



Estágio Curricular na Empresa Steelgreen S.A.

ISABEL CRISTINA AZEVEDO AMORIM

Outubro de 2015

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Estágio Curricular na Empresa Steelgreen S.A.

Isabel Cristina Azevedo Amorim

**Relatório de Estágio Submetido para Satisfação Parcial dos Requisitos do
Grau de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Estruturas**

Orientador: Eng.^a Isabel Alvim Teles

Supervisor: Eng.^o Paulo Braga Araújo

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Abreviaturas	xxi
1 Introdução.....	1
2 Apresentação da Empresa	5
3 Produção industrial.....	10
4 Aço	33
5 Trabalho realizado	69
6 Conclusões	89
Referências Bibliográficas	91
ANEXOS	93

RESUMO

O presente relatório visa documentar a aplicação das competências adquiridas academicamente em ambiente empresarial, sob a forma de estágio curricular que decorreu na Steelgreen, S.A., que surgiu de uma parceria entre o Grupo Domingos Da Silva Teixeira (DST) e Ferlito – Ferros do Litoral, S.A.. O tema predominante deste documento será o aço, uma vez que a empresa se dedica ao corte e moldagem de armaduras.

Inicialmente, será efetuada uma breve apresentação da empresa, descrevendo a sua metodologia de trabalho, pormenorizando-se todos os procedimentos executados desde a receção da matéria-prima até à sua expedição.

O estágio curricular decorreu principalmente no âmbito do Departamento de Produção. Assim, neste documento enquadrar-se-á a principal atividade a cargo deste: a produção industrial. Serão explicados todos os procedimentos executados durante o processo de conceção das encomendas.

A comercialização do aço requer que uma série de requisitos legais sejam cumpridos. Um capítulo deste documento será dedicado ao enquadramento desta matéria-prima na legislação em vigor.

Para finalizar, serão descritos todos os trabalhos solicitados no decorrer do estágio curricular, expondo todos os procedimentos executados para atingir o objetivo proposto.

Palavras-chave: Aço, Eurocódigo 2, Documentos de Classificação, Produção industrial, Preparação de armaduras.

ABSTRACT

This report aims to document the application of skills acquired academically in business environment, in the form of traineeship held at Steelgreen, SA, which grew out of a partnership between Domingos Group Da Silva Teixeira (DST) and Ferlito - Irons Coastal, SA. The predominant theme of this document is steel, since the company dedicates their work to cutting and shaping armor.

Initially, a brief presentation of the company will be made, describing its work methodology, detailing all the procedures performed from the receipt of the raw materials to the dispatch.

The traineeship took place mainly within the Production Department. So, this document fits the main activity developed in this department: the industrial production. All the procedures performed during the process of ordering will be explained.

The marketing of steel requires a number of legal requirements that have to be respected. A chapter of this document will be dedicated to the inclusion of this raw material in the legislation.

Finally, all work requested during the traineeship will be described, exposing all the procedures performed to achieve the proposed objective.

Keywords: Steel, Eurocode 2, Documents of classification, Manufacturing, Preparation of armor.

AGRADECIMENTOS

Quando se persiste num sonho, o caminho é longo e repleto de obstáculos, talvez se consiga alcançá-lo sozinho, no entanto não é o meu caso. Não poderia encerrar este ciclo sem prestar os sinceros agradecimentos a quem de uma maneira ou de outra me ajudou e acreditou que conseguiria alcançar o meu objetivo.

À Engenheira Isabel Alvim Teles, orientadora deste relatório de estágio, pela disponibilidade, dedicação e apoio. De uma competência notória e um sentido de justiça inigualável, permanecerá como exemplo a seguir no futuro que me reserva.

Ao Engenheiro Ricardo Santos, docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela preocupação demonstrada no decorrer do estágio curricular.

Ao Engenheiro Rui Martins pela oportunidade que me concedeu de ingressar na equipa de trabalho da empresa. À Doutora Idalina Antunes e ao Engenheiro da Qualidade Guilherme Santos pela forma como me receberam e pelo companheirismo prestado ao longo do estágio. Ao Sr. Abel Duarte pela disponibilidade e pelo apoio prestado no decorrer do estágio. Um profundo agradecimento ao Sr. Daniel Eugen, preparador e medidor da Steelgreen S.A., que com o seu conhecimento me auxiliou nos piores momentos, sendo um exemplo de persistência, coragem e dedicação.

Um especial agradecimento ao Engenheiro Paulo Braga Araújo, supervisor deste estágio curricular, pela disponibilidade, preocupação e paciência. Ao longo do estágio incutiu-me a ideia de que independentemente da tarefa que se executa, deve-se fazê-lo com gosto e dedicação para que consiga alcançar a excelência. Levo-o como exemplo de honestidade, profissionalismo e superação constante nas condições mais adversas.

À família que eu tive o prazer de escolher, aos meus amigos. Um especial agradecimento às minhas amigas de todas as horas, Alexandra Almeida e Vera Azevedo, por caminharem ao meu lado nos momentos mais difíceis, não permitindo que a coragem desvanecesse. À Joana Silva, Tânia Sousa, Sara

Oliveira Gaspar, Mariana Fernandes e Beatriz Areal pela amizade incondicional desde o início desta jornada. Aos meus amigos Nuno Neves, Fábio Almeida Carvalho, Pedro Faria e Paulo Sengo.

Agradeço à Família Dias pelo carinho e preocupação, em especial à Ana Dias que me acompanhou em todos os momentos desta longa caminhada.

Um especial agradecimento à Marta Ferreira pela amizade incondicional e por me ajudar em todas as etapas, principalmente nas mais difíceis.

Para finalizar o agradecimento mais importante, ao meu pai, irmão e avó que sempre me proporcionaram todas as condições para que conseguisse alcançar o meu objetivo.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e objetivo	1
1.2	Estrutura do Documento	2
2	Apresentação da Empresa	5
2.1	Steelgreen S.A.....	5
3	Produção industrial.....	10
3.1	Receção e controlo do aço.....	13
3.2	Gestão de <i>Stock</i>	16
3.3	Orçamentação	17
3.4	Preparação de Armaduras	17
3.5	Produção.....	21
3.6	Expedição do material	31
4	Aço	33
4.1	Produção do Aço em Portugal	33
4.1.1	Forno de Arco Elétrico	34
4.2	Processo de produção	35
4.2.1	Aço <i>Tempcore</i>	36
4.3	Controlo da qualidade	36
4.4	Legislação.....	37
4.4.1	NP EN 13670	38

4.4.2	EN 10080.....	39
4.4.3	NP EN 1992-1-1 (EC2)	39
4.4.3.1	Recobrimento de Armaduras	43
4.4.3.2	Distância entre Varões	46
4.4.3.3	Curvaturas Admissíveis.....	46
4.4.3.4	Amarração de Armaduras Longitudinais	49
4.4.3.5	Tipos de Amarração.....	49
4.4.3.5.1	Comprimento de Amarração Equivalente	50
4.4.3.5.2	Amarração de Agrupamentos de Varões.....	51
4.4.3.6	Sobreposições.....	53
4.4.3.6.1	Comprimento de Sobreposição	55
4.4.4	Decreto-Lei nº301/2007, de 23 de Agosto	57
4.4.5	Decreto-Lei nº390/2007, de 10 de Dezembro.....	57
4.4.6	Decreto-lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro.....	58
4.4.7	Especificações do LNEC.....	58
4.4.8	Documentos de Classificação do LNEC	68
5	Trabalho realizado.....	69
5.1	Parque Eólico da Serra das Meadas.....	70
5.2	Encontro Esquerdo do Acesso ao Túnel do Marão	77
5.2.1	Preparação das armaduras	77
5.2.2	Transporte e montagem de armaduras.....	80
5.3	Visita ao Túnel do Marão	82
5.4	Decathlon de Setúbal	86
6	Conclusões.....	89
	Referências Bibliográficas.....	91
	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Organização do Grupo DST.....	5
Figura 2.2 – Instalações da Steelgreen, S.A. [1]	6
Figura 2.3 – Modelo Organizacional da Empresa.....	8
Figura 2.4 – Barragem de Salamonde.	9
Figura 2.5 – Barragem de Ribeiradio.....	9
Figura 2.6 – Hotel Royal de Óbidos.	9
Figura 3.1 – Matriz do Processo da Produção.....	10
Figura 3.2 – Fluxograma da rastreabilidade do aço.	12
Figura 3.3 – Ficha de Receção de Matéria-Prima.....	14
Figura 3.4 - Bobines; Atados de Varão.	16
Figura 3.5- Identificação das peças em projeto e desenho das mesmas (preparação).	20
Figura 3.6 – Organização do <i>Software Minichorus</i>	23
Figura 3.7 – Esquema de funcionamento do <i>Software Minichorus</i>	24
Figura 3.8 – Etiquetas.....	25
Figura 3.9 – Folha de Produção.....	26
Figura 3.10 - Máquinas de corte e moldagem de aço em bobine.	26
Figura 3.11 - Máquina de corte e moldagem de aço em varão.	27
Figura 3.12 - Folha de Controlo de Produção.	28
Figura 3.13 – Listagem das peças.....	30
Figura 3.14 – Etiquetas nos respetivos atados.....	31
Figura 3.15 – Transporte carregado pronto a partir do armazém da empresa.	31

Figura 3.16 – Chapas do fabricante.	32
Figura 4.1 – Forno de Arco Elétrico. [2].....	34
Figura 4.2 – Parque de Sucata da Siderurgia. [3]	35
Figura 4.3 – Diagrama de tensões-extensões do aço típico de armaduras para betão armado (a tensão de tração e a extensão de tração são indicadas em valor absoluto). [5].....	41
Figura 4.4 - Diagramas tensões-extensões, idealizado e de cálculo, do aço das armaduras para betão armado (tracionado ou comprimido). [5]	43
Figura 4.5 – Recobrimento mínimo das armaduras.	44
Figura 4.6 – Distâncias mínimas entre as armaduras: uma camada de armaduras; duas camadas de armaduras. [6].....	46
Figura 4.7 – Varão com diâmetro de dobragem reduzido. [Adaptado de 6]	47
Figura 4.8 – Tensões geradas no betão devido à dobragem de um varão tracionado. [6].....	48
Figura 4.9 – Comprimento de amarração de referência l_b, r_{qd} . [6]	50
Figura 4.10 – Tipos de amarração. [6]	50
Figura 4.11 – Amarração dos varões de um agrupamento com interrupções desfasadas. [5].....	52
Figura 4.12 – Sobreposição de varões por alinhamento reto (a), gancho (b) e cotovelo (c). [6].....	54
Figura 4.13 – Sobreposições adjacentes. [5]	55
Figura 4.14 – Percentagem de sobreposições a considerar numa secção de sobreposições. [5].....	56
Figura 4.15 - Exemplo de código de marcas de identificação de varões. [13]	62
Figura 5.1- Enquadramento Geográfico. [20].....	70
Figura 5.2 – Alçado da fundação. [20]	71
Figura 5.3 – Armadura superior e inferior de reforço. [20].....	71
Figura 5.4 – Armadura superior e inferior principal. [20]	72
Figura 5.5 – Representação da 1ª cinta da posição 1 da armadura superior.....	74
Figura 5.6 – Identificação das posições da armadura superior circular e radial. [Adaptado de 20].....	76
Figura 5.7 – Corte longitudinal da Passagem Superior (PS9). [20]	77

Figura 5.8 – Alçado Tardoz do Encontro Esquerdo da PS9. [20]	78
Figura 5.9 – Corte Transversal do Encontro Esquerdo da PS9. [20].....	78
Figura 5.10 – Identificação no alçado transversal das fases de betonagem. [Adaptado de 20]	80
Figura 5.11 – Abertura do cabouco do Encontro Esquerdo.....	81
Figura 5.12 – Descarga das armaduras da fundação do Encontro Esquerdo.....	81
Figura 5.13 – Equipamentos no local da obra.....	82
Figura 5.14 – Camião-grua a descarregar as armaduras do pilar da Passagem Superior (PS9).....	82
Figura 5.15 – Aterro.	83
Figura 5.16 – Tela de impermeabilização.....	83
Figura 5.17 – <i>Trumpets</i> no hasteal.....	84
Figura 5.18 – Plataforma móvel de trabalho.	84
Figura 5.19 – Armadura dos hasteais e abóbada montada.	85
Figura 5.20 – Cofragem e betonagem dos hasteais e abóbada.....	85
Figura 5.21 – Enquadramento Geográfico. [Adaptado de 22]	86
Figura 5.22 – Planta do Corpo H da loja da Decathlon de Setúbal. [20]	87

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Plano de Monitorização para a Receção de Matéria-Prima.....	15
Tabela 3.2 – Comprimentos de varões para os vários diâmetros normalmente utilizados pela Steelgreen S.A.....	16
Tabela 3.3 - Folha de preparação.....	19
Tabela 3.4 – Plano de medição e monitorização da produção de varão em barra	21
Tabela 3.5- Plano de medição e monitorização da produção com varão em bobine.....	22
Tabela 4.1 - Propriedades das armaduras. [5]	40
Tabela 4.2 - Processos de soldadura permitidos e exemplos de aplicação. [5]	42
Tabela 4.3 - Recobrimento mínimo para requisitos relativos à durabilidade, $c_{min. dur}$ [mm], de armaduras para betão armado. [5].....	45
Tabela 4.4 - Diâmetro mínimo do mandril – comparação com os mandris utilizados na Steelgreen S.A.	49
Tabela 4.5 - Valores do comprimento de amarração equivalente, l_b, eq . [6]	51
Tabela 4.6 – Regras no caso de interrupção nos apoios de agrupamentos de varões. [6].....	52
Tabela 4.7 - Percentagem admissível de varões sobrepostos na mesma secção. [6].....	55
Tabela 4.8 - Valores do coeficiente α_6 . [6]	57
Tabela 4.9 - Quadro resumo das exigências relativas aos ensaios de tração. [8] [9] [10] [11] [12]	61
Tabela 4.10 - Códigos dos países através do número de nervuras. [13]	62
Tabela 4.11 - Marcas de identificação dos vários tipos de varões. [8] [9] [10] [11] [12]	63
Tabela 4.12 - Altura Mínima das Nervuras Transversais. [8] [9] [10] [11] [12]	65
Tabela 4.13 - Afastamento das nervuras transversais. [8] [9] [10] [11] [12]	65

Tabela 4.14 - Afastamento das nervuras transversais. [8]	66
Tabela 4.15 - Área relativa das nervuras transversais. [8] [9] [10] [12]	67
Tabela 5.1 – Disposições construtivas das armaduras.	72
Tabela 5.2 – Cintas da armadura superior constituídas por 5 peças.	73
Tabela 5.3 - Preparação das cintas da armadura inferior.	75
Tabela 5.4 – Quantidade de aço cortada e moldada.	77
Tabela 5.5 – Disposições construtivas do Encontro Esquerdo da PS9.	79

ABREVIATURAS

EC2	Eurocódigo 2;
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil;
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> ;
NP EN 1992-1-1	Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão Parte 1-1: Regras gerais para edifícios;
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais;
DC	Documento de Classificação;
Dep.	Departamento;
Enc.	Encarregado;
Pos.	Posição;
Quant.	Quantidade;
BNC	Boletim de Não Conformidade;
NP EN 13760	Execução de estruturas em betão Parte 1: Regras gerais;
EN 10080	Aços para armaduras de betão armado. Aços soldáveis para betão armado. Generalidades;
DL	Decreto-Lei;
ASAE	Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

1 INTRODUÇÃO

Este relatório vem na continuidade do estágio curricular na empresa Steelgreen S.A, ao abrigo da Unidade Curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio) do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVO

Os avanços tecnológicos permitiram um ajuste no setor da construção no que respeita ao corte e moldagem de armaduras a serem aplicadas em betão armado. O recurso a *softwares* informáticos otimizaram a percentagem de matéria-prima desperdiçada.

Atualmente, a preparação das armaduras em ambiente industrial substitui significativamente o método tradicional, sendo a entrega de estruturas *just-in-time*, libertando o espaço de estaleiro e rentabilizando a colocação de armaduras em obra. O recurso a este método reduz significativamente a mão-de-obra especializada para o corte e moldagem das armaduras.

Este processo desencadeia-se com a informação recolhida dos desenhos de armaduras que constam no projeto de estruturas, apurando-se a geometria, comprimento, quantidade e diâmetro dos varões. Posteriormente, estas informações são inseridas no *software* informático. A listagem de peças é enviada para a produção, através de tecnologia informática, que automaticamente efetuam o corte e dobragem das armaduras.

Normalmente, os desenhos da preparação das armaduras ficam a cargo da empresa que executa o corte e moldagem, sendo estas peças desenhadas indispensáveis para a correta montagem dos elementos estruturais no momento da construção.

Tendo em conta que a Steelgreen S.A. é um centro industrial que efetua a preparação, corte, moldagem das armaduras e posterior montagem em obra, os principais objetivos a cumprir foram:

- Perceber o funcionamento da empresa, o seu enquadramento no ramo da Engenharia Civil e todos os processos internos de produção e gestão da qualidade;
- Integração no ambiente laboral, interação com todos os colaboradores da empresa por forma a desenvolver competências de trabalho em equipa, sobretudo no Departamento de Produção, integrando o referido departamento;
- Pesquisa sobre a matéria-prima comercializada e estudo da legislação em vigor;
- Estudo de projetos de betão armado para posterior preparação das armaduras, aplicando toda a informação recolhida relativa a legislação em vigor;
- Acompanhamento de todo o processo produtivo na empresa e gestão da qualidade;
- Visita à obra para constatar os seus condicionalismos e dinâmica.

1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento está organizado em seis capítulos. Nestes encontram-se descritos os estudos e trabalhos desenvolvidos no decorrer do estágio curricular.

De seguida apresenta-se a organização do documento:

Capítulo 1 – Introdução – Efetua-se o enquadramento do método industrial do corte e moldagem das armaduras no setor da construção, sendo delineados os objetivos a cumprir no estágio e a estrutura do documento.

Capítulo 2 – Apresentação da empresa – É feita a apresentação da organização, princípios e visão da empresa onde se realizou o estágio.

Capítulo 3 – Produção industrial - Descrevem-se todos os procedimentos realizados no âmbito da produção industrial, desde a receção da matéria-prima até à sua expedição.

Capítulo 4 – Aço – Apresenta-se uma breve pesquisa do processo de produção do aço, bem como toda a legislação em vigor para que seja possível a sua comercialização (NP EN 13760 de 2010, NP EN 1992-1-1, DL nº 301/2007 de 23 de Agosto, DL nº 390/2007 de 10 de Agosto, O Decreto-Lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro, Especificações do LNE e Documentos de Classificação do LNEC).

Capítulo 5 – Trabalho realizado – Reúne a informação relativa ao trabalho desenvolvido ao longo de todo o período de estágio onde se inclui a preparação de armaduras para fundações de aerogeradores, do Encontro Esquerdo da Passagem Superior do Sublanço do Túnel do Marão/ Nó da Parada de Cunhos, das fundações da loja da Decathlon de Setúbal e a visita à emblemática obra do Túnel do Marão.

Capítulo 6 – Conclusões – Apresentam-se as conclusões retiradas do trabalho desenvolvido e observações consideradas relevantes.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A DST – Domingos Da Silva Teixeira nasce em 1985 dedicando-se exclusivamente a serviços na área da construção civil.

Ao longo dos anos tornou-se um grupo coeso formado por empresas pertencentes a cinco áreas distintas. No âmbito da Engenharia e Construção, setor onde este estágio foi realizado, o grupo foi diversificando as suas áreas de negócio, contando com empresas de várias especialidades, tornando-se autossuficiente, não necessitando de recorrer a meios externos para o fornecimento de materiais de construção.

O estágio curricular decorreu numas das empresas do Grupo, na Steelgreen S.A.

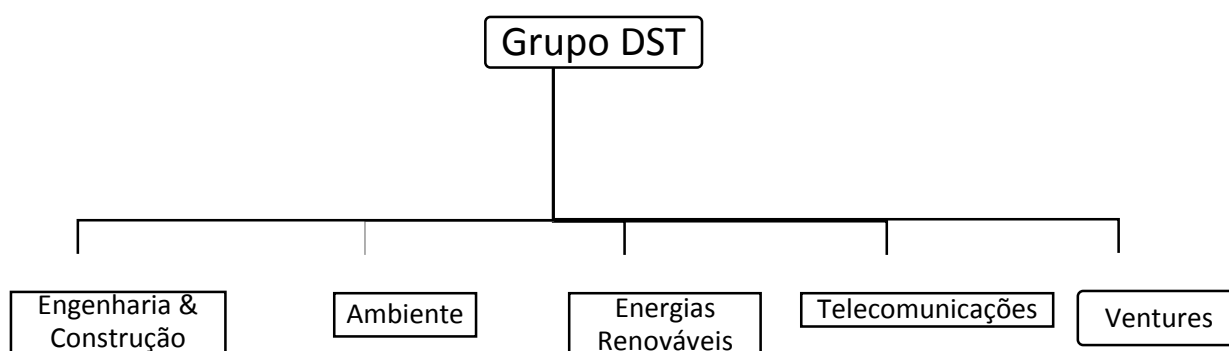


Figura 2.1 – Organização do Grupo DST.

2.1 STEELGREEN S.A.

A Steelgreen S.A., surgiu de uma parceria entre o Grupo Domingos Da Silva Teixeira (DST) e Ferlito – Ferros do Litoral, S.A. e localiza-se no Parque industrial de Gême, no Concelho de Vila Verde, Distrito de Braga.



Figura 2.2 – Instalações da Steelgreen, S.A. [1]

A empresa nasce num registo inovador no que diz respeito ao corte e moldagem de varão nervurado, diferenciando bastante do método tradicional, executado em obra. Para a execução deste processo recorrem a equipamentos avançados que permitem a minimização de desperdícios, o que se traduz num benefício para o cliente. Os custos da implementação de estaleiro, aluguer de máquinas e mão-de-obra especializada para o efeito, são também minimizados com a metodologia utilizada na Steelgreen S.A..

A empresa, inicialmente, centrava-se só no corte e moldagem de varão nervurado, mas com as necessidades do mercado proeminentes começaram a complementar os seus serviços com assistência em obra, executando a aplicação e montagem de armaduras.

A Steelgreen S.A. tem como missão a satisfação total dos seus clientes, prestando serviços com elevado padrão de Qualidade, Segurança, Proteção do Ambiente e Inovação, garantindo sempre o cumprimento de todos os requisitos legais, bem como os compromissos assumidos pelos seus colaboradores.

A sua estratégia organizacional garante um rendimento elevado a nível da produtividade, reduzindo os custos e nunca descurando a prevenção em questões ambientais e a riscos associados à prática da atividade.

Com vista ao desenvolvimento sustentável da empresa, foi assumida uma política de gestão que incide nos seguintes compromissos:

- Todos os trabalhadores devem ter formação relativamente às matérias de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho;
- Garantir o cumprimento dos requisitos legais e comunitários, associados à Qualidade, Segurança e Inovação;
- Potenciar a utilização de soluções técnicas que permitam a otimização e inovação de processos;
- Garantir o cumprimento dos requisitos aplicáveis à atividade e aos sistemas normativos (ISO 9001, ISO 14001, NP 4397/OHSAS 18001, NP 4457);
- Promover e incentivar um plano formativo e informativo, estimulando a aquisição de competências técnicas e sociológicas, permitindo a total integração dos colaboradores na organização;
- Cumprir os prazos estabelecidos com os clientes, estimulando a confiança nos serviços prestados.

Em suma, o sucesso da empresa tem como base valores pelos quais os seus colaboradores se regem. É extremamente importante o respeito pelos parceiros de negócio, assim como o respeito de todos os compromissos assumidos sendo executados com elevado rigor e qualidade. A empresa tem ainda um enfoque na inovação, o que lhe tem permitido fazer face às necessidades proeminentes do mercado.

De seguida será apresentado o organigrama funcional da empresa.

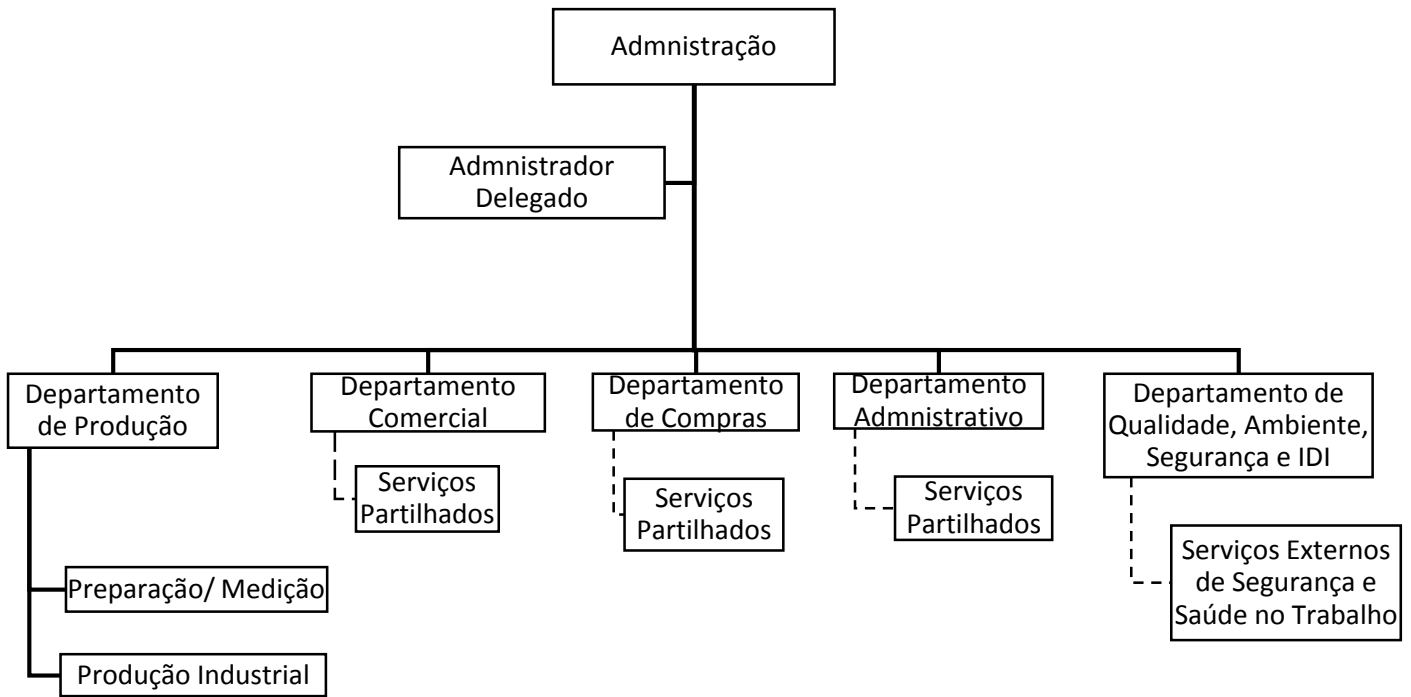


Figura 2.3 – Modelo Organizacional da Empresa.

Nos últimos anos a empresa cresceu exponencialmente, contando no seu portfólio com obras de grande importância e complexidade técnica, das quais se destacam as seguintes:

- Descarregador de Cheias Barragem da Paradela (Montalegre);
- Reforço de Potencia da Barragem de Salamonde (Vieira do Minho);
- Barragem Ribeiradio-Ermida (Sever do Vouga);
- ETAR do Cávado-Homem (Braga);
- Hotel Royal Óbidos;
- ETAR de Viseu;
- ETAR de Esposende;
- Túnel do Marão.

Em jeito de ilustração apresentam-se algumas fotografias de algumas das obras mais emblemáticas.



Figura 2.4 – Barragem de Salomonde.



Figura 2.5 – Barragem de Ribeiradio.



Figura 2.6 – Hotel Royal de Óbidos.

3 PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Como referido no capítulo anterior, a principal atividade da Steelgreen S.A. é o fornecimento de aço para aplicar em elementos de betão armado.

O estágio curricular decorreu no Departamento de Produção que gere a principal atividade da empresa, tendo sido executados trabalhos de preparação, medição e acompanhamento de processos.

Neste capítulo serão descritos todos os processos que estão a cargo deste departamento, desde o momento da receção do aço até à sua expedição.

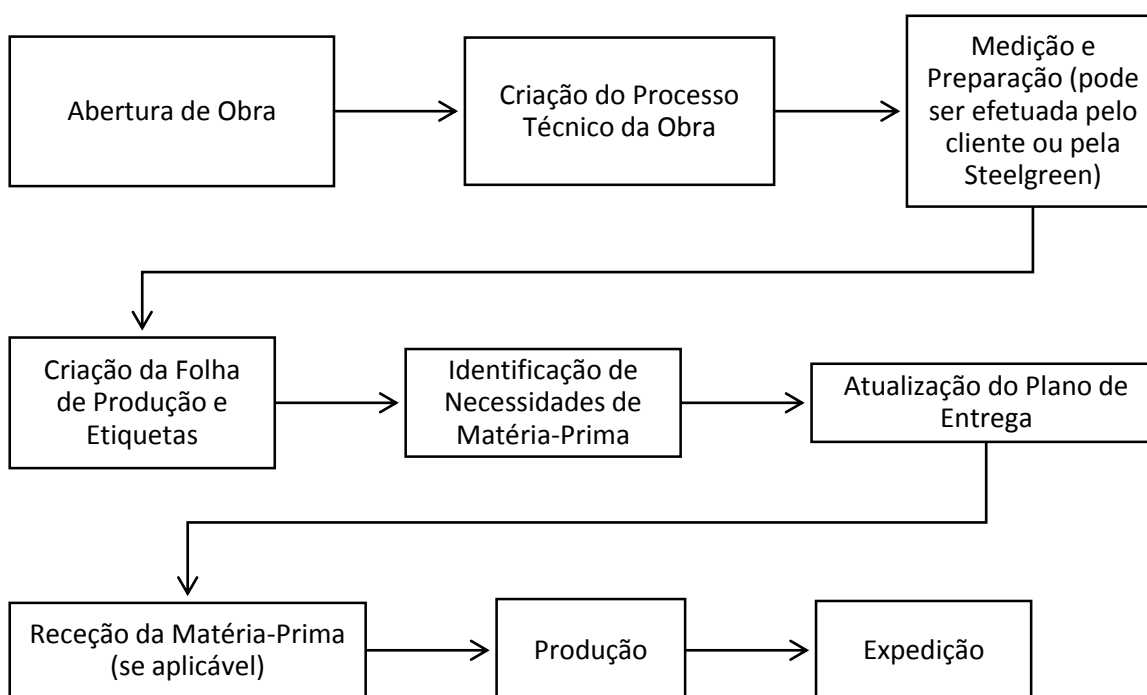


Figura 3.1 – Matriz do Processo da Produção.

A “abertura da obra” é da responsabilidade do Departamento Administrativo que seguidamente reporta ao Departamento de Produção, sendo criado o Processo Técnico da Obra que compila os seguintes documentos:

- Adjudicação;
- Projetos de execução, folhas de preparação, mapas de quantidade e restantes peças desenhadas e escritas;
- Consultas de transportes e matéria-prima.

A medição e preparação podem ser solicitadas por parte dos clientes, podendo, no entanto, ser elaboradas por estes, efetuando a Steelgreen S.A. somente o corte e moldagem do aço. Caso seja solicitada a medição e preparação pelos clientes, são atribuídas as peças desenhadas e demais elementos do projeto de estruturas aos colaboradores que irão executar as folhas de preparação que posteriormente serão arquivadas no Dossier da Obra.

Com base nas folhas de preparação, executadas pelos colaboradores da empresa ou cedidas pelos clientes, são elaboradas folhas de produção e etiquetas que resultam da introdução das peças no *Software Minichorus*, processo que será descrito pormenorizadamente neste capítulo.

O responsável pelo Departamento de Produção reúne-se semanalmente com o encarregado da produção e procede ao planeamento semanal, ficando este responsável pelo processo puro de produção, recolhendo nas datas previstas no planeamento as folhas de produção e as etiquetas para se proceder ao corte e moldagem por parte das máquinas.

A gestão de Stock é uma das funções mais importantes do Departamento de Produção para que se faça face às necessidades de produção e conseqüente fornecimento de aço para as obras em execução. Como tal, é necessário o controlo da matéria-prima através da realização de um inventário, e caso seja necessário, proceder à encomenda da matéria-prima.

Desde a receção da matéria-prima até à sua expedição deve-se ter em atenção todas as verificações estipuladas no Plano de Monitorização e Medição, contribuindo para que a rastreabilidade do aço seja garantida.

De seguida é apresentado um fluxograma da rastreabilidade do aço, no qual é possível constatar todos os procedimentos.

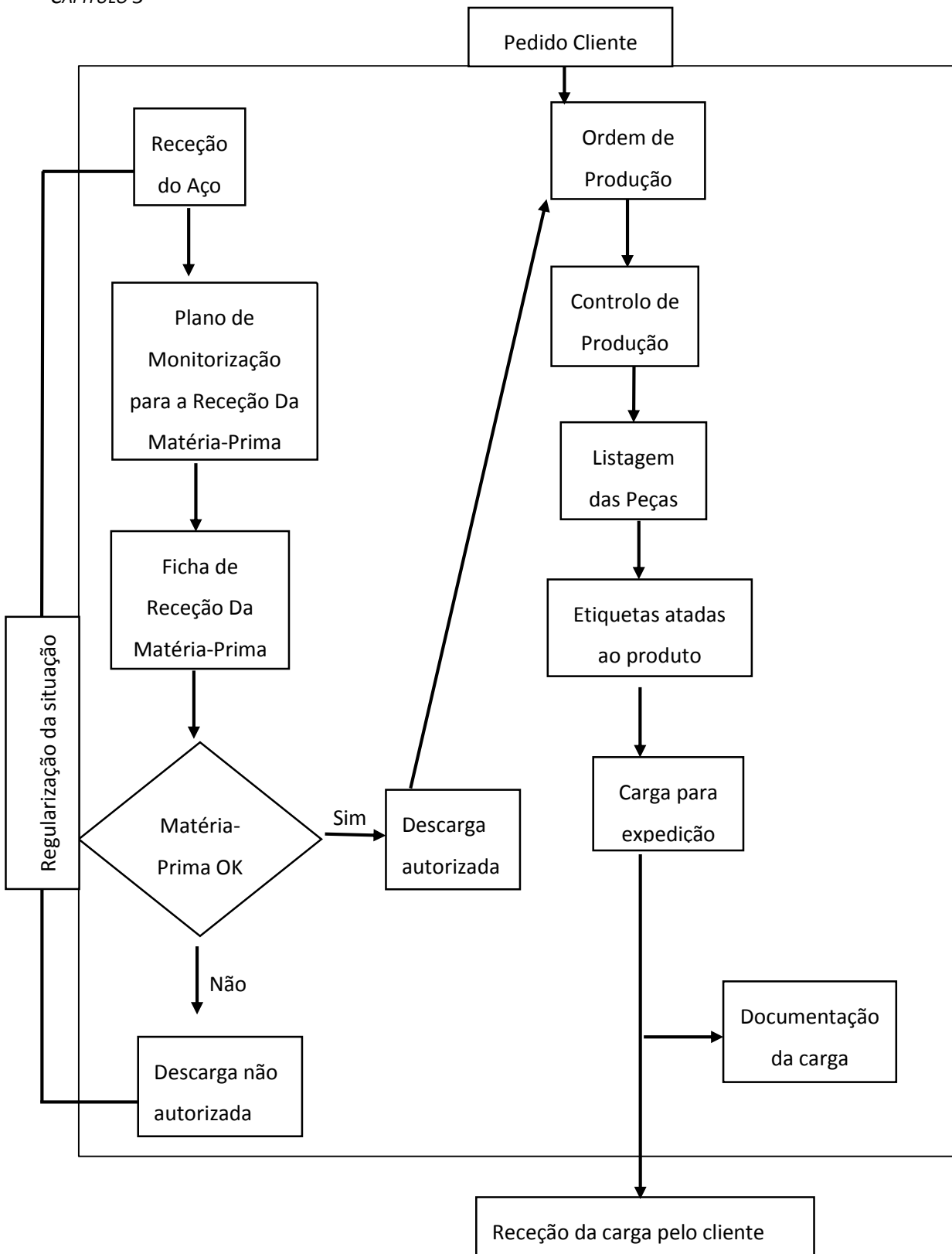


Figura 3.2 – Fluxograma da rastreabilidade do aço.

Nos subcapítulos que se seguem serão detalhadas todas as atividades que constam do fluxograma anterior, assim como as referências legais inerentes.

3.1 RECEÇÃO E CONTROLO DO AÇO

No momento em que o aço é rececionado nas instalações é efetuado o controlo, preenchendo a ficha de receção do material e recorrendo às indicações referidas no Plano de Monitorização para a Receção de Matéria-Prima.

O material recebido terá de se fazer acompanhar por todos os documentos exigidos pelo Decreto-Lei nº301 de 2007.

Os documentos que devem constar na sua receção são os seguintes:

- Certificado CERTIF, ilustrado no Anexo I, segundo as seguintes especificações do LNEC:
 - E460-2010 – Varões de aço A500 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
 - E455-2010 – Varões de aço A400 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características e marcação.
- Documento de classificação (DC) LNEC, ilustrado no Anexo II, que enquadra o aço na NP EN 1992-1-1:2004 e REBAP – Regulamento de Estruturas em Betão Armado e Pré-esforçado (Decreto-Lei n.º349-C/83, de 30 de Julho);
- Certificado de Inspeção tipo 3.1 (segundo norma EN – 10204:04), ilustrado no Anexo III, sendo apresentado neste documento o n.º de vazamento, composição química do aço após ensaio químico, características mecânicas, medição das nervuras, resultados dos ensaios regulamentares e identificação.
- Chapas de identificação do fabricante referentes a cada atado/bobine, ilustradas no Anexo IV.

O encarregado preenche um formulário implementado pela Steelgreen S.A., “Ficha de Receção de Matéria-Prima”, como se pode observar na Figura 3.3, sendo este responsável pela identificação do tipo de aço, do fornecedor e pela guia de remessa. Ainda deve verificar se o carregamento se faz acompanhar com a documentação referida anteriormente e se apresenta condições físicas aceitáveis, ou seja, cada atado está etiquetado.


	Ficha de Recepção de Matéria Prima	Página 1 de 1
1 IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS RECEPCIONADOS		
Tipo de aço: <input type="radio"/> A400NR <input type="radio"/> A400NRSD <input type="radio"/> A500NR <input type="radio"/> A500NRSD		
Fornecedor: <input style="width: 200px; height: 20px;" type="text"/>		Guia de Remessa Nº _____ Guia de Transporte Nº _____
2 DOCUMENTAÇÃO FORNECIDA		
2.1. O material faz-se acompanhar de Certificado de Garantia do Fabricante?		<input type="checkbox"/>
2.2. É apresentada a licença de uso da marca "Produto Certificado"?		<input type="checkbox"/> CERTIF
2.3. O produto fornecido vem fisicamente identificado (Etiquetas nos atados)?		<input type="checkbox"/>
3 AVALIAÇÃO TÉCNICA		
3.1. O produto encontra-se devidamente embalado?		<input type="checkbox"/>
3.2. O certificado detalha as marcas de identificação e coincidem com as do material?		<input type="checkbox"/>
3.3. O certificado está assinado?		<input type="checkbox"/>
3.4. O certificado especifica referência ou nº de vazamento?		<input type="checkbox"/>
3.5. O nº de vazamento coincide com as etiquetas dos atados?		<input type="checkbox"/>
3.6. O material fornecida coincide com o material certificado?		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
4 OBSERVAÇÕES		
5 O TRANSPORTADOR		STEELGREEN SA
Ass.:		Ass.:
<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Ocorreu BNC? SIM __ NÃO __ BNC Nº: _____		

Figura 3.3 – Ficha de Recepção de Matéria-Prima.

Este documento tem que ser assinado tanto pelo encarregado como pelo transportador.

O Plano de Monitorização para a Receção de Matéria-Prima (ver Tabela 3.1) além de referir que se devem cumprir os requisitos estabelecidos na Folha de Receção de Matéria-Prima, refere também que é necessário verificar se o material não apresenta indícios de corrosão.

Caso seja detetada alguma não conformidade a descarga não é autorizada, sendo necessário a abertura de um boletim de não conformidade e deve-se avisar o Departamento de Gestão da Qualidade.

A descarga é autorizada se o material cumprir todos os requisitos estabelecidos, sendo armazenado nas instalações da empresa, seguindo as regras que serão apresentadas no subcapítulo seguinte.

Tabela 3.1 - Plano de Monitorização para a Receção de Matéria-Prima.

Material	O que controla	Como Controla	Quem Controla	Frequência	Crítérios de Aceitação / Rejeição	Registo Emitido	Ação em Caso de Não Conformidade
Diversos	- Tipo. - Quantidade.	Visual	Enc.	Todos os Fornecimentos	De acordo com Guia de Remessa e Encomenda.	Rúbrica na Guia de Remessa.	Preencher Boletim Não Conformidade e Informa Dep. Qualidade.
Matéria-Prima	- Tipo. - Quantidade. - Aspeto Visual. - Requisitos Ficha de Receção de Matéria-Prima.	Visual	Enc.	Todos os Fornecimentos	- De acordo com a Encomenda - De acordo com a Ficha de Receção de Matéria-prima. - Ausência de Corrosão.	- Rúbrica na Guia de Remessa. - Ficha de Receção de Matéria-Prima.	Preencher Boletim Não Conformidade e Informa Dep. Qualidade.
Produtos Químicos	- Tipo. - Quantidade. - Estado da Embalagem. - Prazo de Validade. - Existência de Ficha de Dados Segurança.	Visual	Enc.	Todos os Fornecimentos	- De acordo com Guia de Remessa e Encomenda. - Ausência de Danos Visíveis e Devidamente Embalados.	Rúbrica na Guia de Remessa.	Preencher Boletim Não Conformidade e Informa Dep. Qualidade.

3.2 GESTÃO DE STOCK

A Steelgreen S.A faz uma gestão de *stock* dos materiais armazenados nas suas instalações com o objetivo de fazer face às necessidades de produção.

Considerando que por vezes há um grande desfasamento entre a encomenda de matéria-prima e a entrega nas instalações da Steelgreen S.A., é fundamental que a gestão de *stock* garanta a existência de aço em armazém que evite a paragem da produção.

Tendo sempre inerente o objetivo de reduzir a quantidade de desperdícios, a empresa armazena em bobines a matéria-prima de diâmetro igual ou inferior a 16mm. Para diâmetros superiores a 16mm, a armazenagem é feita em varão, podendo ser utilizados comprimentos superiores a 12m.



Figura 3.4 - Bobines; Atados de Varão.

Tabela 3.2 – Comprimentos de varões para os vários diâmetros normalmente utilizados pela Steelgreen S.A..

Diâmetro (mm)	Comprimento do varão (m)
Ø20	12;14
Ø25	12;14;15;16
Ø32	12;14;15;16;18

Caso exista alguma obra em que a necessidade do comprimento dos varões seja diferente, e a quantidade de aço se justifique (a partir de 50 toneladas) é necessário comunicar ao fornecedor e fazer uma encomenda com carácter especial. A título de exemplo, para obra da Barragem do Picote foram fornecidos varões de diâmetro 32 mm com 13,15 m de comprimento e para a obra do Túnel do Marão varões de diâmetros de 10 e 12 mm com 14,8 m de comprimento.

3.3 ORÇAMENTAÇÃO

A Steelgreen S.A., faz orçamentação de fornecimento de armaduras para obras de Engenharia. Por vezes, são solicitadas aos clientes as peças escritas e desenhadas dos projetos para que o processo de produção possa ser otimizado. Daqueles documentos são recolhidos dados quanto ao tipo de aço e diâmetros utilizados, assim como informação que permite avaliar o tipo de obra, faseamentos e dificuldades de execução. Todo este processo tem como objetivo a minimização de custos que resulta da redução de desperdícios de aço. Também são tidos em conta, caso se aplique, os custos inerentes à gestão de obra, nomeadamente: a mão-de-obra para a montagem de armaduras e o transporte do material.

Se o orçamento for aceite, avança-se para uma fase de preparação de armaduras.

3.4 PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Foi nesta fase do processo produtivo que se desenvolveu a maior parte do estágio.

O objetivo da “Preparação” é a elaboração de dois tipos de documentos:

- Folhas de preparação de armaduras a serem enviadas para a produção e que caracterizam a geometria dos varões a cortar e dobrar;
- Peças desenhadas que serão enviadas para a obra com informação para a montagem das armaduras.

Em primeiro lugar é necessário realizar uma análise pormenorizada das peças escritas e desenhadas do projeto de estruturas e verificar se é facultada a seguinte informação:

- Qualidade do aço;
- Diâmetros;

- Espaçamento dos varões;
- Geometria dos elementos que constituem a estrutura;
- Pormenores de ligação;
- Recobrimento das armaduras;
- Diâmetro mínimo de curvatura dos varões;
- Comprimentos de empalme.

No caso do projeto de estruturas ser omissivo em relação a alguns dos parâmetros mencionados anteriormente, a preparação das armaduras será realizada cumprindo a NP EN 1992-1-1 (EC2).

É necessário ainda fazer uma análise global do projeto para avaliação da exequibilidade das soluções preconizadas. Um dos aspetos importantes é a determinação dos faseamentos construtivos que condicionam a geometria das armaduras, a necessidade de armaduras de espera, de comprimentos de empalme, etc.

Muitas vezes o faseamento construtivo não é referido no projeto, sendo necessário entrar em contacto com o projetista para esclarecimento de dúvidas sobre aquele assunto ou qualquer outro.

Aquando da preparação das armaduras deverá também ser tido em conta que estas terão de ser transportadas para a obra. Os condicionamentos do transporte poderão influenciar a geometria das armaduras. Em peças de grande desenvolvimento é necessário analisar os custos inerentes a duas opções:

- Realizar armaduras com o comprimento do projeto e solicitar transporte especial;
- Cortar as armaduras e prever o seu empalme, utilizando o transporte normal para colocação no local da obra.

Como mencionado anteriormente, da fase da preparação resultam Folhas de Preparação, como se ilustra na Tabela 3.3. Nesta folha são introduzidas as seguintes informações:

- Posição da peça;
- Localização da armadura;
- Diâmetro do varão;
- Quantidade a produzir;
- Geometria da peça.

Tabela 3.3 - Folha de preparação.

E steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						Ordem: 	
Obra: PE SERA DAS MEADAS		CINTAS						Data: 23-Abr-15	
Frente Obra		ARMADURA INFERIOR							
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem		
10a	1ª cinta pos 10	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 		
10a1	1ª cinta pos 10	25	1	5,80	3,85	22,3	nota: 		
10b	2ª cinta pos 10	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 		
10b1	2ª cinta pos 10	25	1	4,22	3,85	16,2	nota: 		
10c	3ª cinta pos 10	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 		

Desta fase ainda resultam peças desenhadas que incluem os cortes e alçados necessários para proceder à montagem das armaduras. Como é ilustrado na Figura 3.5, nos cortes são identificadas as posições, geometria, diâmetro e quantidade das peças.

