



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

ALEXANDRE DA SILVA SANTOS

RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO

EM ENGENHARIA CIVIL

MAIO/2015

Identificação

Apresentação do candidato

Nome: Alexandre Da Silva Santos

Escola: Instituto Politécnico da Guarda – Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Curso: Licenciatura em Engenharia Civil

Membro estagiário da OET N°: 25379

Entidade acolhedora

Nome: Gplano

Morada: Avenida Bombeiros Voluntários, Edifício São Miguel, Fração H 3130-202
SOURE

Telefone: 239 501 158

Correio eletrónico: gplano@sapo.pt

Orientador Gplano

Nome: Eng.º Agostinho José Jordão Gonçalves

Orientador IPG-ESTG

Nome: Eng.º José António Furtado Gomes

Duração estágio curricular:

19/10/2014 a 24/04/15

Agradecimentos

Ao professor Eng.º José António Furtado Gomes por ter aceitado ser meu orientador de estágio.

Ao Eng.º Agostinho José Jordão Gonçalves pela orientação e apoio prestado durante todo o meu estágio no gabinete de projetos.

Ao Arquiteto Luís Travassos pelo apoio na área de arquitetura e direção de obra, e apoio prestado durante todo o meu estágio.

A todos os colaboradores e clientes do gabinete de projetos.

Muito em especial aos meus pais por todo o apoio e incentivo dado ao longo do meu percurso académico, sem o qual não me teria sido possível terminar o meu curso.

Índice

Identificação	1
Agradecimentos	2
Índice	3
Índice de figuras	5
Índice de tabelas	7
1) Resumo das atividades	8
1.1 Escadas em perfis metálicos e degrau misto (aço/madeira).....	8
1.2 Alteração de serviço para comércio/ serviços.....	9
1.3 Especialidades de uma moradia unifamiliar	10
1.3.1 Projeto de estabilidade de uma moradia unifamiliar	10
1.3.2 Rede de abastecimento de águas, de drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais.....	12
1.4 Outros trabalhos	12
2) Dimensionamento de uma escada em perfis metálicos com degrau misto (aço/madeira).....	14
2.1 Dimensionamento dos degraus	16
2.1.1 Peso total do degrau.....	16
2.1.2 Cálculo do peso da chapa de aço	17
2.1.3 Cálculo do peso da chapa de madeira.....	17
2.1.4 Sobrecarga	18
2.1.5 Peso total (com sobrecarga de utilização)	18
2.1.6 Diagramas de esforços.....	19
2.1.7 Verificação ao ELS (flecha máxima) e ao ELU (das tensões, normal e tangencial)	20
2.1.8 Dimensionamento das soldaduras	24
2.2 Dimensionamento dos perfis	26
2.2.1 Escolha de perfil	26
2.2.2 Verificação da segurança à tensão normal e tensão tangencial.....	30
2.2.3 Verificação da flecha do perfil	31
3) Especialidades de uma moradia unifamiliar	32
3.1 Projeto de estabilidade de uma moradia unifamiliar	32
3.1.1 Localização.....	32

3.1.2	Plantas dos pisos.....	33
3.1.3	Solução estrutural	35
3.1.4	Materiais	35
3.1.5	Descrição das ações consideradas	37
3.1.6	Pré dimensionamento	39
3.1.7	Descrição dos elementos estruturais por pisos/níveis.....	41
3.1.8	Introdução dos dados e dimensionamento no CYPE	44
3.1.9	Cálculo da estrutura	63
3.1.10	Peças desenhadas	77
4)	Rede de abastecimento de águas	78
4.1	Rede de abastecimento de águas.....	78
4.1.1	Descrição do traçado da rede.....	78
4.1.2	Dimensionamento hidráulico.....	81
4.1.3	Peças desenhadas	84
5)	Rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais	85
5.1	Águas residuais domésticas	85
5.1.1	Descrição do traçado da rede.....	85
5.1.2	Descrição dos trabalhos a executar.....	85
5.1.3	Dimensionamento hidráulico-sanitário	90
5.1.4	Fossa estanque	92
5.2	Águas residuais pluviais	93
5.2.1	Descrição do traçado da rede.....	93
5.2.2	Descrição dos trabalhos a executar.....	93
5.2.3	Peças desenhadas	98
6)	Anexos.....	99
7)	Conclusão/discussão.....	100
8)	Bibliografia.....	101
9)	Webgrafia	101

Índice de figuras

Figura 1 - representação da escada	14
Figura 2- pormenor do degrau em corte	15
Figura 3- dimensões da chapa de aço (medidas em metros com escala exagerada)	16
Figura 4 - dimensões do degrau de madeira (medidas em metros com escala exagerada)	17
Figura 5 - diagramas de esforços dos transversos e momentos	19
Figura 6 - representação da secção e dimensões (em metros e escala exagerada)	20
Figura 7- novas dimensões da secção (em metros e escala exagerada).....	21
Figura 8 - esquema das dimensões das soldaduras.....	24
Figura 9- dimensões das soldaduras aplicadas ao degrau.....	25
Figura 10 - dimensões impostas pela arquitetura	26
Figura 11 - diagrama de esforço axial	28
Figura 12 - diagrama de esforço transverso.....	28
Figura 13 - diagrama de momentos	29
Figura 14 - localização da obra (concelho Soure e distrito de Coimbra)	32
Figura 15 - planta rés-do-chão.....	33
Figura 16 - planta 1º andar	33
Figura 17 - planta de cobertura.....	34
Figura 18 - corte longitudinal	34
Figura 19 - propriedades do painel "sanduiche" utilizado do tipo ROOFTEC 5 -1000 fabricado pela PERFITEC	36
Figura 20 - bloco utilizado nas paredes exteriores, do tipo Proetics fabricado pela ARTEBEL	36
Figura 21 - esquema da fundação	41
Figura 22 - esquema do piso térreo	42
Figura 23 - esquema do teto da garagem.....	42
Figura 24 - esquema do teto do rés-do-chão.....	43
Figura 25 - esquema da cobertura.....	43
Figura 26 - introdução dos dados de obra.....	44
Figura 27- edição de grupos	45
Figura 28 - edição de pilares.....	46
Figura 29 - introdução do muro de betão	47
Figura 30 - impulsos do terreno.....	47
Figura 31 - impulsos do mundo.....	48
Figura 32 - localização do muro de betão armado.....	48
Figura 33 - esquema de vigas do piso térreo	49
Figura 34 - vigas da laje de piso térreo introduzidas em CYPE.....	50
Figura 35 - esquema de vigas do teto da garagem.....	51
Figura 36 – vigas do teto da garagem introduzidas no CYPE.....	52
Figura 37 - esquema de vigas do teto do rés-do-chão	53
Figura 38 - vigas do teto do rés-do-chão introduzido no CYPE	54
Figura 39 - esquema de vigas da cobertura	55

Figura 40 - vigas da cobertura introduzidas no CYPE	56
Figura 41 - laje do piso térreo no CYPE	59
Figura 42 - teto da garagem no CYPE.....	59
Figura 43 - teto do rés-do-chão no CYPE	60
Figura 44 - cobertura do CYPE	60
Figura 45 - introdução de laje inclinada	61
Figura 46 - introdução de plano.....	61
Figura 47 - atribuição de vigas e lajes inclinadas	62
Figura 48 - cálculo de obra.....	63
Figura 49 - erros de cálculo	64
Figura 50 - edição de armaduras de pilares	65
Figura 51 - edição de armaduras de vigas	66
Figura 52 - recobrimento REBAP	67
Figura 53 - artigo 93.2 REBAP	68
Figura 54 - vigas editadas no CYPE.....	69
Figura 55 - edição de armaduras das lajes maciças	70
Figura 56 - edição de armaduras do muro de betão.....	71
Figura 57 - esquema das sapatas de fundação	72
Figura 58 - edição de armaduras das sapatas.....	73
Figura 59- seleção do tipo de viga de fundação	74
Figura 60 - colocação dos lintéis no CYPE.....	75
Figura 61 - modelo 3D do edifício	76
Figura 62 - modelo 3D do edifício	76
Figura 63 - curva de caudal, para escoamento a meia secção	90
Figura 64 - esquema e formula, para cálculo de área a drenar	94

Índice de tabelas

Tabela 1 - sobrecarga em pavimentos	18
Tabela 2 - propriedades do perfil escolhido	26
Tabela 3 - alturas e larguras de vigas da laje do piso térreo	49
Tabela 4 - alturas e larguras das vigas do teto da garagem	51
Tabela 5 - alturas e larguras das vigas do teto do rés-do-chão	53
Tabela 6 – alturas e larguras das vigas da cobertura	55
Tabela 7 - comprimento de amarração, em função do tipo de aço e betão utilizado	67
Tabela 8 - emenda de varões	68
Tabela 9 - caudais instantâneos e diâmetros respetivos	81
Tabela 10 - caudais de descarga por aparelho	90
Tabela 11 - caudais de descarga e respetivo diâmetro.....	91
Tabela 12 - tabela de diâmetros em função do caudal e da inclinação.....	91
Tabela 13 - tabela de diâmetros em função do caudal e inclinação	94
Tabela 14 - tabela de diâmetros de tubos de queda em função dos caudais, comprimento de tubo, e da altura da lâmina líquida.....	95

1) Resumo das atividades

Este relatório traduz o trabalho desenvolvido durante 6 meses, efetuado em estágio profissional realizado no Gabinete de Projetos de Arquitetura e Engenharia que usa o nome Gplano, onde foram realizados diversos trabalhos para a entidade acolhedora nomeadamente alterações de projetos, licenciamentos, especialidades, etc. Irá realizar-se neste capítulo uma breve descrição dos trabalhos realizados ao longo do estágio, mas no entanto, somente alguns deles serão alvo de maior desenvolvimento, e serão transcritos para o presente relatório, nomeadamente os que tendem a ter maior relevância no âmbito da elaboração do mesmo.

1.1 Escadas em perfis metálicos e degrau misto (aço/madeira)

O primeiro trabalho realizado, o qual foi transcrito para o presente relatório, trata do dimensionamento de uma escada em perfis metálicos com degrau misto (aço/madeira), projetada para uma moradia unifamiliar em construção. Para a conclusão deste trabalho, os conhecimentos em resistências de materiais são fundamentais. Foram efetuados desenhos em AutoCAD dos perfis das escadas, dos degraus, com as suas respetivas cotas.

A solução encontrada, de acordo com as exigências do cliente e de acordo com a arquitetura, remeteu-se para a adoção de dois perfis tubulares de secção retangular em aço do tipo fe360, aos quais serão soldadas chapas quinadas também em aço do mesmo tipo, de 4mm de espessura. As dimensões da chapa metálica e do degrau em madeira foram pré-definidas, efetuando-se depois os cálculos necessários para verificar a segurança do mesmo. Foi tido em conta apenas um degrau representativo para o dimensionamento.

Em relação ao perfil, este foi escolhido por hipóteses, tendo em conta o peso dos degraus, a sobrecarga de utilização, contabilizando também o seu peso próprio sendo então feitas as verificações à tensão tangencial, à tensão normal, como também verificada a flecha máxima do perfil.

1.2 Alteração de serviço para comércio/ serviços

Depois de concluídas as escadas em perfis metálicos, prosseguiu-se para um projeto de alteração de um local destinado a serviços, para comércio/serviços. Tratou-se então de uma loja presente no rés-do-chão de um edifício de habitações multifamiliares localizado em Soure, Coimbra, que levará alterações para que este possa receber uma clínica veterinária. Foi entregue pela entidade acolhedora ao estagiário a tarefa de realização do projeto de abastecimento de águas, e do projeto de drenagem de águas residuais. Neste trabalho foi necessário efetuar um estudo do local, tendo como base as plantas de arquitetura já com alterações ao projeto inicial definidas (localização dos lavatórios, e do chuveiro da zona de banho e tosquia dos animais), para definir onde se irão localizar as tubagens de abastecimento bem com as tubagens de drenagem de águas residuais.

Por baixo da loja em questão, destinada a receber a clínica veterinária, existe uma cave, com varias frações existentes, houve então necessidade de contactar os respetivos proprietários, dado que as tubagens de drenagem de águas residuais deverão ser dispostas no teto da cave, havendo necessidade de passagem em partes que não são comuns.

Quanto à rede de abastecimento de águas, deverá andar pelo teto da loja, distribuindo água quente e água fria a cada equipamento. Foram realizados os desenhos, com traçados coerentes, evitando o máximo possível, no caso da rede de drenagem de águas residuais, de colocar tubagens em partes privadas, privilegiando as partes comuns.

Todos os desenhos e respetivos dimensionamentos das redes foram entregues na camara municipal tendo tido aprovação pelos serviços camarários.

1.3 Especialidades de uma moradia unifamiliar

Outro trabalho realizado durante o estágio, foi o projeto de construção de uma moradia unifamiliar, sendo este último, objeto de estudo transcrito para o presente relatório.

Tendo sido a arquitetura aprovada, iniciaram-se então as especialidades, sendo que apenas o cálculo da estrutura/estabilidade, e o dimensionamento da rede de águas e rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais foram por mim executados.

Neste capítulo foram aprofundados conhecimentos em estruturas de edifícios, betão armado, e instalações de edifícios, disciplinas estas, que foram lecionadas pelo estagiário na licenciatura.

1.3.1 Projeto de estabilidade de uma moradia unifamiliar

No que diz respeito à realização do projeto de estabilidade, tratando-se de uma moradia unifamiliar de dois pisos (rés do chão e primeiro andar) do tipo T3, foi necessário um estudo da arquitetura, em conjunto com o arquiteto que a elaborou, para determinar a colocação dos pilares, das vigas e a escolha de alguns materiais que influenciam os carregamentos (cobertura e paredes interiores), para tentar encontrar soluções adequadas, tendo em conta a viabilidade económica do projeto visando os interesses do cliente. Os materiais escolhidos para a cobertura e para as paredes interiores (ambos representados na figura 19 e figura 20 no capítulo do projeto de estabilidade), são fabricados em empresas referenciadas pelo gabinete, e com proximidade com o local onde será implementada a obra.

Na colocação dos pilares, teve-se em conta a espessura das paredes, isto é, a espessura do pilar é a mesma que a espessura das paredes, para precaver o aparecimento de pilares salientes, facilitando assim o reboco e os acabamentos das paredes. Quanto às vigas, alguns pórticos presentes no interior, serão embutidos em paredes, mas como na arquitetura, as paredes interiores terão espessura de 15 cm, a espessura destas deverá ser aumentada para 20 cm para mais uma vez, evitar o aparecimento de saliências.

Seguiu-se então para um pré-dimensionamento dos elementos estruturais (pilares, vigas, e lajes) que foi realizado com base na experiência obtida pelo gabinete acolhedor no dimensionamento de outras moradias unifamiliares do mesmo tipo. Todos os passos desse pré-dimensionamento, estão descritos no capítulo do projeto de estabilidade no presente relatório.

Após ter efetuado o pré-dimensionamento, avançou-se para a introdução dos dados do projeto no CypeCAD, nomeadamente o tipo de aço utilizado nas armaduras (A400NR), a classe de betão (C20/25), o regulamento utilizado no dimensionamento (REBAP), a tensão admissível para o cálculo das fundações, os dados para verificação à segurança para situações de sismo, e as cargas aplicadas e as alturas de cada piso. Neste capítulo, procedeu-se por hipóteses para determinar a espessura das lajes para as tornar mais económicas.

As lajes serão materializadas em lajes de vigotas do tipo PRELIS, sendo também previstas lajes maciças, para uma laje com abertura para acesso ao 1º andar e, para outra laje em que é prevista, por exigência do cliente, a existência de uma banheira embutida, presente numa das casa de banho do 1º andar, ficando esta ao nível do pavimento.

Após se ter efetuado um primeiro cálculo da estrutura, houve necessidade de editar os elementos estruturais, de forma a colocar nos mesmos, os diâmetros de varões que são passíveis de ser utilizados em obra, nomeadamente Ø8 para os estribos dos pilares, das vigas e dos lintéis, Ø12 para as armaduras superiores e inferiores das lajes maciças e das sapatas de fundação e Ø12 e Ø16 para as armaduras inferiores e superiores das vigas, dos lintéis e do muro de suporte. Foi necessário também, e seguindo os relatórios de erros do CypeCAD, aumentar as dimensões de alguns elementos, para poder haver verificação quanto à segurança. Após ter concluído com sucesso os cálculos da estrutura, e otimizando os seus respetivos elementos estruturais, imprimiram-se as peças desenhadas, com todos os pormenores necessários, para a posterior execução em obra, após evidentemente, o projeto ter tido aprovação junto dos serviços da câmara municipal.

1.3.2 Rede de abastecimento de águas, de drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais

Avançou-se em seguida para outra especialidade, nomeadamente o dimensionamento da rede de abastecimento de águas, rede de drenagem de águas residuais e de águas pluviais da mesma moradia.

No que diz respeito à rede de abastecimento de águas, o material previsto é o PEX, o que, no que diz respeito ao desenho da rede, nos permite ter um traçado mais livre, por ser um material mais flexível.

Está previsto um termoacumulador, ligado a painéis solares, para produção de água quente. As ligações da rede são feitas através de caixas de distribuição embutidas nas paredes, e os tubos embainhados serão embutidos no pavimento.

No que diz respeito à rede de drenagem de águas residuais, o seu traçado foi realizado de forma a ser o mais simples e económico possível. Dado que a moradia projetada se encontra em local desprovido de rede pública de saneamento, está previsto uma fossa séptica, que deverá ter manutenções regulares, sendo necessário esvaziá-la.

Quanto à rede de drenagem de águas pluviais, esta é relativamente simples dado que a cobertura principal apenas tem uma água, e existe uma cobertura plana (teto da garagem) que deverá ter uma ligeira queda do nível, para encaminhar as águas para um tubo de queda. Como também não existe rede pública para drenar as águas pluviais, pensou-se em drenar a mesma para o terreno adjacente ao edifício, pertencente ao lote, através de uma manilha perfurada.

Todos os detalhes técnicos e de dimensionamento estão descritos nos capítulos de projeto de rede de abastecimento de águas, de drenagem de águas residuais e pluviais do presente relatório.

1.4 Outros trabalhos

Em paralelo aos trabalhos efetuados em gabinete, foram acompanhadas algumas obras que já tinham sido projetadas pela entidade acolhedora, tendo visto a colocação das armaduras de sapatas de fundação e lintéis e respetiva betonagem, de uma moradia

unifamiliar. Foram igualmente realizadas medições no âmbito da realização de certificações energéticas pelo gabinete.

Todos os trabalhos efetuados foram realizados com base nas boas normas, regras de projeto e dimensionamento, de uma forma rigorosa e profissional.

2) Dimensionamento de uma escada em perfis metálicos com degrau misto (aço/madeira)

Foi proposto pelo orientador de estágio o dimensionamento de uma escada em perfil de aço com degraus mistos em madeira e aço, no âmbito da execução do projeto de estabilidade de uma moradia unifamiliar.

A solução encontrada, de acordo com a arquitetura, e que será implementada em obra, consiste na adoção de dois perfis tubulares de secção retangular em aço, aos quais serão soldadas chapas quinadas também em aço de 4mm de espessura (solução mais barata), onde irá posteriormente encaixar o degrau em madeira. Nas figuras abaixo, são feitas as representações esquemáticas da escada e do pormenor do degrau.

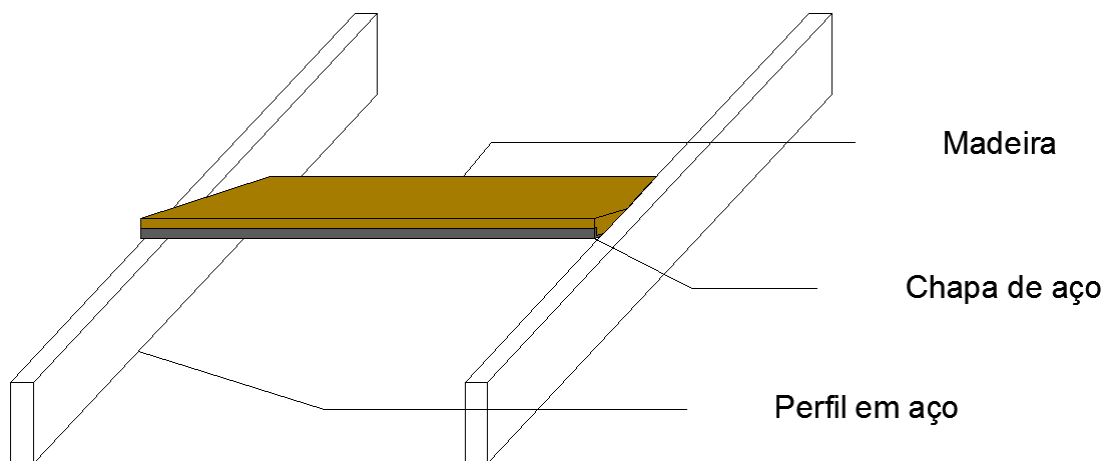


Figura 1 - representação da escada

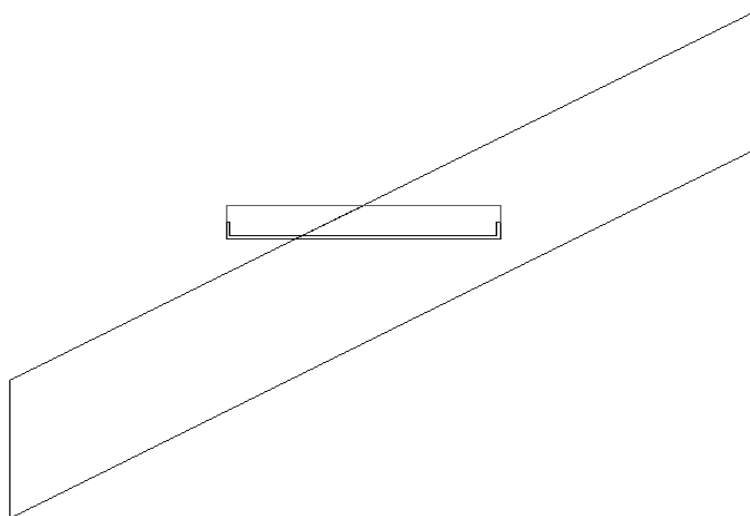


Figura 2- pormenor do degrau em corte

Para efetuar este dimensionamento teve-se em conta a resistência do degrau misto aos esforços instalados, como também a resistência dos perfis tubulares, sabendo que os materiais escolhidos foram os seguintes:

- Aço fe360 ($\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$; $E= 200 \text{ Gpa}$)
- Madeira de carvalho ($\gamma = 10 \text{ KN/m}^3$; $E= 11\text{Gpa}$)

2.1 Dimensionamento dos degraus

Procedeu se então ao dimensionamento dos degraus, utilizando apenas um degrau representativo de todos os outros restantes. Começou-se então por avaliar o carregamento do degrau nomeadamente o peso total e a sobrecarga.

2.1.1 Peso total do degrau

Tendo em conta as dimensões dos diferentes elementos do degrau (figura 3 e figura 4), e atendendo às características dos respetivos materiais, determinamos o peso do degrau.

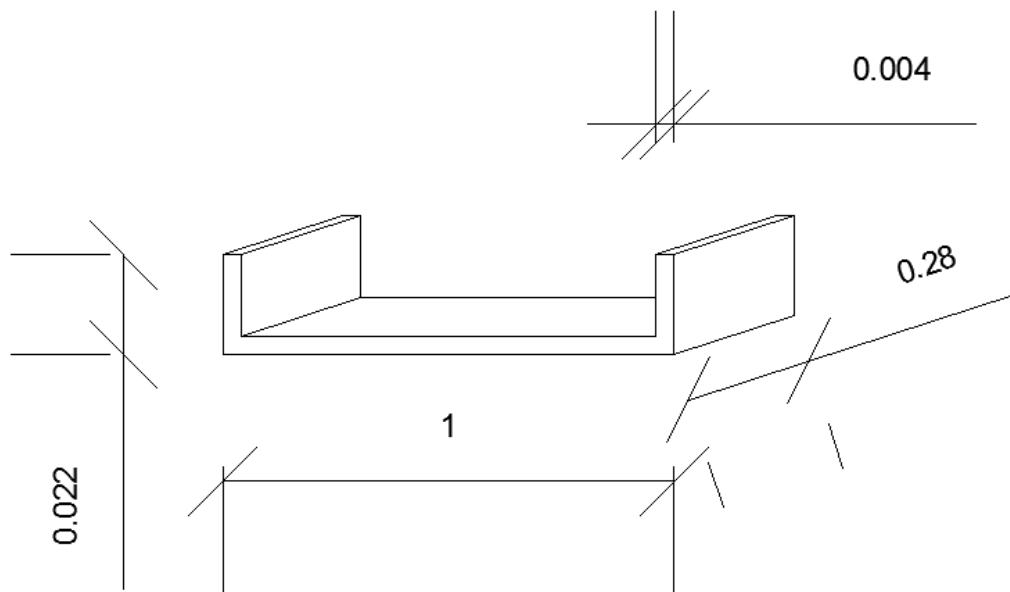


Figura 3- dimensões da chapa de aço (medidas em metros com escala exagerada)

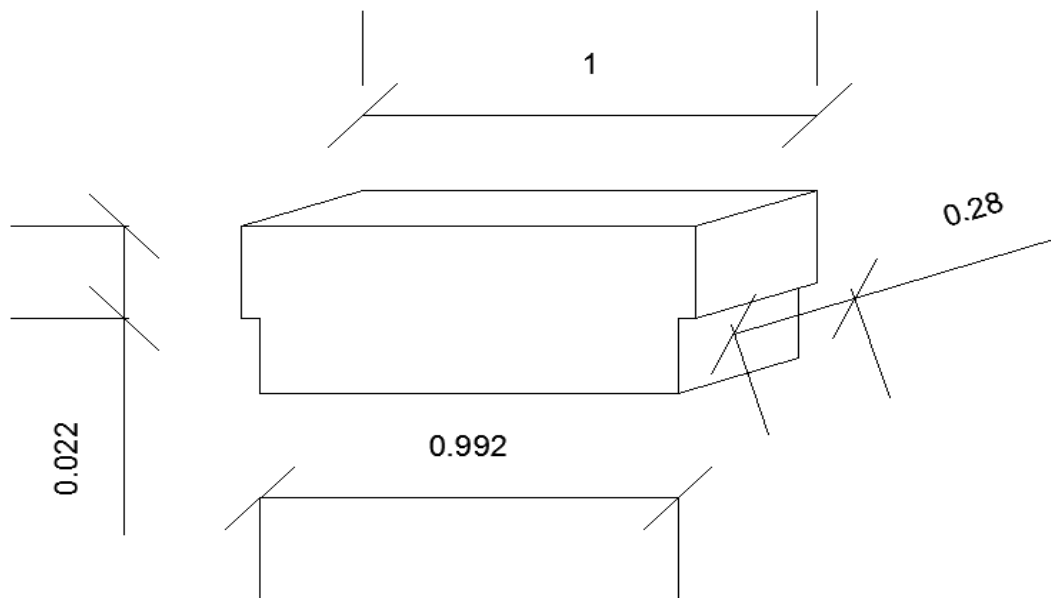


Figura 4 - dimensões do degrau de madeira (medidas em metros com escala exagerada)

2.1.2 Cálculo do peso da chapa de aço

- Chapa de aço fe360 – $\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$

Alma – $1,0 \times 0,28 \times 0,004 \times 78$

Abas – $2 \times 0,018 \times 0,004 \times 0,28 \times 78$

Alma + abas = $0,09 \approx 0,1 \text{ KN/m}$

2.1.3 Cálculo do peso da chapa de madeira

- Madeira de carvalho – $\gamma = 10 \text{ KN/m}^3$

$0,28 \times 0,992 \times 0,018 \times 10 + 0,28 \times 1,0 \times 0,022 \times 10 = 0,112 \text{ KN/m}$

2.1.4 Sobrecarga

Tendo em conta que a escada irá ser implementada em uma moradia privada, e consultando o EC 1, página 20, quadro 6.2

<i>Categorias de zonas carregadas</i>	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
<i>Categoria A</i>		
- Pavimentos	<u>1,5 a 2,0</u>	<u>2,0 a 3,0</u>
- Escadas	<u>2,0 a 4,0</u>	<u>2,0 a 4,0</u>
- Varandas	<u>2,5 a 4,0</u>	<u>2,0 a 3,0</u>
<i>Categoria B</i>	<u>2,0 a 3,0</u>	<u>1,5 a 4,5</u>
<i>Categoria C</i>		
- C1	<u>2,0 a 3,0</u>	<u>3,0 a 4,0</u>
- C2	<u>3,0 a 4,0</u>	<u>2,5 a 7,0 (4,0)</u>
- C3	<u>3,0 a 5,0</u>	<u>4,0 a 7,0</u>
- C4	<u>4,5 a 5,0</u>	<u>3,5 a 7,0</u>
- C5	<u>5,0 a 7,5</u>	<u>3,5 a 4,5</u>
<i>Categoria D</i>		
- D1	<u>4,0 a 5,0</u>	<u>3,5 a 7,0 (4,0)</u>
- D2	<u>4,0 a 5,0</u>	<u>3,5 a 7,0</u>

Tabela 1 - sobrecarga em pavimentos

Sabendo que a zona carregada, é uma escada (categoria A) a sua sobrecarga de utilização será de **2,0 KN/m²**

2.1.5 Peso total (com sobrecarga de utilização)

$$P_{sd} = 1,35 \times (0,112 + 0,1) + 1,5 \times 2,0 \approx \mathbf{3,3 \text{ KN/m}}$$

2.1.6 Diagramas de esforços

Com o auxílio da ferramenta informática FTOOL, determinaram-se os diagramas de esforços do degrau, aplicando a carga acima determinada (3,3 KN/m) para identificar o momento máximo, e o esforço transverso máximo.

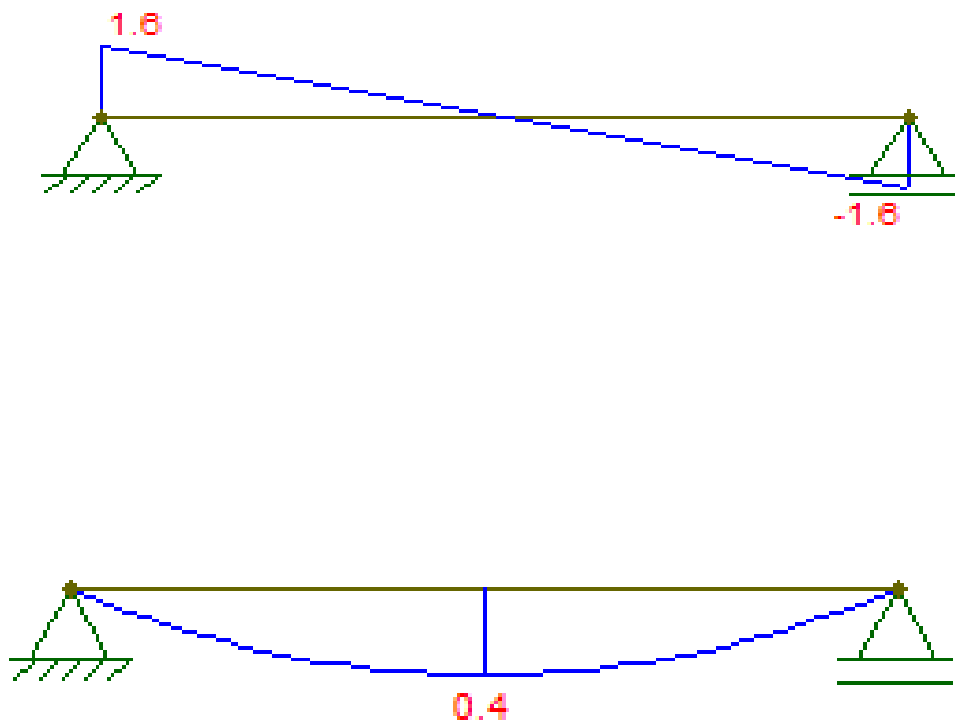


Figura 5 - diagramas de esforços dos transversos e momentos

2.1.7 Verificação ao ELS (flecha máxima) e ao ELU (das tensões, normal e tangencial)

Quando se efetua um dimensionamento é necessário realizar verificações aos ELU (Estados Limites de Últimos), e aos ELS (Estados Limites de Serviço)

Neste caso foi verificado o ELU de tensões, normal e tangencial, e o ELS de flecha máxima

2.1.7.1 Cálculos auxiliares

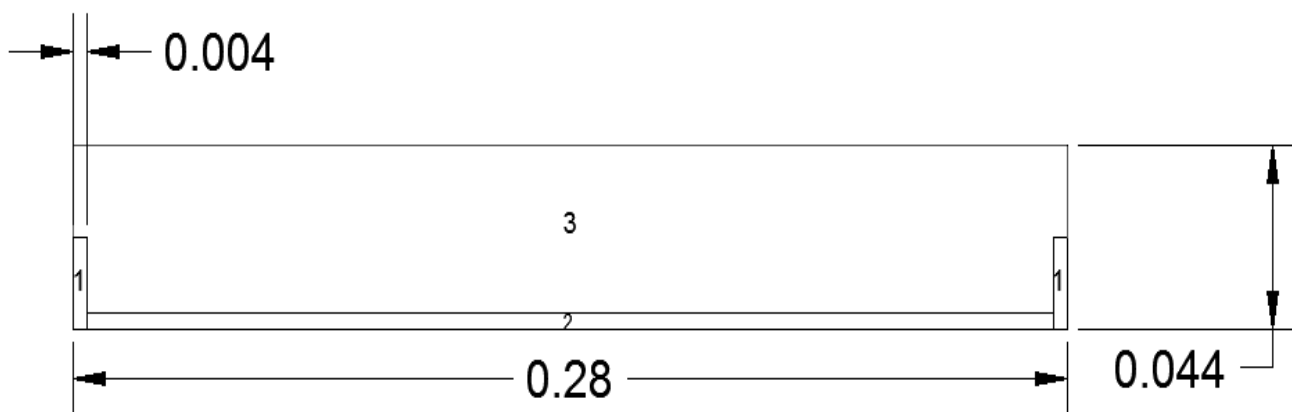


Figura 6 - representação da seção e dimensões (em metros e escala exagerada)

Para facilidade de cálculo, visto que temos um degrau misto (madeira/aço), e que os materiais têm características diferentes, teremos de transformar a madeira em aço, determinando o coeficiente de homogeneização. Atendendo aos módulos de elasticidade temos:

$$E (\text{madeira}) = 11 \times 10^6 \text{ Mpa}$$

$$E (\text{aço}) = 200 \times 10^6 \text{ Mpa}$$

$$\alpha = \frac{E (\text{aço})}{E (\text{madeira})} = \frac{200}{11} = 18,18 \Rightarrow \text{Coeficiente de homogeneização}$$

Fazendo as proporções, através do coeficiente de homogeneização, obtém-se as novas dimensões da secção com a madeira transformada em aço.

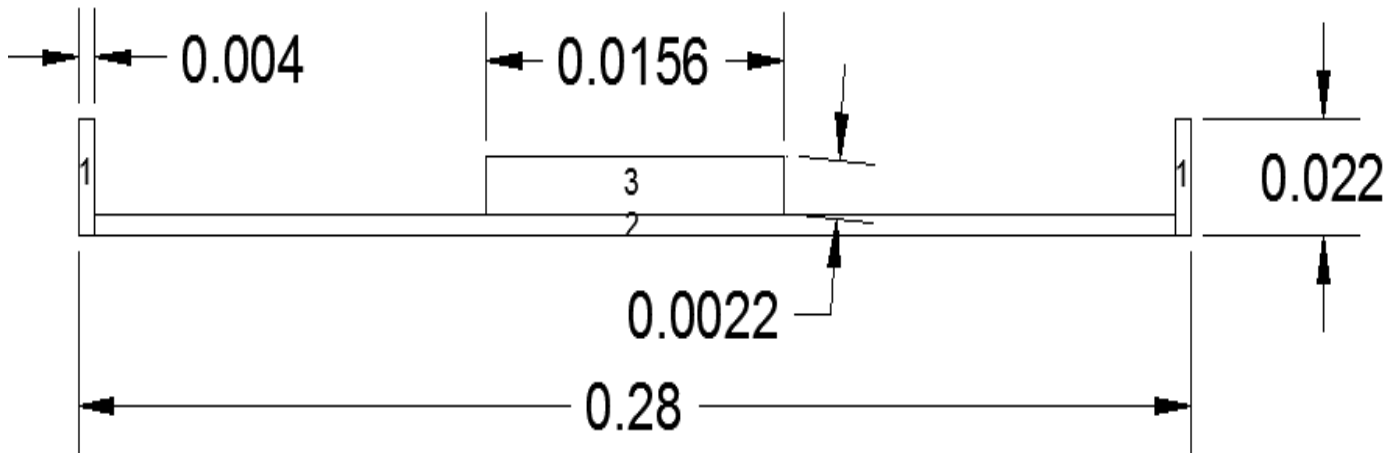


Figura 7- novas dimensões da secção (em metros e escala exagerada)

Posição do eixo neutro

$$2 \times (22 \times 4 \times 11) + 272 \times 4 \times 2 + 2.2 \times 15.6 + (4 + 2.2) = ((2 \times 4 \times 22) + 272 \times 4 + 15.6 \times 2.2) Y_g \Leftrightarrow Y_g = 3.3 \text{ mm}$$

Momento de inércia

$$I = (2 \times (\frac{4 \times 22^3}{12}) + 4 \times 22 \times (3.33 - 11)^2) + ((\frac{272 \times 4^3}{12}) \times 272 \times 4 + (3.33 - 2)^2) + ((\frac{15.6 \times 2.2^3}{12}) \times 15.6 \times 2.2 + (3.3 - 5.1)^2) = 1.59 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Momento estático

$$S = A \times Y_g \Leftrightarrow S = (15.6 \times 2.2 + (2 \times 22 \times 4) + 4 \times 277) \times 3.3 = 4284.46 \text{ mm}^3$$

2.1.7.2 Cálculo da flecha

Consultando as tabelas técnicas, para o esquema estrutural do degrau em questão (apoio duplo – apoio simples), a flecha é dada pela expressão:

$$F_m = \frac{P \times l^3}{48 EI} = \frac{3.3 \times 1.0^3}{48 \times (18.18 \times 10^6) \times 1.59 \times 10^6 \times 10^{-12}} = 2.4 \text{ mm}$$

Tendo em conta que considere a escada como sendo um pavimento, a flecha máxima é dada por:

$$\frac{L}{300} \text{ (L em mm)} \Leftrightarrow \frac{1000}{300} = 3.3 \text{ mm}$$

- **Como 2.4 mm < 3.3 mm, então a flecha verifica!**

2.1.7.3 Tensão normal

Tendo em conta que o material do degrau homogeneizado é o aço fe360, sabemos que a sua tensão normal resistente é igual a $\sigma_{rd} = 235 \text{ Mpa}$, teremos então de comparar este último com a tensão atuante para verificar se o degrau resiste aos esforços instalados.

Então:

$$\sigma_{sd} = \frac{M}{I} \times V = \frac{0.413}{1.59 \times 10^6 \times 10^{-12}} \times 3.3 \times 10^{-3} = 0.85 \text{ Mpa}$$

M – Momento atuante

I – Inércia da secção

V – distância ao centro de gravidade da secção

- **0.85 Mpa << 235 Mpa, como a tensão atuante é muito menor que a tensão resistente, a tensão normal verifica!**

2.1.7.4 Tensão tangencial

Tendo em conta que o material do degrau homogeneizado é o aço fe360, sabemos que a sua tensão tangencial resistente é igual a $\tau_{rd} = 160$ Mpa, teremos então de comparar este último com a tensão atuante para verificar se o degrau resiste aos esforços instalados.

