



Prática em projecto e direcção de obra em edifícios habitacionais na Suíça e Reabilitação de moradia T8 em Portugal

Mestrado em Engenharia Civil - Construções Civas

Tiago Armando de Jesus Silva

Friburgo, Março 06 de 2021



Prática em projecto e direção de obra em edifícios habitacionais na Suíça e Reabilitação de moradia T8 em Portugal

Mestrado em Engenharia Civil - Construções Cíveis

Tiago Armando de Jesus Silva

Estágio realizado sob a orientação do Doutor Paulo Alexandre Lopes Fernandes, Professor Coordenador da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e sob supervisão do Engenheiro Civil EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) Jean-Yves Bosson

Friburgo, Março 06 de 2021

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Construções Civas no ano letivo 2020/2021 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Resumo

O presente relatório tem como objetivo sintetizar a experiência profissional adquirida durante o estágio e a concretização de conhecimentos, tanto no domínio da direção de obra como no dimensionamento de estruturas. O estágio foi feito num gabinete de engenharia na Suíça designado “Bosson Ingénieurs” e teve uma duração de cinco meses, embora a minha experiência profissional dentro da empresa já ultrapasse os dois anos.

Serão enumeradas metodologias, etapas de projeto, instituições e órgãos públicos, tipos de edifícios habitacionais convencionais e alguns casos práticos de estudo.

Palavras-chave: “Casos práticos”, “experiência profissional”, “etapas de projeto”, “edifícios habitacionais”, “metodologias”, “direção de obra”, “estágio”.

Abstract

The present report synthesizes the professional experience both as a construction project manager and as a structural project manager designer. It is the result of an internship taken place in Switzerland at the institution “Bosson Ingénieurs”, a structural design office, for 5 months, although my experience and collaboration in this office have already more than two years.

I will mention in this report, working methodologies, project phases, regulating institutions and public organs, conventional buildings, and a few practical case studies.

Keywords: “case studies”, “professional experience”, “project phases”, “conventional buildings”, “working methodologies”, “project manager”, “internship”.

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
1. Introdução.....	1
2. Entidade de Acolhimento.....	2
3. Programa de estágio.....	4
3.1. Tipos de edifícios habitacionais.....	4
3.1.1. Moradias unifamiliares.....	4
3.1.2. Imóveis multifamiliares.....	5
3.2. Detalhes construtivos e materiais.....	8
3.2.1. Pare-gel.....	8
3.2.2. Consola isolante	8
3.2.3. Pistons	10
3.2.4. Betão.....	10
3.2.5. Madeira.....	12
3.3. Legislação e órgão públicos	14
3.3.1. SIA	14
3.3.2. FRIAC	14
3.4. Fases do projeto.....	15
4. Análise de moradia para reabilitação.....	17
4.1. Canalizações.....	18
4.2. Arquitetura	23
5. Conclusão	26

Bibliografia 27

Anexo A..... 28

Anexo B 29

Anexo C..... 30

Lista de Figuras

Figura 1 - Corte moradia unifamiliar [1].....	4
Figura 2 - Corte imóvel de 3 apartamentos [2].....	5
Figura 3- Corte imóvel de 6 apartamentos [3].....	5
Figura 4 - Corte imóvel de 20 apartamentos [4].....	6
Figura 5 - Vista em planta do edifício [4]	6
Figura 6 - Blocos de contenção de terras [4].....	7
Figura 7 - Pare-gel [5]	8
Figura 8 - Consola isolante [6].....	9
Figura 9 - Representação tridimensional ligação varanda-estrutura [6].....	9
Figura 10 - Piston “CRET-10” [7]	10
Figura 11 - Ensoleiramento geral assente em estacas.....	11
Figura 12 – Corte de edifício de exploração agrícola com 16 de vão	13
Figura 13 - Implantação de edifício para aprovação	15
Figura 14 - Vista em planta Moradia T8 em Fátima	17
Figura 15 - Vista em planta Moradia T8 em Fátima	18
Figura 16 - Planta de canalizações do rés-do-chão.....	19
Figura 17 - Planta de canalizações do 1.º andar	19
Figura 18 - Plano águas pluviais	22
Figura 19 - Planta Garagem	23
Figura 20 - Planta rés-do-chão	24
Figura 21 - Planta 1.º andar	24
Figura 22 - Pormenor do tipo de isolamento	25

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores de cálculo para betão o normal.....	10
Tabela 2 - Valores de cálculo para madeira resinosa.....	12
Tabela 3 - Valores de cálculo para madeira lamelada colada	13
Tabela 4 – Caudal de cálculo Q_c	20
Tabela 5 – Compatibilidade de materiais	21

1. Introdução

O presente relatório respeita a um estágio profissional de duração de 5 meses para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ano letivo 2020/2021.

O estágio visa consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Mestrado em Engenharia Civil, aplicando-os em contexto de trabalho real e permitindo a aquisição de novos conhecimentos e competências que só o exercício profissional possibilita. No meu caso em particular destaco os conhecimentos adquiridos ao longo dos primeiros anos de uma carreira internacional com especial enfoque na experiência adquirida no gabinete de engenharia “Bosson Ingénieurs” na Suíça, instituição na qual me encontro a trabalhar à data do presente relatório. Espero que vos amplifique a visão relativamente às diferentes abordagens que a nossa profissão pode ter.

Objetivos do relatório:

- i) Consolidar os conhecimentos adquiridos através da sua aplicação diária na prática e no quotidiano do exercício da profissão de engenheiro civil;
- ii) Consciencializar para o facto de que diferentes condições ambientais levam à utilização de materiais construtivos e técnicas diferentes;
- iii) Partilhar a experiência adquirida relativamente a algumas das ferramentas e dos diferentes processos nas fases de um projeto;
- iv) Criar e desenvolver um sentido de responsabilidade pela profissão.

O relatório encontra-se estruturado em cinco capítulos, 1. Introdução, 2. Entidade de acolhimento, 3. Programa de estágio, onde serão abordados temas como os tipos de edifícios habitacionais mais comuns e os tipos de materiais de construção utilizados na Suíça, 4. Análise de uma moradia para reabilitação e por fim 5. Conclusão.

2. Entidade de Acolhimento

BOSSON INGENIEURS SA CONSEIL

- Diretor sénior: Yves Bosson
- Diretor de operações: Jean-Yves Bosson
- Início de atividades: 1978
- Sector de atividades: Edifícios de habitação, vias de comunicação e canalizações.
- Engenheiros civis: Yves Bosson, Jean-Yves Bosson, Jean-Philippe Rocha, Tiago Silva, Suvakar Arumugam
- Secretariado: Inês Costa e Nathalie Jaussi
- Estagiários: Jeremy Rapin, Fabien Mornod, Michael Guisolan, Christ Davet, Remi Crausaz
- Sector agrícola: Expansão do sector de atividades em 1994.
- ISSO 9001: Sistema de gestão e de qualidade normativo depois de 1999.
- Experiência: 43 anos.

Foi em 1978 que o engenheiro Yves Bosson se instalou em Romont. Nesse preciso momento o mundo da construção tinha acabado de emergir da crise económica devido ao choque do petróleo. Progressivamente, surge um desenvolvimento nas áreas de engenharia civil e da construção em geral, nomeadamente nas vias de comunicação, o que permitiu o crescimento do escritório.

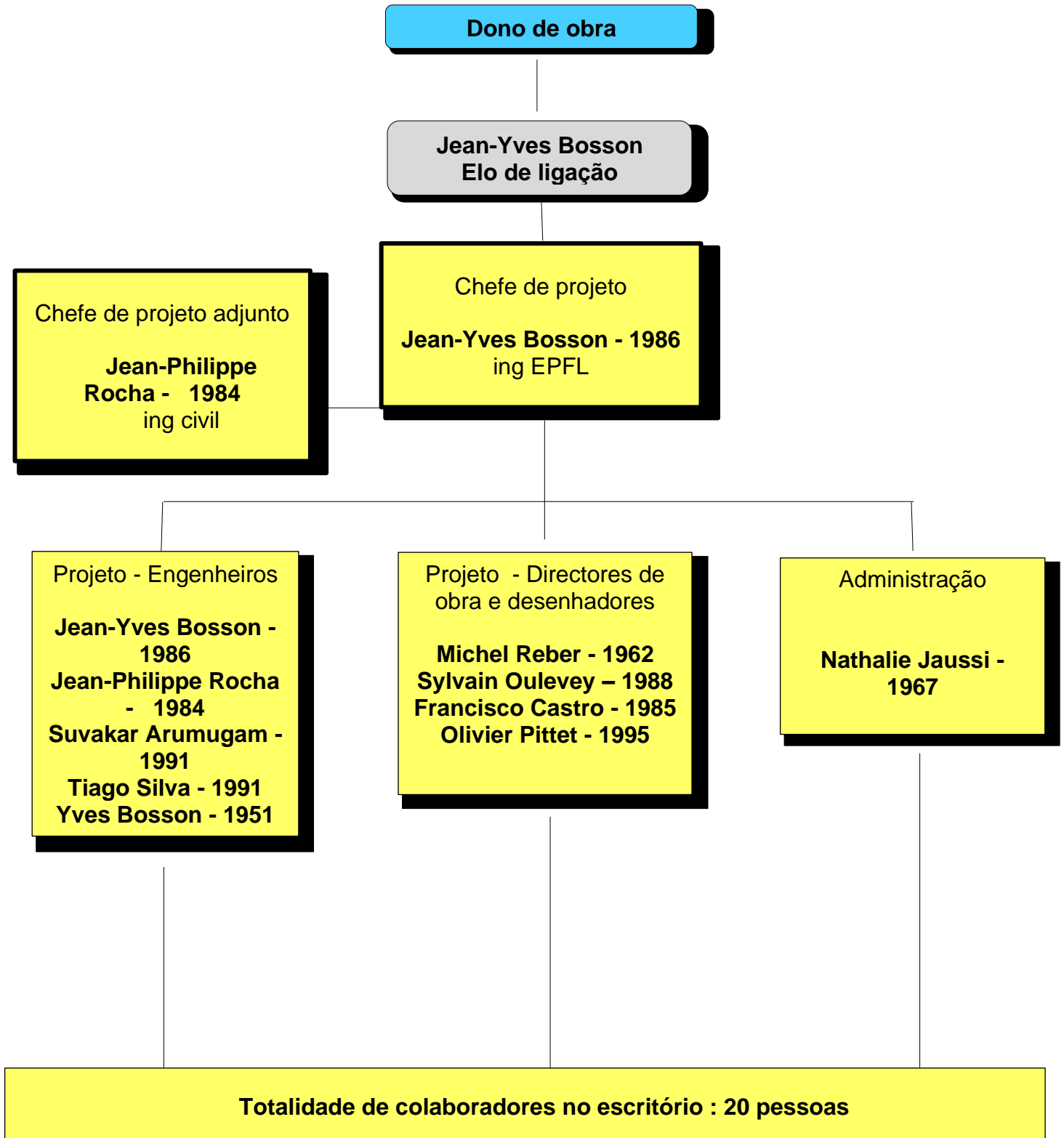
O início das atividades ligadas a construções rurais surgem em 1994 juntamente com todo o tipo de conexão com o meio ambiente. Entre 1998 - 1999 um novo sistema de gestão da qualidade baseado na norma ISO 9001 foi integrado na empresa.