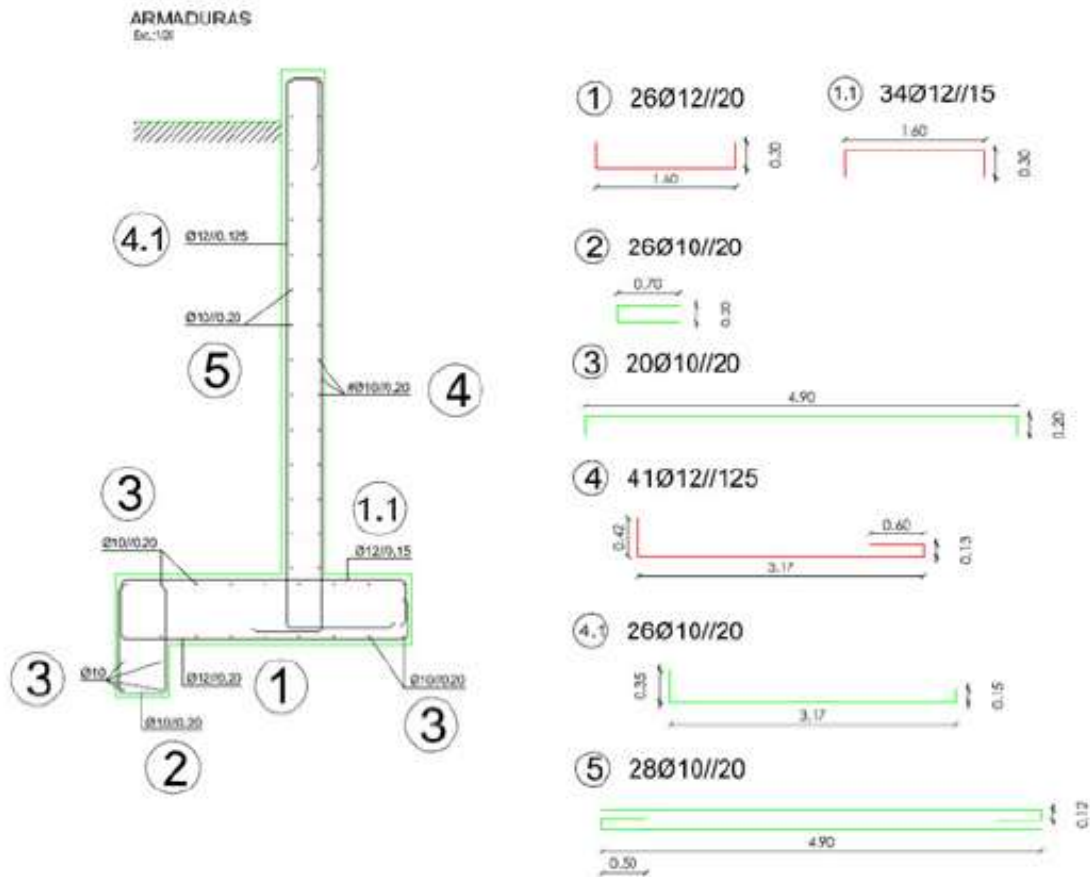


Figura 3.5- Identificação das peças em projeto e desenho das mesmas (preparação).

Finalizada a preparação, a informação que consta das peças anteriormente descritas é introduzida no *Software Minichorus*, sendo de seguida dada ordem de produção.

3.5 PRODUÇÃO

Durante a fase de produção é necessário ter em conta todos os requisitos do plano de medição e monitorização. Seguidamente serão apresentados, na Tabela 3.4 e Tabela 3.5, os planos de monitorização para varão em barra e para aço em bobine. Estes planos apresentam as três fases de conceção (pré-execução, pós-execução e expedição).

Neste subcapítulo serão explicadas as duas primeiras fases, a pré-execução e a pós-execução, sendo remetida para outro subcapítulo a fase de expedição.

Tabela 3.4 – Plano de medição e monitorização da produção de varão em barra

Operação	O que controla	Como Controla	Quem Controla	Frequência	Crítérios de Aceitação / Rejeição	Registo Emitido	Ação em Caso de Não Conformidade
Pré-Execução	- Diâmetro - Classificação	-Visual -Visual	Operador	No Início de cada Folha de Produção	De Acordo com Folha de Produção	Dep. Qualidade	Rejeita e Substitui
Pós-Execução	-Torção da nervura -Geometria - Dimensionamento -Conformidade Física	-Visual -Fita Métrica e Suta Visual	Operador	Início e Fim. Para Produções com mais de 100 unidades, fazer verificação a meio	-Inexistência de Torção da Nervura Longitudinal -De Acordo com Folha de Produção (tolerância ± 1 cm) -Inexistência de Danos Físicos	Dep. Qualidade	- 1ª Verificação Rejeição e Ajuste do Processo - 2ª Verificação Rejeição, Informação ao Encarregado e Elaboração de Boletim Não Conformidade (BNC) por este
	Dados da Etiqueta	Visual	Operador	Final e Todas as Etiquetas	Conformidade entre Etiqueta, Folha de Produção e Produto	N/A	Boletim Não Conformidade
Expedição	Material a Expedir	Visual	Operador	Todas	De Acordo com Folha de Produção	Dep. Qualidade (data /rubrica)	Em Caso de Falha no Material a Expedir, informar Encarregado e este Elabora BNC
	Pesagem	Balança	Operador de Logística	Todas	± 6 Kg	Folha de Controlo de Produção	Informar Encarregado

Tabela 3.5- Plano de medição e monitorização da produção com varão em bobine

Operação	O que controla	Como Controla	Quem Controla	Frequência	CrITÉRIOS de Aceitação / Rejeição	Registo Emitido	Ação em Caso de Não Conformidade
Pré-Execução	-Diâmetro -Qualidade	-Visual -Visual	Operador	No Início de cada Folha de Produção	De Acordo com Folha de Produção	Dep. Qualidade	Rejeita e Substitui
Pós-Execução	-Torção de Nervuras -Geometria -Dimensões -Conformidade Física	-Visual -Visual -Fita Métrica e Suta Visual	Operador	Início para até 10 unidades. Início e Fim para entre 10 e 500 unidades. Para Produções com mais de 500 unidades e quando interrupção a meio, fazer verificação a meio	-Inexistência de Torção da Nervura Longitudinal -De Acordo com Folha de Produção (tolerância ± 1 cm) -Inexistência de Danos Físicos	Dep. de Qualidade Conforme avaliação do encarregado / Departamento de Produção	-1ª Verificação Rejeição e Ajuste do Processo -2ª Verificação Rejeição, Informação ao Encarregado e Elaboração de Boletim Não Conformidade (BNC) por este
	Dados da Etiqueta	Visual	Operador	Final e Todas as Etiquetas	Conformidade entre Etiqueta, Folha de Produção e Produto	N/A	BNC
Expedição	Material a Expedir	Visual	Operador de Logística	Todas	De Acordo com Folha de Produção	Dep.de Qualidade (rubrica/ data)	Em Caso de Falha no Material a Expedir, informar Encarregado e este elabora BCN
	Pesagem	Balança	Operador de Logística	Todas	± 6 Kg	Departamento de Qualidade	Informar Encarregado

Finalizada a preparação, dá-se início à pré-execução através do *Software Minichorus*. Este programa está organizado como se ilustra na Figura 3.6, tendo como objetivo a organização de toda a informação relativa a encomendas (clientes, obra, frente de obra) e ao armazenamento e tratamento de informação que consta das folhas de preparação (ver Tabela 3.3), sendo produzidas etiquetas, novas folhas de produção realizadas pelo *software* e uma estimativa do peso teórico por cada diâmetro.

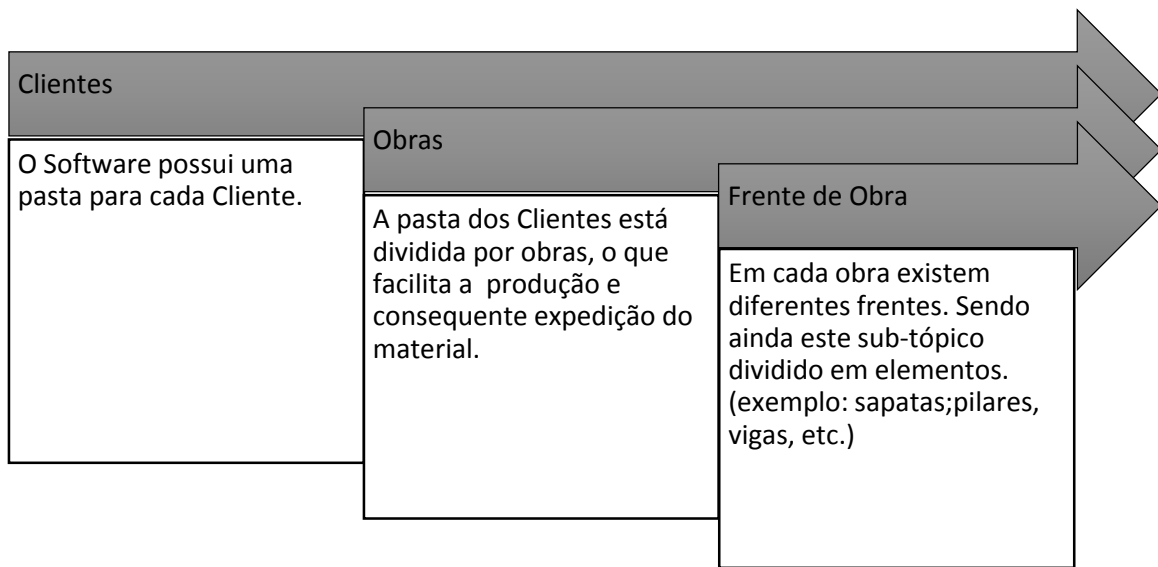


Figura 3.6 – Organização do Software Minichorus.

steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS				Ordem: PE SERRA DAS MEADAS		Data: 23-06-15	
Fronteiras		ELEMENTOS				ARMADURA INTERIOR			
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Formetor de dobragem		
10a	Prata 20x12	25	4	12,00	1,85	18,0			
10a1	Prata 20x12	25	1	3,00	1,85	22,1			
10b	Prata 20x12	25	4	12,00	1,85	18,0			

Folha de preparação.

Introduz-se no Software Minichorus:

- diâmetro;
- quantidade;
- geometria da peça.



São produzidas :

- Etiquetas;
- Folhas de produção.

Pos.	Quant.	Ø	Formetor
Pos. 1	26pc	Ø 12	
120 cm 23 kg			
Pos. 1.1	34pc	Ø 12	
Pos. 1.2	26pc	Ø 10	
Pos. 1.3	26pc	Ø 10	
Pos. 1.4	41pc	Ø 12	
Pos. 4.1	26pc	Ø 10	
127 cm 28 kg			
Pos. 5	28pc	Ø 10	
107 cm 27 kg			

Figura 3.7 – Esquema de funcionamento do Software *Minichorus*.



Figura 3.8 – Etiquetas.

As etiquetas possuem uma configuração como se pode observar na Figura 3.8. O código de barras reúne toda a informação relativa à geometria e diâmetro de cada armadura e será lido pelas máquinas de corte e moldagem. Quando se justifica, as etiquetas para o mesmo elemento estrutural são impressas em cor diferente para facilitar a visualização e descarga em obra conforme o elemento a que se destina, por exemplo, no caso das lajes é vantajosa a distinção entre a armadura superior e a inferior.

A folha de produção, ilustrada na Figura 3.9, permite um posterior controlo durante a fase de corte e moldagem. Além das quantidades, diâmetros e geometria, disponibiliza o peso teórico em Kg de cada posição, assim como o comprimento total.

Client
Job site
List
Sub-list
Drawing no.

Assemble Transport

3464.1





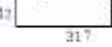

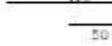
Pos. 1	26pc Ø 12	
220 cm 51 kg		
Pos. 1.1	34pc Ø 12	
220 cm 66 kg		
Pos. 2	26pc Ø 10	
160 cm 26 kg		
Pos. 3	20pc Ø 10	
530 cm 65 kg		
Pos. 4	41pc Ø 12	
432 cm 157 kg		
Pos. 4.1	26pc Ø 10	
367 cm 59 kg		
Pos. 5	28pc Ø 10	
552 cm 93 kg		

Figura 3.9 – Folha de Produção.

As etiquetas e a folha de produção são entregues ao encarregado para se proceder ao corte e moldagem por parte das máquinas (ver Figura 3.10 e Figura 3.11).



Figura 3.10 - Máquinas de corte e moldagem de aço em bobine.




Figura 3.11 - Máquina de corte e moldagem de aço em varão.

Durante a fase de pré-execução deve ser feito o preenchimento da Folha de Controlo de Produção, ilustrada na Figura 3.12. O controlo é da responsabilidade do operador que deve registar o diâmetro, tipo de aço, o número da ordem de produção, o peso real, o vazamento e identificar o cliente. Este documento é para uso interno da empresa e tem como objetivo fundamental a identificação do operador responsável e a rastreabilidade do aço, na eventualidade de ser detetada alguma não conformidade do processo de produção.

Como já foi referido anteriormente, a folha de produção (Figura 3.9) fornecida pelo *Software Minichorus* contabiliza por cada posição (armadura) o seu peso teórico. No entanto esta informação não coincide com o peso real quando o número de peças por cada posição é elevado. No momento de produção, é estimado o peso real de cada posição e por consequência o peso de carga. Este processo revela-se de extrema importância uma vez que cada carga não poderá ultrapassar as 25 toneladas.

Anexo 3



CONTROLO DE PRODUÇÃO

Guida de Produção *Produtos acabados*

Código FP: 8308

Cliente: Escola Ribeirão ACE

Obra: _____

A400NR ___ / A500 NR

Data Início Produção: _____


Pos. Nº	Diâmetro	Origem do Aço	Nº Vazamento	Peso Teórico	Peso Real	Peso de Carga	Rubrica
8308-400	20	14 mT	340584	35		x	↓ Joga
"-405	"	"	"	55		x	
"-405	"	"	"	33		x	
"-400	"	"	"	51	164	464	
"-5 1/2	25	15 mT		1390	1334	1334	
"-8	"	Bundas	340374/00385631	1078	1050	1048	
"-7	20	12 mT	FR542097	1535	400	400	
"-7	"	14 mT	340584		392	390	
"-7	"	"	"		686	686	↓

Figura 3.12 - Folha de Controlo de Produção.

Para cumprir os requisitos relativos à qualidade da matéria-prima, são realizados ensaios que devem cumprir o estabelecido no plano de medição e monitorização. A título de exemplo, a cada 50 toneladas fornecidas por cada fabricante são retiradas 4 amostras de provetes, sendo 3 provetes para ensaio e 1 provete para uma possível contra análise. Os ensaios devem ser realizados por laboratórios acreditados.

Durante o processo de produção, a listagem das peças (Figura 3.13) permite o controlo através do número da ordem de produção, sendo identificada para cada posição fabricada de forma isolada o respetivo vazamento. Este documento tem cariz informativo para o cliente e garante a rastreabilidade do aço com a indicação do vazamento.

Anexo 4



steelgreen, s.a.
4790-180 vila verde portugal
Tf (+351) 253 321 775 fax (+351) 253 322 080
www.steelgreen.pt - geral@steelgreen.pt

Client SG 0159 | Escalão de Ribeiradio, ACE
Job site Roller Bucket
List Bloco 8
Sub-list 8005 - 1ª Carga (14.08.2014)
Drawing no.
 Assembly Transport

8308.1 *unidade de peças*

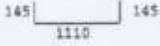
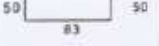



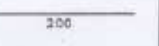

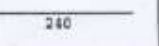


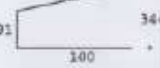





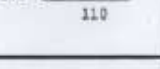
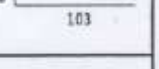
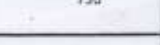



<p>Pos. 1 340584 132pc Ø20  1400 cm 4565 kg</p>	<p>Pos. 9c 00582152 4pc Ø16  183 cm 12 kg</p>
<p>Pos. 2a 340584 36pc Ø20  820 cm 729 kg</p>	<p>Pos. 9d 00582152 6pc Ø16  326 cm 31 kg</p>
<p>Pos. 2b 00386998 36pc Ø20  580 cm 516 kg</p>	<p>Pos. 10 00582151 300pc Ø16  200 cm 947 kg</p>
<p>Pos. 4a 340584 36pc Ø20  952 cm 847 kg</p>	<p>Pos. 11 00582152 300pc Ø16  240 cm 1136 kg</p>
<p>Pos. 4b 00386998 36pc Ø20  1192 cm 1060 kg</p>	<p>Pos. 12 FR542402 30pc Ø12  295 cm 79 kg</p>
<p>Pos. 5 340584 72pc Ø20  471 cm 838 kg</p>	<p>Pos. 12a 8pc Ø12  161 cm 11 kg</p>
<p>Pos. 6 340394 (≈50%) 00385631 (≈50%) 72pc Ø25  500 cm 1390 kg</p>	<p>Pos. 12b 6pc Ø12  228 cm 12 kg</p>
<p>Pos. 7 340584 (≈50%) FR542091 (≈50%) 222pc Ø20  280 cm 1535 kg</p>	<p>Pos. 12d1 13pc Ø12  178 cm 21 kg</p>
<p>Pos. 8 340394 (≈50%) 00385631 (≈50%) 72pc Ø25  388 cm 1078 kg</p>	<p>Pos. 12d2 120pc Ø12  178 cm 190 kg</p>
<p>Pos. 9a 00582152 22pc Ø16  800 cm 278 kg</p>	<p>Pos. 12c 8pc Ø12  176 cm 13 kg</p>
<p>Pos. 9b 00582152 22pc Ø16  578 cm 201 kg</p>	<p>Pos. 13a FR542402 20pc Ø12  297 cm 53 kg</p>

Figura 3.13 – Listagem das peças.

Terminado o processo de produção, as etiquetas são colocadas nos respetivos atados (ver Figura 3.14).
Atendendo ao plano de medição e monitorização, na fase de pós-execução é o operador que deve

verificar se a informação da etiqueta e da folha de produção estão em conformidade. Ainda se deve assegurar a inexistência de danos físicos, podendo aceitar-se a tolerância de $\pm 1\text{ cm}$ nos comprimentos das armaduras.



Figura 3.14 – Etiquetas nos respetivos atados.

3.6 EXPEDIÇÃO DO MATERIAL

Terminado o processo de produção é seleccionado o transportador, sendo combinada a data/hora bem como o local de descarga. É preenchida a folha de carga, sendo entregue ao cliente a original e ficando uma cópia para a empresa.



Figura 3.15 – Transporte carregado pronto a partir do armazém da empresa.

Segundo o plano de medição e monitorização, na fase de expedição do material é necessário verificar se a carga está toda em conformidade com a folha de produção sendo este procedimento da responsabilidade do operador que está a carregar o camião.

A documentação que deve acompanhar a carga e ser entregue ao cliente é a que foi referida no capítulo 3.1, nomeadamente o certificado de inspeção, documentos de classificação, certificado Certif e a fotocópia das chapas do fabricante (ver Figura 3.16).



Figura 3.16 – Chapas do fabricante.

4 Aço

No decorrer do estágio, foi solicitada a execução de um documento que compilasse informação e legislação em vigor referente a aço de armaduras de betão armado.

Este documento constituiria um Manual Técnico a ser utilizado pelos colaboradores, com o objetivo de enquadrar neste tema todos os intervenientes do processo produtivo e assim contribuir para a qualidade da produção e sua rentabilização

4.1 PRODUÇÃO DO AÇO EM PORTUGAL

O aço é um dos materiais metálicos mais utilizados, principalmente por ser produzido em grandes quantidades a relativamente baixo custo e cumprindo todas as especificações impostas.

Este material é constituído essencialmente por ferro, apresentando normalmente entre 0,2 a 2,1 % de carbono. Surge na sua composição um grande número de elementos ligados ao ferro e ao carbono, comprometendo a qualidade do aço. Posto isto, é necessário a sua remoção durante o processo de fusão e subsequente produção de aço. [2]

A variação do teor de carbono do aço permite obter aços com diferentes propriedades mecânicas, fazendo variar características como a dureza, ductilidade e a tensão de cedência. Por exemplo, o aumento do teor de carbono desencadeia conseqüentemente um aumento da resistência e da dureza do aço, tendo, no entanto, um efeito negativo na ductilidade pois torna-se num material mais frágil. [2]

Em Portugal, a produção de aço é feita a partir da reciclagem de sucata. Este processo é executado em siderurgias nacionais.

4.1.1 Forno de Arco Elétrico

O forno utilizado em Portugal para a produção de aço é designado por Forno de Arco Elétrico. As características de funcionamento deste forno permitem a produção de aços de elevada qualidade.

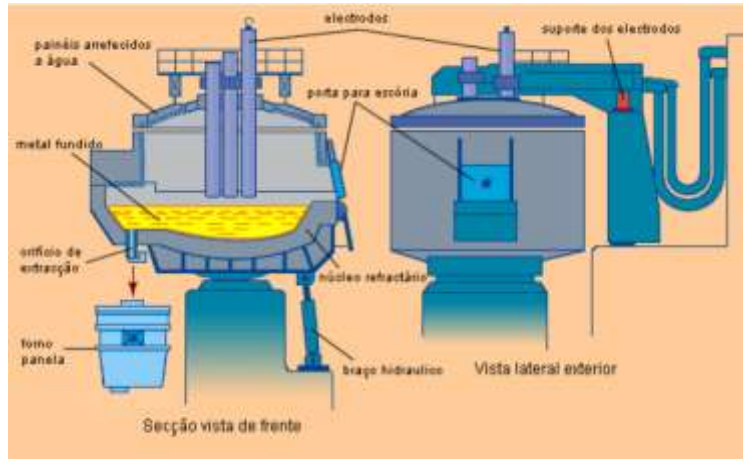


Figura 4.1 – Forno de Arco Elétrico. [2]

Este tipo de forno é constituído por um vaso revestido por materiais refratários arrefecido a água, possuindo uma cobertura móvel na qual são inseridos eléctrodos de grafite. O número de eléctrodos pode variar mas normalmente são utilizados três eléctrodos para fornos que utilizam corrente alternada, tendo estes uma secção circular e sendo compostos por diversos segmentos que podem ser substituídos quando apresentarem sinais de desgaste. [2]

A posição dos eléctrodos pode ser ajustada verticalmente de modo a obter uma maior eficiência. A voltagem é ajustada em tempo real de modo a que a corrente se mantenha constante à medida que o material se vai fundindo em contacto com os eléctrodos. [2]

Quando o processo termina e o aço já se encontra no seu estado líquido, o material escoar por um orifício no fundo do forno, minimizando a quantidade de nitrogénio e de escória que são misturados no líquido. Para que se possa reduzir as impurezas do produto final, o orifício encontra-se ligeiramente descentrado. [2]

4.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO

A sucata é armazenada na siderurgia, num parque de sucata, onde é analisada a sua qualidade por técnicos especializados, de modo a fazer uma previsão sobre o tipo e a quantidade de elementos aditivos e corretores a adicionar quando esta for colocada no forno.



Figura 4.2 – Parque de Sucata da Siderurgia. [3]

Não se pode descurar o “peso” do material para que não exista o risco de aparecimento de flutuações de corrente durante o processo de fusão, ou seja o material mais “pesado” deve ficar entre duas camadas de material mais “leve”. [2]

Posteriormente, a sucata é colocada no forno. Esta é uma das fases mais arriscadas de todo o processo devido à queda de toneladas de metal que poderá provocar salpique de material que tenha ficado fundido no fundo do forno e também pela existência de gorduras e poeiras existentes na sucata que entram em combustão devido às altas temperaturas existentes no forno. [2]

Após o carregamento, a tampa do forno e os eléctrodos voltam à sua posição inicial. Os eléctrodos voltam a trabalhar quando entram em contacto com a sucata. Durante esta fase a voltagem é relativamente reduzida de modo a não causar danos na tampa e nas paredes do forno. [2]

À medida que a sucata se vai fundindo com os elétrodos esta vai descendo até atingir o metal mais “pesado”, podendo neste momento a voltagem ser aumentada. Quando os elétrodos atingirem a sua posição de funcionamento ótima pode ser aplicada a máxima voltagem. [2]

Como consequência do processo de fusão é produzida a escória, sendo esta acumulada por cima do material fundido e é constituída essencialmente por óxidos metálicos. A escória ajuda na absorção de impurezas presentes na sucata, criando uma manta térmica que aumenta a eficiência do processo de fusão. Impede também a dissipação de calor e protege a tampa do forno de danos causados por temperaturas excessivas. [2]

Terminado o processo de fusão, o material escorre para o forno-panela através do orifício existente no fundo do forno elétrico, sendo que nesta fase é efetuada uma análise pormenorizada. Esta análise consiste em verificar a temperatura e a constituição química sendo necessária a utilização de sondas e a recolha de amostras sólidas para serem analisadas por um espectrómetro que permite a obtenção da composição química exata do material. [2]

Obtidos os resultados da análise são adicionados elementos para garantir que a qualidade do produto final seja o expectável e para que cumpra os diversos parâmetros exigidos. [2]

Ajustada a composição química, o aço líquido é sujeito a vazamento contínuo, formando lingotes de 14 m de comprimento, com uma secção quadrada de 14 cm de lado, sendo armazenados no parque de lingotes onde arrefecem lentamente. [2]

4.2.1 Aço *Tempcore*

O aço natural para ser transformado em aço *Tempcore* é sujeito a um processo de tratamento térmico que consiste em submeter o aço no estado líquido a vários ciclos de aquecimento, estágio e arrefecimento para lhes conferir certas propriedades. [2]

4.3 CONTROLO DA QUALIDADE

Para que o aço possa ser utilizado em betão armado é necessário que este material garanta todas as especificações do projeto relativamente às características geométricas, químicas e mecânicas, sendo portanto necessário um controlo rigoroso durante a sua produção.

Posto isto, é necessário a realização de ensaios destrutivos e não destrutivos durante todas as fases de fabrico do aço, permitindo a caracterização detalhada do produto obtido e caso necessário ajustar alguns aspetos de modo a que o produto final possua as características pretendidas.

- Ensaios não-destrutivos

O ensaio metalúrgico é um procedimento que permite a observação microscópica de uma amostra de modo a observar a estrutura cristalina do aço. A secção da amostra deve ser polida, e esta deve ser observada com ampliações de 100 e 500 vezes. A realização deste procedimento permite observar o tipo de estrutura e os constituintes do aço. [2]

- Ensaios destrutivos

O ensaio de tração simples tem como objetivo determinar: tensão de cedência; tensão de rotura; extensão máxima; extensão na rotura; extensão na cedência; ductilidade. [2]

Este ensaio consiste na fixação de um provete de forma e dimensões normalizadas, pelas suas extremidades e na aplicação de um esforço de tração em máquinas apropriadas. [2]

O ensaio de compressão simples permite ao fabricante configurar as estações de laminagem ou extrusão com a pressão adequada a cada aço. [2]

Ainda no âmbito do controlo da qualidade durante a fase de produção são realizados os seguintes ensaios: de fadiga; resistência ao choque; desgaste; corrosão; fluência (aplicação de tensão a elevadas temperaturas). [2]

4.4 LEGISLAÇÃO

O aço para ser comercializado tem que cumprir uma série de exigências. Atualmente os documentos legais que regulam varões para betão armado são:

- NP EN 13670 de 2010 – Execução de estruturas de betão, que substitui a NP ENV 13670-1 de 2007 – Execução de estruturas em betão, Parte 1: Regras gerais;
- EN 10080 de 2005 – Aços para armaduras de betão armado. Aços soldáveis para betão armado. Generalidades;

- NP EN 1992-1-1 - Projeto de estruturas de betão Parte 1-1: Regras gerais para edifícios;
- Decreto-Lei nº301/2007, de 23 de Agosto – refere-se às condições para aceitação em obra de armaduras para betão, à sua colocação e disposições relativas à execução de estruturas de betão;
- Decreto-Lei nº390/2007, de 10 de Dezembro – Refere-se às condições para a colocação no mercado e à importação de aço para armaduras de betão armado;
- O Decreto-Lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado de aço de pré-esforço;
- NP EN ISO 15630-1 2012 – Aços para armaduras de betão armado e pré-esforçado. Métodos de ensaio. Parte 1: Varões, fio máquina e fio para betão armado;
- Especificações do LNEC:
 - ❖ E449 – 2010 – Varões de aço A400 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
 - ❖ E450 – 2010 – Varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.

4.4.1 NP EN 13670

A NP EN 13760 aplica-se à execução de armaduras de betão com o objetivo de garantir o nível pretendido de segurança e de utilização durante a sua vida útil.

O ponto 6 da norma referida aborda os requisitos que as armaduras devem cumprir para serem aplicadas em betão armado.

Nesta norma, o ponto 6.2 refere que as armaduras de aço devem estar em conformidade com a norma europeia EN 10080.

O ponto 6.3 menciona que o corte e a dobragem das armaduras devem respeitar as especificações de projeto. Indica que a dobragem de varões e o diâmetro do mandril devem ser adequados ao tipo de aço, estando estes parâmetros sempre em conformidade com a NP EN 1992-1-1.

O ponto 6.5 da norma em estudo estabelece que os varões devem ser emendados por sobreposições, acopladores ou soldadura de acordo a NP EN 1992-1-1.

No ponto 6.6 da NP EN 13760 é reportado que as armaduras devem ser posicionadas e fixadas para que a sua posição inicial cumpra as tolerâncias estabelecidas. A ligação das armaduras pode ser efetuada com arame ou por soldadura. O recobrimento das armaduras deve ser assegurado com recurso a espaçadores.

4.4.2 EN 10080

À luz da EN 10080, ponto 6, o processo de fabrico de varões e arames a aplicar na construção pode ser à escolha do fabricante devendo ser divulgados caso seja pedido pelo comprador.

O ponto 7 da norma em estudo refere que o aço deve cumprir uma série de características (químicas, mecânicas, etc.).

Segundo o ponto 8, independentemente do processo de fabrico do aço, o fabricante deve garantir que este cumpre todas as exigências da EN 10080. Indica a necessidade relativa à seleção de amostras para a realização de ensaios para verificar se as propriedades são cumpridas para que o material possa ser utilizado na construção.

O ponto 9 é relativo aos métodos de ensaio, e este documento remete para as EN ISO 15630-1 e EN ISO 15630-2, dependendo do que se queira determinar.

4.4.3 NP EN 1992-1-1 (EC2)

A referência do aço para betão armado inicia-se no ponto 3.2. deste regulamento.

As disposições normativas deste regulamento são aplicáveis a armaduras para betão armado em forma de varões, fios, redes eletrossoldadas e de vigas em treliça prefabricadas. Não se aplicam a varões com revestimento especial, refere o ponto 3.2.1. (1).

À luz do EC2, ponto 3.2.1 (4) as propriedades requeridas aos aços para betão armado devem ser verificadas utilizando os procedimentos de ensaio da norma indicada anteriormente (EN 10080).

O ponto 3.2.1. (3) refere que quando os aços não estão de acordo com a EN 10080, as suas propriedades devem ser de acordo com o ponto 3.2.2. a 3.2.6 e com o Anexo C do EC2.

No Quadro C.1 do Anexo C do EC2 são apresentadas as propriedades das armaduras compatíveis com esta Norma.

Tabela 4.1 - Propriedades das armaduras. [5]

Forma do produto		Varões e fios			Redes electrossoldadas			Requisito ou valor do quantilho (%)
Classe		A	B	C	A	B	C	-
Valor característico da tensão de cedência f_{yk} ou $f_{0,2k}$ (MPa)		400 a 600						5,0
Valor mínimo de $k = (f_t/f_y)_k$		$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10,0
Valor característico da extensão à tensão máxima, ϵ_{uk} (%)		$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	10,0
Aptidão à dobragem		Ensaio de dobragem/desdobragem			-			
Resistência ao corte		-			$0,3 A f_{yk}$ (A é a área do fio)			Mínimo
Tolerância máxima da massa nominal (varão ou fio isolado) (%)	Dimensão nominal do varão (mm) ≤ 8 > 8	$\pm 6,0$ $\pm 4,5$						5,0

NOTA: Os valores da amplitude de tensões de fadiga com um limite superior de βf_{yk} e da área relativa mínima das nervuras a utilizar num determinado país poderão ser indicados no respectivo Anexo Nacional. Os valores recomendados são indicados no Quadro C.2N. O valor de β a utilizar num determinado país poderá ser indicado no respectivo Anexo Nacional. O valor recomendado é 0,6.

No ponto C.1 (3) do Anexo em estudo, é descrita a diferença entre a tensão de cedência da EN 10080, R_e , e a tensão de cedência considerada pelo EC2, f_{yk} . A diferença consiste no método utilizado para a sua quantificação, sendo R_e obtido no âmbito do controlo da qualidade a longo prazo e f_{yk} o valor da tensão de cedência de um varão específico a aplicar numa dada estrutura, não existindo relação direta entre ambos.

Segundo o ponto 3.2.2 do EC2, o comportamento do aço em armaduras para betão armado é definido pelas seguintes propriedades:

- Tensão de cedência f_{yk} ou $f_{0,2k}$;
- Tensão de cedência máxima real $f_{y,max}$;
- Resistência à tração f_t ;
- Ductilidade (ϵ_{uk} e f_t/f_{yk});
- Aptidão à dobragem;

- Características de aderência;
- Dimensões e tolerâncias das secções;
- Resistência à fadiga;
- Soldabilidade;
- Resistência ao corte e à soldadura para redes eletrossoldadas e vigas em treliça prefabricadas.

O ponto 3.2.2(3) refere que só é válida a aplicação dos parâmetros estipulados pelo EC2 se a tensão de cedência, f_{yk} , assumir valores entre 400 e 600 MPa.

A resistência é definida no ponto 3.2.3 do EC2. No anexo C é estabelecido que a tensão de cedência máxima real, $f_{yk,máx}$, não deve ser superior a $1,3f_{yk}$.

As características de ductilidade do aço são expostas no ponto 3.2.4 do EC2, definindo que estes devem ter a ductilidade adequada definida pela relação entre a resistência à tração e a tensão de cedência $(f_t/f_{yk})_k$ e pela extensão na carga máxima (ϵ_{uk}).

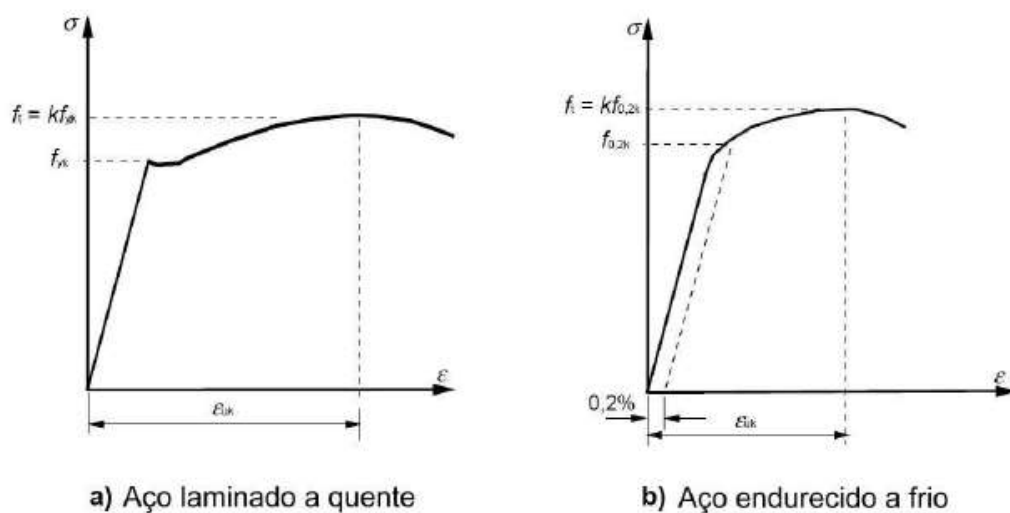


Figura 4.3 – Diagrama de tensões-extensões do aço típico de armaduras para betão armado (a tensão de tração e a extensão de tração são indicadas em valor absoluto). [5]

O ponto 3.2.5 aborda a soldabilidade do aço, sendo indicados todos os tipos de soldadura no Quadro 3.4 do EC2 remetendo para a EN 10080 as exigências relativas à soldabilidade do material e para a EN ISO 17760 a caracterização do processo de soldadura.

Tabela 4.2 - Processos de soldadura permitidos e exemplos de aplicação. [5]

Caso de carga	Processo de soldadura	Varões traccionados ¹⁾	Varões comprimidos ¹⁾
Predominantemente estático (ver 6.8.1(2))	soldadura por arco eléctrico com projecção de partículas	emenda topo a topo	
	soldadura por arco eléctrico manual e soldadura por arco eléctrico com eléctrodo de enchimento	emenda topo a topo com $\phi \geq 20$ mm, com cobre-junta, por sobreposição, por ligação em cruz ³⁾ , emenda com outros elementos de aço	
	soldadura em atmosfera activa ²⁾	emenda por cobre-junta, sobreposição, ligação de varões cruzados ³⁾ e com outros elementos de aço	
		-	emenda topo a topo com $\phi \geq 20$ mm
	soldadura por fricção	emenda topo a topo, emenda com outros elementos de aço	
	soldadura por resistência	emenda com cobre-junta ³⁾ por ligação de varões cruzados ^{2), 4)}	
Não predominantemente estático (ver 6.8.1(2))	soldadura por arco eléctrico com projecção de partículas	emenda topo a topo	
	soldadura por arco eléctrico manual	-	emenda topo a topo com $\phi \geq 14$ mm
	soldadura em atmosfera activa ²⁾	-	emenda topo a topo com $\phi \geq 14$ mm
	soldadura por resistência	emenda com cobre-junta ³⁾ por ligação de varões cruzados ^{2), 4)}	
NOTAS: ¹⁾ Só os varões com aproximadamente o mesmo diâmetro nominal poderão ser emendados por soldadura. ²⁾ Relação permitida entre os diâmetros dos varões $\geq 0,57$. ³⁾ Para emendas com funções de suporte $\phi \leq 16$ mm. ⁴⁾ Para emendas com funções de suporte $\phi \leq 28$ mm.			

Ainda é indicado que em caso de soldadura em redes eletrossoldadas esta deve apresentar uma resistência adequada.

O ponto 3.2.6 é relativo à resistência à fadiga do material, remetendo para o Anexo C, Quadro C.2N e referindo que a verificação desta característica deve ser feita como o especificado na EN 10080.

Para finalizar, o último ponto relativo ao aço para betão armado refere as quatro hipóteses de cálculo:

- O cálculo deve basear-se na área nominal da secção transversal das armaduras para betão armado, sendo os valores de cálculo determinados com base nos valores característicos;
- Para o cálculo corrente, poderá admitir-se qualquer uma das hipóteses: ramo superior inclinado com uma extensão limite de ε_{ud} e uma tensão máxima de kf_{yk}/γ_s para ε_{uk} , em que $k = (f_t/f_y)_k$; um ramo superior horizontal sem necessidade de verificação do limite da extensão;
- O valor médio da massa volúmica poderá admitir-se igual a 7850 kg/m^3 ;
- O valor de cálculo do módulo de elasticidade, E_s , poderá admitir-se igual a 200 GPa.

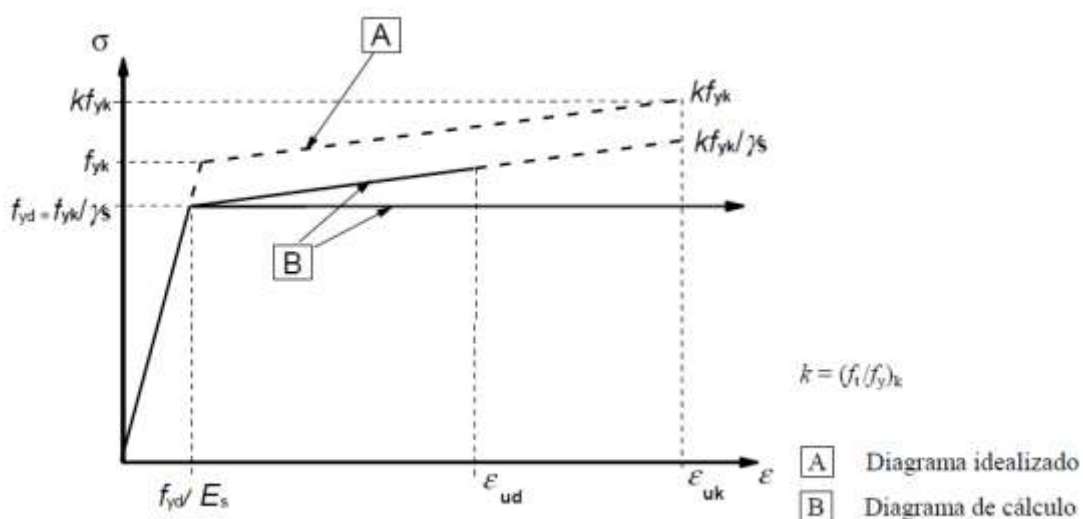


Figura 4.4 - Diagramas tensões-extensões, idealizado e de cálculo, do aço das armaduras para betão armado (tracionado ou comprimido). [5]

4.4.3.1 Recobrimento de Armaduras

Segundo o EC2, ponto 4.4.1.1., o recobrimento das armaduras é a distância entre a superfície da armadura (incluindo ganchos, cintas, estribos e armadura de pele, quando relevante) e a superfície do betão.

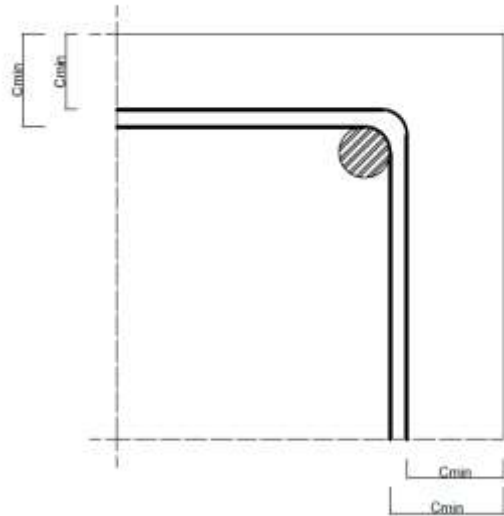


Figura 4.5 – Recobrimento mínimo das armaduras.

À luz do ponto 4.4.1.1. (2) do EC2, o recobrimento nominal pode ser definido como recobrimento mínimo, c_{min} , ao qual se adiciona uma margem de cálculo, Δc_{dev} para as tolerâncias de execução.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (4.1)$$

A expressão geral que permite obter o c_{min} , para ter em conta os requisitos de adequada transmissão das forças de aderência e de durabilidade, ponto 4.4.1.2 do EC2, é a seguinte:

$$c_{min} = \text{máx}\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} \quad (4.2.)$$

$c_{min,b}$ – Recobrimento mínimo para os requisitos de aderência, ponto 4.4.1.2 (3) do EC2

$c_{min,dur}$ - Recobrimento mínimo relativo às condições ambientais, ponto 4.4.1.2 (5) do EC2

$\Delta c_{dur,\gamma}$ – Margem de segurança, ponto 4.4.1.2 (6) do EC2

$\Delta c_{dur,st}$ – Redução do recobrimento mínimo no caso de utilização de aço inoxidável, 4.4.1.2 (7) do EC2

$\Delta c_{dur,add}$ – Redução do recobrimento mínimo no caso de proteção adicional. Ponto 4.4.1.2 (8) do EC2

No caso da máxima dimensão do agregado ser superior a 32 mm, utilizando betões correntes, o valor do recobrimento mínimo para os requisitos de aderência deverá obter-se através da seguinte expressão:

$$c_{min} = \emptyset \text{ (ou a } \emptyset_n \text{ no caso de agrupamentos de varões)} \quad (4.3)$$

Nas situações correntes, em que não se justifique uma margem de segurança do valor de $c_{min,dur}$ ($\Delta c_{dur,y}=0$), nem que seja de considerar nenhuma das outras reduções ($\Delta c_{dur,st}=0$ e $\Delta c_{dur,add}=0$), a expressão do recobrimento mínimo que satisfaz simultaneamente os requisitos de aderência e de condições ambientais poderá ser simplificada do seguinte modo:

$$c_{min} = \text{máx}\{\emptyset \text{ (ou } \emptyset_n); c_{min,dur}; 10mm\}, \text{ se } d_g \leq 32 \text{ mm} \quad (4.4)$$

$$c_{min} = \text{máx}\{\emptyset + 5 \text{ (ou } \emptyset_n + 5); c_{min,dur}; 10mm\}, \text{ se } d_g > 32 \text{ mm} \quad (4.5)$$

O recobrimento mínimo deve ter em atenção a durabilidade estrutural ($c_{min,dur}$), que depende, essencialmente, do tempo de vida útil de projeto e das condições ambientais, ponto 4.4.1.2 (5).

Tabela 4.3 - Recobrimento mínimo para requisitos relativos à durabilidade, $c_{min,dur}$ [mm], de armaduras para betão armado. [5]

Tempo de vida útil de projeto	Classe de exposição						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
50 Anos (Classe S4)	10	15	25	30	35	40	45
100 Anos (Classe S6)	20	25	35	40	45	50	55

Segundo o ponto 4.4.1.3 do EC2, nos casos correntes recomenda-se $\Delta c_{dev}=10$ mm. A expressão do recobrimento nominal poderá então ser obtida a partir da seguinte expressão:

$$c_{nom} = c_{min} + 10mm \quad (4.6)$$

4.4.3.2 Distância entre Varões

O ponto 8.2 do EC2 estabelece que a distância livre mínima entre varões deve permitir uma betonagem e uma compactação do betão satisfatória e assegurar adequadas condições de aderência.

A medição da distância livre, medida na horizontal (C_h) ou na vertical (C_v), entre varões paralelos ou entre camadas de varões paralelos deverá assegurar as seguintes condições:

$$C_h \text{ ou } C_v \geq \begin{cases} \phi \text{ ou } \phi_h \\ d_g + 5 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{cases} \quad (4.7)$$

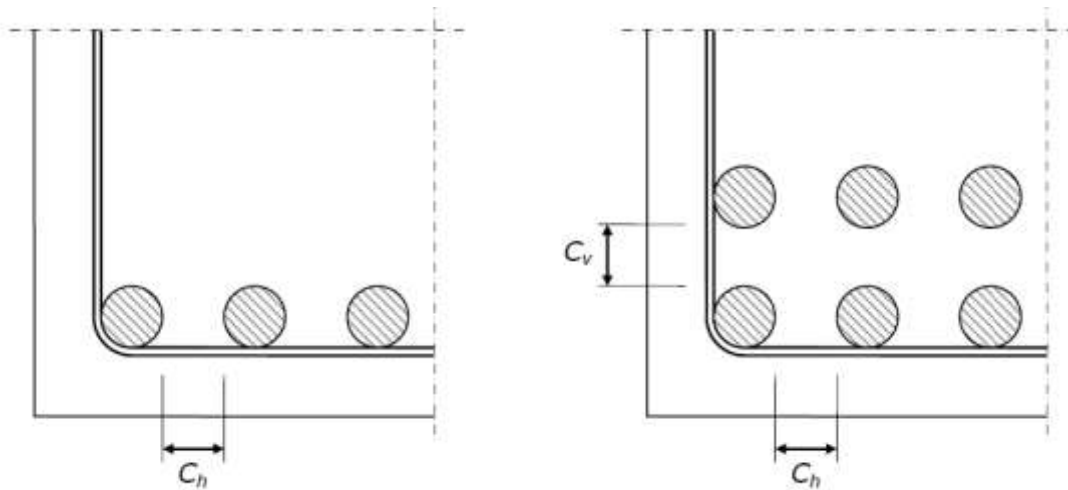


Figura 4.6 – Distâncias mínimas entre as armaduras: uma camada de armaduras; duas camadas de armaduras. [6]

4.4.3.3 Curvaturas Admissíveis

O diâmetro mínimo de dobragem ($\phi_{m,min}$), determinado pelo diâmetro do mandril, deve ser tal que não provoque o aparecimento de fendas no varão assim como a rotura do betão no interior da curva do varão (ponto 8.3 do EC2).