Então:

$$\tau_{sd} = \frac{V_y \times S_x}{I_x \times b} = \frac{1.65 \times 4284.46 \times 10^{-9}}{1.59 \times 10^6 \times 10^{-12} \times 0,0062} = 0.72 \text{ Mpa}$$

V_y – esforço transversal atuante

S_x – momento estático

I_x – inércia da secção

b – espessura da secção

- **0.72 Mpa << 160 Mpa, como a tensão atuante é muito menor que a tensão resistente, a tensão tangencial verifica!**

2.1.8 Dimensionamento das soldaduras

Procede-se então ao dimensionamento das soldaduras atendendo ao EC3, que nos diz que a resistência de calculo de um cordão de soldadura é obtido por:

$$F_{wsd} \leq \frac{F_{wrc}}{\gamma_{Mw}}$$

F_{wsd} – Força atuante, neste caso deverá ser o esforço transverso, pois é aquele que mais atua na ligação entre o perfil e a chapa de aço

γ_{Mw} – coeficiente de segurança das soldaduras em Portugal

F_{wrc} – força resistente

F_{wrc} é dado pela seguinte expressão:

$$F_{w,rk} = \frac{F_u}{\sqrt{3} B_w} \times a \times L$$

F_u – tensão de rotura do aço (fe360)

a – espessura do cordão

L - comprimento total de soldaduras

B_w – fator de correlação (para aço fe360 = 0,8)

Procedeu se então a representação do corte da secção, com o comprimento total do cordão de soldadura, os crateres, e a espessura do cordão, atendendo as normas impostas enumeradas a seguir:

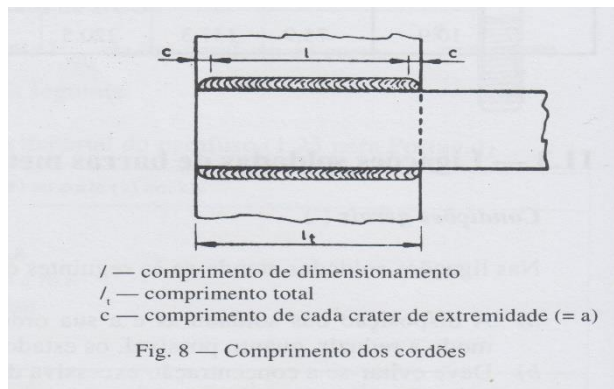


Figura 8 - esquema das dimensões das soldaduras

Sabendo das tabelas técnicas que:

1. Espessura dos cordões nunca inferior a 3 mm
2. Crateres de extremidade são em dimensão iguais a duas vezes a espessura

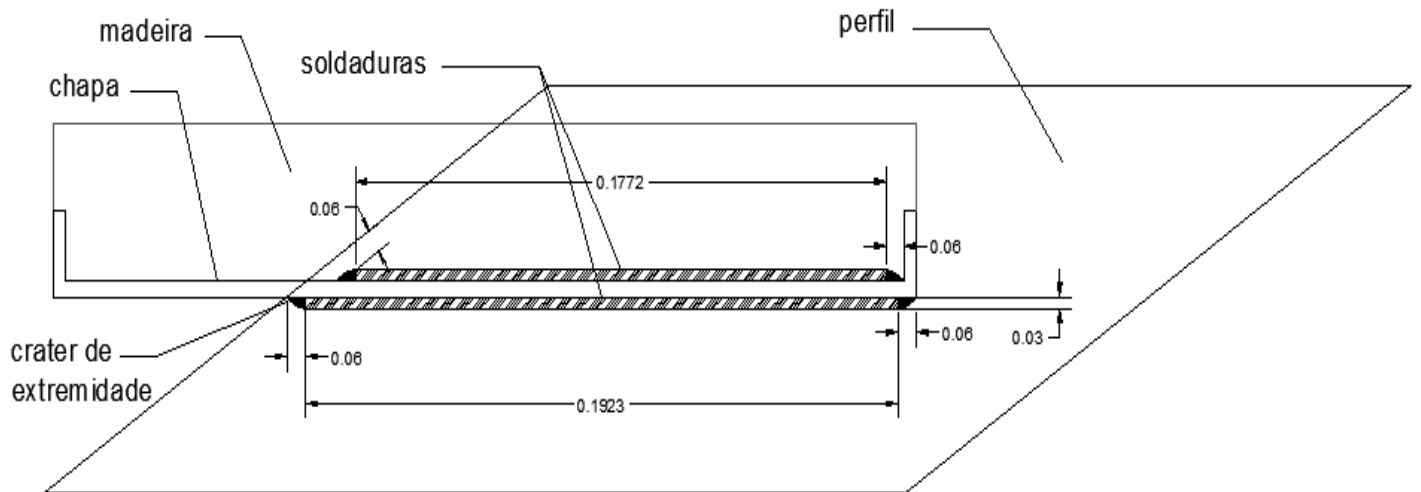


Figura 9- dimensões das soldaduras aplicadas ao degrau

A partir da análise do desenho, retira se o comprimento de dimensionamento:

$$L = 192.3 + 177.2 = 369.5 \text{ mm}$$

Calcula se então a força resistente:

$$F_{w,rk} = \frac{F_u}{\sqrt{3} B_w} \times a \times L = \frac{360}{\sqrt{3} \times 0,8} \times 3 \times 369,7 = 288,15 \text{ KN}$$

$$F_{wsd} \leq \frac{F_{wrc}}{\gamma_{Mw}} \Leftrightarrow F_{wsd} \leq \frac{288,15}{1,25}$$

$$F_{wsd} = 1,65$$

$$1,6 \text{ (ETveri)} < \frac{288,15}{1,25} \Leftrightarrow 1,6 \text{ KN} < 230,52 \text{ KN}$$

As soldaduras resistem ao esforço transversal (corte), aplicado na ligação.

2.2 Dimensionamento dos perfis

No âmbito do dimensionamento das escadas, temos de ter em atenção às dimensões impostas pela arquitetura. Decidiu se então optar por um perfil fe360 em que a altura da secção é de 180 mm, permitindo assim conter o degrau, e soldá-lo com facilidade. Na figura seguinte, são representadas as dimensões das escadas.

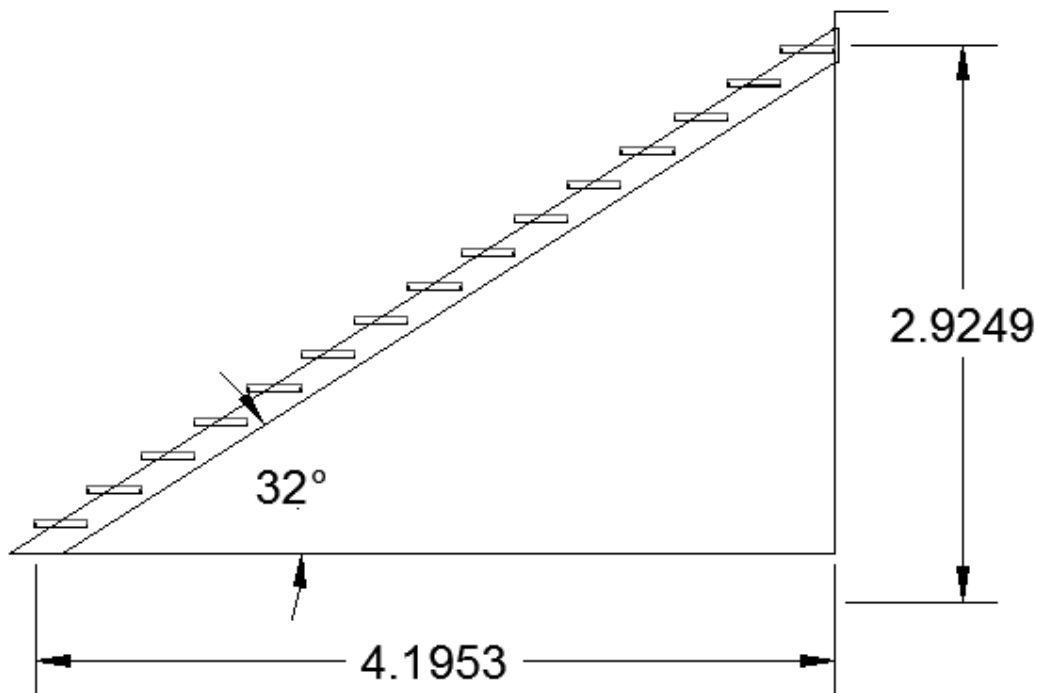


Figura 10 - dimensões impostas pela arquitetura

2.2.1 Escolha de perfil

Consultando os manuais técnicos da empresa de produtos siderúrgicos CHAGAS, a minha primeira escolha remete se para o tubo de secção retangular TPS laminado a quente 180x80x3 (altura x largura x espessura), tendo as seguintes características:

h m/m	b m/m	t m/m	M Kgs/m	A cm ²	L _y cm ⁴	I _z cm ⁴	i _y cm	i _z cm	W _{el,y} cm ³	W _{el,z} cm ³	W _{pl,y} cm ³	W _{pl,z} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	S m ³ /T
180	80	3	11,9	15,14	631,4	178,8	6,457	3,436	70,15	44,7	87,01	49,4	444,1	77,5	43,09

Tabela 2 - propriedades do perfil escolhido

Atendendo às suas características, e revelando se a opção que mais se adequa à arquitetura presente, assim como é o mais económico, vamos então verificar se o perfil cumpre a segurança, caso não cumpra, teremos então de utilizar o perfil imediatamente a seguir, efetuando novamente as verificações necessárias.

2.2.1.1 Cálculos de dimensionamento dos perfis

Para dimensionar os perfis, para facilidade de cálculo, tendo em conta que a estrutura é simétrica, apenas irei considerar um perfil, e o peso do degrau será dividido por dois.

➤ Perfil 180x80x3

2.2.1.2 Peso total

Peso do perfil

$$M = 11,9 \text{ Kg/m} \Leftrightarrow 11.9/100 = 0.119 \text{ KN/m}$$

Peso dos degraus

$$15 \times ((0.112 + 0.1)/2) = 1.60 \text{ KN/m}$$

Peso total (tendo em conta sobrecarga de 2.0 KN/m²)

$$1.35 \times (1.60 + 0.119) + 1.5 \times 2.0 = 5.32 \text{ KN/m}$$

2.2.1.3 Diagramas de esforços (NN) (VV) (MM)

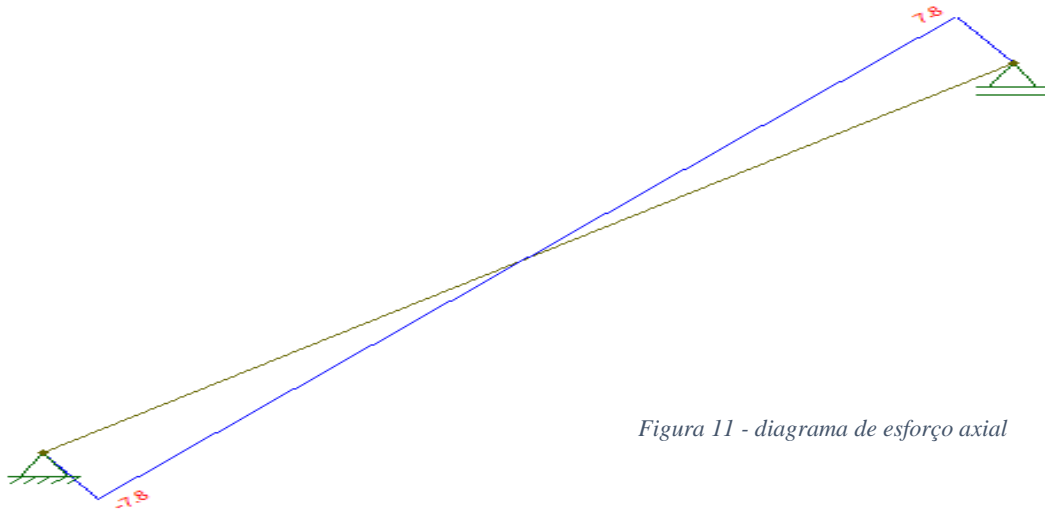


Figura 11 - diagrama de esforço axial

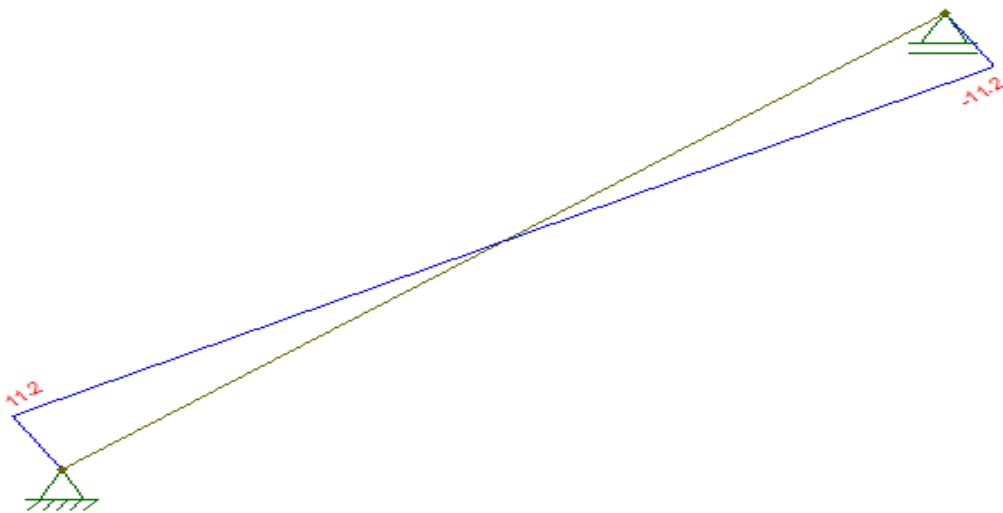


Figura 12 - diagrama de esforço transversal

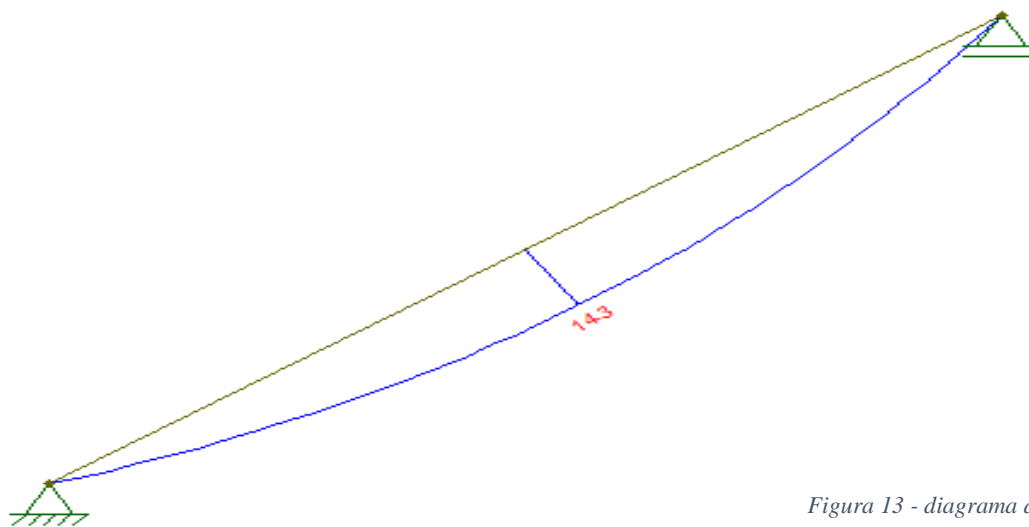


Figura 13 - diagrama de momentos

2.2.2 Verificação da segurança à tensão normal e tensão tangencial

Fe360

$$\sigma_{rd} = 235 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{rd} = 160 \text{ Mpa}$$

- Inercia do perfil 180x80x3: $I_y = 631.4 \text{ cm}^4$
- Momento plástico do perfil 180x80x3: $w_{pl,y} = 87.01 \text{ cm}^3$

2.2.2.1 Verificação da tensão normal:

$$\sigma_{sd} = \frac{M_f}{I} \times v$$

σ_{sd} – Tensão atuante

M_f – Momento fletor

I – Inercia do perfil

v – distância ao centro de gravidade da secção

$$\sigma_{sd} = \frac{M_f}{I} \times v \Leftrightarrow \sigma_{sd} = \frac{14.3}{631.4 \times 10^{-8}} \times 180/2 \times 10^{-3} \Leftrightarrow \sigma_{sd} = 197031 \times 10^{-3}$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{sd} = 197 \text{ Mpa}$$

- $\sigma_{sd} \leq \sigma_{rd} \Leftrightarrow 203 \text{ Mpa} < 235 \text{ Mpa}$, como a tensão atuante é menor que a tensão resistente então o perfil resiste ao momento fletor!

2.2.2.2 Verificação da tensão tangencial:

$$\tau_{sd} = \frac{V_y \times W_{pl_y}}{I_x \times b} \Leftrightarrow \tau_{sd} = \frac{11.2 \times 87.01}{631.4 \times 10^{-8} \times 0,003} \Leftrightarrow \tau_{sd} = 51447.2 \times 10^{-3}$$
$$\Leftrightarrow \tau_{sd} = 51.45 \text{ Mpa}$$

V_y – esforço transversal atuante

W_{pl_y} – Momento plástico

I_x – inércia da secção

b – espessura da secção

- $\tau_{sd} \leq \tau_{rd} \Leftrightarrow 51.45 \text{ Mpa} < 160 \text{ Mpa}$, como a tensão atuante é menor que a tensão resistente então o perfil resiste ao esforço transversal

2.2.3 Verificação da flecha do perfil

Consultando as tabelas técnicas, para o esquema estrutural do degrau em questão (apoio duplo – apoio simples), a flecha é dada pela expressão:

$$f_m = \frac{P \times l^3}{48 EI} = \frac{5.32 \times 4.20^3}{48 \times (200 \times 10^6) \times 631.4 \times 10^{-8}} = 6.5 \text{ mm}$$

Tendo em conta que considere a escada como sendo um pavimento a flecha máxima é dada por:

$$\frac{L}{300} \text{ (L em mm) } \Leftrightarrow \frac{4200}{300} = 14 \text{ mm}$$

- Como $6.5 \text{ mm} < 14 \text{ mm}$, então a flecha verifica!
- ✓ A partir de todas as verificações efetuados, conclui-se que o perfil tubular $180 \times 80 \times 3$ de secção retangular cumprirá com a segurança!

3) Especialidades de uma moradia unifamiliar

Neste capítulo apenas foram abordadas três especialidades, no que diz respeito à concretização de um projeto de uma moradia unifamiliar. São estas a estabilidade da estrutura, a rede de águas, e a da rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.

3.1 Projeto de estabilidade de uma moradia unifamiliar

3.1.1 Localização

O presente trabalho refere-se ao projeto estrutural de uma moradia unifamiliar, constituída de rés-do-chão e 1º andar, e situa-se no concelho de Soure, distrito de Coimbra.

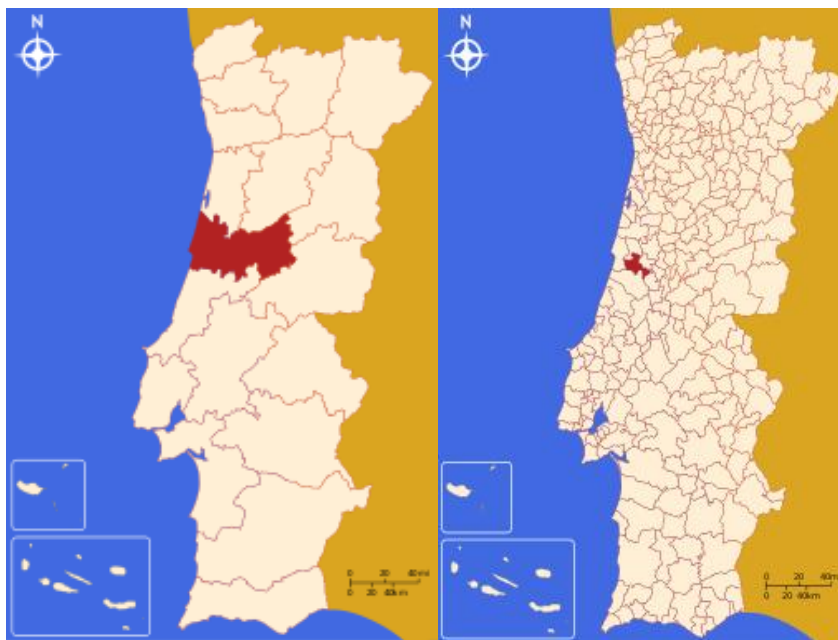


Figura 14 - localização da obra (concelho Soure e distrito de Coimbra)

3.1.2 Plantas dos pisos

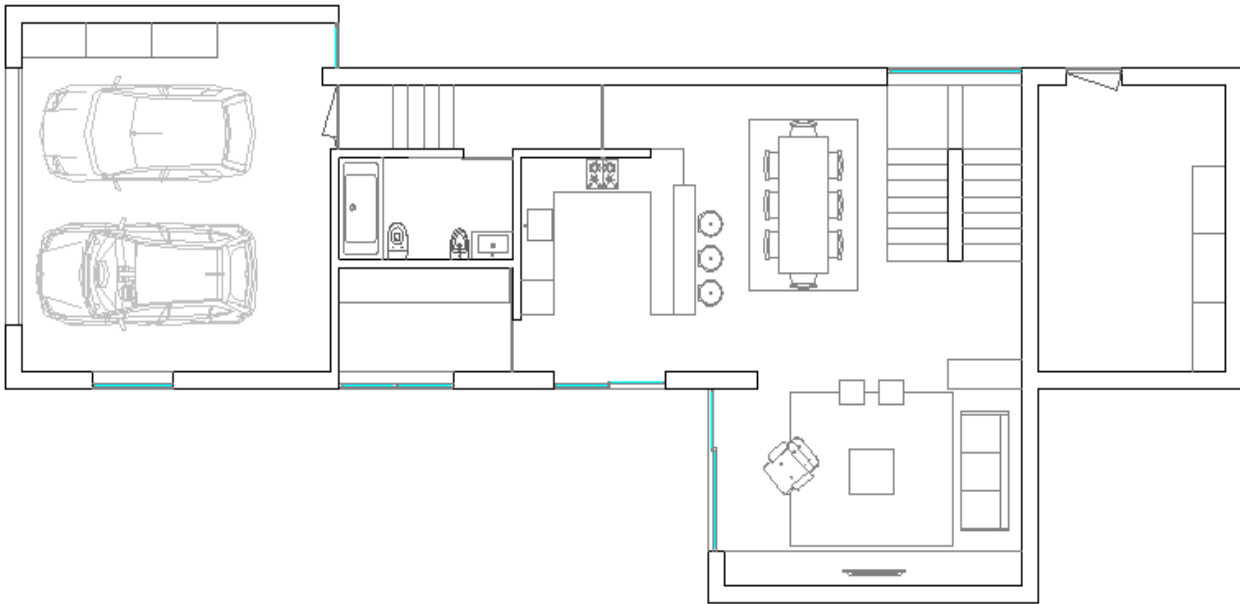


Figura 15 - planta rés-do-chão



Figura 16 - planta 1º andar

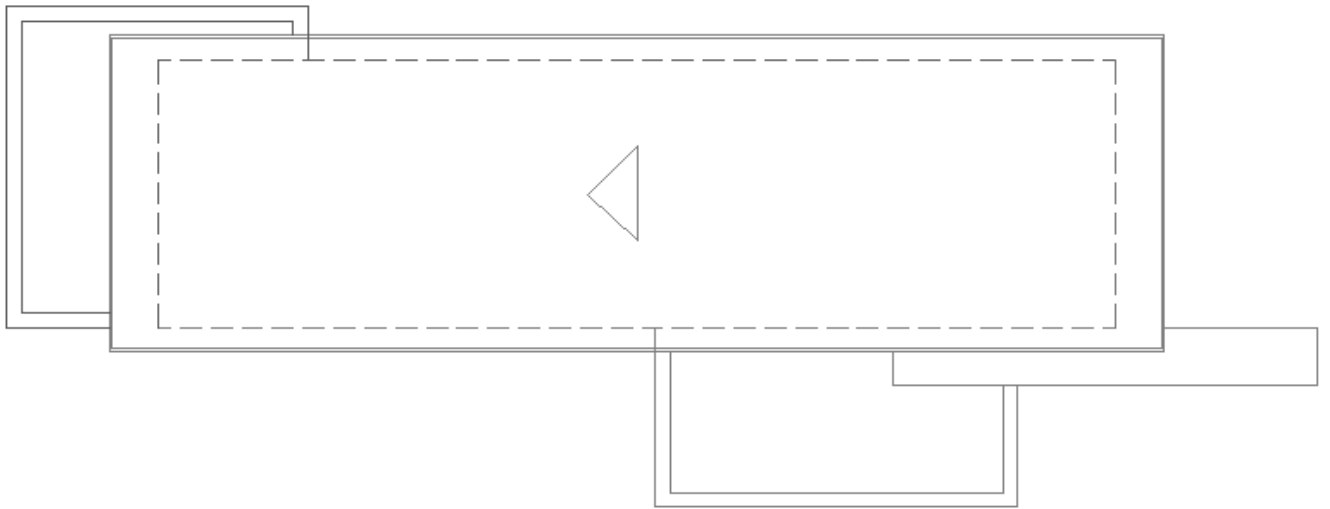


Figura 17 - planta de cobertura

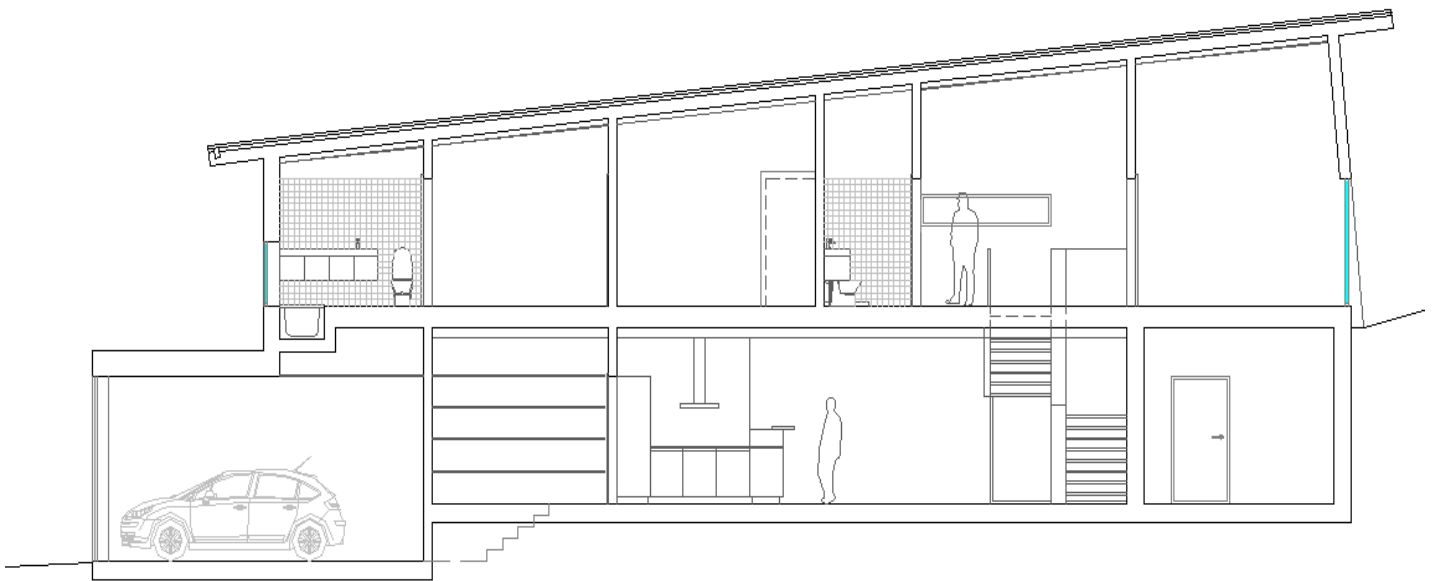


Figura 18 - corte longitudinal

3.1.3 Solução estrutural

A solução estrutural em questão será desenvolvida para que se respeite a arquitetura imposta, que seja viável do ponto de vista económico, e que apresente adequadas condições de serviço.

Tendo em conta o que foi dito anteriormente, a solução estrutural remete-nos para a utilização de elementos o mais ortogonalmente dispostos entre si, elementos estes que são, as sapatas, os pilares e as vigas. Os pisos serão materializados em lajes maciças e lajes de vigotas, e a cobertura em laje de vigotas. Não foi considerado o dimensionamento de laje de escada em betão armado uma vez que esta será executada em aço e madeira, em material pré-fabricado.

Entre a fundação e o piso do rés-do-chão está previsto uma caixa-de-ar de 1.0 m de espessura. A nascente prevê-se um muro de suporte devido ao terreno existente. Para o cálculo das fundações considerou-se fundações diretas com um valor de 0,3 Mpa de tensão admissível no solo.

Para o cálculo efetivo da estabilidade da estrutura, foi utilizado a ferramenta informática CYPECAD, tendo em conta o REBAP e considerando as sobrecargas do Eurocódigo 1.

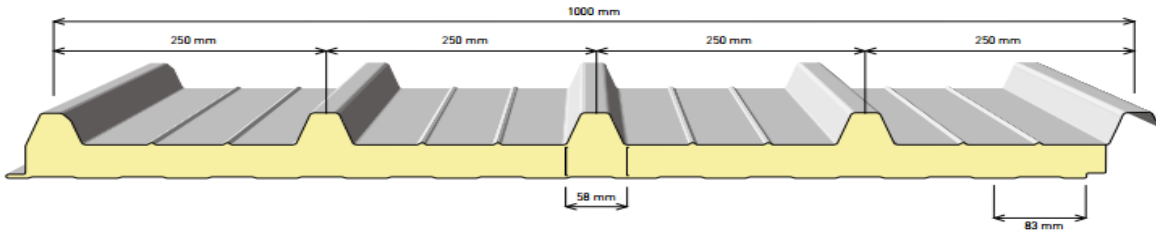
3.1.4 Materiais

Os materiais a utilizar na elaboração do projeto, são os mais frequentemente usados na construção, mas apenas serão enumerados os de maior relevância.

O betão utilizados nos pilares, nas vigas e sapatas bem como nas lajes será da classe C20/25. Betão de limpeza das fundações será da classe C12/16.

O aço a utilizar em toda a estrutura será do tipo A400NR, sendo as armaduras maioritariamente de diâmetro Ø12, e as armaduras de esforço transversal de diâmetro Ø8. Admite-se também a possibilidade de utilização de armaduras de diâmetro Ø16, caso em alguns elementos estruturais, seja necessário aumentar a área de armadura.

Para a cobertura estão previsto painéis sandwich com isolamento em poliuretano, com espessura de 5 cm, sendo os perfis de 4mm cada como representado na figura 19



CONDIÇÕES DE CARGA					CARGA ÚTIL UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA EM KG/m ² - KN/m ²												
ESP S mm	K		PESO PAINEL Kg/m ²		U.M.	▲▲▲▲					▲▲▲▲▲▲						
	Kcal m ² .h.°C	W m ² .°C	0,5+0,5	0,4+0,4		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
30	0,51	0,60	10,75	8,94	Kg/m ² KN/m ²	250	180	140	110	75	40	265	200	160	135	100	55
						2,45	1,81	1,37	1,08	0,73	0,39	2,59	1,96	1,56	1,32	0,98	0,53
40	0,40	0,46	11,17	9,35	Kg/m ² KN/m ²	315	234	153	127	88	69	355	261	198	154	121	97
						3,09	2,29	1,50	1,24	0,86	0,67	3,48	2,56	1,94	1,51	1,18	0,95
50	0,32	0,37	11,59	9,77	Kg/m ² KN/m ²	351	264	180	143	101	80	399	294	224	174	138	111
						3,44	2,58	1,76	1,40	0,99	0,78	3,91	2,88	2,19	1,70	1,35	1,09
80	0,20	0,23	12,85	11,03	Kg/m ² KN/m ²	528	375	273	203	150	120	575	408	297	221	180	158
						5,17	3,67	2,67	1,99	1,47	1,17	5,64	3,99	2,91	2,16	1,76	1,54
100	0,17	0,20	13,68	11,86	Kg/m ² KN/m ²	—	—	386	322	242	192	—	—	—	340	292	252
						—	—	3,78	3,15	2,37	1,88	—	—	—	3,33	2,86	2,47

Figura 19 - propriedades do painel "sanduiche" utilizado do tipo ROOFTEC 5 -1000 fabricado pela PERFITEC

As paredes exteriores serão materializadas em blocos de betão leve térmicos com espessura de 20 cm, em que estes contém uma caixa-de-ar (descrição do bloco será apresentada na figura 20)

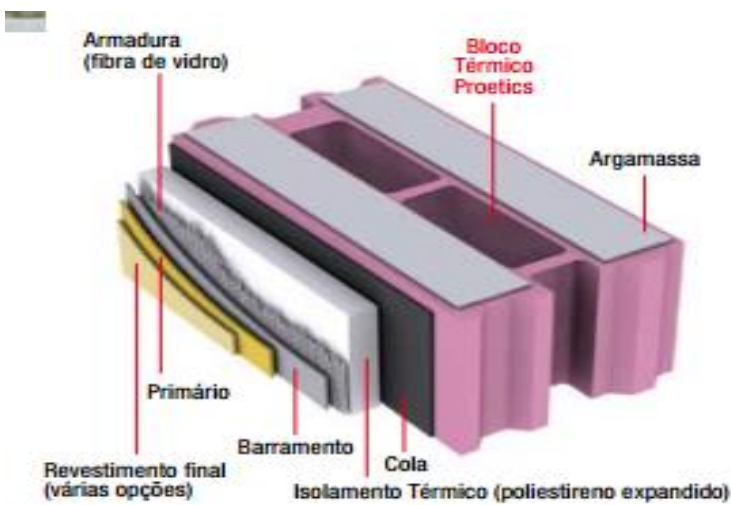


Figura 20 - bloco utilizado nas paredes exteriores, do tipo Proetics fabricado pela ARTEBEL

3.1.5 Descrição das ações consideradas

3.1.5.1 Peso próprio:

- Betão armado 25 kN/m³

3.1.5.2 Ações permanentes:

(Valores obtidos de tabelas técnicas)

- Revestimento pavimentos: 0,7 kN/m²
- Paredes exteriores em: 1,3 kN/m²
- Paredes divisórias: 1,8 kN/m²
- Cobertura (painéis sandwich) $0.097 = 0.1$ kN/ m²

3.1.5.3 Sobrecargas (Eurocódigo 1)

- De atividades domésticas e residenciais 2,0 kN/ m²
- Cobertura 0,4 kN/m²

3.1.5.4 **Vento:**

Devido às pequenas dimensões do projeto, as ações do vento consideram se desprezáveis.

3.1.5.5 **Sismo:**

- Amortecimento 5%
- Fator de comportamento sísmico 30%
- Número de modos 6
- Parte de neve a considerar 0,5
- Classe de solo Brando
- Zona sísmica C

3.1.6 Pré dimensionamento

Admite-se que para projetos de maior dimensão tais como prédios, ou estruturas de arquitetura mais complexas, tem de ser feito um pré-dimensionamento mais rigoroso. No entanto, para o tipo de estrutura em questão (moradia unifamiliar), que é dado como mais usual, e mais frequentemente objeto de estudo em gabinete, optou-se pelo uso de regras empíricas que, remetendo nos para a experiência, não colocam em causa as regras de segurança.

3.1.6.1 Pilares

No que diz respeito aos pilares, devido à arquitetura presente, pretende se utilizar pilares com uma das dimensões iguais á espessura das paredes exteriores, para maior facilidade aquando da conceção.

Usualmente, e mais uma vez depositando confiança na experiência, os pilares em moradias de rés-do-chão e 1º andar têm no mínimo (25x25). Dado que a espessura prevista das paredes exteriores é de 20cm, optou-se por utilizar pilares de, no mínimo (30x20). Aquando do dimensionamento no CYPE, se as dimensões do pilar (30X20) não verificarem, será necessário aumentar a sua secção apenas aumentando o maior comprimento.

3.1.6.2 Vigas

No que diz respeito às vigas, para determinar a altura da mesma, segue-se a regra empírica do $L/10$ (L =vão teórico), sendo a largura da viga metade da altura resultante. Esta regra nem sempre poderá ser adotada, devido a exigências de arquitetura. No entanto, aquando da verificação dos resultados no CYPE, as alturas e largura de vigas serão afinadas caso seja necessário. Para que na fase de construção, os trabalhos sejam simplificados, optou-se por adotar uma largura de viga de 20 cm quando possível, que é mesma que a secção transversal dos nossos pilares, bem como a espessura das paredes exteriores.

Como está referido no artigo 120.1 do REBAP, a dimensão mínima da secção transversal dos pilares não deve ser inferior a 20 cm. Dado que a largura da viga não deve ser inferior à largura do pilar no qual ele apoia, admite-se então, que a largura mínima das vigas é de 20 cm.

3.1.6.3 Lajes

Para as lajes segue-se a regra empírica do $L/20$ para determinar a espessura da mesma, sendo L o maior vão considerando as direções x e y . No entanto, nem sempre o valor obtido é fiável, dado que pode tornar a estrutura pouco económica, então, será determinada a espessura das lajes por hipóteses, verificando os resultados obtidos no CYPE

3.1.7 Descrição dos elementos estruturais por pisos/níveis

Neste capítulo, será feita uma descrição por planta de todos os elementos estruturais a utilizar em cada piso/nível.

3.1.7.1 Fundações

É a partir das fundações, que todos os pilares têm o seu arranque. Como se pode verificar na figura abaixo, onde está representada a colocação de todos os pilares, as vigas de fundação/lintéis a vermelho, e o muro de suporte em betão armado a azul, prolongando-se este último até ao teto do rés-do-chão.

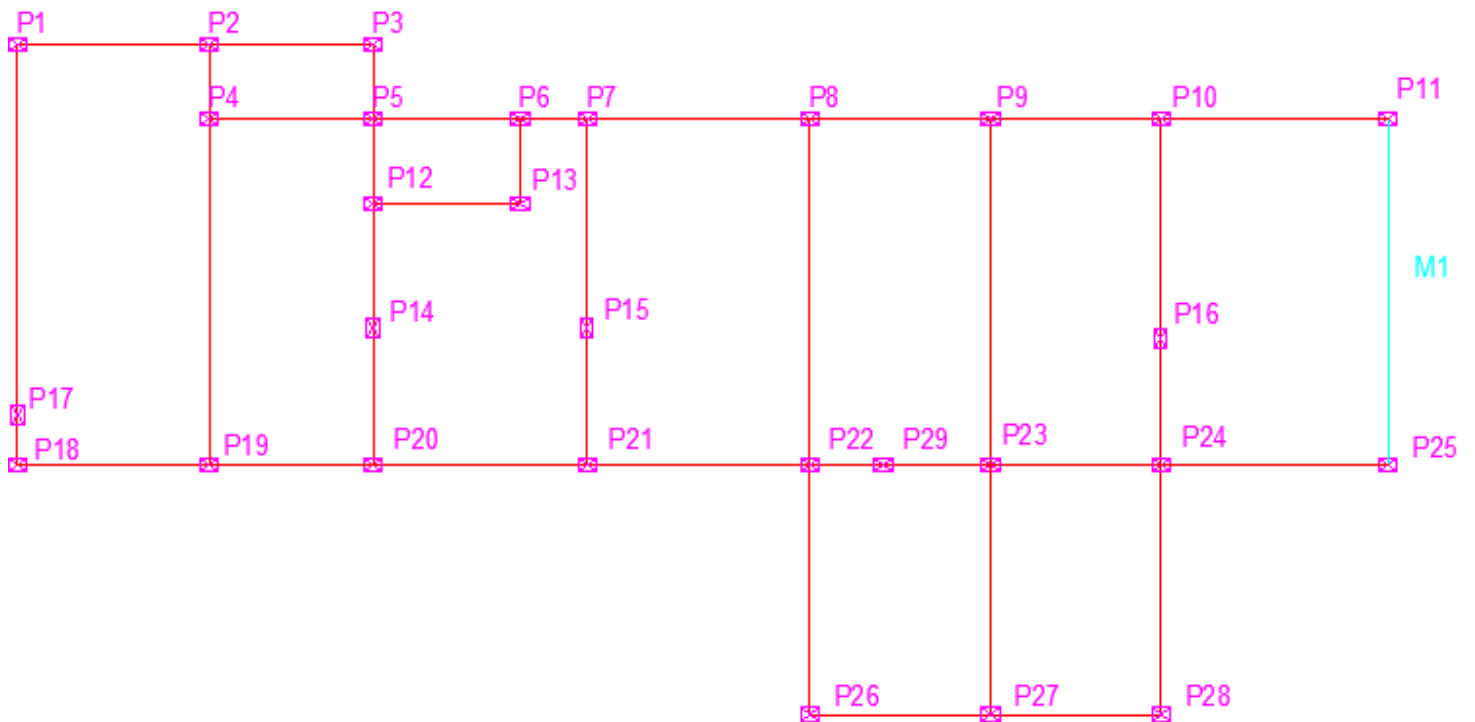


Figura 21 - esquema da fundação

3.1.7.2 Laje de piso térreo

Na figura abaixo, está representada a laje de piso térreo que está previsto ser implementada, 1.0 m acima do nível da fundação. As lajes, assinaladas pelas cruzes azuis, serão materializadas em lajes de vigotas.

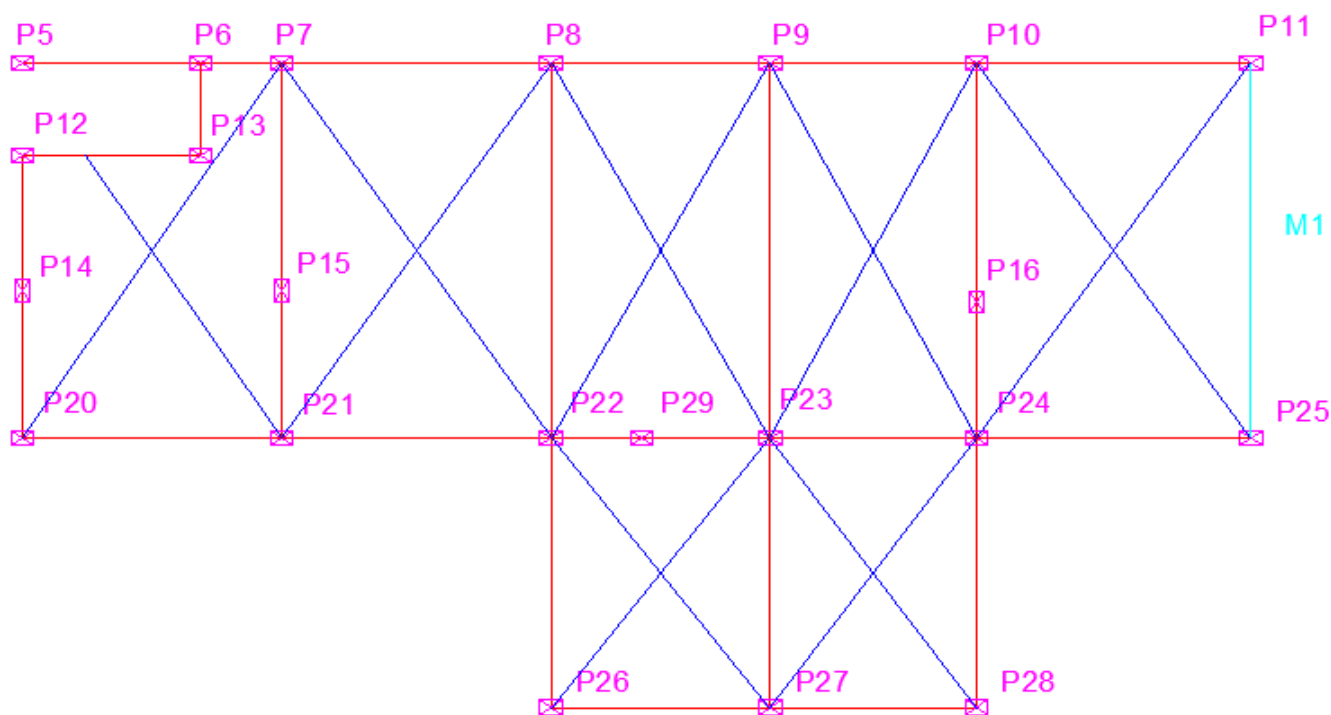


Figura 22 - esquema do piso térreo

3.1.7.3 Teto da garagem

O teto da garagem, apresenta-se individualmente por estar mais abaixo que o teto do rés-do-chão pois apresenta se num nível diferente. As lajes assinaladas pelas cruzes azuis serão materializadas em lajes de vigotas.