A partir de 2002, as prestações de serviço foram organizadas por níveis e o cliente tem a possibilidade de escolher o tipo de serviço e níveis de qualidades pretendidos baseados na lista dos proporcionados pela empresa. Ver Anexo A.

A empresa está equipada de vários programas e instrumentos que permitem a otimização e aperfeiçoamento dos projetos. Um programa para a elaboração dos mapas de quantidades foi desenvolvido internamente permitindo dessa forma a decomposição detalhada de cada elemento presente num edifício.

O diretor atual Jean-Yves Bosson engenheiro graduado pela EPFL continua a desenvolver as prestações da empresa e de todos os programas e sistemas informáticos.

ORGANIGRAMA DA EMPRESA



Contrôle qualité ISO 9001 :
Programme informatique, calculs :
Suivi et contrôles finaux :
Programme pour fouilles et travaux spéciaux :
Equipement de terrain :

M. Yves BOSSON, ing. EPF REG
M. Jean-Yves BOSSON, ing. EPF
M. Jean-Yves BOSSON, ing. EPF
DC Software
GPS Leica, théodolite avec laser + photos

3. Programa de estágio

Depois da descrição e apresentação da estrutura da empresa de acolhimento, será aprofundado neste capítulo o tipo de estruturas mais comuns no mercado suíço, as metodologias de trabalho utilizadas neste gabinete e o tipo de órgãos públicos envolvidos e facilitadores de licenças de construção.

3.1. Tipos de edifícios habitacionais

Na Suíça é claramente visível como a geografia e as baixas temperaturas atingidas no inverno condicionam o tipo de construção. De um lado os materiais utilizados, onde a utilização da madeira representa um papel quase principal, por outro lado, os esforços feitos ao nível dos detalhes construtivos e dos acabamentos para limitar quaisquer pontes térmicas que conduzam o frio ao interior dos edifícios.

3.1.1. Moradias unifamiliares

Na grande parte dos casos e devido ao preço elevado dos terrenos nesta região da Europa, as moradias unifamiliares são compostas por um piso enterrados, que serve na generalidade como garagem e arrumos, rés-do-chão e 1.º andar. Neste caso em particular o piso enterrado é um apartamento independente da moradia como forma de rentabilizar ainda mais o espaço.

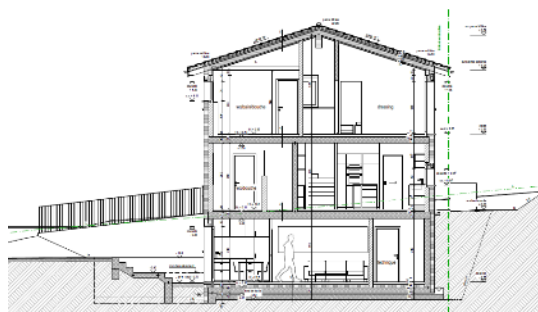


Figura 1 - Corte moradia unifamiliar [1]

Tem como elementos estruturais, um ensoleiramento geral, muros de contenção de terras no subsolo e no acesso ao apartamento isolado e um “pare-gel” - elemento usado para impedir o congelamento do solo de suporte limitando assim as deformações na estrutura. Nos andares superiores a maior parte dos muros são em alvenaria de barro portante com a presença isolada de muros em betão armado nas zonas de maior solicitação. A cobertura é feita em estrutura de madeira C24 ou GL24h.

3.1.2. Imóveis multifamiliares

Na categoria dos imóveis multifamiliares será apresentado um edifício 100% de habitação, com três apartamentos e uma cobertura verde, um edifício de seis apartamentos com função habitacional e turística com uma cave de exposição e degustação de vinhos, também com cobertura em madeira, esta com uma inclinação que varia entre os 40° e 14° e um edifício de vinte apartamentos, com dois andares enterrados e um andar reservado ao comércio.

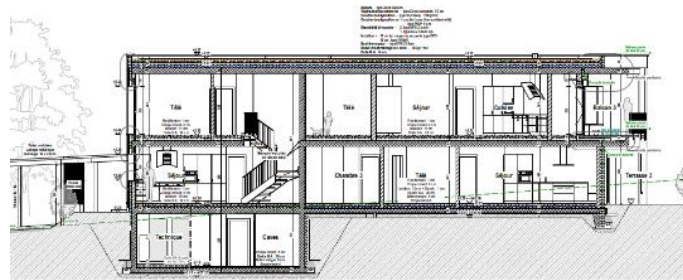


Figura 2 - Corte imóvel de 3 apartamentos [2]

O edifício apresentado é ligeiramente maior do que uma moradia unifamiliar, tem os mesmos elementos estruturais e normalmente é construído por empresas com uma infraestrutura semelhante. As coberturas verdes e as varandas são na generalidade as maiores diferenças. A cobertura pode ser acessível ou não, neste caso não é. A vegetação tem como principal função a proteção da tela asfáltica contra a exposição direta ao sol e as grandes variações de temperatura. Noutros casos é usada uma camada de 10cm de gravilha. O escritório “Bosson Ingénieurs” tem como política obrigatória a implementação de uma inclinação de 3% nas coberturas planas para evitar águas paradas e problemas de infiltração precoces. Quanto às varandas, introduzem um novo tipo de detalhe construtivo no edifício para cortar a ponte térmica entre o betão no exterior e o betão no interior.

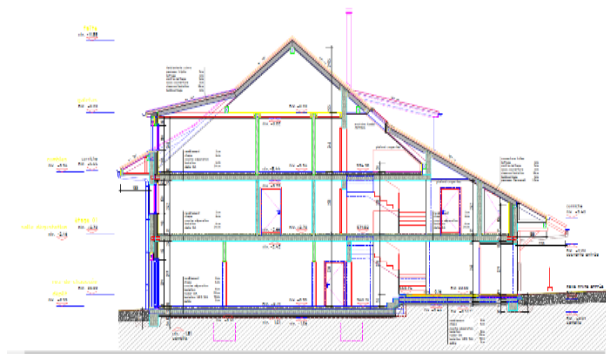


Figura 3- Corte imóvel de 6 apartamentos [3]

Com uma arquitetura puramente regional de chalé de montanha, o edifício da figura 3 tem como principal característica a sua cobertura com elevada inclinação para impedir a acumulação de neve durante a temporada de inverno. Neste caso em particular, o edifício encontra-se a um nível relativamente baixo mas uma vez que está inserido num contexto de produção vínica e de exploração turística, é apresentado como um edifício tipicamente suíço.

No exemplo da figura 4 é apresentado o corte de um edifício com algumas particularidades ao nível da construção. A parcela onde foi construído situa-se num centro urbano, fazendo frente de dois lados com estrada e com os restantes lados com edifícios multifamiliares. O maior desafio foi ao nível da escavação, onde se ponderou a necessidade de medidas especiais de contenção de terras como paredes de betão projetado com pregagens ou a introdução no solo de estacas pranchas.



Figura 4 - Corte imóvel de 20 apartamentos [4]

Tratando-se de uma região em que o engenheiro mais experiente da empresa já tinha construído, conhecendo assim a qualidade e o tipo de solo, foi optada por uma medida de contenção mais rentável.