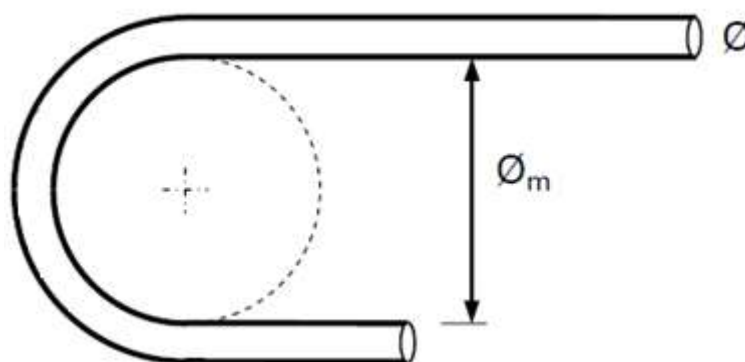


Figura 4.7 – Varão com diâmetro de dobragem reduzido. [Adaptado de 6]

O EC2 estabelece valores mínimos para o diâmetro do mandril, a fim de evitar danificar a armadura, em função do diâmetro ϕ da própria armadura. No caso de dobragens para realizar cotovelos, ganchos ou laços, os valores indicados são os seguintes:

$$\phi \leq 16 \text{ mm} \rightarrow \phi_m \geq 4\phi \quad (4.7)$$

$$\phi > 16 \text{ mm} \rightarrow \phi_m \geq 7\phi \quad (4.8)$$

Não é necessário verificar o diâmetro do mandril em relação à rotura do betão caso se verifiquem simultaneamente as seguintes condições (ponto 8.3 (3), EC2):

- A amarração necessária do varão ultrapasse 5ϕ para além da extremidade da parte da curva;
- O varão não esteja junto do bordo (plano de dobragem próximo do paramento do betão) e exista um varão transversal com um diâmetro $\geq \phi$ no interior da parte curva;
- O diâmetro do mandril seja superior ou igual aos valores recomendados para evitar danificar a armadura.

Caso contrário, o diâmetro do mandril, $\phi_{m,min}$, deverá ser aumentado de acordo com a seguinte expressão:

$$\phi_m \geq \frac{F_{bt}}{f_{cd}} \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2\phi} \right) \quad (4.9)$$

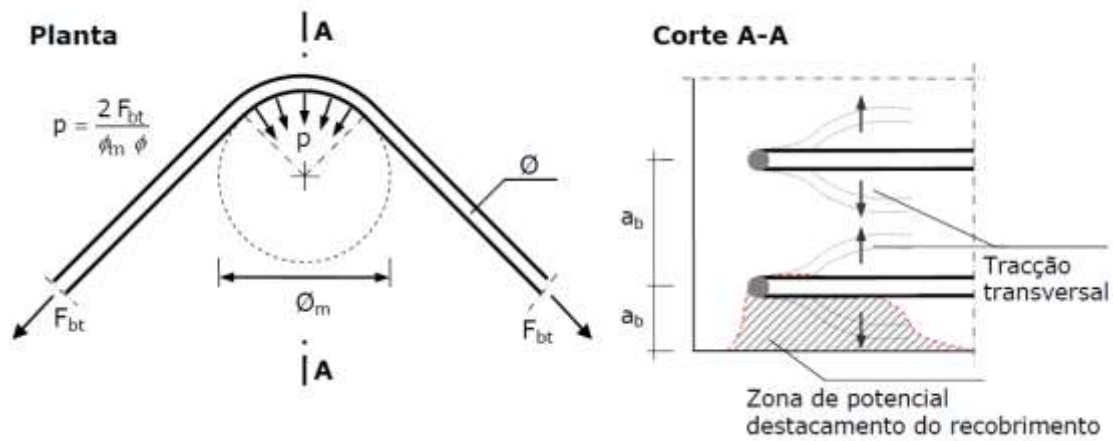


Figura 4.8 – Tensões geradas no betão devido à dobragem de um varão tracionado. [6]

F_{bt} – É a força de tração devida às ações últimas no início da parte curva do varão (ou agrupamento de varões);

a_b – É dado pela metade da distância entre eixos de varões medida na perpendicular ao plano de dobragem. Para varões próximos do paramento do elemento, a_b é dado pelo recobrimento acrescido de $\frac{\phi}{2}$.

O valor do f_{cd} não deverá ser superior ao correspondente à classe de betão C55/67.

Tabela 4.4 - Diâmetro mínimo do mandril – comparação com os mandris utilizados na Steelgreen S.A.

Diâmetro \emptyset (mm)	$\emptyset_{m,min}$ (mm)	EC2 $\emptyset_{m,min}$ (mm)	Mandris de dobragem (pinos) utilizados na Steelgreen, S.A. (mm)
6	4 \emptyset	24	24
8		32	32
10		40	40
12		48	60
16		64	70
20	7 \emptyset	140	152
25		175	200
32		224	250

4.4.3.4 Amarração de Armaduras Longitudinais

As armaduras devem ser amarradas de modo a assegurarem uma boa transferência para o betão das forças de aderência, evitando a fendilhação longitudinal ou o destacamento do betão. Em certos casos, será conveniente a utilização de armadura transversal de cintagem, melhorando o comportamento desta zona de transmissão de esforços.

4.4.3.5 Tipos de Amarração

Existem três tipos de amarrações: prolongamento reto, amarrações curvas (por cotovelo, gancho ou laço) e por varão transversal soldado.

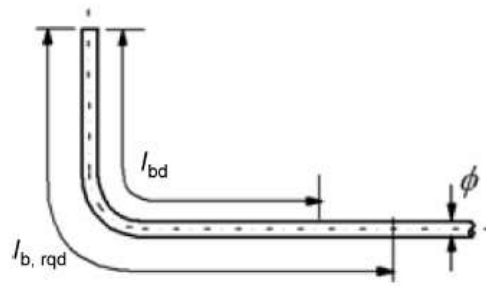


Figura 4.9 – Comprimento de amarração de referência $l_{b,rqd}$. [6]

Amarração por prolongamento recto		
Amarrações curvas		Cotovelo
		Gancho
		Laço
Amarração com varão transversal soldado (rede electrossoldada)		

Figura 4.10 – Tipos de amarração. [6]

4.4.3.5.1 Comprimento de Amarração Equivalente

Segundo o ponto 8.4.4 (2) pode-se simplificar os comprimentos de amarração representados na Figura 4.10, recorrendo ao cálculo de um comprimento de amarração equivalente, $l_{b,eq}$.

$$l_{b,eq} = \alpha_1 \times l_{b,rqd} \quad \text{para varões} \quad (4.10)$$

$$l_{b,eq} = \alpha_4 \times l_{b,rqd} \quad \text{para redes eletrossoldadas} \quad (4.11)$$

Sendo que:

- α_1 e α_4 definidos no ponto 8.4.4(1) e os seus valores indicados no Quadro 8.2 do EC2;
- $l_{b,rqd}$ é o comprimento de amarração de referência, dado pela expressão $l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \times \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$

O próximo quadro resume os valores arredondados de $l_{b,eq}$ para varões, para diferentes classes de betão, tipo de aço e condições de aderência, admitindo $\alpha_1 = 1,0$ e que a armadura está sujeita à tração máxima.

Tabela 4.5 - Valores do comprimento de amarração equivalente, $l_{b,eq}$. [6]

f_{yk} [MPa]	(*)	f_{ck} [MPa]								
		12	16	20	25	30	35	40	45	50
400	A	55Ø	45Ø	35Ø	30Ø	30Ø	25Ø	25Ø	20Ø	20Ø
	B	75Ø	60Ø	55Ø	45Ø	40Ø	35Ø	35Ø	30Ø	30Ø
500	A	65Ø	55Ø	45Ø	40Ø	35Ø	30Ø	30Ø	25Ø	25Ø
	B	95Ø	80Ø	65Ø	60Ø	50Ø	45Ø	40Ø	40Ø	35Ø
600	A	80Ø	65Ø	55Ø	50Ø	45Ø	40Ø	35Ø	35Ø	30Ø
	B	115Ø	95Ø	80Ø	70Ø	60Ø	55Ø	50Ø	45Ø	45Ø

(*) A – Condições de boa aderência; B – Condições de fraca aderência.

Para amarrações curvas em tração estes valores podem ser multiplicados por $\alpha_1 = 0.7$

A empresa Steelgreen S.A. considera sempre por defeito, caso não seja estabelecido pelo projetista, um comprimento de amarração de 50Ø para aço A500.

4.4.3.5.2 Amarração de Agrupamentos de Varões

O ponto 8.9.2 do EC2 estipula algumas regras para a amarração de agrupamentos de varões. Os agrupamentos de varões tracionados poderão ser interrompidos nos apoios de extremidade e intermédios. Os agrupamentos com diâmetro equivalente $\phi_n < 32mm$ poderão ser interrompidos junto de um apoio sem necessidade de desfasar a interrupção de varões. Os agrupamentos com um diâmetro equivalente $\phi_n \geq 32mm$, amarrados junto de um apoio, deverão ter uma interrupção de varões desfasada na direção longitudinal.

Quando os varões individuais têm amarrações desfasadas de uma distância superior a $1,3 l_{b,rqd}$ (em $l_{b,rqd}$ que é determinado em função do diâmetro do varão), o diâmetro do varão poderá ser utilizado na determinação de l_{bd} . Caso contrário, deverá ser utilizado o diâmetro equivalente do agrupamento, ϕ_n .

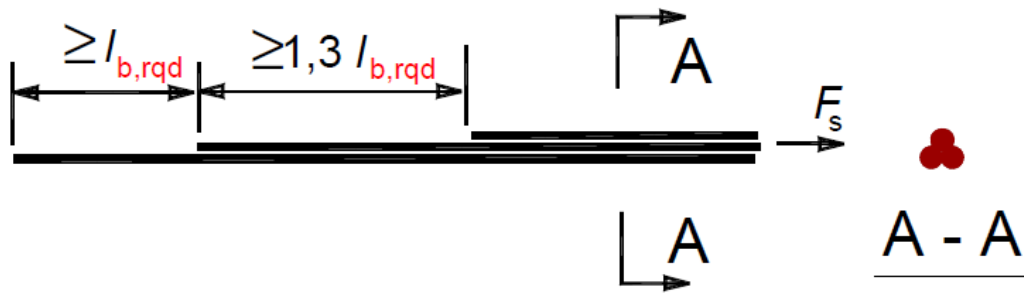


Figura 4.11 – Amarração dos varões de um agrupamento com interrupções desfasadas. [5]

Para agrupamentos com diâmetro equivalente $\phi_n \geq 32mm$, deve-se utilizar pelo menos quatro cintas com um diâmetro $\geq 12mm$ nas extremidades do agrupamento. Além disso, deve-se utilizar uma cinta adicional imediatamente a seguir à secção de interrupção do varão.

O próximo quadro resume as regras referidas anteriormente para a interrupção nos apoios de agrupamentos de varões.

Tabela 4.6 – Regras no caso de interrupção nos apoios de agrupamentos de varões. [6]

Esforço no agrupamento	Diâmetro do agrupamento	Desfasamento	Diâmetro a usar no cálculo de l_{bd}	Cintagem
Tração	$\phi_n < 32mm$	Sem necessidade	ϕ_n	-
	$\phi_n \geq 32mm$	Desfasar conforme Figura 4.11	ϕ	-

Esforço no agrupamento	Diâmetro do agrupamento	Desfasamento	Diâmetro a usar no cálculo de l_{bd}	Cintagem
Compressão	$\phi_n < 32mm$	Sem necessidade	ϕ_n	-
	$\phi_n \geq 32mm$			Dispor 4+1 cintas $\phi \geq 12mm$ na extremidade do agrupamento

4.4.3.6 Sobreposições

A transmissão dos esforços de um varão para outro é realizada por:

- Sobreposição de varões, com ou sem cotovelos ou ganchos;
- Soldadura;
- Dispositivos mecânicos que asseguram simultaneamente a transferência dos esforços de tração e de compressão ou apenas de compressão.

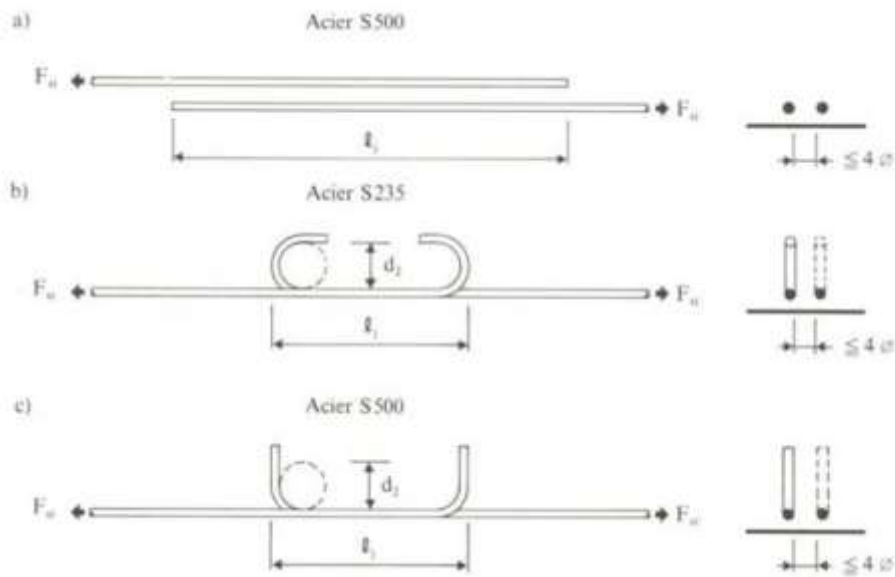


Figura 4.12 – Sobreposição de varões por alinhamento reto (a), gancho (b) e cotovelo (c). [6]

As sobreposições de varões, segundo o ponto 8.7.2 do EC2, devem:

- Assegurar a transmissão de esforços de um varão para outro;
- Evitar o destacamento do betão na vizinhança das emendas;
- Evitar a ocorrência de fendas largas que prejudiquem o desempenho da estrutura.

Em regra, as sobreposições deverão ser desfasadas e não ficar localizadas em zonas de momentos/esforços elevados e devem ser expostas de maneira simétrica na secção.

Conforme representado na Figura 4.13, a disposição de varões sobrepostos deverá cumprir os seguintes requisitos:

- A distância livre entre as emendas de varões não deverá ser superior a 4ϕ ou 50 mm, caso contrário o comprimento de sobreposição deverá ser aumentado de um comprimento igual à distância livre entre varões;
- A distância na direção longitudinal entre duas sobreposições adjacentes não deverá ser inferior a 0,3 vezes o comprimento de sobreposição, l_0 ;

- No caso de sobreposições adjacentes, a distância livre entre varões adjacentes não deve ser inferior a 2ϕ ou 20 mm.

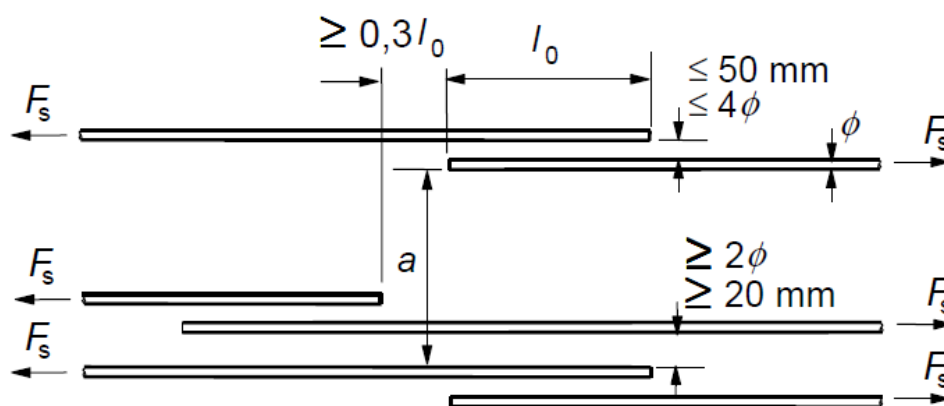


Figura 4.13 – Sobreposições adjacentes. [5]

Nas condições expostas, a percentagem admissível de varões tracionados sobrepostos numa mesma secção poderá ser de 100%, desde que todos os varões estejam dispostos numa mesma camada. No caso de os varões estarem dispostos em várias camadas, aquela percentagem deverá ser reduzida de 50%. Todos os varões comprimidos e as armaduras secundárias (de distribuição) poderão ser sobrepostos numa única secção.

Tabela 4.7 - Percentagem admissível de varões sobrepostos na mesma secção. [6]

Armaduras		Disposição dos varões	% admissível de varões sobrepostos
Armaduras principais	Varões tracionados	Numa só camada	100%
		Em várias camadas	50%
	Varões comprimidos	Sem limitação	100%
Armaduras secundárias		Sem limitação	100%

4.4.3.6.1 Comprimento de Sobreposição

O comprimento de sobreposição é obtido pela expressão:

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad (4.12)$$

Em que os parâmetros $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$ estão definidos no Quadro 8.2 do EC2, $l_{b,rqd}$ têm o significado referido anteriormente e $l_{0,min}$ é dado pela expressão:

$$l_{0,min} \geq \max\{0.3 \alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200mm\} \quad (4.13)$$

E α_6 é dado por:

$$\alpha_6 = \sqrt{\frac{\rho_1}{25}} \quad (4.14)$$

Com,

$$1,0 \leq \alpha_6 \leq 1,5 \quad (4.15)$$

Sendo ρ_1 a percentagem de varões emendados a uma distância inferior a $0.65l_0$ da secção média de sobreposição considerada.

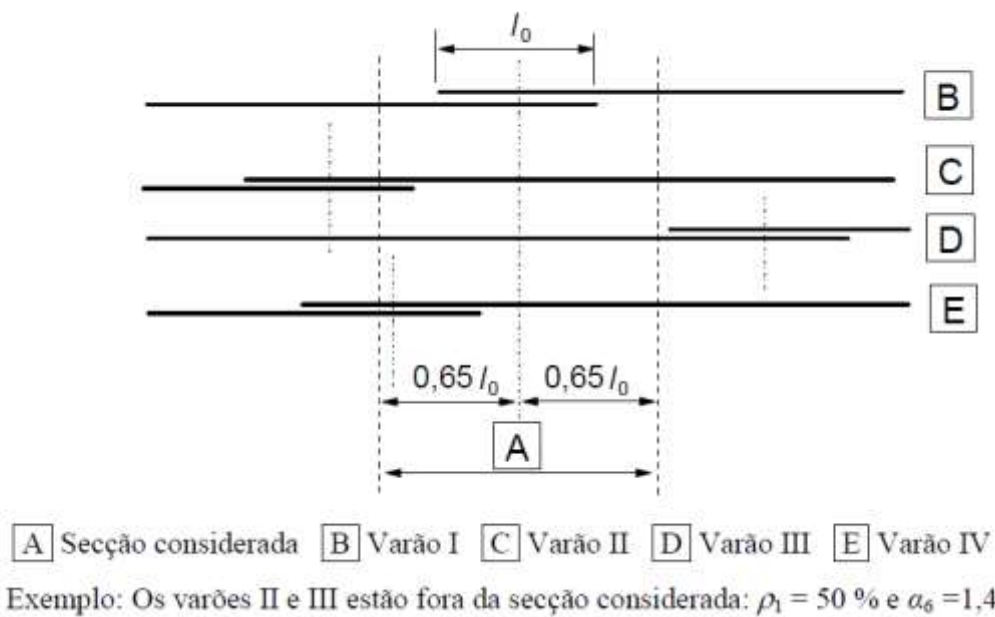


Figura 4.14 – Percentagem de sobreposições a considerar numa secção de sobreposições. [5]

Tabela 4.8 - Valores do coeficiente α_6 . [6]

Percentagem de varões sobrepostos em relação à área total da secção transversal	< 25 %	33 %	50 %	>50 %
α_6	1	1,15	1,4	1,5

NOTA: Valores intermédios poderão ser obtidos por interpolação.

A expressão pode ser simplificada tendo em conta que $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$ assumem valores unitários:

$$l_0 = \alpha_6 \times l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad (4.16)$$

O valor obtido deverá ser multiplicado por 0,7 no caso de sobreposições curvas em tração.

4.4.4 Decreto-Lei nº301/2007, de 23 de Agosto

O Decreto-Lei nº301/2007 de 23 de Agosto refere-se às condições para aceitação em obra de armaduras para betão, à sua colocação e disposições relativas à execução de estruturas de betão.

O Decreto-lei em estudo estabelece no Artigo.º6 que a aceitação das armaduras em obra depende dos requisitos estabelecidos na NP EN 13670, nomeadamente nos ensaios de receção e das disposições construtivas.

4.4.5 Decreto-Lei nº390/2007, de 10 de Dezembro

O Decreto-Lei estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado ou importação de aço para utilização em armaduras para betão armado.

Segundo o Artigo.º4 do Decreto-Lei referido, para que o aço seja comercializado com a finalidade de ser aplicado em betão armado, deve ser certificado por organismos acreditados.

O Artigo.º5 refere que a certificação mencionada no Artigo.º4 deve assegurar a conformidade do aço com as normas ou especificações técnicas portuguesas aplicáveis, assim como com as normas ou especificações técnicas equivalentes de outro Estado membro da União Europeia.

4.4.6 Decreto-lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro

O Decreto-Lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro estabelece as condições a que deve obedecer a colocação no mercado de aço de pré-esforço.

O Artigo 4.º estabelece que o aço só pode ser colocado no mercado após de ter sido certificado por organismo acreditado pela entidade competente no domínio da acreditação, em conformidade com as metodologias do Sistema Português da Qualidade.

O Artigo 5.º estabelece que para o aço ser aplicado deve estar em conformidade com as normas ou especificações técnicas portuguesas aplicáveis ou com normas europeias ou normas ou especificações técnicas equivalentes de outro Estado membro da União Europeia, da Turquia ou de um Estado subscritor do Acordo sobre o Espaço Económico Europeu. Ainda refere que a recolha de amostras e a realização de ensaios de controlo externo, bem como a elaboração dos relatórios de apreciação dos resultados dos ensaios deve ser efetuada por entidades devidamente credenciadas para o efeito no âmbito do Sistema Português de Qualidade.

É indicado ainda que os relatórios e certificados de conformidade devem ser reconhecidos e aceites caso cumpram o estipulado no n.º2 do artigo 9.º do DL n.º113/93, de 10 de Abril que diz que estes são conformes caso obtenham resultados satisfatórios em ensaios realizados por entidades reconhecidas pelo Estado membro de que fazem parte, desde que executados de acordo com os métodos em vigor em Portugal, ou considerados equivalentes pelo Instituto Português da Qualidade.

O Artigo 6.º delega que a fiscalização deve ficar a cargo da Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE).

4.4.7 Especificações do LNEC

À luz do EC2 as armaduras para betão armado a utilizar em Portugal deverão ser das classes de resistência (f_{yk} ou $f_{0,2k}$) 400 e 500. As armaduras deverão satisfazer o disposto nas Especificações LNEC aplicáveis que são as seguintes:

- E449 – 2010 – Varões de aço A400 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;

- E450 – 2010 – Varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
- E455 – 2010 – Varões de aço A400 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
- E456 – 2011 – Varões de aço A500 ER para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
- E460 – 2010 – Varões de aço de A500 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.

As especificações LNEC para diferentes tipos de aço são semelhantes em estrutura e conteúdo, variando apenas nos valores relativos às diversas características analisadas no documento e pontos específicos que se referem seguidamente.

As especificações enunciadas anteriormente, abordam os seguintes pontos:

- Processo de fabrico;
- Dimensões e tolerâncias;
- Composição química;
- Características mecânicas e tecnológicas;
- Geometria das nervuras;
- Ensaio;
- Marcas de identificação;
- Controlo da produção.

Quanto ao processo de fabrico é indicado que os varões podem ser produzidos por laminagem a quente a partir de lingotes, ou por vazamento contínuo por três processos diferentes: laminagem a quente sem qualquer processamento posterior, por laminagem a quente e tratamento térmico

superficial através de água na linha de fabrico (por exemplo o processo *Tempcore*) e por laminagem a quente com posterior deformação a frio com diminuição da secção inferior a 10%.

Este último processo de obtenção dos varões por deformação não pode ser aplicado a aços considerados de ductilidade especial (E455 e E460).

O LNEC, tal como o EC2, refere que a produção de varões através da relaminagem de produtos acabados é proibida.

Relativamente ao endireitamento do aço em bobine, ressalva que é necessário a adoção de cuidados especiais, tendo em conta que este processo pode alterar ligeiramente algumas características mecânicas e geométricas dos varões endireitados, devendo estes cumprir as exigências da Especificação aplicável.

As características mecânicas com mais importância são:

- Tensão de rotura, R_m ;
- Tensão de cedência (tensão de cedência superior ou tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,2%), R_e ;
- Relação entre os valores da tensão de rotura e da tensão de cedência (R_m/R_e) obtidos em cada ensaio;
- Relação entre os valores da tensão de cedência obtidos em cada ensaio (MPa) e o valor especificado para o valor característico da tensão de cedência, $R_e/500$ ou $R_e/400$, de acordo com o tipo de aço;
- Extensão total na força máxima, A_{gt} ;
- Aptidão à dobragem.

As características referidas anteriormente são obtidas com recurso a ensaios de tração, exceto a aptidão à dobragem, sendo esta obtida através de ensaios de dobragem simples ou dobragem-desdobragem.

As características mecânicas obtidas no ensaio de tração para os varões considerados de ductilidade especial devem satisfazer os valores apresentados no Quadro 3 da respetiva Especificação.

Tabela 4.9 - Quadro resumo das exigências relativas aos ensaios de tração. [8] [9] [10] [11] [12]

Tipo de Aço	Especificação	$R_e^{(1)}$ (MPa)	$R_m^{(1)}$ (MPa)	$A_{gt}^{(2)}$	$R_m/R_e^{(2)}$	$R_m/R_e^{(3)}$	$R_e/400^{(3)}$	$R_e/500^{(3)}$
A400 NR	E449	400	460	5	1,08	-	-	-
A400 NR SD	E455	400	-	8	1,15	1,35	1,20	-
A500 NR	E450	500	550	5	1,08	-	-	-
A500 NR SD	E460	500	-	8	1,15	1,35	-	1,20
A500 ER	E456	500	550	2,5	1,05	-	-	-

(1) Valor característico mínimo referente ao quantilho de 5%

(2) Valor característico mínimo referente ao quantilho de 10%

(3) Valor característico máximo referente ao quantilho de 90%

Pode-se verificar pelos valores da Tabela 4.9 que os aços com ductilidade especial apresentam propriedades de resistência à fadiga e à rotura mais exigentes.

Os varões nervurados apresentam um perfil com duas séries de nervuras transversais, podendo existir um perfil com duas nervuras longitudinais diametralmente opostas.

À luz do LNEC, o código de identificação dos varões consiste no engrossamento ou omissão de nervuras transversais numa das séries de nervuras do varão, efetuado durante a laminagem, e que se repete uniformemente ao longo do seu comprimento.

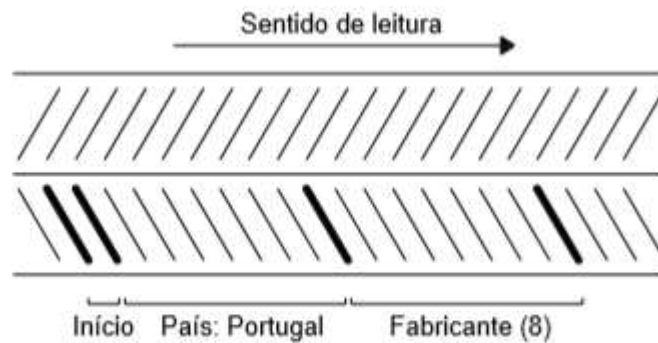


Figura 4.15 - Exemplo de código de marcas de identificação de varões. [13]

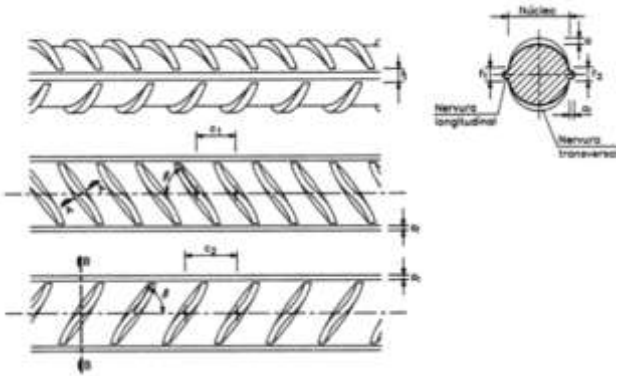
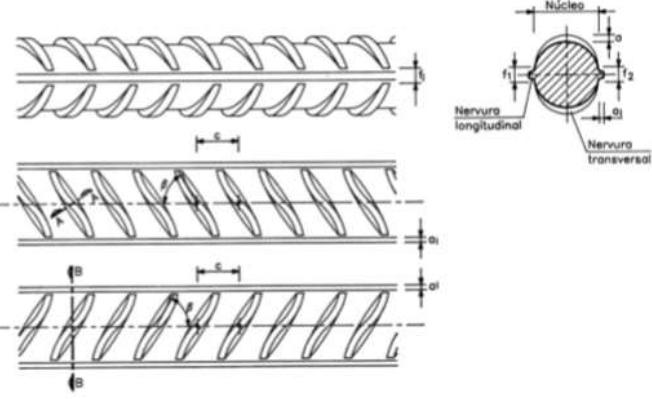
O LNEC refere que o início da identificação e o sentido de leitura é assinalado por uma ou duas nervuras normais (consoante o tipo de aço) entre duas engrossadas (ou omitidas) que se situará à esquerda do observador. A partir da segunda nervura engrossada (ou omitida) há um intervalo com um determinado número de nervuras normais que identifica o país e engrossa-se (ou omite-se) a nervura seguinte. A identificação de Portugal é feita através de um intervalo de sete nervuras normais. A seguir aparece a identificação do fabricante através de uma ou duas séries de nervuras normais entre uma ou duas nervuras engrossadas (ou omitida), respetivamente.

Tabela 4.10 - Códigos dos países através do número de nervuras. [13]

Países	Nº de nervuras
Áustria, Alemanha, Polónia, Republica Checa e Eslováquia	1
Bélgica, Holanda, Luxemburgo e Suíça	2
França e Hungria	3
Itália, Malta e Eslovénia	4
Reino Unido, Irlanda e Islândia	5
Dinamarca, Estónia, Finlândia, Letónia, Lituânia, Noruega e Suécia	6
Espanha e Portugal	7
Chipre e Grécia	8
Outros Países	9

Relativamente ao tipo de nervuras, o LNEC refere que o tipo e a disposição das nervuras transversais dos varões permitem identificar o tipo de armadura: A400 NR, A400 NR de Ductilidade Especial, A500 NR, A500 NR de Ductilidade Especial e A500 ER. Na Tabela 4.11 estão representados os cinco tipos de perfis nervurados que constam dos vários Documentos de Classificação. Os varões poderão apresentar outro tipo de perfil, desde que seja semelhante ao representado nas figuras seguintes, permitindo uma identificação inequívoca do tipo de armadura. Em zonas delimitadas dos varões poderá ser admitida uma alteração local da morfologia das nervuras. Esta alteração pode corresponder à introdução de uma sigla em relevo, em que ocorra a substituição das nervuras. No entanto, está excluída a possibilidade de introdução de um tipo alternativo de marcação.

Tabela 4.11 - Marcas de identificação dos vários tipos de varões. [8] [9] [10] [11] [12]

A400 NR	
	<p><u>E449:2010</u></p> <p>Duas séries de nervuras transversais com diferentes afastamentos nos dois lados do varão. Na mesma série as nervuras tem a mesma inclinação.</p>
A400 NR SD	
	<p><u>E455:2010</u></p> <p>Duas séries de nervuras transversais com afastamentos iguais e a mesma inclinação nos dois lados.</p>

A500 NR	
	<p><u>E450:2010</u></p> <p>Duas séries de nervuras transversais com a mesma inclinação e afastamento. A outra série contém duas subséries de nervuras com o mesmo afastamento mas de inclinações diferentes.</p>
A500 NR SD	
	<p><u>E460:2010</u></p> <p>Duas séries semelhantes de nervuras transversais, cada uma constituída por duas subséries de inclinações diferentes e uniformemente espaçadas.</p>
A500 ER	
<p style="font-size: small;">Fig. 6 – Perfil nervurado dos varões do tipo A500 ER</p>	<p><u>E456:2011</u></p> <p>Três séries de nervuras transversais.</p>

A altura mínima das nervuras é igual em todas a especificações e varia com o aumento do diâmetro da secção transversal do varão, especificados estes valores no Quadro 4 das Especificações do LNEC.

Tabela 4.12 - Altura Mínima das Nervuras Transversais. [8] [9] [10] [11] [12]

Diâmetro nominal (mm)	Altura mínima das nervuras transversais (mm)
6	0,39
8	0,52
10	0,65
12	0,78
16	1,04
20	1,30
25	1,63
32	2,08
40	2,60

Os afastamentos das nervuras transversais dos varões nas duas séries estão especificados no Quadro 5 de cada especificação. A Especificação E449 estabelece valores diferentes para o espaçamento das nervuras pois, como se pode observar na Tabela 4.11 deste documento, os varões do aço A500 ER são os únicos que apresentam diferentes espaçamentos para as duas séries de nervuras transversais. As tabelas que se seguem, Tabela 4.13 e Tabela 4.14, apresentam os valores que as Especificações impõem.

Tabela 4.13 - Afastamento das nervuras transversais. [8] [9] [10] [11] [12]

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento das nervuras transversais (mm)	Tolerâncias (%)
6	5	±20
8	5,7	

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento das nervuras transversais (mm)	Tolerâncias (%)
10	6,5	±15
12	7,2	
16	9,6	
20	12	
25	15	
32	19,2	
40	24	

Tabela 4.14 - Afastamento das nervuras transversais. [8]

Diâmetro nominal (mm)	Afastamento das nervuras transversais c_1 (mm)	Afastamento das nervuras transversais c_2 (mm)	Tolerâncias (%)
6	4,2	5,8	±20
8	4,8	6,6	
10	5,5	7,5	±15
12	6,1	8,3	
14	7,1	9,7	
16	8,2	11	
20	10,2	13,8	
25	12,7	17,3	
32	16,3	22,1	
40	20,4	27,6	

A inclinação das nervuras transversais é outra característica que permite a identificação do varão, estando as respectivas margens de erro apresentadas nas Especificações do LNEC, variando entre 35° e 75° conforme o tipo de varão.

Ainda é controlada a inclinação dos flancos das próprias nervuras, sendo o mínimo de 45°.

Existem ainda mais três requisitos geométricos que os varões e as nervuras transversais têm que cumprir, nomeadamente:

- Altura das nervuras não pode exceder $0,15\phi$;
- O perímetro das nervuras transversais não pode ser superior a 20% do perímetro do varão calculado a partir do valor do diâmetro nominal;
- A área relativa das nervuras, sendo esta a relação entre a área da secção que corresponde às nervuras e a área da secção calculada pelo diâmetro nominal do varão, não pode ser inferior aos valores que constam no Quadro 6 de cada Especificação do LNEC, apresentados na próxima tabela deste documento, Tabela 4.15.

Tabela 4.15 - Área relativa das nervuras transversais. [8] [9] [10] [12]

Diâmetro nominal (mm)	Área Relativa das nervuras transversais (mm)
6	0,039
8	0,045
10	0,052
12	0,056
16	0,056
20	0,056
25	0,056
32	0,056
40	0,056

4.4.8 Documentos de Classificação do LNEC

Como referido anteriormente, o aço para ser comercializado com o intuito de ser utilizado em betão armado deve cumprir as especificações emitidas pelo LNEC. Caso o aço não se insira nos tipos previstos, necessita de uma ficha de homologação a executar pelo LNEC na qual são descritas as suas características.

Estes documentos de classificação resultam de ensaios de caracterização executados pelo LNEC, e que deverão ser repetidos periodicamente de modo a garantir que o produto produzido está em conformidade com a classificação a que foi sujeito.

Estes documentos são constituídos apenas por três pontos:

- Objeto

Neste ponto declara-se que o aço está apto a ser aplicado como armadura ordinária em estruturas de betão armado e pré-esforçado, de acordo com a regulamentação em vigor.

- Caracterização

Indica-se o processo de fabrico utilizado na produção do varão, seguindo-se a descrição das marcas de identificação presentes no mesmo e que permitem a sua identificação de entre todos os outros varões comercializados. Estes deverão apresentar afastamentos e inclinações de acordo com a Especificação LNEC para o tipo de aço correspondente, sendo ainda necessário que estas marcas permitam a identificação da origem e do fabricante do varão.

É apresentada uma tabela com as propriedades geométricas e o peso nominal dos diversos diâmetros que estes varões podem apresentar. Especifica também as características mecânicas que devem cumprir, de acordo com a Especificação do LNEC.

Ainda neste ponto, apresenta-se a identificação de origem e do fabricante recorrendo a um código anteriormente referido e ilustrado na Figura 4.15 deste documento.

- Classificação

Neste último ponto do documento do LNEC é estabelecida a classificação do aço para efeitos de aplicação de legislação.

5 TRABALHO REALIZADO

As atividades realizadas ao longo dos seis meses de estágio foram atribuídas consoante as necessidades da empresa. Como referido anteriormente, as funções desempenhadas decorreram no departamento de produção, tendo sido desenvolvidas as seguintes competências:

- Análise de projeto;
- Preparação do aço;
- Introdução das peças preparadas no *Software Minichorus*.

A Steelgreen S.A. detinha à data do estágio uma quantidade avultada de encomendas de preparação, corte e moldagem de armaduras para fundações de aerogeradores. Como tal, solicitaram a colaboração na execução da preparação deste tipo de fundações para os seguintes Parques Eólicos:

- Parque Eólico Guerreiros;
- Parque Eólico Serra das Meadas;
- Parque Eólico Pico Vale do Chão.

As fundações dos aerogeradores das obras acima mencionadas são todas semelhantes, pelo que, neste documento será somente abordado pormenorizadamente o trabalho desenvolvido para uma das fundações.

Posteriormente foi também possível colaborar na preparação das armaduras do encontro esquerdo de um dos tabuleiros que permite acesso ao Túnel do Marão.

O terceiro trabalho que será descrito no presente capítulo refere-se à preparação realizada para o reforço das fundações da loja da Decathlon de Setúbal.

5.1 PARQUE EÓLICO DA SERRA DAS MEADAS

Neste subcapítulo será abordado a preparação das armaduras para fundações dos aerogeradores do Parque Eólico Serra Das Meadas. Mais especificamente, serão descritos os trabalhos referentes à fundação do Aerogerador AG1 do Parque Eólico de São Cristóvão, que se localiza na freguesia da Magueija, concelho de Lamego, no distrito de Viseu, como está identificado na Figura 5.1.

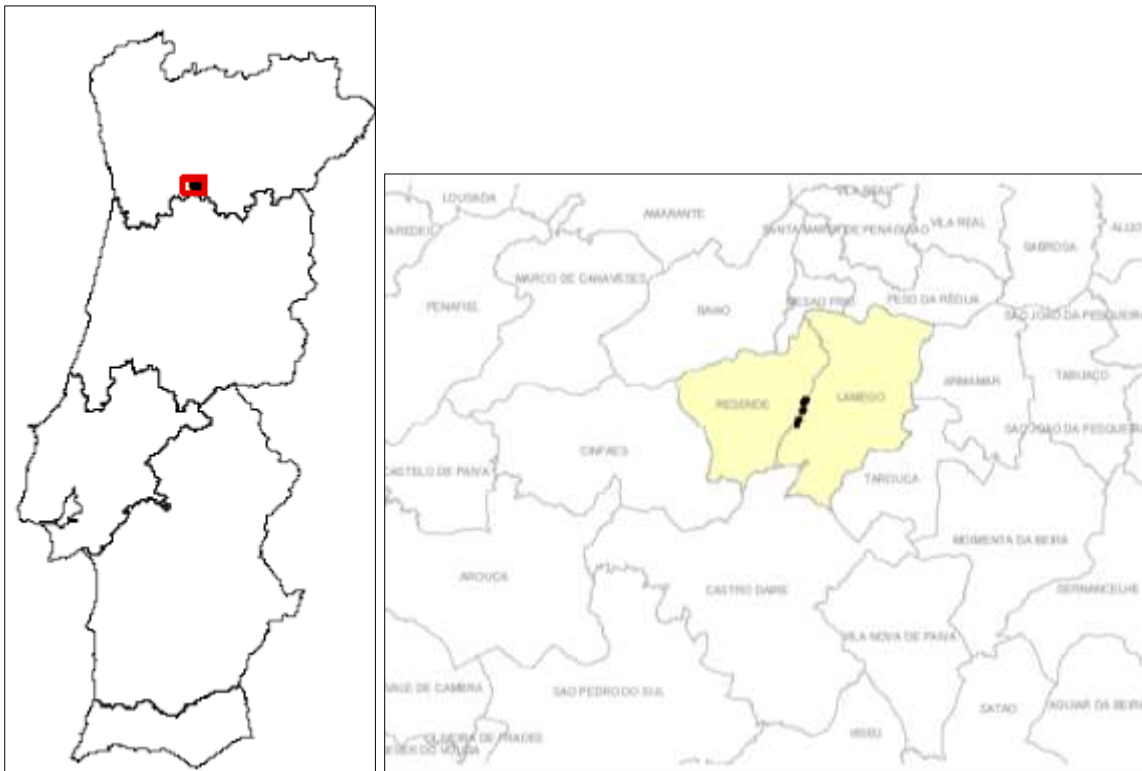


Figura 5.1- Enquadramento Geográfico. [20]

Trata-se de uma fundação direta materializada por uma sapata circular em betão armado com 16 m de diâmetro e altura variável de 1 m no bordo a 2.1 m na zona central. No centro da sapata, eleva-se um plinto com 0.57 m de altura e com um diâmetro de 5.3 m, como ilustra a Figura 5.2.

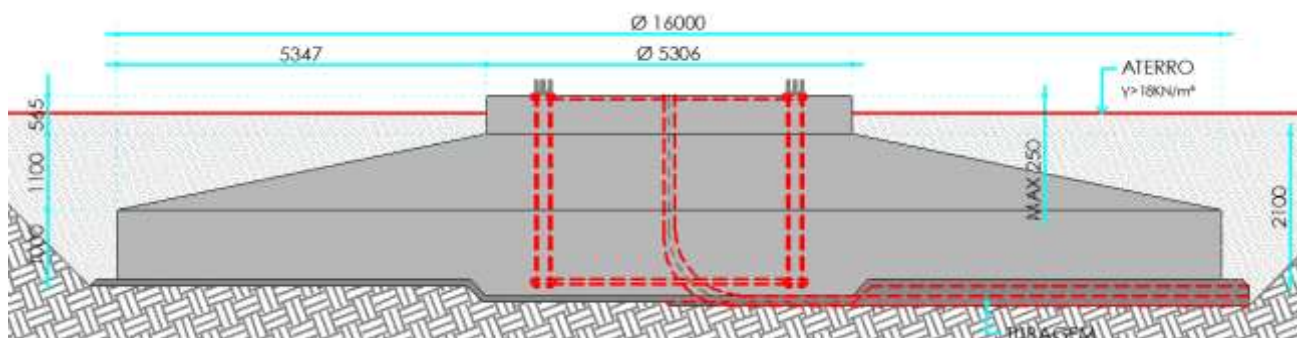


Figura 5.2 – Alçado da fundação. [20]

Todas as peças escritas e desenhadas foram disponibilizadas pelo cliente, tendo sido pormenorizadamente analisadas para apurar as informações necessárias à preparação das armaduras.

No Anexo V serão apresentadas todas as peças desenhadas que resultaram da preparação das armaduras no entanto, para que seja de fácil compreensão o tema abordado neste subcapítulo, a Figura 5.3 e Figura 5.4 ilustram as armaduras principais da fundação.

