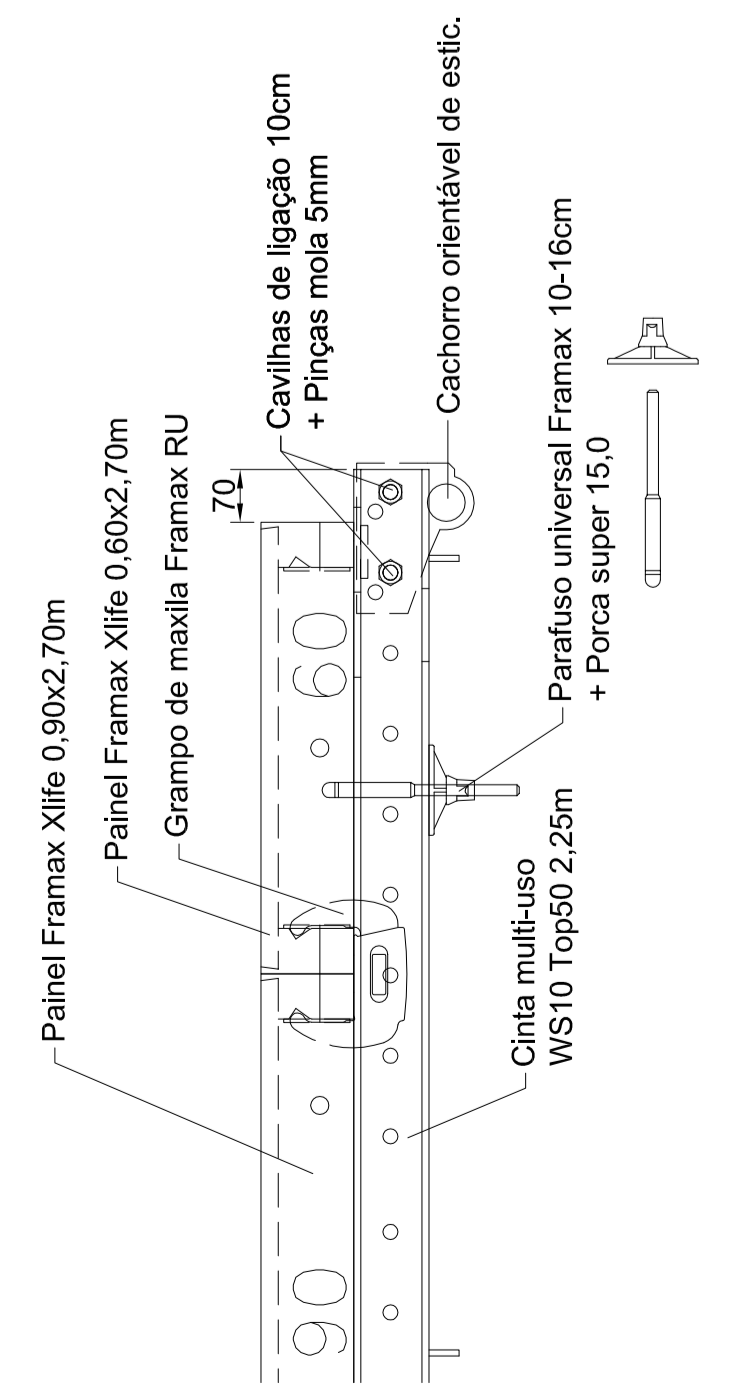
Projecto dos pilares da Ponte sobre o Rio Azibo



PORMENOR c
ESC: 1/10



PORMENOR b
ESC: 1/10



PORMENOR a
ESC: 1/10

PARA INFORMAÇÕES MAIS DETALHADAS SOBRE MANUSEIO E SEGURANÇA CONSULTAR O RESPECTIVO "MANUAL DE UTILIZAÇÃO"



NOTAS:

PRESSÃO MÁXIMA DE BETONAGEM = 50 kN/m²

A velocidade de betonagem (velocidade de subida), será fixada pela obra tendo em conta todos os fatores e condições secundárias das normas vigentes. Os dados necessários serão fornecidos pelo fabricante do betão.

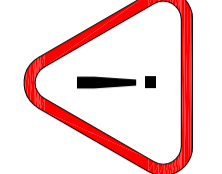


Todos os elementos de cor **castanha** representados no desenho, simbolizam madeira a fornecer pela obra.

Todos os elementos de cor **vermelha** representados no desenho, simbolizam Peças Especiais em regime de VENDA.

Todas as medidas de estrutura terão de ser confirmadas em obra!
Todas as medidas em "mm" !!

AVISO de segurança:



Com o objectivo de evitar acidentes e perigos para a saúde e para a vida dos utilizadores ou de terceiros DEVE SEGUIR RIGOROSAMENTE - para além da informação constante neste desenho - as indicações de uso e montagem existentes no respectivo MANUAL DE UTILIZAÇÃO.

As madeiras de soalho e de protecção das consolas e plataformas e acesso ao material, devem ser tratadas com produtos anticorrosivos e protegidas com as normas locais de segurança em vigor.
Não soldar ou aquecer varões esticadores e ancoragens - risco de rutura

A ligação entre elementos é realizada através da cavilha de ligação 10cm. e= Cada cavilha é travada por 1 pínça de mola. e=

PARA OBRA ESTE DESENHO CARREGA O USO TRONCO PARA EXECUÇÃO, ARBOLADO E MANEIO PELA FISCALIZAÇÃO

Consultar desenhos nrs. 1011,1012,1013.