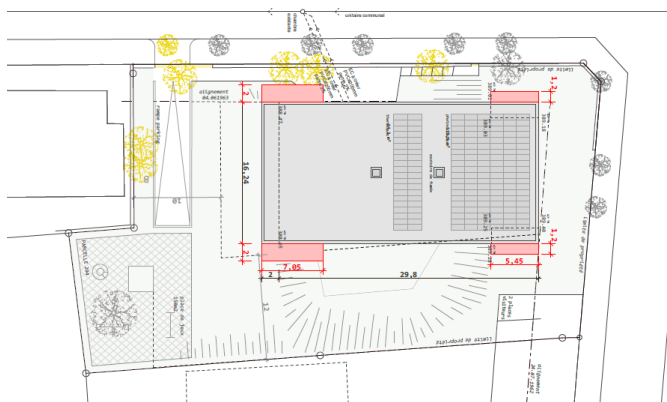


Figura 5 - Vista em planta do edifício [4]

Fora instalados blocos de contenção na base do talude de desaterro ajudando este a manter a sua integridade e inclinação (45°), permitindo o espaço necessário para a construção do ensoleiramento geral. Foram instalados nos blocos selos para medir as deformações. De notar que o terreno continha uma grande quantidade de gravilhas permitindo a drenagem das águas por detrás dos blocos. Assim que foi betonada a primeira laje com cota superior à da estrada e efetuada a presa do betão, deu-se início à remoção dos blocos e ao aterro em volta da estrutura.



Figura 6 - Blocos de contenção de terras [4]

3.2. Detalhes construtivos e materiais

Após a introdução dos tipos de edifícios residenciais, neste subcapítulo serão apresentados os materiais e os detalhes construtivos estruturais mais comuns na construção da região.

3.2.1. Pare-gel

O pare-gel é um elemento estrutural em betão armado utilizado apenas em regiões com risco de neve e gelo. Durante o inverno é natural que a camada do solo em contacto com a atmosfera congele. Dependendo das regiões esta camada pode variar entre 80 cm e 120 cm [7], dimensões estas que definem a altura do pare-gel. Este elemento fica situado na periferia do ensoleiramento geral, formando uma barreira contra o gelo do exterior e garantindo um apoio a uma profundidade onde não ocorrem ciclos de gelo e degelo (variações de volume), garantindo desta forma a estabilidade e limitando as deformações na estrutura.

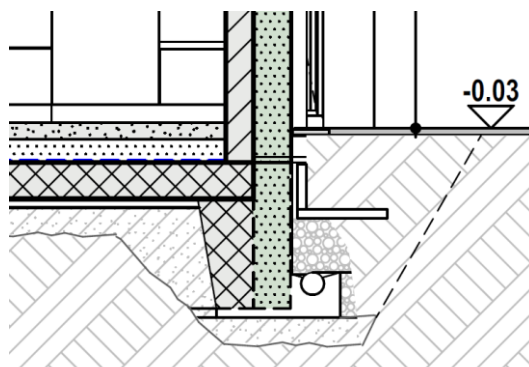
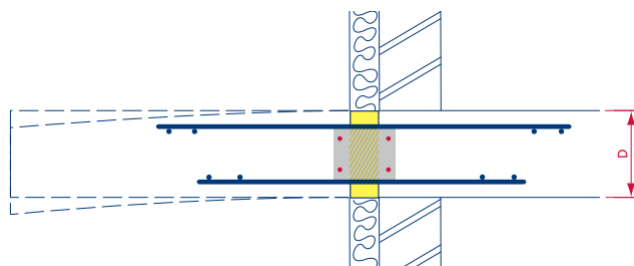


Figura 7 - Pare-gel [5]

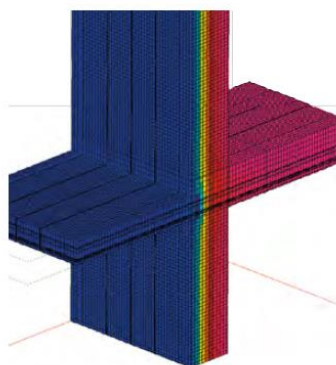
3.2.2. Consola isolante

As consolas isolantes são elementos estruturais resistentes ao momento e ao esforço transversal utilizados especificamente nas varandas ou em elementos em consola ligados à estrutura principal do edifício. A sua principal função é cortar a condutibilidade térmica do betão impedido a penetração do frio na envolvente térmica do edifício.

**Figura 8 - Consola isolante [6]**

As consolas têm na sua constituição armadura resistente à flexão na parte superior e barras de compressão na parte inferior equivalentes à resistência do betão substituído pelo isolamento representado a amarelo na figura 8. É necessária especial atenção no cálculo da deformação da varanda uma vez que ela é agravada com a utilização destes elementos. Em muitos casos é dada uma contra flecha na extremidade da varanda.

Na figura 9 é representado o cálculo tridimensional dos coeficientes de condução térmica numa união típica varanda com a restante estrutura. Não existe qualquer penetração da cor azul escura na envolvente vermelha da imagem que representa o interior aquecido do edifício.

**Figura 9 - Representação tridimensional ligação varanda-estrutura [6]**

3.2.3. Pistons

Os pistons são barras em aço inox com 20mm de diâmetro que se aplicam em situações de eliminação de pontes térmicas apenas com esforço transversal e também por questões estruturais onde há a necessidade de libertar um elemento que admite deformações de um fixo. São muito comuns na união entre muros de contenção de terras e as fachadas dos edifícios permitindo que os muros sofram movimentos sem fissurar os elementos da fachada do edifício.

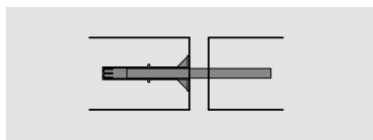


Figura 10 - Piston “CRET-10” [7]

3.2.4. Betão

O betão mais comumente utilizado em edifícios para habitação na Suíça é o C30/37. É utilizado também nas construções rurais onde a classe de exposição é a mais alta devido ao contacto com elementos tóxicos como o estrume. Para situações de exposição elevada como no caso das fossas, é obrigatório um recobrimento de 40mm da armadura, nos restantes casos é utilizado um recobrimento mínimo de 30mm.

Béton	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C .../...
f_{cd} [N/mm ²]	8,0	10,5	13,5	16,5	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	éq. (2)
$\bar{\tau}_{cd}$ [N/mm ²]	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,25	1,35	1,40	éq. (3)
ϵ_{c1d} [-]	0,002									
ϵ_{c2d} [-]	0,003									

Tabela 1 - Valores de cálculo para betão o normal

A restrição mais recorrente na utilização do betão como material é a temperatura baixa no período do inverno, que impede a sua cura. Por isso todas as atividades que envolvam betonagem a céu aberto são paradas até à subida das temperaturas na época primaveril. Como regra geral, o tratamento adequado de cura do betão deve ser feito em temperaturas que variam entre os +10°C e os +25°C. [5]

Através de adjuvantes de presa mais rápida ou de sistemas de cofragem aquecida são feitas betonagens em temperaturas inferiores às referidas não sendo aconselhável descer os +1°C.

Tanto a ausência de calor como o excesso são prejudiciais para a correta cura do betão. Na próxima imagem é apresentado o exemplo de um ensoleiramento geral assente sobre estacas num terreno muito argiloso.



Figura 11 - Ensoleiramento geral assente em estacas

No exemplo da figura 11, é apresentada uma infraestrutura de armazenamento de estrume a céu aberto para o estabelecimento penitenciário de Orbe, de que assegurei a direção de obra. É uma infraestrutura com uma classe de exposição alta (XC4) e um grande risco de contaminação do solo através da matéria orgânica poluente. Está ainda sujeita a processos de gelo e degelo frequentes. Dada a natureza da sua utilização, o betão desta infraestrutura deve garantir a estanquidade por completo, devendo, para isso, estar livre de fissuras ou de qualquer tipo de defeitos que comprometa o seu comportamento.

No lado esquerdo da figura é possível observar um processo de delaminação superficial do ensoleiramento geral que surgiu após a passagem do helicóptero. As principais causas para a ocorrência da anomalia foram: a temperatura elevada, a humidade baixa (tratando-se do período de verão), o vento forte e a falta de uma camada de betão de limpeza. Nestas circunstâncias o tout-venant aplicado por cima da cabeça das estacas e o solo argiloso absorveram a água do betão de uma forma não esperada, o que conjugado com as restantes condições de betonagem provocaram a patologia observada. Um controlo da humidade mais atento através de regas esporádicas e uma camada de betão de limpeza entre o solo e o elemento estrutural teriam prevenido esta situação.

Como solução a superfície do ensoleiramento vai ser decapada até chegar à armadura superior e vai ser refeita uma camada de betão de 7 cm de espessura.

3.2.5. Madeira

A madeira é um recurso natural bastante apreciado e utilizado na Suíça. Apesar da sua grande utilização, a exploração é feita de forma muito consciente. A floresta cobre um terço da superfície do país [9] com 1,26 milhões de hectares, equivalentes a 427 milhões m³ de madeira bruta. Por ano esta floresta cresce naturalmente a uma taxa de 10 milhões m³ sendo que apenas são extraídos 5 milhões m³.