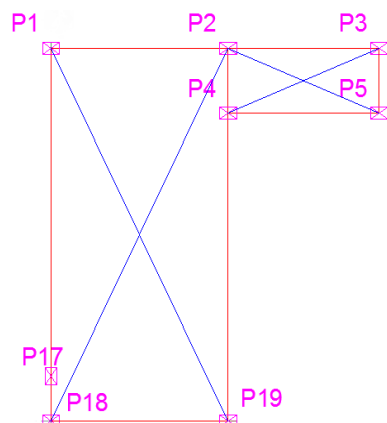


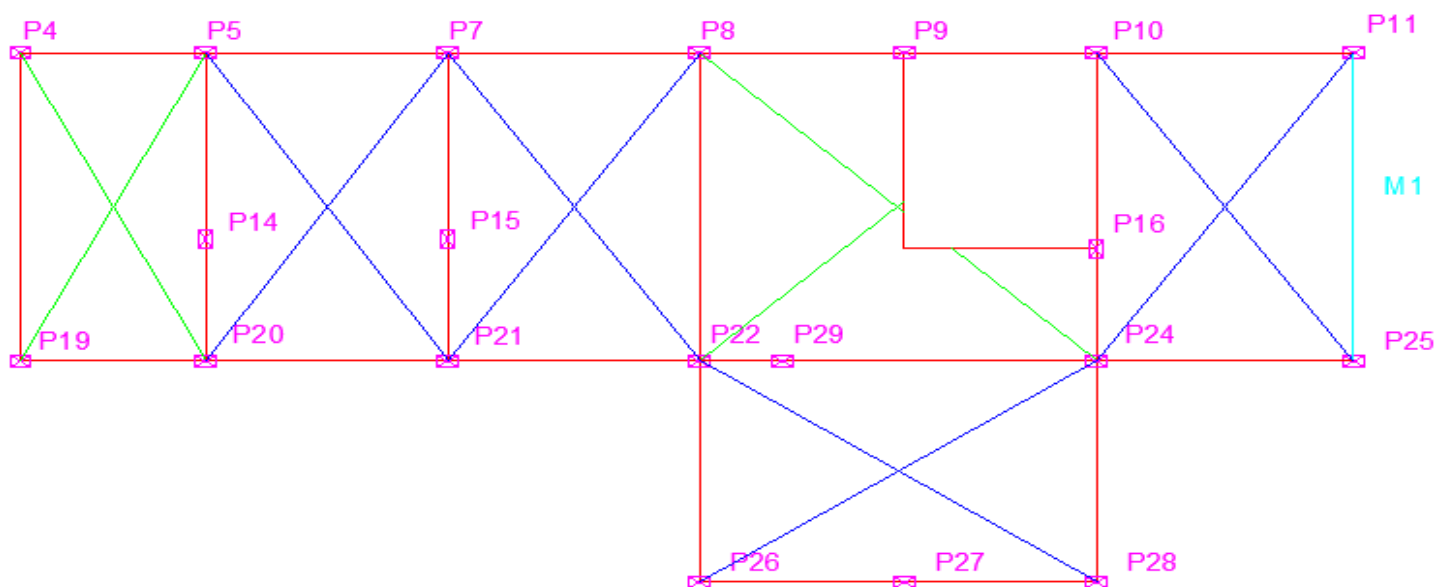
Figura 23 - esquema do teto da garagem

3.1.7.4 Teto do rés-do-chão

O teto do rés-do-chão será materializados por lajes de vigotas representadas a azul, e lajes maciças representadas a verde.

Na laje apoiada nos pilares P8, P9, P22 e P24, está representada uma abertura, onde serão colocadas vigas.

A laje apoiada nos pilares P4, P5, P19 e P20 será materializada como laje maciça, e como continuação do teto da garagem, pois esta prevista uma banheira embutida nessa laje.



3.1.7.5 Cobertura

A cobertura será materializada por lajes de vigotas, sendo os pórticos laterais apoiados desde P4 a P11, bem como de P19 a P25, serão inclinados.

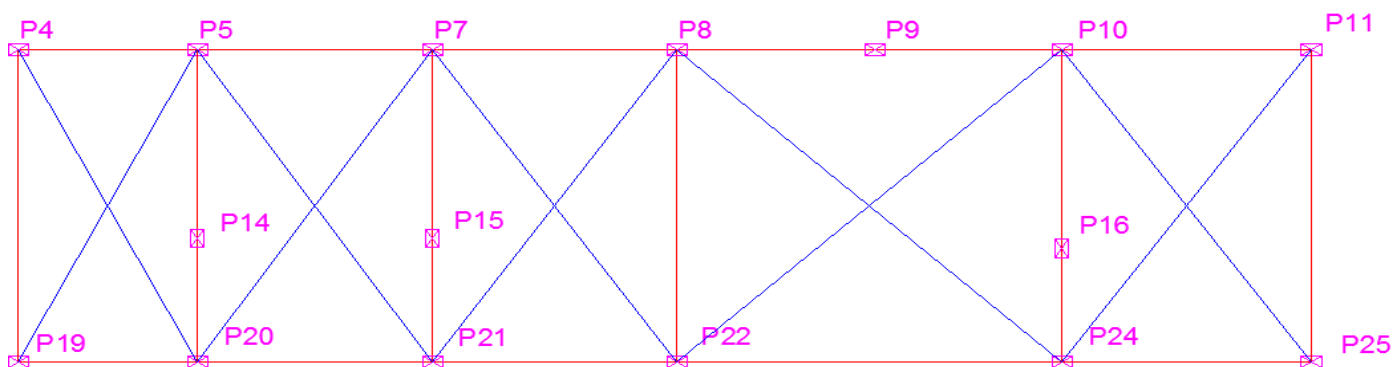


Figura 25 - esquema da cobertura

3.1.8 Introdução dos dados e dimensionamento no CYPE

Neste capítulo será enumerado cada passo, no âmbito do dimensionamento do projeto em questão.

3.1.8.1 Introdução de dados da obra

Para iniciar o dimensionamento no CYPE, temos em primeiro lugar, de proceder à introdução dos dados gerais da obra, nomeadamente, o tipo de betão e de aço dos elementos estruturais, as ações a ter em conta (neste caso a ação do vento foi desprezado) bem como as normas pelas quais o dimensionamento será efetuado.

Dados gerais

Chave: **OBRA FILIPE 2015-REBAP1**

Descrição: MORADIA UNIFAMILIAR

Normas: REBAP, Eurocódigos 3 e 4, REAE, Eurocódigo 5 e Eurocódigo 9

Betão armado

Betão

Lajes: B25 (C20/25)

Fundação: B25 (C20/25)

Pilares: B25 (C20/25)

Muros: B25 (C20/25)

Aço

Varões: A400

Pemos: A-4t

Perfis

Aço

Laminados e compostos: Fe 360

Enformados: Fe 360

Madeira

Serrada, procedente de coníferas ou chopos. - C14

Alumínio extrudido

EN AW-5083 - F

Ações

Carga permanente e sobrecarga

Com acção do vento

Com acção sísmica

RSA. (Dinâmica) (Portugal)

Critério de amadura por ductilidade: Ductilidade normal

Verificar resistência ao fogo

Estados limite (combinações)

Ações adicionais (cargas especiais)

Aceitar

Figura 26 - introdução dos dados de obra

3.1.8.2 Introdução de plantas/grupos

Introdução de plantas e grupos com as suas respetivas cotas, da categoria de utilização, bem como as sobrecargas e as ações dos revestimentos e paredes.

- Como já foi enumerado anteriormente, as ações de sobrecarga são provenientes dos eurocódigos,
- De atividades domésticas e residenciais 2,0 kN/ m²
- Cobertura 0,4 kN/m²
 - As ações de revestimento e paredes, resumem-se ao peso próprio dos materiais utilizados
- Revestimento pavimentos 0,7 kN/m²
- Paredes exteriores em 1,3 kN/m²
- Paredes divisórias 1,8 kN/m²
- Cobertura (painéis sandwich) $0.097 = 0.1$ kN/ m²

A soma dos pesos próprios dos revestimentos e paredes dá uma resultante de 3.8 kN/m², no entanto será considerado o valor de 5 kN/m², para poder obter maior segurança no dimensionamento.

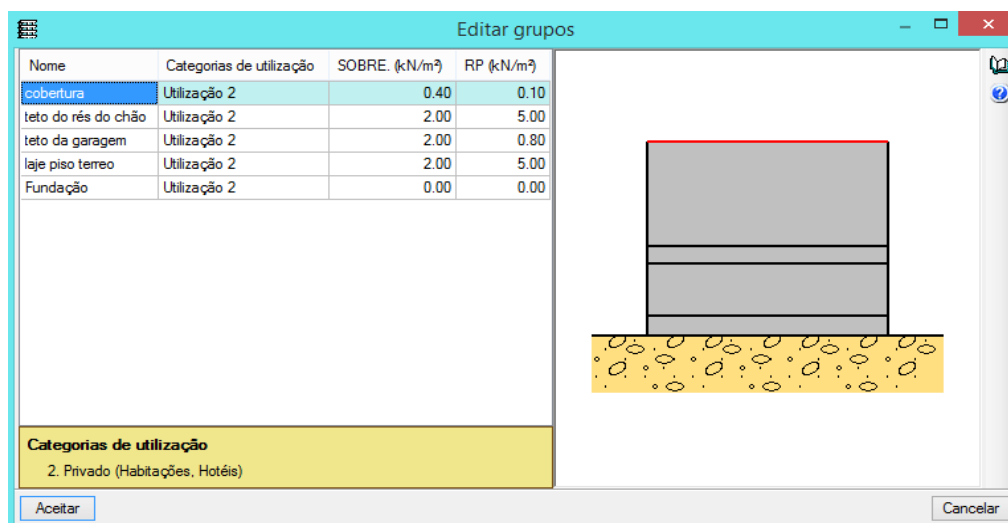


Figura 27- edição de grupos

Na entrada de pilares, é necessário basear se no local onde arrancam todos os pilares, isto é, na fundação. Na janela apresentada na figura 28, seleciona-se o nome do pilar, o grupo de início e o grupo de fim (determina onde pilar arranca e onde termina) bem como as secções.

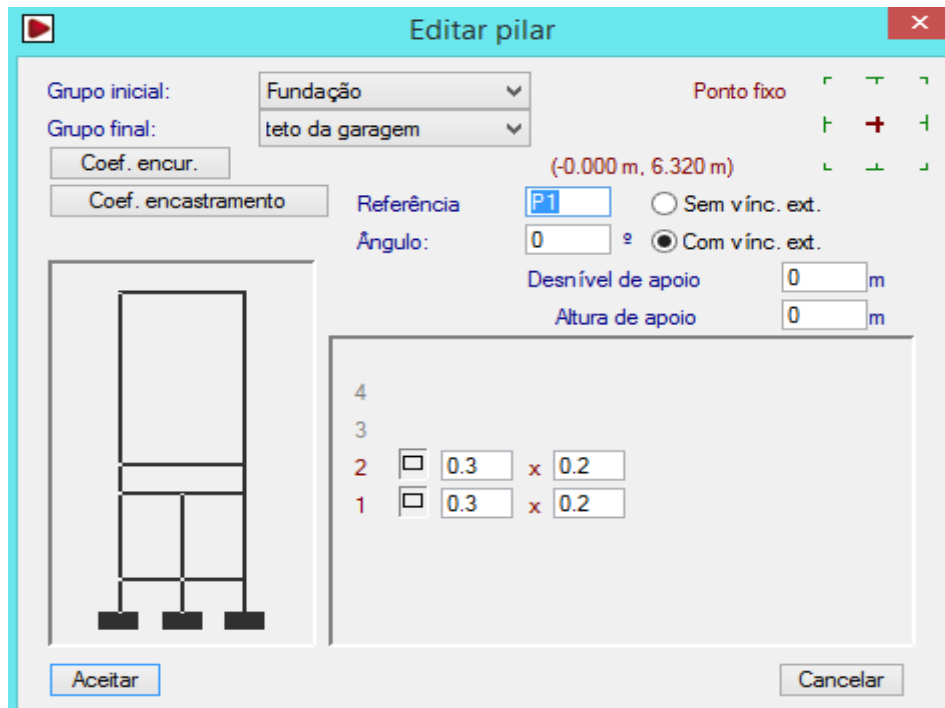


Figura 28 - edição de pilares

3.1.8.3 Entrada de vigas/muros

3.1.8.3.1 Muro de betão armado

Para o projeto em questão, está previsto um muro em betão armado para contenção de terras a nascente da estrutura. Admite-se 20 cm para a espessura do muro em questão, tendo início na fundação, prolongando-se até ao teto do rés-do-chão.

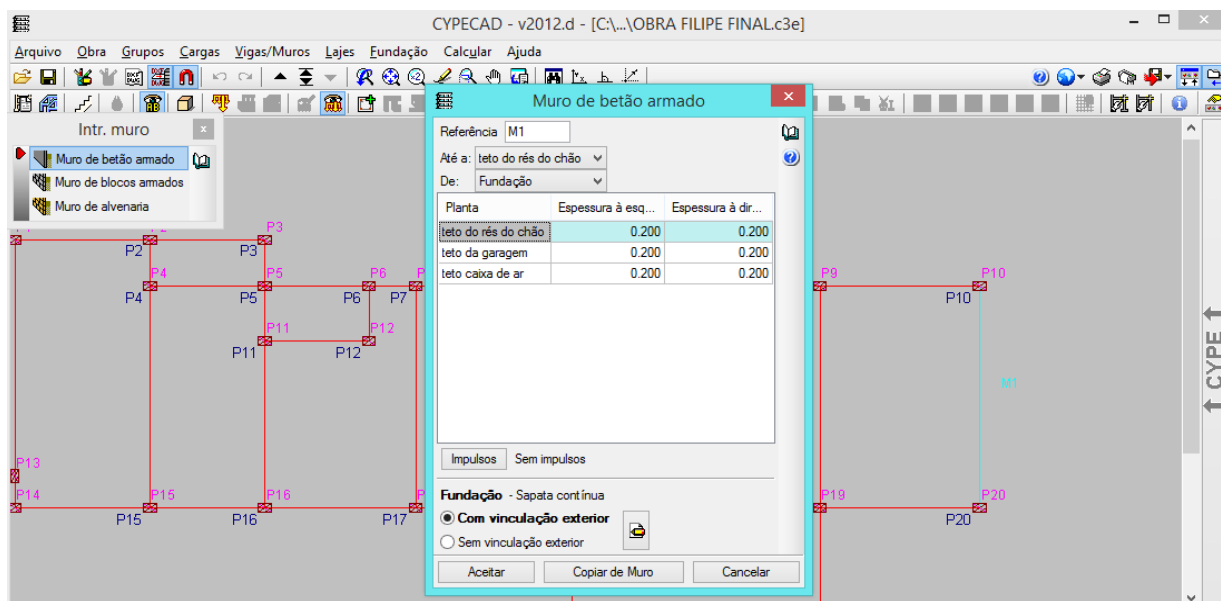


Figura 29 - introdução do muro de betão

De seguida, foram introduzidos os impulsos, tendo em conta as características do terreno onde será implementada a obra (admitiu-se os valores fornecidos pelo programa para argilas semi-duras)

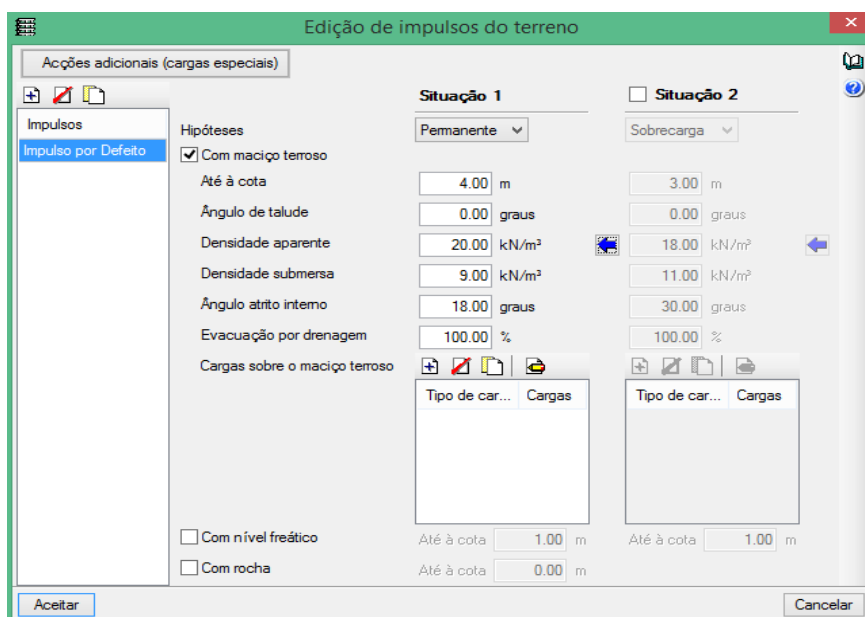


Figura 30 - impulsos do terreno

Considerando o impulso, à direita até a cota de 4.0 m temos então:

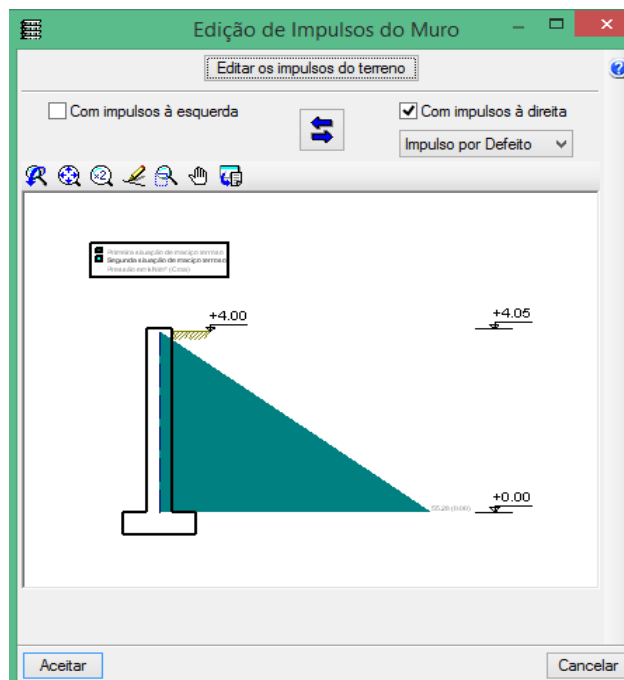


Figura 31 - impulsos do mundo

Com o muro de betão armado introduzido, a nascente

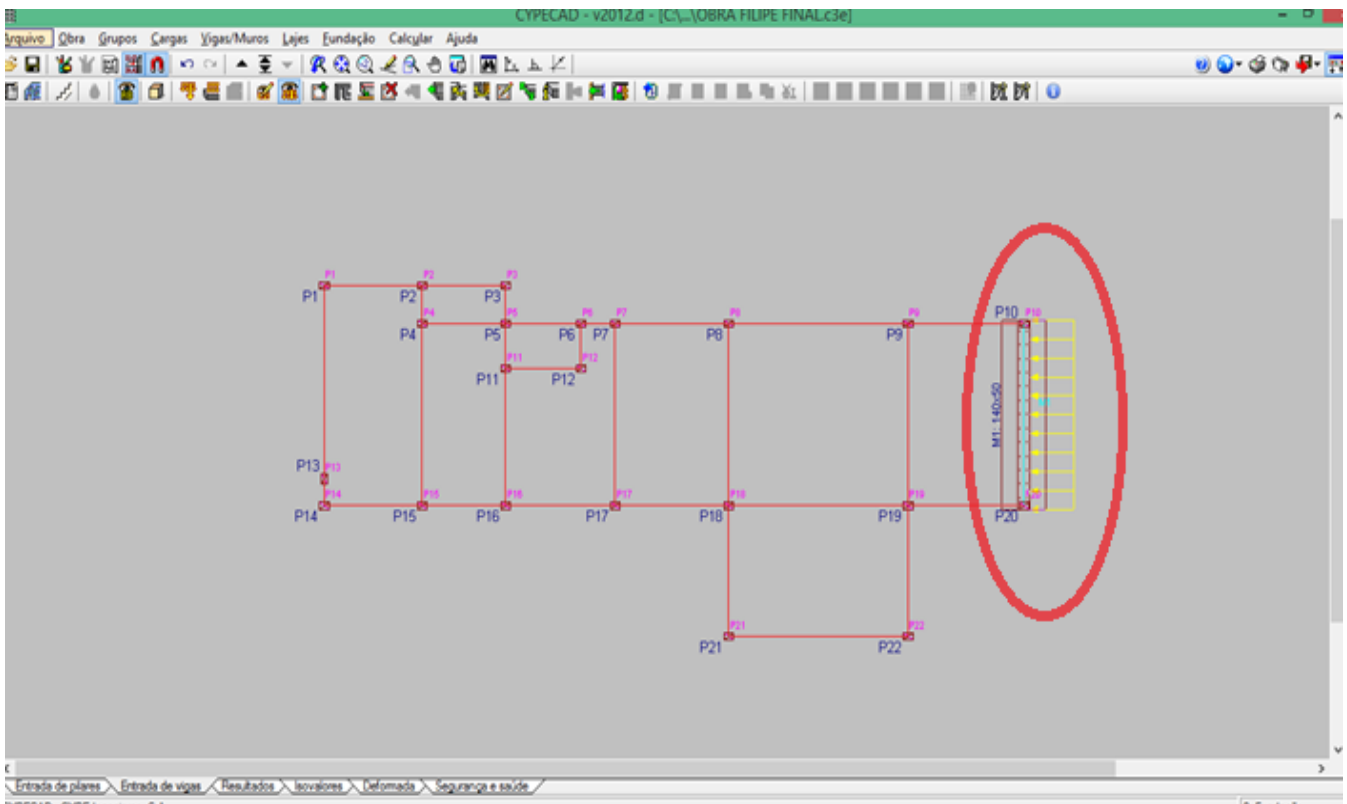


Figura 32 - localização do muro de betão armado

3.1.8.3.2 Vigas

Neste capítulo, irá proceder se à entrada dos dados em Cype das vigas (excetuando as vigas de fundação), bem como à entrada do muro de suporte.

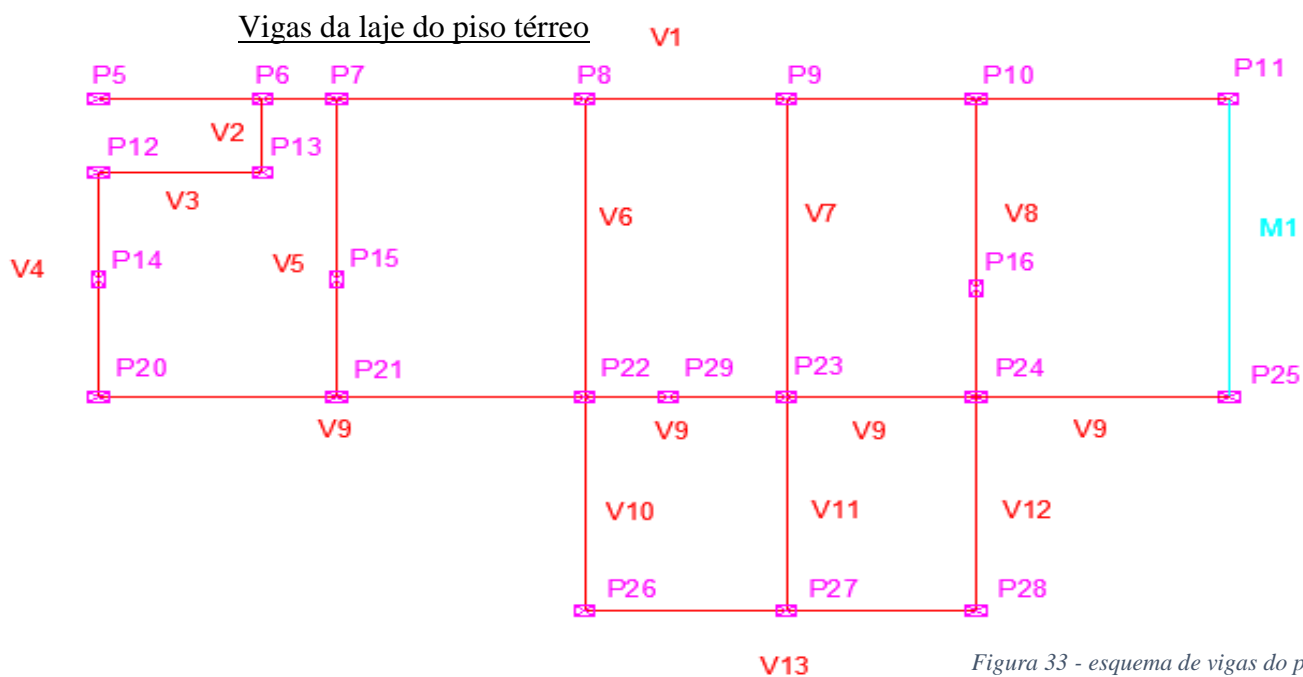


Figura 33 - esquema de vigas do piso térreo

Grupo	Pórtico	Distância do maior vão (m)	Altura da viga $L/10$ (m)	Altura de viga adotada (m)	Largura de viga $H/2$ (m)	Largura da viga (m)
Laje piso térreo	V1	3,71	0,37	0,4	0,2	0,2
	V2	1,3	0,13	0,3	0,15	
	V3	2,41	0,24	0,3	0,15	
	V4	2,06	0,21	0,4	0,2	
	V5	3,16	0,32	0,4	0,2	
	V6	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V7	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V8	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V9	3,71	0,37	0,4	0,2	
	V10	3,75	0,38	0,4	0,2	
	V11	3,75	0,38	0,4	0,2	
	V12	3,75	0,38	0,4	0,2	
	V13	2,95	0,30	0,4	0,2	

Tabela 3 - alturas e larguras de vigas da laje do piso térreo

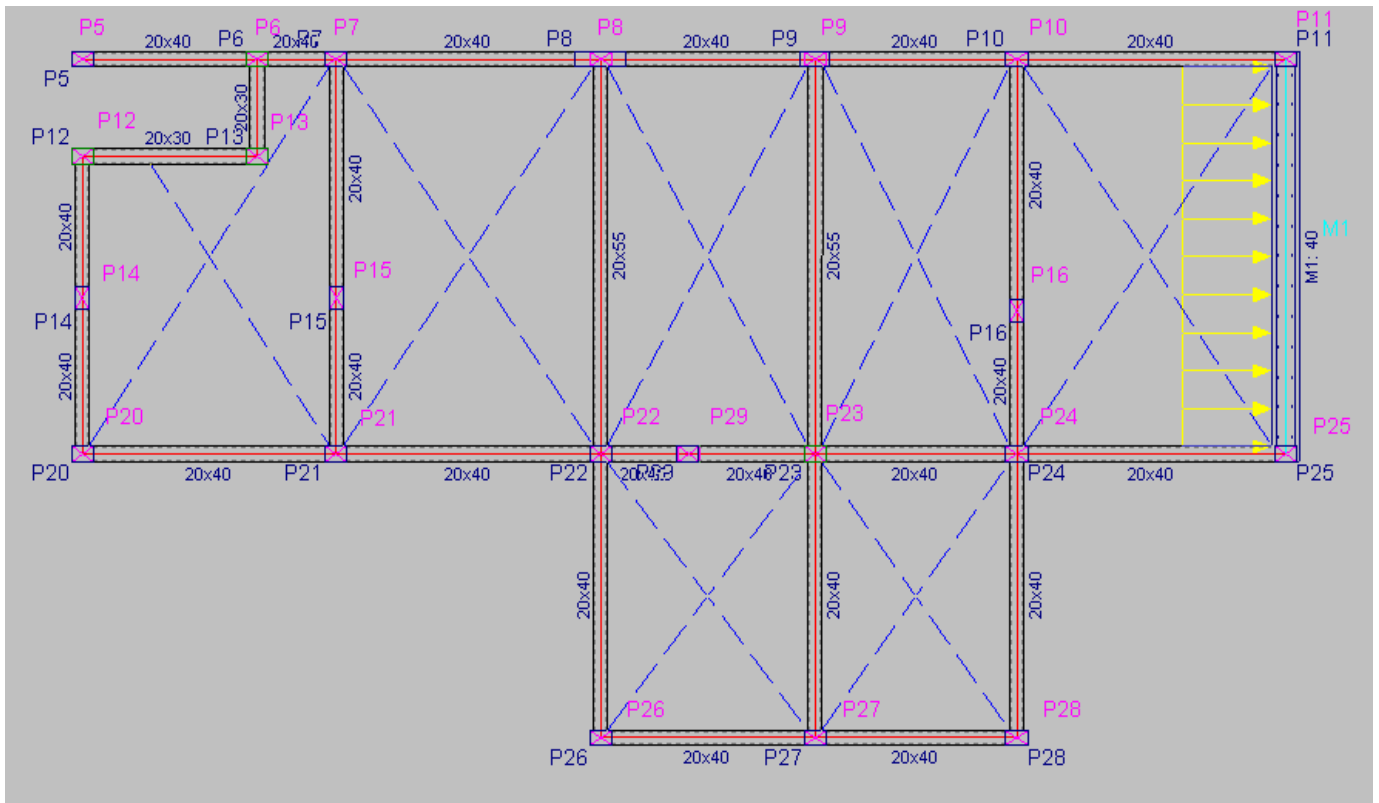


Figura 34 - vigas da laje de piso térreo introduzidas em CYPE

3.1.8.3.3 Vigas do teto da garagem

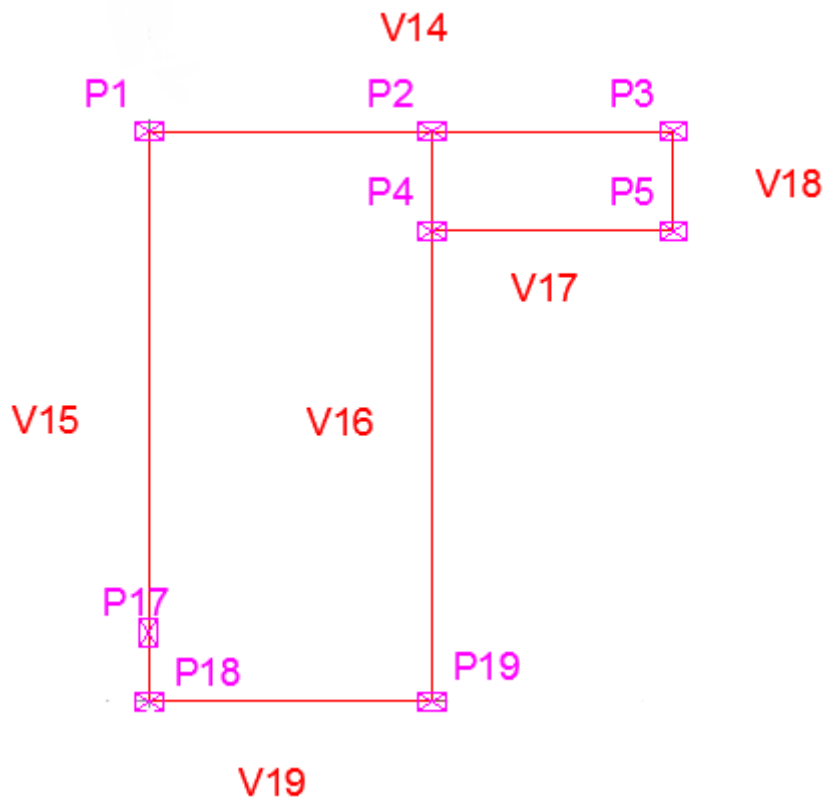


Figura 35 - esquema de vigas do teto da garagem

Grupo	Pórtico	Distância do maior vão (m)	Altura da viga L/10 (m)	Altura de viga adotada (m)	Largura de viga H/2 (m)	Largura da viga (m)
Teto da garagem	V14	3,13	0,31	0,4	0,2	0,2
	V15	5,56	0,56	0,6	0,3	
	V16	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V17	2,68	0,27	0,4	0,2	
	V18	1,1	0,11	0,4	0,2	
	V19	3,13	0,31	0,4	0,2	

Tabela 4 - alturas e larguras das vigas do teto da garagem

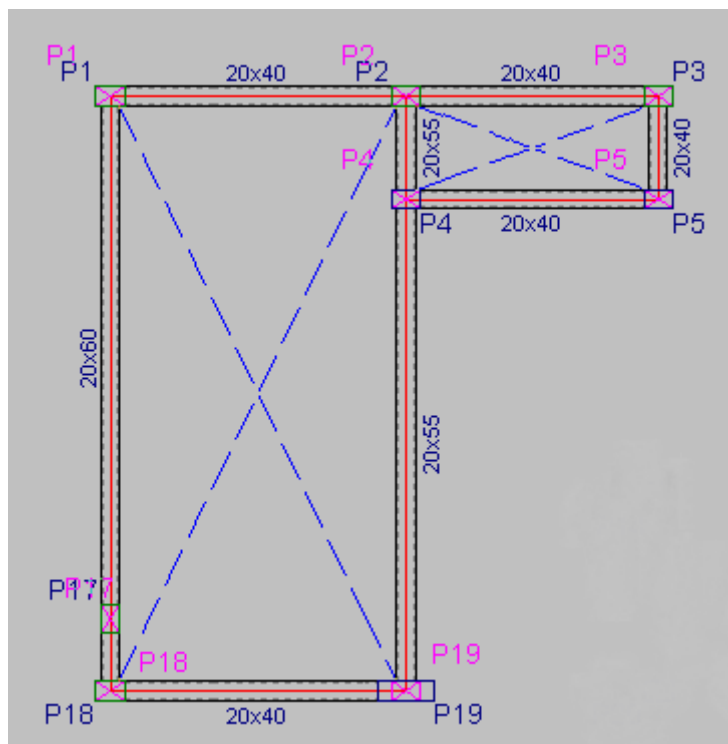


Figura 36 – vigas do teto da garagem introduzidas no CYPE

3.1.8.3.4 Vigas do teto do rés-do-chão

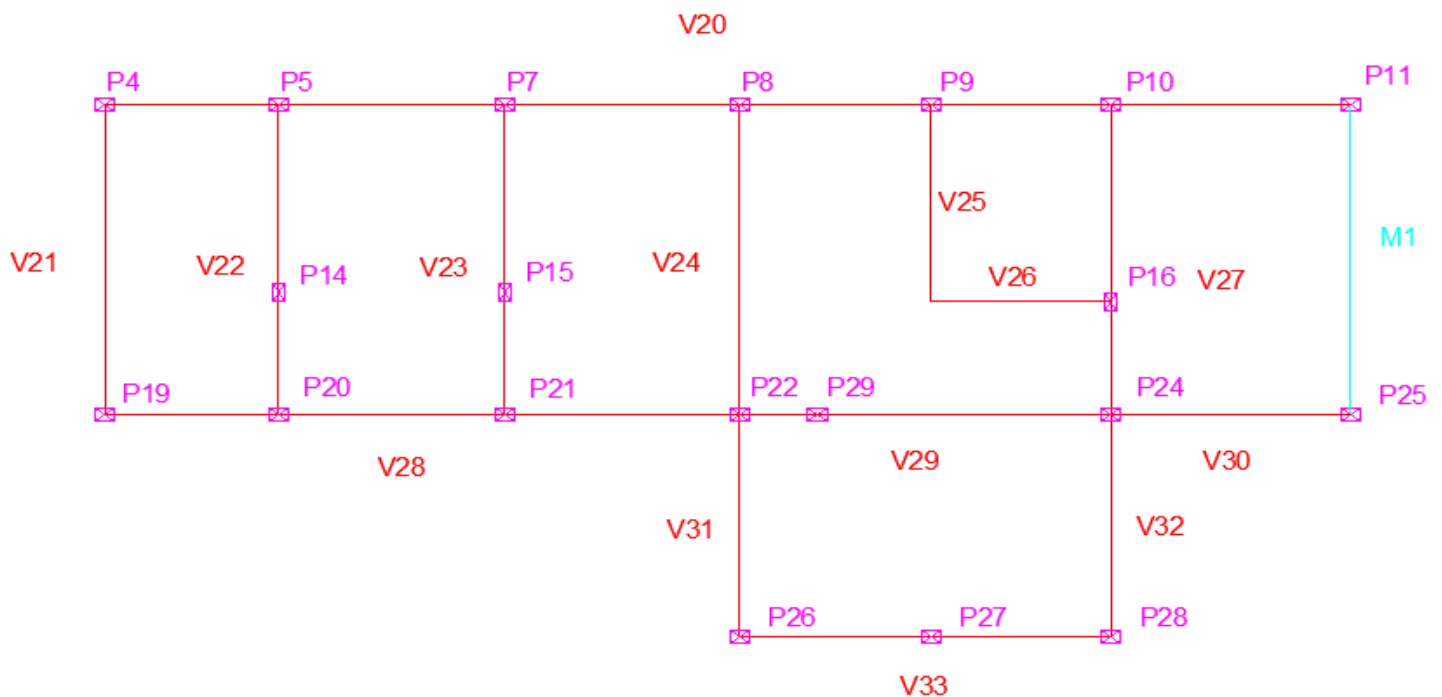


Figura 37 - esquema de vigas do teto do rés-do-chão

Grupo	Pórtico	Distância do maior vão (m)	Altura da viga L/10 (m)	Altura de viga adotada (m)	Largura de viga H/2 (m)	Largura da viga (m)
Teto do rés-do-chão	V20	3,71	0,37	0,4	0,2	0,2
	V21	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V22	3,16	0,32	0,4	0,2	0,3
	V23	3,16	0,32	0,4	0,2	
	V24	5,22	0,52	0,4	0,2	0,2
	V25	3,1	0,31	0,3	0,15	
	V26	2,78	0,28	0,3	0,15	0,2
	V27	3,32	0,33	0,4	0,2	
	V28	3,64	0,36	0,4	0,2	0,2
	V29	4,54	0,45	0,4	0,2	
	V30	3,71	0,37	0,4	0,2	0,2
	V31	3,75	0,38	0,4	0,2	
	V32	3,75	0,38	0,4	0,2	0,2
	V33	2,95	0,30	0,4	0,2	
				Altura, e largura conseqüente imposta pela arquitectura		