AE TRANSMONTANA - LOTE 9
FUSTE PILARES - 1 de 4

PLANTAS, VISTAS, SECÇÕES E PORMENORES

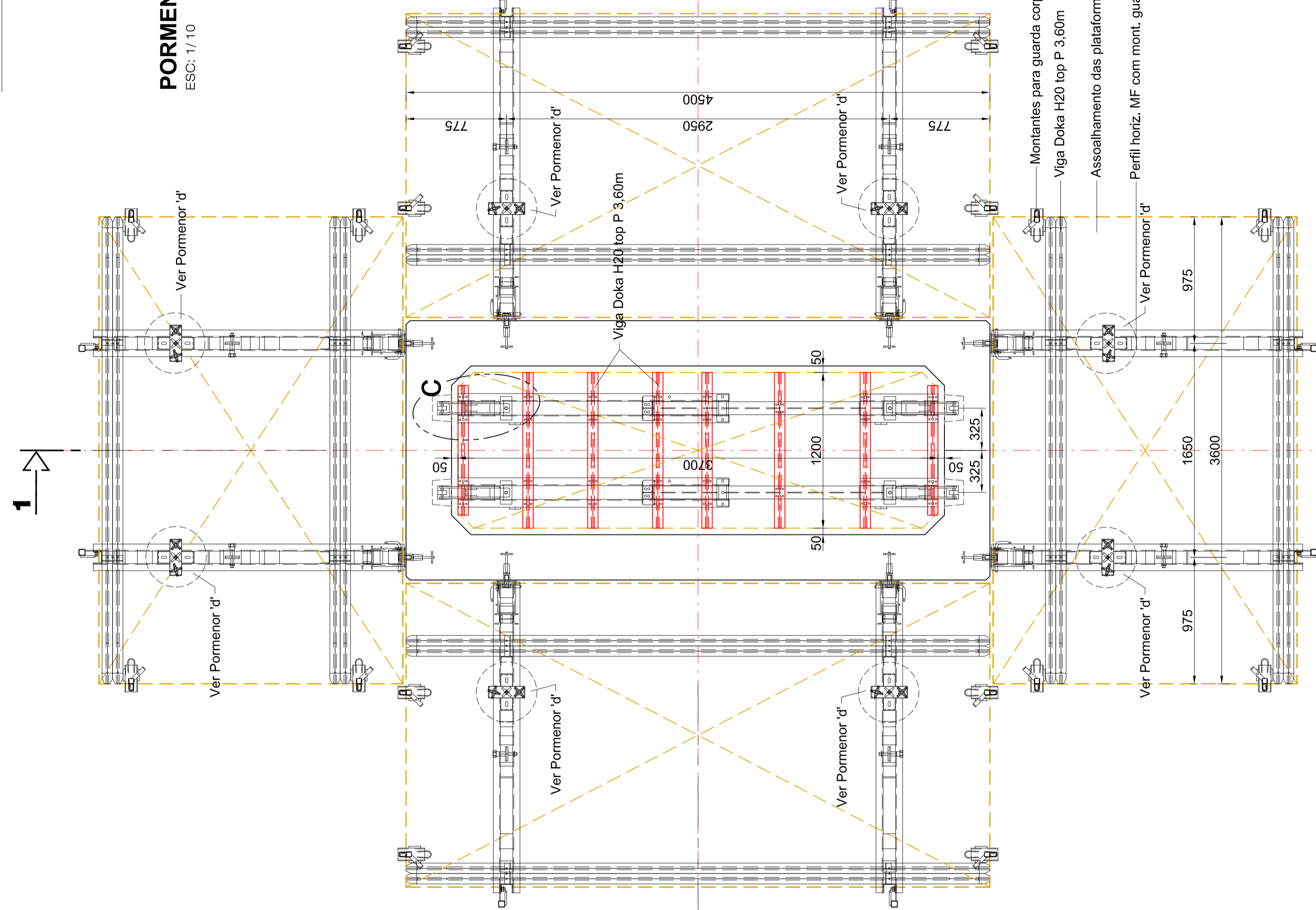
Cliente: DANIGON - SOC. CONSTRUÇOES
Execução: Danigon - Soc. Construções

Assinada pela obra para execução: Fernando Paulo
Desenho: 25-01-2011 Desenho-Nº: 310-002219-1010
Verificação: Escala:
Revisão: Escala:

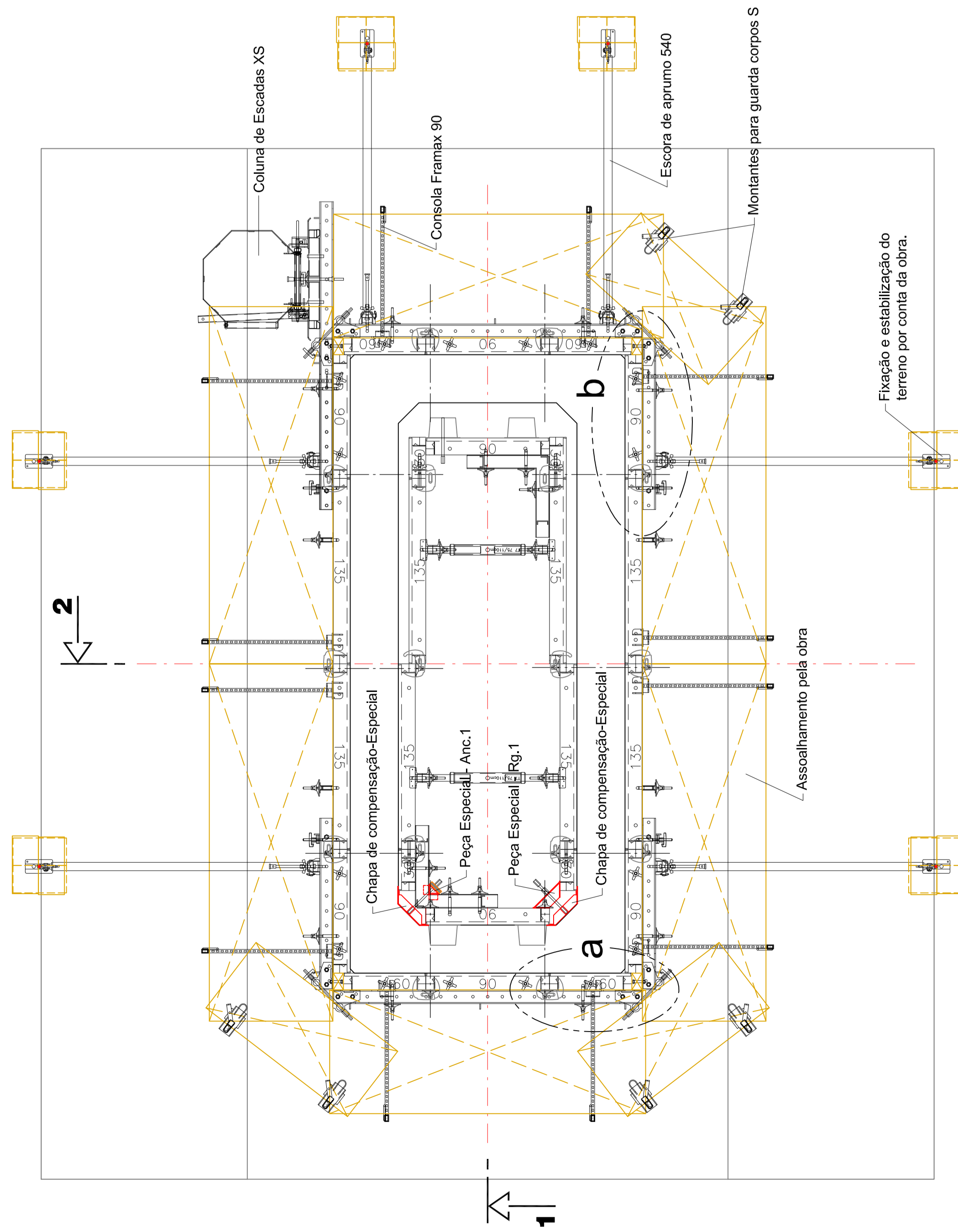


Doka Portugal - Cofragem, Lda.
Departamento Técnico Lisboa
Rua da Boavista, 11, 1º andar
1600-014 Lisboa
Tel.: +351 21 811 28 60. Fax: +351 21 811 20 11

Este desenho é baseado em desenhos técnicos e projetos originais DOKA ou produtos que são distribuídos exclusivamente por nós. Não é permitida a reprodução ou utilização não autorizada sem a autorização expressa da DOKA. Cada elemento não deve ser empilhado ou armazenado. Este desenho não deve ser emprestado ou comunicado.