Classes de résistance			Résineux					Chêne Hêtre	
			C20	C24	C27	C35 ⁴⁾	C45 ⁴⁾	D30	
Propriétés caractéristiques ¹⁾									
–	Résistance en flexion	$f_{m,k}$	N/mm ²	20	24	27	35	45	30
–	Module d'élasticité moyen en flexion	$E_{m,mean}$	kN/mm ²	9,5	11	12	13	15	10
–	Densité apparente	ρ_k	kg/m ³	330	350	370	400	440	530
Valeurs de calcul ¹⁾									
Résistance	Flexion	$f_{m,d}$	N/mm ²	12	14	16	23	30	17
	Traction parallèle aux fibres	$f_{t,0,d}$	N/mm ²	7 ³⁾	8	9,5	14	18	10
	Comp. parallèle aux fibres	$f_{c,0,d}$	N/mm ²	11	12	13	17	18	13
	Traction perpen. aux fibres	$f_{t,90,d}$	N/mm ²	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	Comp. perpen. aux fibres	$f_{c,90,d}$							
	– en général		N/mm ²	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	5,3
	– avec un avant-bois ^{5) 6)}		N/mm ²	2,2 (2,8)	2,3 (2,9)	2,5 (3,1)	2,7 (3,3)	2,9 (3,7)	7,0
	– appui d'extrémité ⁶⁾		N/mm ²	1,7 (2,8)	1,8 (2,9)	1,9 (3,1)	2,0 (3,3)	2,2 (3,7)	5,3
	Contrainte tangentielle	$f_{v,d}$	N/mm ²	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	2,0
Déformation	$E_{0,mean}$ parallèle aux fibres ²⁾	$\left. \begin{matrix} E_{m,mean} \\ E_{t,0,mean} \\ E_{c,0,mean} \end{matrix} \right\}$	kN/mm ²	9,5	11	12	13	15	10
	$E_{90,mean}$ perpen. aux fibres ²⁾	$\left. \begin{matrix} E_{t,90,mean} \\ E_{c,90,mean} \end{matrix} \right\}$	kN/mm ²	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6
	Module de cisaillement ²⁾	G_{mean}	kN/mm ²	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	1,0
¹⁾ Toutes les propriétés et les valeurs de calcul correspondant à une teneur en eau de 12%. ²⁾ Le fractile 5% est défini par les $2/3$ de la valeur moyenne. ³⁾ Pas admis pour des barres tendues. ⁴⁾ Pour ces classes (triées mécaniquement), il faut vérifier qu'elles sont disponibles sur le marché. ⁵⁾ L'avant-bois doit dépasser de 100 mm de chaque côté, sinon prendre la valeur «en général». ⁶⁾ La valeur supérieure (entre parenthèses) n'est admissible que si les déformations qui en résultent sont sans conséquence sur le comportement de l'élément porteur.									

Tabela 2 - Valores de cálculo para madeira resinosa

Na classe das madeiras resinosa, o tipo C24 é o mais utilizado para as estruturas menos exigentes e de vão mais pequenos (até 6-8m), como é o caso das moradias e da maior parte dos edifícios habitacionais. Neste estado, a madeira é mais suscetível a variações de volume/deformações e tem uma resistência ligeiramente menor comparada aos lamelados colados. As BLC (bois lamellé collé) são maioritariamente utilizadas em pontes pedonais, ou em coberturas de armazéns com vãos que podem atingir os 16m. O tipo mais recorrente é o GL24h.

Classes de résistance			BLC normal				BLC haute qualité ⁵⁾	
			GL24k	GL24h	GL28k	GL28h	GL36k	GL36h
Propriétés caractéristiques ¹⁾								
– Résistance en flexion $f_{m,k}$ N/mm ²			24	24	28	28	36	36
– Module d'élasticité moyen $E_{m,mean}$ kN/mm ²			11	11	12	12	14	14
Valeurs de calcul ¹⁾								
Résistance	Flexion $f_{m,d}$ N/mm ²		16	16	18,5	18,5	24	24
	Traction parallèle aux fibres $f_{t,0,d}$ N/mm ²		10	12	12	14	16	18
	Comp. parallèle aux fibres $f_{c,0,d}$ N/mm ²		13	14,5	16	17	18	20,5
	Traction perpen. aux fibres $f_{t,90,d}$ N/mm ²		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Comp. perpen. aux fibres $f_{c,90,d}$ N/mm ²		1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2
	– en général		1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2
	– avec avant-bois ^{3) 4)}		2,5 (4,0)	2,5 (4,0)	2,7 (4,3)	2,7 (4,3)	3,0 (4,7)	3,0 (4,7)
	– appui d'extrémité ⁴⁾		2,5 (4,0)	2,5 (4,0)	2,7 (4,3)	2,7 (4,3)	3,0 (4,7)	3,0 (4,7)
Contrainte tangentielle $f_{v,d}$ N/mm ²		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
Déformation	$E_{0,mean}$ parallèle aux fibres ²⁾	$\left. \begin{matrix} E_{m,mean} \\ E_{t,0,mean} \\ E_{c,0,mean} \end{matrix} \right\}$ kN/mm ²	11	11	12	12	14	14
	$E_{90,mean}$ perpen. aux fibres ²⁾	$\left. \begin{matrix} E_{t,90,mean} \\ E_{c,90,mean} \end{matrix} \right\}$ kN/mm ²	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
	Module de cisaillement ²⁾	G_{mean} kN/mm ²	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Densité apparente ρ_k kg/m ³			350	380	380	410	430	450
¹⁾ Toutes les propriétés et les valeurs de calcul correspondant à une teneur en eau de 12%. ²⁾ Le fractile 5% est défini par le 85% de la valeur moyenne. ³⁾ L'avant-bois doit dépasser de 100 mm de chaque côté, sinon prendre la valeur «en général». ⁴⁾ La valeur supérieure (entre parenthèses) n'est admissible que si les déformations qui en résultent sont sans conséquence sur le comportement de l'élément porteur. ⁵⁾ Pour ces classes (triées mécaniquement), il faut vérifier qu'elles sont disponibles sur le marché.								

Tabela 3 - Valores de cálculo para madeira lamelada colada

A madeira tem um papel fundamental na construção dos edifícios, especialmente aqueles que estão situados na montanha a uma grande altitude. Isto porque a madeira é abundante nestas regiões, porque permite uma maior rapidez na execução do que o betão, e ainda por poder ser aplicada mesmo quando as temperaturas começam a baixar para valores onde o betão já não faz cura. Desta forma, o betão é utilizado para a estrutura enterrada do edifício (caves e muros do rés-do-chão) durante o período primaveril e o resto da estrutura é concluída em madeira, permitindo o fecho até à cobertura antes do inverno chegar.

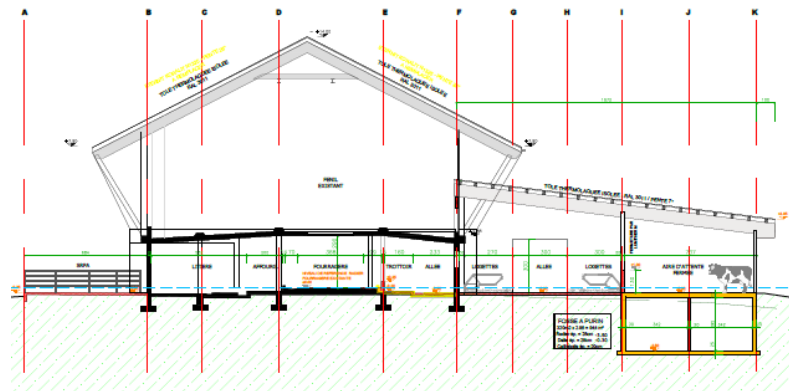


Figura 12 – Corte de edifício de exploração agrícola com 16 de vão

3.3. Legislação e órgão públicos

3.3.1. SIA

Ao nível normativo do dimensionamento de estruturas em edifícios, a SIA [8] – “*Société des ingénieurs et des architectes*” é a associação responsável pelo estudo, regulamentação e implementação de novas normas. “A Sociedade Suíça de Engenheiros e Arquitetos SIA é uma associação profissional de referência de especialistas em construção, técnicos e ambientais. Com mais de dezasseis mil membros ativos em todas as áreas de arquitetura e engenharia, a SIA representa uma rede interdisciplinar única cujo objetivo central é moldar o ambiente natural e construído na Suíça de acordo com altos padrões de sustentabilidade e qualidade.” [9] De facto é notória a importância dada à sustentabilidade na construção neste país no que respeita às contaminações do solo, do ar, dos lençóis freáticos, do ruído e na gestão dos resíduos produzidos. No anexo B está presente uma tabela com a enumeração das normas existentes em vigor lançadas entre o ano de 1977 e 2010.

3.3.2. FRIAC

O FRIAC é o órgão público responsável pela emissão das licenças de construção em Friburgo. Todos os cantões têm o seu órgão correspondente. No meu caso apenas trabalhei diretamente com o FRIAC. Todos os planos arquitetónicos têm de ser enviados para aprovação primeiramente pelo órgão público e depois pelos habitantes diretamente afetados através de uma publicação na “*Feuille officielle du canton de Fribourg*” – a página oficial do cantão de Friburgo, que se assemelha ao nosso Diário da República. Normalmente é o arquiteto o responsável pelo contacto e pela submissão dos planos com o FRIAC. No anexo B é possível consultar um exemplar.



Figura 13 - Implantação de edifício para aprovação

Na figura 13 é apresentada a implantação com estacas de uma futura construção. Cada publicação na “Folha Oficial” é acompanhada pela respetiva representação dimensional na parcela para fácil identificação das partes afetadas.

3.4.Fases do projeto

1. Anteprojeto
2. Projeto preliminar
3. Avaliação pública
4. Pré dimensionamento
5. 1ª Fase mapas de quantidades
6. Dimensionamento e planos de execução
7. 2ª Fase mapas de quantidades. Contrato
8. Execução dos trabalhos
9. Receção
10. Fecho de contas

Anteprojecto: Convenção de utilização, registo fotográfico, levantamento topográfico, levantamento de edifícios existentes, conceção do projeto com o dono de obra, planeamento territorial e emissão das primeiras plantas de situação, fachadas e um corte característico.