Tabela 5 - alturas e larguras das vigas do teto do rés-do-chão

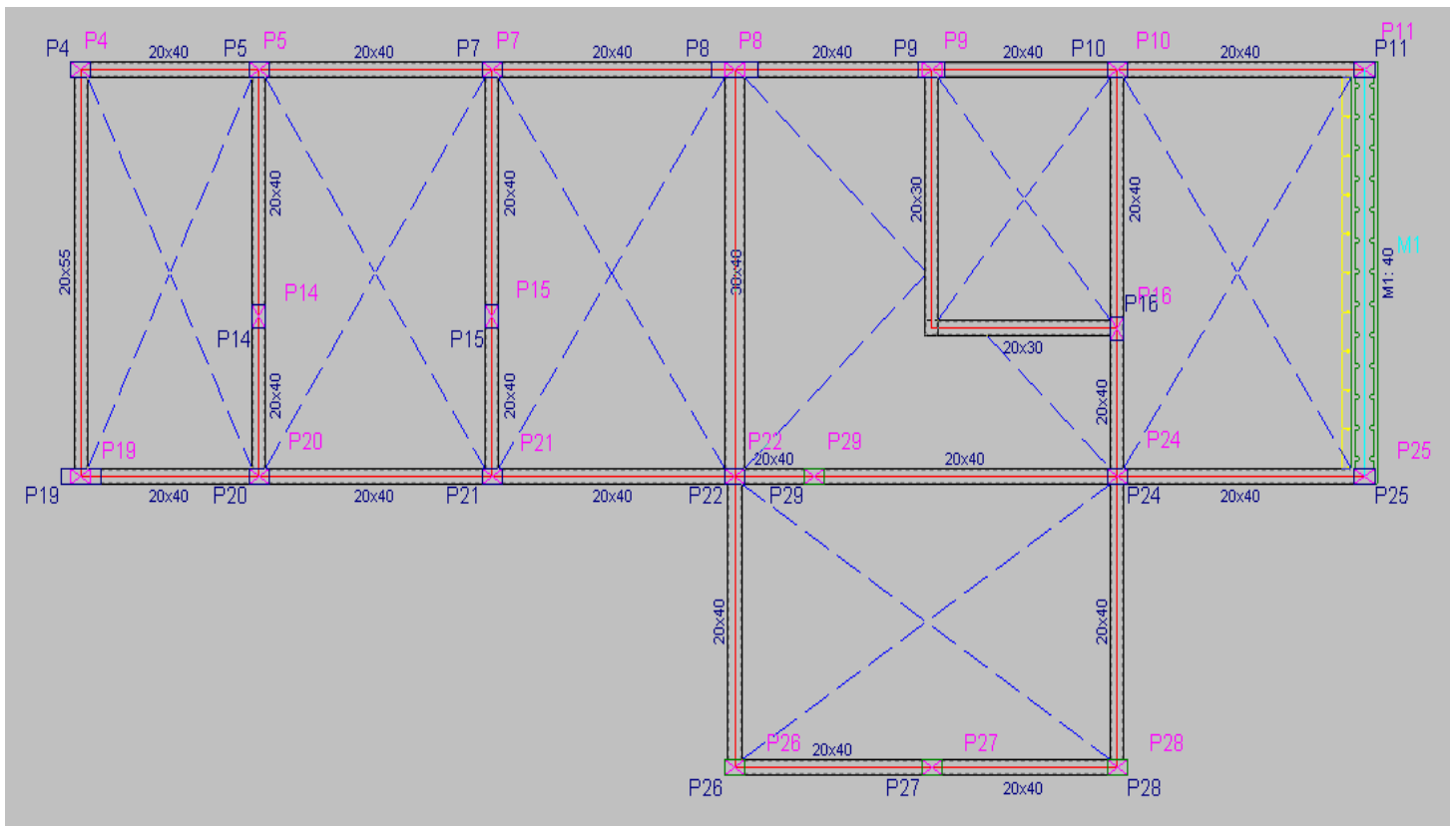


Figura 38 - vigas do teto do rés-do-chão introduzido no CYPE

3.1.8.3.5 Cobertura

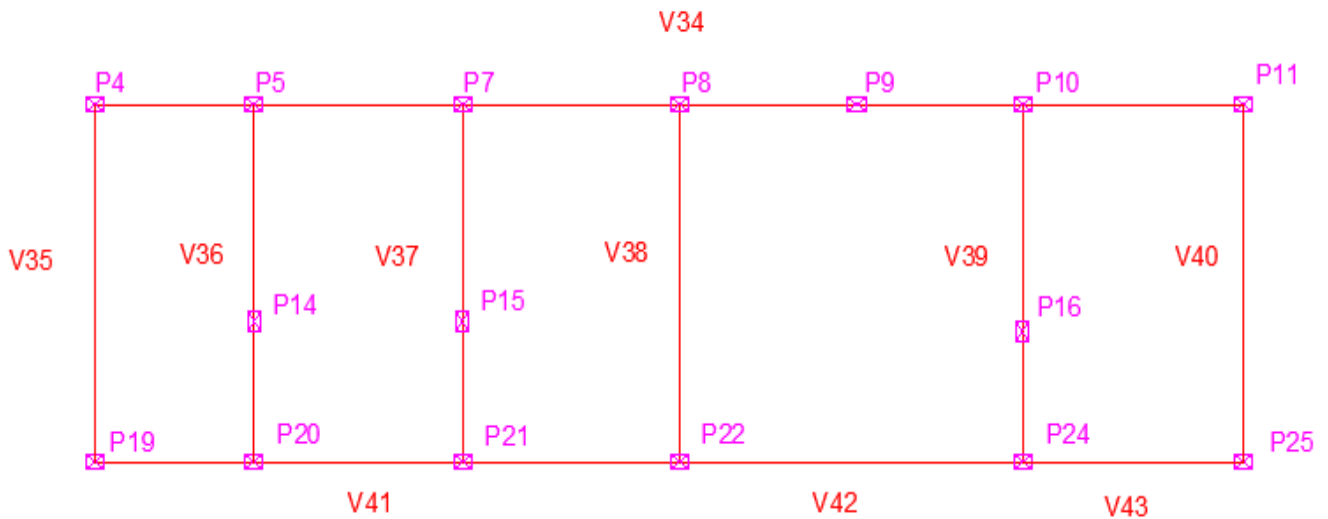


Figura 39 - esquema de vigas da cobertura

Grupo	Pórtico	Distância do maior vão (m)	Altura da viga L/10 (m)	Altura de viga adotada (m)	Largura de viga H/2 (m)	Largura da viga (m)
Cobertura	V34	3,71	0,37	0,4	0,2	0,2
	V35	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V36	3,16	0,32	0,4	0,2	
	V37	3,16	0,32	0,4	0,2	
	V38	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V39	3,32	0,33	0,4	0,2	
	V40	5,22	0,52	0,55	0,275	
	V41	3,64	0,36	0,4	0,2	
	V42	5,74	0,57	0,6	0,3	
	V43	3,71	0,37	0,4	0,2	

Tabela 6 – alturas e larguras das vigas da cobertura

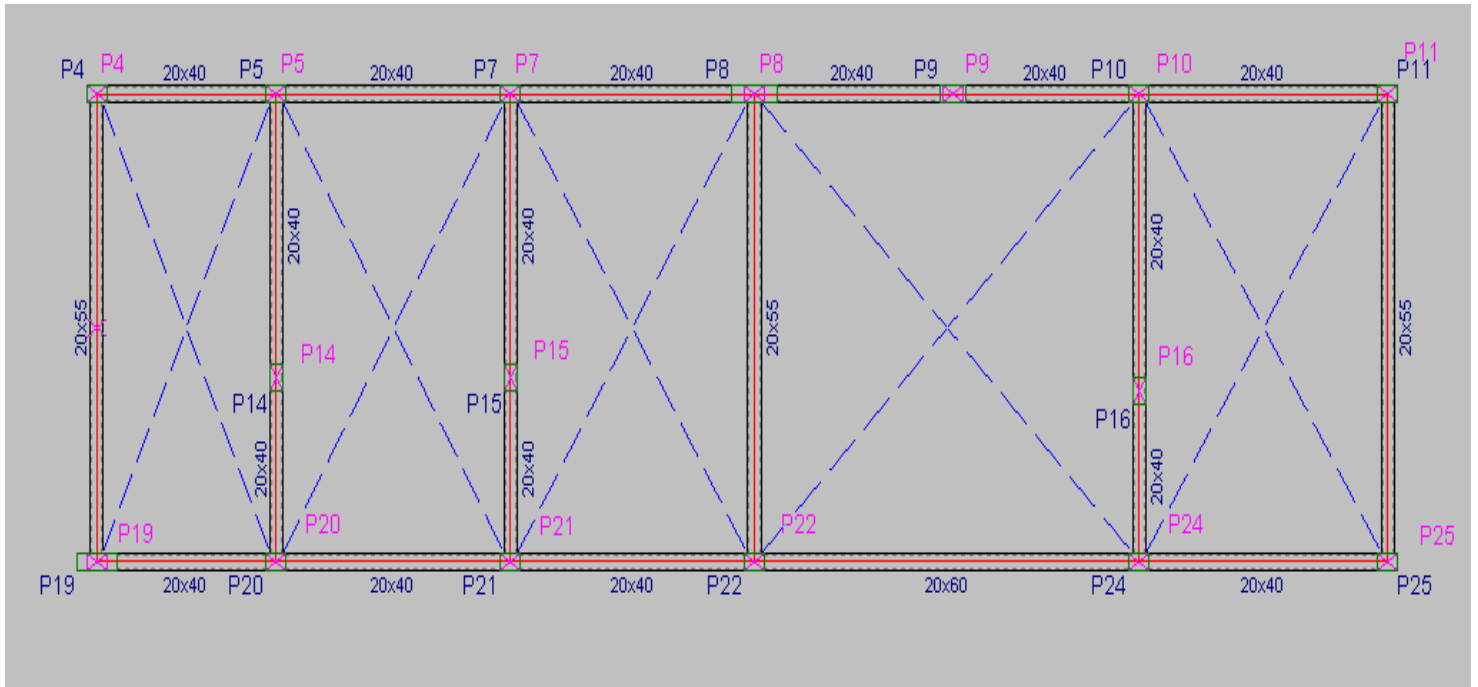


Figura 40 - vigas da cobertura introduzidas no CYPE

3.1.8.4 **Entrada das lajes**

No que diz respeito às lajes como já foi referido nos tópicos no capítulo do pré dimensionamento, segue-se a regra empírica do $L/20$ para determinar a espessura da mesma, sendo L o maior vão, considerando as direções x e y . No entanto, nem sempre o valor obtido é fiável, dado que pode tornar a estrutura pouca económica, será então determinada a espessura das lajes por hipóteses.

Consultando a biblioteca de lajes de vigotas pré esforçadas do CYPE, decidiu-se utilizar as lajes do tipo PRELIS devido à proximidade do seu local de fabrico com o local de implantação da obra, permitindo assim uma entrega de material mais económica.

Tendo em conta o maior vão existente de todas as lajes como valor de referência, tendo um $L=5,74$, obtém-se então:

- $5.74/20 = 0.287\text{m}$ de espessura requerida

Esta espessura de laje, não torna económica a materialização das lajes, decidiu-se então proceder-se por hipóteses.

Como as lajes de, piso térreo, teto da garagem, e teto do rés-do-chão, estão sujeitas sensivelmente aos mesmos valores de cargas permanentes e variáveis, optou-se pela laje do tipo PRELIS 22x20- com 23cm de espessura total.

Dados da laje

Fabricante: PRELIS
Tipo de abobadilha: Cerâmica
Altura da laje: 23 = 20 + 3 (cm)
Entre-eixos: 34 cm (simples) e 46 cm (dupla)
Betão obra: B25 (C20/25)
Betões vigotas: B45 (C40/50)
Peso próprio: 3.06 kN/m² (simples) e 3.74 kN/m² (dupla)

Quanto à laje de cobertura, dado que está sujeita a menores cargas permanentes e variáveis, assume-se que poderá ter uma menor espessura, optou-se pela laje do tipo PRELIS 22X16- com 20cm de espessura total.

Dados da laje

Fabricante: PRELIS
Tipo de abobadilha: Cerâmica
Altura da laje: 20 = 16 + 4 (cm)
Entre-eixos: 34 cm (simples) e 46 cm (dupla)
Betão obra: B25 (C20/25)
Betões vigotas: B45 (C40/50)
Peso próprio: 3.26 kN/m² (simples) e 3.70 kN/m² (dupla)

Em relação às lajes maciças previstas, estas serão da mesma espessura das lajes de vigotas adjacentes, isto é, 23 cm.

3.1.8.4.1 Introdução das lajes no CYPE

Aquando da introdução das lajes teve-se em atenção a orientação das vigotas, tendo estas necessidade de estarem na direção que permitirá maior economia, tendo em conta que cada vigota apresenta as dimensões seguintes: P1 até 2.9m, P2 entre 3.0m e 4.1m, P3 entre 4.2m e 7.4m e P4 a partir de 7.5m, sendo P1 a mais barata e P4 a mais cara

- Laje do piso térreo

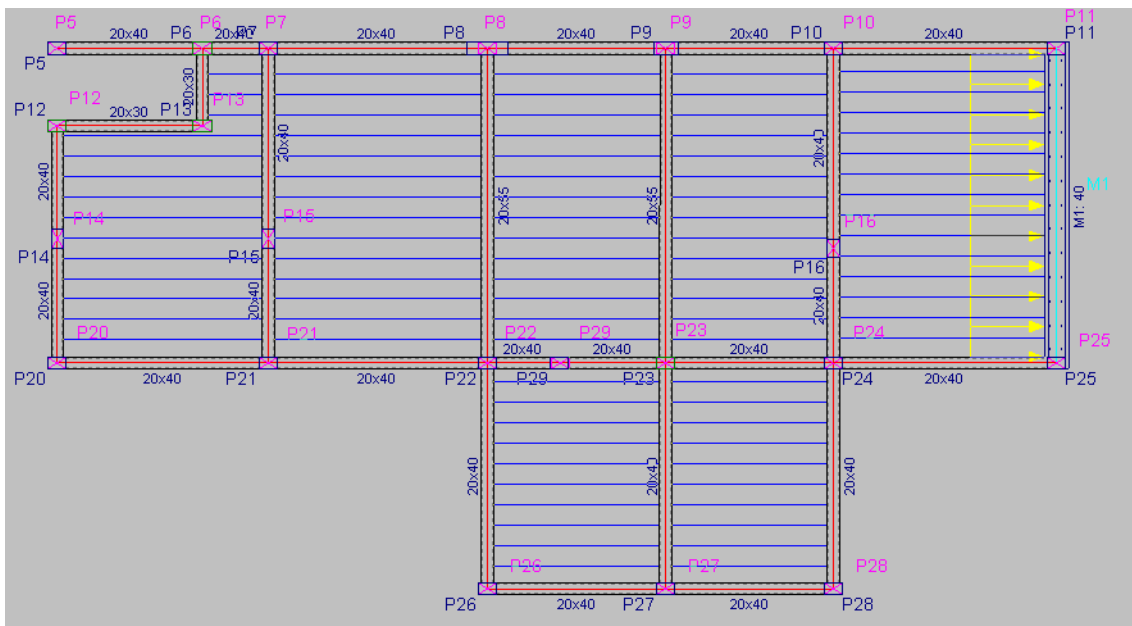


Figura 41 - laje do piso térreo no CYPE

- Teto da garagem

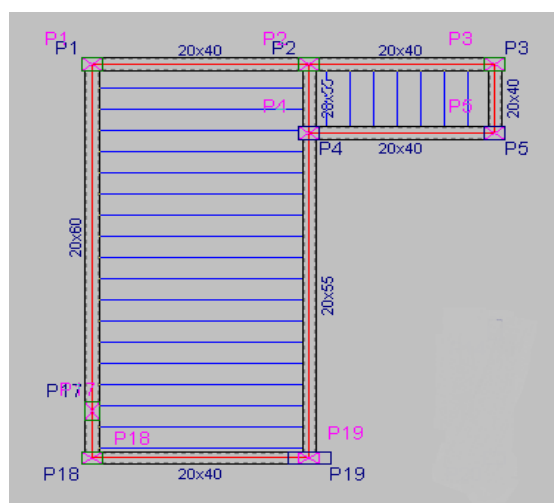


Figura 42 - teto da garagem no CYPE

- Teto do rés-do-chão

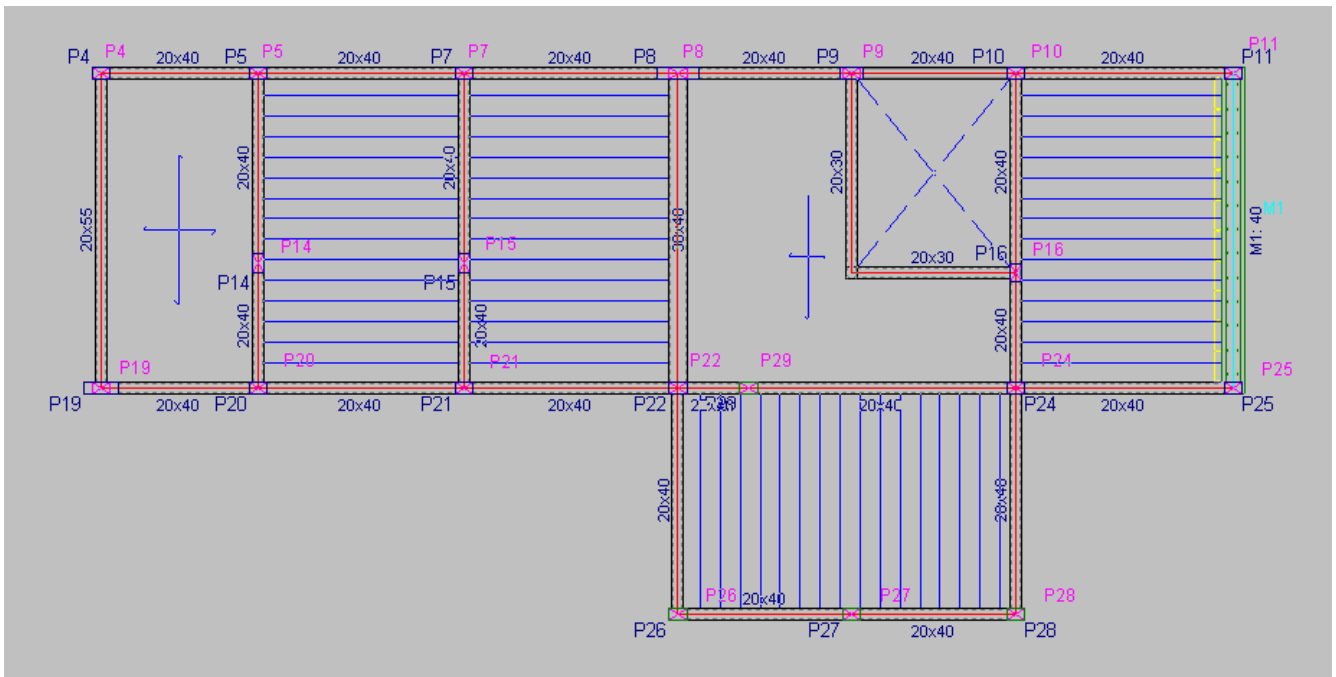


Figura 43 - teto do rés-do-chão no CYPE

- Cobertura

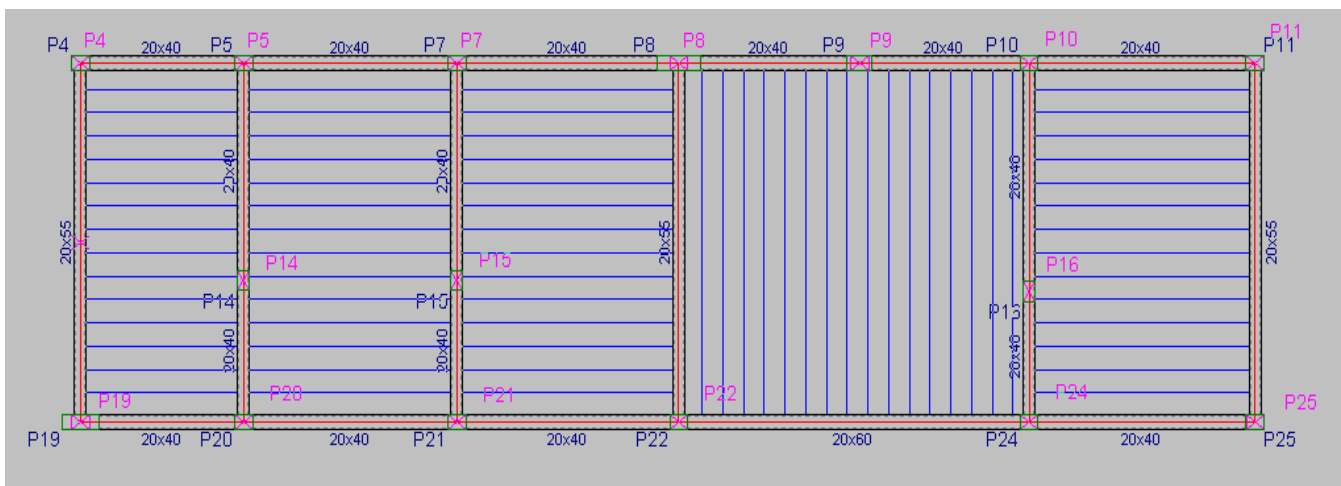


Figura 44 - cobertura do CYPE

Dado que a cobertura em questão é dada como sendo uma laje inclinada, tem de se definir o desnível da mesma.

Escolhendo no menu:

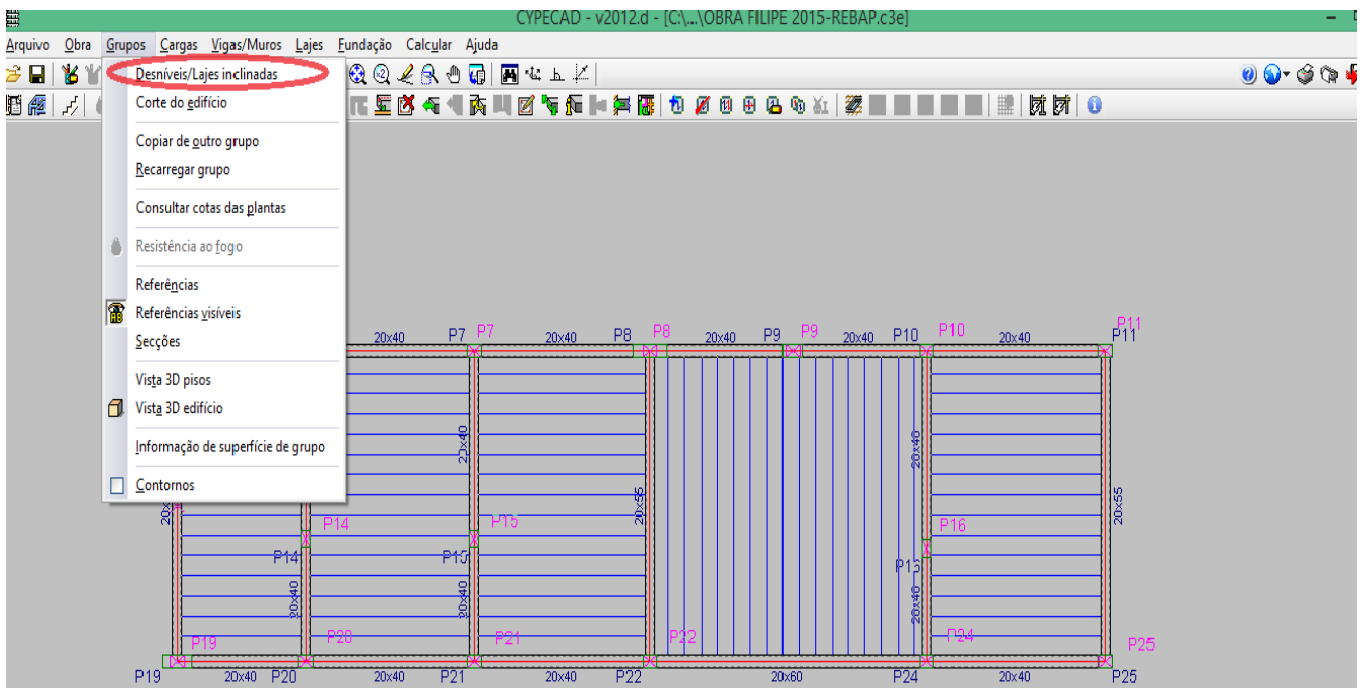


Figura 45 - introdução de laje inclinada

Opção de escolha de 3 pontos com desnível

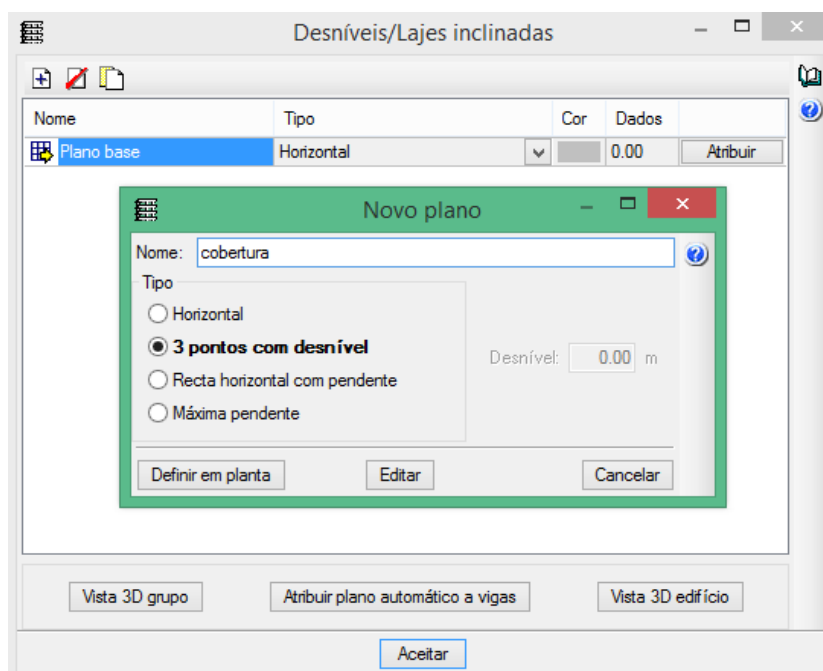


Figura 46 - introdução de plano

E atribuiu-se as vigas e lajes que se pretende serem inclinadas

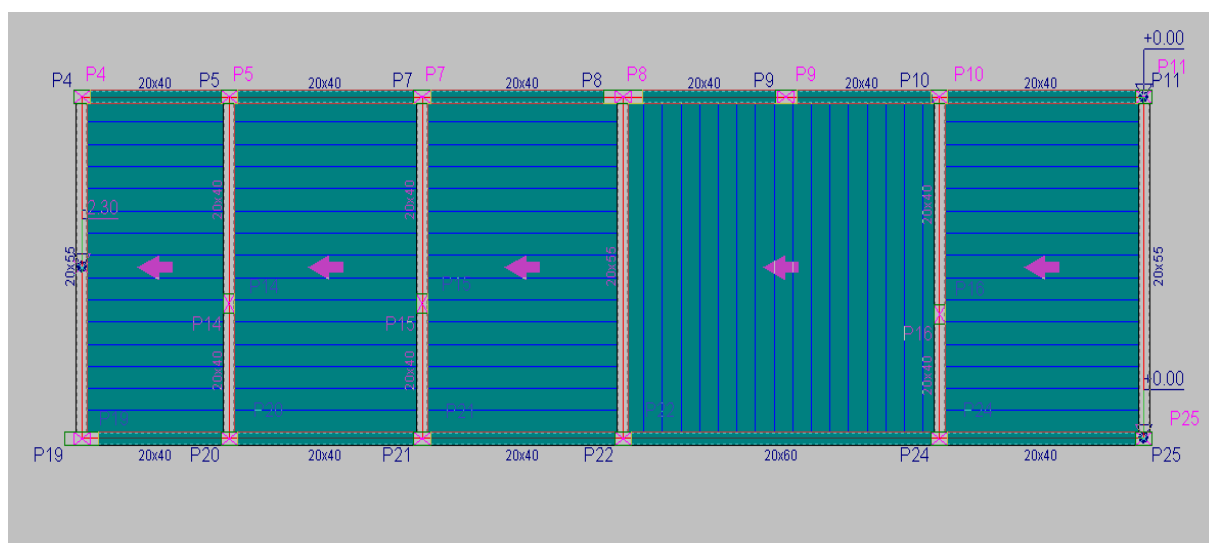


Figura 47 - atribuição de vigas e lajes inclinadas

3.1.9 Cálculo da estrutura

Após introdução de todos os dados, pode proceder-se ao cálculo da estrutura, sem dimensionar a fundação. A fundação apenas será dimensionada quando estiver determinada a secção final de todos os pilares.

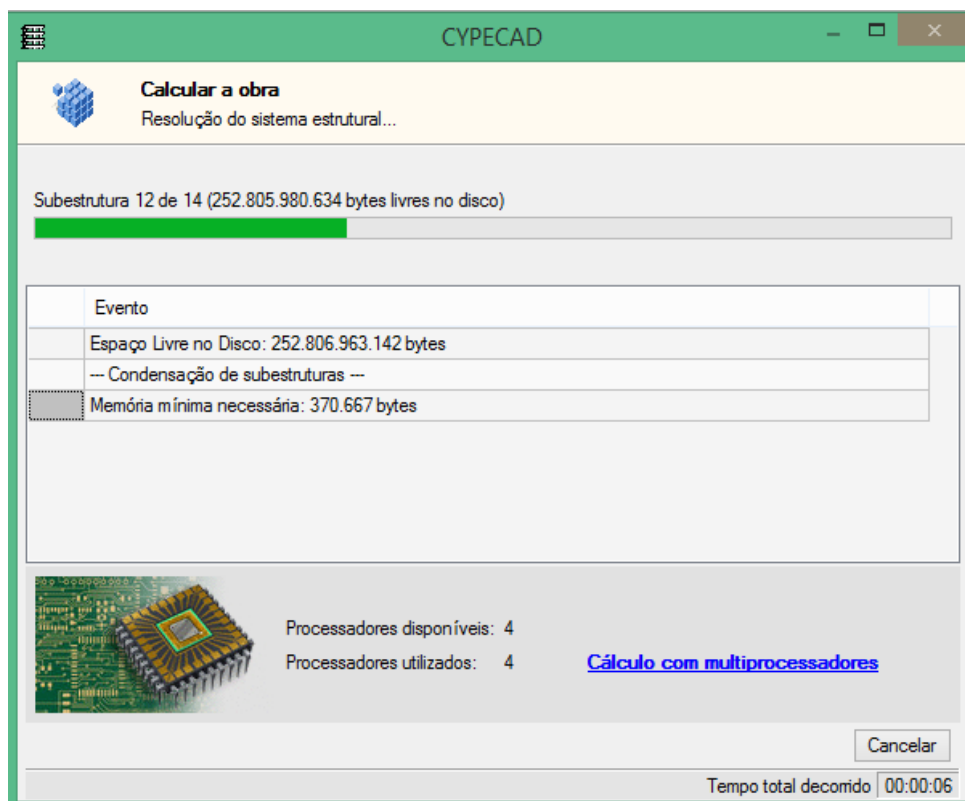


Figura 48 - cálculo de obra

3.1.9.1 Relatório de erros

O relatório de erros fornece-nos os elementos (pilares, vigas, lajes) que não cumprem com a segurança.

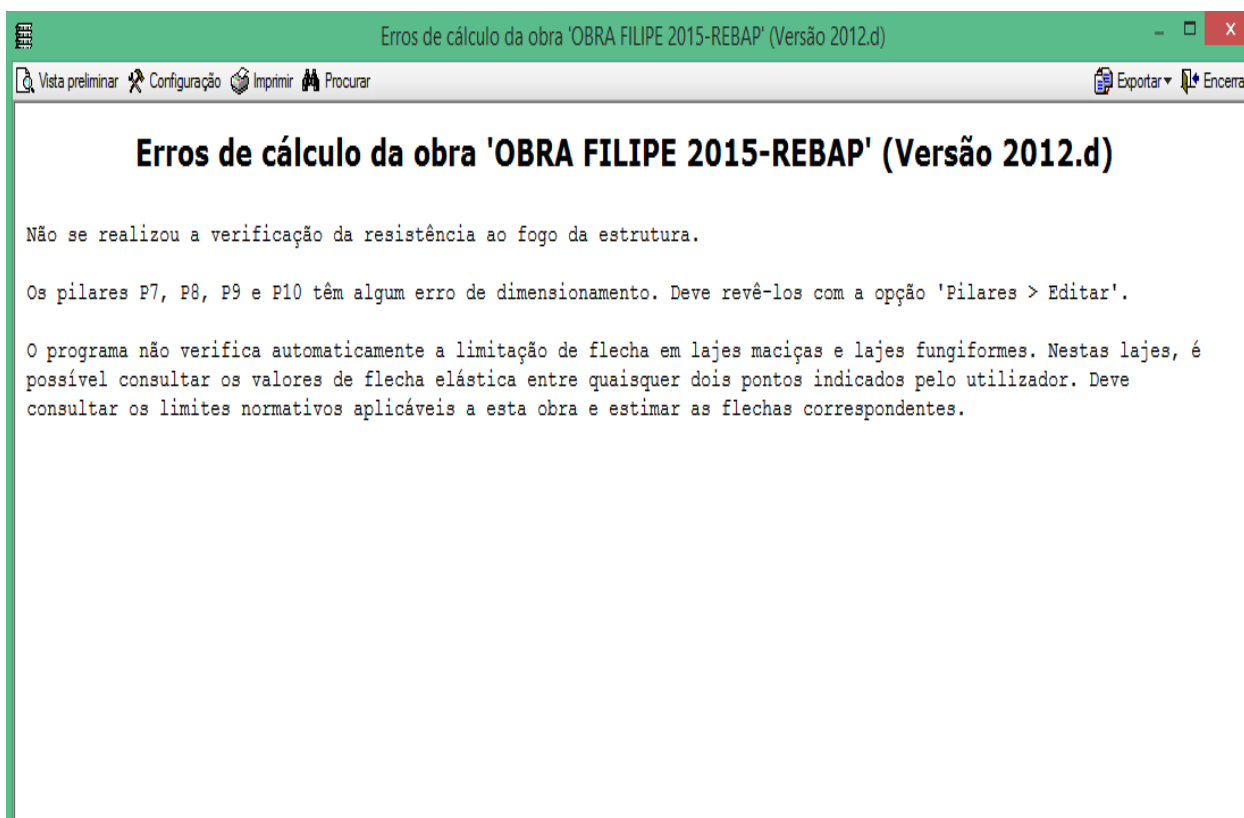


Figura 49 - erros de cálculo

3.1.9.2 Correção dos erros

Na “aba” resultados do Cype, vamos proceder à correção dos elementos estruturais que contém erros. Tendo base na economia de construção, e como já foi referido anteriormente, apenas se irão utilizar varões do tipo Ø8 (para os estribos), Ø12 (pilares, vigas e lajes) e Ø16 (pilares e vigas).

3.1.9.2.1 Correção dos pilares

No menu de edição dos pilares, seleccionando em seguida um dos pilares assinalado como contendo erros, temos:

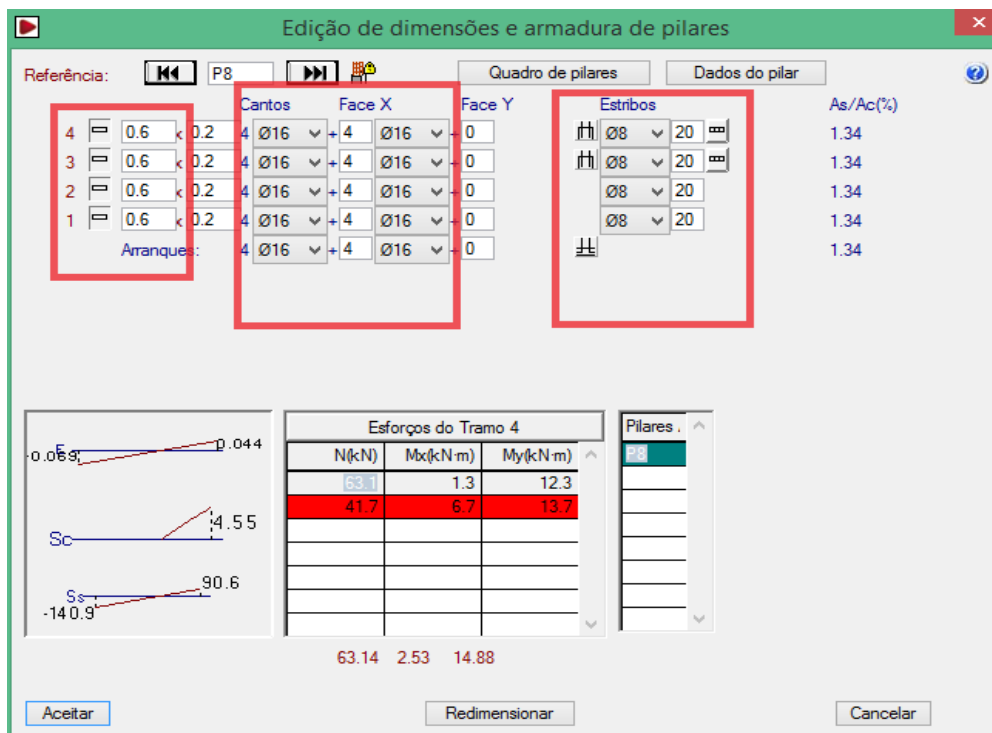


Figura 50 - edição de armaduras de pilares

Para os pilares verificarem a segurança, teremos de aumentar a sua secção, as suas armaduras, e colocar os estribos Ø8. Para maior facilidade aquando da execução das armaduras dos pilares na fase de construção, decidiu-se utilizar apenas um tipo de diâmetro de varões em toda a altura do pilar, como também se manteve o diâmetro dos cantos igual ao das faces.

De forma ao restantes pilares, estarem de acordo com os diâmetros de varões que se pretendem utilizar em obra, alterou-se todos os estribos para $\varnothing 8$, e os varões dos cantos e das faces para $\varnothing 12$ quando possível.

3.1.9.2.2 Correção das vigas

No menu de edição das vigas selecionando uma das vigas assinalada como contendo erros temos:

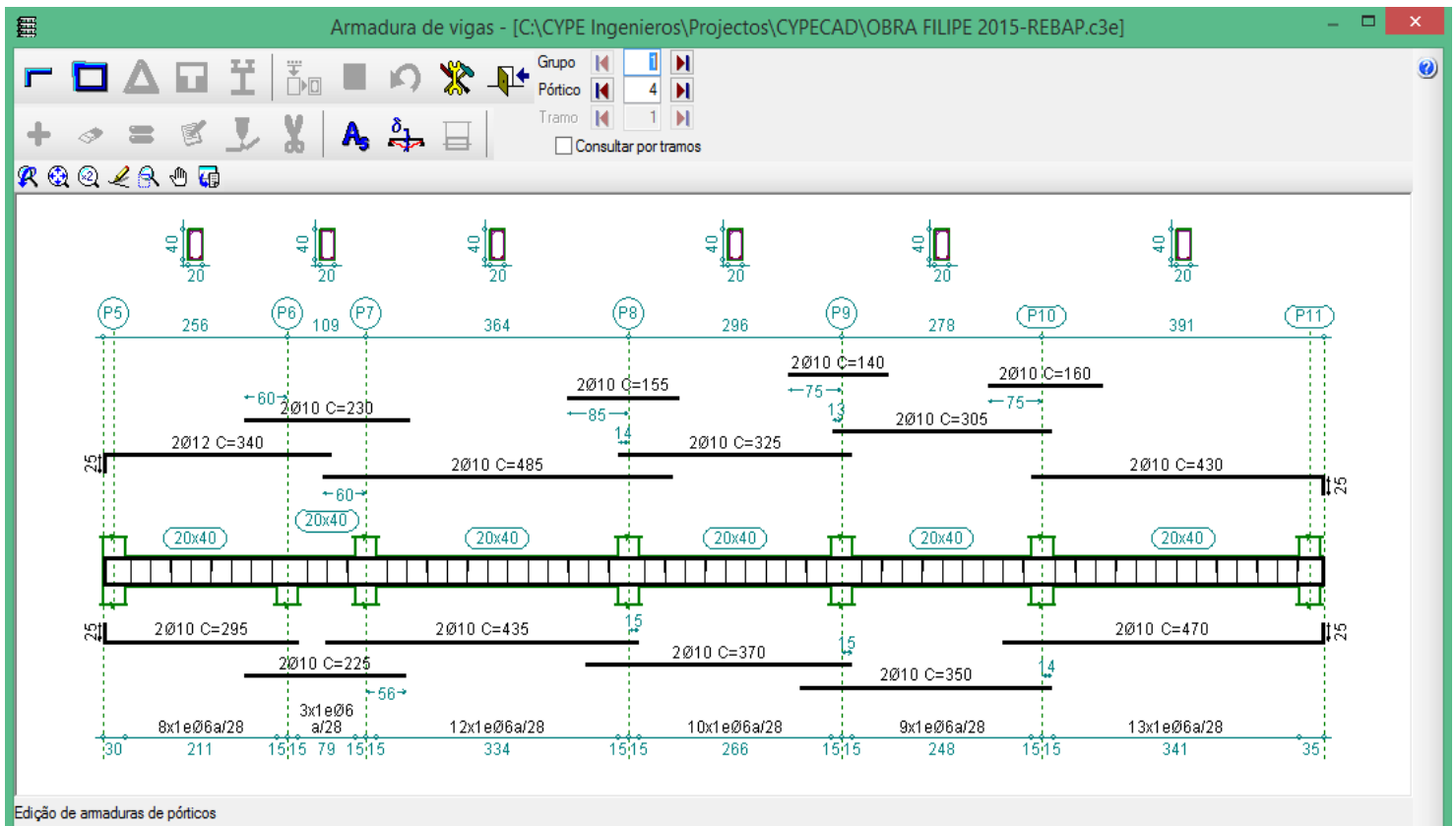


Figura 51 - edição de armaduras de vigas

Para as vigas foi utilizado preferencialmente o diâmetro $\varnothing 12$, com o mínimo 3 varões na armadura superior e na armadura inferior, e quando necessário aumentar o diâmetro para $\varnothing 16$. Tudo isto tendo em conta que os varões de aço utilizados na construção tem 12 metros de comprimento, sendo então em alguns casos, necessário realizar emendas de armaduras. Os estribos serão preferencialmente em diâmetro $\varnothing 8$ espaçados de 20 cm, podendo diminuir-se o espaçamento até 10 cm quando necessário.

Para recobrimento teve-se em conta o preconizado pelo REBAP:

78.2 — Os recobrimentos mínimos a adoptar em elementos não laminares em que se utilize betão de classe inferior a B30 e armaduras ordinárias devem ser os seguintes:

Em ambientes pouco agressivos 2,0 cm
 Em ambientes moderadamente agressivos 3,0 cm
 Em ambientes muito agressivos 4,0 cm

Figura 52 - recobrimento REBAP

Tendo em conta o artigo 78.2 do REBAP, e dado que a classe de betão utilizado é o (C20/25), classe inferior ao betão B30 (C25/30) como tal de resistência inferior, e que a obra será implantada num ambiente pouco agressivo, usaremos um recobrimento de 2,0 cm.

Tendo em conta os comprimentos de amarração tabelados no REBAP:

Valores do comprimento de amarração, $l_{d,net}$

Tipo de aço	Tipo de amarração	Classes do betão e condições de aderência							
		B20		B25		B30		B35	
		A	B	A	B	A	B	A	B
A235 NL	Com gancho	35 ∅	50 ∅	30 ∅	45 ∅	30 ∅	45 ∅	25 ∅	40 ∅
A235 NR	Recta	25 ∅	35 ∅	20 ∅	30 ∅	20 ∅	25 ∅	15 ∅	25 ∅
A400 NR A400 ER	Recta	40 ∅	60 ∅	35 ∅	50 ∅	30 ∅	45 ∅	30 ∅	40 ∅
A400 EL	Com gancho	60 ∅	85 ∅	55 ∅	80 ∅	50 ∅	75 ∅	45 ∅	65 ∅
A500 NR A500 ER	Recta	50 ∅	75 ∅	45 ∅	65 ∅	40 ∅	60 ∅	35 ∅	50 ∅

A — Condições de boa aderência.
 B — Outras condições de aderência.