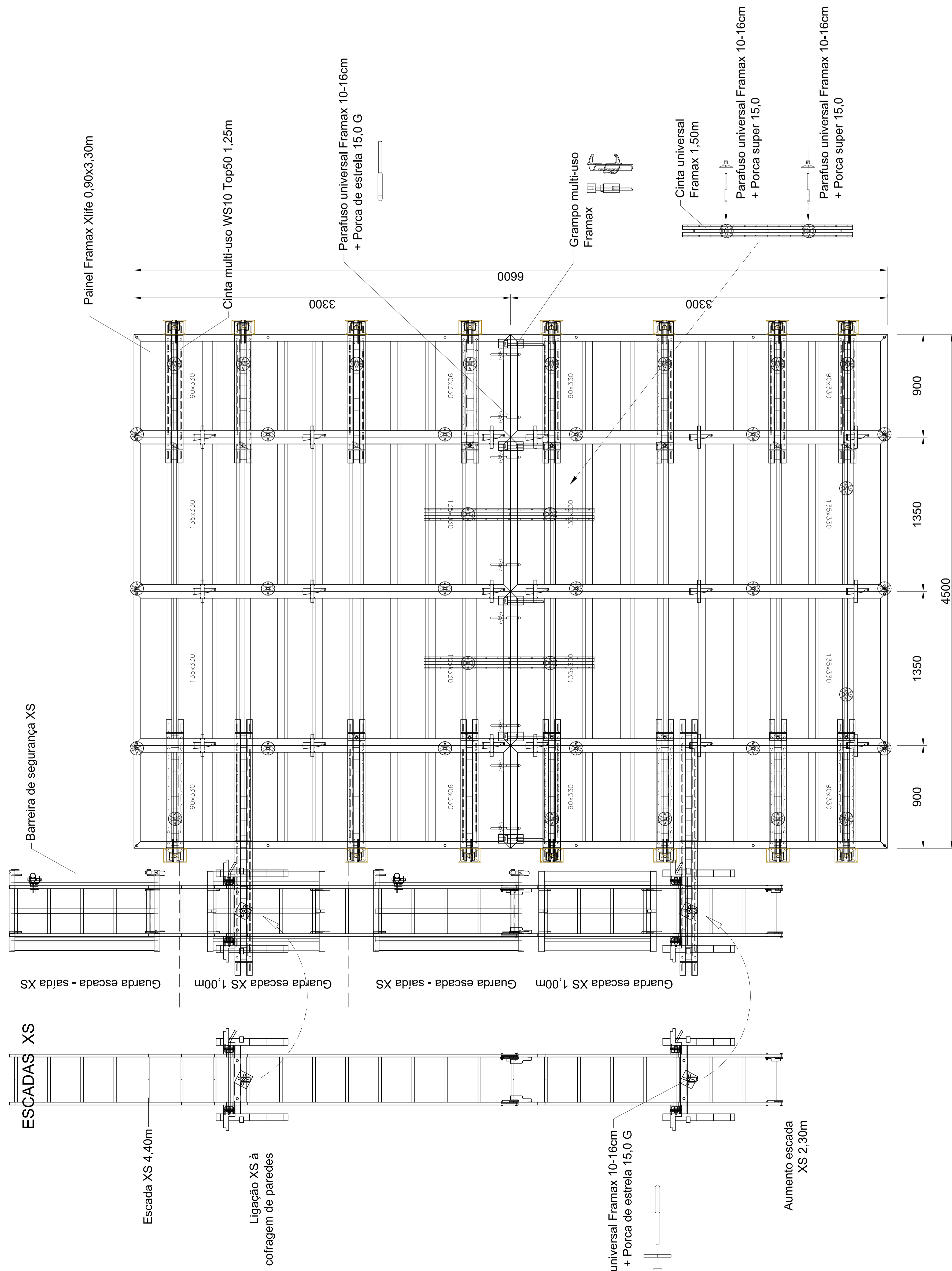


PLANTA DA COFRAGEM
ESC: 1/25



PLANTA DA COFRAGEM
ESC: 1/25

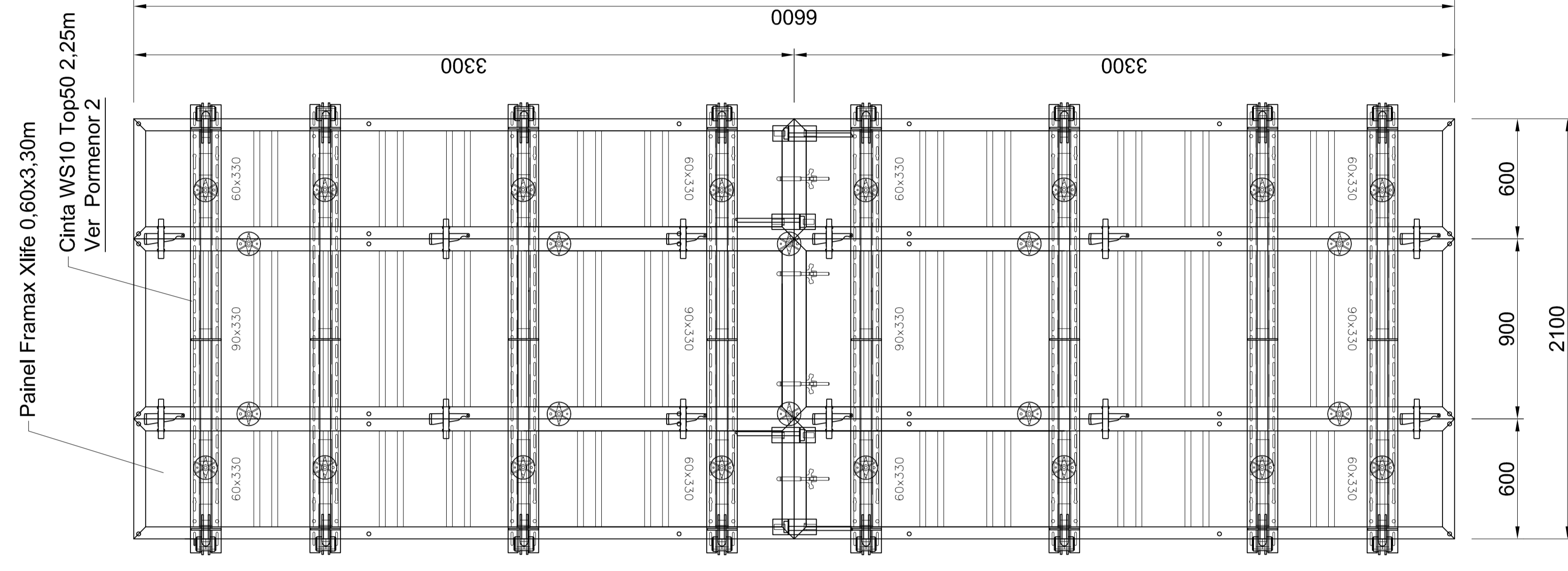
LATERAIS EXTERIORES



- (1) - Cintas WS10 - 1,25m. Ver Formenor 1 no Des. nº 1010
 (2) - Cintas WS10 - 2,25m

ALÇADO
 ESC: 1/25

TOPOS EXTERIORES



ALÇADO
 ESC: 1/25

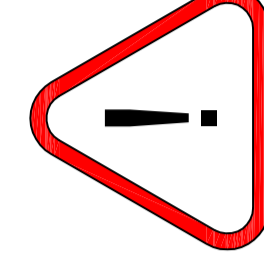
NOTAS:

Todos os elementos de cor **castanha** representados no desenho, simbolizam madeira a fornecer pela obra.