Projeto preliminar: Pedido de autorização preliminar ao planeamento territorial (FRIAC), alterações nos planos, cortes e fachadas, implantação das cotas das fachadas no terreno e primeiro orçamento ao m3.

Avaliação pública: Planos definitivos, formulários de aplicação para pedido de licença de construção, plano de arranjos exteriores, plano de defesa contra incêndio, relatórios de presença de amianto ou de metais pesados, cálculo térmico, desenhos 3D e oposições.

Pré-dimensionamento: Otimização estrutural, definição de tipos de materiais, espessuras, funções e controlo de flechas.

1ª Fase mapas de quantidades: Elaboração dos diferentes tipos de mapas de quantidades e envio a pelo menos 3 empresas diferentes para comparação.

Dimensionamento e planos de execução: Planos arquitetónicos de execução à escala 1:50. Cálculo estrutural e elaboração dos planos de armamento à escala 1:50.

2ª Fase mapas de quantidades: Elaboração dos mapas de quantidades finais sujeitos a alguma alteração durante o dimensionamento. Escolha do tipo de contrato. Montante fixo ou com base em medições.

Execução dos trabalhos: Distribuição dos planos de execução, organização de reunião de início de construção com todos os envolventes públicos e privados. Reuniões semanais de planeamento e organização.

Recepção: Avaliação da qualidade do estado final da obra e verificação da conformidade com a convenção de utilização.

Fecho de contas: Pagamentos finais e garantias bancárias.

4. Análise de moradia para reabilitação

Neste capítulo é analisada uma moradia familiar T8 em Fátima para reabilitação. Todos os elementos estruturais foram mantidos sem alterações, mas a rede de esgotos e de águas pluviais foram requalificados. A rede de abastecimento de águas foi desenvolvida de raiz. O projeto não contempla rede de gás pois a moradia foi concebida para funcionar 100% a energia elétrica. Neste contexto o quadro elétrico teve de ser substituído mas a generalidade da rede elétrica estava em boas condições pelo que foi aproveitada.

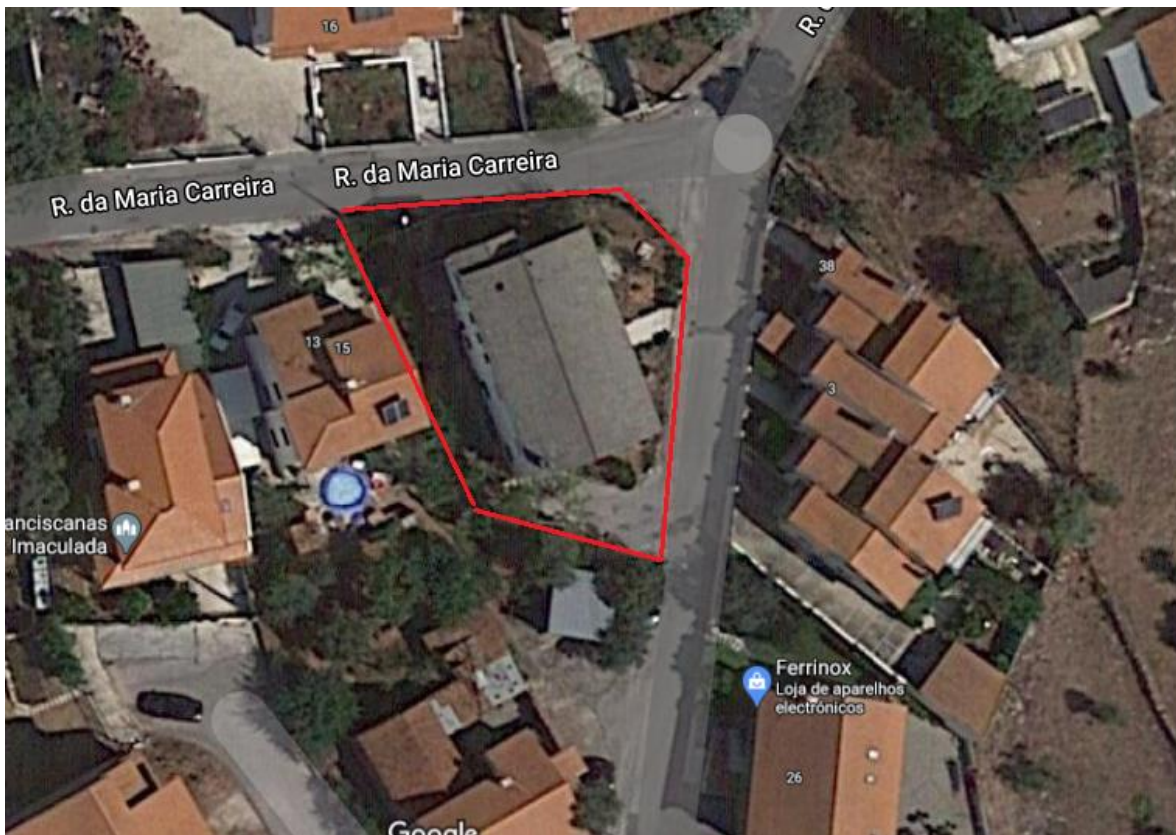


Figura 14 - Vista em planta Moradia T8 em Fátima

Construída no ano de 1979, tem como sistema estrutural pilares e vigas em betão armado apoiados em fundações isoladas. As lajes de pavimento e de cobertura são constituídas por abobadilhas e vigotas de betão armado pré esforçado. Ao nível das canalizações existem dois reservatórios de água onde atualmente são recolhidas as águas pluviais. Existe também uma fossa séptica que está ligada ao ramal público estando a funcionar como apenas caixa de visita.

4.1. Canalizações

Na rede de abastecimento de água está prevista uma ligação completamente nova a partir do ramal público que chega ao muro da fachada norte da moradia. O abastecimento será feito pelo chão encostado à parede até ao ponto mais distante que fica na garagem. Existem duas colunas, uma que abastece o 1º andar e outra que abastece o rés-do-chão. Dada a natureza da utilização da moradia e as grandes distâncias entre os vários pontos de abastecimento de água quente foram previstos dois termoacumuladores o mais próximo possível dos pontos a abastecer.

É importante referir que o uso de esquemas representativos elaborados à mão é feito deliberadamente. Esta é uma ferramenta utilizada pelo gabinete com o intuito de exaltar de forma mais eficiente a informação a transmitir, ao mesmo tempo que para nós, engenheiros, ao usarmos as nossas mãos para marcar as plantas retemos melhor os projetos na memória. Para finalizar, é uma ótima forma de criar empatia com os clientes e de humanizar a profissão que cada vez mais está dependente dos computadores tanto ao nível gráfico como ao nível de cálculo.

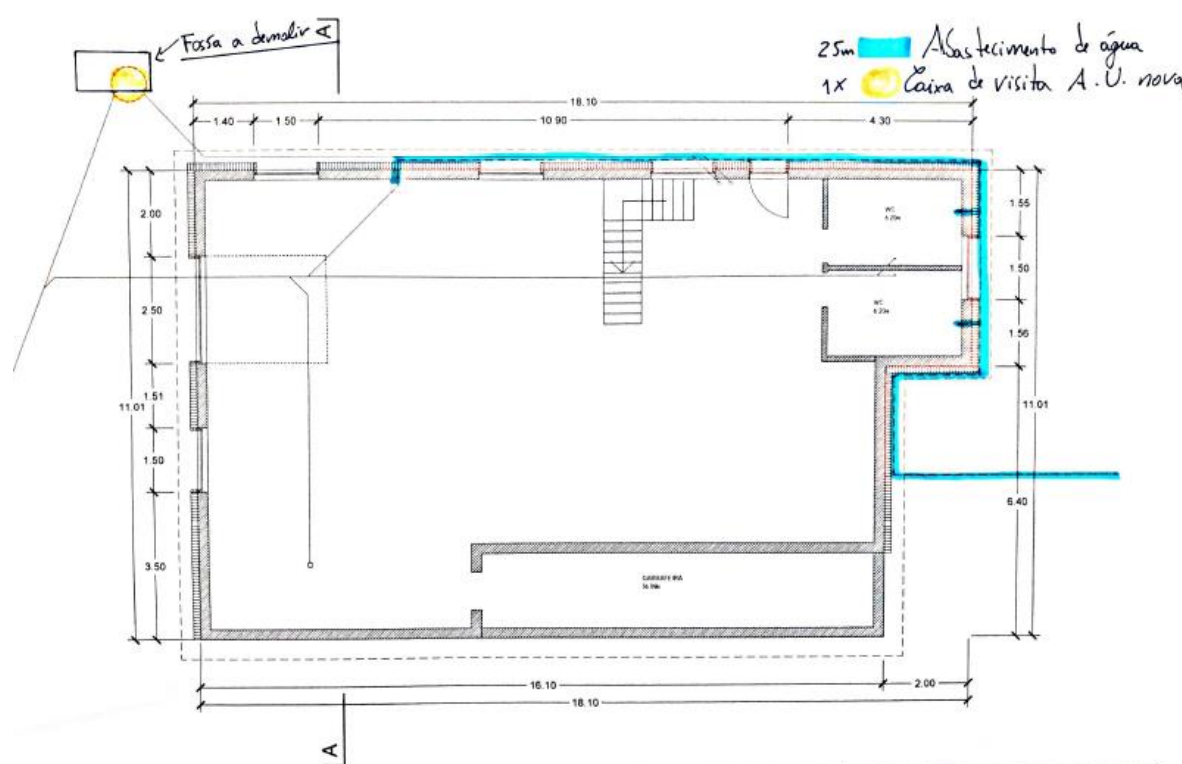


Figura 15 - Vista em planta Moradia T8 em Fátima

Na figura 15 é possível identificar a fossa séptica a demolir para substituição por uma caixa de visita.