Tabela 7 - comprimento de amarração, em função do tipo de aço e betão utilizado

Para o tipo de aço (A400NR), e de betão utilizado (C20/25 equivalente ao B25) o comprimento de amarração $l_{b,net}$, em condições de boa aderência, tem de ser 35 vezes o diâmetro utilizado.

No REBAP, no artigo 93.2, também está especificado que:

93.2 — Deve ser mantido até aos apoios das vigas (sem mudança de direcção), pelo menos, $\frac{1}{4}$ da armadura máxima de tracção correspondente ao momento no vão; as amarrações destas armaduras devem ser realizadas de acordo com os critérios especificados nas alíneas seguintes:

- a) Nos apoios com liberdade de rotação (ou com fraco grau de encastramento), as armaduras devem ser amarradas a partir da face interior do elemento de apoio, no caso de apoios directos, e a partir de uma secção situada a uma distância da face interior do apoio igual a $\frac{1}{3}$ da largura deste, no caso de apoios indirectos (ver artigo 98.º). Os comprimentos de amarração devem ser determinados segundo os artigos 81.º e 82.º para uma força de tracção nas armaduras, F_s , dada por:

Contudo, tratando-se de apoios directos, os comprimentos de amarração assim determinados podem ser reduzidos de $\frac{1}{3}$, mantendo-se, porém, os mínimos especificados no artigo 82.º, no caso de redes electrosoldadas, e apenas o mínimo de $10\varnothing$ indicado em 81.4, no caso de varões em geral;

Figura 53 - artigo 93.2 REBAP

Por interpretação do artigo, e considerando que os apoios das vigas da obra em estudo são encastrados, as armaduras devem ser amarradas a uma distância situada a $\frac{1}{3}$ da largura da face interior do apoio.

QUADRO XII

Emenda de varões de armaduras ordinárias Valores do coeficiente α_2

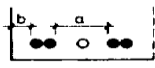
Valores de a e b  ●● - emenda ○ - varão não emendado	Relação entre a secção dos varões emendados e a secção total dos varões				
	$\leq \frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$> \frac{1}{2}$
$a \leq 10 \varnothing$ ou $b \leq 5 \varnothing$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$a > 10 \varnothing$ e $b > 5 \varnothing$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Tabela 8 - emenda de varões

Relativamente às emendas de armaduras, por observação do quadro XII do REBAP (figura 28), estas irão ter o comprimento de duas vezes o $l_{b,net}$ (medida exagerada para aumentar a segurança)

Procedendo então as alterações na edição das vigas obtemos:

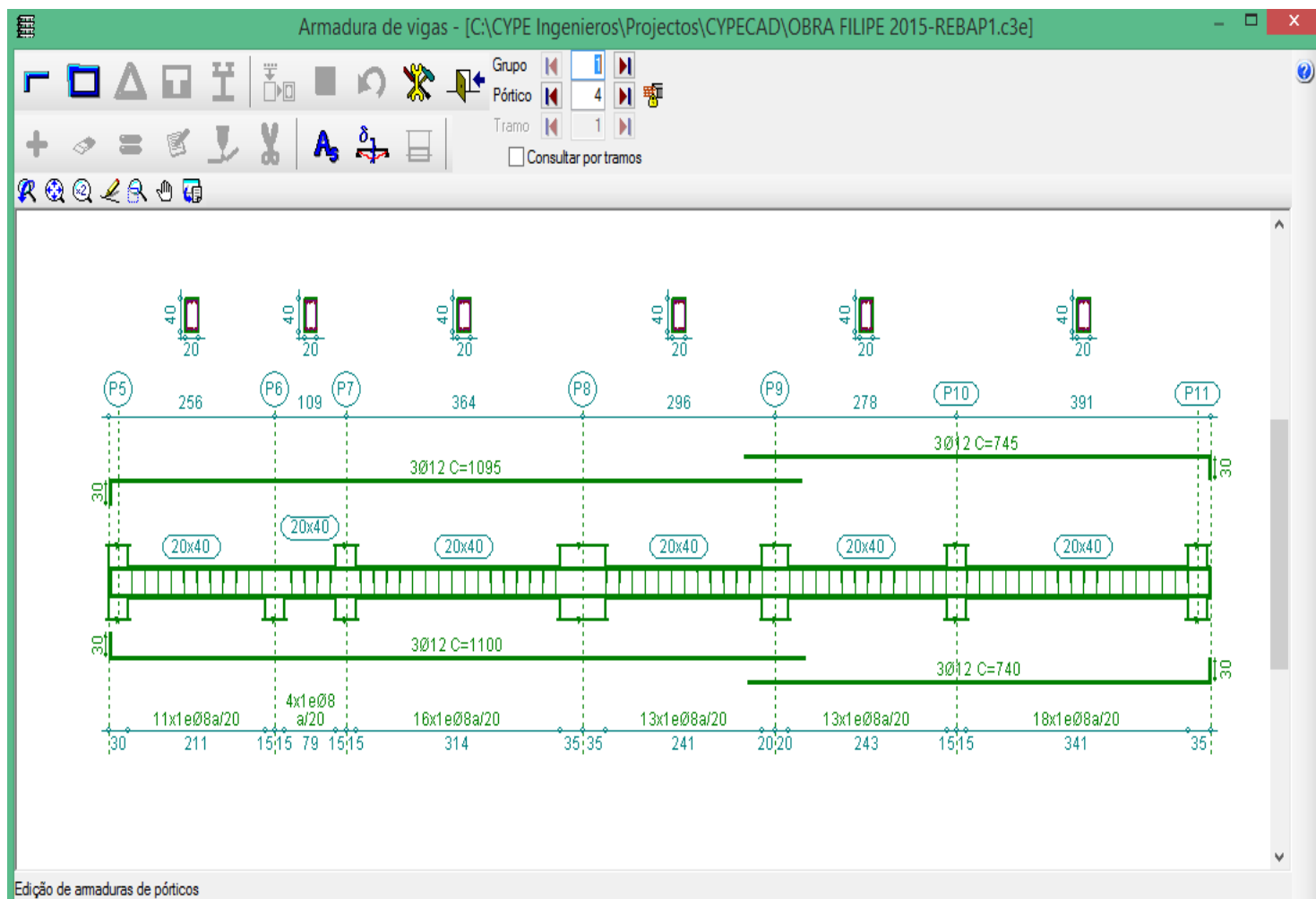


Figura 54 - vigas editadas no CYPE

3.1.9.2.3 Modificação das armaduras das lajes maciças

Aquando do cálculo da estrutura, o programa colocou armaduras $\varnothing 10$ nas lajes maciças, no entanto, não se pretende utilizar esse diâmetro, então todas as armaduras das lajes serão modificadas para diâmetro $\varnothing 12$, que serão espaçadas de 15 cm.

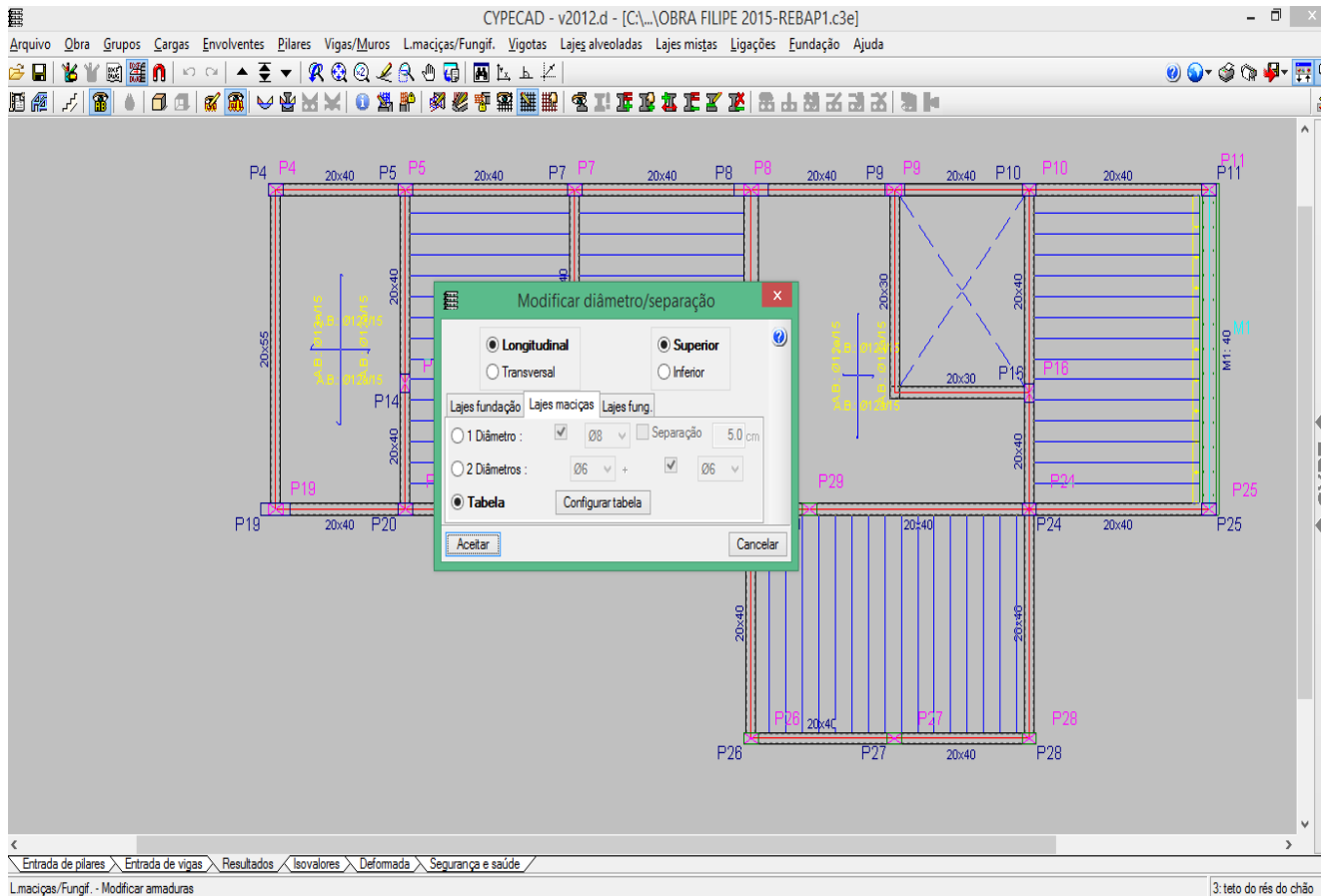


Figura 55 - edição de armaduras das lajes maciças

3.1.9.2.4 Edição do muro de suporte

Para o muro de suporte previsto, prevê-se armadura vertical de diâmetro Ø16 e armadura horizontal de Ø12 em todo o muro.

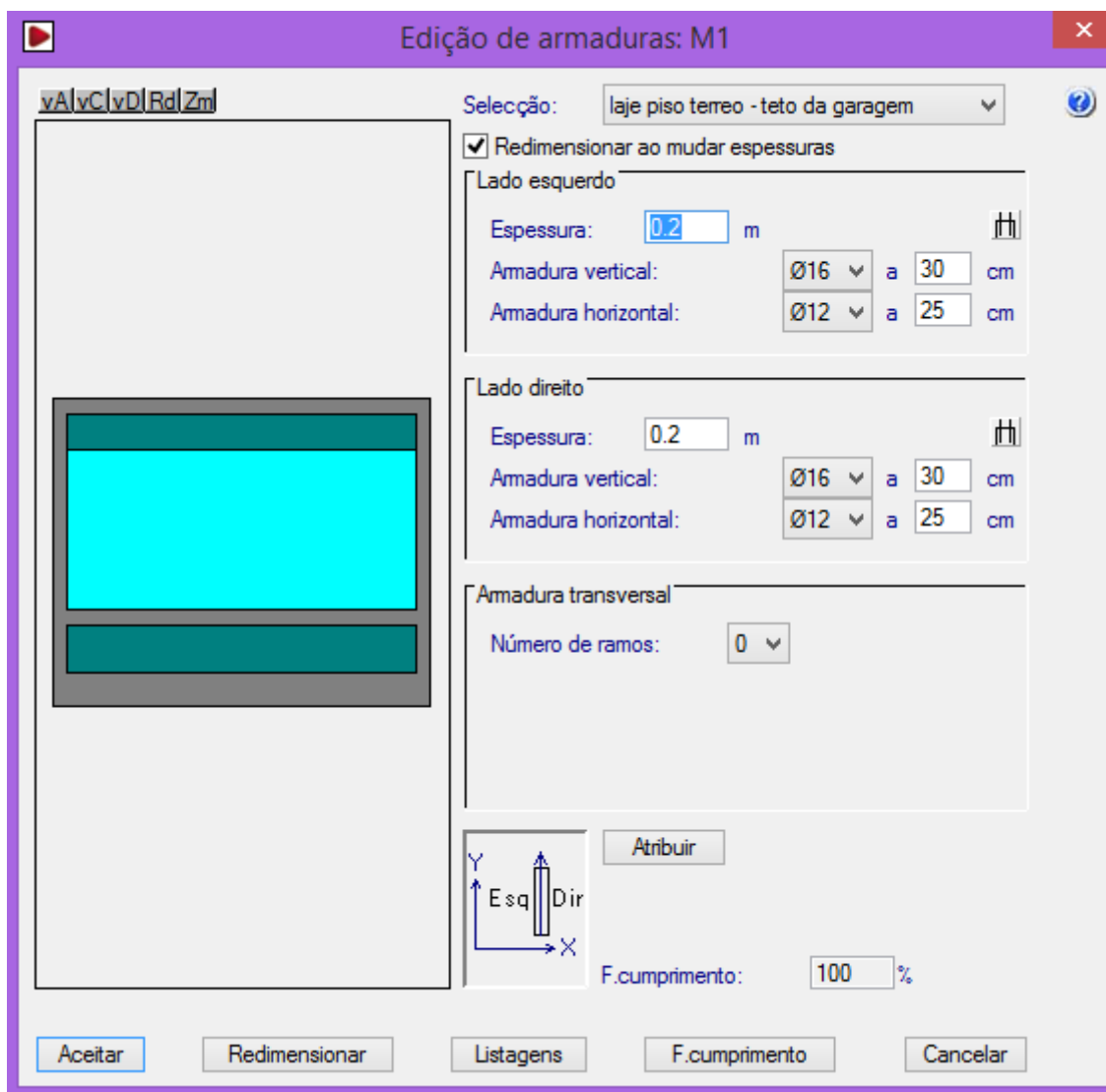


Figura 56 - edição de armaduras do muro de betão

3.1.9.3 Fundações

3.1.9.3.1 Sapatas

Uma vez que já se tem as secções dos pilares definidas, já podemos efetuar o dimensionamento da fundação.

Para as fundações, estão previstas sapatas quadradas e retangulares de betão armado. Alguns pilares estão muito próximos, então para não haver sobreposição de elementos de fundação, assume-se uma sapata conjunta para os pilares em questão.

Na figura 57, vemos então o esquema de sapatas para os pilares e para o muro de suporte.

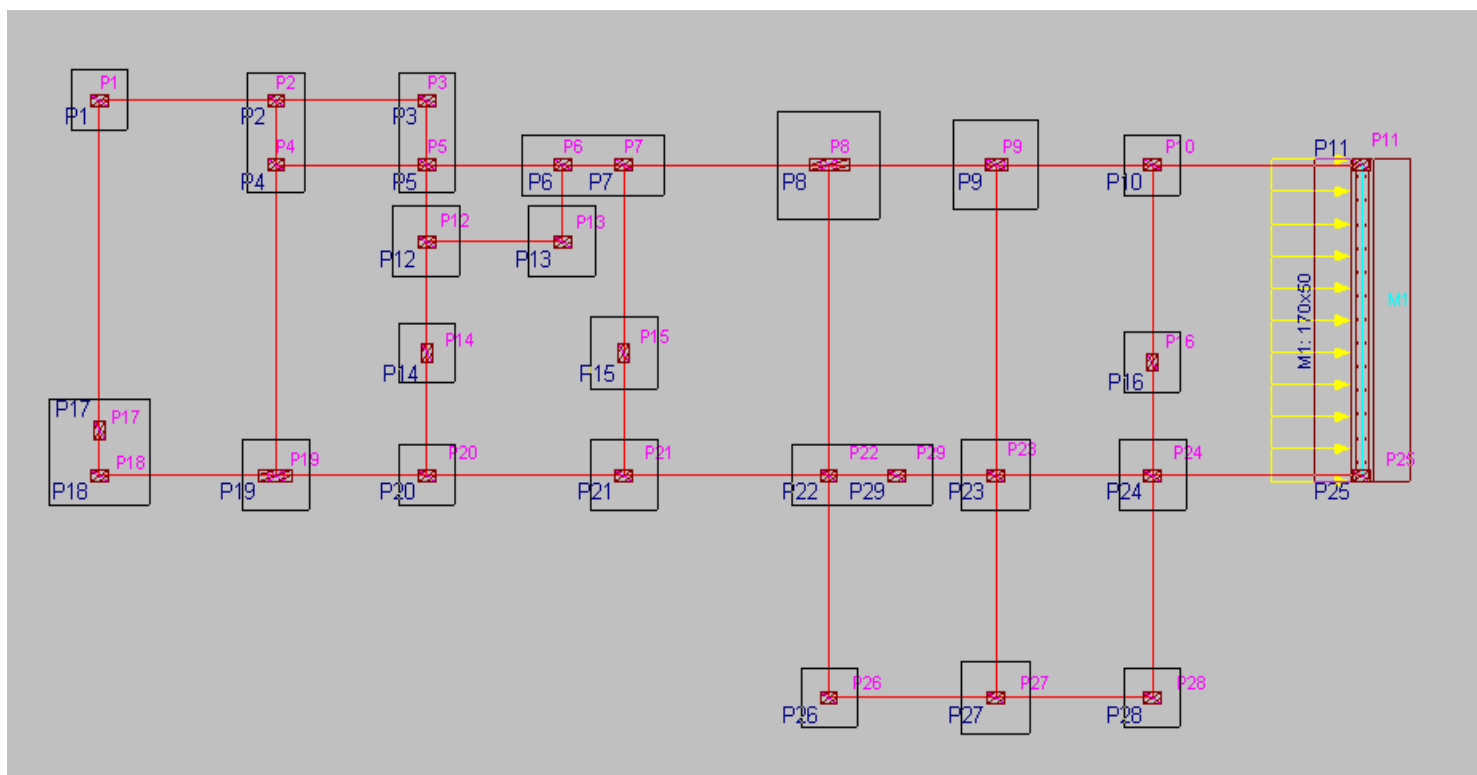


Figura 57 - esquema das sapatas de fundação

Para dimensionar corretamente as sapatas, temos de fazer a verificação uma a uma, alterando a geometria, o diâmetro de armadura e o espaçamento da mesma se necessário. Para tal, teremos de proceder a edição de sapatas, no menu apresentado na figura 58.

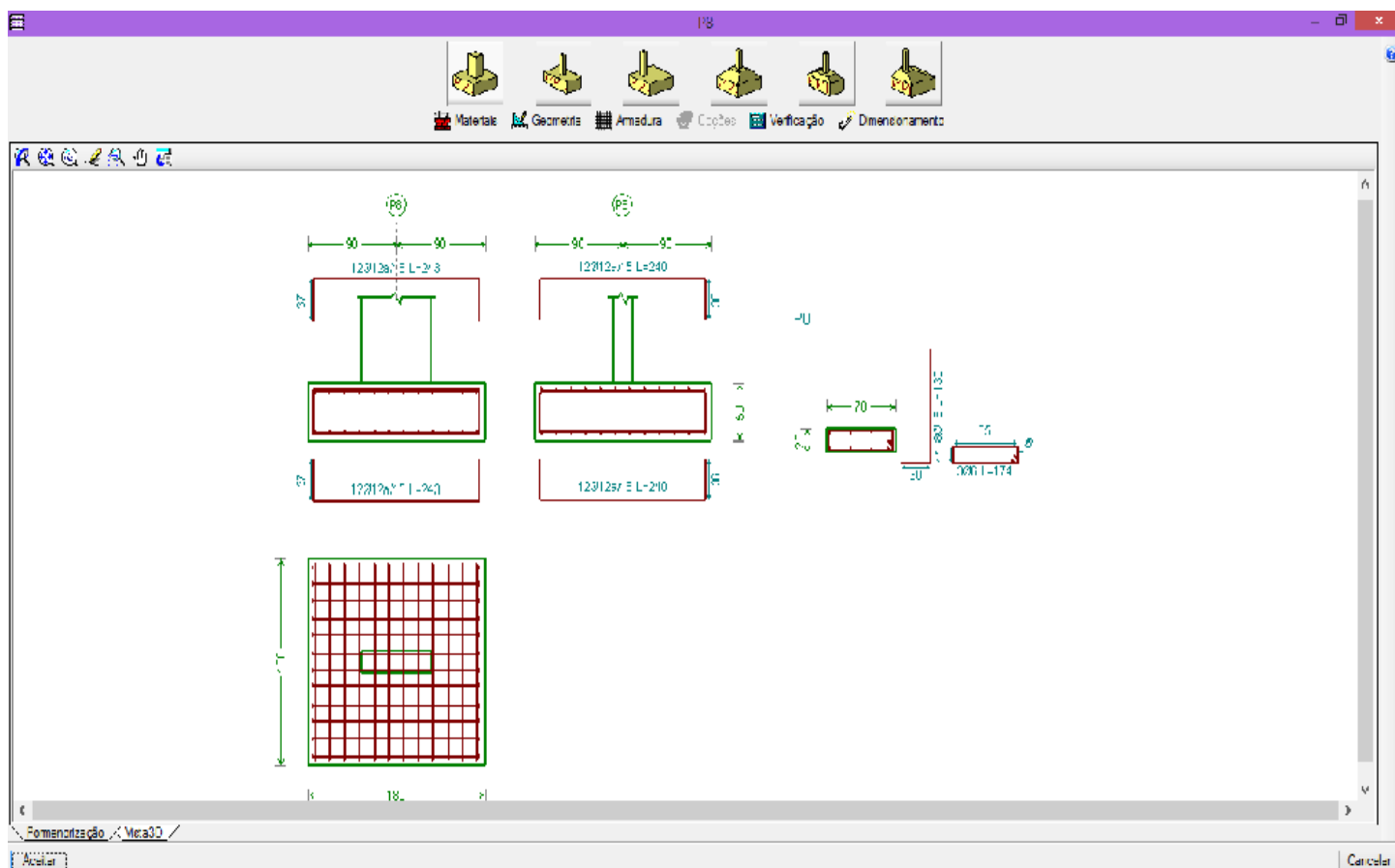


Figura 58 - edição de armaduras das sapatas

No que diz respeito a geometria das sapatas, nomeadamente a altura das mesmas temos de ter em conta o comprimento de amarração, que como já foi referido anteriormente é igual a $35\varnothing$, sendo \varnothing o diâmetro de armadura correspondente ao pilar.

Para os pilares compostos por $\varnothing 12$, temos: $35 \times 12 = 420 = 42\text{cm}$; teremos de ter sapatas de 50cm.

Para os pilares compostos por $\varnothing 16$, temos: $35 \times 16 = 560 = 56\text{cm}$: teremos de ter sapatas de 60cm.

Para a largura, ou comprimento da sapata quando esta é retangular, definimos por hipóteses, até o CYPE verificar que a sapata esta em equilíbrio.

Relativamente às armaduras, optou-se por motivos de segurança, por não conhecer todas as características geotécnicas exatas do terreno onde será implantada a obra, de utilizar armaduras negativas em todas as sapatas. Será utilizada então diâmetro Ø12 espaçados de 15 cm, e as patilhas cobrirão toda a altura da sapata.

3.1.9.3.2 Vigas de fundação

Por fim, procede-se à colocação de vigas de fundação de dimensão mínima, uma vez que a estrutura cumpriu à segurança apenas com as sapatas.

As vigas de fundação estabelecem maior segurança à estrutura, por absorverem momentos provenientes das excentricidades das sapatas, então achou-se correto em termos de segurança a colocação das mesmas.

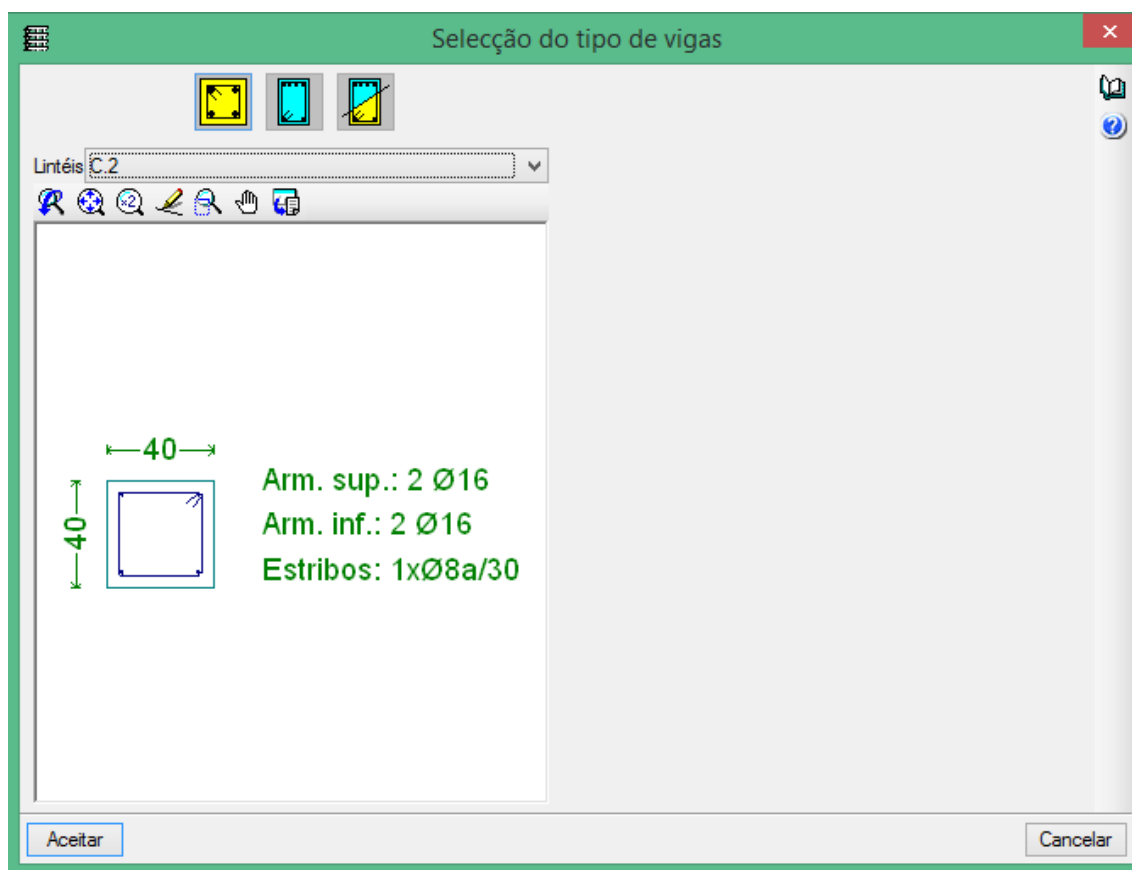


Figura 59- seleção do tipo de viga de fundação

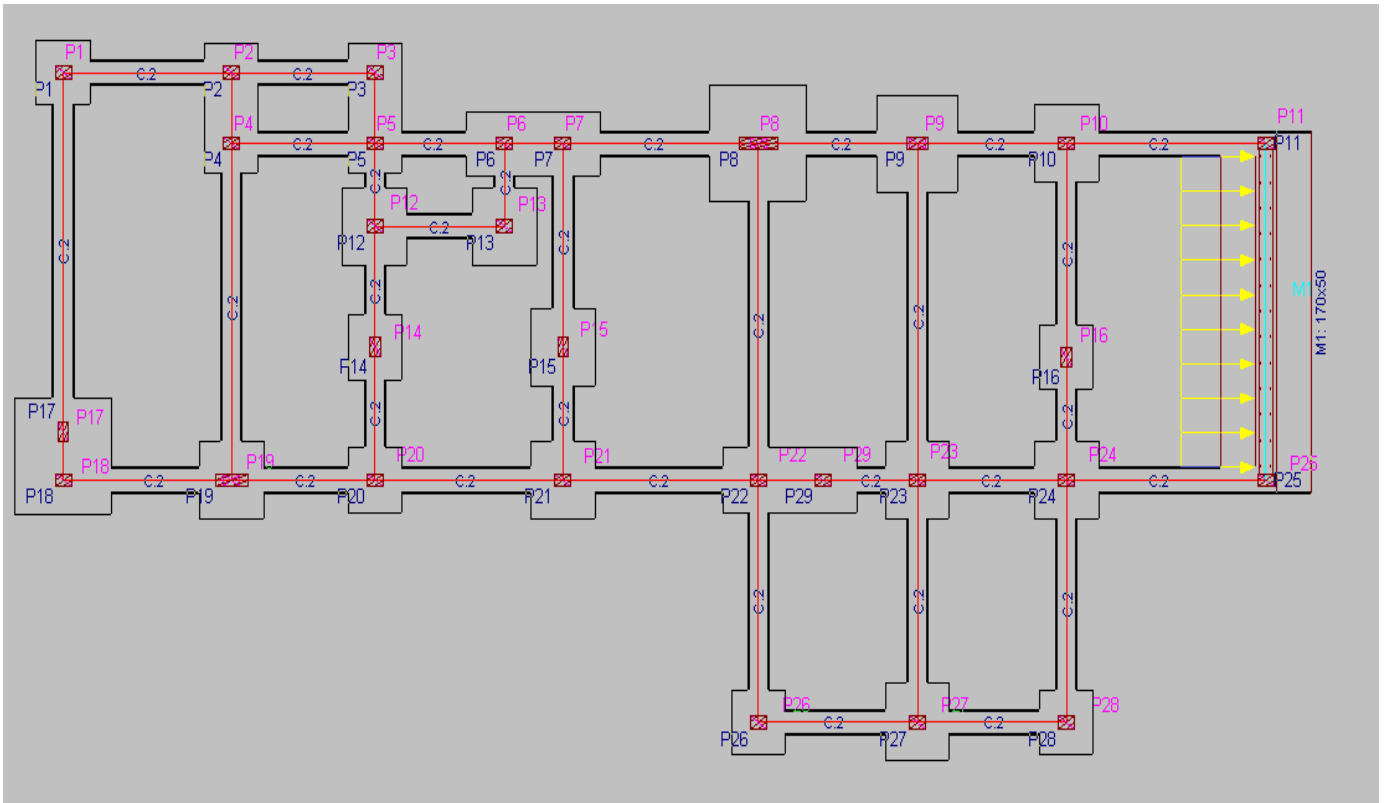


Figura 60 - colocação dos lintéis no CYPE

3.1.9.4 Modelo 3D

Após todas as verificações feitas e garantindo que a estrutura está em segurança, podemos obter um modelo em três dimensões que nos permite visualizar o aspecto final do conjunto dimensionado.

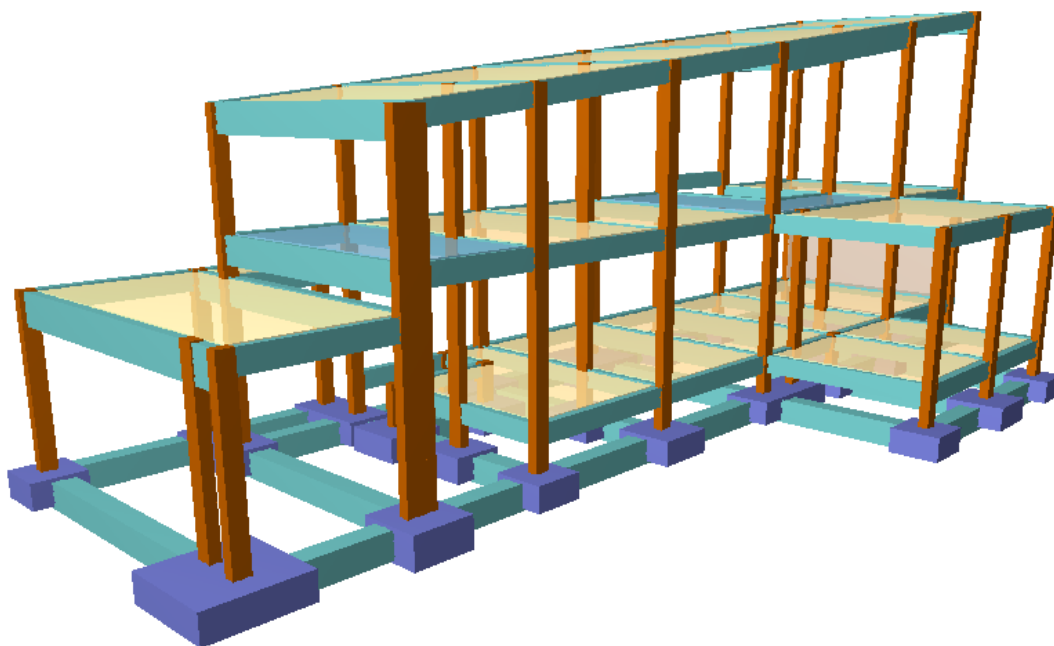


Figura 61 - modelo 3D do edifício

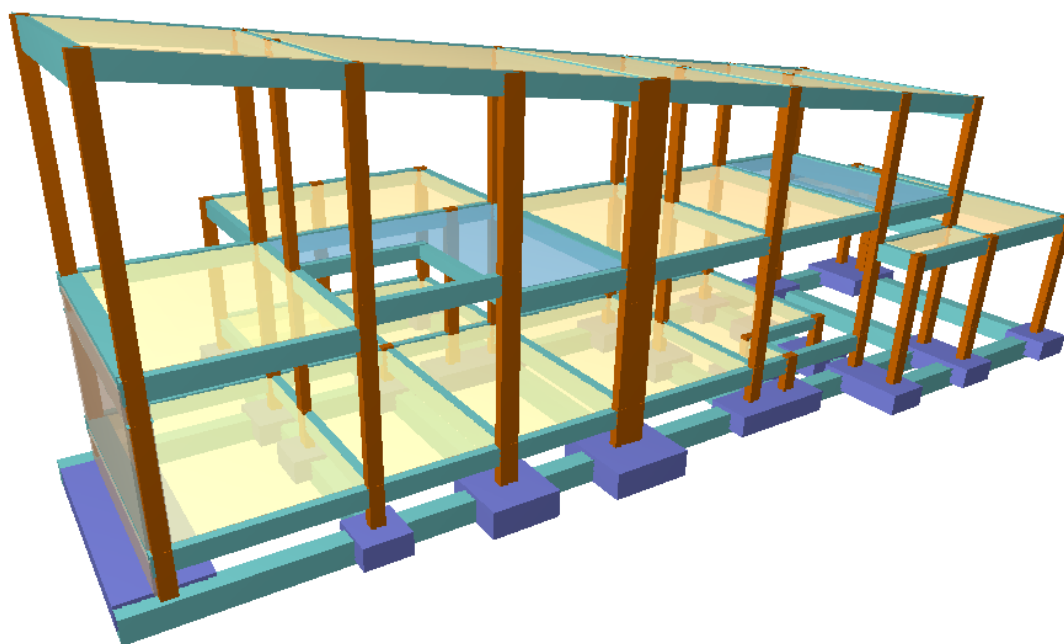


Figura 62 - modelo 3D do edifício

3.1.10 Peças desenhadas

Todas as peças desenhadas apresentadas em formato digital, fornecido no CD anexado ao presente relatório.

4) Rede de abastecimento de águas

Depois de ter concluído o dimensionamento da estrutura, vai agora realizar-se o dimensionamento da rede de abastecimento de água.

Trata-se então de um projeto de uma rede de abastecimento de água, referente à obra da construção de uma moradia unifamiliar situada em Soure, Coimbra. O prédio é constituído por 2 pisos, (rés do chão e 1º andar).

Todas as soluções propostas respeitam a regulamentação nacional vigente, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto) e as normas técnicas correntemente seguidas em estudo de índole semelhante, propondo-se critérios de dimensionamento que se encontram devidamente comprovados pela experiência.

No que diz respeito a traçados, diâmetros, equipamentos e pormenores de execução, irão ser seguidas todas as indicações das peças desenhadas e das condições técnicas.

4.1 Rede de abastecimento de águas

4.1.1 Descrição do traçado da rede

A moradia será alimentada diretamente a partir da conduta pública de abastecimento existente no arruamento adjacente.

Está previsto um termoacumulador para produção de água quente, situado na garagem, as tubagens terão a indicação de azul ou vermelho, representando a rede de abastecimento para consumo de água fria e água quente, respetivamente como indicado nas peças desenhadas.

O traçado da rede é realizado de forma que as tubagens não se cruzem. As ligações de água para os equipamentos são feitas através de caixas de distribuição ligadas entre si.

Nos coletores de distribuição de água quente e fria, instalados nas caixas de distribuição, serão instaladas válvulas de corte em cada ramal de alimentação que sai individualmente para cada ponto de água.

Os ramos de alimentação aos pontos de água têm diâmetros de 16mm para os lavatórios, bidés e autoclismos, e de 20mm para as banheiras, chuveiros, máquinas de lavar e torneiras de serviço.

4.1.1.1 Tubagens

É previsto que as tubagens das canalizações sejam em polietileno reticulado PEX, com exceção do ramal de entrada no edifício e a rede exterior de águas que será em Polietileno – PEAD enterrada em vala própria com 1 metro de altura e largura de 0,40 m.

As canalizações não estão:

- Sob elementos de fundação;
- Embutidas em elementos estruturais;
- Embutidas em pavimentos, exceto quando flexíveis e embainhadas;
- Em locais de difícil acesso;
- Em espaços pretendentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

A rede de distribuição de água quente e fria está toda embebida nas paredes ou pavimentos do edifício.

A rede consiste numa distribuição em paralelo que parte de uma caixa de distribuição acessível ao seu interior e que alberga dois coletores, um de água fria e outro de água quente. Dessa caixa partem os ramos de distribuição para os pontos de água, embainhados em mangas corrugadas ou lisas que passaram nos locais mais convenientes.

A montagem das mangas corrugadas ou lisas está montada de tal forma que permita o enfiamento e o desenfiamento fácil dos tubos. Todo o sistema ficará montado de forma a permitir fácil acessibilidade e possibilidade de desmontagem. As torneiras têm a indicação de vermelho ou azul, para representar respetivamente água quente e fria. Assume-se que as tubagens e acessórios apresentam todas as condições de utilização necessárias e estão devidamente homologadas.

4.1.1.2 **Válvulas**

Estão instaladas válvulas:

- De seccionamento a montante do contador, sendo esta só manobrável pela entidade gestora da rede.
- E à entrada dos ramais de distribuição nas caixas, instalações sanitárias, e a montante dos autoclismos, esquentador, máquina de lavar loiça, e máquina de lavar roupa (se previstas).

4.1.1.3 **Contador**

Compete à entidade gestora a definição do tipo, calibre e classe metrológica do contador a instalar.

4.1.2 Dimensionamento hidráulico

4.1.2.1 Caudais

Os caudais de cálculo são determinados em função dos caudais instantâneos acumulados, tendo em atenção um conforto normal dos utentes, bem como uma probabilidade de simultaneidade de funcionamento dos diversos aparelhos, tendo-se utilizado o gráfico do Anexo V do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição e de Drenagem de Águas Residuais.

Os caudais instantâneos fixados para cada dispositivo foram considerados de acordo com o Anexo IV do Regulamento:

Dispositivos	Caudais (Instantâneos (l/s)	Diâmetro (mm)
Lavatório Individual (Lv)	0.10	16
Lavatório Coletivo (Lv)	0.05	16
Bidé (Bd)	0.10	16
Banheira	0.25	25
Autoclismo de bacia de	0.10	16
Chuveiro (Ch)	0.15	20
Urinol (Mi)	0.20	20
Pia Lava Louça (LI)	0.20	20
Boca de rega ou de lavagem	0.45	20
Máquina de Lavar Louça	0.15	20
Máquina de Lavar Roupa	0.20	20
Tanque (Tq)	0.20	20

Tabela 9 - caudais instantâneos e diâmetros respetivos

4.1.2.2 Diâmetros

Os diâmetros das tubagens são determinados em função do caudal de cálculo, da velocidade de escoamento e perda de carga nas tubagens o cálculo dos diâmetros foi obtido pela seguinte fórmula:

$$D_c = 2 \times \sqrt{\frac{Q_c}{V \times \pi}}$$

Sendo:

- D_c - Diâmetro de cálculo (mm)
- Q_c - Caudal de cálculo (l/s)
- V - Velocidade (m/s)

4.1.2.3 Velocidades

As velocidades de escoamento nas tubagens foram obtidas em função do caudal de cálculo e de acordo com o Art.º 94.º, ou seja, $0.5 \leq V \leq 2.0$ m/s, no entanto, foram evitadas velocidades de escoamento que não sejam excepcionalmente baixas de forma a evitar a formação de depósitos nas canalizações e conseqüentemente de incrustações, nem superiores a 1.5 m/s de modo a precaver o choque hidráulico e vibrações na rede de distribuição. Foram calculadas pela fórmula seguinte:

$$V = \frac{Q_c}{A} = \frac{Q_c}{\frac{\pi \varnothing_{com}^2}{4}}$$

\varnothing_{com} - Diâmetro comercial (mm);

Q_c - Caudal de cálculo (l/s);

V - Velocidade (m/s);

A - Área da secção da tubagem (m²)

4.1.2.4 Perdas de carga

As perdas de carga unitárias foram obtidas da fórmula de Flamant:

$$J = 4 b V^{7/4} \varnothing^{-5/4}$$

J – Perda de carga (m/m);

b – Fator caracterizador da rugosidade da tubagem;

V – Velocidade (m/s);

\varnothing – Diâmetro (m).