Todos os elementos de cor **vermelha** representados no desenho, simbolizam Peças Especiais em regime de VENDA.

Todas as medidas da estrutura terão de ser confirmadas em obra!
 Todas as medidas em "mm" !!

Aviso de segurança:



Com o objetivo de evitar acidentes e perigos para a saúde e para a vida dos utilizadores ou de terceiros DEVE SEGUIR RIGOROSAMENTE - para além da informação constante neste desenho - as indicações de uso e montagem existentes no respectivo MANUAL DO UTILIZADOR.

As madeiras de soalho e de protecção das consolas e plataformas e acesso às mesmas através de escadas não estão incluídas no fornecimento do nosso material. Todas as protecções e escadas de acesso deverão estar de acordo com as normas locais de segurança em vigor.

Não soldar ou aquecer varões esticadores e ancoragens - risco de rutura

A ligação entre elementos é realizada através da caviha de ligação 10cm. Cada caviha é travada por 1 pinça de moia.

PARA OBRA ESTE DESENHO CARECE DO VISTO "PRONTO PARA EXECUÇÃO" RUBRICADO E DATADO PELA FISCALIZAÇÃO

Consultar desenhos nrs. 1010,1011,1013.

AE TRANSMONTANA - LOTE 9

FUSTE PILARES - 3 de 4

PLANTAS, VISTAS, SECÇÕES E PORMENORES

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|------------|-------------|------------------------------|
| Cliente: | DANIGON - SOC. CONSTRUÇOES | | | Execução |
| Aprovado pela obra para execução: | Data, Nome, Assinatura | | | for Ausführung unverbundlich |
| Desenho: | Fernandes Paulo | 25-01-2011 | Desenho-Nº: | 310-002219-1012 |
| Verificação: | | | Escala: | |
| Revisão: | | | | |

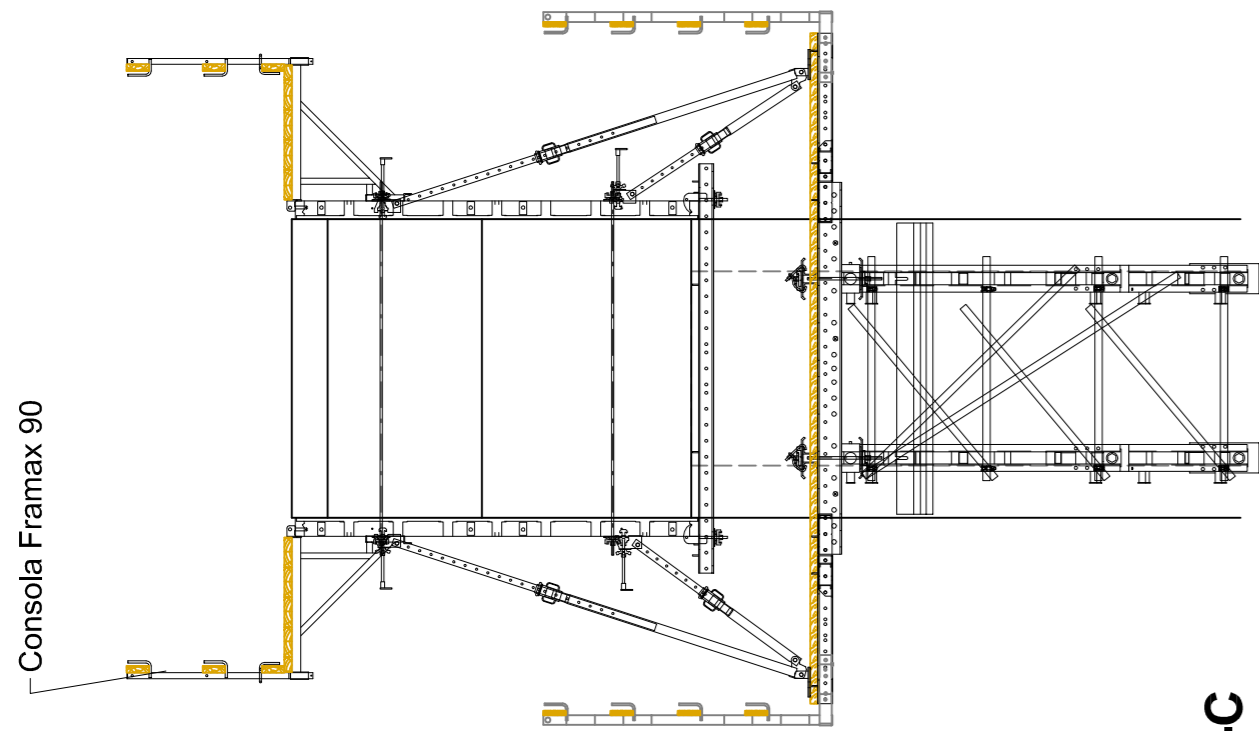


Doka Portugal - Cofragens, Lda.
 Departamento Técnico Lisboa
 Estrada Real N.º 1, Recta da Granja
 Santa Maria e São Miguel, 2710-450 Sintra
 Tel.: +351(21) 911 26 60. Fax: +351(21) 911 20 11