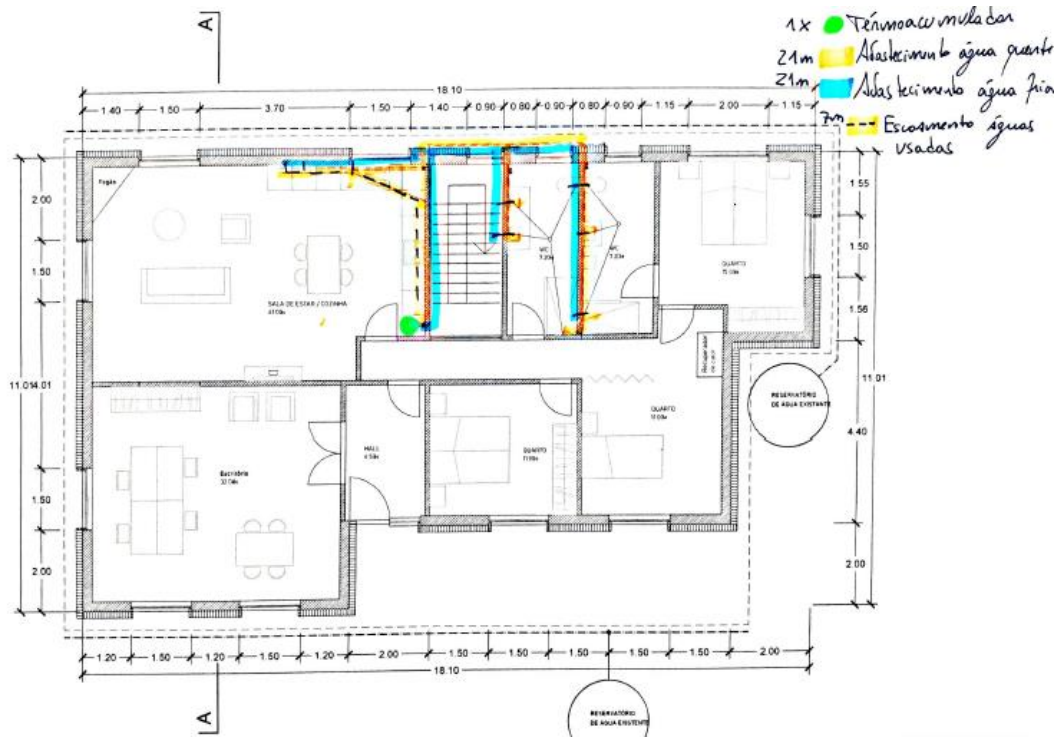


Figura 16 - Planta de canalizações do rés-do-chão

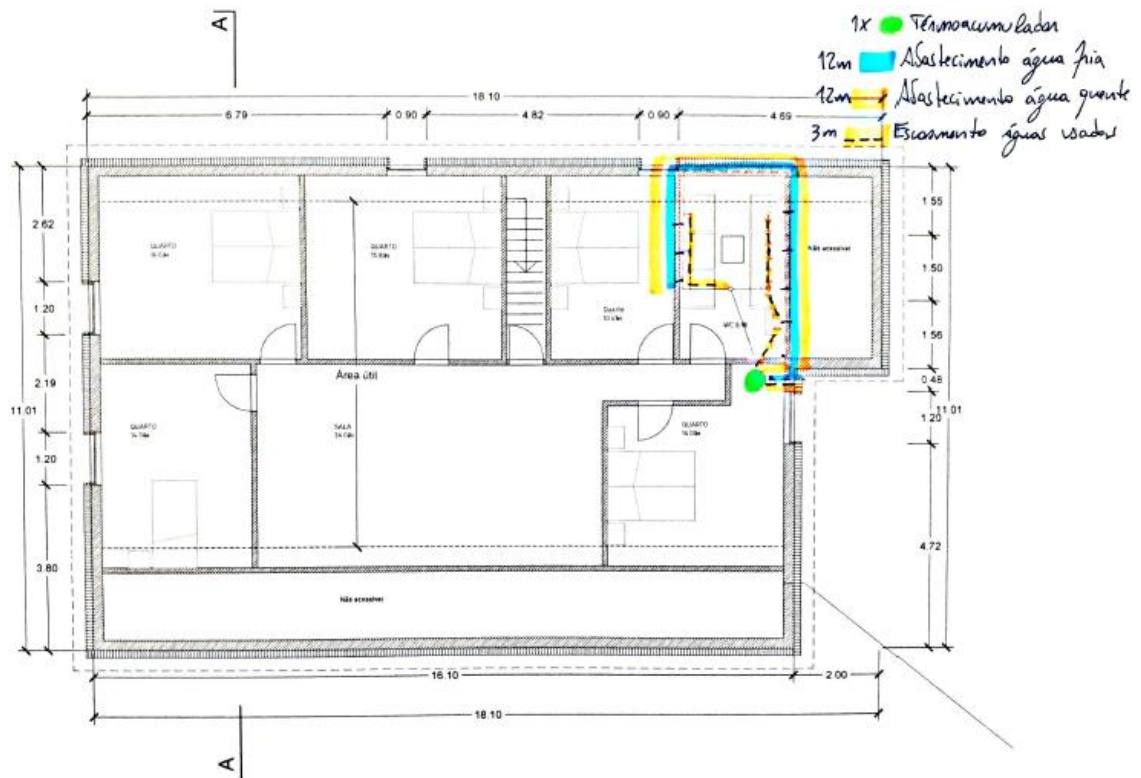


Figura 17 - Planta de canalizações do 1.º andar

Tabela 4 – Caudal de cálculo Qc

Piso	Nomenclatura	Número	Caudal (l/s)
Garagem			
Lavatório	Lv	1	0,10
Torneira de serviço	Ts	2	0,30
Rés-do-chão			
Lavatório	Lv	3	0,10
Chuveiro	Ch	2	0,15
Autoclismo	Br	2	0,10
Lava-louça	Ll	1	0,20
Máquina de lavar louça	Ml	1	0,20
Máquina de lavar roupa	Mr	1	0,15
Termoacumulador	-	1	
1.º Andar			
Lavatório	Lv	1	0,10
Autoclismo	Br	3	0,10
Chuveiro	Ch	3	0,15
Termoacumulador	-	1	
Caudal de cálculo	Qc		2,95

Dimensionamento de redes prediais [12]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_c \cdot 10^3}{\pi \cdot U}}$$

Em que:

- D – Diâmetro (mm)
- Qc – Caudal de cálculo (l/s)
- U – Velocidade de escoamento (m/s)

Foi utilizada uma velocidade de água de 1,5 m/s para a tubagem. As perdas de carga foram consideradas aumentando o diâmetro da tubagem necessário em 10%.

Tabela 5 – Compatibilidade de materiais

Material	Características	
	Água Fria	Água Quente
PEAD	PN16 para $\varnothing \leq 25\text{mm}$; PN10, para $\varnothing \geq 25\text{mm}$	Não Aplicável
PPR	PN20 para $\varnothing \leq 25\text{mm}$	PN20
PVC	PN16 para $\varnothing = 20\text{ mm}$; PP-R PN10, para $\varnothing > 20\text{mm}$	Não Aplicável
AÇO INOX	Sem restrição	Sem restrição
MEPLA	PN 10	PN 10
PEX	Sem restrição	Sem restrição
AÇO GALVANIZADO	Sem restrição	Sem restrição

Foi optado como material para a tubagem de água fria o PEAD PN10 e a MEPLA PN10 para a tubagem de água quente.