As perdas de carga localizadas tais como: curvas, tês, reduções não bruscas, uniões, etc., foram tomadas como 15% da perda de carga unitária. Assim os valores da perda descarga que figuram nos quadros são já afetados por este fator.

***(todas as folhas de calculo estão apresentadas nos anexos do presente relatório)**

4.1.3 Peças desenhadas

Todas as peças desenhadas apresentadas em formato digital, fornecido no CD anexado ao presente relatório.

5) Rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais

Trata-se então de um projeto de licenciamento de uma rede de drenagem de águas residuais domésticas, referente à obra da construção de uma moradia unifamiliar situada em Soure, Coimbra. O prédio é constituído por 2 pisos, (rés do chão e 1º andar).

Todas as soluções propostas respeitam a regulamentação nacional vigente, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto) e as normas técnicas correntemente seguidas em estudo de índole semelhante, propondo-se critérios de dimensionamento que se encontram devidamente comprovados pela experiência.

No que diz respeito a traçados, diâmetros, equipamentos e pormenores de execução, irão ser seguidas todas as indicações das peças desenhadas e das condições técnicas.

5.1 Águas residuais domésticas

5.1.1 Descrição do traçado da rede

Para a presente obra foi previsto um sistema unitário para águas saponáceas e dejetos, formado por ramais de descarga dos aparelhos, caixa de reunião sifonado, tubos de queda, coletores prediais até à caixa de ramal. A partir daí haverá um ramal de ligação que ligará a fossa estanque.

5.1.2 Descrição dos trabalhos a executar

5.1.2.1 Caudais de descarga

Os caudais de descarga adotados são os indicados no anexo XIV do regulamento.

5.1.2.2 Ramais de descarga

Os Ramais de descarga farão a ligação dos aparelhos ao tubo de queda, ou às caixas de pavimento sifonadas. No seu cálculo dimensionamento hidráulico-sanitário, teve-se em conta o caudal de cálculo obtido a partir dos caudais de descarga e os coeficientes de simultaneidade definidos pela curva constante no anexo XV do regulamento, bem como a rugosidade do material (PVC rígido), risco de perda do fecho hídrico e as inclinações situando-se entre 10 e 40 mm/m.

Os diâmetros dos ramais de descarga individuais, verificam os mínimos constantes do anexo XIV do regulamento foram adotados os diâmetros.

O Traçado dos ramais é feito por troços retilíneos unidos por curvas de concordância, ou por caixas de reunião. A ligação de vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga é feita através de uma caixa de reunião, de piso, com sifão, e ralo. Os ramais de descarga de sanitas e de águas de sabão são independentes. O sistema de ventilação dos sifões é o primário através dos tubos de queda. O material a aplicar é o PVC rígido.

5.1.2.3 Tubos de Queda

Tem por finalidade a ligação dos ramais aos coletores prediais. Os seus caudais de cálculo são baseados nos caudais de descarga dos aparelhos que servem.

O seu dimensionamento hidráulico-sanitário, foi feito tendo em conta a taxa de ocupação regulamentar para o sistema primário de ventilação adotado, de acordo com a tabela do anexo XVII e XVIII do regulamento.

O diâmetro mínimo é maior ou igual ao maior diâmetro dos ramais de descarga que a ele ligam, com um mínimo de 50 mm

O seu traçado é vertical com diâmetro único, e não sendo possível evitar mudanças de direção estas serão feitas por curvas de concordância, cujo valor da translação não excede 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

- A abertura para o exterior do tubo de queda deve:

Localizar-se-á a 0,50 m acima da cobertura da edificação, ou quando em terraço, 2m acima do seu nível; exceder 0,20 m acima do capelo da chaminé, que se situe a uma distância inferior a 0,50 m; elevar-se, pelo menos, 1m acima das vergas dos vãos de qualquer porta, janela ou fresta de tomada de ar; ser protegida com rede para impedir a entrada de matérias sólidas ou pequenos animais.

- Serão instaladas bocas de limpeza em:

Nas mudanças de direção, próxima das curvas de concordância; Na vizinhança da mais alta inserção dos ramais de descarga, em cada piso; Na sua parte inferior, junto à curva de concordância com o coletor predial, quando não for possível a instalação de câmara de inspeção; O seu diâmetro é no mínimo igual ao do tubo de queda; Devem ser instaladas em locais de fácil acesso.

5.1.2.4 Descargas

Os tubos de queda ligam aos coletores prediais através de curvas de concordância com raio não inferior ao triplo do seu diâmetro, e a sua inserção far-se-á através de forquilhas ou câmaras de inspeção, a uma distância não superior a 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

5.1.2.5 Materiais:

Material a aplicar é o PVC rígido.

5.1.2.6 Colunas de Ventilação

No sistema de ventilação primário adotado, as colunas de ventilação tem por finalidade assegurar a ventilação da rede na ausência de tubos de queda. Neste caso, têm o seu início na extremidade de montante dos coletores prediais, e serão prolongados acima da cobertura nas condições atrás enunciadas para os tubos de queda. O seu diâmetro mínimo será de 50 mm, e o material dos tubos de queda.

5.1.2.7 Sifões

Serão instalados sifões nos aparelhos, ou inseridos na caixa de reunião de pavimento para sifonagem coletiva. O seu diâmetro será o do ramal de descarga individual, e o seu fecho hídrico mínimo de 50 mm. Serão instalados verticalmente, e quando não instalados nos aparelhos (caixa de reunião, para águas de sabão) serão instalados a uma distância não superior a 3 m.

Serão no material utilizado para as canalizações, isto é, o PVC.

5.1.2.8 Dispositivos de Descarga

Todas as bacias de retrete, urinóis, e similares, serão providos de autoclismo, ou fluxómetro, instalados a um nível superior à daqueles aparelhos.

5.1.2.9 Coletores prediais

Os coletores prediais tem por finalidade a recolha das águas residuais provenientes dos tubos de queda, e ramais de descarga, e a sua condução para o ramal de ligação.

No seu dimensionamento hidráulico-sanitário, a meia secção. Teve-se em conta, os caudais de cálculo, obtidos a partir do somatório dos caudais de descarga dos aparelhos e coeficientes de simultaneidade regulamentares, inclinações entre 10 e 40 mm/m, a rugosidade do material (PVC rígido).

O seu diâmetro será maior ou igual ao das canalizações a ele ligado com um mínimo de 100 mm. Serão enterrados em vala própria, e sendo o afastamento máximo entre coletores de 15m.

5.1.2.10 Câmara de ramal

Se existir, será retangular. A sua dimensão mínima em planta, para alturas inferiores a 1,00 m, é de 80% da sua altura, medida da soleira ao pavimento.

Para profundidades superiores a 1,00 e inferior a 2,5 m a sua dimensão em planta será de 1,00m. Para profundidades superiores a 1,25 m a sua dimensão será de 1, 25m.

5.1.2.11 Ramal de Ligação

Se existir o ramal de ligação tem início na câmara de ramal de jusante da rede de coletores prediais, e fará a ligação á rede pública de saneamento, se esta existir. Se não existir fará a ligação à fossa séptica.

No seu dimensionamento, a meia secção, têm-se em conta: Os caudais de descarga dos aparelhos, coeficientes de simultaneidade regulamentares, inclinações entre 2% e 4%. O diâmetro mínimo é de 125 mm.

Quando aplicável, a sua inserção na rede pública será feita para as câmaras de visita, ou para o coletor, através de forquilha, com um angulo de incidência, igual ou superior a 67° e 30', no sentido do escoamento. O seu traçado será retilíneo tanto em perfil como em planta. O material será o PVC rígido.

5.1.2.12 Ensaios de Estanquidade

Deverão ser realizados ensaios de estanquidade da rede predial doméstica, a ar ou a água, de acordo com o regulamento em vigor

5.1.2.13 Ensaio de Eficiência

Deverão ser realizados ensaios de eficiência dos sifões, de acordo com o regulamento em vigor.

5.1.3 Dimensionamento hidráulico-sanitário

O dimensionamento da rede de esgotos domésticos foi feito com base no "Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais".

O método de cálculo baseia-se nos seguintes caudais de descarga atribuídos a cada aparelho sanitário:

Aparelho	Caudal de Descarga
Lavatório	30
Duche	30
Banheira	60
Bidé	30
Bacia de retrete	90
Pia lava louça	30
Máquina de lavar	60
Máquina de lavar	60
Tanque	60

1abela 10 - caudais de descarga por aparelho

Obtido o caudal acumulado, o caudal mais provável para os caudais de cálculo é o determinado por consulta do ábaco que relaciona estas duas grandezas, para escoamentos a meia secção e consta do referido Regulamento

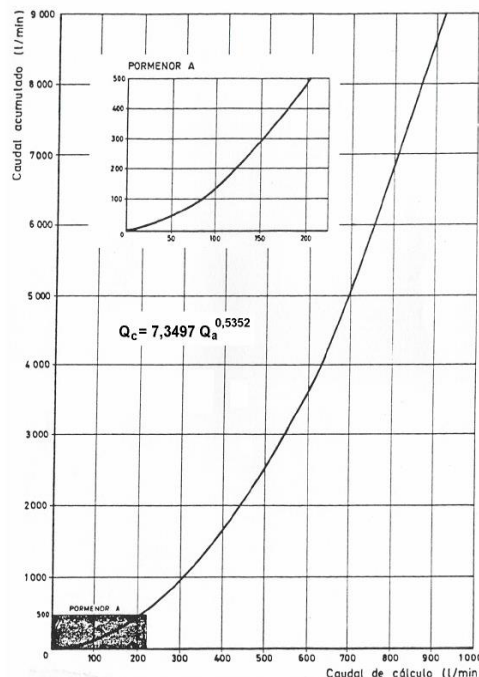


Figura 63 - curva de caudal, para escoamento a meia secção

5.1.3.1 Ramais de descarga individuais

Adotaram-se os recomendados pelo Decreto regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, Art.º 212º. Na tabela seguinte podem ser observados os diâmetros mínimos dos ramais de descarga individual.

Aparelho	Caudal de Descarga	D _{com} (mm)
Lavatório	30	40
Chuveiro	30	40
Banheira	60	50
Bidé	30	40
Bacia de retrete	90	90
Pia lava louça	30	50
Máquina de lavar	60	50
Máquina de lavar	60	50
Tanque	60	50

Tabela 11 - caudais de descarga e respetivo diâmetro

Contudo deve-se ter em conta as distâncias mínima dos sifões às secções ventiladas e os declives devem ser compreendidos entre 1% e 4%.

5.1.3.2 Cálculo dos Ramais entre as câmaras de inspeção de águas residuais

A partir do quadro apresentado em baixo, em função do caudal calculado para os ramais de conexão entre caixas de visita, determinar-se-á os diâmetros a utilizar.

CALCULO DOS DIÂMETROS DOS RAMAIS DE DESCARGA COLECTIVOS

(Escoamento a ½ secção)

Diâmetro (mm)	CAUDAIS (litros/minuto)			
	Inclinação			
	1%	2%	3%	4%
40	16	23	28	33
50	31	44	54	62
63	66	91	112	129
75	98	139	170	197
90	164	231	283	327
110	280	395	484	559
125	393	556	681	786

Tabela 12 - tabela de diâmetros em função do caudal e da inclinação

***(todas as folhas de calculo estão apresentadas nos anexos do presente relatório)**

5.1.4 Fossa estanque

A fossa foi dimensionada com base em

- Caudal de cálculo: 90 l/hab/dia
- Habitantes: 6
- Tempo de Retenção (mínimo): 50 dias
- Volume de águas residuais: $90 \times 6 \times 50 \times 0,80 = 21.600$ litros.

Dimensões da fossa estanquem

- Largura: $L = 3,80$ m
- Comprimento: $3,80$ m
- Altura líquida: $H = 1,5$ m
- Capacidade: 21.660 litros

5.1.4.1 Aspetos construtivos da fossa estanque

Com as dimensões atrás indicadas, as paredes laterais serão executadas em alvenaria de blocos de cimento, assente com argamassa hidráulica ao traço 1/3 com aditivo hidrófugo. Interiormente será aplicada uma pintura com produto betuminoso tipo “Flincoat”, seguido de reboco com argamassa hidráulica fina ao traço 1/4, com aditivo hidrófugo para garantir a total estanquicidade.

A fossa será composta por dois compartimentos, conforme esquema anexo nas peças desenhadas.

O lastro, ou base será em camada de betonilha de cimento sobre enrocamento de pedra com 0,20 m de espessura, sobre a qual será aplicada tela impermeabilizadora, sobre a qual será aplicada camada de argamassa hidráulica afagada à costa de colher com pó de cimento e aditivo hidrófugo ou outro recomendado pelo fabricante da tela, por forma a garantir a total estanquicidade do sistema.

As tampas serão em laje de betão armado (C25/30; A400) com 20 cm de espessura, com malha de aço de D12 afastados de 14 cm, inferior e superior. Haverá uma abertura, também coberto com tampo levantável em ferro fundido, para as operações de limpeza.

5.2 Águas residuais pluviais

O local não possui sistema público de drenagem de águas pluviais. Como se trata de uma zona rural a drenagem das águas pluviais das coberturas e/ou terraços será diretamente para o solo, sendo no entanto necessário caleiras e tubos de queda, e as águas orientadas para terreno adjacente pertencente ao lote.

5.2.1 Descrição do traçado da rede

Para a presente obra foi previsto um sistema unitário para águas residuais pluviais, formado então por caleiras, caleiras de pavimento e tubos de queda, coletores prediais até uma manilha perfurada.

5.2.2 Descrição dos trabalhos a executar

5.2.2.1 Caudais

Os caudais adotados resultam do cálculo proveniente da seguinte fórmula:

$$Q = C \times I \times A$$

Q – caudal de cálculo (litros/min)

C – coeficiente de escoamento superficial

I – intensidade de precipitação (litros/min.m²)

A – Área a drenar

A região pluviométrica do local de implantação da obra é a região A como referido no regulamento, e apresenta uma intensidade de precipitação de 1.75 litros/min.m². Como a área a drenar é uma cobertura, que se pode considerar como impermeável, o valor do coeficiente de escoamento é dado como unitário. A área a

drenar, dado que é uma cobertura inclinada, será determinada a partir das cotas medidas nas peças desenhadas e seguindo a seguinte fórmula:

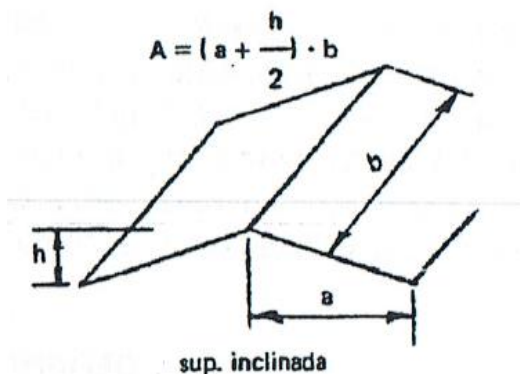


Figura 64 - esquema e fórmula, para cálculo de área a drenar

5.2.2.2 Caleiras

As secções das caleiras são determinadas em função da área de cobertura e da inclinação da conduta. A altura da lâmina líquida no interior das caleiras não deve por norma ultrapassar 7/10 da altura total da respetiva secção transversal. Para as inclinações das caleiras é recomendado adotar valores entre 0.5 % e 1%. A escolha das caleiras é feita através de tabelas técnicas anexas de caleiras semicirculares, que partindo do valor do caudal previamente calculado a partir da fórmula de Manning-Strickler, e da inclinação pretendida, efetuamos a escolha da caleira.

Está igualmente prevista uma caleira de pavimento, que será dimensionada em função da sua área de contribuição.

Capacidade de escoamento (litros/min)

CALEIRAS - SECÇÃO SEMI-CIRCULAR

Fórmula de Manning-Strickler

Altura da lâmina líquida: 7/10 da altura da secção

K= 90 m^{1/3}/s

Diâm. (m)	Inclinação (%)														
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
80	17	24	29	33	37	41	44	47	50	53	55	58	60	62	64
90	23	32	39	46	51	56	60	64	68	72	76	79	82	85	88
100	30	43	52	60	67	74	80	85	90	95	100	104	109	113	117
110	39	55	67	78	87	95	103	110	117	123	129	135	140	145	151
120	49	69	85	98	110	120	130	139	147	155	163	170	177	183	190
130	61	86	105	121	136	149	161	172	182	192	201	210	219	227	235
140	74	105	128	148	165	181	196	209	222	234	245	256	267	277	286
150	89	126	154	178	199	218	235	251	267	281	295	308	321	333	344
160	106	149	183	211	236	259	279	299	317	334	350	366	381	395	409
170	124	176	215	248	278	304	328	351	372	392	412	430	448	464	481
180	145	204	250	289	323	354	382	409	434	457	479	501	521	541	560
190	167	236	289	334	373	409	442	472	501	528	554	578	602	625	647
200	191	271	332	383	428	469	507	541	574	605	635	663	690	716	741
210	218	308	378	436	488	534	577	617	654	690	723	755	786	816	844
220	247	349	428	494	552	605	653	698	741	781	819	855	890	924	956
230	278	393	481	556	621	683	739	786	834	879	922	963	1002	1040	1078
240	311	440	539	623	696	765	824	881	934	984	1033	1078	1122	1165	1206
250	347	491	601	694	776	850	918	982	1041	1096	1151	1202	1252	1299	1344
260	385	545	668	771	862	944	1020	1090	1156	1219	1278	1335	1390	1442	1493
270	426	603	738	852	953	1044	1128	1205	1279	1348	1414	1478	1537	1595	1651
280	470	664	813	939	1050	1150	1242	1328	1409	1485	1557	1627	1693	1757	1819
290	518	729	893	1031	1153	1263	1364	1458	1547	1631	1710	1786	1859	1929	1997
300	564	798	979	1129	1262	1383	1493	1596	1693	1785	1872	1955	2035	2112	2186
330	851	1204	1475	1703	1904	2088	2253	2406	2554	2692	2824	2949	3070	3185	3298
430	1216	1719	2105	2431	2718	2978	3216	3438	3647	3844	4032	4211	4383	4548	4708
450	1604	2354	2882	3328	3721	4076	4403	4707	4993	5263	5519	5765	6000	6227	6445
500	2204	3117	3818	4408	4928	5399	5831	6234	6612	6970	7310	7655	7947	8247	8536

Tabela 13 - tabela de diâmetros em função do caudal e inclinação

5.2.2.3 Tubos de Queda

Tem por finalidade a ligação das caleiras de recolha das coberturas para os coletores prediais. Os seus caudais de cálculo são baseados na área de contribuição da cobertura e respetivo caudal.

O seu dimensionamento hidráulico-sanitário, foi efetuado tendo em conta o caudal proveniente das caleiras, altura da lâmina líquida, e o comprimento do tubo de queda, auxiliando nos das tabelas técnicas de tubos de queda em PVC (figura abaixo). No projeto em questão, existe uma cobertura plana, que terá inclinação, onde as águas pluviais serão encaminhadas diretamente para um tubo de queda.

TUBOS DE QUEDA
Fórmula empírica

$$D = \frac{(Q - 0,009233 \cdot H^{3/2})}{0,011950114 \cdot H^{3/2}}$$

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Comprimento mínimo do tubo de queda (m)	Caudais (litros/min)														
			Altura da lâmina líquida H (mm)														
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
50	45,6	2	7	20	40	65	97	135	180	231	290	356					
63	59	3	8	25	49	80	117	161	213	272	338	413	585				
75	71	3	10	30	57	92	135	185	243	308	382	463	652	876			
90	88	4	12	35	68	109	157	215	280	354	436	527	735	981	1264	1588	
110	105	4	15	43	81	129	186	252	327	411	504	607	841	1114	1427	1782	2179
125	120	5	17	48	91	145	208	281	364	456	559	671	924	1219	1555	1935	2358
140	134	6	18	54	101	160	229	309	399	499	609	730	1002	1317	1675	2078	2526
160	153	6	21	61	114	180	258	346	446	556	678	810	1108	1450	1838	2272	2753

Q - Caudal de cálculo (l/min)

H - Altura da lâmina líquida (mm)

D - Diâmetro interior do tubo de queda (mm) - PVC

Tabela 14 - tabela de diâmetros de tubos de queda em função dos caudais, comprimento de tubo, e da altura da lâmina líquida

O seu traçado é vertical com diâmetro único, e não sendo possível evitar mudanças de direção estas serão feitas por curvas de concordância, cujo valor da translação não excede 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

5.2.2.4 Descargas

Os tubos e queda ligam aos coletores prediais através de curvas de concordância com raio não inferior ao triplo do seu diâmetro, e a sua inserção far-se-á através de forquilhas ou câmaras de inspeção, a uma distância não superior a 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

5.2.2.5 Materiais:

Material a aplicar é o PVC rígido.

5.2.2.6 Coletores prediais

Os coletores prediais tem por finalidade a recolha das águas residuais provenientes dos tubos de queda.

No seu dimensionamento hidráulico-sanitário, a meia secção. Teve-se em conta, os caudais de cálculo, obtidos a partir do somatório dos caudais de descarga dos tubos de queda.

O seu diâmetro será maior ou igual ao das canalizações a ele ligado com um mínimo de 100 mm. Serão enterrados em vala própria

5.2.2.7 Câmara de ramal

Se existir, será retangular. A sua dimensão mínima em planta, para alturas inferiores a 1,00 m, é de 80% da sua altura, medida da soleira ao pavimento.

Para profundidades superiores a 1,00 e inferior a 2,5 m a sua dimensão em planta será de 1,00m. Para profundidades superiores a 1,25 m a sua dimensão será de 1,25m.

5.2.2.8 Ramal de Ligação

Dado que não existe ramal de ligação por a moradia estar inserida numa área rural, as águas pluviais serão encaminhadas para terrenos pertencentes ao lote, por meio de uma manilha perfurada em betão de diâmetro Ø200

***(todas as folhas de cálculo estão apresentadas nos anexos do presente relatório)**

5.2.3 Peças desenhadas

Todas as peças desenhadas apresentadas em formato digital, fornecidas no CD anexado ao presente relatório.

6) Anexos

Todas as peças desenhadas e folhas de cálculo apresentadas em formato digital, fornecidas no CD anexado ao presente relatório.

7) Conclusão/discussão

Fazendo uma análise mais específica dos trabalhos transcritos para o presente relatório, e no que diz respeito ao dimensionamento das escadas em perfis metálicos e degraus misto (aço/madeira), este último permitiu aplicar os meus conhecimentos adquiridos sobre resistência de materiais. Para a escolha dos materiais, foi tida em conta a economia, as exigências arquitetónicas, os esforços aplicados bem como o peso próprio.

Em relação ao projeto de construção da moradia unifamiliar, tendo em conta a análise estrutural, esta última foi realizada com auxílio da ferramenta informática CYPECAD. Os materiais escolhidos e suas respetivas características, são os mais usualmente adotados na construção. O dimensionamento feito, foi em grande parte realizado através de regras empíricas resultantes da experiência, mas que em caso algum põem a segurança da estrutura em causa.

Aquando da realização do dimensionamento, surgiram algumas dificuldades, nomeadamente aquando da edição dos elementos estruturais (pilares, vigas, lajes, sapatas), tendo algumas vezes de proceder a um dimensionamento por hipóteses até verificar a segurança de alguns dos elementos estruturais.

O projeto de construção da moradia unifamiliar em questão, não abrangeu todas as áreas necessárias para completa realização do mesmo; projeto de térmica e de acústica ficaram por realizar, infelizmente por falta de tempo, devido à curta duração do estágio.

No que diz respeito ao projeto de águas de abastecimento, e ao projeto de drenagem de águas residuais e pluviais, ambos foram realizados adotando mais uma vez os materiais mais utilizados na construção (PEX, PEAD e PVC), tendo em conta os regulamentos vigentes, e a arquitetura. Quanto às dificuldades encontradas, residem principalmente na conceção dos desenhos das redes, em que por vezes não era simples encontrar o traçado mais económico, e que permitisse uma materialização em obra mais simples.

As atividades realizadas no estágio, foram em maioria relacionadas com estudos técnicos em gabinete, tendo por isso tido pouca perceção da passagem para prática. No entanto julgo ser uma ótima experiência, dado que o projeto é algo que antecede sempre a conceção de uma obra, permitindo ter o conhecimento das bases para melhor entendimento na fase de materialização.

O estágio em gabinete permitiu-me adquirir mais conhecimentos teóricos, simplificar todos os conhecimentos adquiridos no ensino superior, aumentar os conhecimentos sobre os regulamentos, aperfeiçoar a minha conceção de desenhos técnicos e aumentar conhecimentos no que diz respeito a ferramentas informáticas de análise estrutural (CYPECAD).

Após ter efetuado o meu estágio curricular, que me permitiu fazer a transição da vida académica para a vida profissional, julgo ter assimilado as exigências da vida profissional, tendo no entanto perceção que ainda tenho pouca experiência, sendo esta fundamental para alcançar a excelência no ramo da engenharia civil.

8) Bibliografia

"Tabelas Técnicas", J. S. Brazão Farinha e A. Correia dos Reis, edição ED. TÉCNICAS, 2012

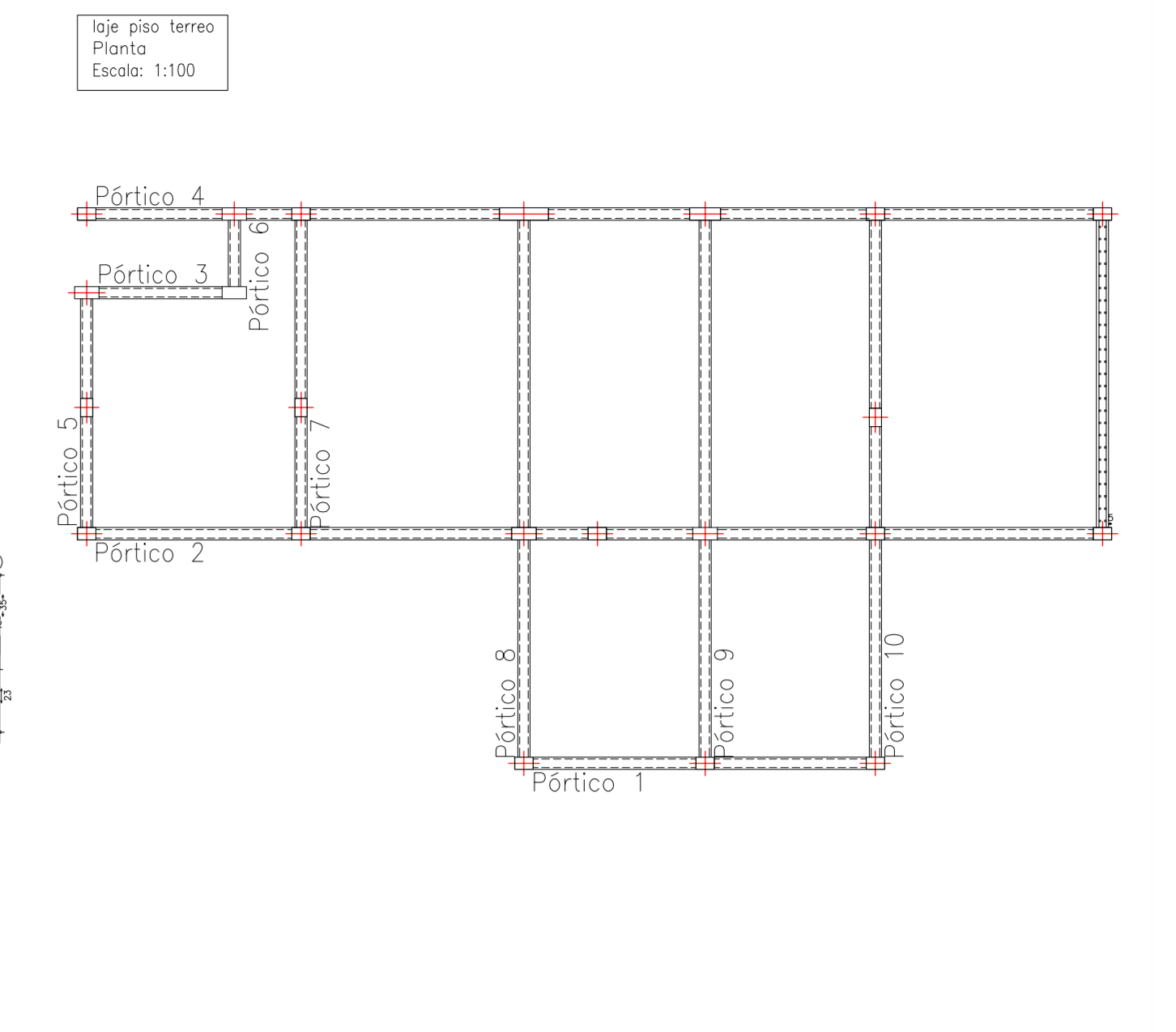
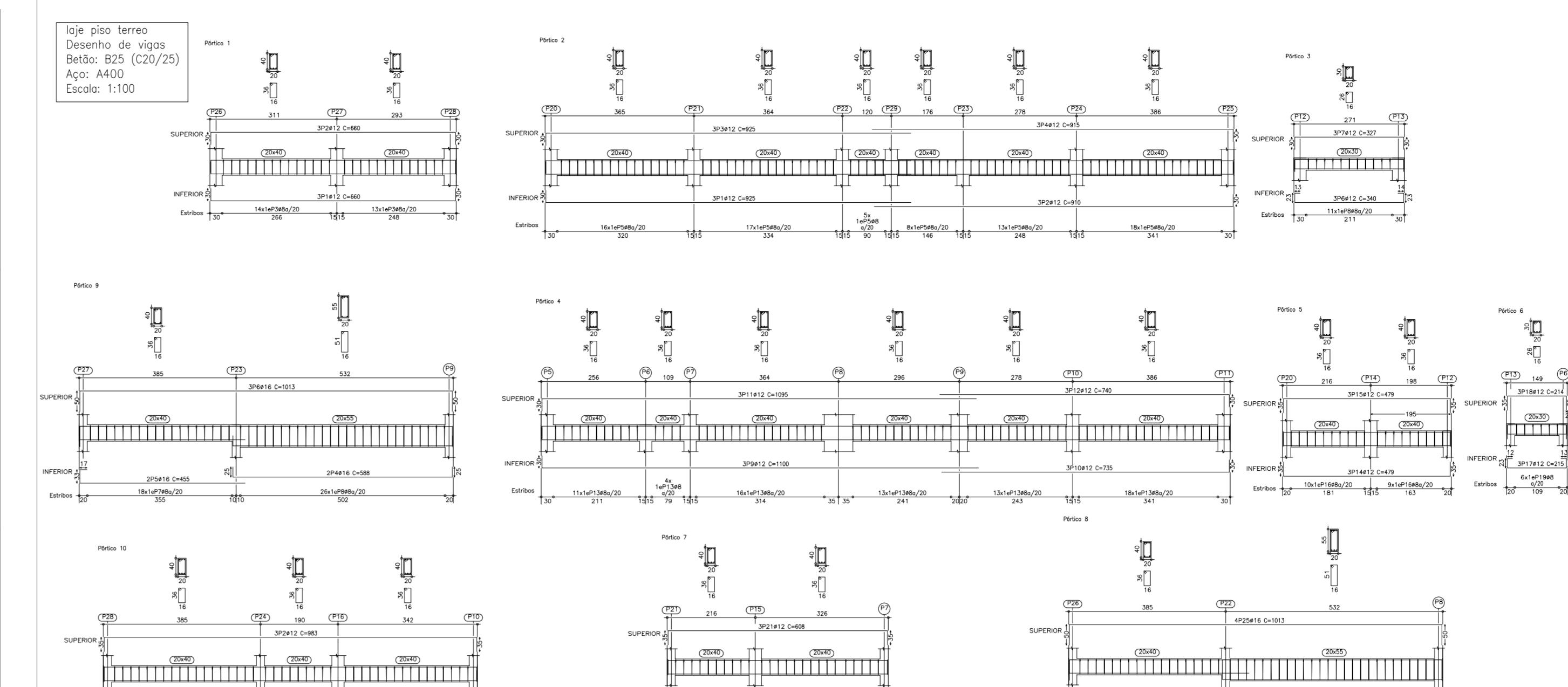
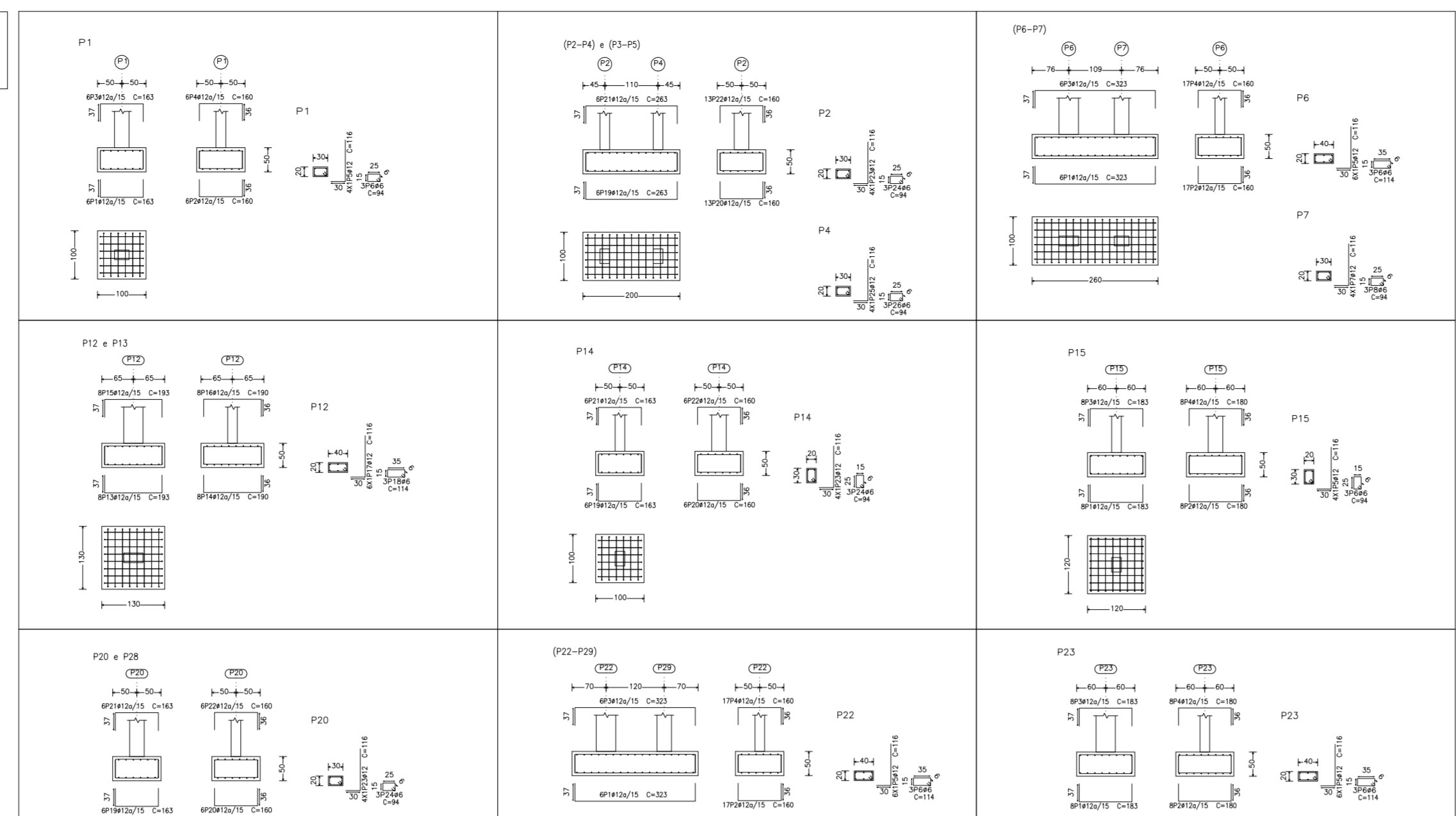
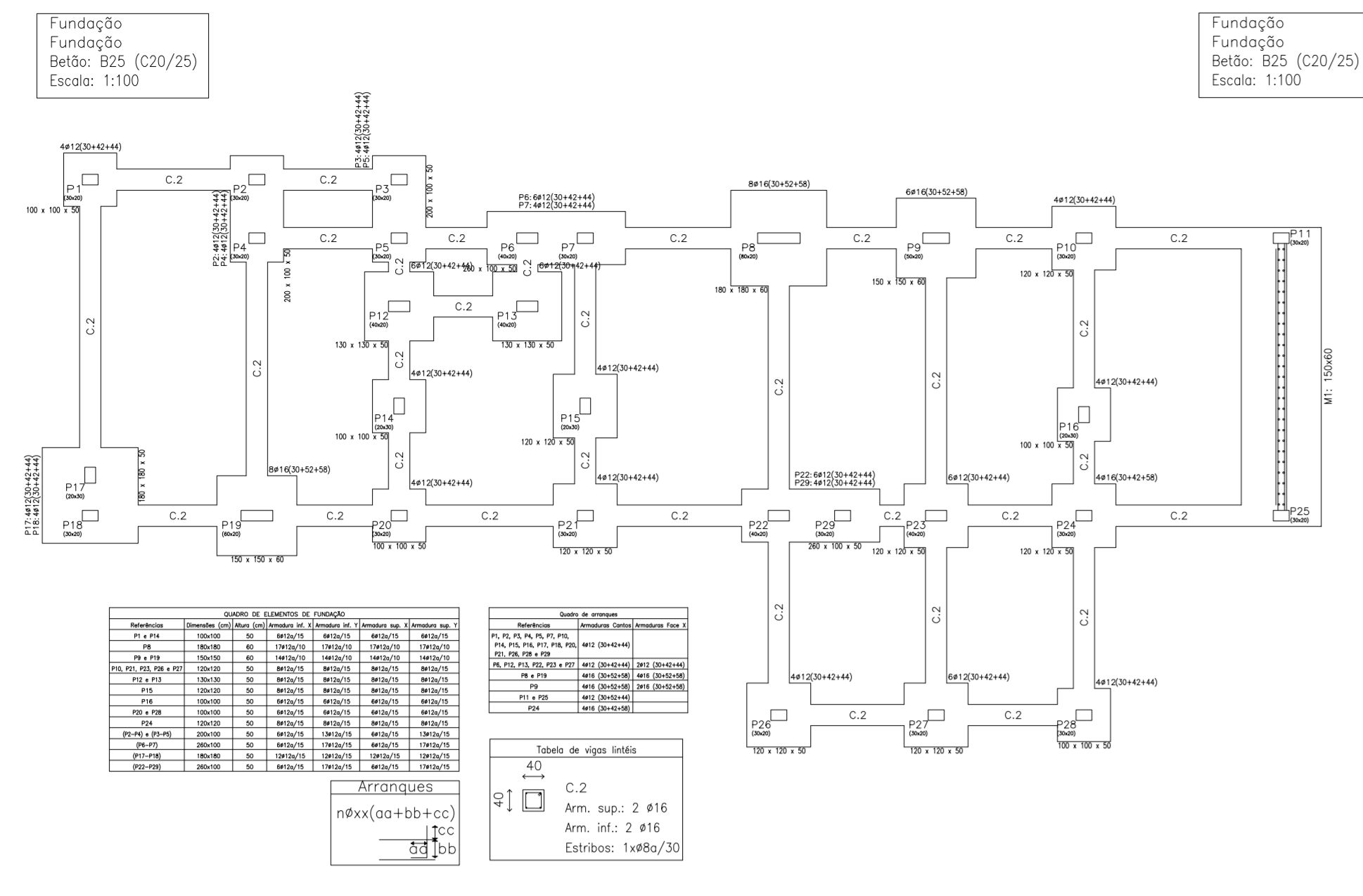
“Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

“Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP) ”