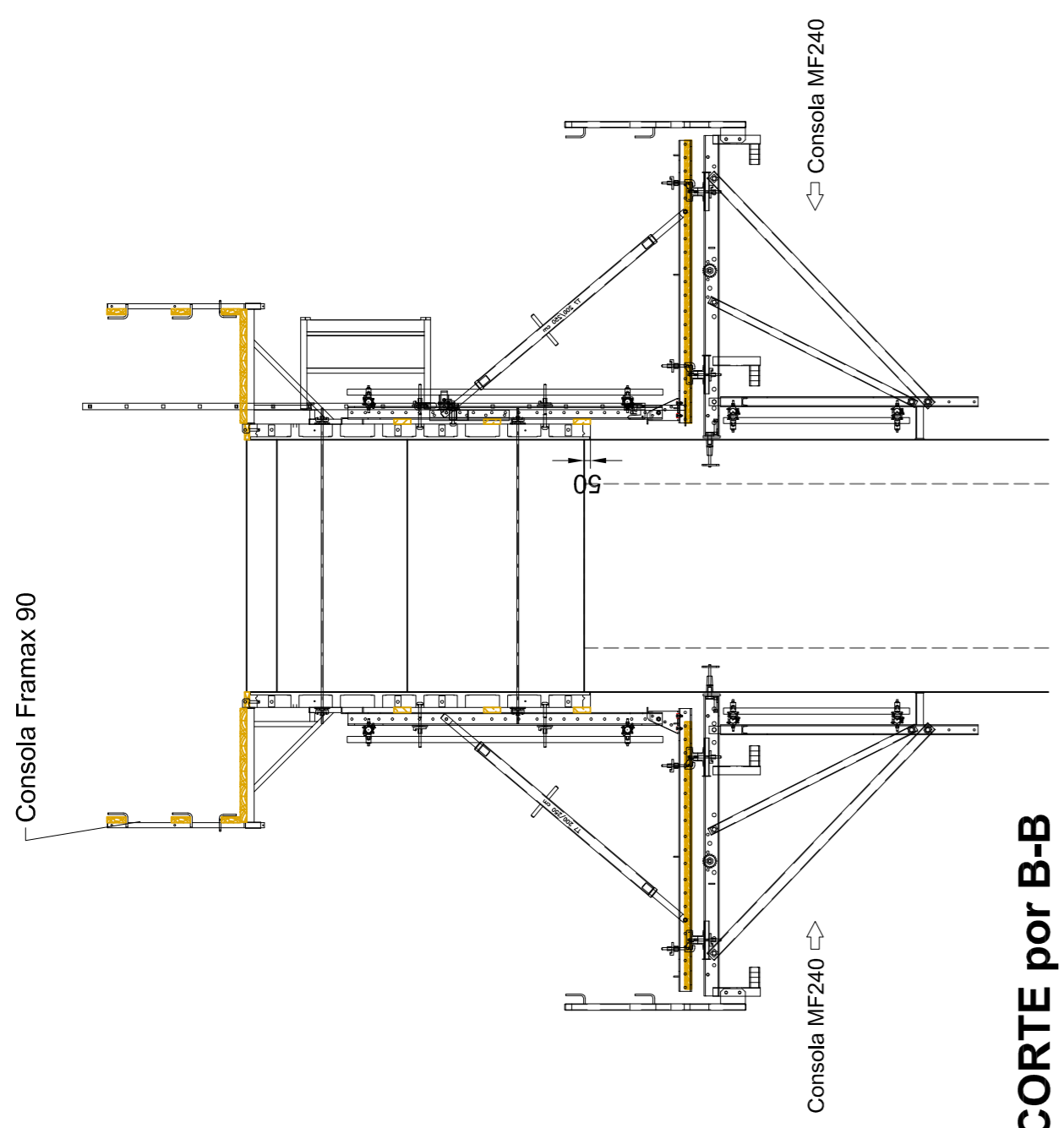
Este desenho é baseado em elementos técnicos e produtos originais DOKA ou produtos que são desenhados exclusivamente por nós. A DOKA garante os seus produtos sob a condição de estes serem usados de acordo com especificações técnicas próprias desta. O uso, reprodução ou alteração não autorizados deste desenho é proibido, sujeito a penalização e indemnização sobre danos causados. Este desenho não deverá ser entregue a terceiros ou concorrentes. Está sujeito a alterações técnicas.