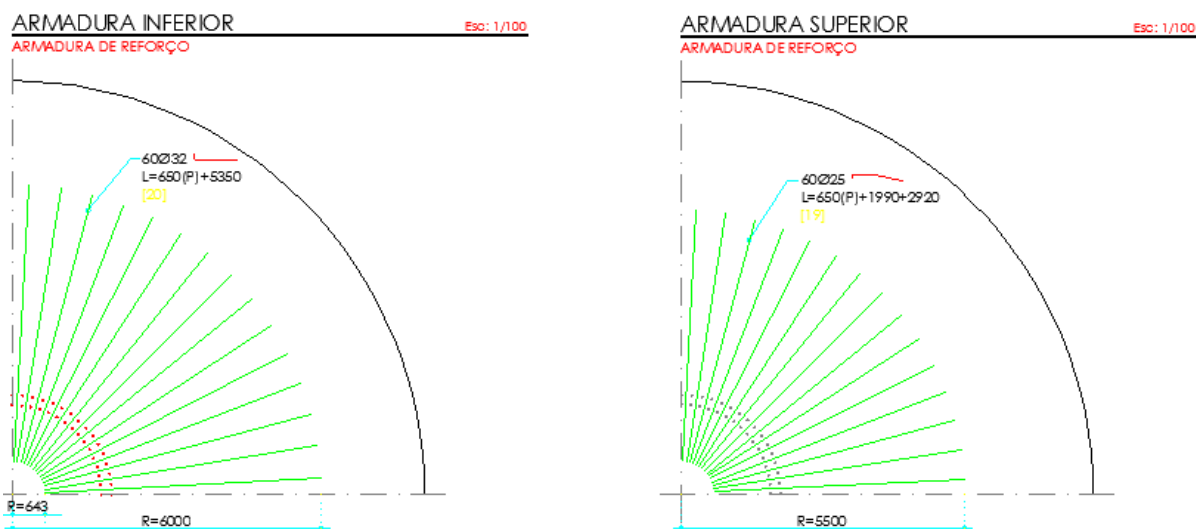


Figura 5.3 – Armadura superior e inferior de reforço. [20]

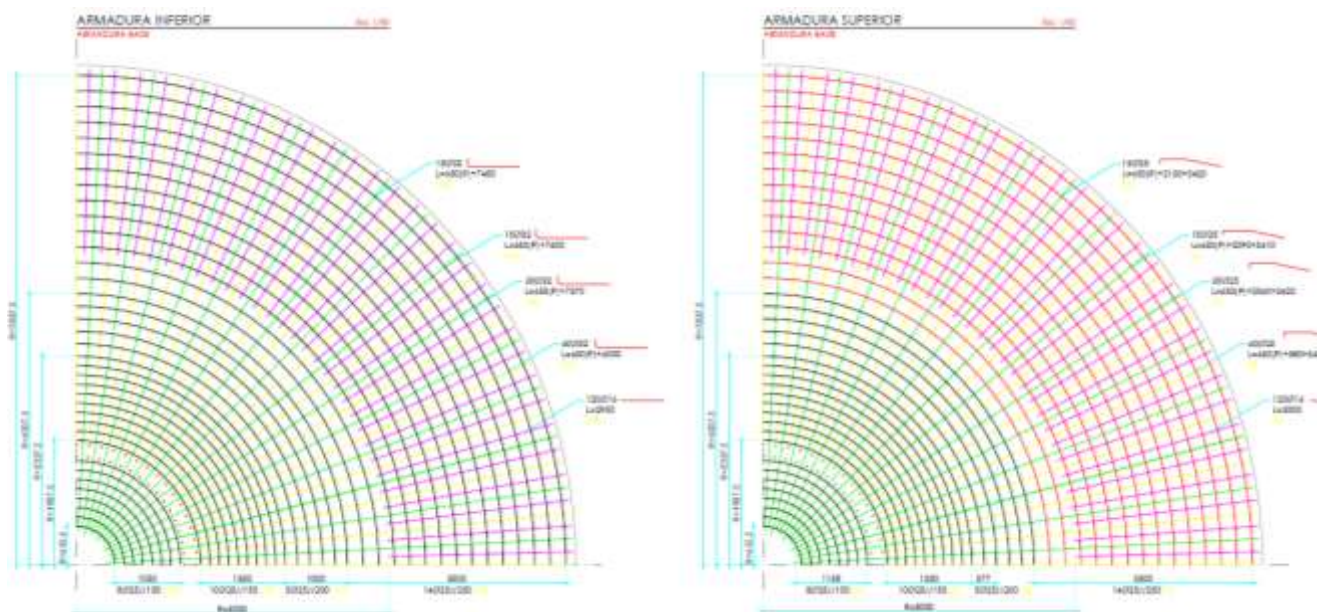


Figura 5.4 – Armadura superior e inferior principal. [20]

A preparação deve cumprir os requisitos estabelecidos pela NP EN 1992-1-1 (EC2), como referido no ponto 4.4.3 deste documento. No projeto estavam estipulados todos os parâmetros necessários para se proceder à preparação das armaduras, estando estes em conformidade com a norma referida. Na Tabela 5.1 estão expostos os valores definidos pelo projetista e que foram assumidos para a execução da preparação de armaduras.

Tabela 5.1 – Disposições construtivas das armaduras.

Comprimento de Amarração (L_b)	$37 \times \varnothing$ - Armaduras inferiores
	$52 \times \varnothing$ - Armaduras superiores
Comprimento de Sobreposição (L_s)	$1.4 \times L_b$ – Em cada secção não se poderão sobrepor mais de 50% de varões.
Diâmetro Mínimo de Dobragem	$4 \times \varnothing$ - Para varões de diâmetro igual ou inferior a 16 mm
	$7 \times \varnothing$ - Para varões de diâmetro superior a 16 mm

Quanto ao recobrimento nominal, o projeto estabelecia que deveria ser considerado 6 cm tanto para a sapata como para o pedestal.

Esta obra chegou à Steelgreen S.A. já com a preparação de algumas das armaduras realizada pelo cliente. Foi necessário estudar o projeto para completar a preparação das restantes armaduras e posteriormente executar todas as tabelas de preparação conforme se exemplifica na Tabela 5.3 e introdução no *Software Minichorus*. No Anexo VI serão apresentadas a título de exemplo a preparação da armadura radial superior e da armadura vertical.

Quando o Diretor do Departamento de Produção delegou esta tarefa, alertou para os seguintes condicionalismos:

- As dimensões máximas do transporte de armaduras seriam 12 m de comprimento e 2,40 m de largura;
- A necessidade de rentabilizar os varões de aço com 12 m de comprimento.

Durante a preparação das armaduras superior e inferior circulares (referidas como cintas nas tabelas de preparação) foi possível constatar que aquelas não poderiam constituir uma única peça, sendo necessário dividir e contabilizar os respetivos empalmes, para que a flecha dos arcos não excedesse a largura do camião. Para tal, foi necessário calcular o perímetro para cada armadura circular e contabilizar os empalmes, de modo a possibilitar a obtenção de uma estimativa do número de peças que seriam necessárias. Na Tabela 5.2 encontra-se exposto o raciocínio adotado. Por exemplo, para a 1ª cinta da posição 1 foram necessárias 4,647 peças, ou seja, aproximadamente 5 peças, tendo-se considerado 4 peças com 12 m de desenvolvimento e uma peça de fecho com 7,76 m.

Tabela 5.2 – Cintas da armadura superior constituídas por 5 peças.

	Posições				
	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
Raio (m)	7,840	7,578	7,328	7,078	6,828
Diâmetro (mm)	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Empalme (52*Ø) m	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Perímetro circunferência (m)	49,260	47,611	46,040	44,469	42,898
Perímetro circunferência com empalmes (m)	55,760	54,111	52,540	50,969	49,398
Nº peças	4,647	4,509	4,378	4,247	4,117
Peça de fecho (m)	7,760	6,111	4,540	2,969	1,398

Depois desta estimativa feita, recorreu-se ao *Autocad* para proceder ao desenho das armaduras circulares de modo a verificar a flecha, como ilustra a Figura 5.5.

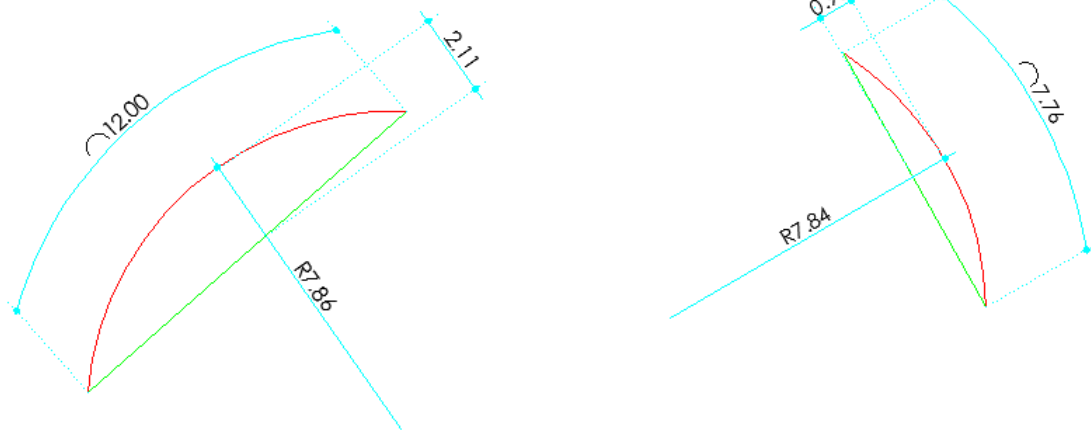


Figura 5.5 – Representação da 1ª cinta da posição 1 da armadura superior.

Tabela 5.3 - Preparação das cintas da armadura inferior.


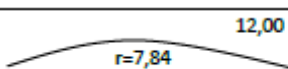
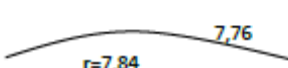
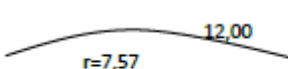
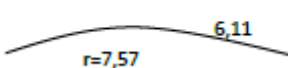
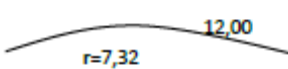
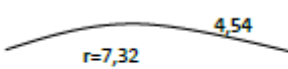
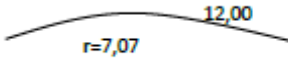

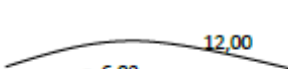
		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS					Ordem: Data: 23-abr-15	
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico da São Cristóvão Elemento: AG1						
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
1.1	1ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 	
1.2	1ªCinta da Pos. 1	25	1	7,76	3,85	29,9	nota: 	
1.3	2ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 	
1.4	2ªCinta da Pos. 1	25	1	6,11	3,85	23,5	nota: 	
1.5	3ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 	
1.6	3ªCinta da Pos. 1	25	1	4,54	3,85	17,5	nota: 	
1.7	4ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota: 	
1.8	4ªCinta da Pos. 1	25	1	2,97	3,85	11,4	nota: 	
1.9	5ªCinta da Pos. 1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota: 	

Tabela 5.4 – Quantidade de aço cortada e moldada.

Diâmetro	Peso (Kg)
Ø10	217,5
Ø12	1463,6
Ø16	3040,7
Ø20	1745,8
Ø25	14634,7
Ø32	8671
Total (Kg)	29773,3

5.2 ENCONTRO ESQUERDO DO ACESSO AO TÚNEL DO MARÃO

Neste subcapítulo o tema abordado será a preparação das armaduras do Projeto de Execução da Passagem Superior do Sublanço do Túnel do Marão/ Nó da Parada de Cunhos, designada por PS9. Foi solicitada a preparação das armaduras do Encontro Esquerdo, localizado no Km=0+086.690.

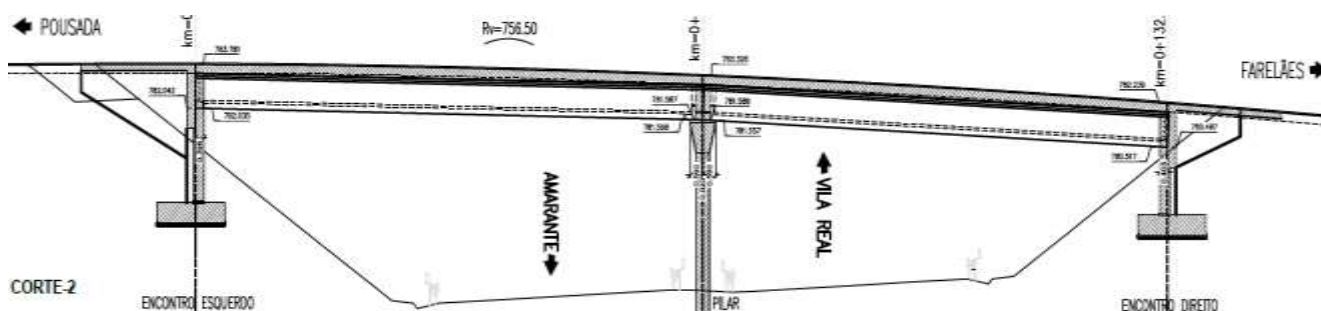


Figura 5.7 – Corte longitudinal da Passagem Superior (PS9). [20]

5.2.1 Preparação das armaduras

O cliente disponibilizou as peças desenhadas que permitiram perceber o funcionamento da obra de arte e serviram de base à preparação das armaduras que serão apresentadas no Anexo VII.

A configuração do Encontro Esquerdo da PS9 encontra-se ilustrada na Figura 5.8 e na Figura 5.9. A fundação superficial do elemento possui uma geometria regular, com 3,20 m de largura, 7,40 m de comprimento e 0,80 m de altura, que dá apoio a uma parede com secção variável. O Encontro ainda exhibe duas asas, com secção variável, que servem de apoio à laje de transição.

Tabela 5.5 – Disposições construtivas do Encontro Esquerdo da PS9.

Comprimento de Amarração (L_b)	$50 \times \varnothing$ - Armadura superior e inferior.
Comprimento de Sobreposição (L_s)	$1,5 \times L_b$ – Em cada secção não se poderão sobrepor mais de 50% de varões.
Diâmetro Mínimo de Dobragem	$4 \times \varnothing$ - Para varões de diâmetro igual ou inferior a 16 mm
	$7 \times \varnothing$ - Para varões de diâmetro superior a 16 mm
Recobrimento Nominal	5 cm

O faseamento construtivo não foi descurado na preparação das armaduras, tendo sido consideradas três fases de betonagem:

- 1ª Fase – betonagem da fundação superficial;
- 2ª Fase – betonagem até ao nível da asa;
- 3ª Fase – betonagem ao nível da laje de transição.

As fases de betonagem referidas anteriormente, identificadas na Figura 5.10, condicionaram a preparação da armadura vertical.

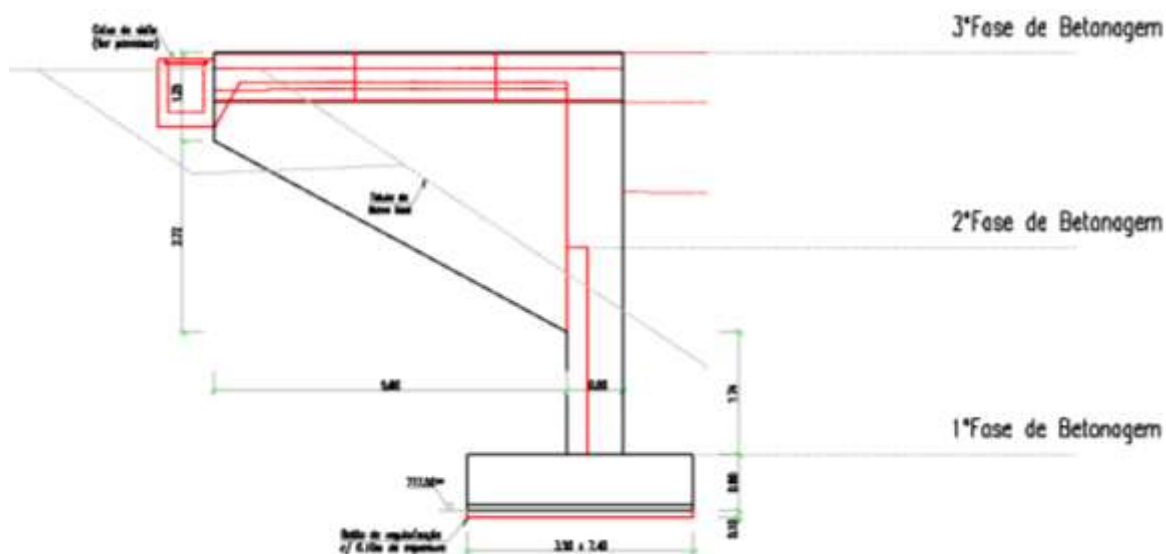


Figura 5.10 – Identificação no alçado transversal das fases de betonagem. [Adaptado de 20]

Aquando da preparação é necessário ter em consideração que as armaduras de espera não poderão exceder os 3 m de altura, se apresentarem diâmetros inferiores a 12 mm. No caso em estudo, devido às fases de betonagem, revelou-se impossível manter a armadura vertical desde a fundação até à laje de transição. Assim sendo, procedeu-se à divisão da armadura em duas peças, considerando-se os respetivos empalmes e não descurando o facto de a sobreposição não poder exceder os 50% dos varões na mesma secção, como tal é necessário recorrer ao *Autocad* para se proceder aos desenhos das armaduras nos alçados para que seja possível contabilizar comprimentos e não exceder o limite regulamentar no que respeita aos empalmes.

Depois de todos os elementos do projeto serem analisados e de se identificar os principais condicionalismos, procedeu-se à preparação das armaduras. No Anexo VIII serão apresentadas todas as tabelas de preparação e os respetivos desenhos que complementaram a montagem das armaduras em obra.

5.2.2 Transporte e montagem de armaduras

Durante este processo foi possível fazer uma visita à obra. À data do estágio só foi possível acompanhar a entrega do aço para a montagem da armadura de fundação.



Figura 5.11 – Abertura do cabouco do Encontro Esquerdo.



Figura 5.12 – Descarga das armaduras da fundação do Encontro Esquerdo.

Uma das dificuldades na descarga das armaduras é o local disponível para o fazer. Tendo em conta a distância entre o estaleiro e o Encontro Esquerdo, efetuou-se a descarga perto do local para facilitar no momento da montagem. A documentação foi entregue ao colaborador responsável pelo aço em obra.

O Supervisor do Estágio proporcionou uma visita a todas as frentes de obra da Passagem Superior do Sublanço do Túnel do Marão/ Nó da Parada de Cunhos para que fossem perceptíveis as principais dificuldades em obra, das quais se podem referir: as condições climáticas (temperatura acima dos 30°C no dia da visita), condicionamento de trânsito devido às dimensões do estaleiro, condicionamento de armazenagem de materiais e máquinas de construção, trabalhadores de várias nacionalidades e culturas diferentes, etc. Ainda foi possível visualizar os equipamentos inerentes a todos os trabalhos de construção como se ilustra na Figura 5.13.



Figura 5.13 – Equipamentos no local da obra.



Figura 5.14 – Camião-grua a descarregar as armaduras do pilar da Passagem Superior (PS9).

5.3 VISITA AO TÚNEL DO MARÃO

A preparação e montagem das armaduras do acesso nascente do Túnel do Marão esteve a cargo da empresa Steelgreen S.A. aquando do estágio curricular, o que proporcionou uma visita à obra.

Esta visita permitiu constatar os faseamentos construtivos e os condicionalismos inerentes à obra e também observar os trabalhos de Engenharia Civil que seguidamente se descrevem.

A perfuração do maciço rochoso foi efetuada com recurso a explosivos, sendo transportados para o aterro todos os destroços resultantes desse processo, como ilustra a Figura 5.15. Os materiais transportados para o aterro poderão ser utilizados na obra depois de serem devidamente tratados.



Figura 5.15 – Aterro.

Durante a visita puderam ser observados os trabalhos de drenagem e impermeabilização realizados após a limpeza e desobstrução de toda a secção do túnel, como se ilustra na Figura 5.16.



Figura 5.16 – Tela de impermeabilização.

A visita à obra facultou ainda a observação da montagem das armaduras dos hasteais e abóboda de um troço do túnel. Após a betonagem das sapatas, aquelas armaduras foram montadas, tendo ficado suspensas com recurso a “trumpets” em PVC, como se podem observar na Figura 5.17.



Figura 5.17 – *Trumpets* no hasteal.

A colocação da armadura efetuou-se com recurso a uma plataforma móvel de trabalho, ilustrada na Figura 5.18, movimentada com o auxílio de meios de movimentação mecânica ou sistemas de tração (guincho manual), deslizando sobre rodas assentes sobre a sapata de betão armado.



Figura 5.18 – Plataforma móvel de trabalho.

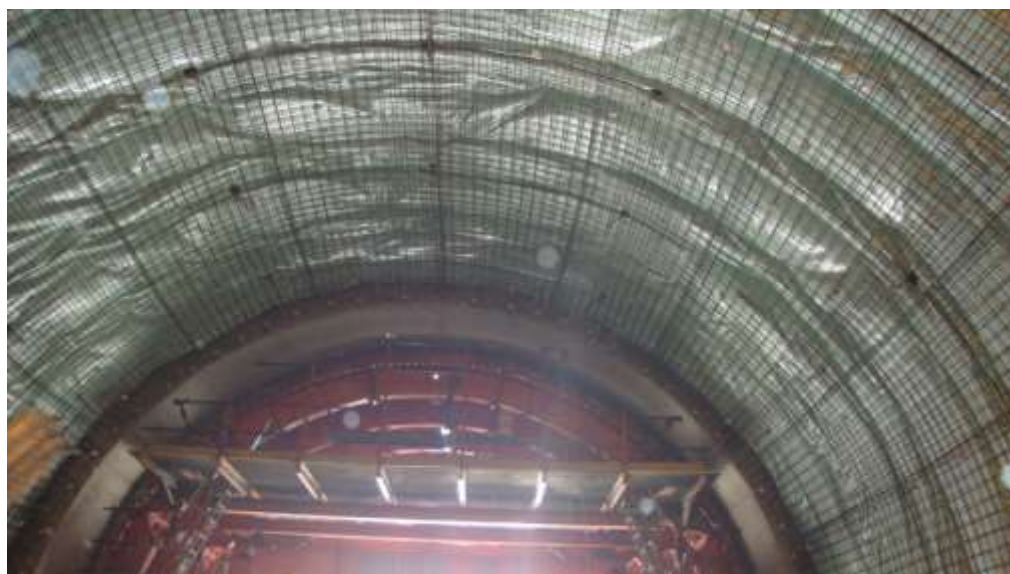


Figura 5.19 – Armadura dos hasteais e abóbada montada.

A betonagem dos hasteais e abóbada é realizada através de aberturas próprias nas cofragens, sendo o betão colocado por bombagem e distribuído pelas várias secções do molde.



Figura 5.20 – Cofragem e betonagem dos hasteais e abóbada.

5.4 DECATHLON DE SETÚBAL

Neste subcapítulo o tema abordado será a preparação das armaduras de reforço das fundações dos pilares do Corpo H da loja da Decathlon de Setúbal.



Figura 5.21 – Enquadramento Geográfico. [Adaptado de 22]

Na Figura 5.22 que ilustra a planta do Corpo H da loja Decathlon de Setúbal, está localizada a área onde se situam as fundações que foram alvo de reforço.

Foram consideradas soluções de reforço semelhantes para todas as fundações, podendo agrupar-se a preparação das armaduras da seguinte maneira:

- Fundações dos pilares D,E,F;
- Fundações dos pilares P4a e C;
- Fundações dos pilares P4b e P5.

As fundações dos pilares P4b e P5 apresentam as mesmas soluções de armaduras, distinguindo-se apenas pelos espaçamentos diferentes dos estribos nas posições 8 e 9 (ver desenho nº 3 do Anexo IX). Assim sendo, as tabelas de preparação das armaduras das fundações destes dois pilares foram executadas individualmente, como se pode constatar no Anexo X.

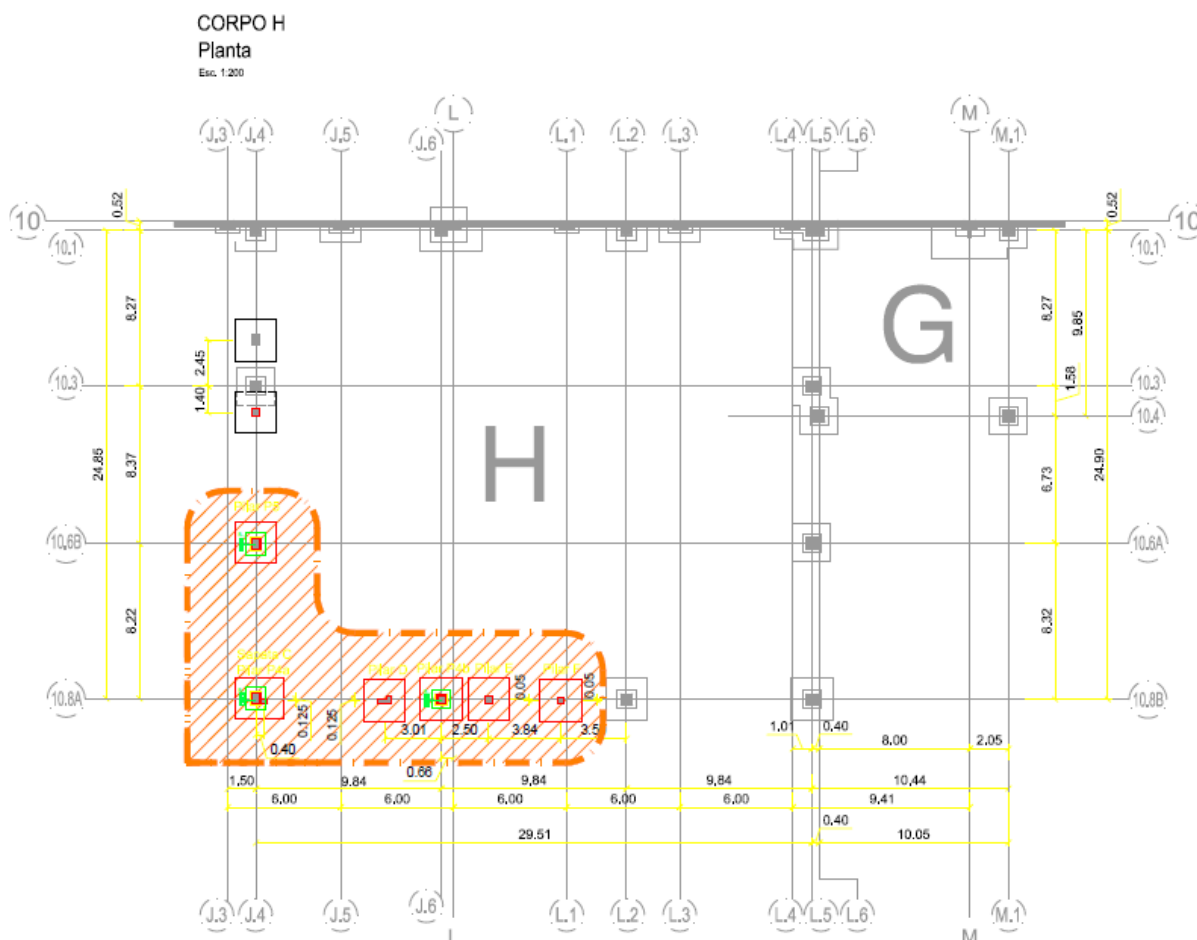


Figura 5.22 – Planta do Corpo H da loja da Decathlon de Setúbal. [20]

O cliente só disponibilizou as peças desenhadas para se proceder à preparação das armaduras.

Relativamente às disposições construtivas, o projeto só estabelecia que o recobrimento nominal mínimo deveria ser 5 cm. O comprimento de amarração adotado foi de $50 \times \varnothing$.

Dada a simplicidade do faseamento construtivo não existiam diferentes fases de betonagem, não sendo necessário recorrer a comprimentos de empalme.

Procedeu-se à preparação das armaduras e introduziu-se a informação no *Software Minichorus*.

Nos Anexo IX e X são apresentadas, respetivamente, as peças desenhadas e as tabelas resultantes da preparação das armaduras.

6 CONCLUSÕES

No decurso do estágio curricular em ambiente empresarial, na Steelgreen S.A., foi possível adquirir uma variedade de competências. Este revelou-se vantajoso tanto a nível das relações interpessoais como na aplicabilidade das competências adquiridas no percurso académico.

Um dos entraves deste estágio curricular foi localização geográfica da sede da empresa, o que implicou uma mudança residencial e uma adaptação a esta nova realidade. Este fator desencadeou uma saída da área de conforto, levando a que a relação estabelecida com os colaboradores da Steelgreen S.A. se revelasse de grande importância.

A nível de competências técnicas foi possível aplicar e melhorar os conhecimentos a nível do *software Autocad e Microsoft Office – Excel*. O trabalho desenvolvido pela empresa levou à necessidade da aprendizagem do *Software Minichorus*. Este programa necessita de uma utilização responsável e atenta, tendo em consideração que faz a “ponte” entre a preparação das armaduras e a sua produção. Uma utilização negligente pode acarretar avultados custos, nomeadamente no atraso da entrega das encomendas e desperdício de matéria-prima.

O estado da construção a nível nacional leva a que os prazos sejam cada vez mais curtos e a “pressão” para o seu cumprimento sofra um aumento significativo. A adaptação a esta realidade conjuntamente com a vontade de executar as tarefas com elevado nível de excelência, revelou-se uma das maiores barreiras a ser vencida durante o estágio. O confronto com esta realidade foi um elemento novo na formação como engenheira civil, o que também contribuiu para o amadurecimento pessoal e profissional.

O estágio proporcionou o contacto com variadíssimos projetos de betão armado, o que contribuiu para o desenvolvimento de competências na área da leitura, compreensão e manuseamento das suas peças desenhadas e escritas. Os trabalhos de preparação de armaduras para obras de grande envergadura revelaram-se uma vantagem do estágio em ambiente empresarial relativamente ao académico. O treino adquirido com o manuseamento de todas as peças que constituem um projeto de betão armado

contribuiu para a celeridade dos processos e metodologias de produção. Permitiu também concluir que um projeto de betão armado completo e bem organizado facilita a preparação das armaduras, evita alguns erros e promove a qualidade das obras.

Outra aprendizagem desenvolvida na Steelgreen S.A. diz respeito à compreensão de todos os procedimentos padronizados e metodologias de produção inerentes a uma empresa certificada. Tendo em conta que no ambiente empresarial atual a certificação é um objetivo de cada vez mais empresas, esta experiência revelar-se-á também uma mais-valia profissional.

Foi também gratificante ter tido a oportunidade de fazer visitas a obras e observar todos os condicionalismos, desenvolvimentos e faseamentos inerentes aos processos construtivos.

Em jeito de conclusão, a experiência do estágio na empresa Steelgreen S.A. com a variedade de atividades aí desenvolvidas, revelou-se um fator de crescimento pessoal, académico e profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Steelgreen S.A. [Online]. Available: <http://www.steelgreen.pt/>, 10 de Agosto de 2015;
- [2] Lourenço J.P., 2012. Estudo do comportamento de varões de aço para betão obtido através do Processo 'Tempcore'. Instituto Superior Técnico. (Dissertação para obtenção do grau de mestre);
- [3] [Online]. Available: <http://www.maquinaco.com.br/obras-detal.aspx?id=19>, 16 de Fevereiro de 2015;
- [4] EN 10080 de 2005 – Aços para armaduras de betão armado. Aços soldáveis para betão armado. Generalidades;
- [5] NP EN 1992-1-1- Projeto de estruturas de betão Parte 1-1: Regras gerais para edifícios;
- [6] Disposições construtivas relativas a armaduras. Apontamentos do Prof. Carlos Félix. ISEP, Outubro 2013;
- [7] Decreto-lei nº28/2007 de 12 de Fevereiro;
- [8] E449 – 2010 – varões de aço A400 NR para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;
- [9] E450 – 2010 – varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;
- [10] E455 – 2010 – varões de aço A400 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;
- [11] E456 – 2011 – varões de aço A500 ER para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;

[12] E460 – 2002 – varões de aço A500 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;

[13] LDC 60, de 18 de Agosto 2014, Documentos de Classificação, LNEC;

[14] Casaleiro P.D.P, 2010. Equipamento de corte e dobragem de aço em varão. Instituto Superior Técnico. (Dissertação para obtenção do grau de mestre);

[15] Ribeiro C.A., 2013. Desenvolvimento de processos CAD/CAM para a pormenorização e produção industrial de armaduras para elementos de betão armado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação para obtenção do grau de mestre);

[16] Decreto-lei n.º301/2007 de 23 de Agosto;

[17] NP EN 13760 de 2010- Execução de estruturas em betão Parte 1: Regras gerais;

[18] Decreto-Lei nº390/2007, de 10 de Dezembro;

[19] NP EN ISO 15630-1 2012 – Aços para armaduras de betão armado e pré-esforçado. Métodos de ensaio. Parte 1: Varões, fio máquina e fio para betão armado;

[20] Projeto original.

[21][Online].Available:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_de_Portugal__Distritos_plain.png, 1 de Outubro de 2015.

ANEXOS

ANEXO I – CERTIFICADO CERTIF DO AÇO A500 NR



Certificado



Certificado nº
Certificate no. **PSG - 031/2012**

Nome e morada do titular do certificado:
Name and address of certificate holder:

Celsa Atlantic, S.L.
Lugar de Lendo s/n
15145-Laracha (A Coruña)
Espanha

Nome e morada do fabricante:
Manufacturer's name and address:

Celsa Atlantic, S.L.
Lugar de Lendo s/n
15145-Laracha (A Coruña)
Espanha

Produto:
Product:

Varão de aço de ductilidade especial para armaduras de betão armado
Steel bars of special ductility for reinforced concrete

Referências:
Type references:

ACECOR 500SD
(A500 NR de Ductilidade Especial)

Marca(s) comercial(is):
Trademark(s):

Características técnicas:
Technical characteristics:

Classe / Class: **A500 NR SD**
Diâmetros produzidos sob a forma de / Diameters produced as:
Comprimento recto / Straight length [mm]: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32
Rolo / Coil [mm]: 6, 8, 10, 12, 16

Este produto está em conformidade com:
This product is in conformity with:

Especificação / Specification
LNEC:E 460 - 2010

Relatórios de ensaios nº(s) / emitidos por:
Test report(s) no. / issued by:

Notas Técnicas nºs 40/2009, 2/2010 e / and 74/2011 - NCE/DE / LNEC

Informação adicional (se existir):
Additional information (if any):

Documento de Classificação / Classification Document **LNEC DC 285**
O produto fabricado até 31 de Dezembro de 2012 poderá cumprir com as marcações constantes do Documento de Classificação LNEC DC 172 / The product manufactured until 31st December 2012 may comply with the marking mentioned on Classification Document LNEC DC 172

Este certificado é válido até:
This certificate is valid until:
e substitui o certificado nº:
and supersedes certificate no:

2017-03-04
PSG-045/2010

Data de emissão:
Date of issue:

2012-03-05

Francisco Barroca
Director Geral / General Manager



ANEXO II - DOCUMENTO DE CLASSIFICAÇÃO LNEC



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DOCUMENTO DE CLASSIFICAÇÃO

CELSA ATLANTIC, SL
Lugar de Lendo s/n
15145 - Laracha (A Coruña)
ESPAÑA
tel.: +34 98 101 26 20
fax: +34 98 164 30 23

ACECOR 500SD (A500 NR DE DUCTILIDADE ESPECIAL)

DC 285

CDU 691.873
ISBN 0874-6990

ESTRUTURAS
STRUCTURES

ABRIL DE 2010

O presente documento anula e substitui o DC 172, de Setembro de 2008.
A situação de validade do DC pode ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

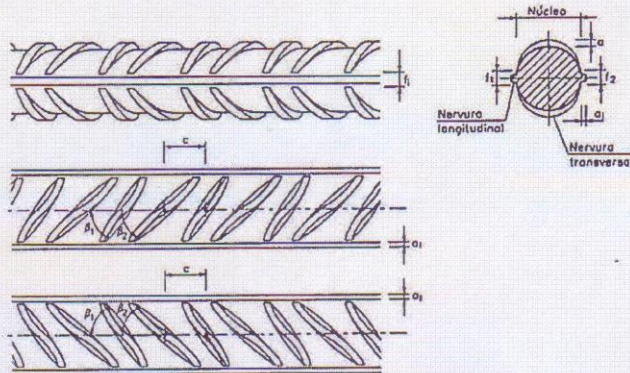
1 OBJECTO

O presente Documento de Classificação classifica os varões ACECOR 500SD para efeitos do seu emprego como armaduras ordinárias em estruturas de betão armado e pré-esforçado, de acordo com a regulamentação em vigor.

2 CARACTERIZAÇÃO

Os varões ACECOR 500SD são obtidos directamente por laminação a quente e podem ser fornecidos em comprimentos rectos ou em rolos. Apresentam um perfil com duas séries opostas de nervuras de secção variável e oblíquas em relação ao eixo dos varões. Nas duas séries as nervuras oblíquas têm inclinações alternadas em relação ao eixo dos varões. O espaçamento entre nervuras contíguas é igual nas duas séries.

As características de forma e de dimensões dos varões ACECOR 500SD são as seguintes:



Diâmetro nominal (mm)	Secção nominal (mm)	Massa nominal (kg/m)	Nervura transversal		
			Afastamento entre nervuras c (mm)	Altura máxima das nervuras a (mm)	
			Valor nominal	Tolerância (%)	Valor mínimo
6	28,3	0,222	5,0	± 20	0,39
8	50,3	0,395	5,7		0,52
10	78,5	0,617	6,5		0,65
12	113	0,888	7,2	± 15	0,78
16	201	1,58	9,6		1,04
20(*)	314	2,47	12,0		1,30
25(*)	491	3,85	15,0		1,63
32(*)	804	6,31	19,2		2,08

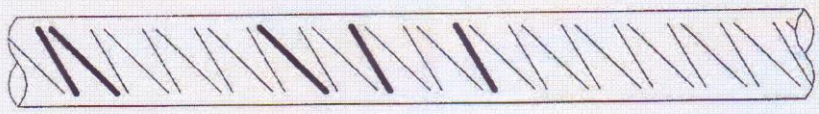
(*) Produto produzido exclusivamente sob a forma de comprimentos rectos



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS,
TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

LNEC Departamento de Estruturas
AV DO BRASIL 101 - 1700-066 LISBOA - PORTUGAL
fax: (+ 351) 21 844 30 25
lnec@lnec.pt www.lnec.pt

DC 285



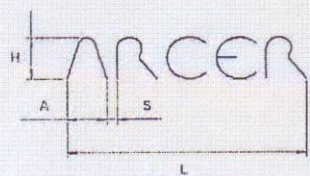
Os varões são identificados mediante o engrossamento de certas nervuras conforme se esquematiza na figura acima.

Os varões produzidos sob a forma de rolos serão identificados por uma marcação adicional através de um código que consiste no engrossamento de uma nervura transversal na série de nervuras oposta à da identificação do fabricante e do país de origem.

Esta marcação repete-se uniformemente ao longo de todo o varão com um intervalo não superior a 1,50 m.

Os varões ACECOR 500SD podem apresentar uma alteração local da morfologia das nervuras que corresponde à introdução da sigla ARCER em relevo, em substituição de cinco nervuras na série oposta à da identificação do fabricante e do país de origem. As letras da sigla ARCER são arredondadas e não apresentam arestas vivas. Esta alteração encontra-se uniformemente distribuída ao longo do comprimento dos varões.

A sigla ARCER é ilustrada na figura abaixo e possui as características constantes na tabela 2 em função do diâmetro nominal dos varões.



Simbologia:

- H altura de cada letra da sigla ARCER;
- A comprimento de cada letra da sigla ARCER;
- S afastamento entre letras da sigla ARCER;
- L comprimento total da sigla ARCER;
- a altura do relevo das letras da sigla ARCER.

Os varões ACECOR 500SD deverão possuir características mecânicas que satisfaçam à Especificação LNEC: E460:2010 – Varões de Aço A500 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.

TABELA 2
Características da sigla ARCER

Diâmetro nominal (mm)	Esp. (mm)		Tol. (mm)		Tol. (%)
	valor mínimo	valor nominal	valor	tolerância	
6	0,30	4,0			
8	0,40	4,6		± 20	
10	0,50	5,2			
12	0,60	5,8			
16	0,80	7,7			≥ 1
20	1,00	9,6		± 15	
25	1,25	12,0			
32	1,60	15,4			

3 CLASSIFICAÇÃO

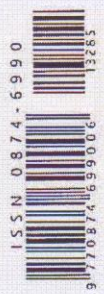
Para todos os efeitos inerentes ao emprego dos varões ACECOR 500SD como armaduras ordinárias em estruturas de betão armado e pré-esforçado, os varões serão considerados como pertencendo ao tipo designado por A500 NR de ductilidade especial, sendo-lhes portanto aplicáveis todas as disposições estabelecidas na regulamentação em vigor para aquele tipo de varões.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Abril de 2010.

O CONSELHO DIRECTIVO

Carlos Matias Ramos
Presidente

Descritores: Varão para betão armado / Varão nervurado / Ductilidade
Descriptors: Reinforced bar / Rib bar / Ductility



ANEXO III - CERTIFICADO DE INSPEÇÃO TIPO 3.1

CERTIFICADO DE INSPEÇÃO

TIPO 3.1 EN 10204:04

STEEL GREEN,S.A
STEEL GREEN,S.A

P.I. DE GEME-LT.D3,D4,D5 - LUGAR DE BOUÇOS-GEME
VILA VERDE-PORTUGAL

Entrega: 24132110
Pedido: 141021251
Ref. Cliente: CMPS 0070



PSC-31/2012



Lombos nº1 - 15146 - A LARACHA - A CORUÑA - ESPAÑA
TIC 34 381 01328



Fecha 04.06.2014 Pag 1 / 2

A 500 NR SD

LNEC E-460

ACECOR

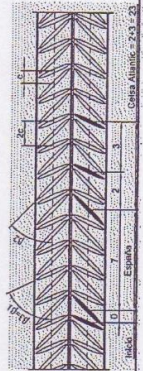
DESCRIÇÃO DO MATERIAL	VAZAMENTO	DIÁMETRO mm	COMPRIM.	Nº AT/BOB	PESO	Sec. Nom. MM2	Re MPA	Re/ReNom MPA	Rm MPA	Rm/Re	Agt %	A5 %	a MM
A 500 NR SD D.20 L.12	FR542091	20,0	12,00	11	25420,000	314,16	542	1,09	633	1,17	11,3	20,3	1,71

1MPa = 1 N/mm2

ANÁLISE QUÍMICA (% EM-PESO)

VAZAMENTO	OUTROS											
	C	P	S	Cu	N	Ceq	Fatiga	Ciclico	Dob/Desd			
FR542091	0,20	0,026	0,009	0,49	0,0093	0,40	OK	OK	OK	OK		

As características relativas à geometria das nervaduras do aço satisfazem os varões estipulados no Documento de Classificação LNEC DC-285 ABR-2010
Todos os varões correspondem a amostras colhidas aleatoriamente cada 30 t e pertencentes o vazamento e diâmetro especificados.



Os resultados obtidos nos controlos efectuados os vazamentos independentes são conformes com a norma LNEC E-460, para a qualidade de A 500 NR SD.

Laracha
CELSA ATLANTIC, S.L.
Jesús Rama. Rvel de Qualidade
P.D. O Analista de Turno



Anexo 7 b 1/2

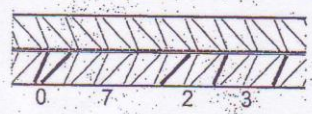
**ANEXO IV - CHAPAS DE IDENTIFICAÇÃO DO
FABRICANTE DO AÇO EM VARÃO DE DIÂMETRO 20
MM E COMPRIMENTO 12 M**

Anexo 6-b



ACERO CORRUGADO - REINFORCING STEEL - AÇO PARA BETÃO ARMADO

ACECOR



Calidad-Quality-Qualidade

B 500 SD
A 500 NR SD

Colada - Cast - Vazamento

FR542091

Diámetro (mm) Longitud (m)
Diameter (mm) Length (m)
Diámetro (mm) Comprimento (m)

20,0 **12,0**

Norma - Standard - Norma

UNE 36065:2011
LNEC E460:2010-DC 285

Fecha fabricación Turno

Manufacture date Shift
Data fabricacao Turno
23/05/14 **1E**

Nº paquete Peso aprox.
Bundle Nº Approx. weight
Nº atado Peso aprox.