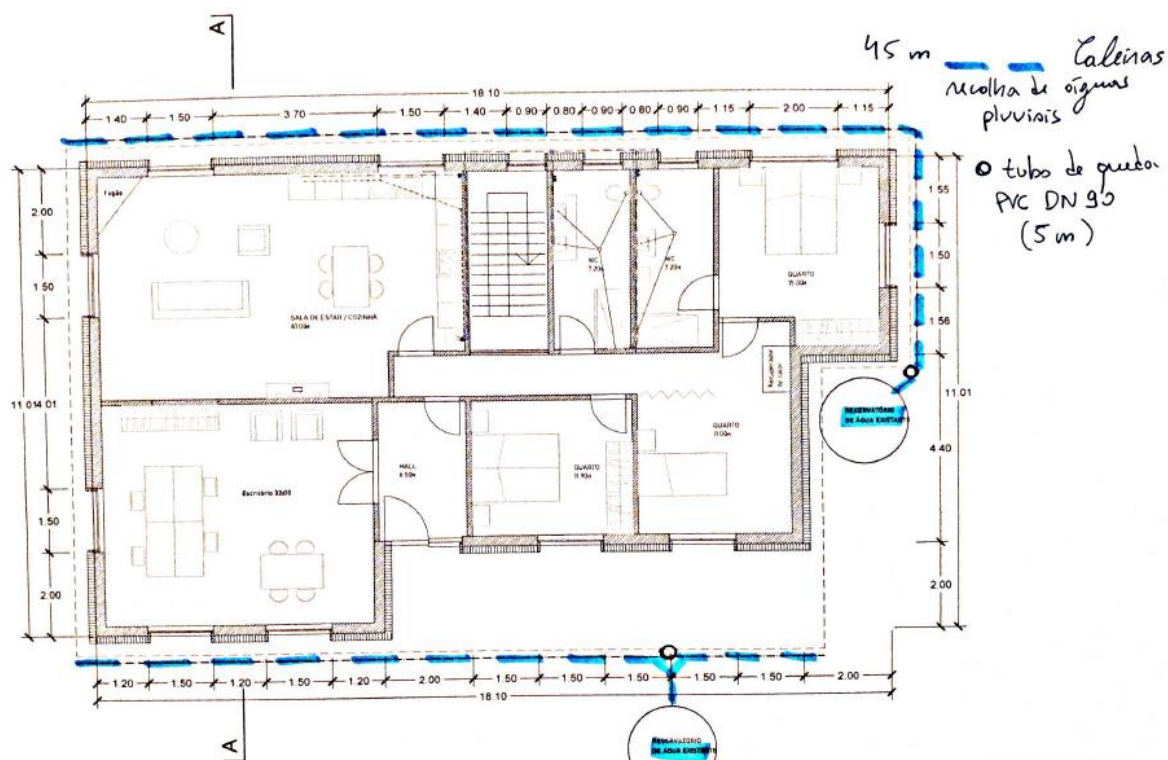


Figura 18 - Plano águas pluviais

Uma vez que já existem dois reservatórios com uma capacidade de aproximadamente 5000 litros cada para a recolha de águas pluviais, vai ser mantido o mesmo princípio. Apenas serão mudadas as caldeiras e as ligações aos reservatórios.

A rede de escoamento de águas usadas vai ser mantida, com a necessidade de um aumento da rede na cozinha e na casa de banho do 1.º andar devido ao acréscimo de equipamentos.

4.2.Arquitetura

Os principais objetivos deste projeto são o aumento do conforto assim como a proteção da infraestrutura garantindo assim a sua perenidade.

Intervenções arquitetónicas previstas:

- Isolamento periférico das fachadas e da laje de cobertura
- Substituição de telhas em cimento por telhas cerâmicas
- Substituição de alumínio por PVC em todas as caixilharias
- Substituição de vidros simples por vidros duplos com caixa-de-ar
- Aplicação de mosaico novo e de azulejo nas casas de banho e na cozinha
- Pinturas e barramentos em todas as paredes e tetos
- Demolição e reconstrução de parede com salitre no 1.º andar
- Execução de algumas paredes no rés-do-chão
- Substituição de todos os equipamentos sanitários
- Tratamento de portas interiores em madeira com substituição dos espelhos
- Execução de betonilha de regularização na garagem
- Aplicação de soalho em madeira maciça sob pavimento existente