ANEXO XVI

Projecto dos capitéis da Ponte sobre o Rio Azibo



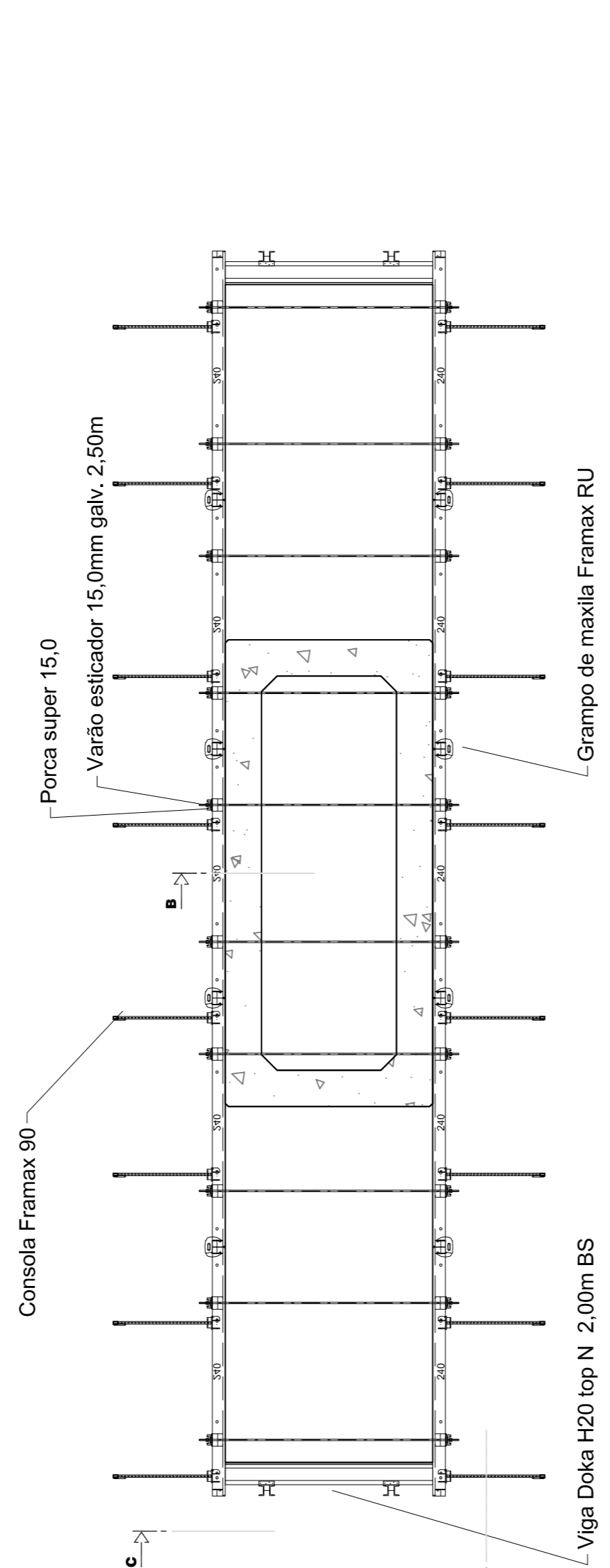
Consola Framax 90



Consola Framax 90

VISTA por C-C
ESC: 1/50

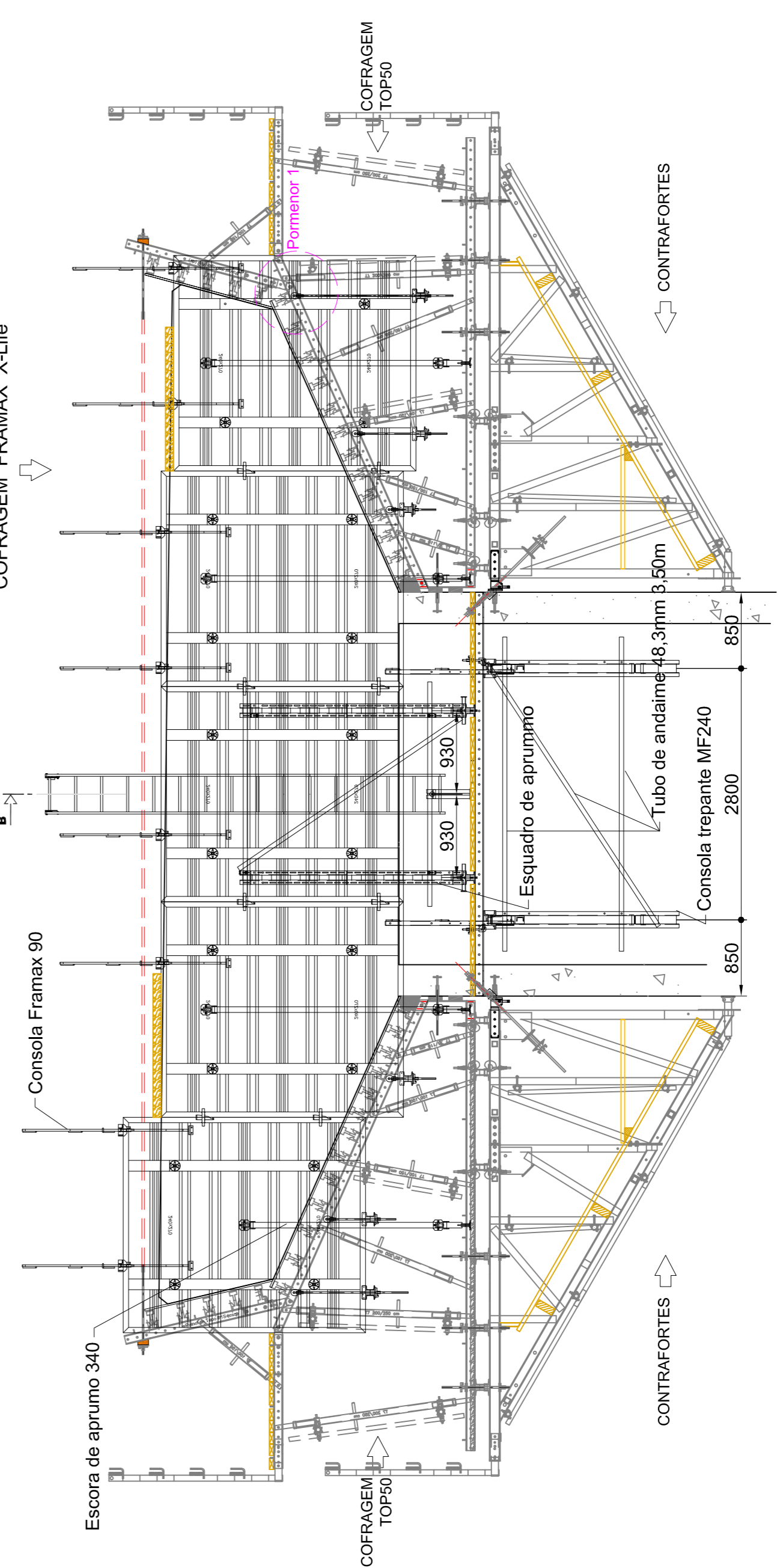
CORTE por B-B
ESC: 1/50



Consola Framax 90

Viga Doka H20 top N 2,00m BS

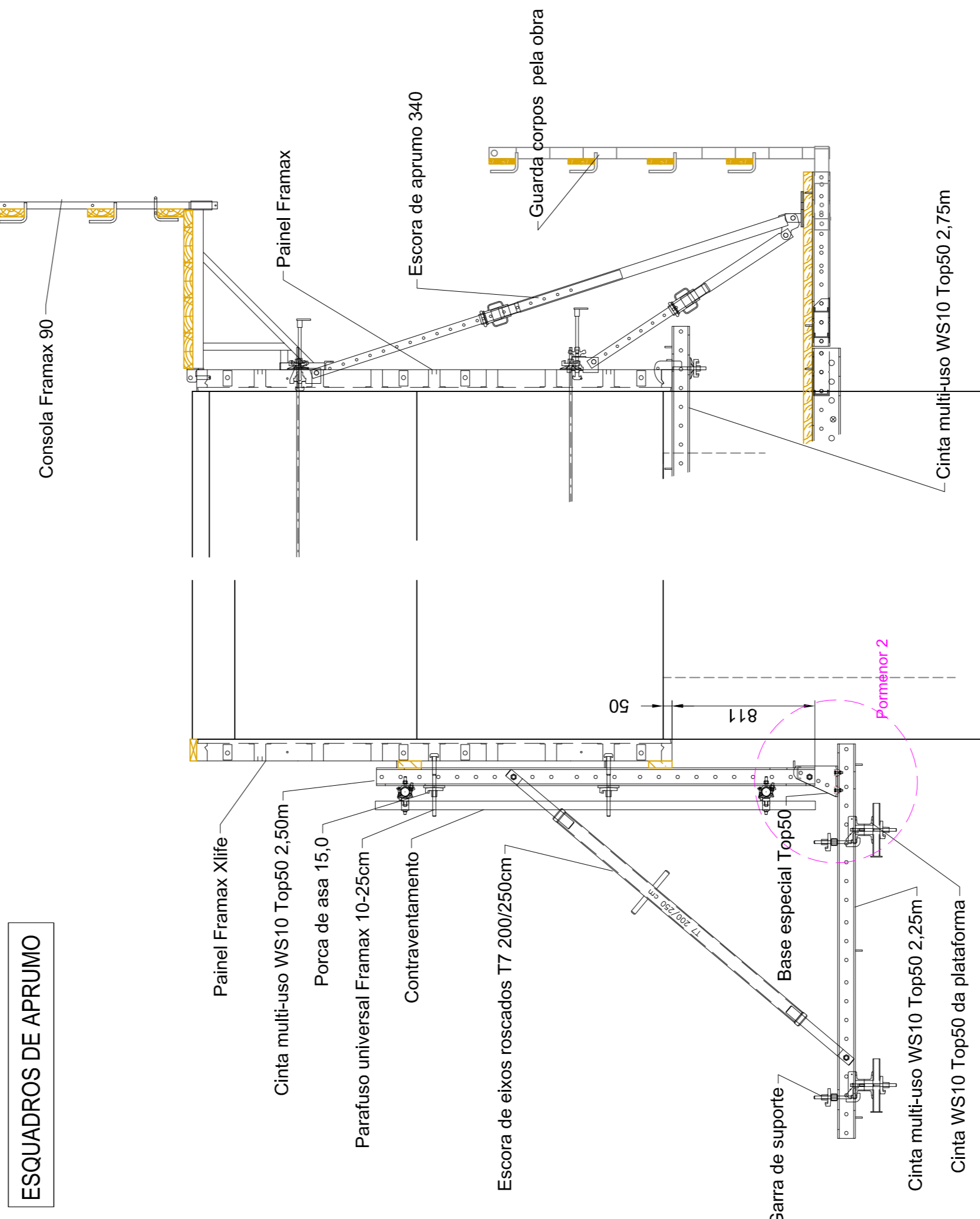
PLANTA dos MÓDULOS de COFRAGEM
ESC: 1/50



COFRAGEM FRAMAX X-Life

Consola Framax 90

VISTA por A-A
ESC: 1/50



ESQUADROS DE APRUMO

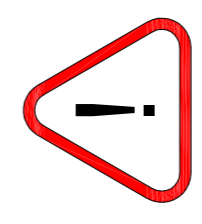
Consola Framax 90

NOTAS:

Todos os elementos de cor **castanha** representados no desenho, simbolizam madeira a fornecer pela obra.
Todos os elementos de cor **vermelha** representados no desenho, simbolizam Peças Especiais em regime de VENDA.

Todas as medidas da estrutura terão de ser confirmadas em obra!
Todas as medidas em "mm" !!

Aviso de segurança:



Com o objetivo de evitar acidentes e perigos para a saúde e para a vida dos utilizadores ou de terceiros DEVE SEGUIR RIGOROSAMENTE - para além da informação constante neste desenho - as indicações de uso e montagem existentes no respectivo MANUAL DO UTILIZADOR.