46 **2305 Kg**

4 2 0 0 9 7 9



4 2 0 0 9 7 9 1 7 7

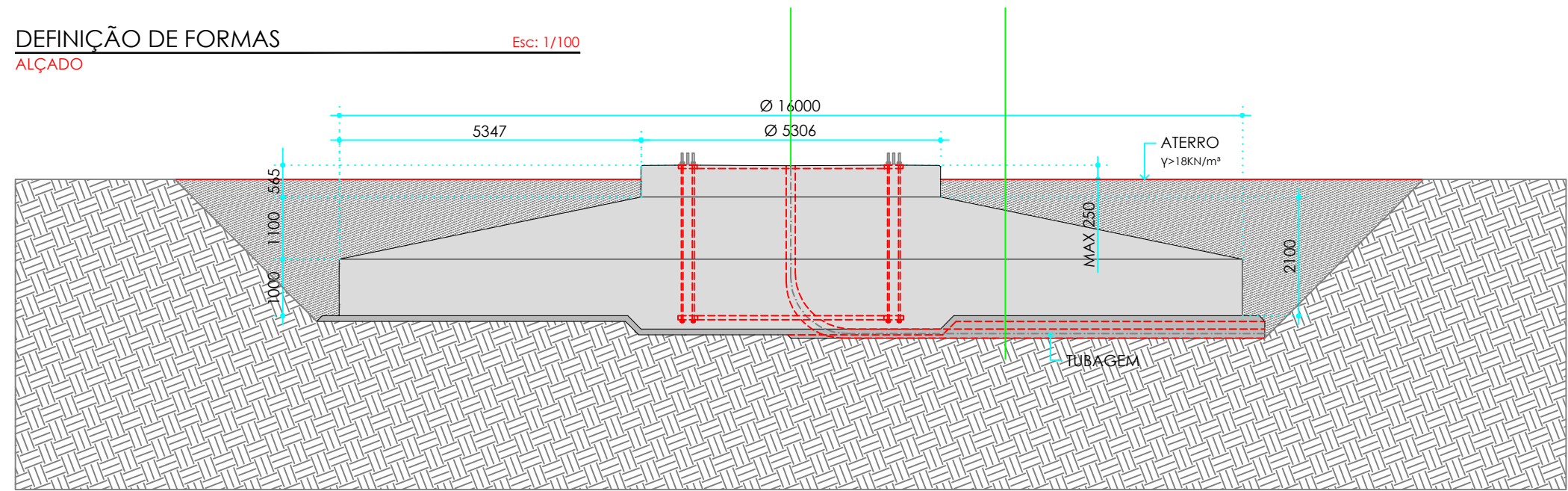
WR59_1_Ed04

**ANEXO V – PEÇAS DESENHADAS DA SAPATA DO
AEROGERADOR AG1**

DEFINIÇÃO DE FORMAS

ALÇADO

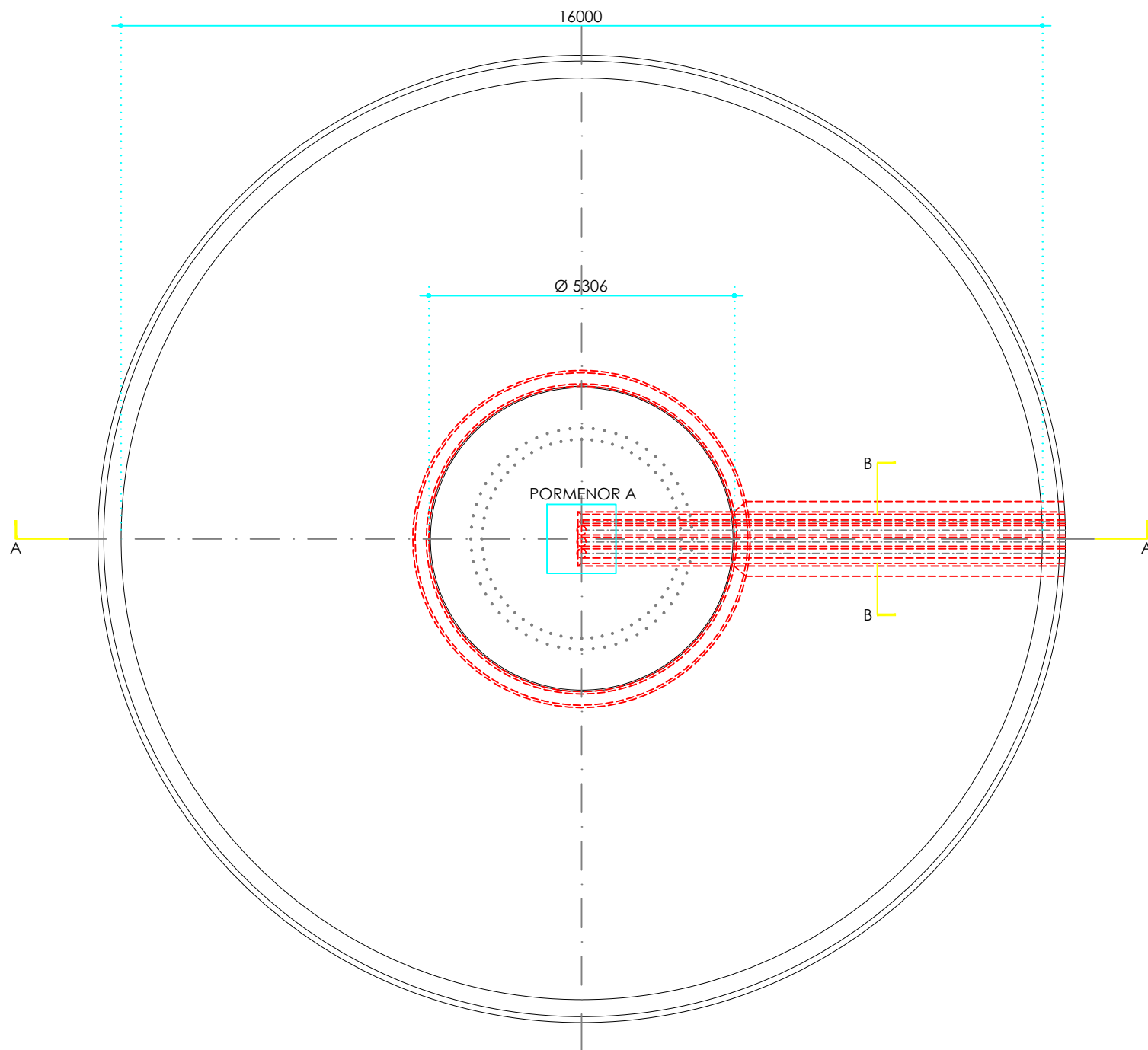
Esc: 1/100



DEFINIÇÃO DE FORMAS

PLANTA ESTRUTURAL

Esc: 1/100



projeto:

PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO - SUBSTITUIÇÃO DO AEROGERADOR AG1

Sapata do aerogerador AG1

autor:

Isabel Amorim

Escalas:

1/100

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles
Paulo Braga Araújo

título

Definição das formas

data

23 abril 2015

revisão

Versão final

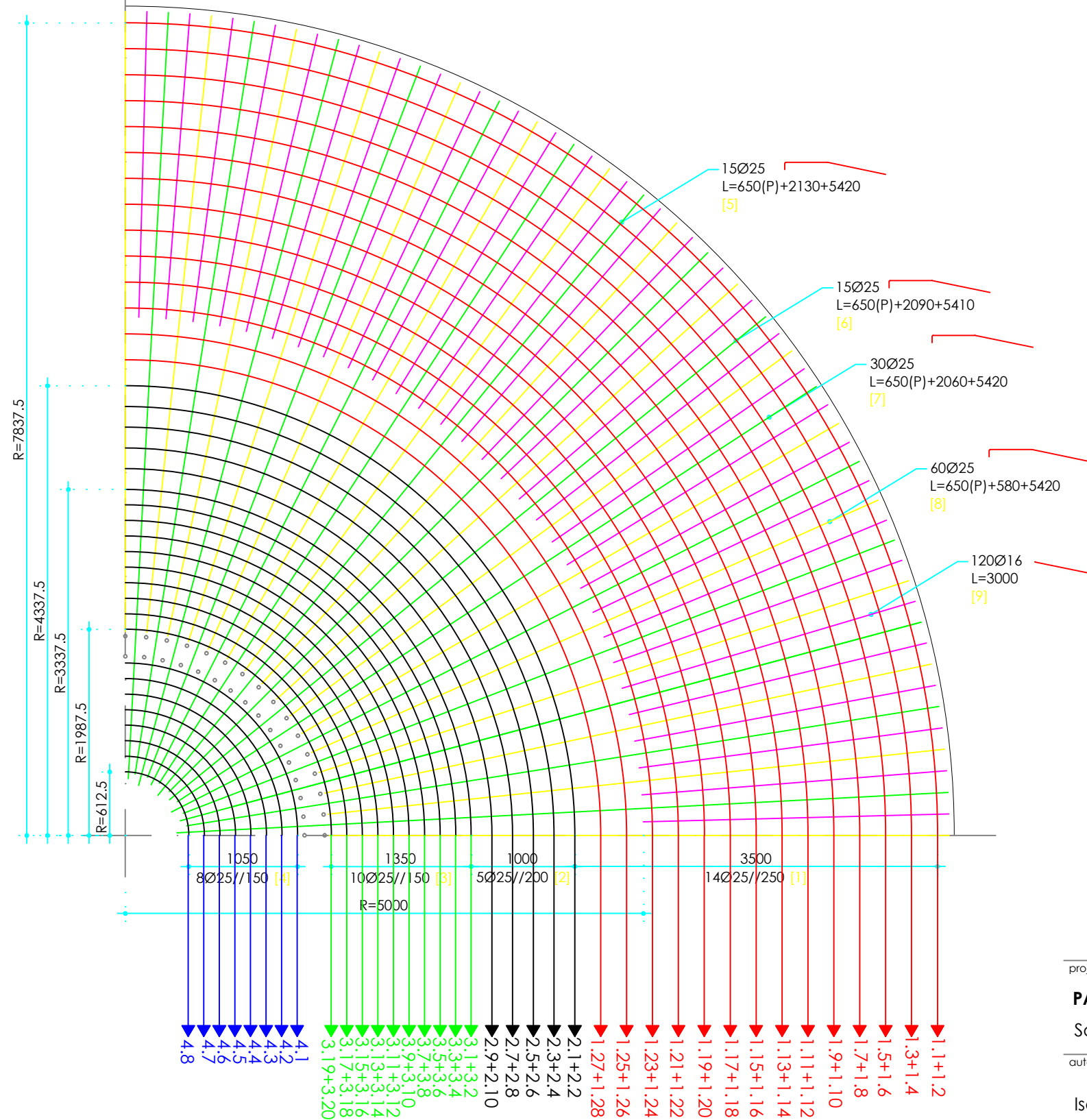
desenho

01

ARMADURA SUPERIOR

Esc: 1/50

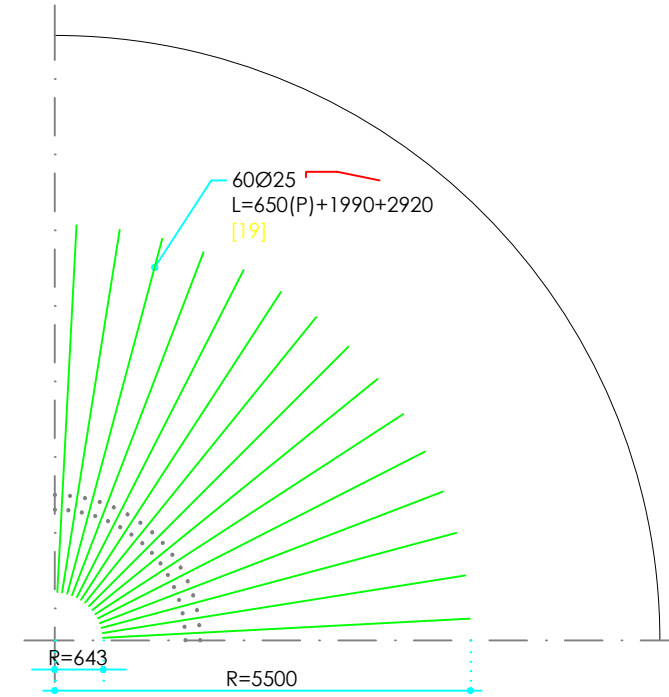
ARMADURA BASE



ARMADURA SUPERIOR

Esc: 1/100

ARMADURA DE REFORÇO



projeto:

PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO - SUBSTITUIÇÃO DO AEROGERADOR AG1

Sapata do aerogerador AG1

autor:

Isabel Amorim

Escalas:

1/50 e 1/100

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles
Paulo Braga Araújo

título

Preparação da armadura superior

data

23 abril 2015

revisão

Versão final

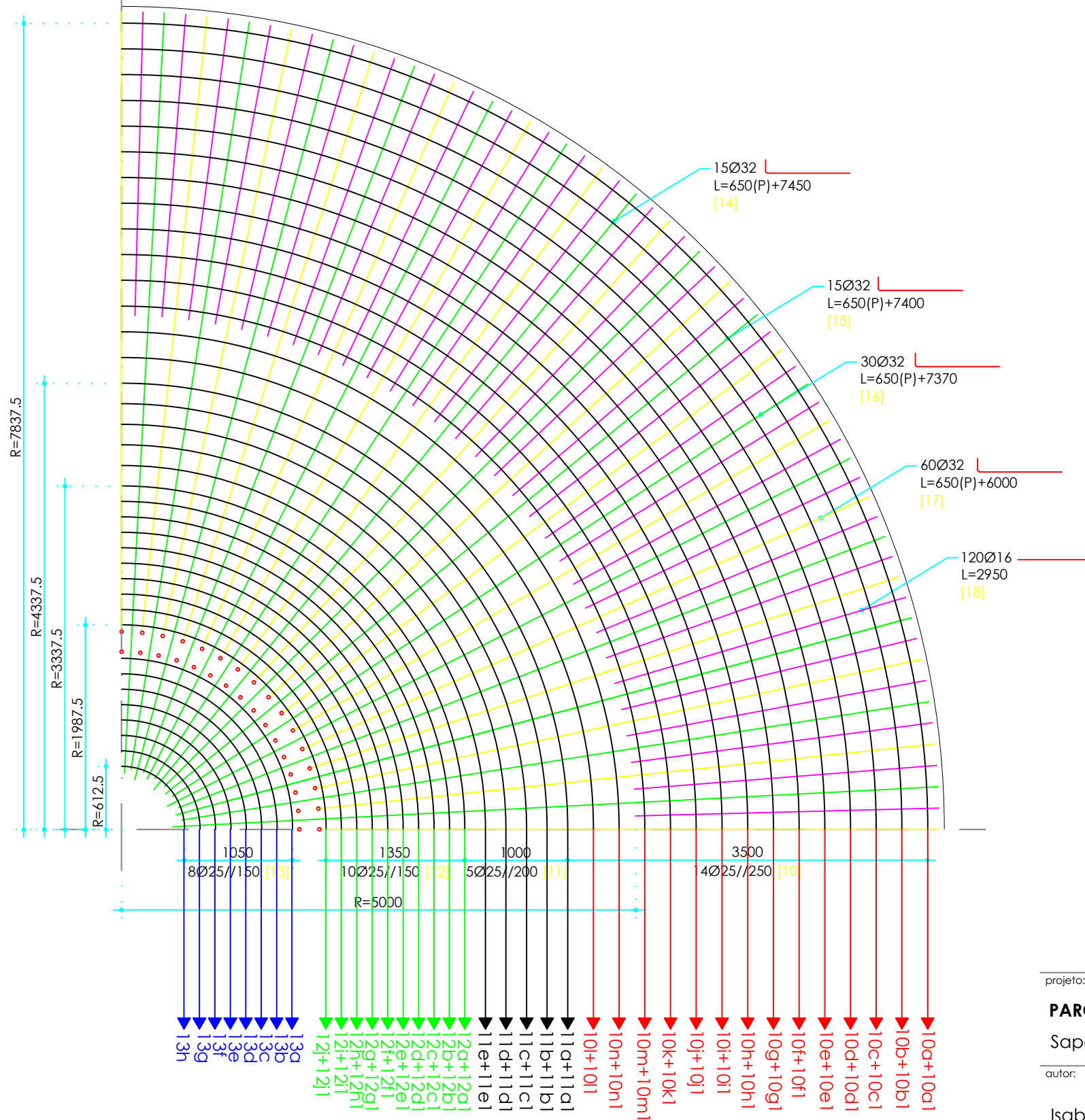
desenho

02

ARMADURA INFERIOR

Esc: 1/50

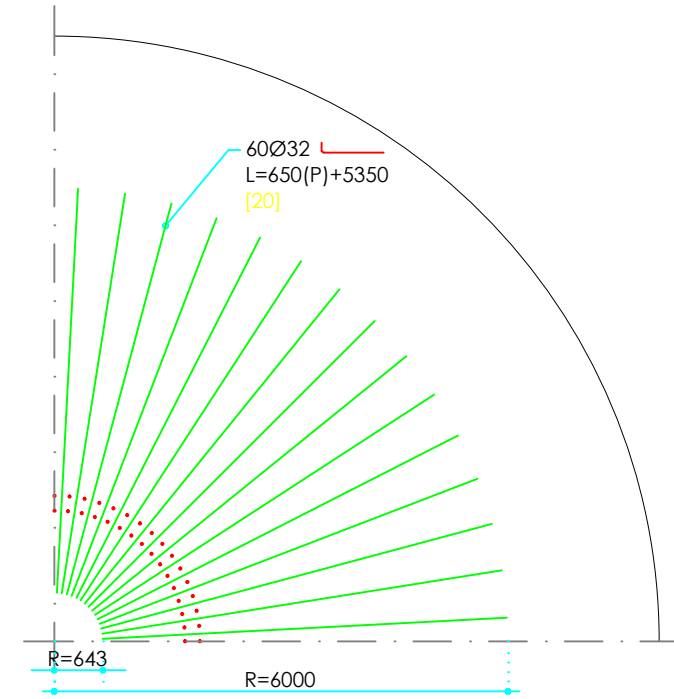
ARMADURA BASE



ARMADURA INFERIOR

Esc: 1/100

ARMADURA DE REFORÇO



projeto:

PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO - SUBSTITUIÇÃO DO AEROGERADOR AG1

Sapata do aerogerador AG1

autor:

Isabel Amorim

Escalas:

1/50 e 1/100

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles
Paulo Braga Araújo

título

Preparação da armadura inferior

data

23 abril 2015

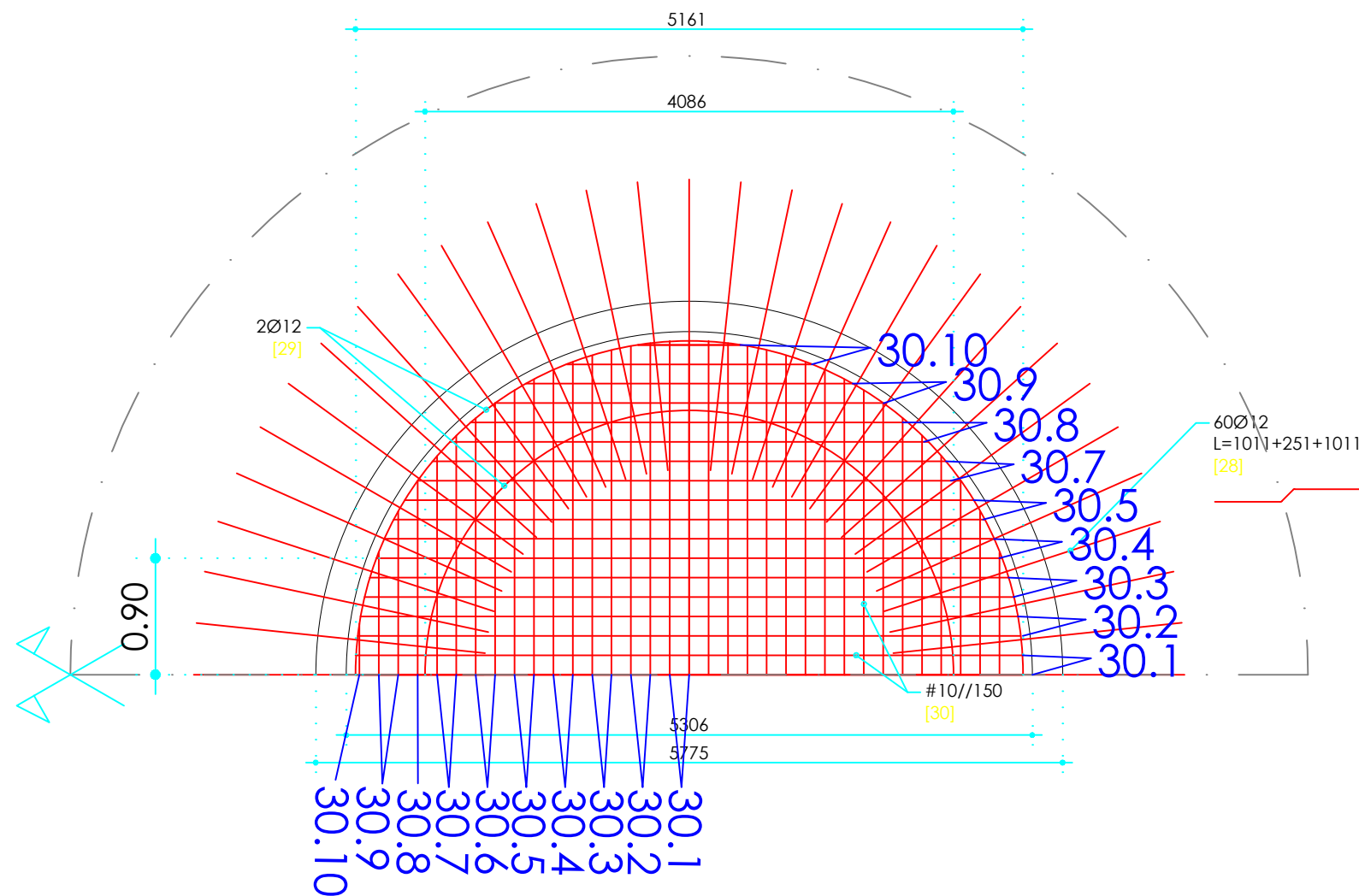
revisão

Versão final

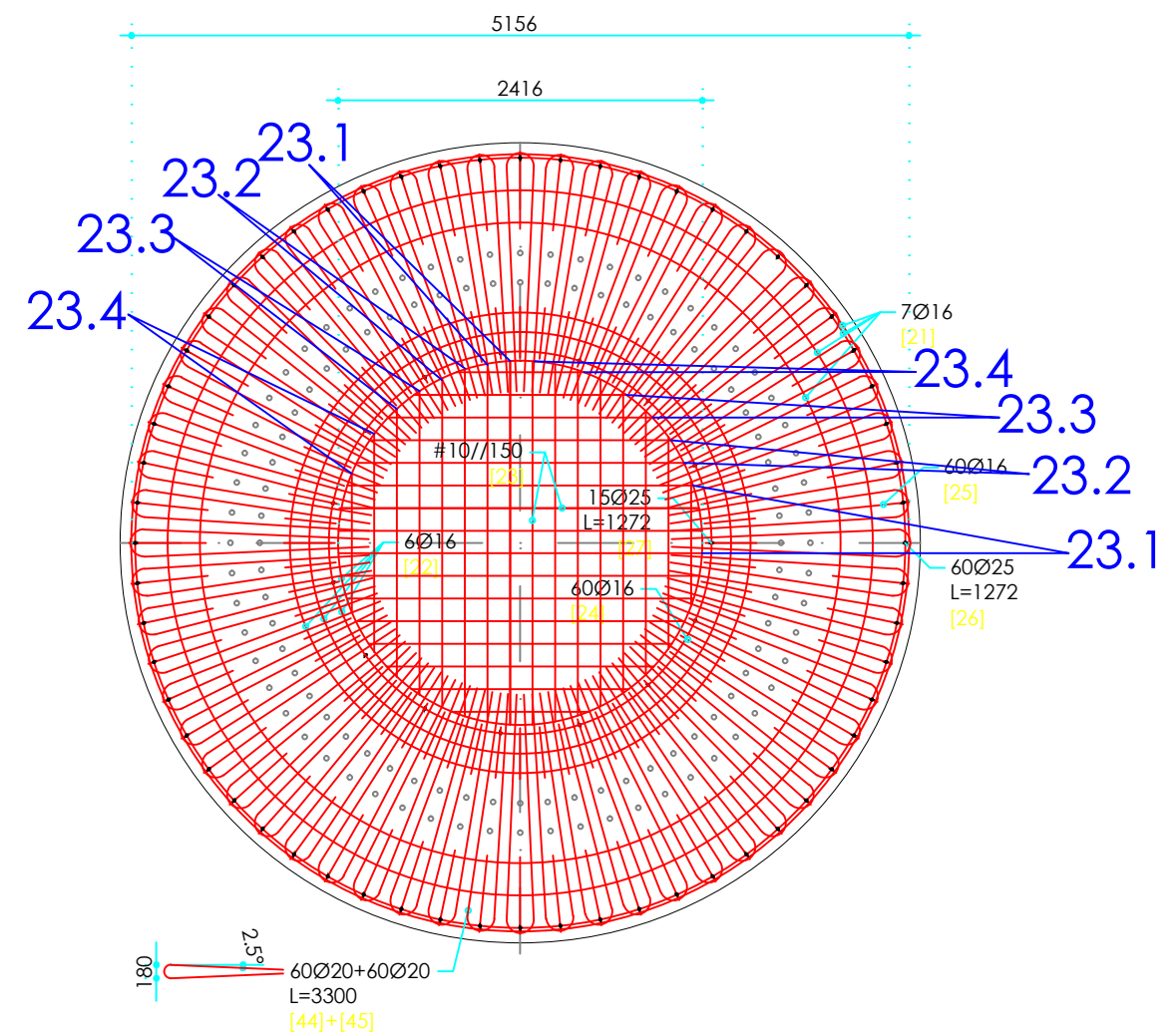
desenho

03

ARMADURA SOB ANEL DE FUNDAÇÃO Esc: 1/50
 BASE DA SAPATA



ARMADURA NO PEDESTAL Esc: 1/50
 SECÇÃO TRANSVERSAL D-D



projeto:

PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO - SUBSTITUIÇÃO DO AEROGERADOR AG1

Sapata do aerogerador AG1

autor:

Isabel Amorim

Escala:

1/50

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles
 Paulo Braga Araújo

título

Preparação da armadura no pedestal e sobre o anel da fundação

data

23 abril 2015

revisão

Versão final

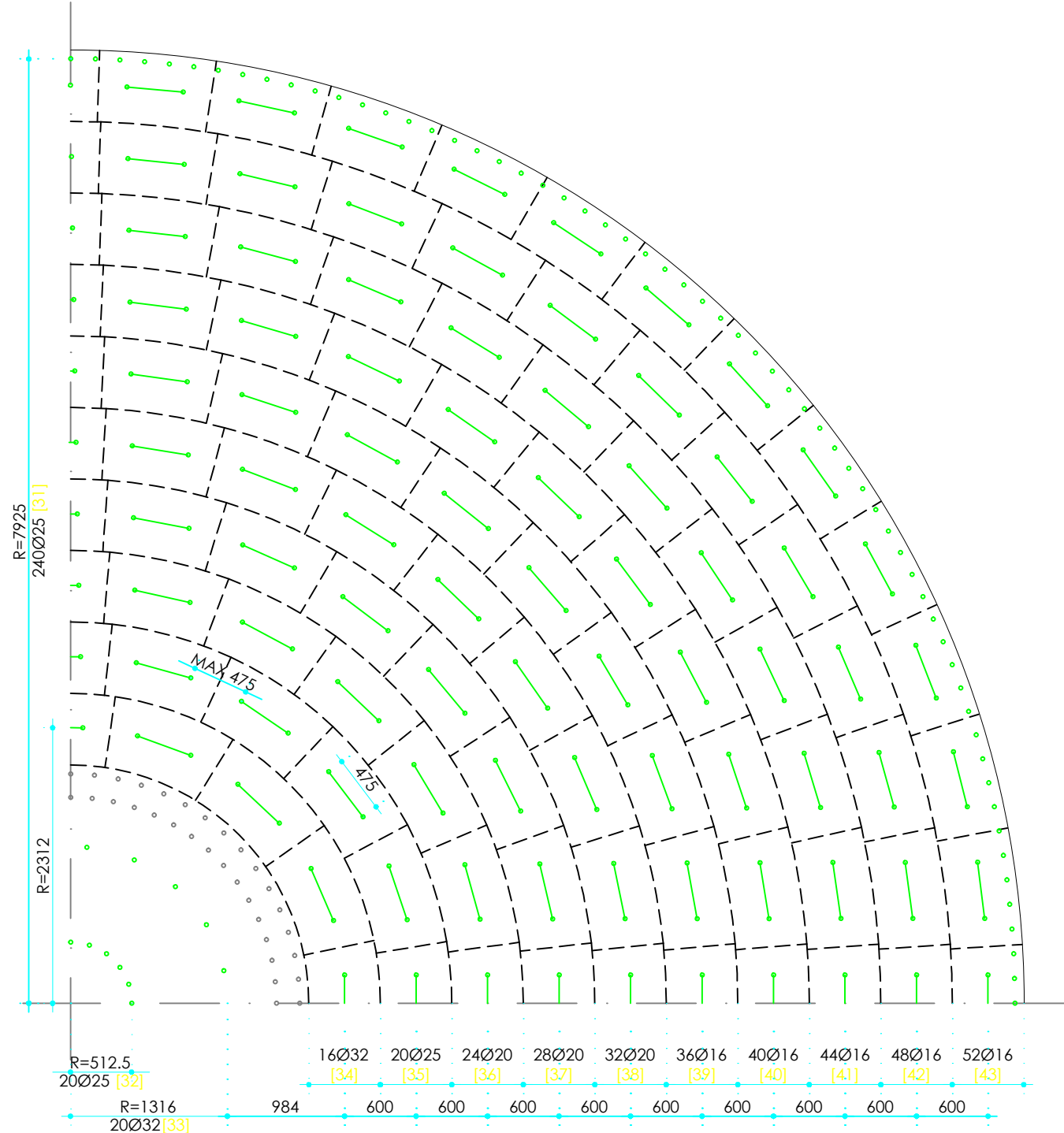
desenho

04

ARMADURA VERTICAL

Esc: 1/50

SECÇÃO TRANSVERSAL C-C



projeto:

PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO - SUBSTITUIÇÃO DO AEROGERADOR AG1

Sapata do aerogerador AG1

autor:

Isabel Amorim

Escalas:

1/50

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles

Paulo Braga Araújo

título

Preparação da armadura vertical

data

23 abril 2015

revisão

Versão final

desenho

05

**ANEXO VI – TABELAS DE PREPARAÇÃO DAS
ARMADURAS DA SAPATA DO AEROGERADOR AG1**

Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas
Frente de Obra: Parque Eólico de São Cristóvão
Elemento preparado: AG1

Realizado Por: Isabel Amorim

23-abr-15

Produção: _____

Fecho: _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	217,5
Ø 12	1463,6
Ø 16	2751,6
Ø 20	1745,8
Ø 25	6874,8
Ø 32	8671,0
	21724,3




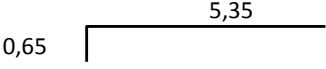
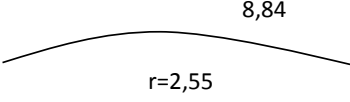
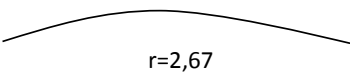
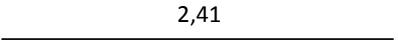
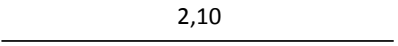
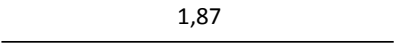
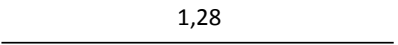
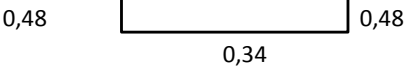
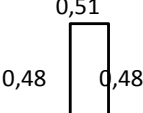
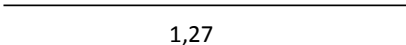
Obs:




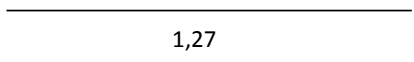
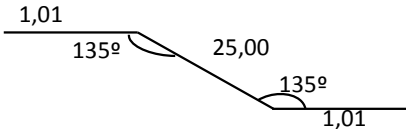
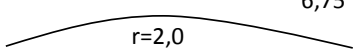
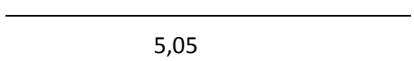
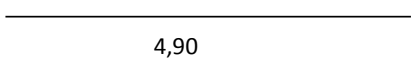
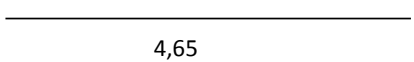
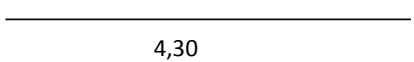
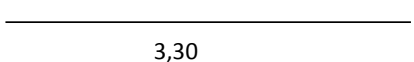
PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas
Frete Obra Parque Eólico de São Cristóvão
Elemento: AG1

Ordem:
Data: 23-abr-15

Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem
5	Arm. Superior	25	15	8,19	3,85	473,0	nota:
6	Arm. Superior	25	15	8,15	3,85	470,7	nota:
7	Isabel Amorim	25	30	8,13	3,85	939,0	nota:
8	Arm. Superior	25	60	6,65	3,85	1.536,2	nota:
9	Arm. Superior	16	120	3,00	1,58	568,8	nota:
14	Arm. Inferior	32	15	8,10	6,31	766,7	nota:
15	Arm. Inferior	32	15	8,05	6,31	761,9	nota:
16	Arm. Inferior	32	30	8,02	6,31	1.518,2	nota:
17	Arm. Inferior	32	60	6,65	6,31	2.517,7	nota:
18	Arm. Inferior	16	120	2,95	1,58	559,3	nota:
19	Arm. Inferior	25	60	5,56	3,85	1.284,4	nota:

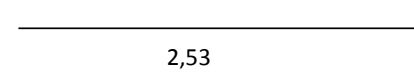
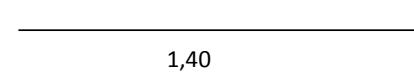
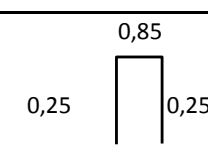
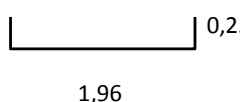
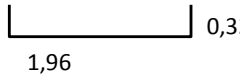
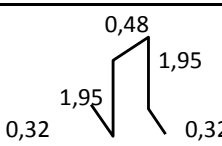
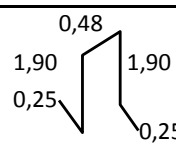
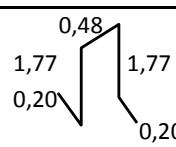
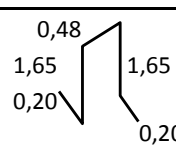
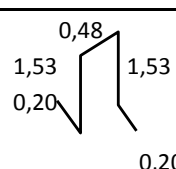
steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS					
  		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas					Ordem:
		Frente Obra Parque Eólico de São Cristóvão					Data: 23-abr-15
		Elemento: AG1					
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem
20	Arm. Inferior	32	60	6,00	6,31	2.271,6	nota: 
21	Arm. Ped.	16	14	8,84	1,58	195,5	nota: 
22	Arm. Ped.	16	12	5,23	1,58	99,2	nota: 
23.1	Arm. Ped.	10	8	2,41	0,617	11,9	nota: 
23.2	Arm. Ped.	10	8	2,10	0,617	10,4	nota: 
23.3	Arm. Ped.	10	8	1,87	0,617	9,2	nota: 
23.4	Arm. Ped.	10	8	1,28	0,617	6,3	nota: 
24	Arm. Ped.	16	60	1,30	1,58	123,2	nota: 
25	Arm. Ped.	16	60	1,47	1,58	139,4	nota: 
26	Arm. Ped.	25	60	1,27	3,85	293,4	nota: 




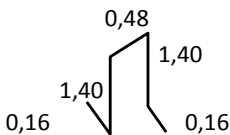
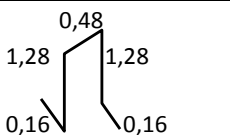
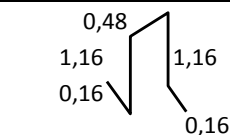
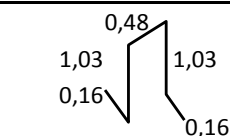
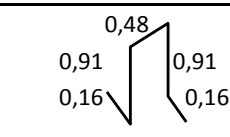

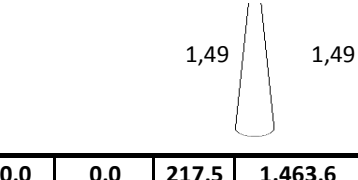
steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
  		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristóvão Elemento: AG1					Ordem: _____ Data: 23-abr-15	
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
27	Arm. Ped.	25	15	1,27	3,85	73,3	nota: 	
28	Arm. Anel Fund.	12	60	27,02	0,888	1.439,6	nota: 	
29	Arm. Anel Fund.	12	4	6,75	0,888	24,0	nota: 	
30.1	Arm. Anel Fund.	10	12	5,15	0,617	38,1	nota: 	
30.2	Arm. Anel Fund.	10	8	5,05	0,617	24,9	nota: 	
30.3	Arm. Anel Fund.	10	8	4,90	0,617	24,2	nota: 	
30.4	Arm. Anel Fund.	10	8	4,65	0,617	23,0	nota: 	
30.5	Arm. Anel Fund.	10	8	4,30	0,617	21,2	nota: 	
30.6	Arm. Anel Fund.	10	8	3,82	0,617	18,9	nota: 	
30.7	Arm. Anel Fund.	10	8	3,30	0,617	16,3	nota: 	

PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas
Frente Obra Parque Eólico de São Cristóvão
Elemento: AG1

Ordem: _____
Data: 23-abr-15

Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem
30.8	Arm. Anel Fund.	10	4	2,53	0,617	6,2	nota:
							
30.9	Arm. Anel Fund.	10	8	1,40	0,617	6,9	nota:
							
31	Arm. Vertical	25	240	1,35	3,85	1.247,4	nota:
							
32	Arm. Vertical	25	20	2,46	3,85	189,4	nota:
							
33	Arm. Vertical	32	20	2,60	6,31	328,1	nota:
							
34	Arm. Vertical	32	16	5,02	6,31	506,8	nota:
							
35	Arm. Vertical	25	20	4,78	3,85	368,1	nota:
							
36	Arm. Vertical	20	24	4,42	2,47	262,0	nota:
							
37	Arm. Vertical	20	28	4,18	2,47	289,1	nota:
							
38	Arm. Vertical	20	32	3,94	2,47	311,4	nota:
							

steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS												
  		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frete Obra Parque Eólico de São Cristóvão Elemento: AG1						Ordem: Data: 23-abr-15						
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem							
39	Arm. Vertical	16	36	3,60	1,58	204,8	nota: 							
40	Arm. Vertical	16	40	3,36	1,58	212,4	nota: 							
41	Arm. Vertical	16	44	3,12	1,58	216,9	nota: 							
42	Arm. Vertical	16	48	2,86	1,58	216,9	nota: 							
43	Arm. Vertical	16	52	2,62	1,58	215,3	nota: 							
44	Arm. Vertical	20	60	2,98	2,47	441,6	nota: 							
45	Arm. Vertical	20	60	2,98	2,47	441,6	nota: 							
		Total					0,0	0,0	217,5	1.463,6	2.751,6	1.745,8	#####	#####
		EST					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.					6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr					0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,85	6,31
Total:				21.724,3 Kg										

Obra:

Parque Eólico da Serra das Meadas

Frente de Obra:

Parque Eólico de São Cristovão

Elemento preparado:

AG1

Realizado Por: Isabel Amorim


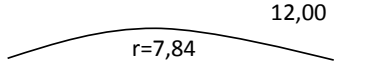
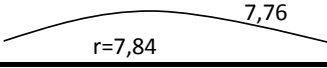
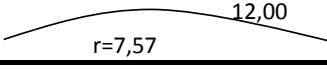
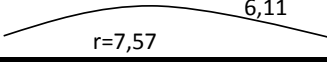
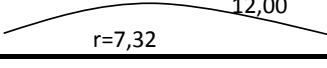
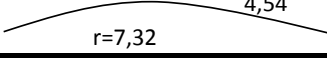
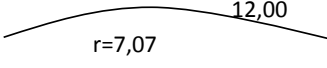
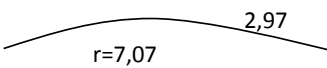
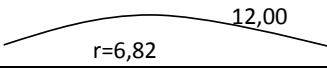
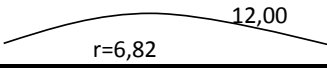
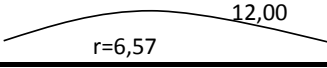
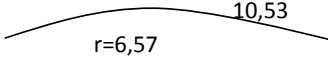
23/abr/15


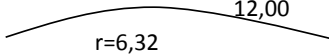
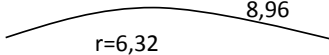
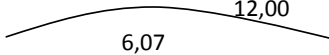
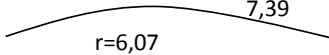
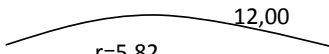
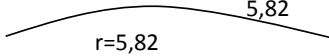
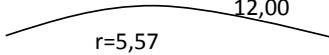
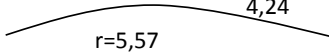
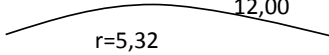
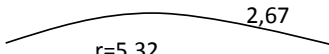
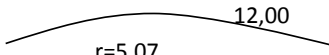
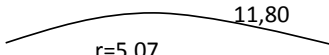
Produção: _____


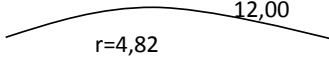
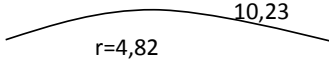
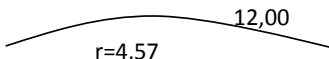
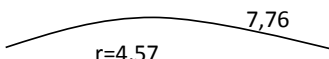
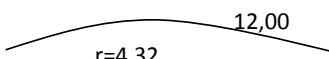
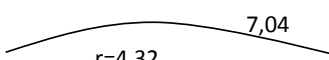
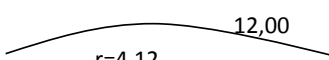
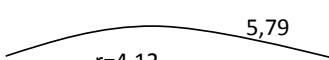
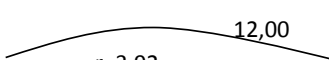
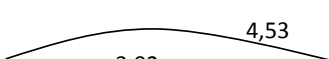


Fecho: _____


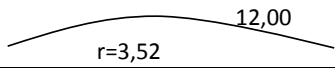
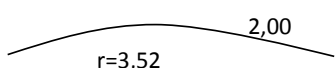
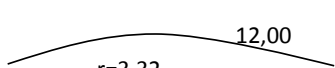




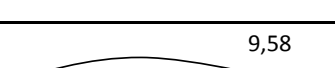
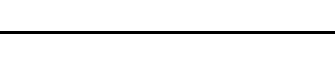
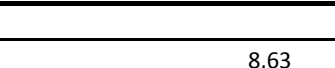
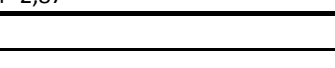
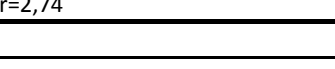
	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	0,0
Ø 12	0,0
Ø 16	0,0
Ø 20	0,0
Ø 25	652458,0
Ø 32	0,0
	652458,0


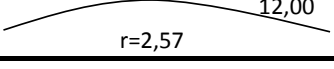
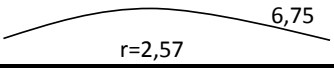
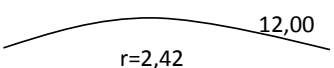
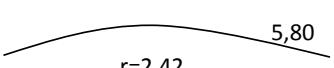





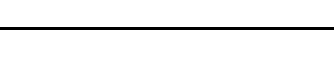
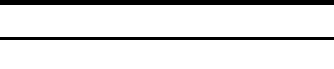
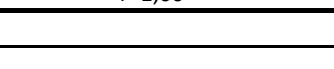
Obs:




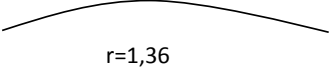





		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristovão Elemento: AG1					Ordem:	
							Data:	23/abr/15
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
1.1	1ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota:	
								
1.2	1ªCinta da Pos. 1	25	1	7,76	3,85	29,9	nota:	
								
1.3	2ªCinta da Pos. 1	25	4	#####	3,85	#####	nota:	
								
1.4	2ªCinta da Pos. 1	25	1	6,11	3,85	23,5	nota:	
								
1.5	3ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota:	
								
1.6	3ªCinta da Pos. 1	25	1	4,54	3,85	17,5	nota:	
								
1.7	4ªCinta da Pos. 1	25	4	12,00	3,85	184,8	nota:	
								
1.8	4ªCinta da Pos. 1	25	1	2,97	3,85	11,4	nota:	
								
1.9	5ªCinta da Pos. 1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
								
1.10	5ªCinta da Pos. 1	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
								
1.11	6ªCinta da Pos. 1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
								
1.12	6ªCinta da Pos. 1	25	1	10,53	3,85	40,5	nota:	
								

		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas					Ordem:	
		Frete Obra Parque Eólico de São Cristovão					Data: 23/abr/15	
		Elemento: AG1						
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
1.13	7ªCinta da Pos. 1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
1.14	7ªCinta da Pos. 1	25	1	8,96	3,85	34,5	nota:	
1.15	8ªcinta Pos. 1	25	3	18,07	3,85	208,7	nota:	
1.16	8ªcinta Pos. 1	25	1	7,39	3,85	28,5	nota:	
1.17	9ªcinta Pos. 1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
1.18	9ªcinta Pos. 1	25	1	5,82	3,85	22,4	nota:	
1.19	10ªcinta Pos.1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
1.20	10ªcinta Pos.1	25	1	4,24	3,85	16,3	nota:	
1.21	11ªcinta Pos.1	25	3	12,00	3,85	138,6	nota:	
1.22	11ªcinta Pos.1	25	1	2,67	3,85	10,3	nota:	
1.23	12ªcinta Pos.1	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
1.24	12ªcinta Pos.1	25	1	11,80	3,85	45,4	nota:	

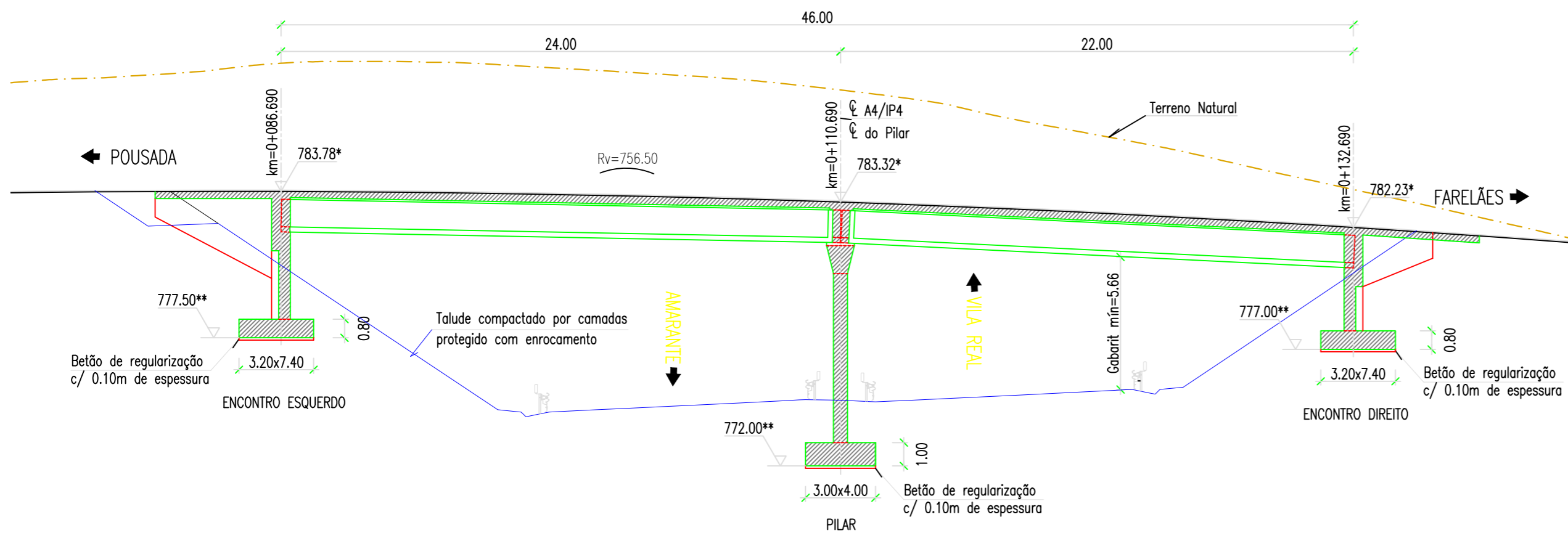
		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristovão Elemento: AG1					Ordem:	
							Data:	23/abr/15
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
1.25	13ªcinta Pos.1	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
1.26	13ªcinta Pos.1	25	1	10,23	3,85	39,4	nota:	
1.27	14ªcinta Pos. 1	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
1.28	14ªcinta Pos. 1	25	1	7,76	3,85	29,9	nota:	
2.1	1ªCinta da Pos. 2	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
2.2	1ªCinta da Pos. 2	25	1	7,04	3,85	27,1	nota:	
2.3	2ªCinta da Pos. 2	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
2.4	2ªCinta da Pos. 2	25	1	5,79	3,85	22,3	nota:	
2.5	3ªCinta da Pos. 2	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
2.6	3ªCinta da Pos. 2	25	1	4,53	3,85	17,4	nota:	
2.7	4ªCinta da Pos. 2	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
2.8	4ªCinta da Pos. 2	25	1	3,21	3,85	12,4	nota:	

		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristovão Elemento: AG1					Ordem:	
							Data:	23/abr/15
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
2.9	5ªCinta da Pos. 2	25	2	12,00	3,85	92,4	nota:	
2.10	5ªCinta da Pos. 2	25	1	2,00	3,85	7,7	nota:	
3.1	1ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.2	1ªCinta da Pos.3	25	1	11,46	3,85	44,1	nota:	
3.3	2ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.4	2ªCinta da Pos.3	25	1	10,51	3,85	40,5	nota:	
3.5	3ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.6	3ªCinta da Pos.3	25	1	9,58	3,85	36,9	nota:	
3.7	4ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.8	4ªCinta da Pos.3	25	1	8,63	3,85	33,2	nota:	
3.9	5ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.10	5ªCinta da Pos.3	25	1	7,82	3,85	30,1	nota:	

		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS						
		Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristovão Elemento: AG1					Ordem:	
							Data:	23/abr/15
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem	
3.11	6ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.12	6ªCinta da Pos.3	25	1	6,75	3,85	26,0	nota:	
3.13	7ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.14	7ªCinta da Pos.3	25	1	5,80	3,85	22,3	nota:	
3.15	8ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.16	8ªCinta da Pos.3	25	1	4,86	3,85	18,7	nota:	
3.17	9ªCinta da Pos.3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.18	9ªCinta da Pos.3	25	1	3,92	3,85	15,1	nota:	
3.19	10ª Cinta Pos. 3	25	1	12,00	3,85	46,2	nota:	
3.20	10ª Cinta Pos. 3	25	1	2,98	3,85	11,5	nota:	
4.1	1ªCinta Pos. 4	25	2	6,53	3,85	50,3	nota:	
4.2	2ªCinta Pos. 4	25	2	6,00	3,85	46,2	nota:	