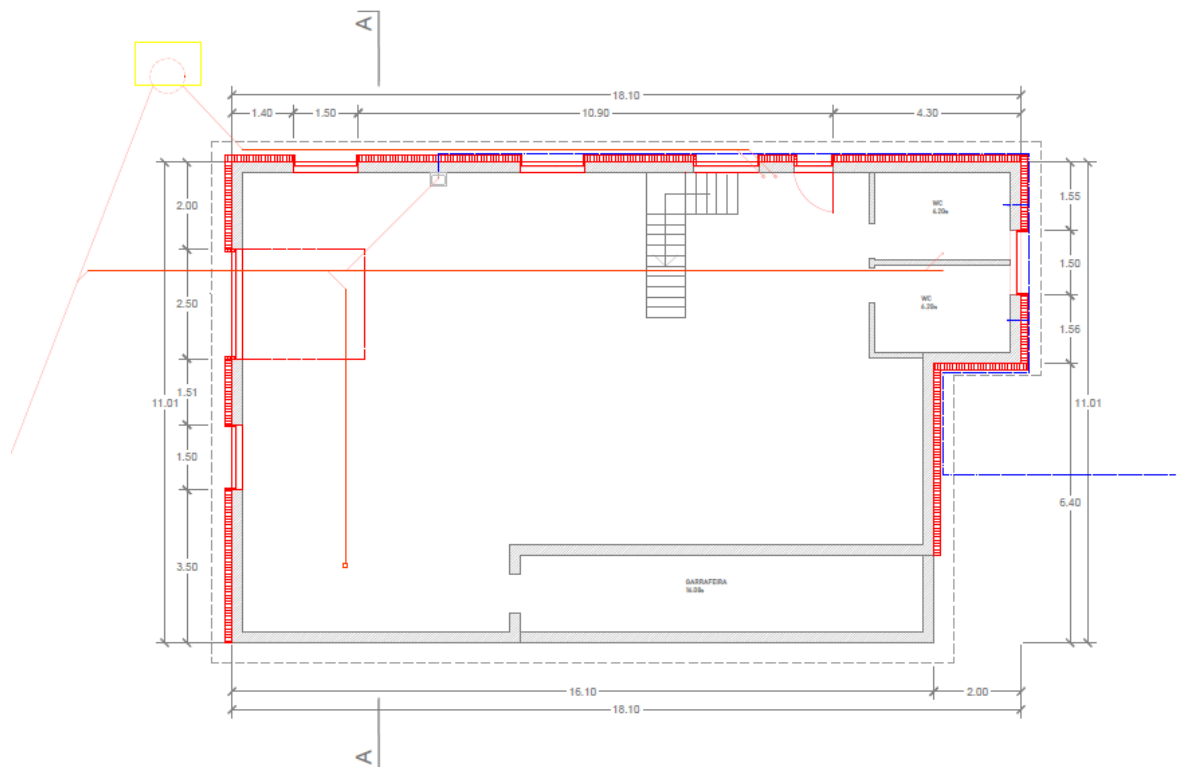


Figura 19 - Planta Garagem

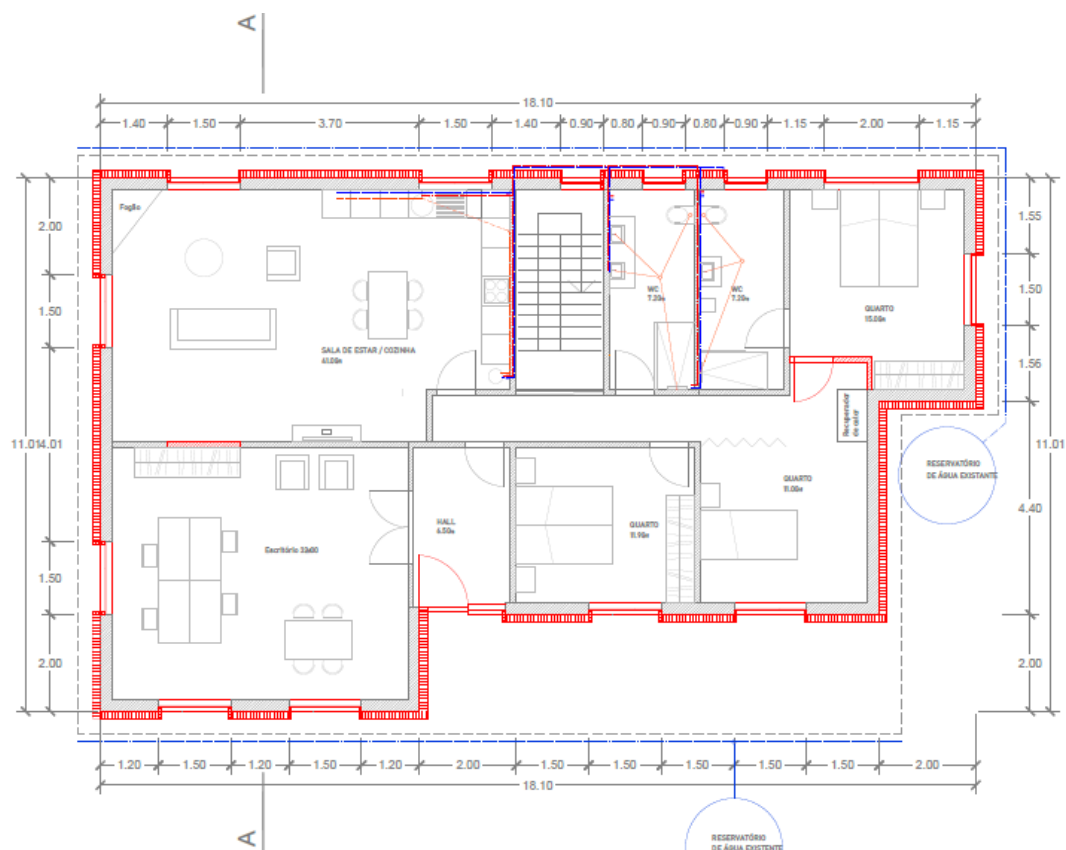


Figura 20 - Planta rés-do-chão

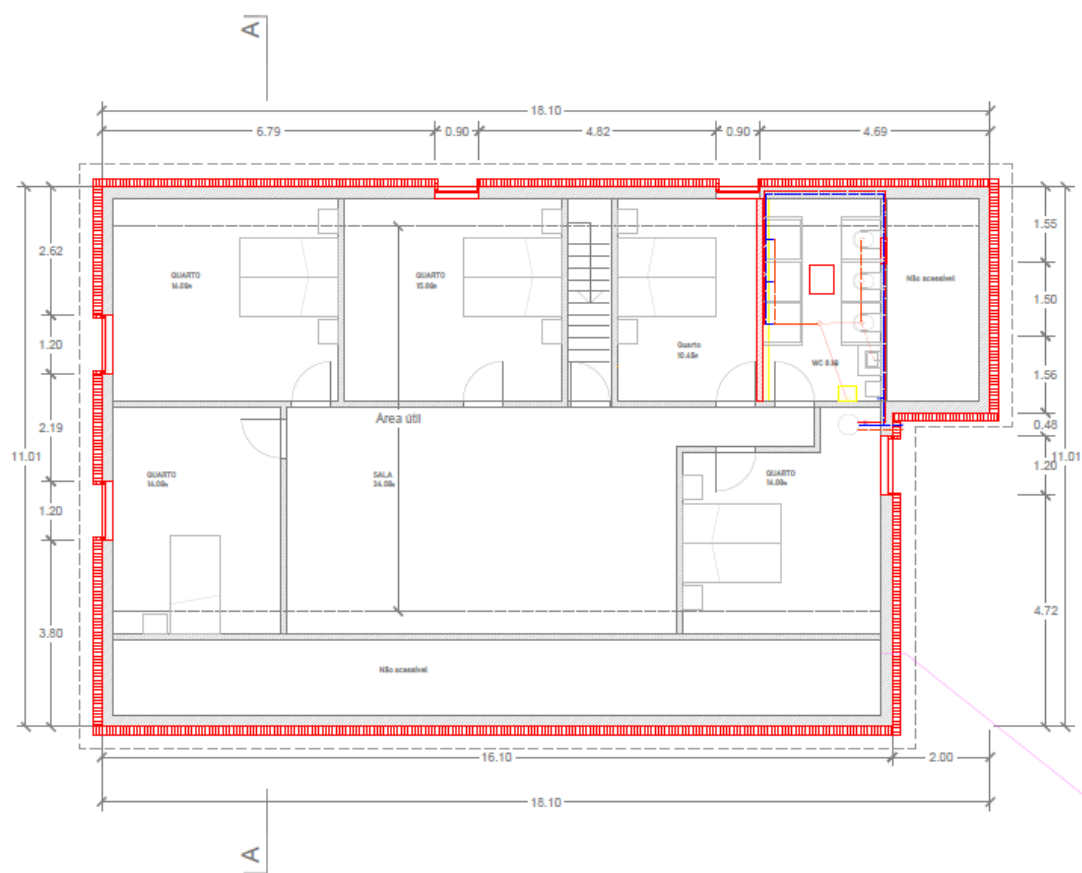


Figura 21 - Planta 1.º andar

É importante referir que no isolamento periférico da moradia deve ser utilizado um isolamento tipo XPS para zonas em contacto com a água como é o caso do pé da fachada, dos parapeitos das janelas e do telhado. Nos trabalhos a realizar em altura todas as mediadas de proteção individual e coletiva deverão ser garantidas.

Na garagem vai ser aplicada uma camada de 7cm de betonilha de regularização em toda a superfície (155m²). Nesta intervenção, será necessária especial atenção na limpeza e humedecimento do pavimento existente de forma a garantir uma boa aderência entre os elementos, e no tratamento da superfície de forma a garantir um acabamento próprio com fissuração controlada [11].

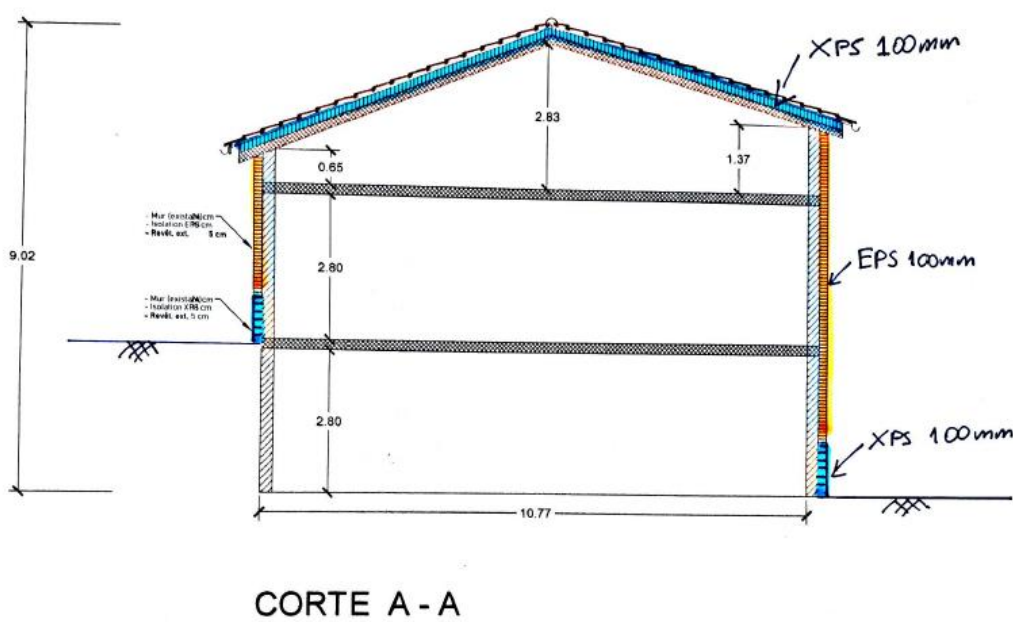


Figura 22 - Pormenor do tipo de isolamento

No soalho em madeira maciça a aplicar na maior parte dos quartos e áreas comuns, foi previsto o preenchimento da caixa-de-ar em farelo de cortiça de forma a limitar a propagação do som através das lajes.

A maior parte dos trabalhos previstos são de execução relativamente simples, o maior desafio será na coordenação, minimizando as horas de espera entre equipas devido a trabalhos interdependentes e para que todos os trabalhos sejam executados na perfeição sem necessidade de reparações.

O mapa de quantidades criado para o projeto está presente na sua forma completa no Anexo C. As condições previstas são uma seleção dos pontos que considero fundamentais para o bom decorrer de uma obra.

5. Conclusão

Independentemente das zonas de atuação, das necessidades distintas ou das práticas desenvolvidas em diferentes países, a engenharia e a construção civil permanecem leais aos seus fundamentos físicos e práticos.

No caso da Suíça é evidente a preocupação em criar edifícios energeticamente rentáveis e confortáveis do ponto de vista térmico. Assim como também é notória a intenção em conceber estruturas simples e fáceis de executar para reduzir o custo da mão-de-obra altamente valorizada na região.

No capítulo 3 foi apresentado o caso de estudo de um ensoleiramento geral com cerca de 600 m², para enfatizar o grau de responsabilidade numa profissão como a nossa. A simples falta de atenção num momento crítico como o da cura do betão no momento de execução da talochagem, transformou-se num custo adicional que ultrapassou os 50% do valor previsto inicialmente para a boa execução da infraestrutura. Neste caso a falta de atenção traduziu-se numa perda monetária, mas noutras situações as faltas de atenção podem tornar-se em algo mais grave, como o caso de um trabalhador incapacitado para o resto da vida ou mesmo a morte de alguém. É importante sensibilizar o grau de responsabilidade, consciência e rigor necessários quer na direção de obra quer no dimensionamento de estruturas.

O caso prático apresentado no capítulo 4, inicialmente foi concebido e proposto para o relatório de estágio como a transformação de uma moradia em quatro apartamentos independentes. Na fase preliminar do projeto depois de executados os primeiros planos, cheguei à conclusão com o auxílio de um gabinete de arquitetura local, do departamento técnico da Câmara Municipal de Ourém, de uma agência imobiliária e de um empreiteiro, que o nível das alterações necessárias para a transformação do edifício era demasiado grande para a relação benefício/custo pretendida. Assim sendo, toda a conceção foi alterada para a reabilitação da moradia tal como está, com o objetivo de arrendamento ao quarto. É importante referir e reter que o nosso trabalho, dependendo do grau de complexidade, requer uma análise detalhada muitas vezes em equipas multidisciplinares com elementos que atuam em todas as áreas da construção civil, para culminar numa soma de ideias e diferentes perspetivas capazes de levar a decisões mais acertadas minimizado assim os riscos no decorrer dos projetos.

Bibliografia

- [1] Atelier D'Architecte Moullet J.F (2020) Construction d'une maison individuelle et d'un appartement ;
- [2] Atelier D'Architecte Moullet J.F (2020) Construction d'une maison de 3 appartements ;
- [3] Architectes Baumgartner Leroux (2019) Construction après incendie ;
- [4] Link Architects (2020) Immeuble Terraux 12;
- [5] Marti P, Bertoncini A, Brühwiler E (2003) SAI 262:2003 Construction en béton
- [6] Koenig D, Acifer AG Bewehrungen D (2020) Consoles isolantes - Construire sans ponts thermiques;
- [7] Lleviat A CRH Ccompany (2020) Des produits et solutions techniques innovants
- [8] SIA, la SIA. Disponível em: la sia - sia | schweizerischer ingenieur- und architektenverein
- [9] Economie forestière Suisse (2015) La forêt en chiffres;
- [10] Guerra J (2011) Dimensionamento de redes hidráulicas prediais;
- [11] Santos J (2014) Pavimentos térreos industriais.

Anexo A

Anexo B

Anexo C