9) Webgrafia

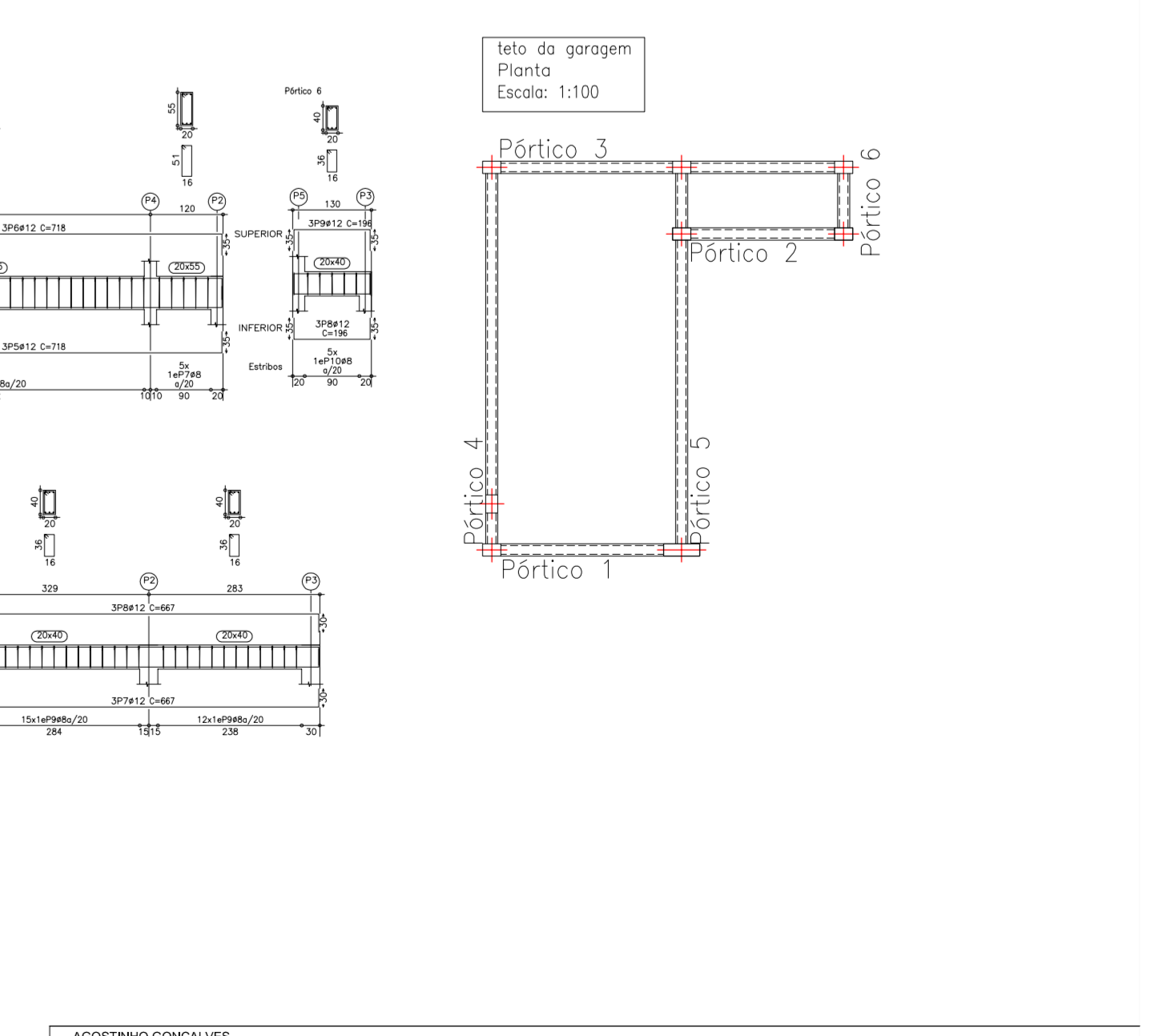
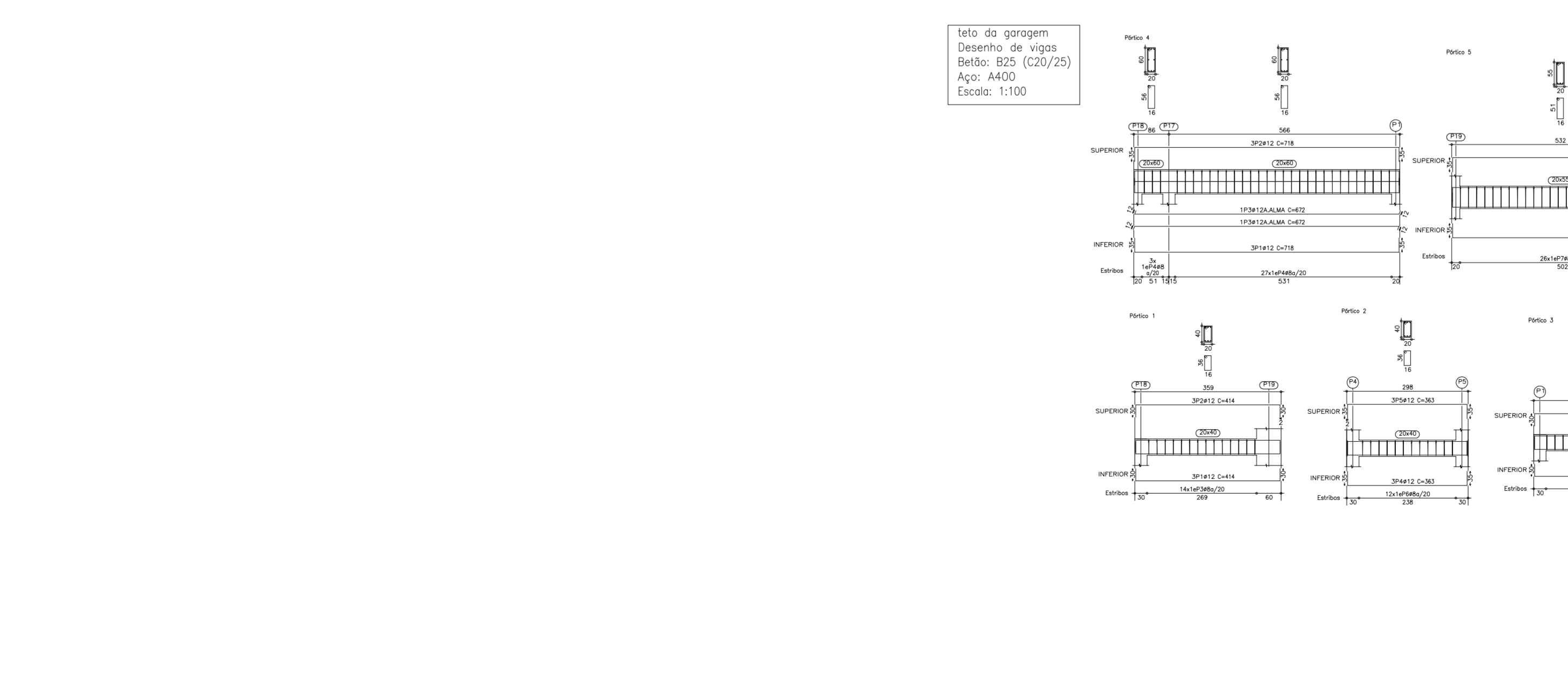
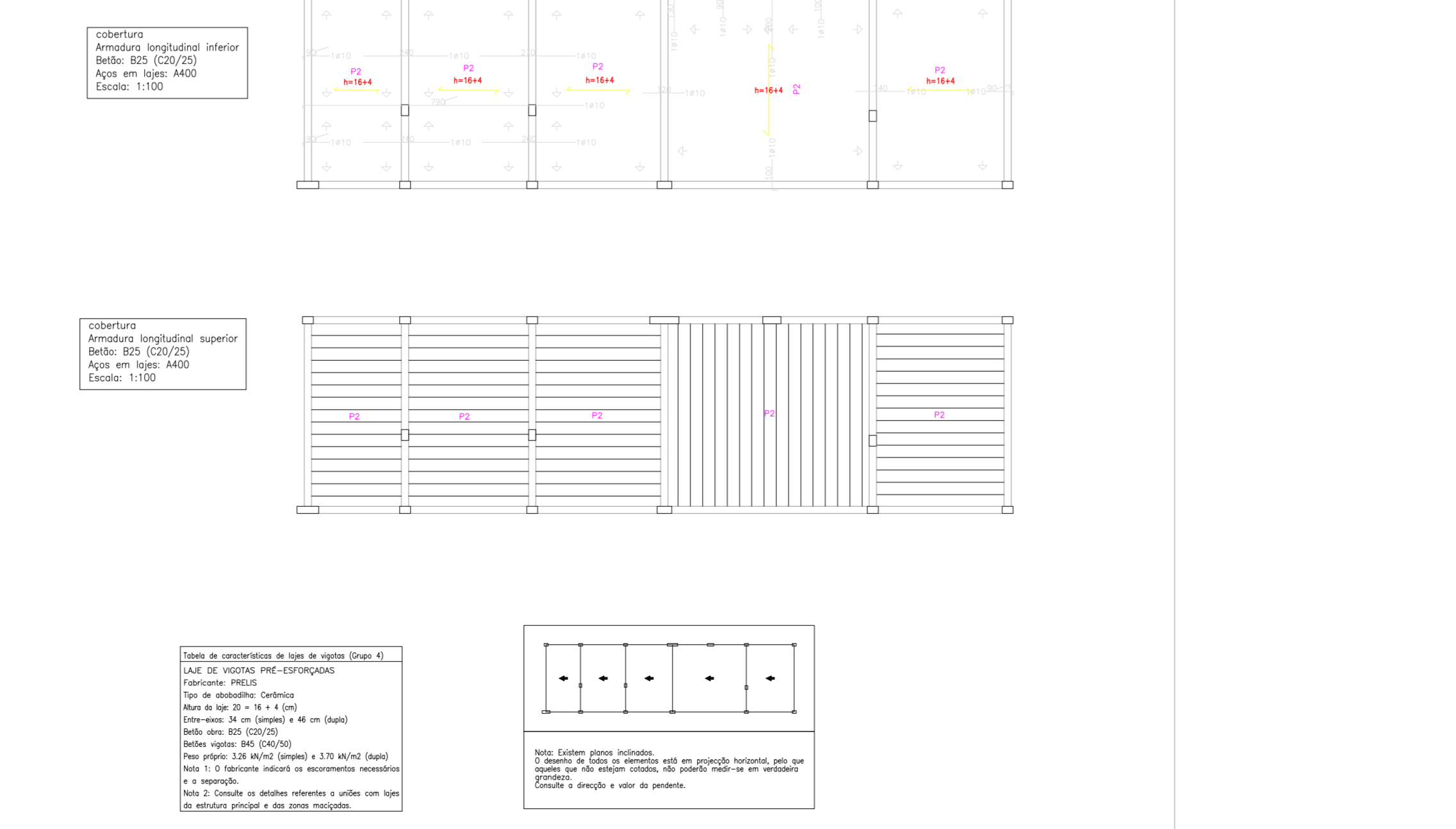
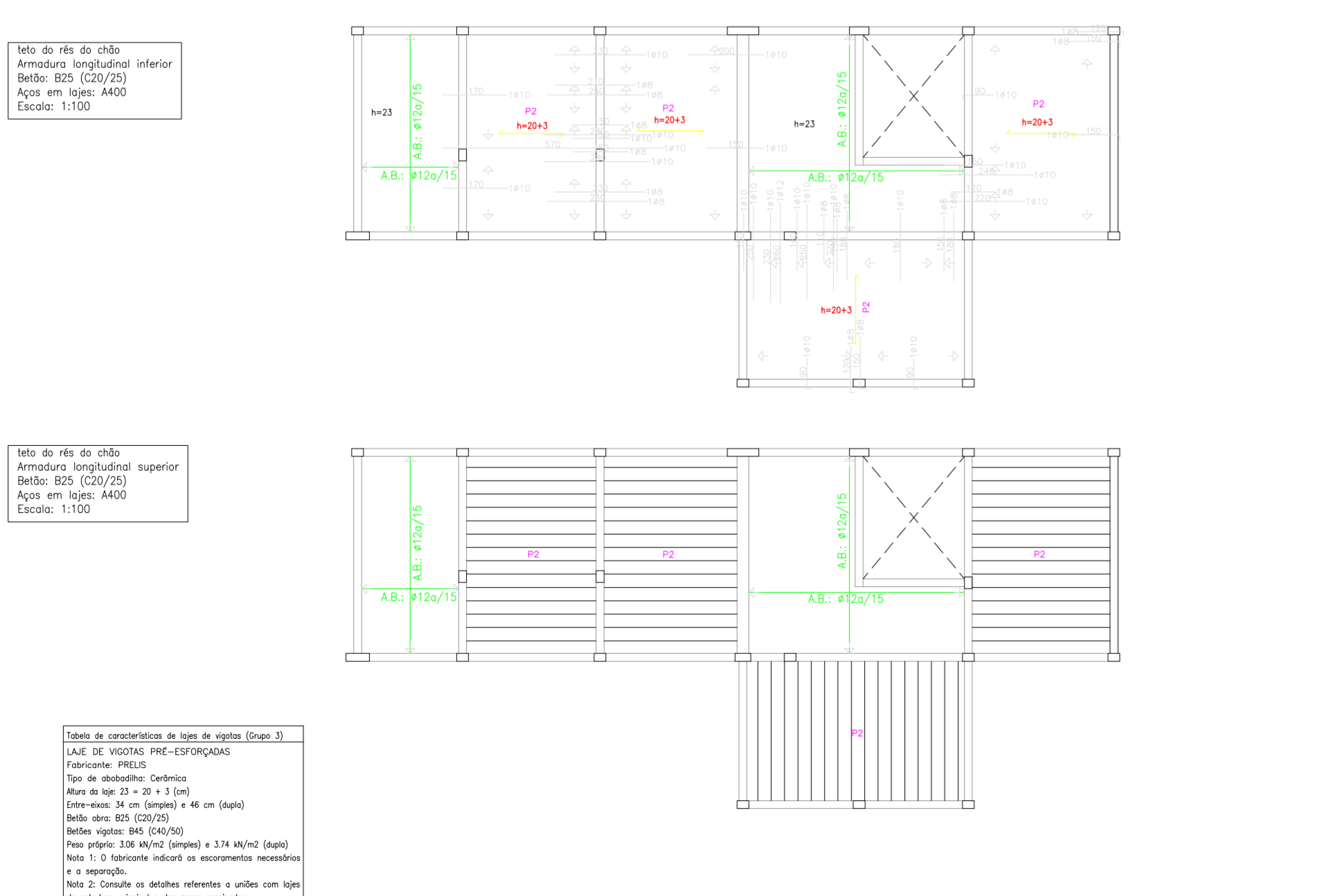
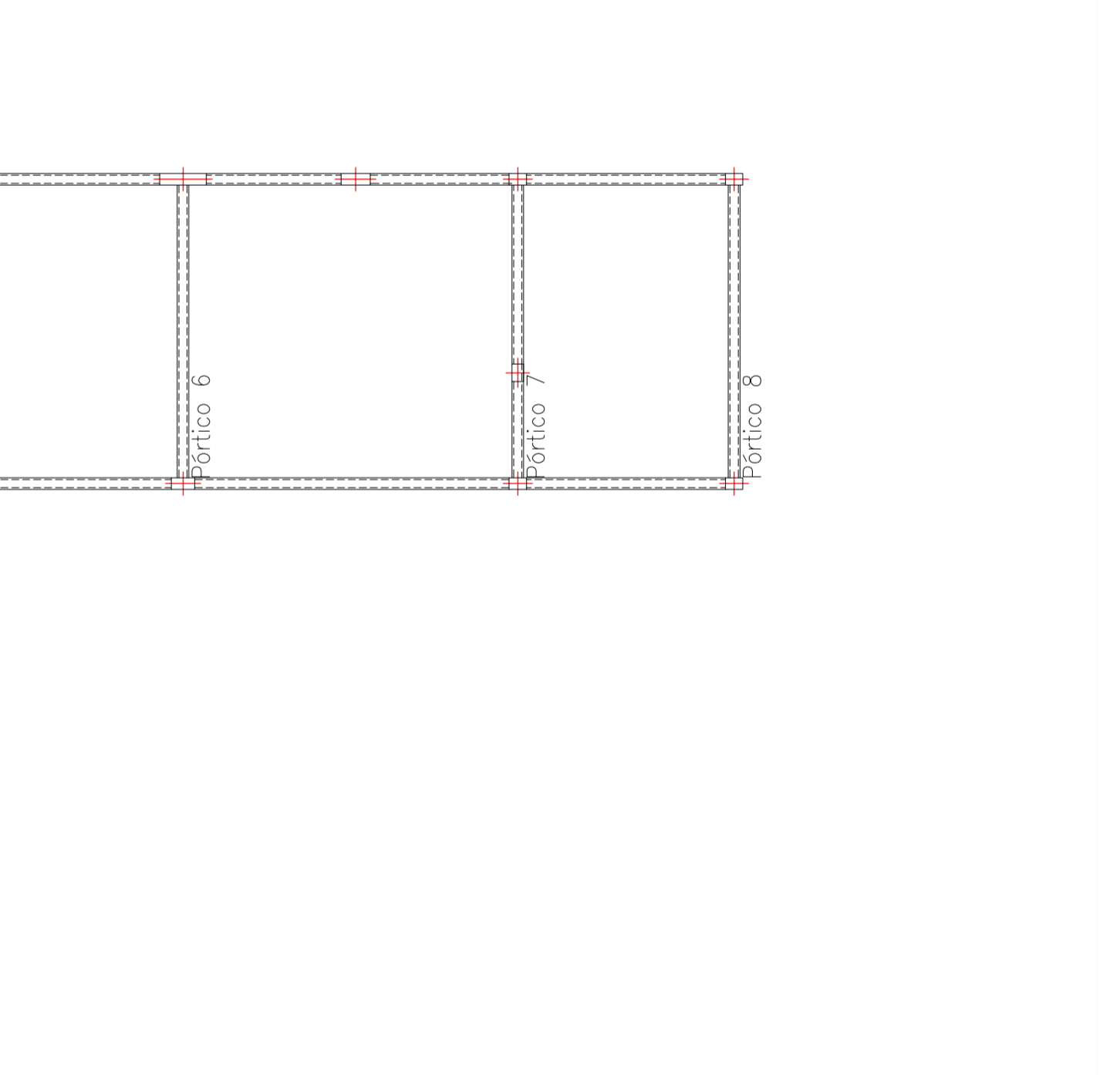
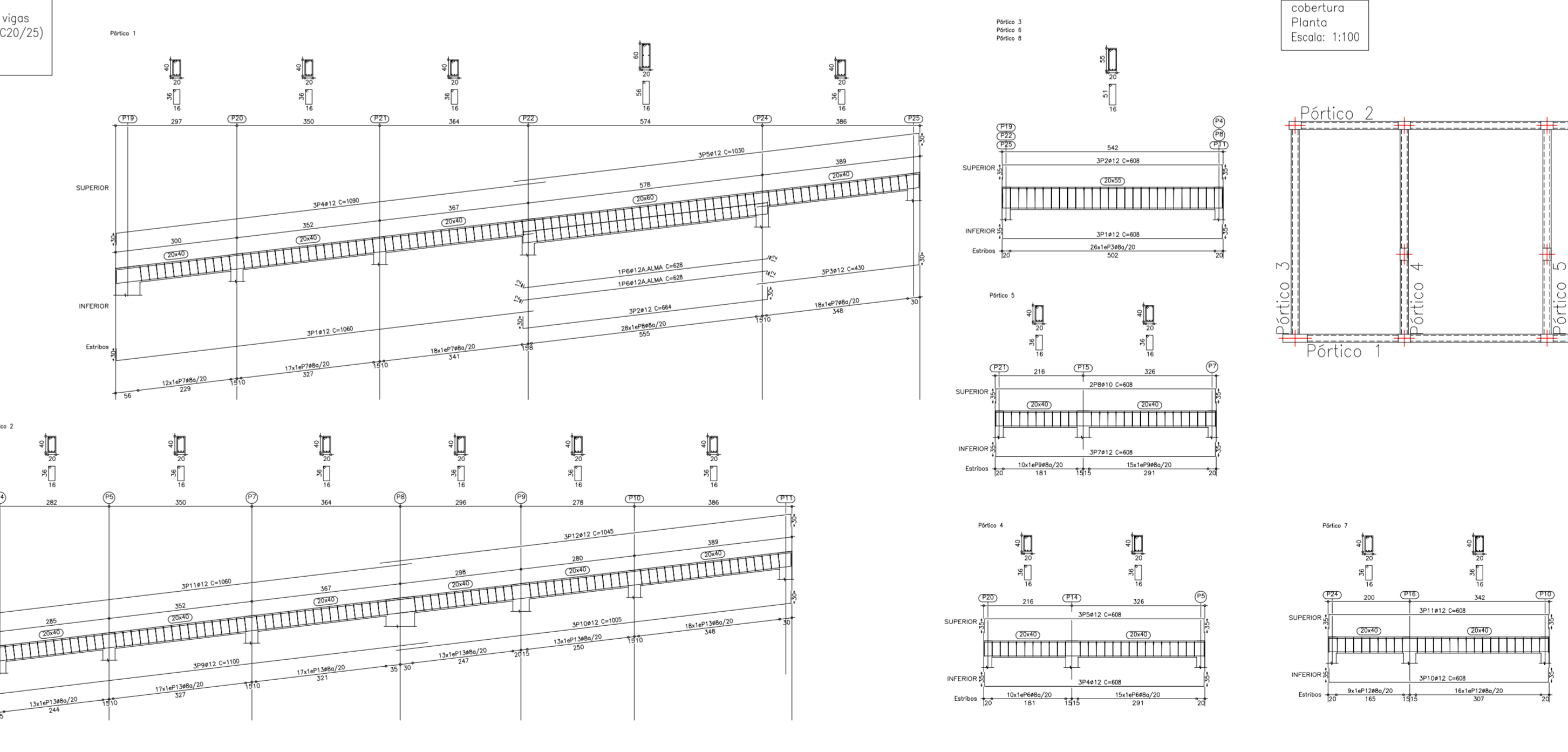
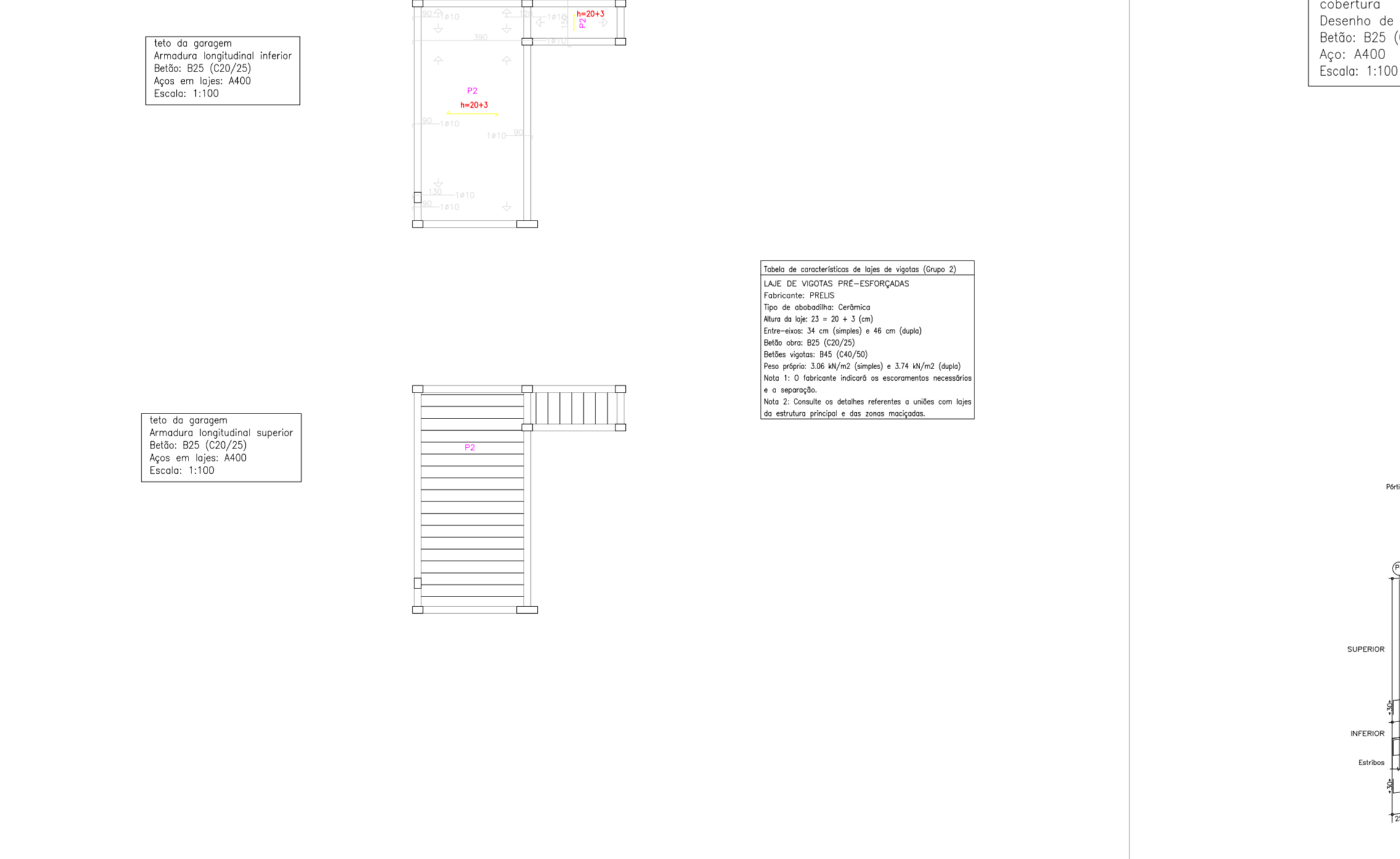
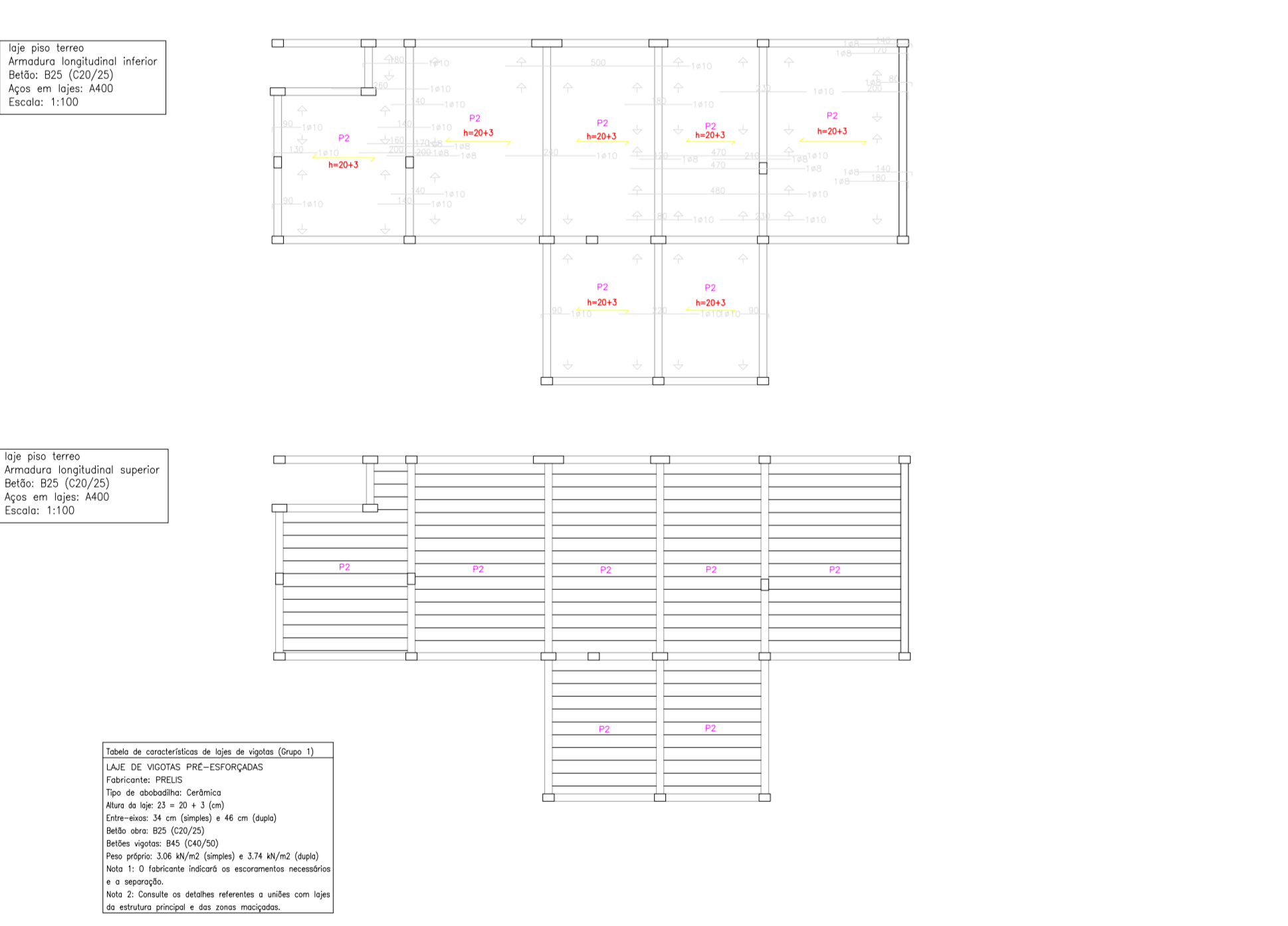
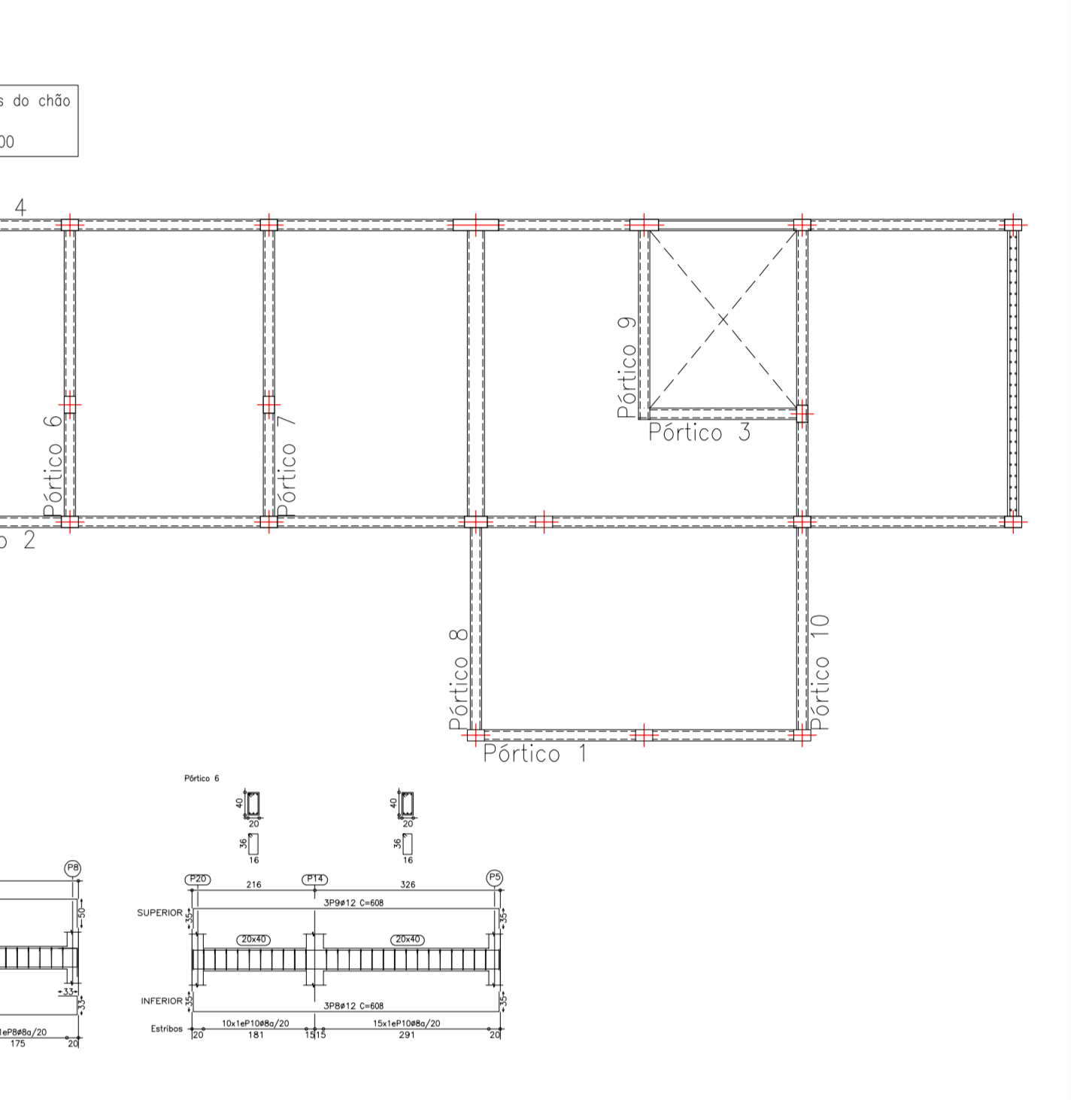
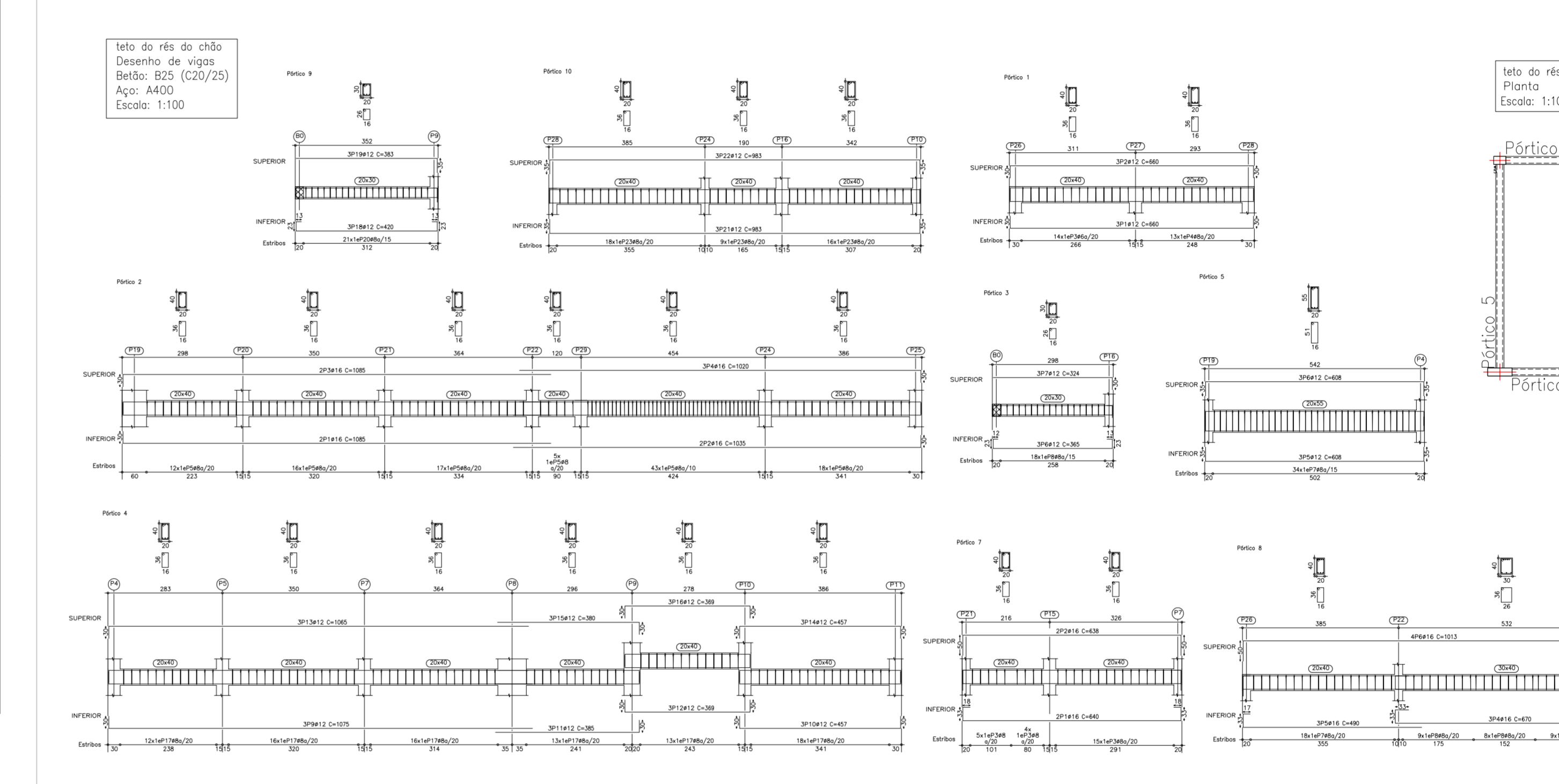
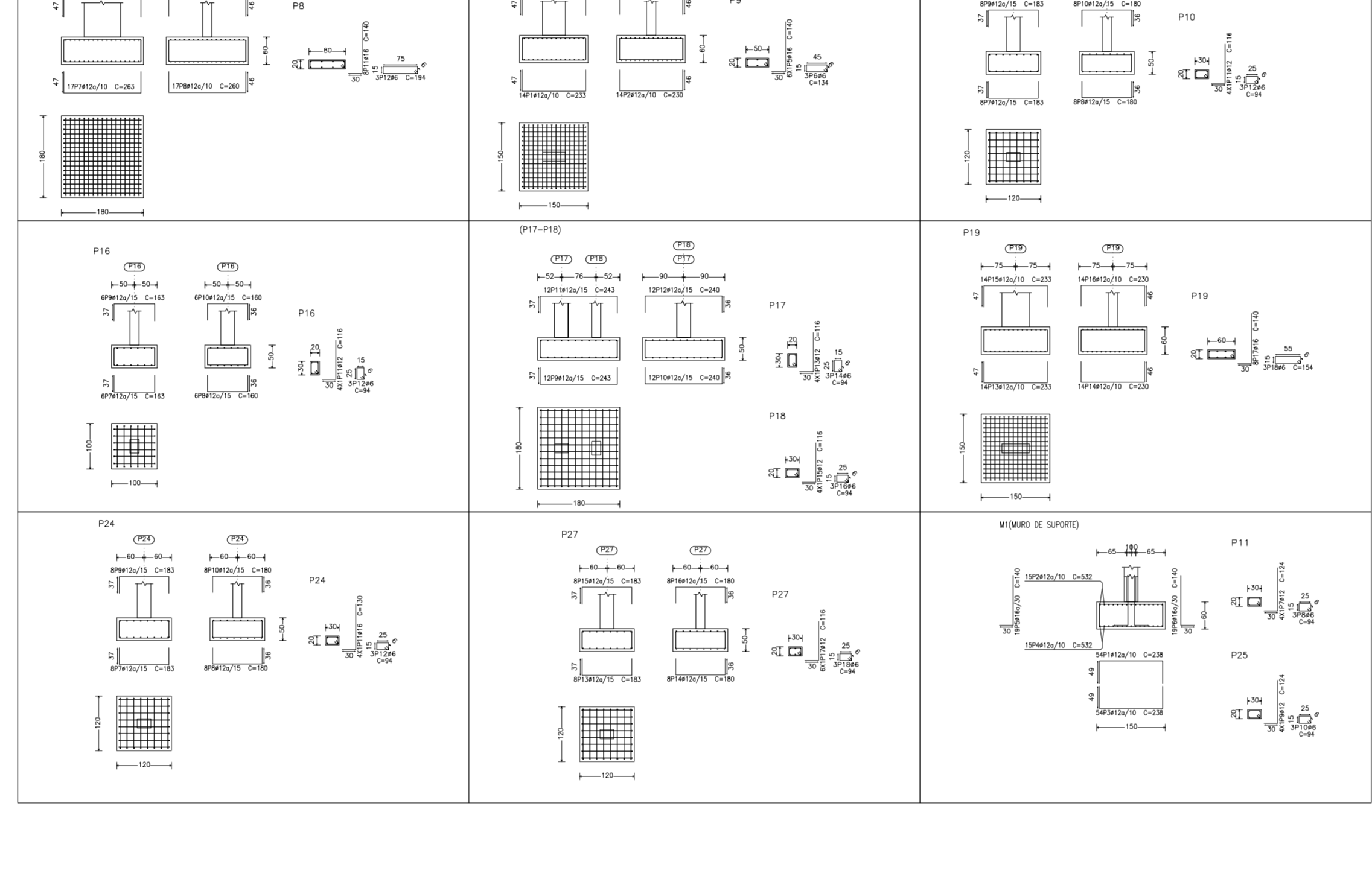
<http://www.perfitec.pt/index.php?page=18>

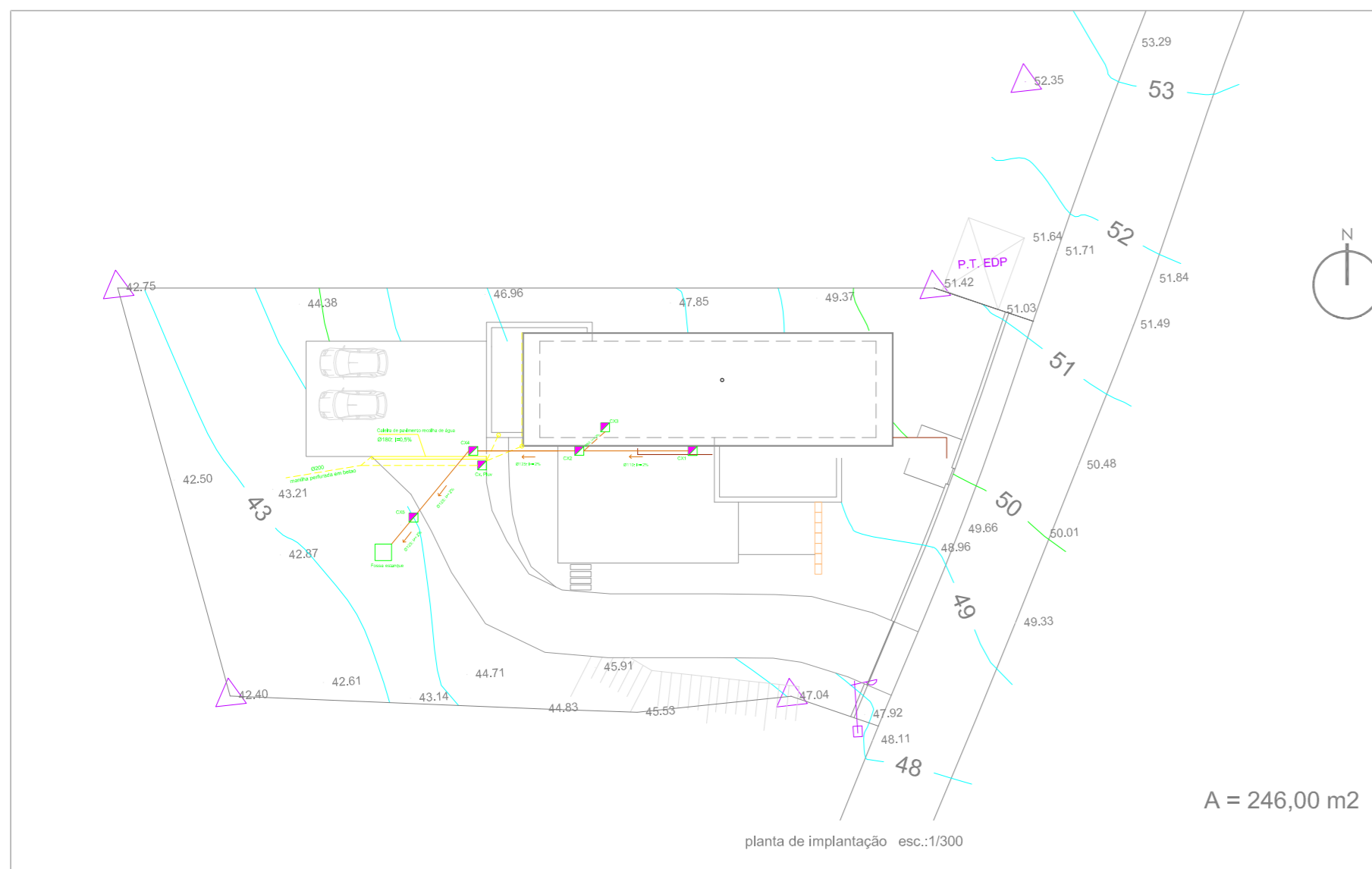
http://www.artebel.pt/index.php/produtos/blocos_termicos/termicoproetics