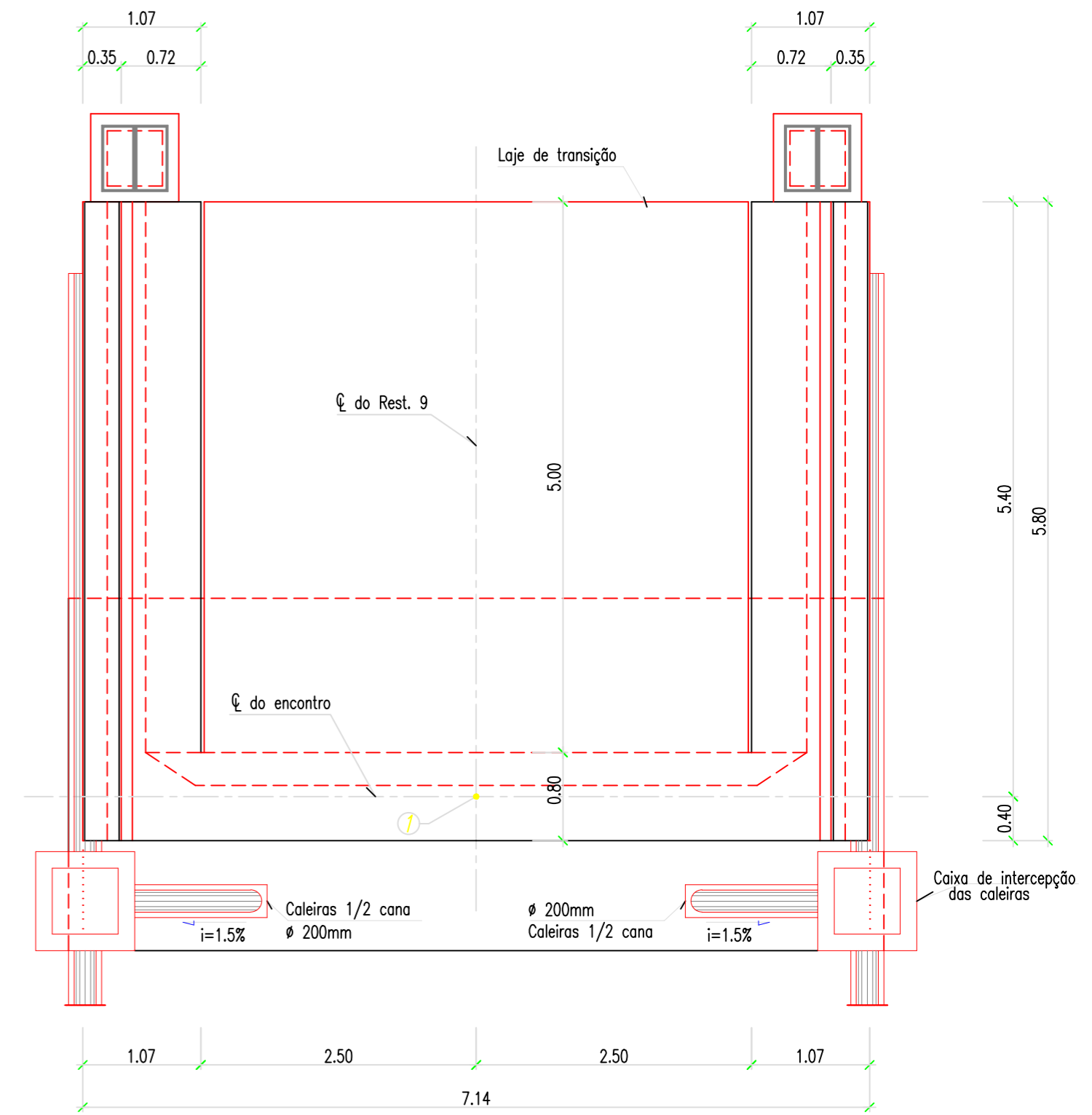
  		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS Obra: Parque Eólico da Serra das Meadas Frente Obra Parque Eólico de São Cristovão Elemento: AG1					Ordem: Data: 23/abr/15						
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem						
4.3	3ªCinta Pos. 4	25	2	5,57	3,85	42,9	nota: 						
4.4	4ªCinta Pos. 4	25	2	5,10	3,85	39,3	nota: 						
4.5	5ªCinta Pos. 4	25	2	4,63	3,85	35,7	nota: 						
4.6	6ªCinta Pos. 4	25	2	4,15	3,85	32,0	nota: 						
4.7	7ªCinta Pos. 4	25	2	3,69	3,85	28,4	nota: 						
4.8	8ªCinta Pos. 4	25	2	3,20	3,85	24,6	nota: 						
		Total				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,0
		EST				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.				6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr				0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,85	6,31
Total:					652 458,0 Kg								

**ANEXO VII – PEÇAS DESENHADAS DO ENCONTRO
ESQUERDO DA PS9**



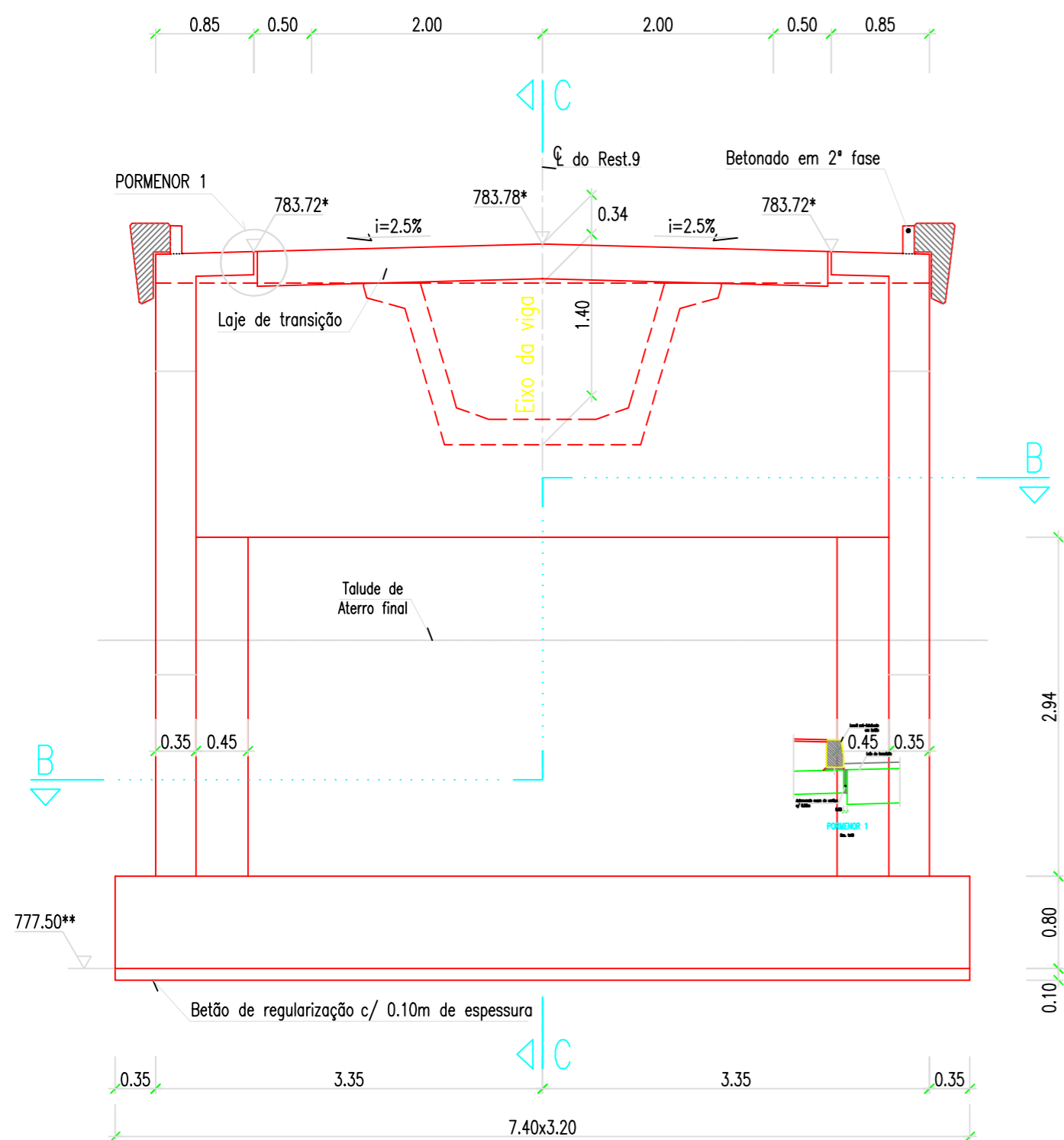
CORTE LONGITUDINAL PELO EIXO DA OBRA DE ARTE

Esc. 1:200



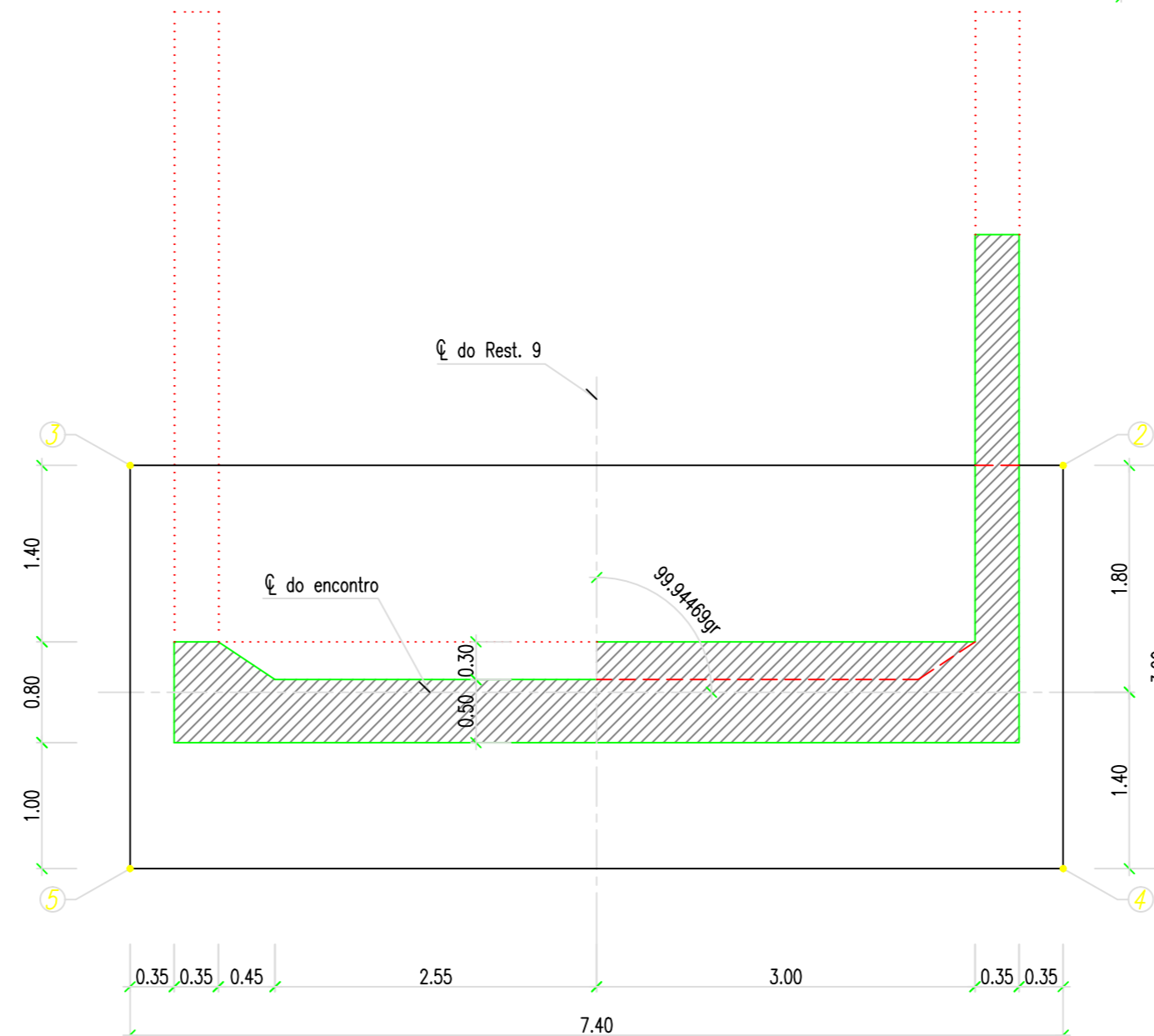
PLANTA SUPERIOR

Esc. 1:50



ALÇADO DE TARDOZ

Esc. 1:50



CORTE B-B

projeto: **Passagem Superior do Sublanço do Túnel do Marão/ Nô da Parada de Cunhos - PS9**

Encontro Esquerdo

autor:
Isabel Amorim

Escalas:
1/50

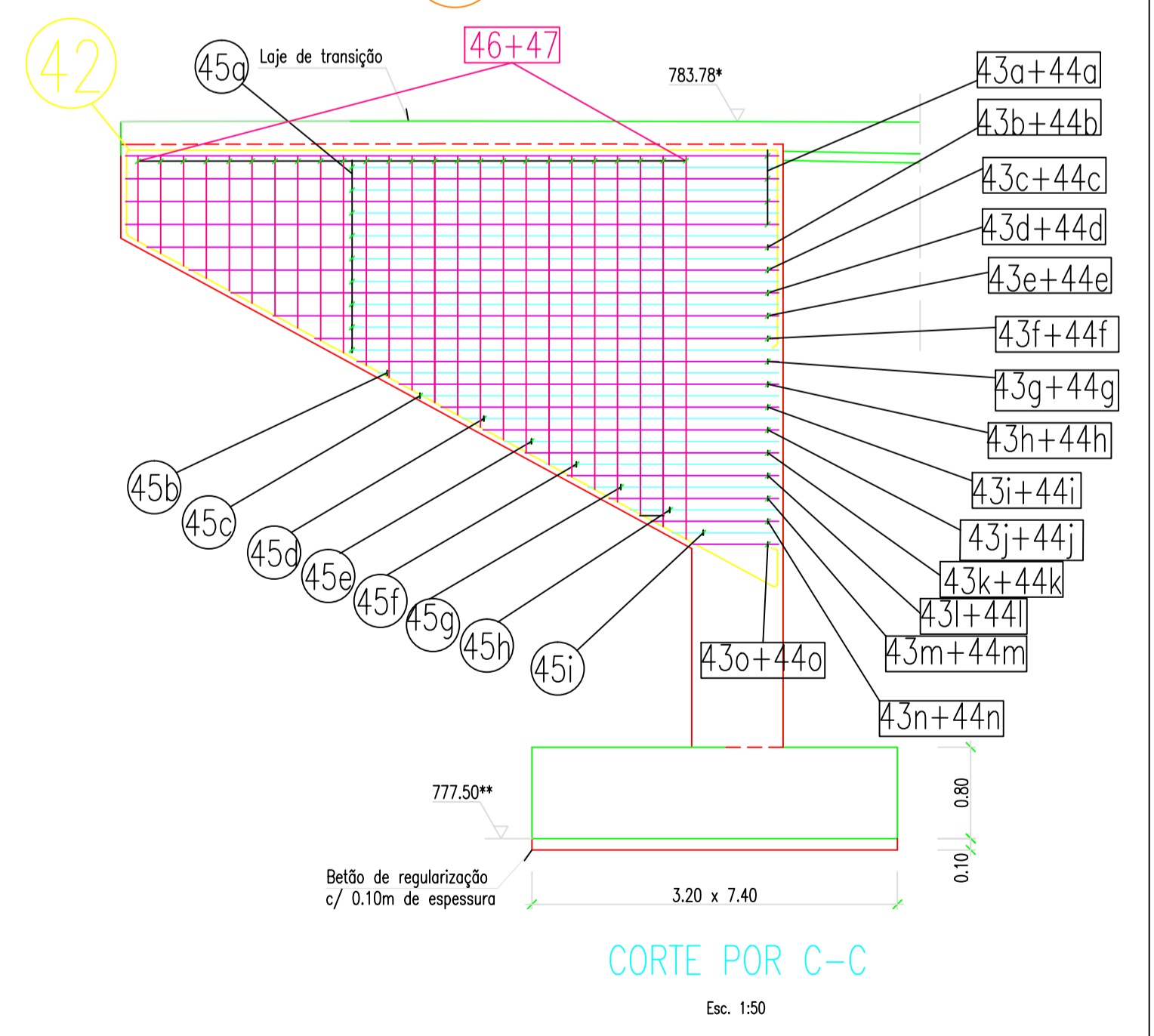
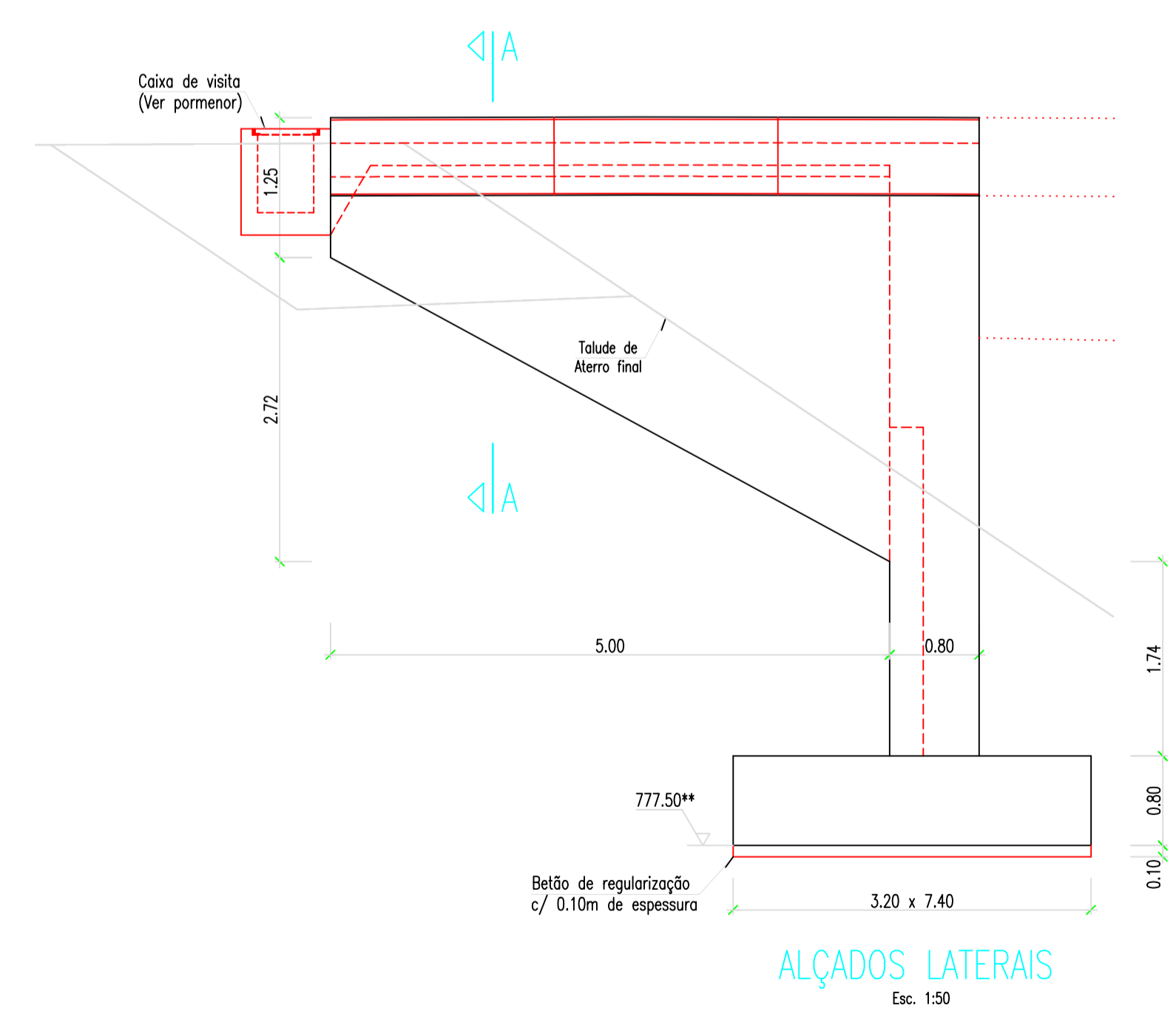
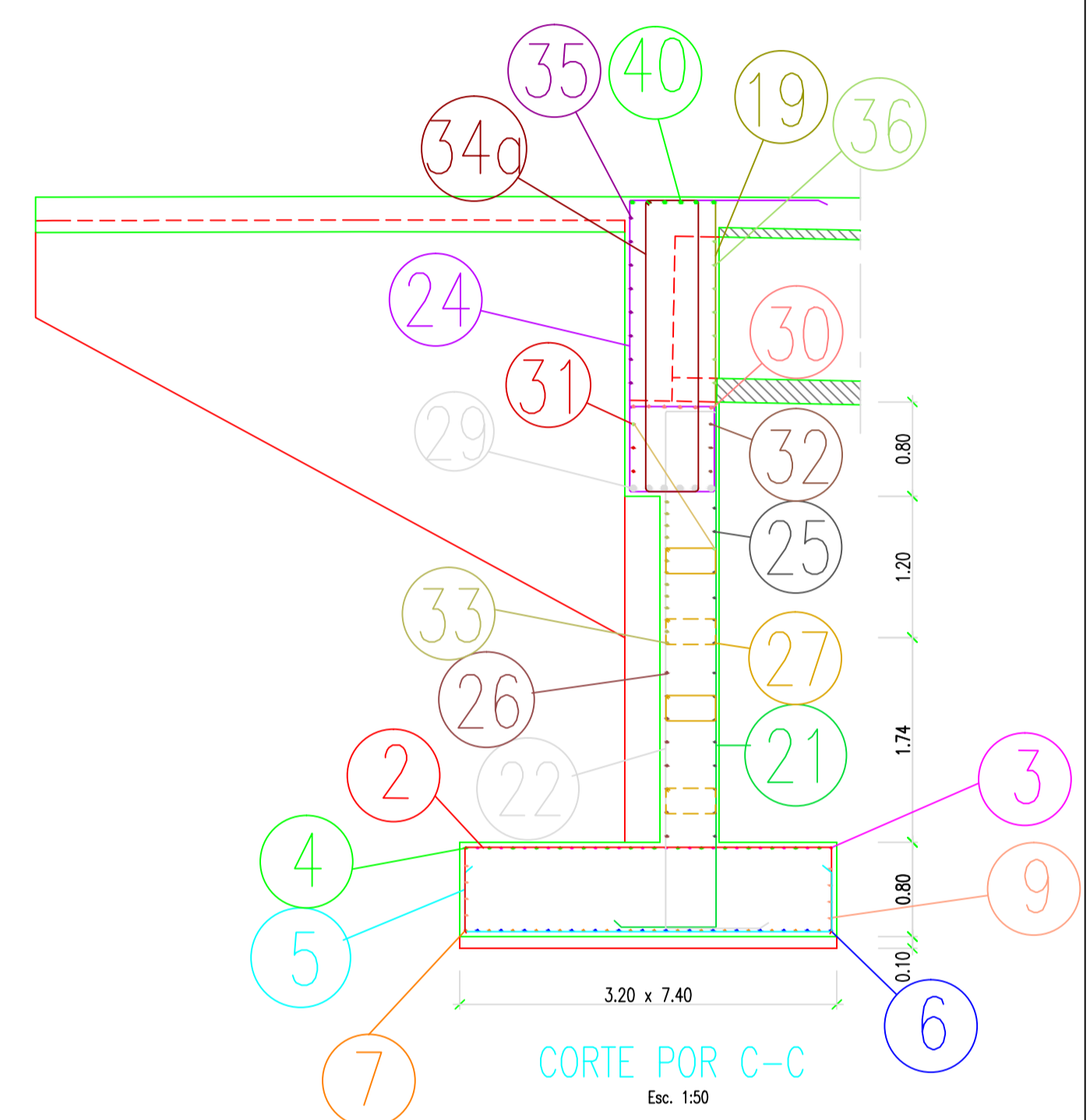
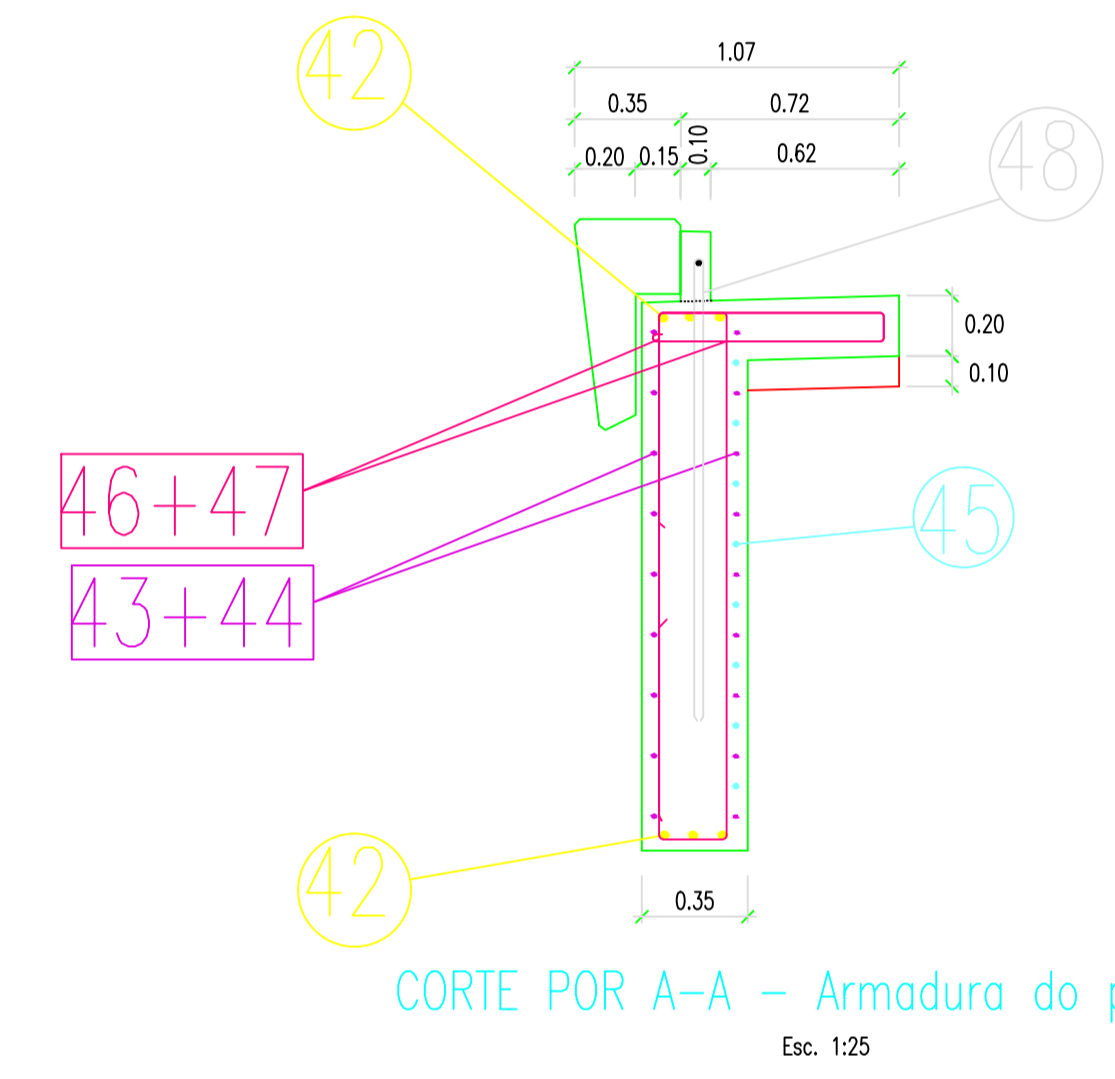
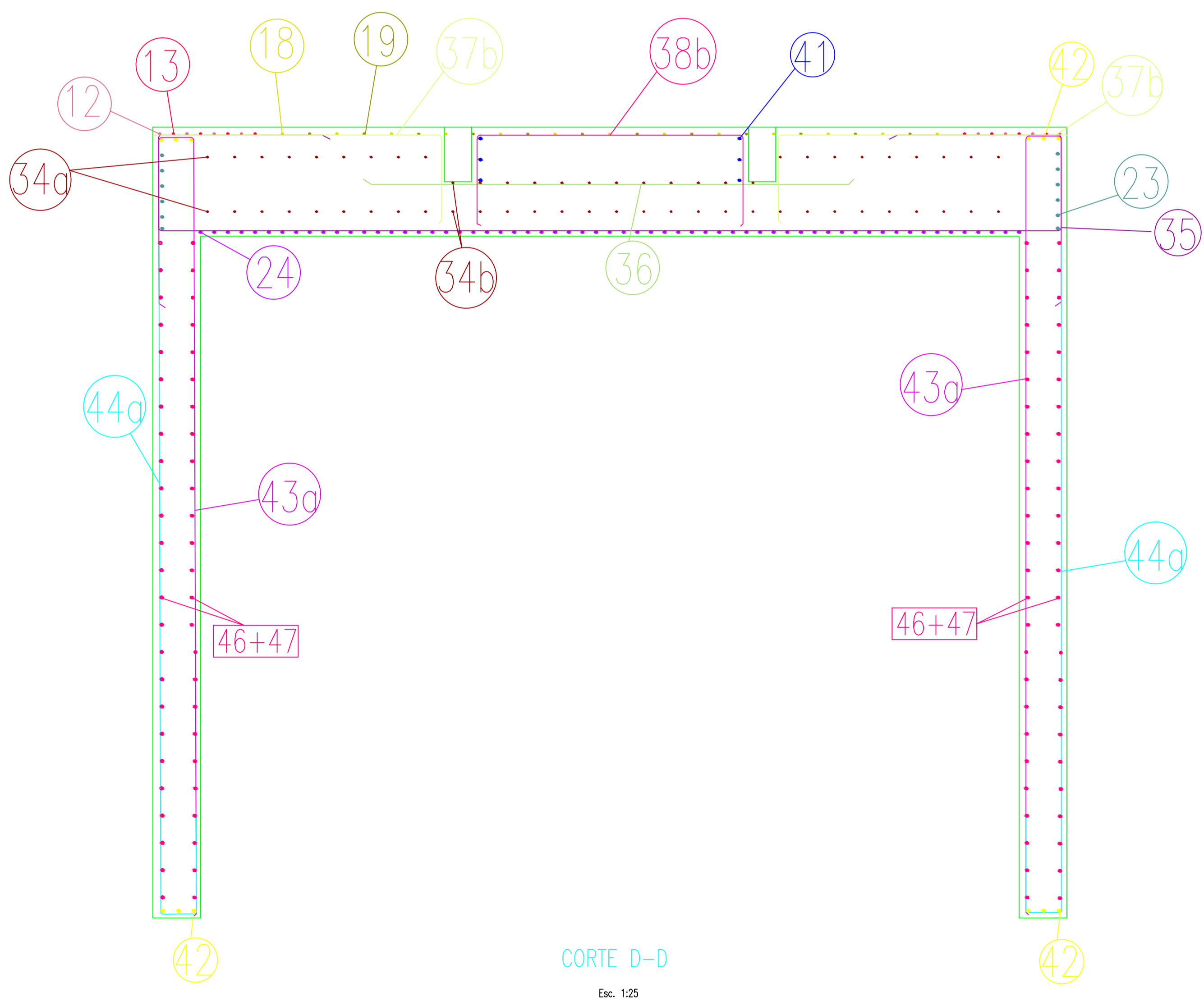
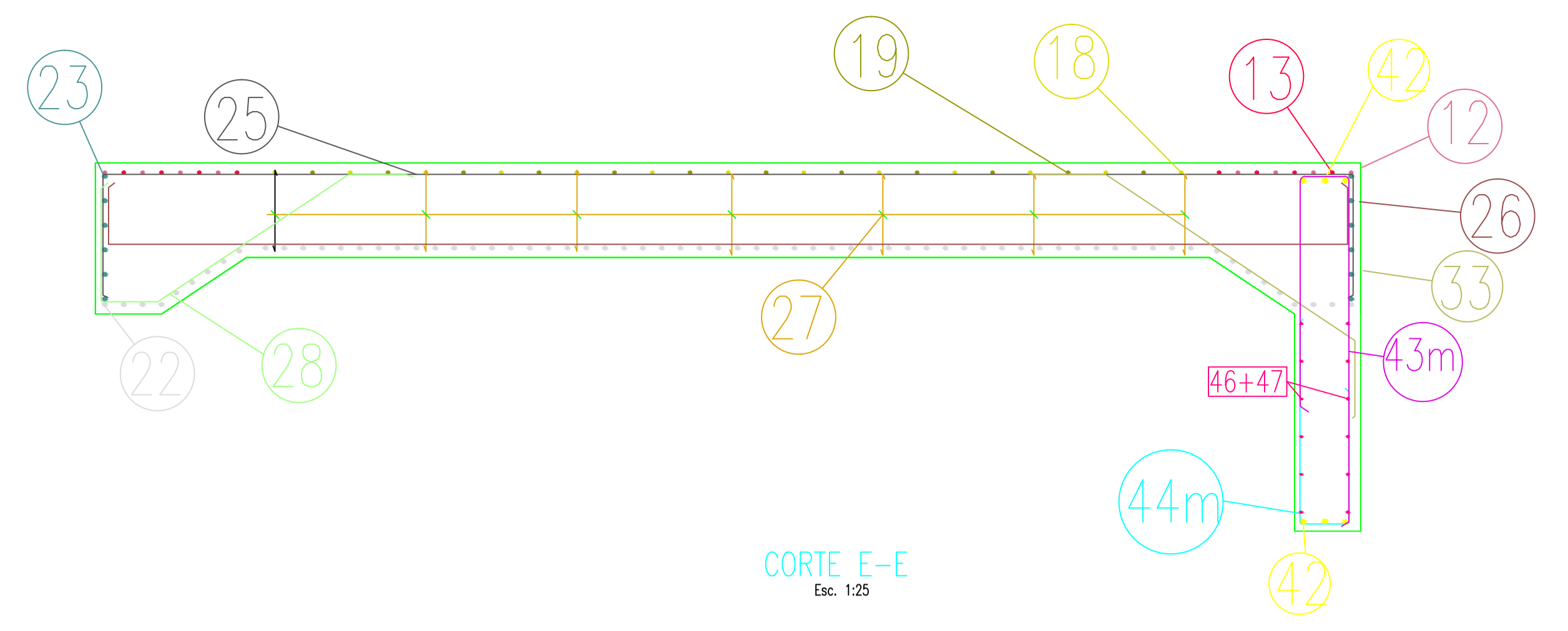
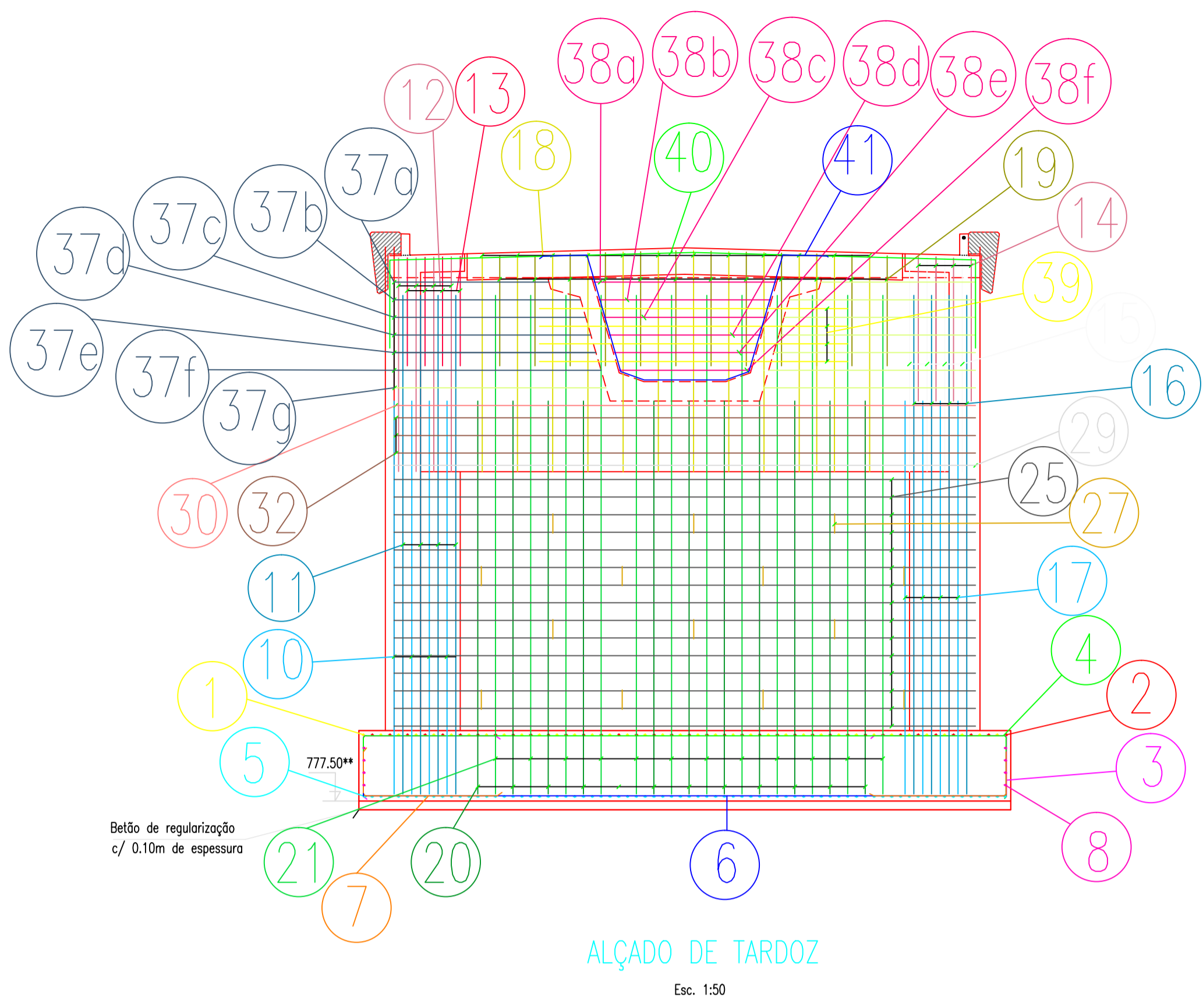
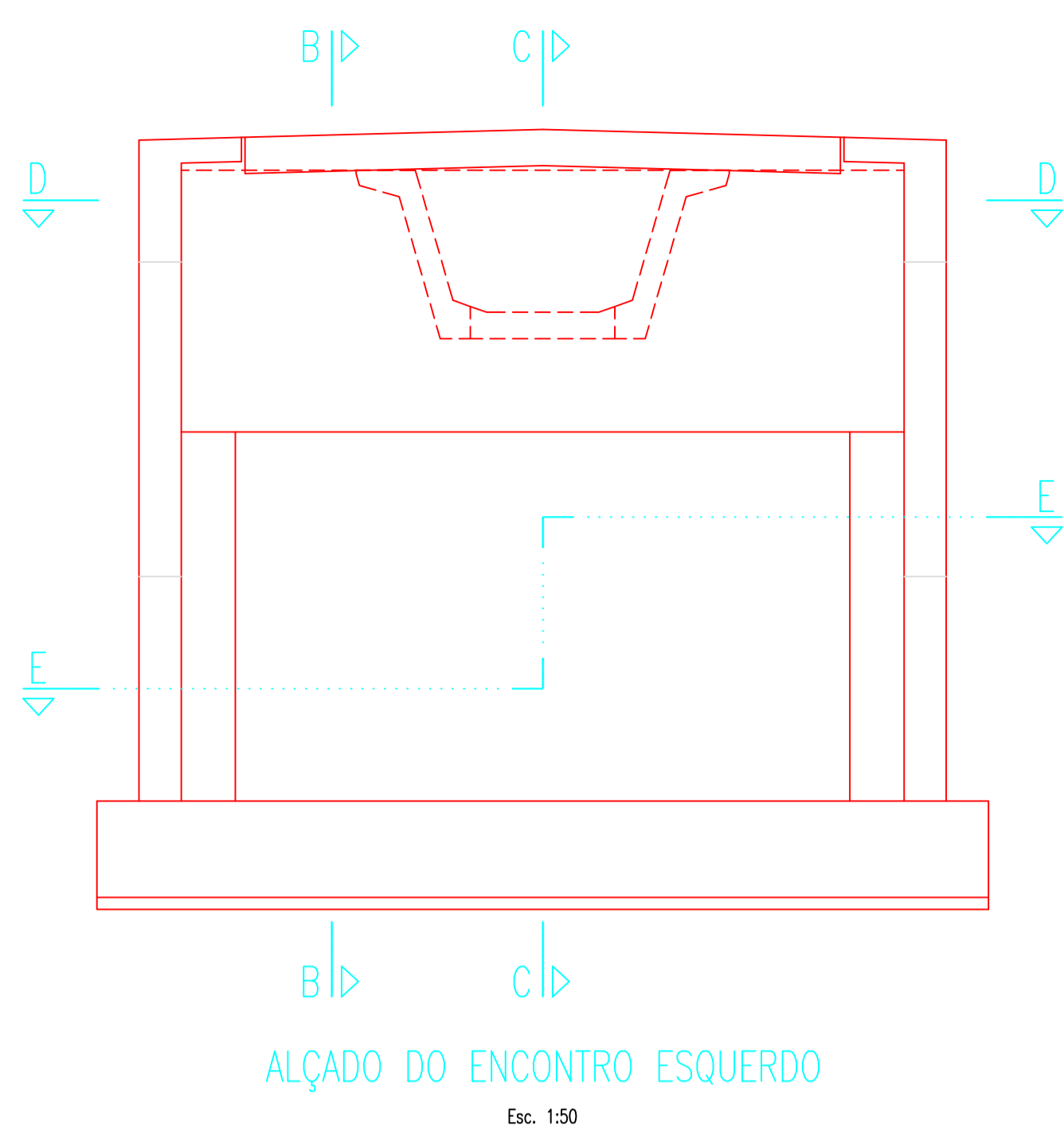
Eng.s revisores:
Isabel Alvim Teles
Paulo Braga Araújo

título:
Definição da geometria

data:
3 julho 2015

revisão:
Versão final

desenho:
01



projeto:		
Passagem Superior do Sublanço do Túnel do Marão/ N6 da Parada de Cunhos - PS9		
Encontro Esquerdo		
autor:	Escalas:	Eng. a revisor:
Isabel Amorim	1/50 e 1/25	Isabel Alvim Teles Paulo Braga Araújo
título:	data:	revisão:
Preparação das armaduras	3 julho 2015	Versão final
		desenho:
		02

**ANEXO VIII – TABELAS DE PREPARAÇÃO DAS
ARMADURAS DO ENCONTRO ESQUERDO DA PS9**

Obra:

Túnel do Marão

Frente de Obra:

Passagem Superior 9

Elemento preparado:

Encontro Esquerdo

Realizado Por: Isabel Amorim

3-jul-15

Produção: _____

Fecho: _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	6,7
Ø 10	0,0
Ø 12	1041,3
Ø 16	2962,3
Ø 20	2116,1
Ø 25	752,6
Ø 32	0,0
	6879,1

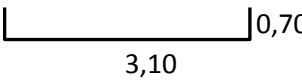
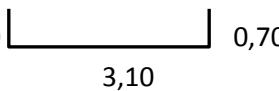
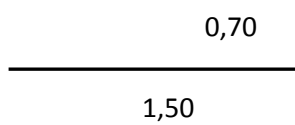
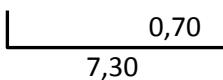
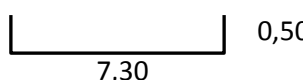
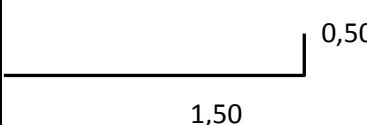
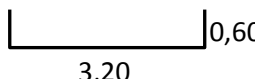
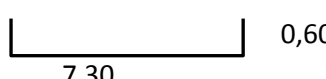
Obs:



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
Frente Obra Passagem Superior 9
Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
1	Arm. Superior	16	37	4,50	1,58	263,1	nota:
							0,70 
2	Arm. Superior	12	37	4,50	0,89	147,9	nota:
							0,70 
3	Arm. Superior	12	32	2,20	0,89	62,5	nota:
							
4	Arm. Superior	16	16	8,70	1,58	219,9	nota:
							0,70 
5	Arm. Inferior	16	73	4,10	1,58	472,9	nota:
							0,50 
6	Arm. Inferior	16	16	8,30	1,58	209,8	nota:
							0,50 
7	Arm. Inferior	12	32	2,00	0,89	56,8	nota:
							
8	Arm. Long.	16	8	4,40	1,58	55,6	nota:
							0,60 
9	Arm. Long.	16	8	8,50	1,58	107,4	nota:
							0,60 



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
10	Arm. Vertical	16	4	5,26	1,58	33,2	nota:
							4,46
							0,80
11	Arm. Vertical	16	4	6,46	1,58	40,8	nota:
							5,66
							0,80
12	Arm. Vertical	16	4	2,59	1,58	16,4	nota:
							2,43
							0,16
13	Arm. Vertical	16	4	1,40	1,58	8,8	nota:
							1,24
							0,16
14	Arm. Vertical	16	4	1,79	1,58	11,3	nota:
							1,63
							0,16
15	Arm. Vertical	16	4	2,59	1,58	16,4	nota:
							2,43
							0,16
16	Arm. Vertical	16	4	6,46	1,58	40,8	nota:
							5,66
							0,80
17	Arm. Vertical	16	4	5,26	1,58	33,2	nota:
							4,46
							0,80