As madeiras de soalho e de protecção das consolas e plataformas e acesso às mesmas através de escadas não estão incluídas no fornecimento do nosso material. Todas as protecções e escadas de acesso deverão estar de acordo com as normas locais de segurança em vigor.

Não soldar ou aquecer varões esticadores e ancoragens - risco de rutura

A ligação entre elementos é realizada através da cavilha de ligação 10cm.

Cada cavilha é travada por 1 pinça de mola.

PARA OBRA ESTE DESENHO CARECE DO VISTO "PRONTO PARA EXECUÇÃO" RUBRICADO E DATADO PELA FISCALIZAÇÃO

AE TRANSMONTANA - LOTE 9

CAPITEL - Cofragem lateral Framax-Xlife

Plantas, alçados e cortes

| | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------------|
| Cliente: | DANIGON - SOC. CONSTRUÇOES | Execução: | for Aufhühning univershaldich |
| Aprovado pela obra para execução: | | | |
| Desenho: | Beja Lúcia | Desenho-N.º: | 21-03-2011 310-002219-1022 |
| Verificação: | | Verificação: | |
| Revisão: | Barbosa Jean | Revisão: | 23-03-2011 |
| | | Escala: | |

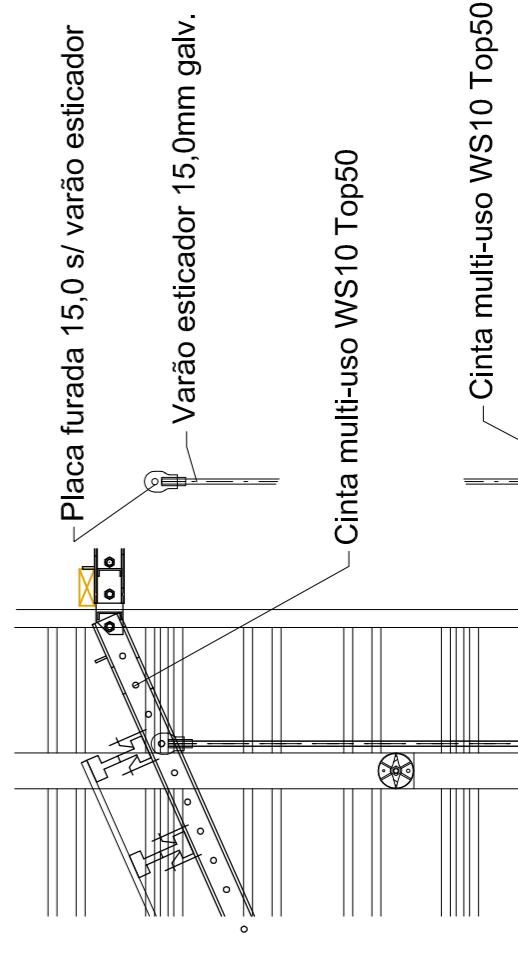
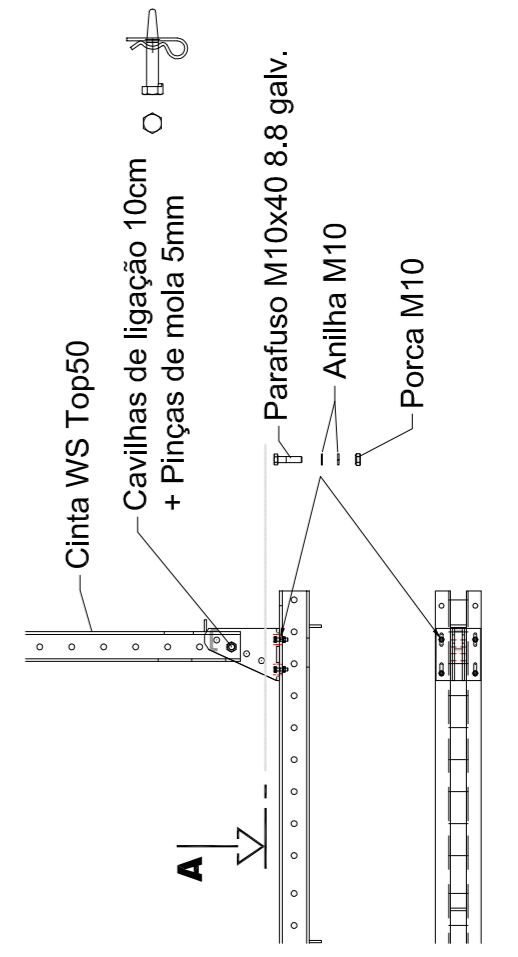


Doka Portugal - Cofragens, Lda.
Departamento Técnico Lisboa
Estrada Real N.º41, Recta da Granja
Santa Maria e São Miguel, 2710-450 Sintra
Tel.: +351/21 911 26 60, Fax: +351/21 911 20 11

Este desenho é baseado em elementos técnicos e produtos originais DOKA ou produtos que são desenhados exclusivamente por nós. A DOKA garante os seus produtos sob a condição de estes serem usados de acordo com especificações técnicas próprias desta. O uso, reprodução ou alteração não autorizados deste desenho é proibido, sujeito a penalização e indemnização sobre danos causados. Este desenho não deverá ser entregue a terceiros ou concorrentes. Está sujeito a alterações técnicas.

VISTA por C-C
ESC: 1/25

CORTE por B-B
ESC: 1/25



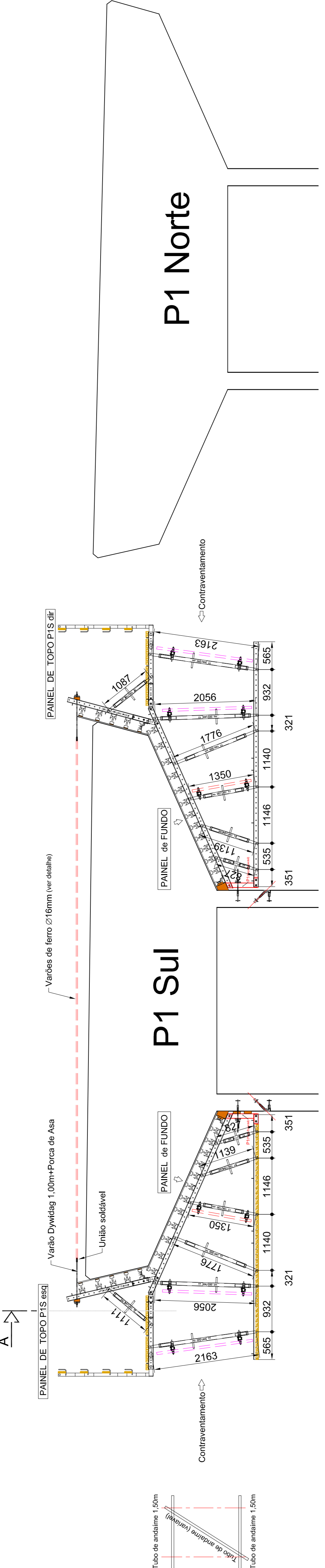
Planta por A

Pormenor 2
ESC: 1/25

Pormenor 1
ESC: 1/25

LEGENDA :

| | |
|--|--------------------------------|
| | - Cinto WS10 |
| | - Conector FF20/50 |
| | - Cavilha de Ligação de 10cm |
| | - VIGA H20 + Placa de Fixação |
| | - VIGA H20 + Colchete |
| | - Escoras T7 |
| | - Contraplacado marfilino 21mm |