Estado de projeto
Bêlo: B25 (C20/25)
Aço: A400
Escala: 1:100

Item	Descrição	Quantidade	Unidade
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50





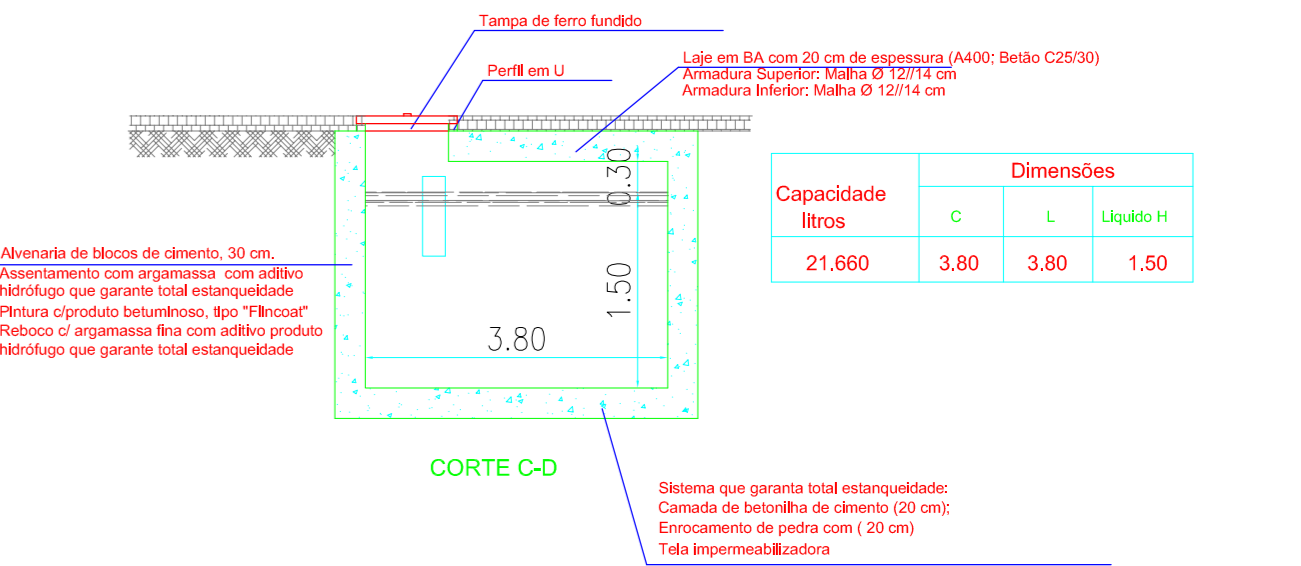
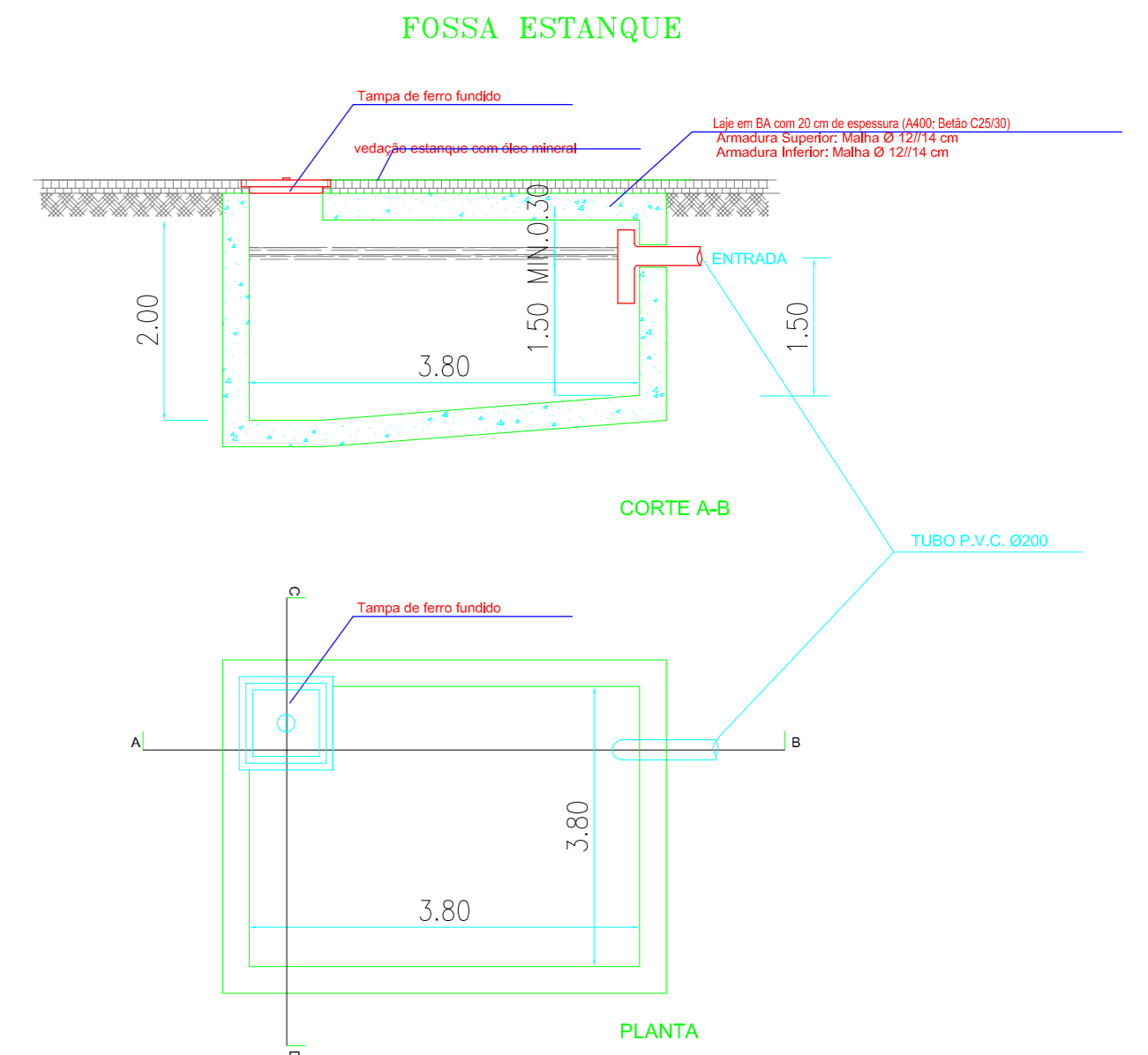
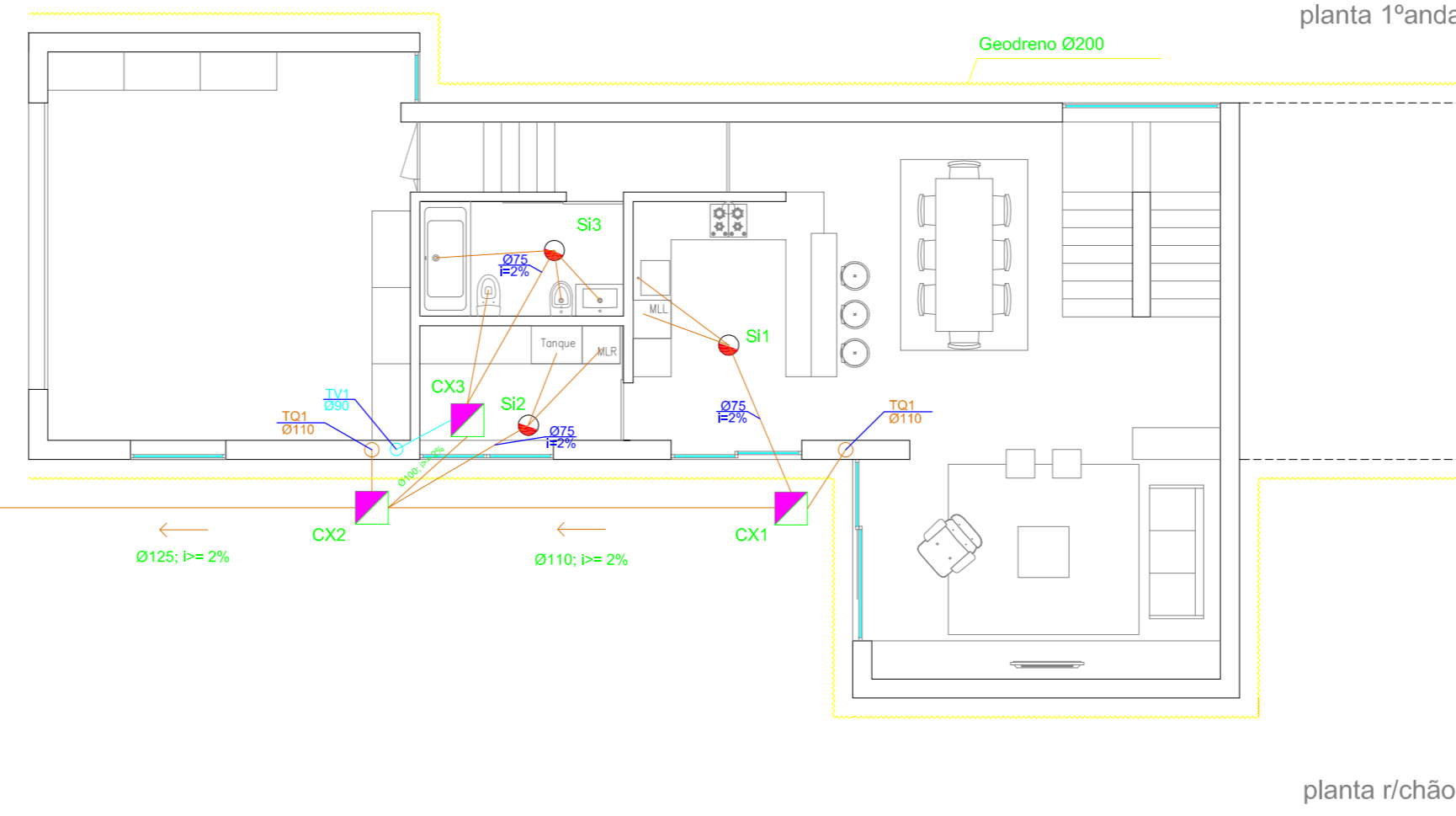
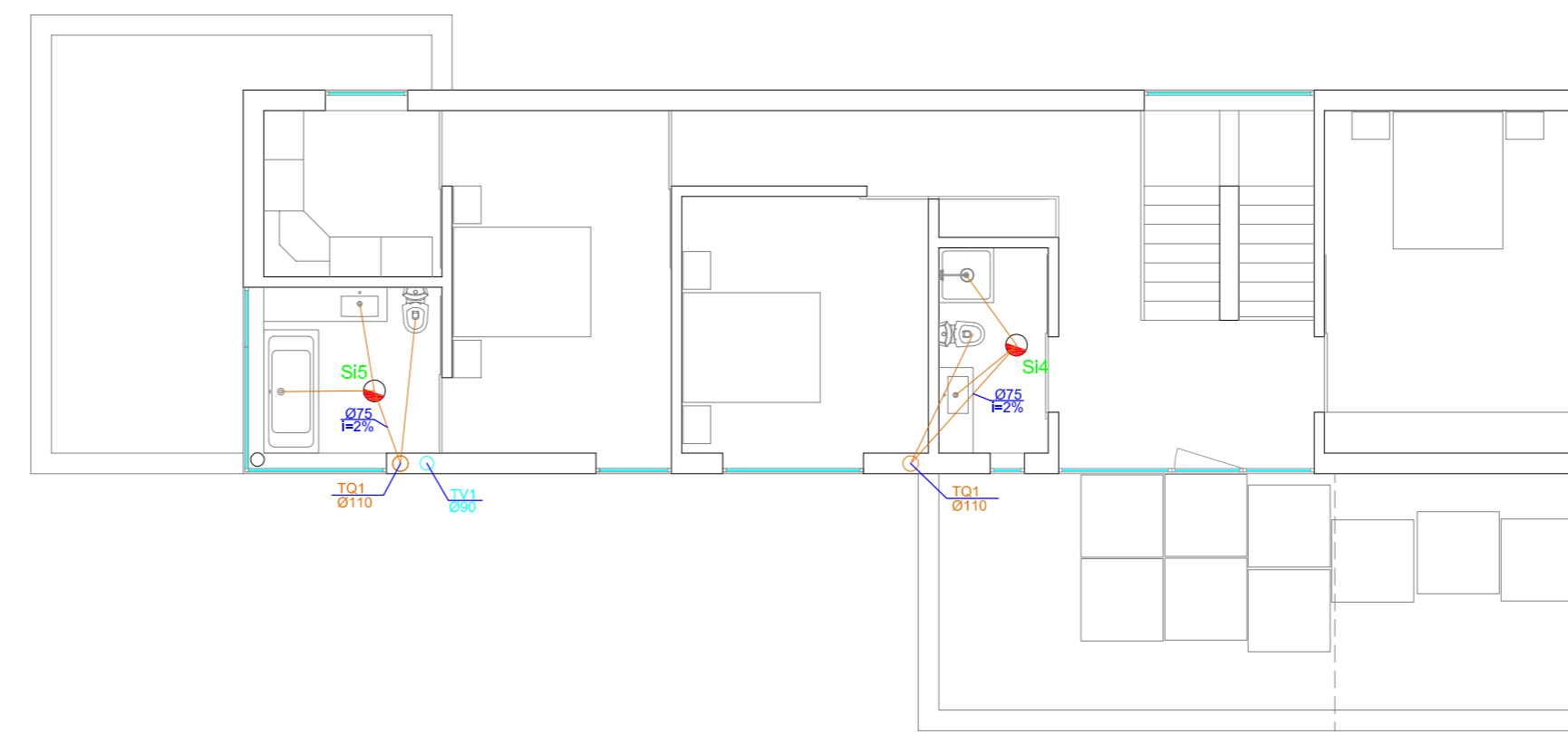
Caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários e características geométricas de ramais de descarga de descarga e sífonos a considerar em aparelhos de utilização

Dispositivos de utilização:	Caudais de descarga (l/s)	Dímetro do ramal de descarga (mm)	Dímetro mínimo (mm)	Sifão (mm)
Bacia de retete	90	90		
Barbeiteira	60	60	30	
Biole	30	40	30	
Chuveiro individual	30	60	30	
Lavatório	30	40	30	
Máquina de lavar roupa	60	50	40	
Máquina de lavar roupa	60	50	40	
Micróbio de espalhar	90	50	-	
Micróbio suspenso	30	50	40	
Plia lava-bouça	60	60	30	

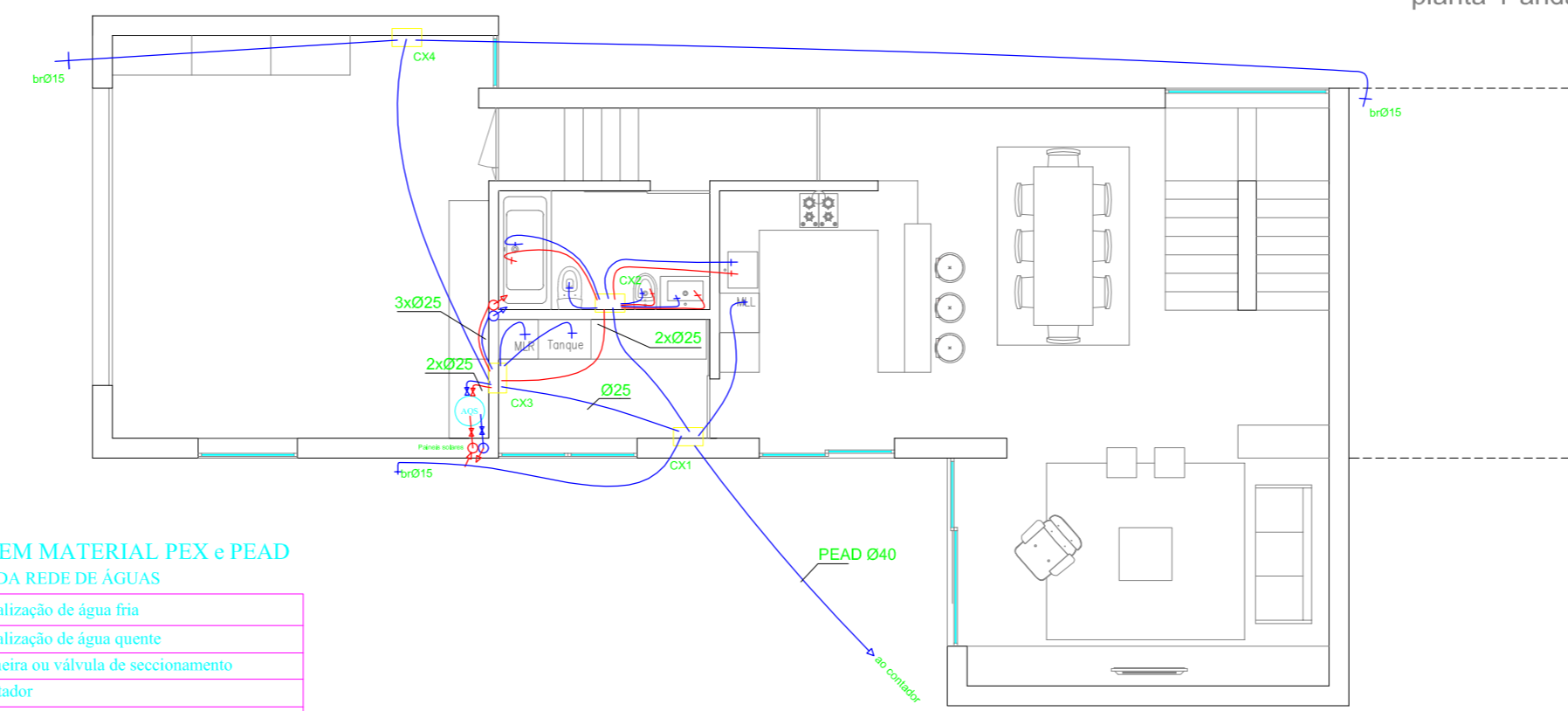
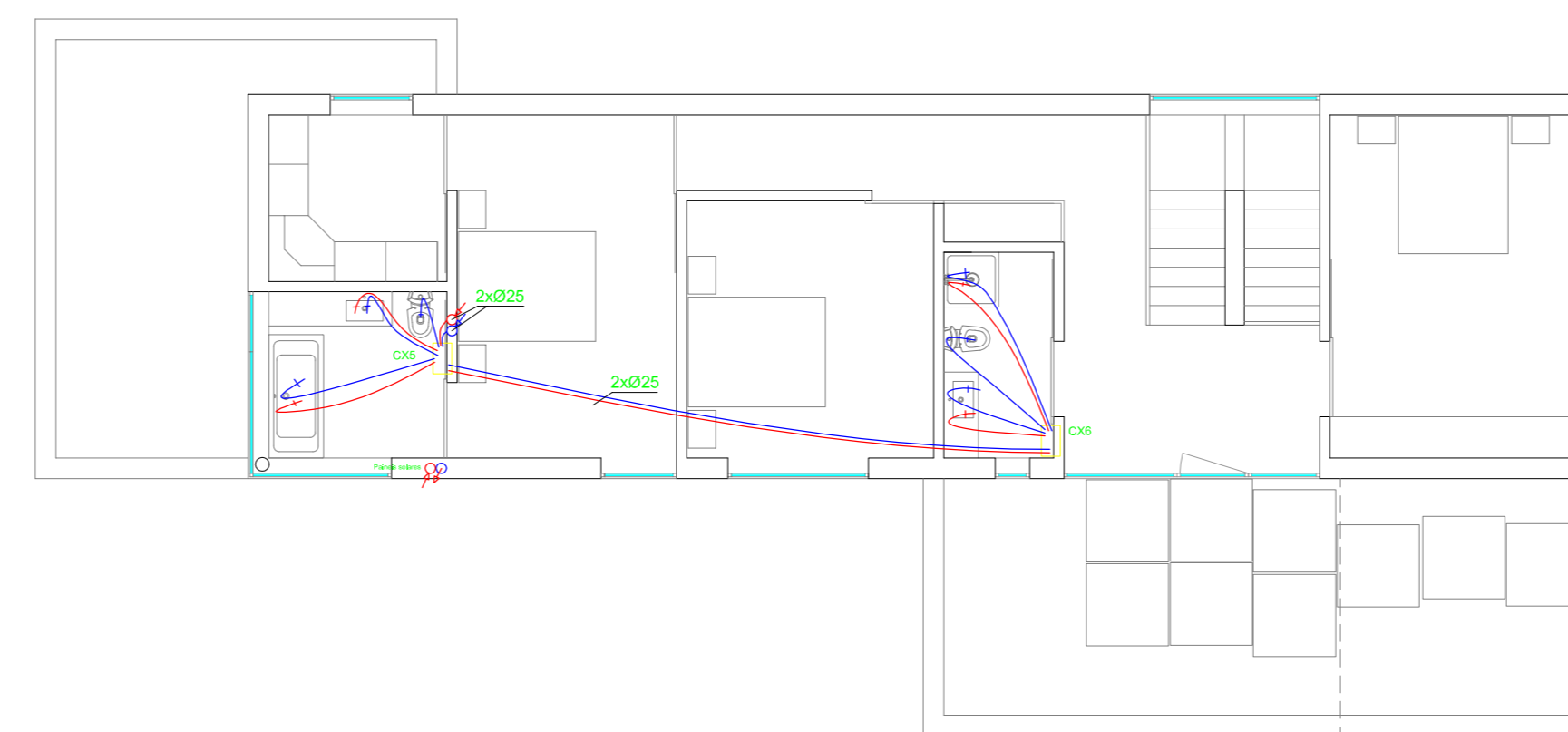
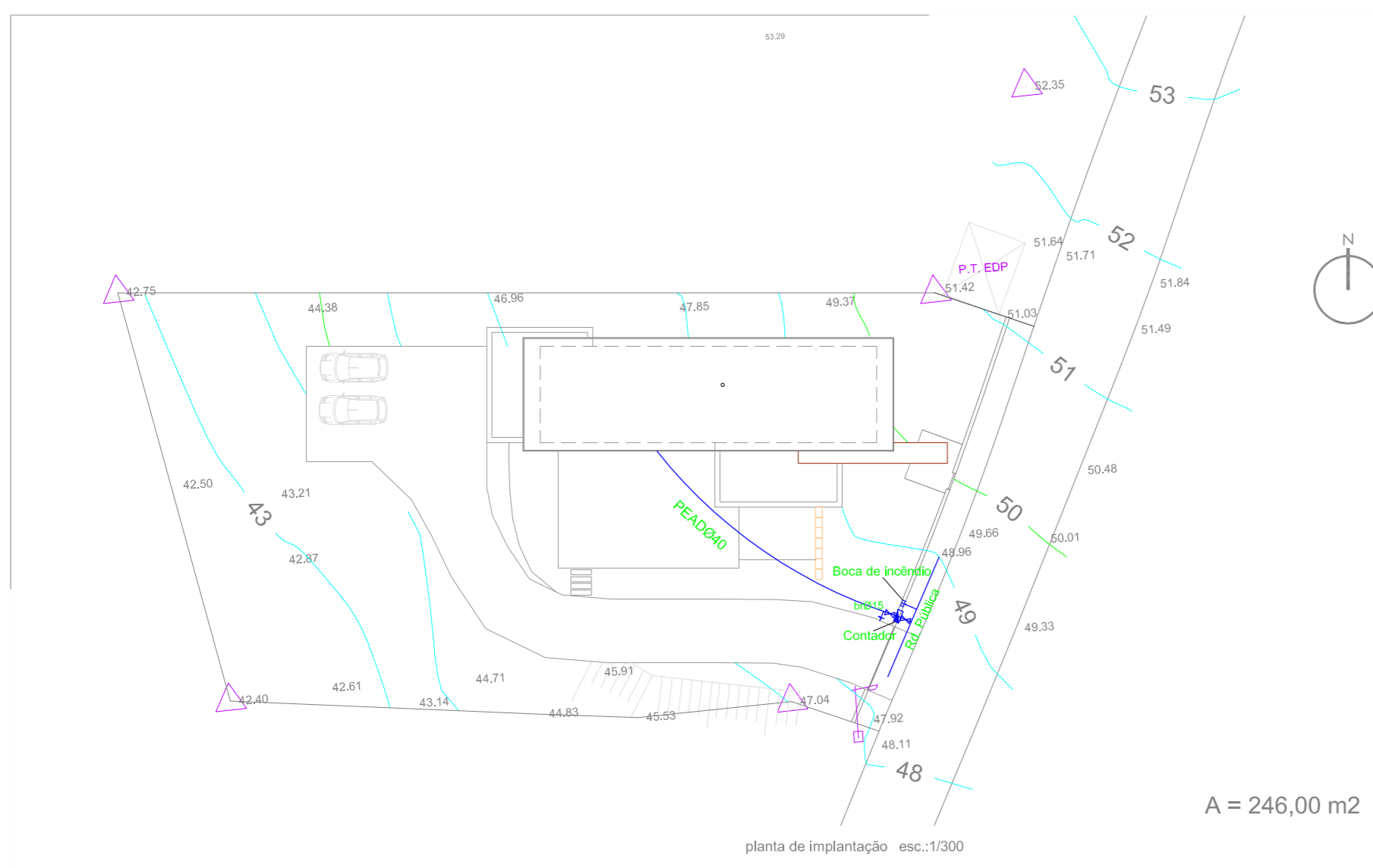
INCLINAÇÕES DA TUBAGEM: 2% < i < 4%
MATERIAL: PVC RÍGIDO

SIMBOLOGIA - DREN. PREDIAL DE Á. RESIDUAIS

- TUBAGEM DE ESGOTOS, EM PVC RÍGIDO
- TUBAGEM DE AGUAS PLUVIAIS PVC OU METÁLICA
- TUBO DE QUEDA DE ESGOTOS
- TUBO DE QUEDA DE AG. PLUVIAIS
- TUBO DE VENTILAÇÃO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CAIXA DE PAVIMENTO COM SIFÃO
- CAMARA DE INSPECÇÃO
- C.R.L.-CAMARA DE RAMAL DE LIGAÇÃO
- RALO SIFONADO



AGOSTINHO GONÇALVES Engenheiro d.º4		Av. Bombeiros Voluntários, Edifício S. Miguel, Fração H. 3130-202 SOURE Tlfax: 239 501 158 e-mail: ggonso@sgp.pt	
Projecto: REDE DE ESGOTOS E PLUVIAL	D.OBRA:	COD.PROCESSO:-	
DESENHO: PLANTAS E PORMENORES	L.OBRA: SOURE	FICHEIRO:-	
PROPOSTA	TÉCNICO RESP.:	DATA: MARÇO 2015	DESIN.:
AGOSTINHO GONÇALVES	MORADIA UNIFAMILIAR	ESC.: 1/100 e 1/500	1



Caudais mínimos e diâmetros nos dispositivos de utilização água fria ou quente

Dispositivos de utilização:	Caudais (l/s)	Fria (mm)	Quente (mm)
Lavatório individual	0,10	Ø16	Ø16
Biole	0,10	Ø16	Ø16
Barbeiteira	0,25	Ø20	Ø20
Chuveiro individual	0,15	Ø16	Ø16
Autoclismo de bacia de retete	0,10	Ø16	Ø16
Plia lava-bouça	0,20	Ø16	Ø16
Máquina de lavar roupa	0,20	Ø16	Ø16
Máquina de lavar roupa	0,20	Ø16	Ø16
Boca de rega ou lavagem de Ø15 mm	0,30	Ø20	Ø20

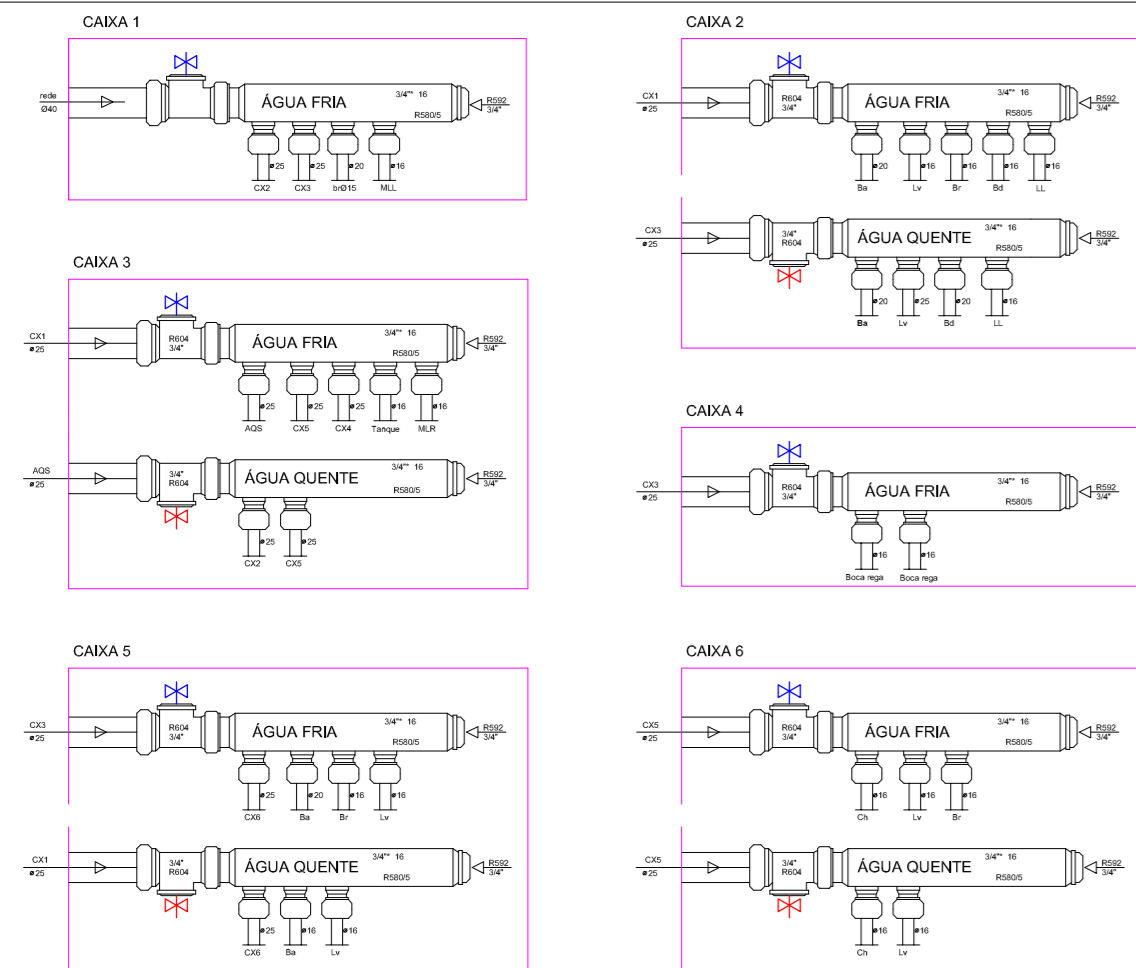
MATERIAIS DA TUBAGEM

Canalização exterior - Polietileno - PEAD
Canalização interior - Polipropileno reticulado - PEX

TUBAGEM EM MATERIAL PEX e PEAD

- SIMBOLOGIA DA REDE DE ÁGUAS**
- Canalização de água fria
 - Canalização de água quente
 - Torneira ou válvula de sectionamento
 - Radiador
 - Aparelho produtor/acumulador de água quente
 - Torneira de Serviço
 - Caixa de distribuição
 - Prumada ascendente com mudança de piso
 - Máquina de lavar roupa
 - Plia lava-bouça
 - Máquina de lavar roupa
 - Boca de Incheúdo
 - Diâmetro de tubagem da rede pública

AGOSTINHO GONÇALVES Engenheiro d.º4		Av. Bombeiros Voluntários, Edifício S. Miguel, Fração H. 3130-202 SOURE Tlfax: 239 501 158 e-mail: ggonso@sgp.pt	
Projecto: REDE DE ÁGUA	D.OBRA:	COD.PROCESSO:-	
DESENHO: PLANTAS	L.OBRA: SOURE	FICHEIRO:-	
PROPOSTA	TÉCNICO RESP.:	DATA: MARÇO 2015	DESIN.:
AGOSTINHO GONÇALVES	MORADIA UNIFAMILIAR	ESC.: 1/100 e 1/500	1



CALEIRAS

Tipo	Area de contribuição [m ²]	Qcalculo [l/min]	i[%]	Secção	Diâmetro
C1	150	262,5	0,5	semi circular	180
CP	50	87,5	0,5	semi circular	180

$$*Q=A \times I$$

$$I= 1,75 \text{ L/min}$$

Altura da lamina liquida (H) = $0,7 \times 0,09 = 0,063$ metros = 70mm

TUBOS DE QUEDA

tipo	Area de contribuição	Qcalculo	H[mm]	DNØ	h min	h real
TP1	150	262,5	70	140	6	6,2
TP2	20	35	-	75	2	2,7

REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO INTERIOR DE ÁGUA											
Req:	FILIPE NEVES										
Local:	SOURE										
CALCULO HIDRAULICO											
MORADIA											
AP.JUST	AP.MONT	Q +(l/s)	Qac(l/s)	Qc(l/s)	Dc(mm)	Dadp(mrr	V(m/s)	J(m/m)	L(m)	Leq(m)	#H(m)
(V=1 m/2)											
CIRCUITO MAIS DESFAVORAVEL											
(1)Ch	CX6	0,15	0,15	0,15	16	16	0,75	0,08	4,00	4,60	0,35
CX6	CX5	0,25	0,40	0,36	25	25	0,73	0,04	10,00	11,50	0,45
CX5	CX3	0,35	0,75	0,48	25	25	0,98	0,07	6,50	7,48	0,51
CX3	AQS	0,00	0,75	0,48	25	25	0,98	0,07	2,00	2,30	0,16
AQS	CX3	0,00	0,75	0,48	25	25	0,98	0,07	2,00	2,30	0,16
CX3	CX1	0,00	0,75	0,48	25	25	0,98	0,07	4,00	4,60	0,31
CX1	br(Entrada propriedade)	3,00	3,75	1,03	40	40	0,82	0,03	20,00	23,00	0,58
br	ct	0,30	4,05	1,07	40	40	0,85	0,03	1,00	1,15	0,03
ct	rp	0,00	4,05	1,07	40	40	0,85	0,03	5,00	5,75	0,16
Total			4,05	1,07	40	40	0,85	0,03	5,00	5,75	2,55
CIRCUITO SECUNDARIOS											
CX2	CX3	0,65	0,65	0,45	25	25	0,91	0,06	3,00	3,45	0,21
CX1	CX2	0,75	0,75	0,48	25	25	0,98	0,07	4,00	4,60	0,31
Os ramais individuais tem diâmetro standartizado											
agua quente											
agua fria											
CAUDAIS POR EQUIPAMENTO											
VERIFICAÇÃO DE PRESSÕES											
Disposit	Cm(l/s)	Diferença de cota , h=							4,00	m	
lv	0,1	Perda de carga no termo e valvula a montante							0,44	m	
bd	0,1	Perda de carga no contador e \ valvulas							0,22	m	
ba	0,25	Perda de carga na valvula de corte geral							0,04	m	
ch	0,15	TOTAL DAS PERDAS DE CARGA							7,25	m	
br	0,10	Pressão mínima na Rede (admitida)							25,00	m	
ll	0,20	Pressão de serviço mínima em (1)							15,20	m	
mlr/tanque	0,20										
brega d15	0,30										
brega d20	0,45										
SOURE,04/03/2015											
O TECNICO											

RAMAIS DE DESCARGA INDIVIDUAL						
Equipamento		Ref.	Q _{inst.} [l/min]	DN Ø [mm]	Observação	Material
Lavatório	La		30	40	Escoamento secção cheia	PVC Classe 0,6
Bidé	Bi		30	40		PVC Classe 0,6
Chuveiro	Ch		30	40		PVC Classe 0,6
Sanita	Sa		90	90		PVC Classe 0,6
Banheira	Ba		60	50		PVC Classe 0,6
Lava-Louça	LL		30	50		PVC Classe 0,6
Máquina Lavar Louça	MLL		60	50		PVC Classe 0,6
Máquina Lavar Roupa	MLR		60	50		PVC Classe 0,6

CALCULO DOS CAUDAIS ACUMULADOS					
Andar	Sifão de Pavimen/	Ref.	Nº Aparelh.	Q _{inst.} [l/min]	Q _a [l/min]
1ª	S14-TQ1	Ch	1	30	60
		La	1	30	
1ª	S15-TQ2	La	1	30	90
		Ba	1	60	
RdC	S13-CX3	La	1	30	120
		Bi	1	30	
		Ba	1	60	
RdC	S12-CX2	MLR	1	60	120
		Tanque	1	60	
RdC	S11-CX1	LL	1	30	90
		MLL	1	60	

RAMAIS DE DESCARGA COLETIVOS E INDIVIDUAIS								
Piso	Divisão	Ref.	Q _{inst./Q_a}	Q _c	DN Ø _{calculado}	DN Ø _{min}	DN Ø _{utili.}	Observação
			[l/min]	[l/min]	[mm]	[mm]	[mm]	
1ª	WC-3	S14-TQ1	60	65,76	63	40	75	Escoamento a 1/2 Secção
		Sa	90	81,69	75	90	90	Escoamento a 1/2 Secção
	WC-2	S15-TQ2	90	81,69	75	40	75	Escoamento a 1/2 Secção
		Sa	90	81,69	75	90	90	Escoamento a 1/2 Secção
RdC	WC-1	S13-CX3	90	81,69	75	40	75	Escoamento a 1/2 Secção
		Sa	90	81,69	75	90	75	Escoamento a 1/2 Secção
	Cozinha	S11-CX1	90	81,69	75	50	75	Escoamento a 1/2 Secção
	Lavandaria	S12-CX2	120	95,29	75	50	75	Escoamento a 1/2 Secção

TUBOS DE QUEDA						
Tubo	Divisão	Ref.	Q _{inst./Q_a} [l/min]	Σ Q _{inst./Q_a} [l/min]	DN Ø _{min} [mm]	
TQ1	WC-3	S14-TQ1	60,0	450	60	90
		Sa	90,0		90	
TQ2	WC-2	S15-TQ2	90,0	540	90	90
		Sa	90,0		90	

DIMENSIONAMENTO TUBO DE QUEDA						
Tubo	Qc [l/min]	para uma Taxa de Ocupação [mm]				
		1/3	1/4	1/5	1/6	1/7
TQ1	193	Vent. Secundária	Vent. Secundária	90	100	110
TQ2	213	Vent. Secundária	Vent. Secundária	100	110	140
Alt. Tubo Q [m]	Alt. Tubo Q < 32 [m]	Qc < 700 [l/min]	Observação	DN Ø _{utili.} [mm]	DN Ø _{comer. utili.} [mm]	Taxa de Ocupação
4	Ok	Ok	Ñ necessita de V. Secundária	90	90	1/5
4	Ok	Ok	Ñ necessita de V. Secundária	100	110	1/5

TUBOS DE VENTILAÇÃO		
Tubo	Tipo	DN(mm)
TV1	Primária	90

CALCULO DOS RAMAIS ENTRE CAMARAS DE INSPECÇÃO					
Troço	Caudal por troço [l/min]	i [%]	DN Ø [mm]	DN Ø comer. [mm]	Observação escoamento
Cx1-Cx2	229,14	2,0%	90	110	meia secção
Cx3-Cx2	163,38	2,0%	90	100	meia secção
Cx2-Cx4	651,20	3,0%	125	125	meia secção
Cx4-Cx5	651,20	3,0%	125	125	meia secção
Cx5Fossa	651,20	3,0%	125	125	meia secção

COTAS DE SOLEIRA DAS CAIXAS DE INSPECÇÃO				
Caixa	Cota da Tampa [m]	Cota de Fundo da caixa [m]	Altura da Caixa [m]	Dimen. da Caixa [m ²]
Cx1	48,00	47,50	0,50	0,4x0,4
Cx3	48,00	47,50	0,50	0,4x0,4
Cx2	47,50	46,88	0,62	0,5x0,5
Cx4	46,88	46,21	0,67	0,5x0,5
Cx5	46,21	45,56	0,64	0,5x0,5