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

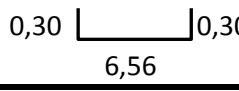
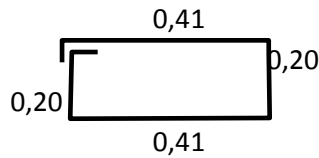
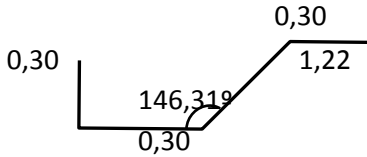
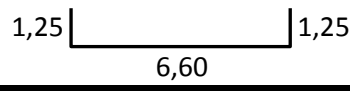
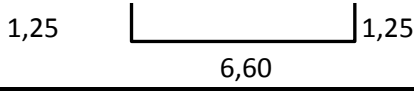
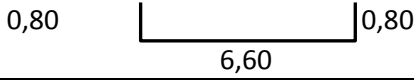
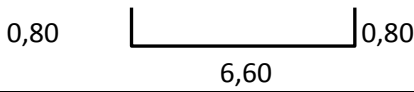
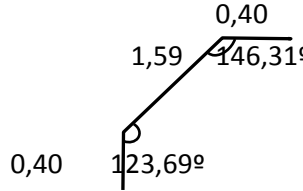
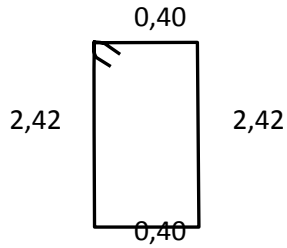
Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
18	Arm. Vertical	16	12	2,64	1,58	50,1	nota:
							2,48
							0,16
19	Arm. Vertical	16	12	1,44	1,58	27,3	nota:
							1,28
							0,16
20	Arm. Vertical	16	12	5,26	1,58	99,7	nota:
							4,46
							0,80
21	Arm. Vertical	16	12	6,46	1,58	122,5	nota:
							5,66
							0,80
22	Arm. Vertical	20	68	5,59	2,47	938,9	nota:
							0,40
							4,39
23	Arm. Vertical	20	12	5,19	2,47	153,8	nota:
							4,39
							0,80
24	Arm. Vertical	20	60	5,50	2,47	815,1	nota:
							1,60
							0,71
25	Arm. Horizontal	12	15	8,16	0,89	108,7	nota:
							0,75
							0,75

PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

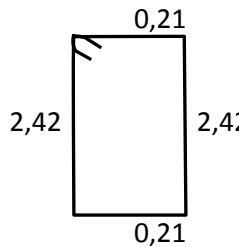
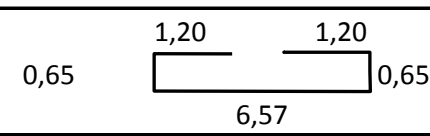
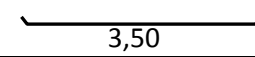
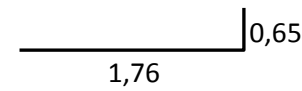
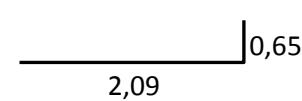
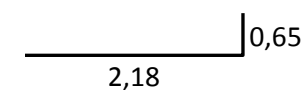
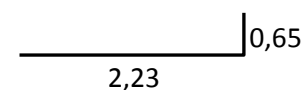
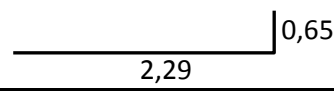
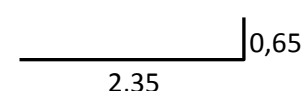
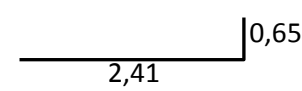
Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
26	Arm. Horizontal	16	8	7,16	1,58	90,5	nota: 
27	Estribos	8	14	1,22	0,4	6,7	nota: 
28	Arm. Pilar	16	24	2,12	1,58	80,4	nota: 
29	Arm. Pilar	25	6	9,10	3,85	210,2	nota: 
30	Arm. Pilar	20	6	9,10	2,47	134,9	nota: 
31	Arm. Pilar	16	3	8,20	1,58	38,9	nota: 
32	Arm. Pilar	16	3	8,20	1,58	38,9	nota: 
33	Arm. Pilar	16	24	2,39	1,58	90,6	nota: 
34a	Estribos	12	18	5,64	0,89	90,1	nota: 

PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
34b	Estribos	12	12	5,26	0,89	56,1	nota: 
35		16	8	10,27	1,58	129,8	nota: 
36		16	7	3,50	1,58	38,7	nota: 
37a		16	2	2,41	1,58	7,6	nota: 
37b		16	2	2,74	1,58	8,7	nota: 
37c		16	2	2,83	1,58	8,9	nota: 
37d		16	2	2,88	1,58	9,1	nota: 
37e		16	2	2,94	1,58	9,3	nota: 
37f		16	2	3,00	1,58	9,5	nota: 
37g	encontro esquerdo	16	2	3,06	1,58	9,7	nota: 



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
Frente Obra Passagem Superior 9
Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:

Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
38a		16	1	3,39	1,58	5,4	nota:
38b		16	1	3,27	1,58	5,2	nota:
38c		16	1	3,15	1,58	5,0	nota:
38d		16	1	3,04	1,58	4,8	nota:
38e		16	1	2,92	1,58	4,6	nota:
38f		16	1	2,81	1,58	4,4	nota:
39		20	4	3,50	2,47	34,6	nota:
40		25	6	8,70	3,85	201,0	nota:

PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
41		20	3	5,24	2,47	38,8	nota:
42	Arm. Asa	25	6	14,78	3,85	341,4	nota:
43a	Arm. Asa	16	8	7,18	1,58	90,8	nota:
43b	Arm. Asa	16	2	6,99	1,58	22,1	nota:
43c	Arm. Asa	16	2	6,63	1,58	21,0	nota:
43d	Arm. Asa	16	2	6,26	1,58	19,8	nota:
43e	Arm. Asa	16	2	5,89	1,58	18,6	nota:
43f	Arm. Asa	16	2	5,52	1,58	17,4	nota:



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

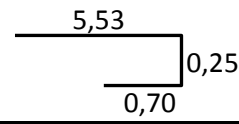
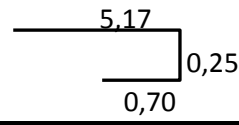
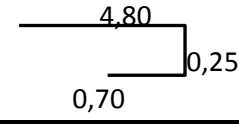
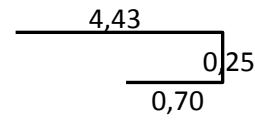
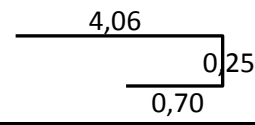
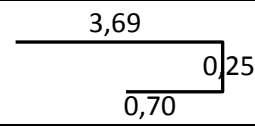
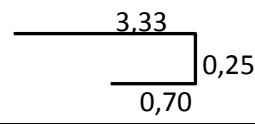
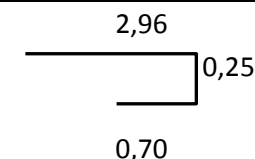
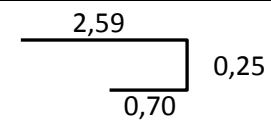
Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
43g	Arm. Asa	16	2	5,15	1,58	16,3	nota:
43h	Arm. Asa	16	2	4,79	1,58	15,1	nota:
43i	Arm. Asa	16	2	4,42	1,58	14,0	nota:
43j	Arm. Asa	16	2	4,05	1,58	12,8	nota:
43k	Arm. Asa	16	2	3,68	1,58	11,6	nota:
43l	Arm. Asa	16	2	3,31	1,58	10,5	nota:
43m	Arm. Asa	16	2	2,95	1,58	9,3	nota:
43n	Arm. Asa	16	2	2,18	1,58	6,9	nota:
43o	Arm. Asa	16	2	1,71	1,58	5,4	nota:
44a	Arm. Asa	12	8	6,67	0,89	47,4	nota:

PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
44b	Arm. Asa	12	4	6,48	0,89	23,0	nota:
							
44c	Arm. Asa	12	4	6,12	0,89	21,7	nota:
							
44d	Arm. Asa	12	4	5,75	0,89	20,4	nota:
							
44e	Arm. Asa	12	4	5,38	0,89	19,1	nota:
							
44f	Arm. Asa	12	4	5,01	0,89	17,8	nota:
							
44g	Arm. Asa	12	4	4,64	0,89	16,5	nota:
							
44h	Arm. Asa	12	4	4,28	0,89	15,2	nota:
							
44i	Arm. Asa	12	4	3,91	0,89	13,9	nota:
							
44j	Arm. Asa	12	4	3,54	0,89	12,6	nota:
							



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
 Frente Obra Passagem Superior 9
 Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
 Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem
44k	Arm. Asa	12	4	3,17	0,89	11,3	nota:
44l	Arm. Asa	12	4	2,80	0,89	9,9	nota:
44m	Arm. Asa	12	4	2,44	0,89	8,7	nota:
44n	Arm. Asa	12	4	2,07	0,89	7,4	nota:
44o				1,70			nota:
45a	Arm. Asa	16	18	5,22	1,58	148,5	nota:
45b	Arm. Asa	16	2	4,97	1,58	15,7	nota:
45c	Arm. Asa	16	2	4,60	1,58	14,5	nota:
45d	Arm. Asa	16	2	4,23	1,58	13,4	nota:
45e	Arm. Asa	16	2	3,87	1,58	12,2	nota:



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
Frete Obra Passagem Superior 9
Elemento: Encontro Esquerdo

Ordem:
Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem																	
45f	Arm. Asa	16	2	3,50	1,58	11,1	nota:																	
45g	Arm. Asa	16	2	3,13	1,58	9,9	nota:																	
45h	Arm. Asa	16	2	2,76	1,58	8,7	nota:																	
45i	Arm. Asa	16	2	2,39	1,58	7,6	nota:																	
46	Arm. Passeio	12	50	2,35	0,89	104,3	nota: 2 peças por cada altura																	
							<table style="font-size: small; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>46a - 3,35m</td> <td>46i - 2,49m</td> <td>46q - 1,51m</td> </tr> <tr> <td>46b - 3,25m</td> <td>46j - 2,38m</td> <td>46r - 1,40m</td> </tr> <tr> <td>46c - 3,14m</td> <td>46k - 2,27m</td> <td>46s - 1,29m</td> </tr> <tr> <td>46d - 3,03m</td> <td>46l - 2,05m</td> <td>46t - 1,18m</td> </tr> <tr> <td>46e - 2,92m</td> <td>46m - 1,94m</td> <td>46u - 1,07m</td> </tr> <tr> <td>46f - 2,81m</td> <td>46n - 1,83m</td> <td>46v - 0,96m</td> </tr> <tr> <td>46g - 2,70m</td> <td>46o - 1,72m</td> <td>46w - 0,85m</td> </tr> <tr> <td>46h - 2,60m</td> <td>46p - 1,62</td> <td></td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	46a - 3,35m	46i - 2,49m	46q - 1,51m	46b - 3,25m	46j - 2,38m	46r - 1,40m	46c - 3,14m	46k - 2,27m	46s - 1,29m	46d - 3,03m	46l - 2,05m	46t - 1,18m	46e - 2,92m	46m - 1,94m	46u - 1,07m	46f - 2,81m	46n - 1,83m
46a - 3,35m	46i - 2,49m	46q - 1,51m																						
46b - 3,25m	46j - 2,38m	46r - 1,40m																						
46c - 3,14m	46k - 2,27m	46s - 1,29m																						
46d - 3,03m	46l - 2,05m	46t - 1,18m																						
46e - 2,92m	46m - 1,94m	46u - 1,07m																						
46f - 2,81m	46n - 1,83m	46v - 0,96m																						
46g - 2,70m	46o - 1,72m	46w - 0,85m																						
46h - 2,60m	46p - 1,62																							
47	Arm. Passeio	12	50	2,33	0,89	103,5	nota: 2 peças por cada altura																	
							<table style="font-size: small; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>47a - 3,35m</td> <td>47i - 2,49m</td> <td>47q - 1,51m</td> </tr> <tr> <td>47b - 3,25m</td> <td>47j - 2,38m</td> <td>47r - 1,40m</td> </tr> <tr> <td>47c - 3,14m</td> <td>47k - 2,27m</td> <td>47s - 1,29m</td> </tr> <tr> <td>47d - 3,03m</td> <td>47l - 2,05m</td> <td>47t - 1,18m</td> </tr> <tr> <td>47e - 2,92m</td> <td>47m - 1,94m</td> <td>47u - 1,07m</td> </tr> <tr> <td>47f - 2,81m</td> <td>47n - 1,83m</td> <td>47v - 0,96m</td> </tr> <tr> <td>47g - 2,70m</td> <td>47o - 1,72m</td> <td>47w - 0,85m</td> </tr> <tr> <td>47h - 2,60m</td> <td>47p - 1,62</td> <td></td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	47a - 3,35m	47i - 2,49m	47q - 1,51m	47b - 3,25m	47j - 2,38m	47r - 1,40m	47c - 3,14m	47k - 2,27m	47s - 1,29m	47d - 3,03m	47l - 2,05m	47t - 1,18m	47e - 2,92m	47m - 1,94m	47u - 1,07m	47f - 2,81m	47n - 1,83m
47a - 3,35m	47i - 2,49m	47q - 1,51m																						
47b - 3,25m	47j - 2,38m	47r - 1,40m																						
47c - 3,14m	47k - 2,27m	47s - 1,29m																						
47d - 3,03m	47l - 2,05m	47t - 1,18m																						
47e - 2,92m	47m - 1,94m	47u - 1,07m																						
47f - 2,81m	47n - 1,83m	47v - 0,96m																						
47g - 2,70m	47o - 1,72m	47w - 0,85m																						
47h - 2,60m	47p - 1,62																							



PREPARAÇÃO DE ARMADURAS

Obra: Túnel do Marão
Frete Obra: Passagem Superior 9
Elemento: Encontro Esquerdo

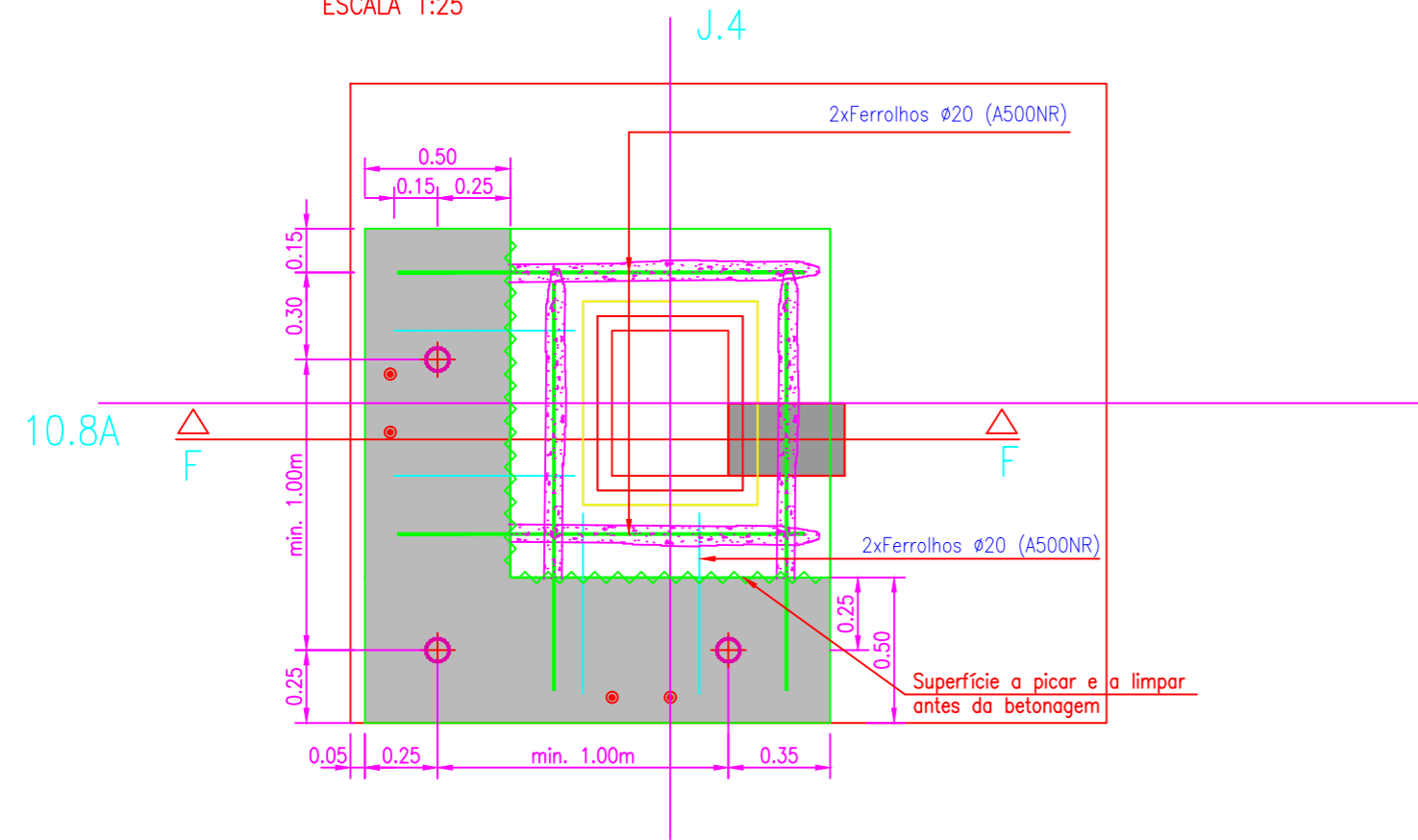
Ordem:
Data: 3-jul-15

Pos.	Desig.	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ m	Peso	Pormenor de dobragem							
48	Arm. Passeio	12	25	3,00	0,89	66,6	nota:							
							<p style="text-align: right;">Ø = 0,03m</p>							
			Total				0,0	6,7	0,0	1.041,3	2.962,3	2.116,1	752,6	0,0
			EST				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			EST.C				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			EST.C.M				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			EST.CAL				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			STG				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Diam.				6	8	10	12	16	20	25	32
			Peso/mtr				0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,85	6,3
				Total:			6.879,1 Kg							

**ANEXO IX – PEÇAS DESENHADAS DAS SAPATAS DA
LOJA DA DECATHLON DE SETÚBAL**

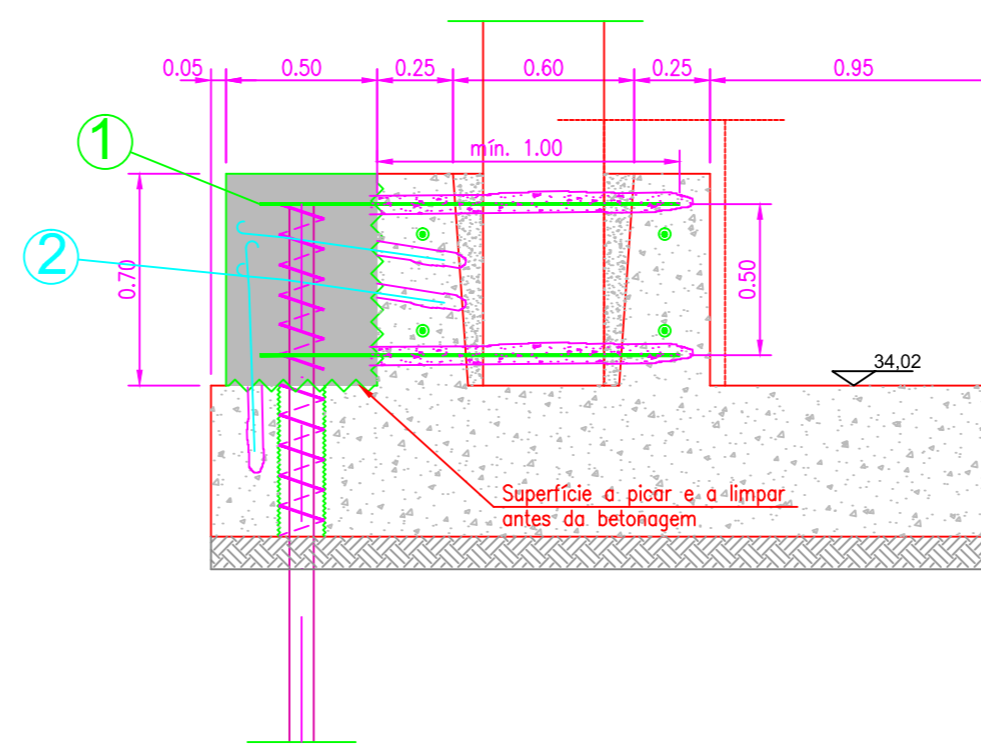
RECALÇAMENTO PILAR P4a e C
PLANTA

ESCALA 1:25



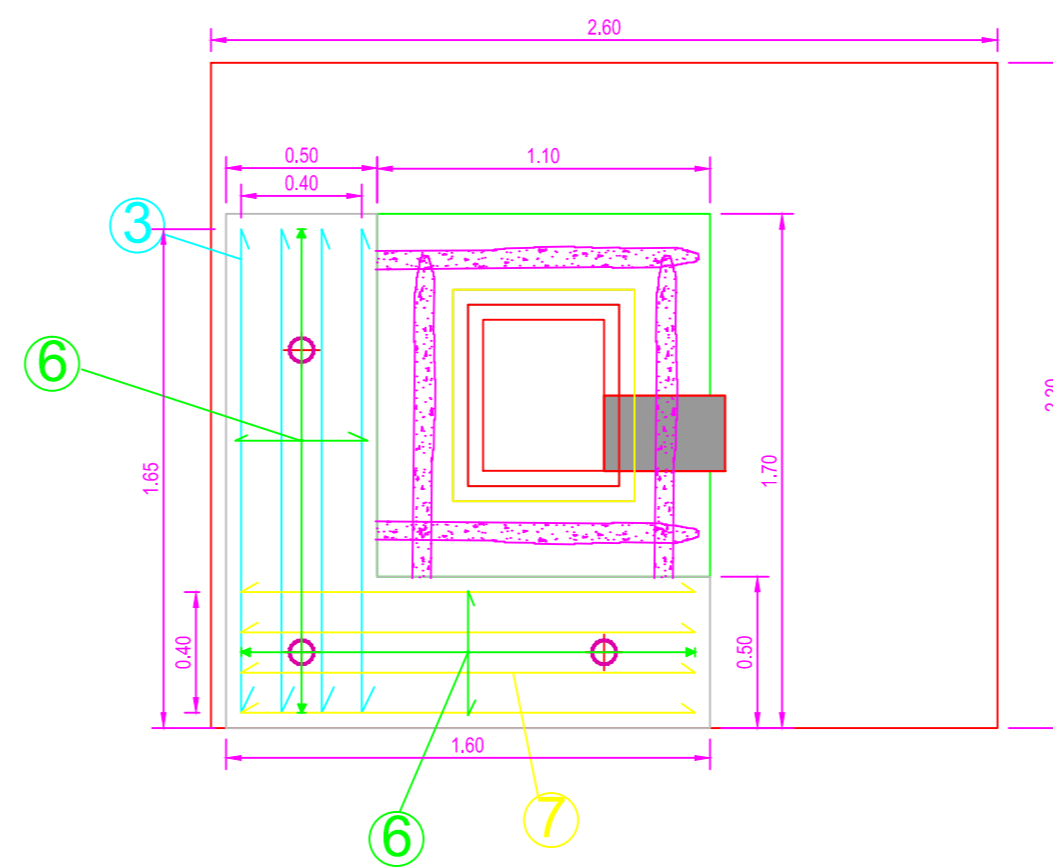
RECALÇAMENTO PILAR P4a e C
CORTE F-F

ESCALA 1:25



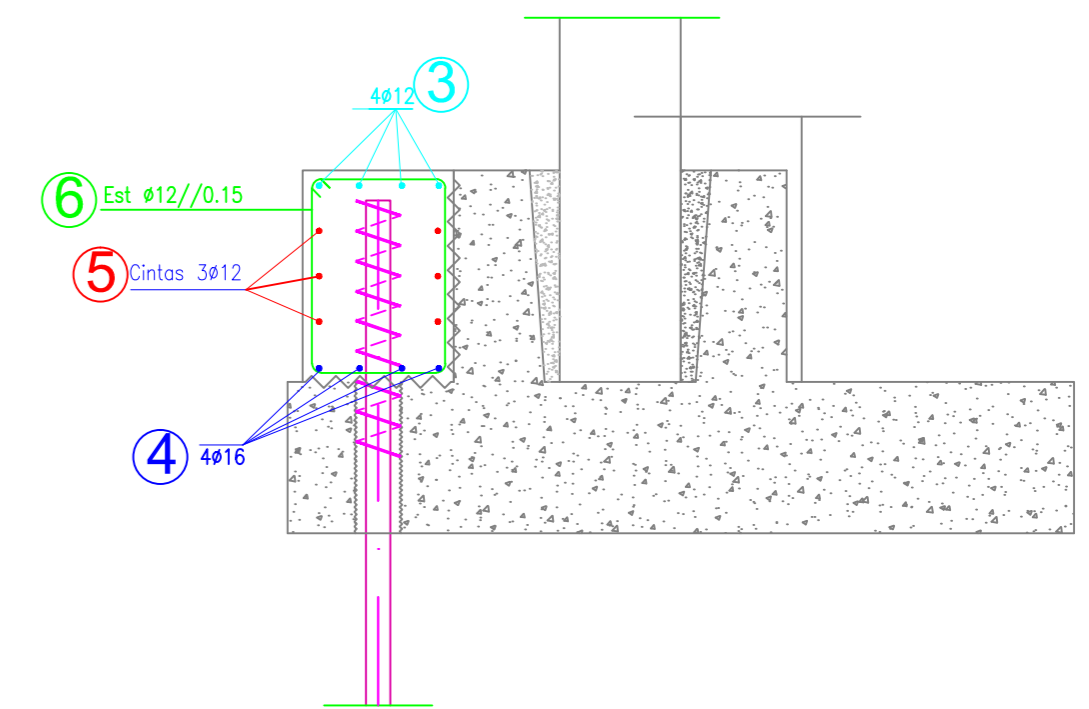
Corte I-I

ESCALA 1:25



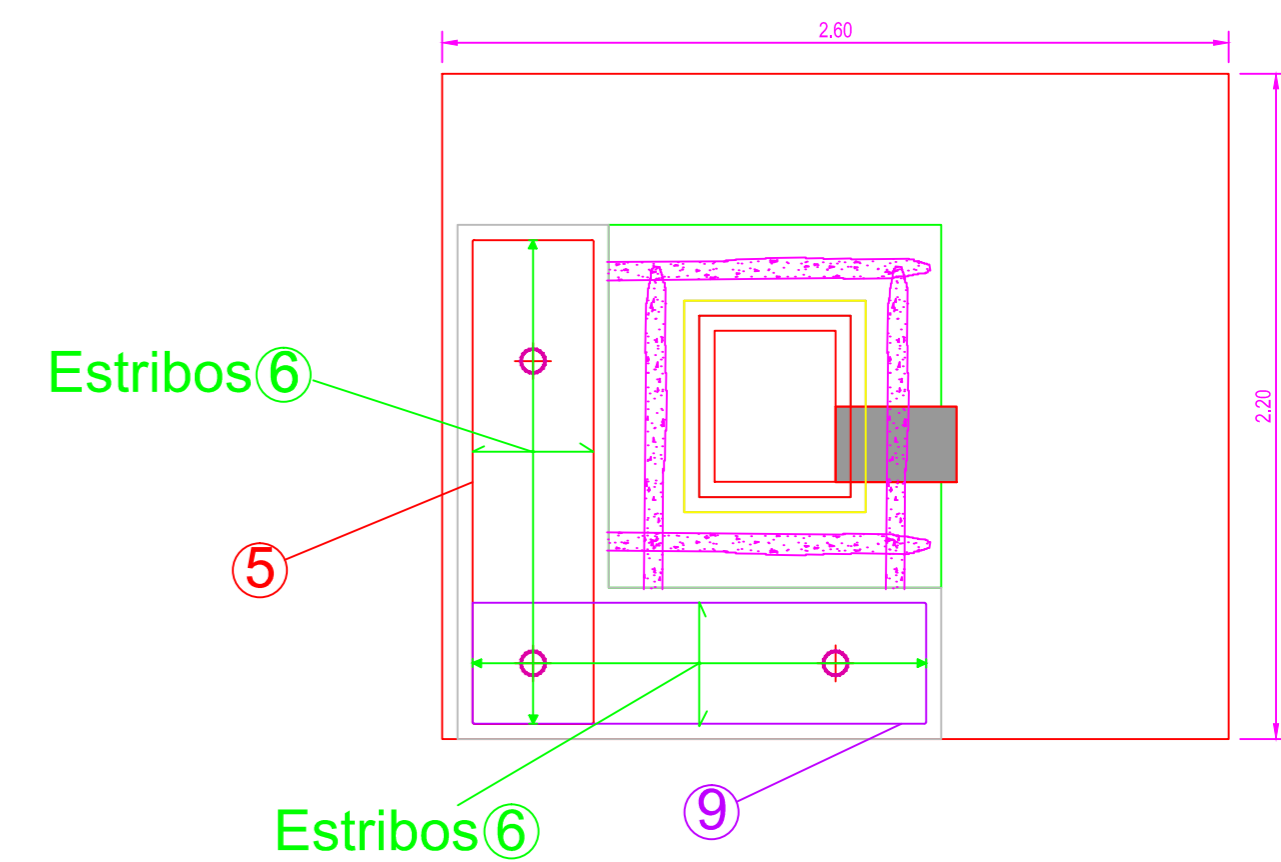
RECALÇAMENTO PILAR P4a e C
Betão Armado

ESCALA 1:25



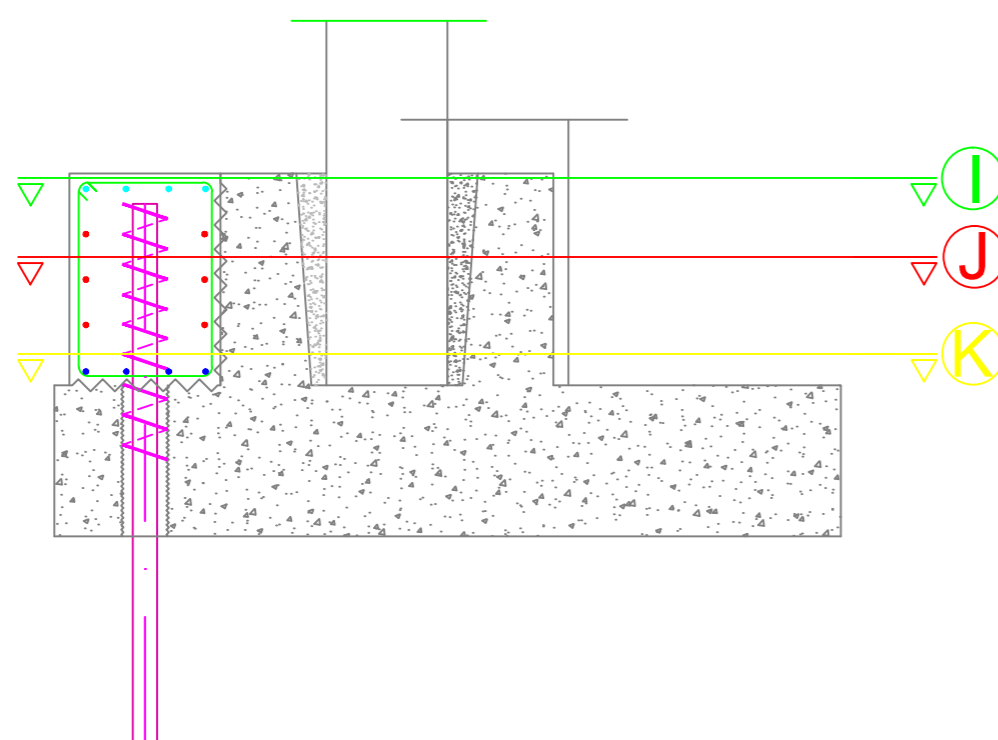
Corte J-J

ESCALA 1:25



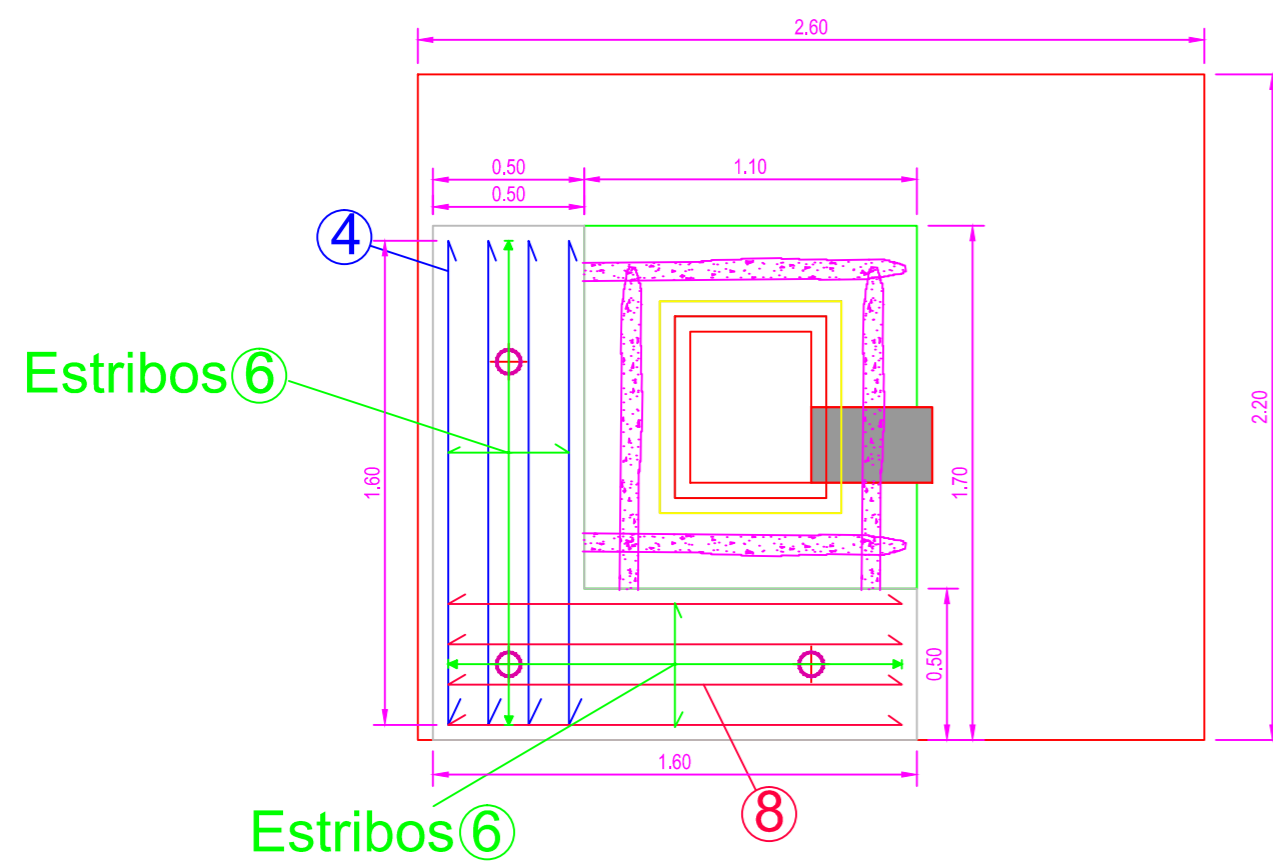
RECALÇAMENTO PILAR P4a e C
BETÃO ARMADO

ESCALA 1:25



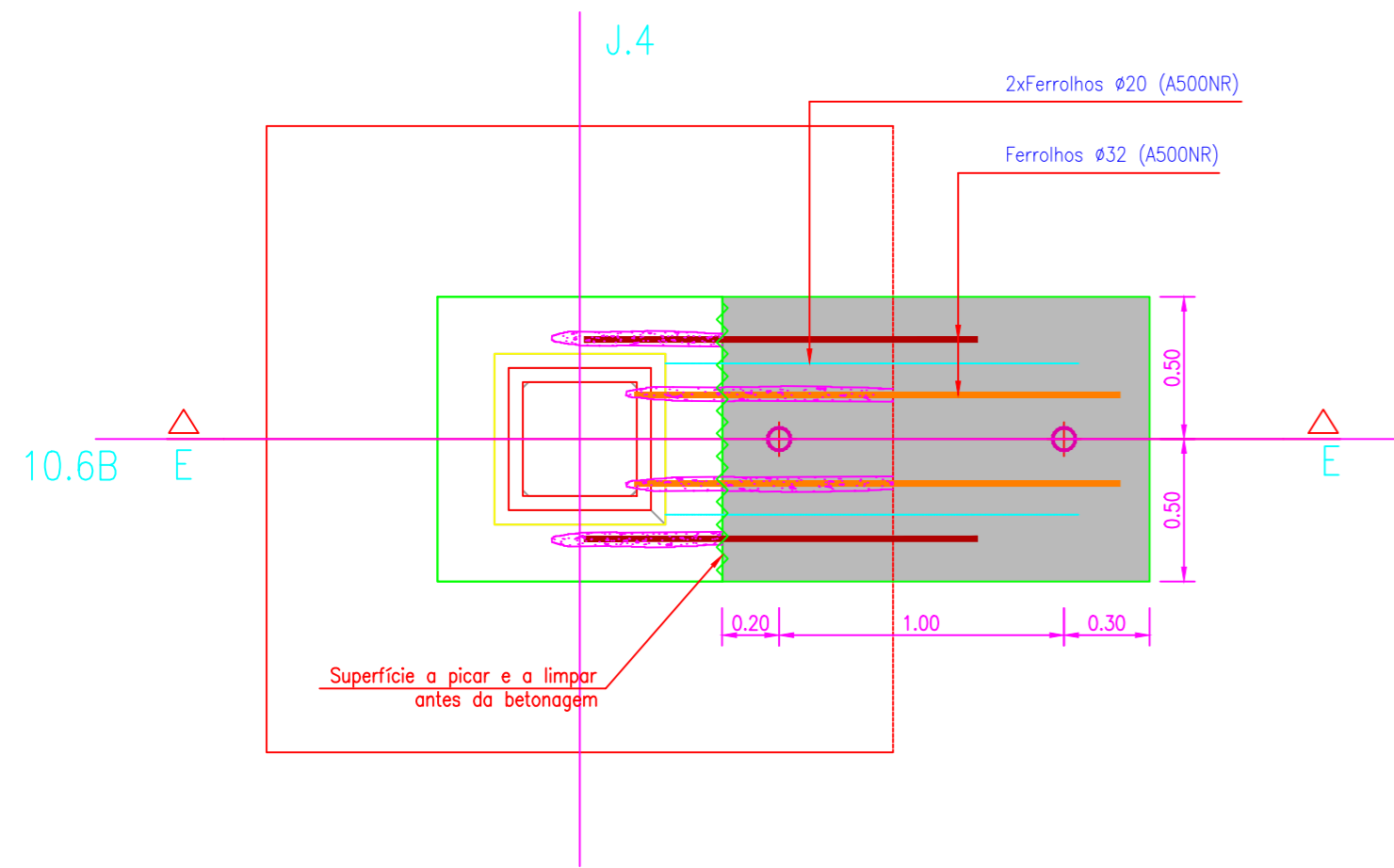
Corte K-K

ESCALA 1:25

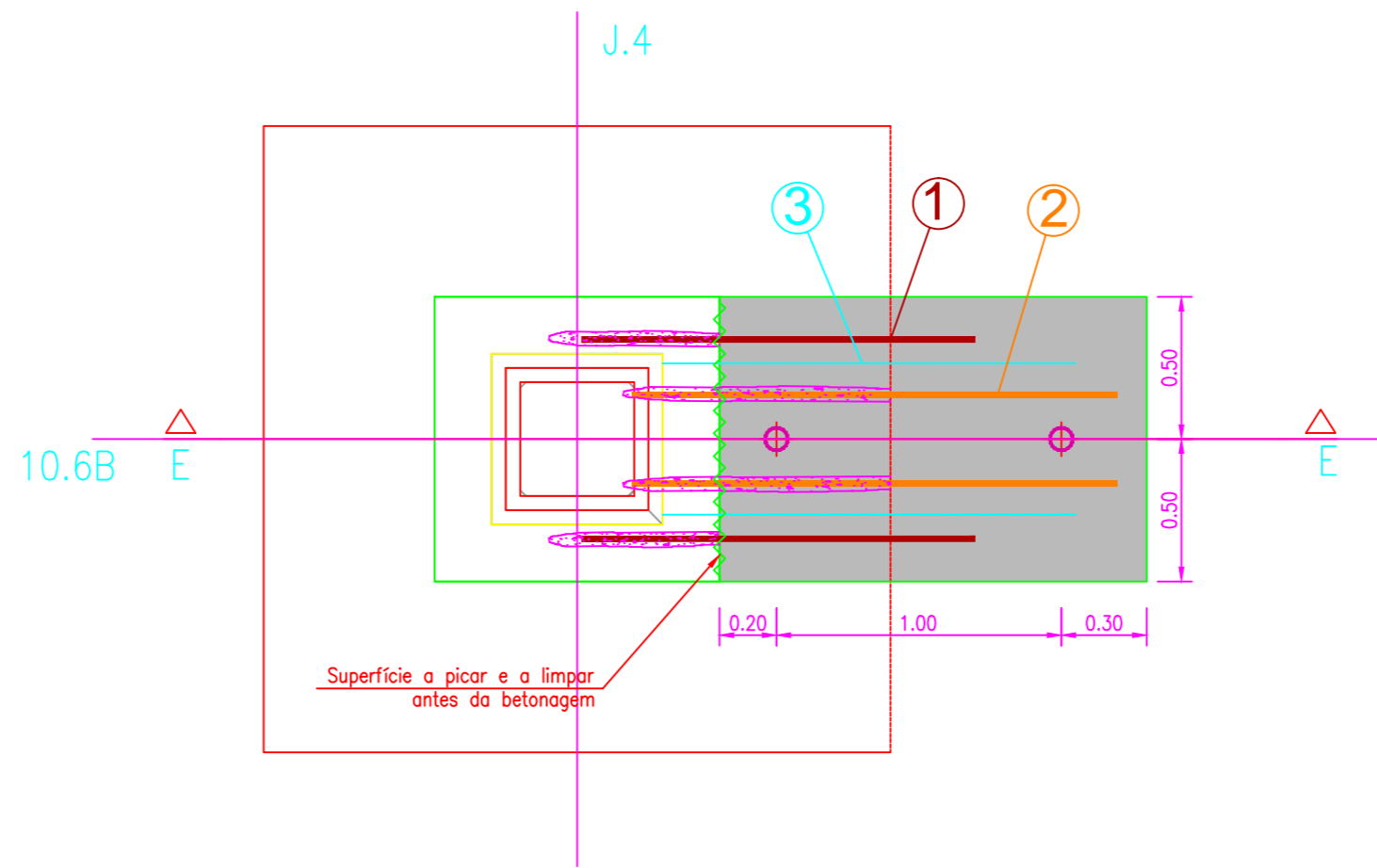


projeto:			
Reforço das Fundações da Decathlon de Setúbal			
Corpo H			
autor:	Escalas:	Eng.s revisores:	
Isabel Amorim	1/25	Isabel Alvim Teles Paulo Braga Araújo	
titulo:	data:	revisão:	desenho:
Preparação das armaduras do recalçamento do pilar P4a e C	20 julho 2015	Versão final	02

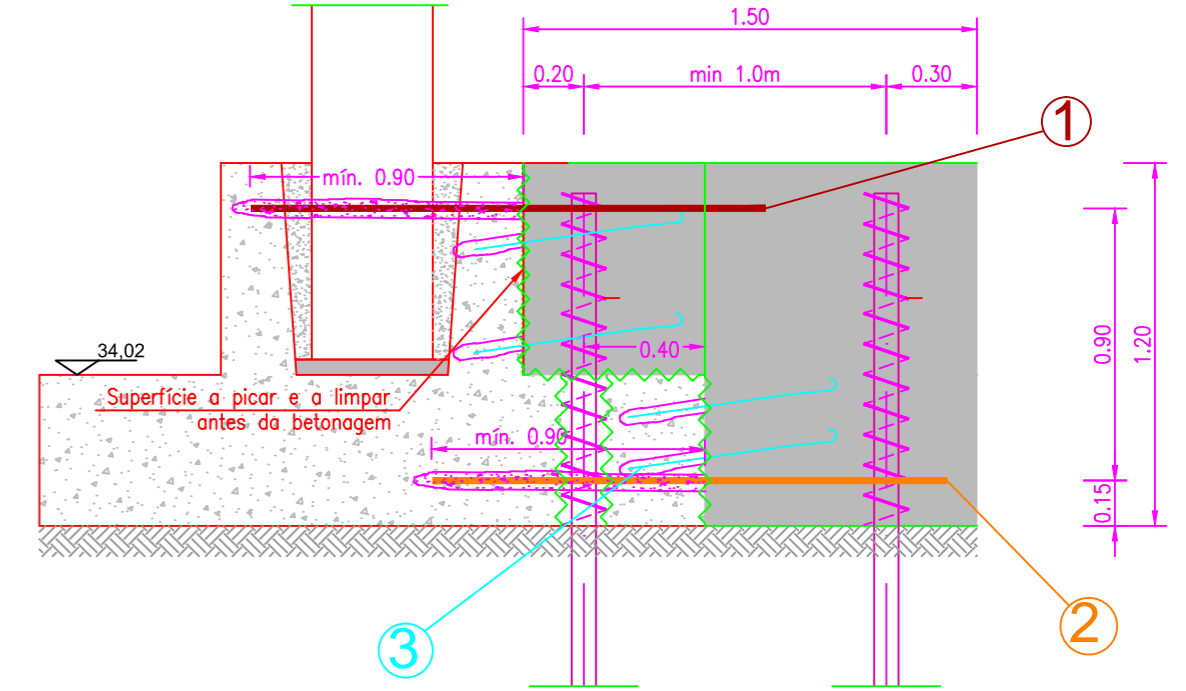
RECALÇAMENTO PILAR P4b e P5
PLANTA
ESCALA 1:25



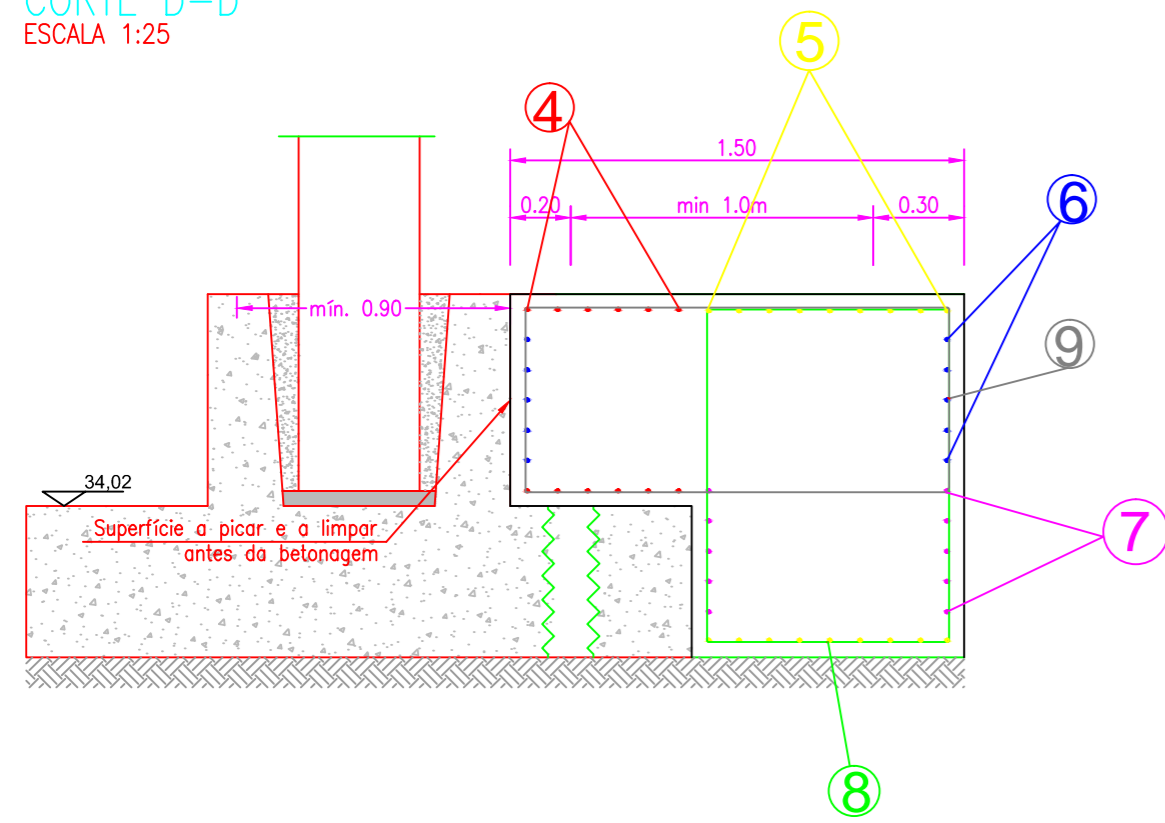
RECALÇAMENTO PILAR P4b e P5
PLANTA
ESCALA 1:25