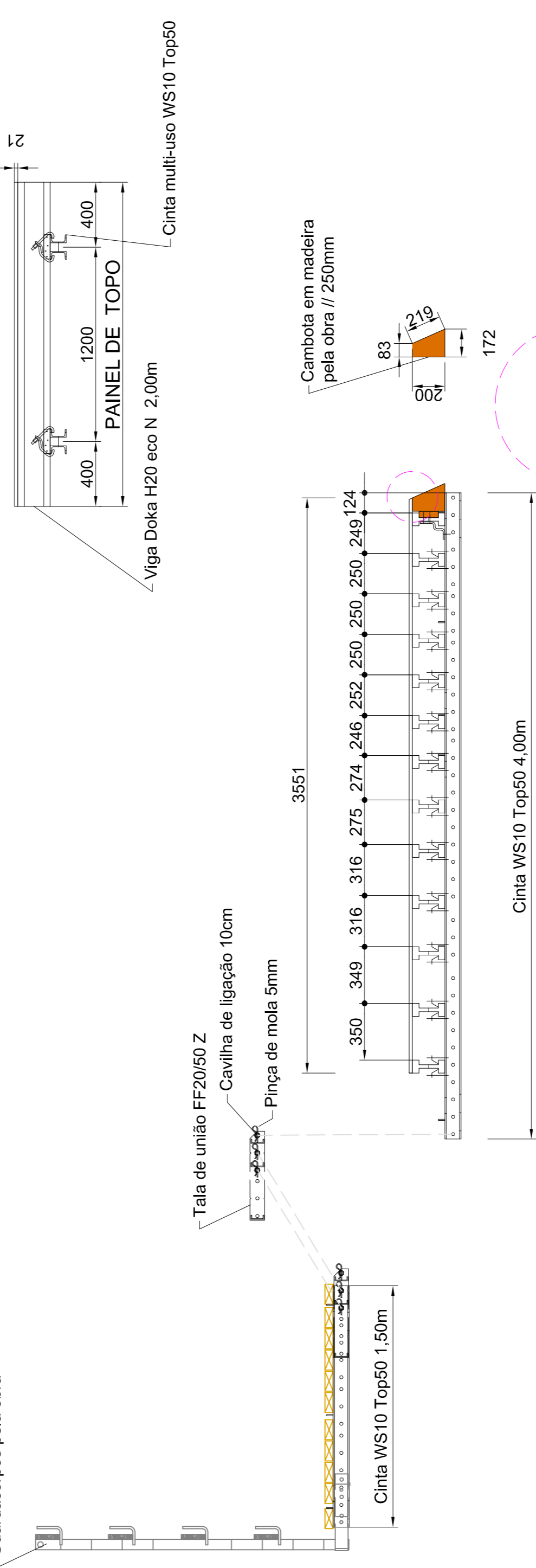


LEGENDA :

| | |
|--|---------------------------|
| | - Tubo de andaime de 1,0m |
| | - Tubo de andaime de 1,5m |
| | - Tubo de andaime de 2,0m |

PAINEL de FUNDO

Guardacostas pela obra



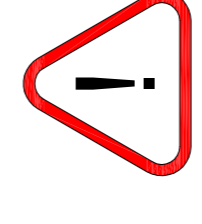
NOTAS:

Todos os elementos de cor **castanha** representados no desenho, simbolizam madeira a fornecer pela obra.

Todos os elementos de cor **vermelha** representados no desenho, simbolizam Peças Especiais em regime de VENDA.

Todas as medidas da estrutura terão de ser confirmadas em obra!
Todas as medidas em "mm" !!

Aviso de segurança:



Com o objetivo de evitar acidentes e perigos para a saúde e para a vida dos utilizadores ou de terceiros DEVE SEGUIR RIGOROSAMENTE - para além da informação constante neste desenho - as indicações de uso e montagem existentes no respectivo MANUAL DO UTILIZADOR.

As madeiras de soalho e de protecção das consolas e plataformas e acesso às mesmas através de escadas não estão incluídas no fornecimento do nosso material. Todas as protecções e escadas de acesso deverão estar de acordo com as normas locais de segurança em vigor.

Não soldar ou aquecer varões esticadores e ancoragens - risco de rutura

A ligação entre elementos é realizada através da cavilha de ligação 10cm. Cada cavilha é travada por 1 pinça de mola.

PARA OBRA ESTE DESENHO CARREGA DO VISTO "PRONTO PARA EXECUÇÃO" RUBRICADO E DATADO PELA FISCALIZAÇÃO

AE TRANSMONTANA - LOTE 9
CAPITEL - COFRAGEM TOP50 - Pilar P1

Plantas e cortes

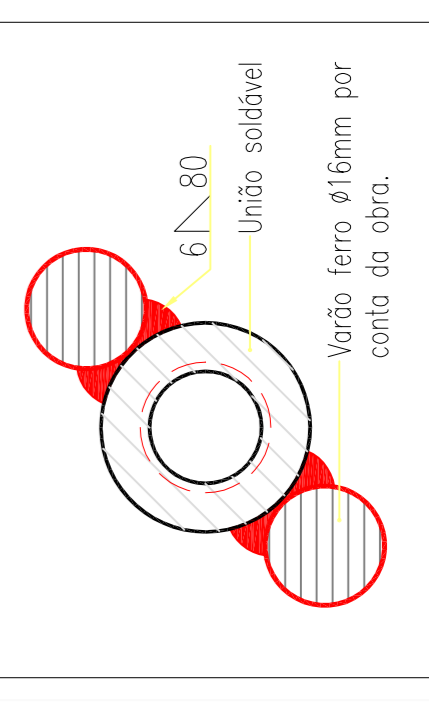
| | | | |
|-------------------------|----------------------------|------------|----------------------------|
| Cliente: | DANIGON - SOC. CONSTRUCOES | Execução: | for Ausbühnung universität |
| Data, Nome, Assinatura: | | | |
| Revisão: | Barbosa Jean | 23-03-2011 | Escala: |
| Desenho: | Beja Lúcia | 18-03-2011 | Desenho-Nº: |
| Verificação: | | | 310-002219-1023 |
| Rev.: | | | |



Doka Portugal - Cofragens, Lda
Departamento Técnico Lisboa
Estrada Real Nº41, Recta da Granja
Santa Maria e São Miguel, 2710-450 Sintra
Tel.: +351(21) 911 26 60, Fax: +351(21) 911 20 11

Este desenho é baseado em elementos técnicos e produtos originais DOKA ou produtos que são desenhados exclusivamente por nós. A DOKA garante os seus produtos sob a condição de estes serem usados de acordo com especificações técnicas próprias desta. O uso, reprodução ou alteração não autorizada deste desenho é proibido, sujeito a penalização e indemnização sobre danos causados. Este desenho não deverá ser entregue a terceiros ou concorrentes. Está sujeito a alterações técnicas.

SOLDADURA VARÕES DE FERRO COM A UNIÃO SOLDÁVEL



NÃO AQUECER E/OU SOLDAR OS VARÕES DYWIDAG. **PERIGO DE RUPTURA.**