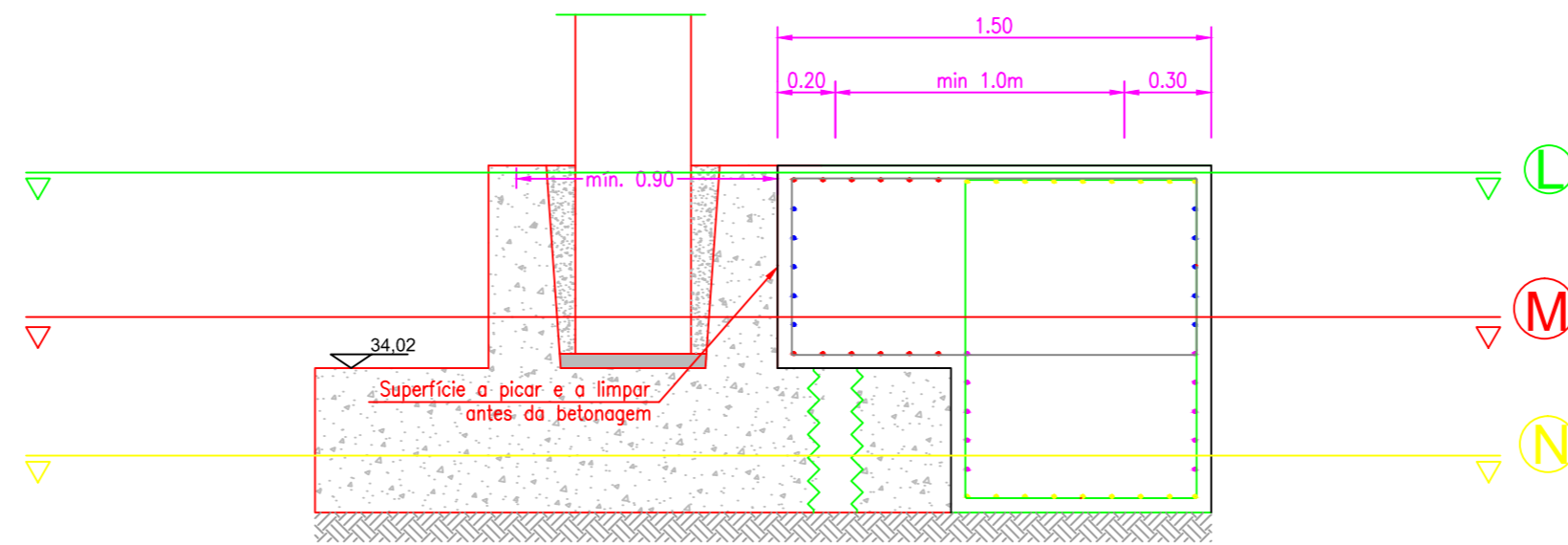
RECALÇAMENTO PILAR P4b e P5
CORTE D-D
ESCALA 1:25



RECALÇAMENTO PILAR P4b e P5
CORTE D-D
ESCALA 1:25

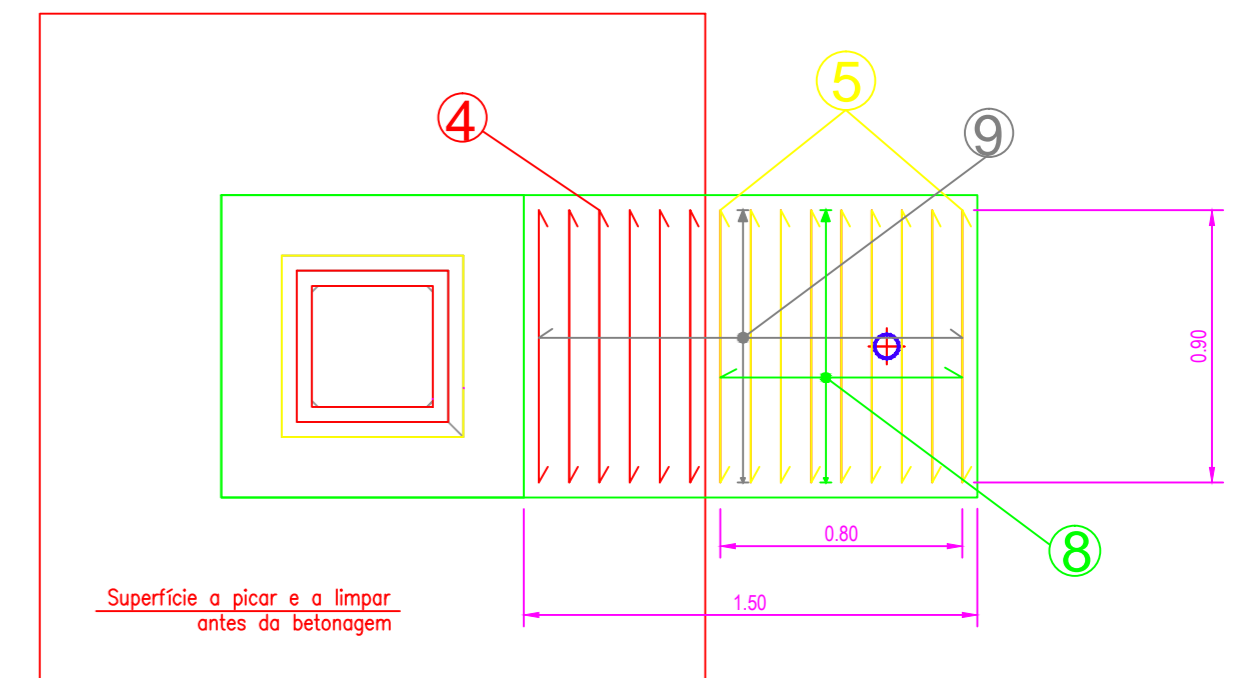


RECALÇAMENTO PILAR P4b e P5
CORTE D-D
ESCALA 1:25



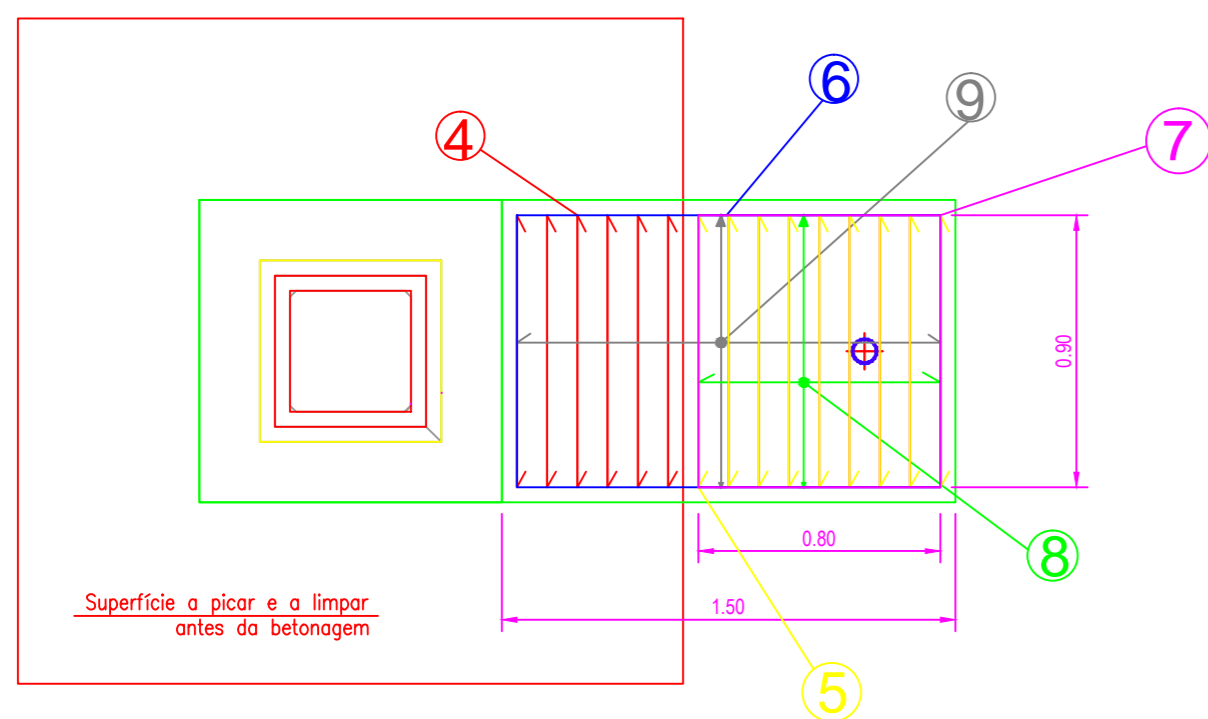
Corte L-L

ESCALA 1:25



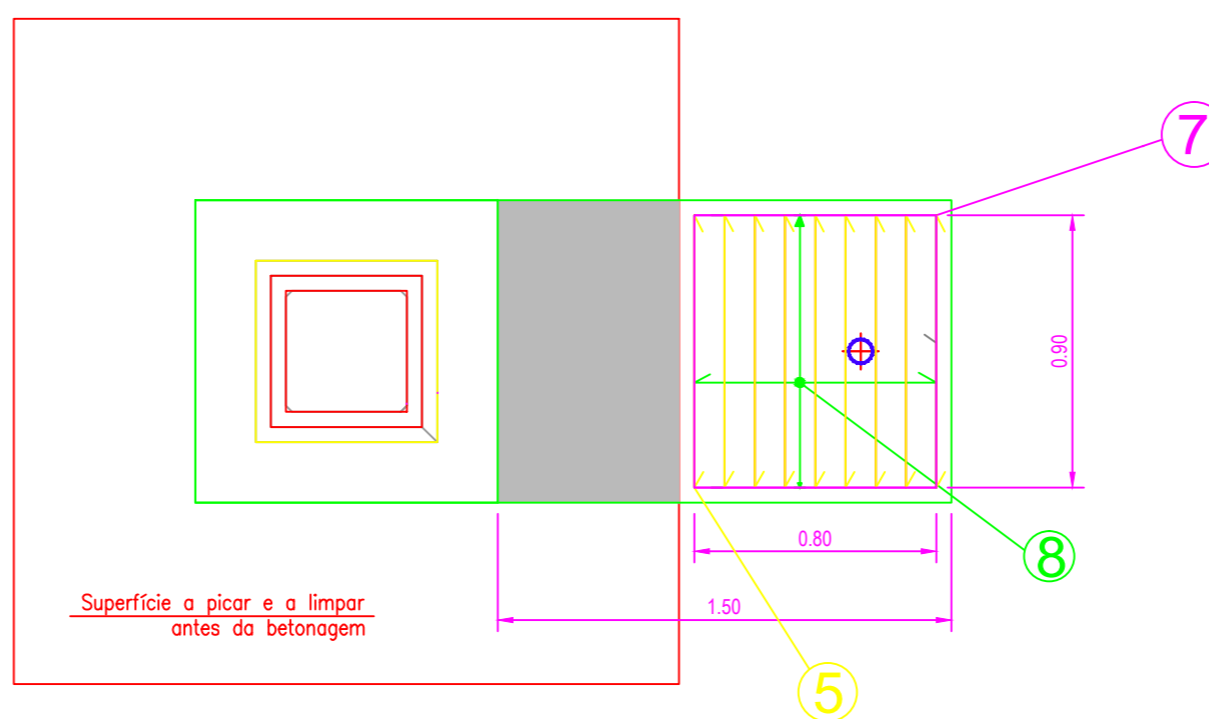
Corte M-M

ESCALA 1:25



Corte N-N

ESCALA 1:25



projeto:

Reforço das Fundações da Decathlon de Setúbal

Corpo H

autor:

Isabel Amorim

Escalas:

1/25

Eng.s revisores:

Isabel Alvim Teles
Paulo Braga Araújo

título

Preparação das armaduras do recalçamento do pilar P4b e P5

data

20 julho 2015

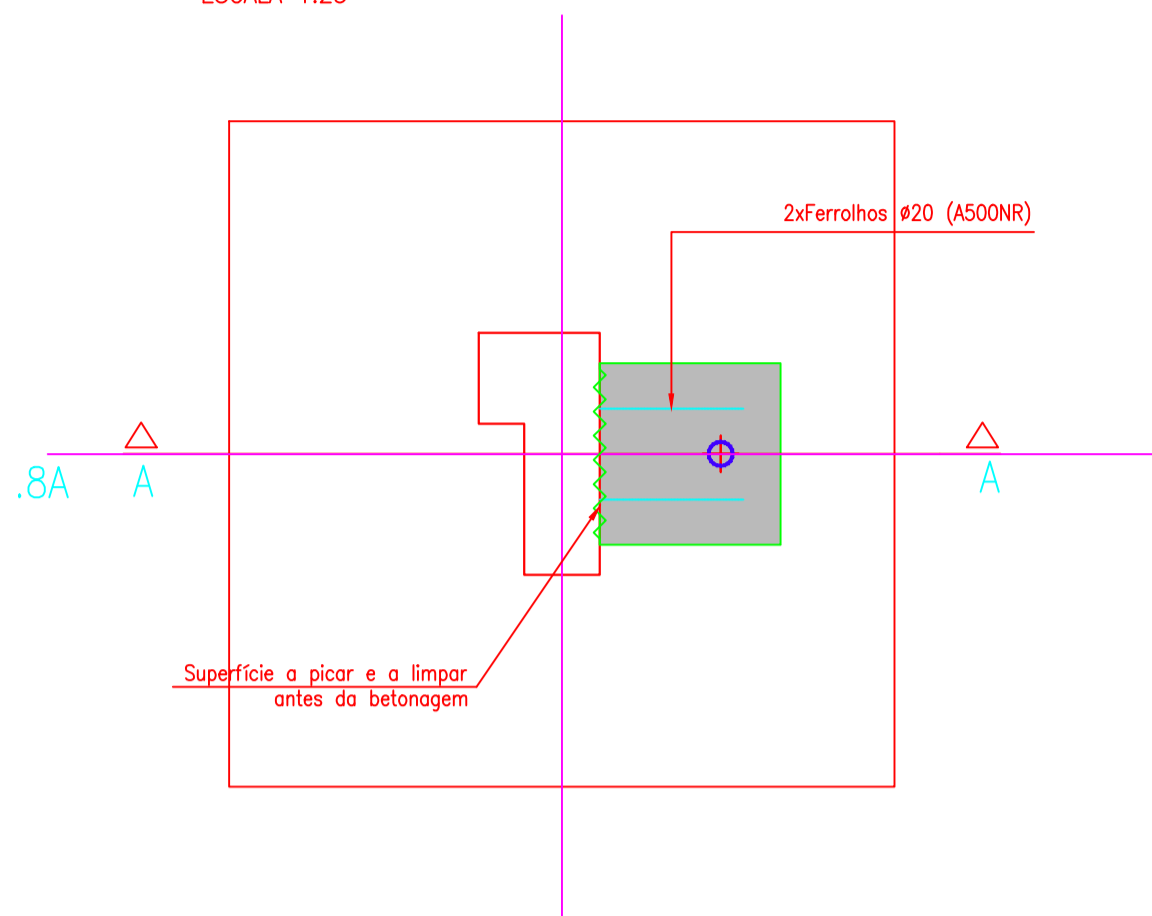
revisão

Versão final

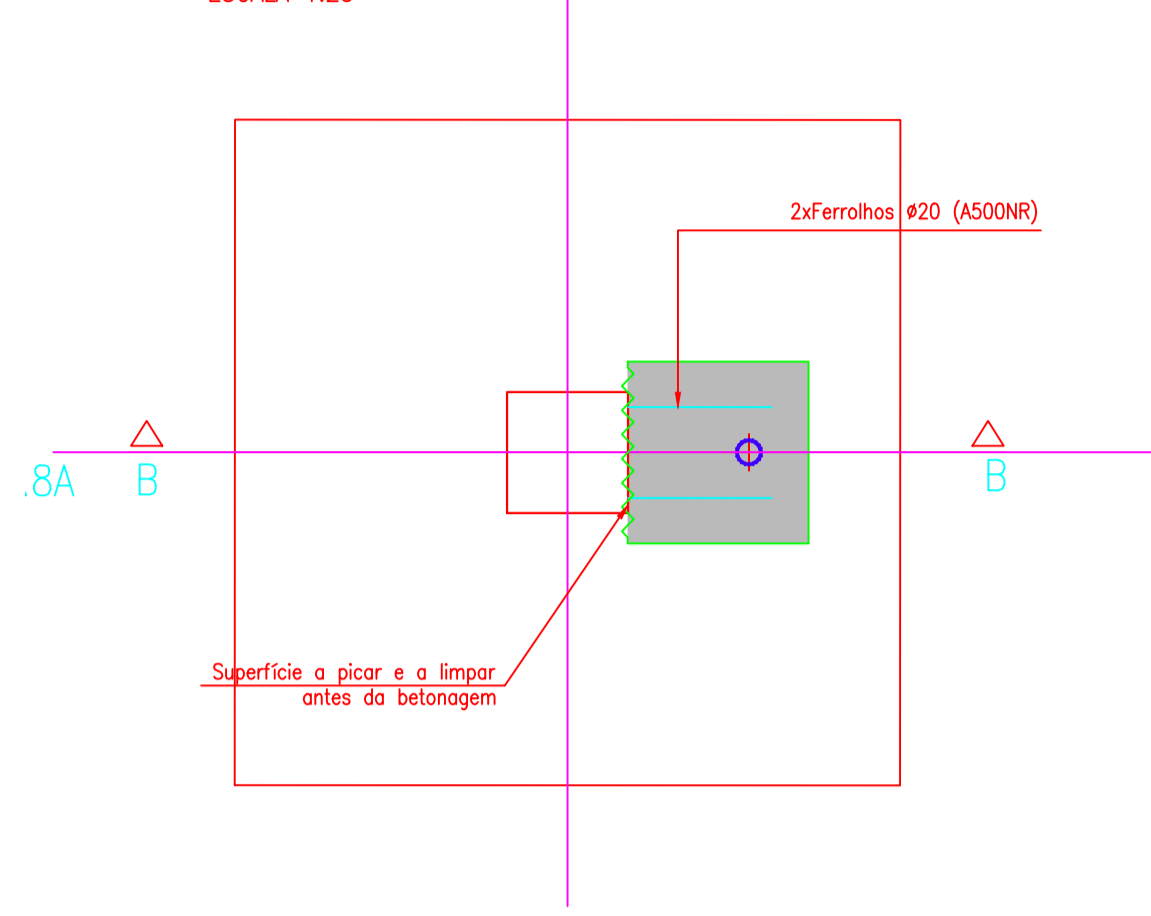
desenho

03

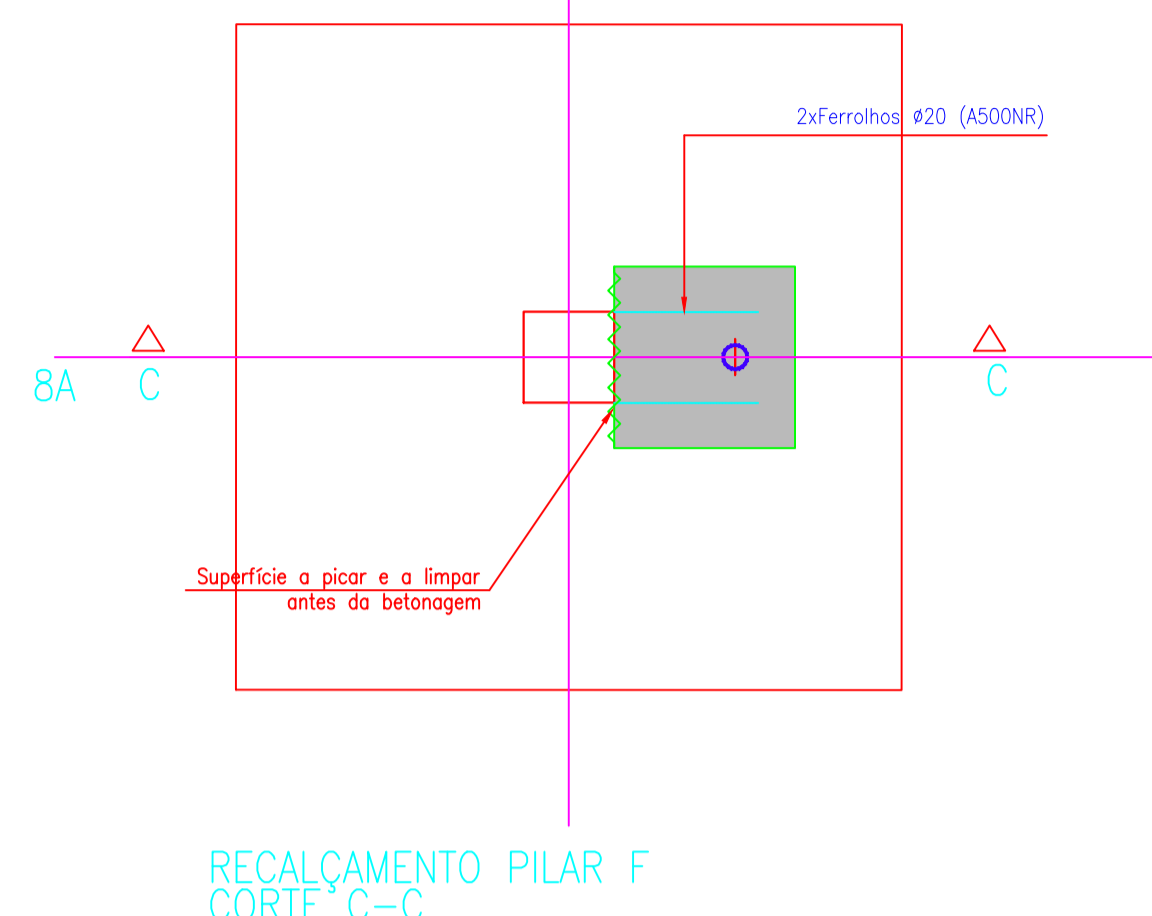
RECALÇAMENTO PILAR D
PLANTA
ESCALA 1:25



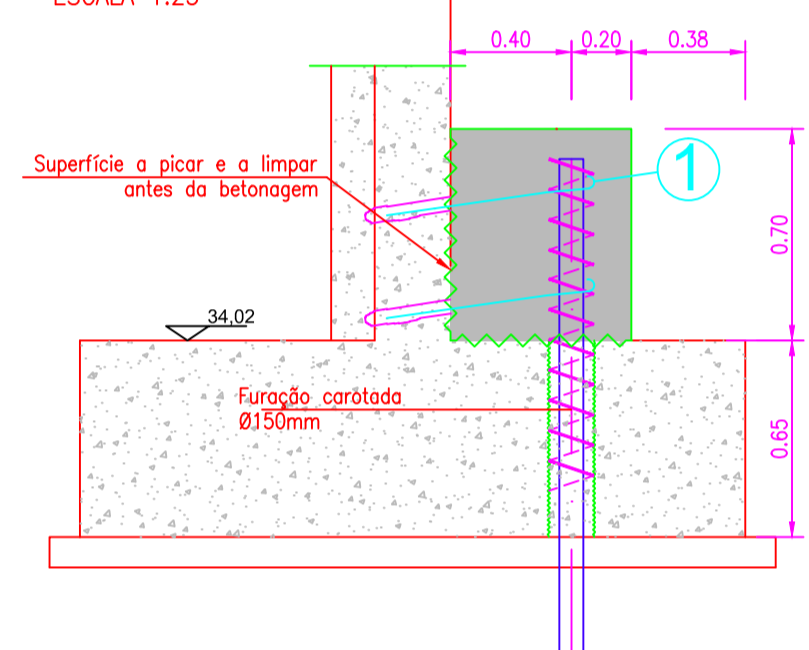
RECALÇAMENTO PILAR E
PLANTA
ESCALA 1:25



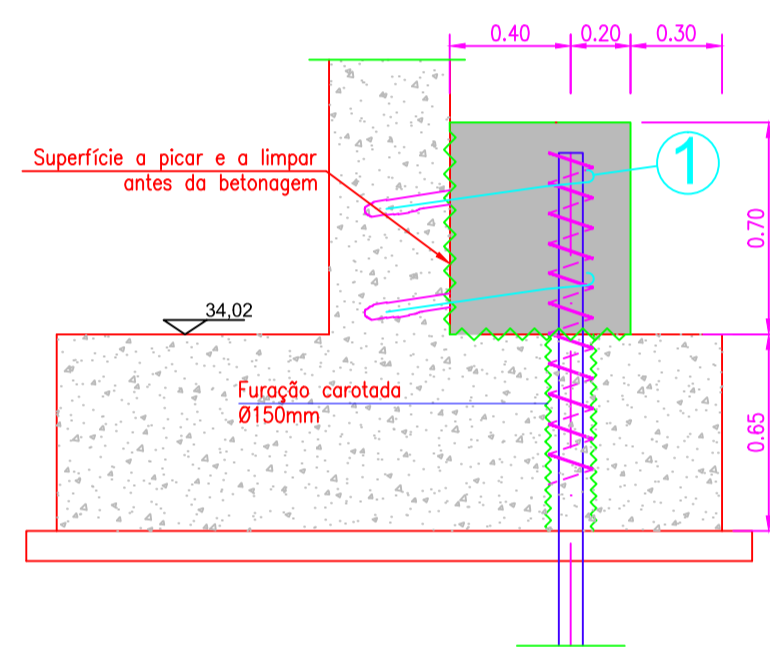
RECALÇAMENTO PILAR F
PLANTA
ESCALA 1:25



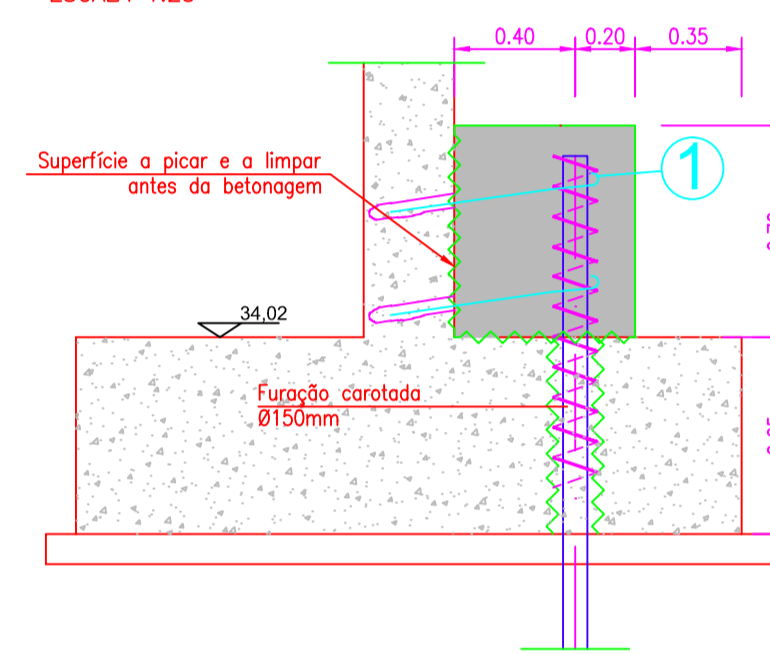
RECALÇAMENTO PILAR D
CORTE A-A
ESCALA 1:25



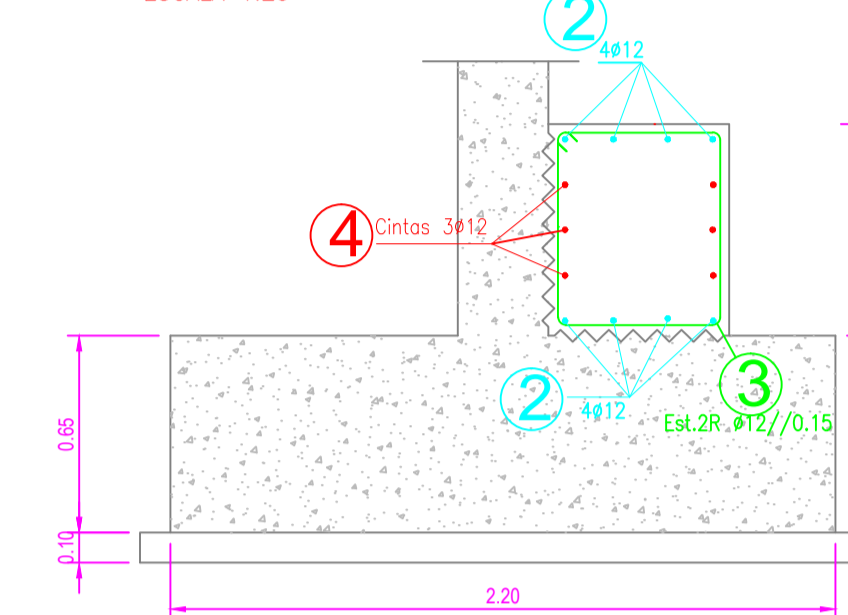
RECALÇAMENTO PILAR E
CORTE B-B
ESCALA 1:25



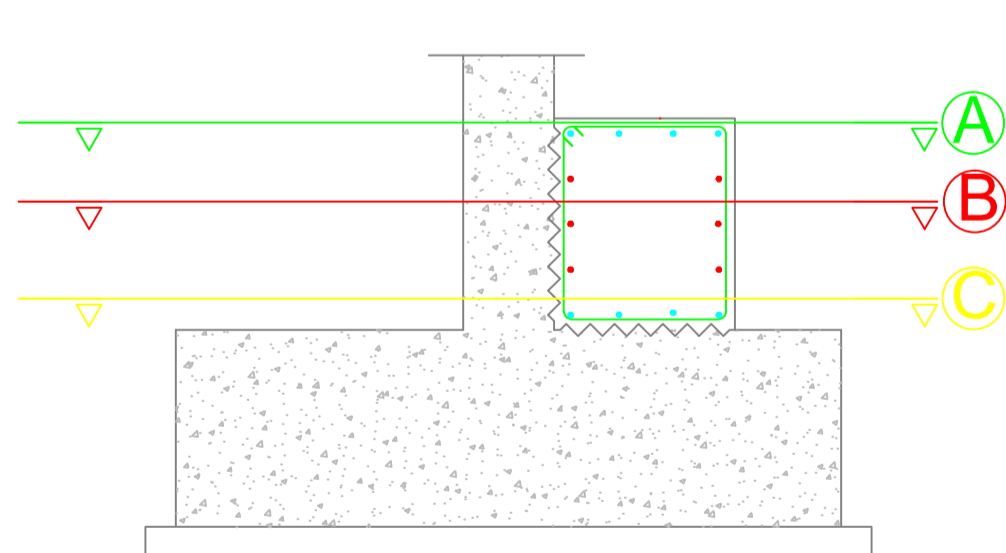
RECALÇAMENTO PILAR F
CORTE C-C
ESCALA 1:25



BETÃO ARMADO
CORTE A-A, B-B, C-C
ESCALA 1:25

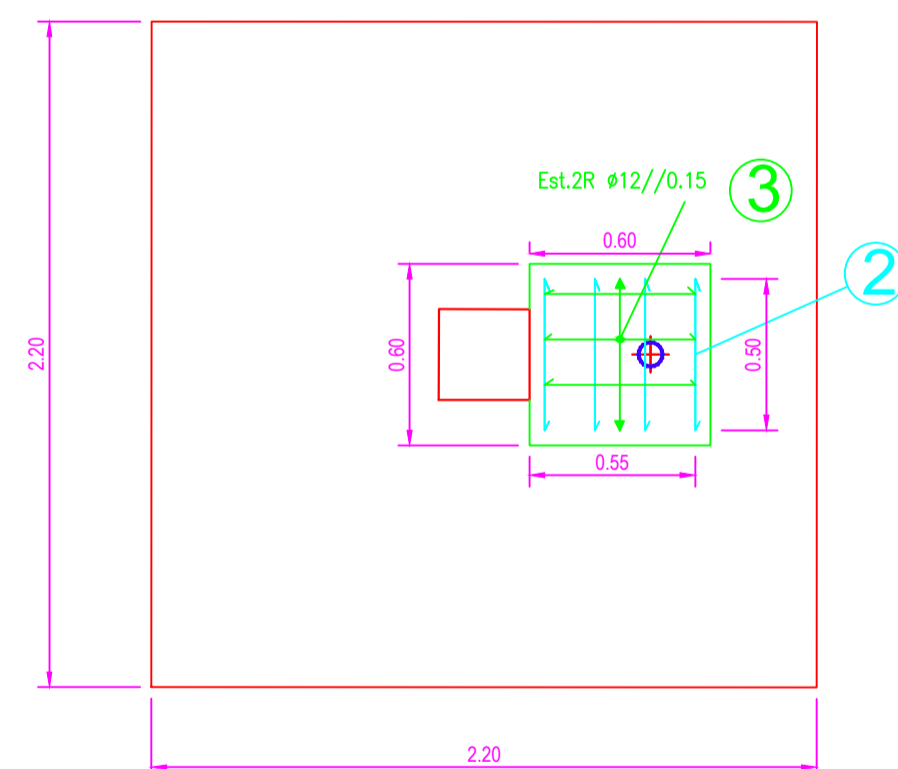


BETÃO ARMADO
CORTE A-A, B-B, C-C
ESCALA 1:25



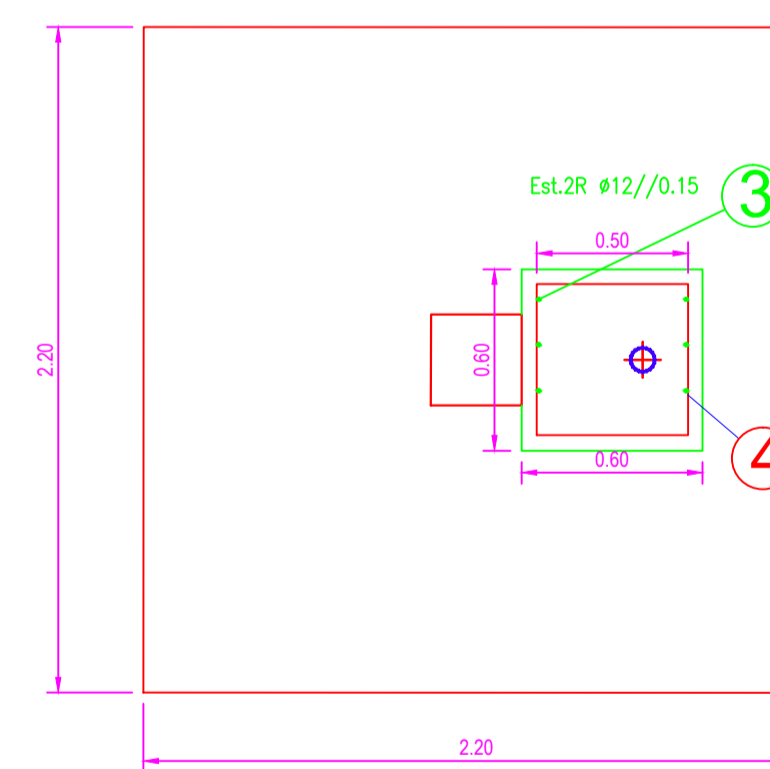
Corte D-D

ESCALA 1:25



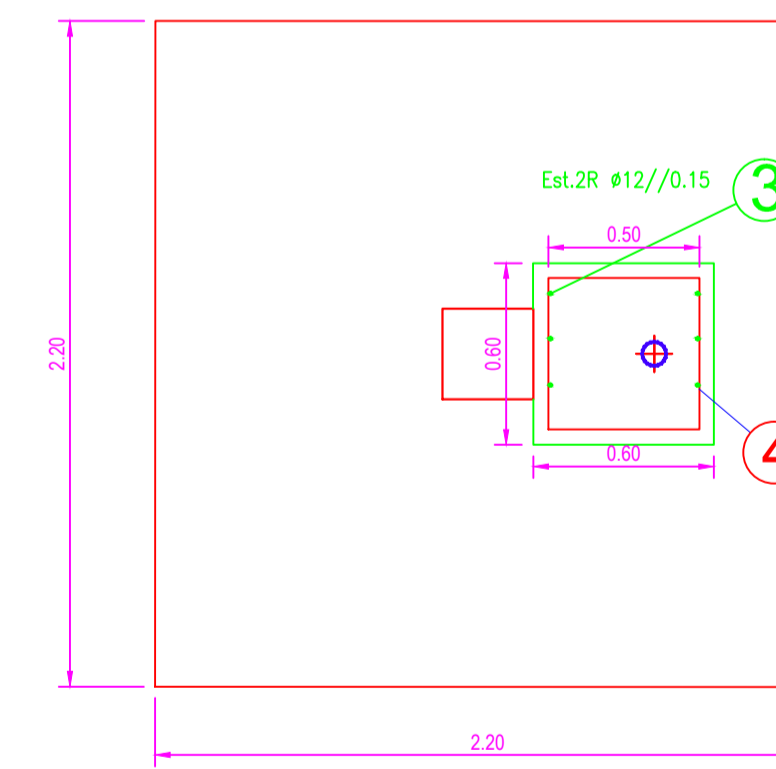
Corte E-E

ESCALA 1:25



Corte E-E

ESCALA 1:25



**ANEXO X – TABELAS DE PREPARAÇÃO DAS
ARMADURAS DE REFORÇO DAS SAPATAS DOS PILARES D,
E, F, P4A, C, P4B E P5**

Obra:
Decathlon Setúbal
Frente de Obra:
Corpo H
Elemento preparado:

Pilar D,E e F

Realizado Por: Isabel Amorim


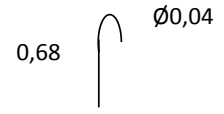

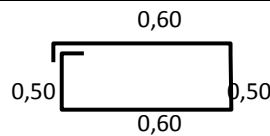
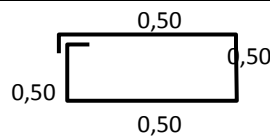
20-jul-15

Produção: _____

Fecho: _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	0,0
Ø 12	79,1
Ø 16	0,0
Ø 20	20,2
Ø 25	0,0
Ø 32	0,0
	99,2

Obs:

		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS												
		Obra: Decathlon Setúbal					Ordem:							
		Frete Obra Corpo H					Data: 20-jul-15							
		Elemento: Pilar D,E e F												
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem							
1	Ferrolo	20	12	0,68	2,47	20,2	nota: 0,68m não está a considerar o gancho							
														
2		12	12	2,44	0,888	26,0	nota:							
														
3	Estribos	12	18	2,20	0,888	35,2	nota:							
														
4	Cintas	12	9	2,24	0,888	17,9	nota:							
														
		Total					0,0	0,0	0,0	79,1	0,0	20,2	0,0	0,0
		EST					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.					6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr					0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,85	6,3
						Total:	99,2 Kg							

Obra:
Decathlon setúbal
Frente de Obra:
Corpo H
Elemento preparado:

Pilar 4a e C

Realizado Por: Isabel Amorim


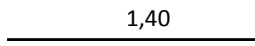
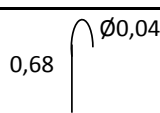
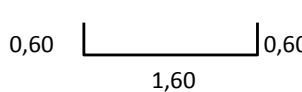
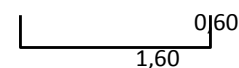
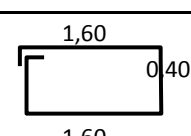
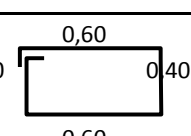
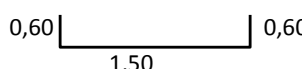
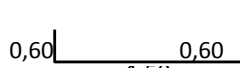
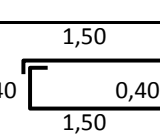
20-jul-15

Produção: _____

Fecho: _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	0,0
Ø 12	81,4
Ø 16	34,8
Ø 20	44,5
Ø 25	0,0
Ø 32	0,0
	160,6

Obs:

		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS												
		Obra: Decathlon setúbal					Ordem: 							
		Frete Obra Corpo H					Data: 20-jul-15							
		Elemento: Pilar 4a e C												
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem							
1	Ferrolho	20	8	1,40	2,47	27,7	nota: 							
2	Ferrolho	20	10	0,68	2,47	16,8	nota: 0,68 não está a considerar o gancho 							
3	Arm. Sup.	12	4	2,80	0,888	9,9	nota: 							
4	Arm. Inferior	16	4	2,80	1,58	17,7	nota: 							
5	Cintas	12	3	4,24	0,888	11,3	nota: 							
6	Estribo	12	20	2,24	0,888	39,8	nota: 							
7	Arm. Sup.	12	4	2,70	0,888	9,6	nota: 							
8	Arm. Inferior	16	4	2,70	1,58	17,1	nota: 							
9	Cintas	12	3	4,04	0,888	10,8	nota: 							
		Total					0,0	0,0	0,0	81,4	34,8	44,5	0,0	0,0
		EST					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.					6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr					0,222	0,4	0,617	0,888	1,58	2,47	3,85	6,3
		Total:					160,6 Kg							




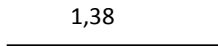

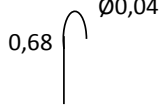
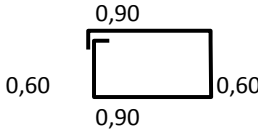
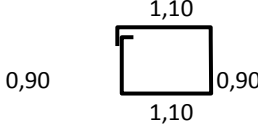
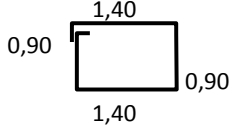
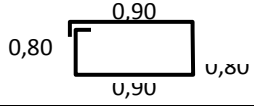
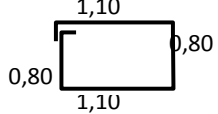
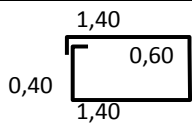
Obra:**Decathlon Setúbal****Frente de Obra:****Corpo H****Elemento preparado:**

Pilar 4b

Realizado Por: Isabel Amorim20-jul-15**Produção:** _____**Fecho:** _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	0,0
Ø 12	218,0
Ø 16	0,0
Ø 20	13,4
Ø 25	0,0
Ø 32	38,9
	270,3

Obs:

steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS												
  		Obra: Decathlon Setúbal Frente Obra Corpo H Elemento: Pilar 4b					Ordem: _____ Data: 20-jul-15							
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem							
1	Ferrolho	32	2	1,38	6,31	17,4	nota: 							
2	Ferrolho	32	2	1,70	6,31	21,5	nota: 							
3	ferolho	20	8	0,68	2,47	13,4	nota: 0,68m não está a contabilizar o gancho 							
4	estribo	12	6	3,24	0,888	17,3	nota: 							
5	estribo	12	9	4,24	0,888	33,9	nota: 							
6	estribo	12	5	4,84	0,888	21,5	nota: 							
7	estribo	12	5	3,64	0,888	16,2	nota: 							
8	estribo	12	18	4,04	0,888	64,6	nota: 							
9	estribo	12	18	4,04	0,888	64,6	nota: 							
		Total					0,0	0,0	0,0	218,0	0,0	13,4	0,0	38,9
		EST					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.					6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr					0,222	0,4	0,62	0,888	1,58	2,47	3,85	6,31
Total:				270,3 Kg										

Obra:
Decathlon Setúbal
Frente de Obra:
Corpo H
Elemento preparado:

Pilar 5

Realizado Por: Isabel Amorim




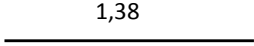

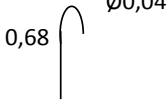
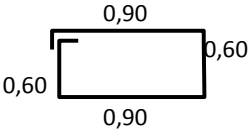
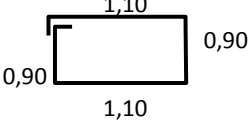
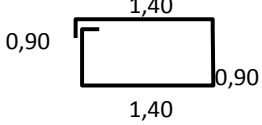
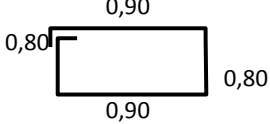
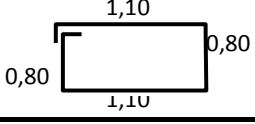
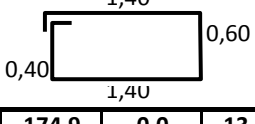
20-jul-15

Produção: _____

Fecho: _____

	TOTAL
Ø 6	0,0
Ø 8	0,0
Ø 10	0,0
Ø 12	174,9
Ø 16	0,0
Ø 20	13,4
Ø 25	0,0
Ø 32	38,9
	227,2

Obs:

steelgreen		PREPARAÇÃO DE ARMADURAS												
  		Obra: Decathlon Setúbal Frente Obra Corpo H Elemento: Pilar 5					Ordem: Data: 20-jul-15							
Pos.	Designação	Ø	Quant.	Comp.	Peso/ mtr	Peso	Pormenor de dobragem							
1	Ferrolho	32	2	1,38	6,31	17,4	nota: 							
2	Ferrolho	32	2	1,70	6,31	21,5	nota: 							
3	ferolho	20	8	0,68	2,47	13,4	nota: 0,68m não está a contabilizar o gancho 							
4	estribo	12	6	3,24	0,888	17,3	nota: 							
5	estribo	12	9	4,24	0,888	33,9	nota: 							
6	estribo	12	5	4,84	0,888	21,5	nota: 							
7	estribo	12	5	3,64	0,888	16,2	nota: 							
8	estribo	12	12	4,04	0,888	43,1	nota: 							
9	estribo	12	12	4,04	0,888	43,1	nota: 							
		Total					0,0	0,0	0,0	174,9	0,0	13,4	0,0	38,9
		EST					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.C.M					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		EST.CAL					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		STG					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diam.					6	8	10	12	16	20	25	32
		Peso/mtr					0,222	0,395	0,617	0,888	1,58	2,47	3,9	6,31
				Total:					227,2 Kg					