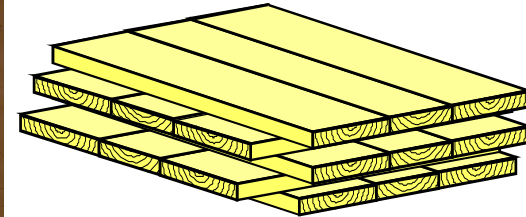


CONSTRUÇÃO COM PAINÉIS DE MADEIRA ‘CLT’ UMA NOVA GERAÇÃO DE EDIFÍCIOS

COIMBRA, MAIO 2016

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT - CONCEITO



CARACTERÍSTICAS GERAIS

- ESTRATOS ORTOGONAIS
- ESPÉCIES RESINOSAS
- COLA EM POLIURETANO ISENTA DE FORMALDEÍDO
- LAMELAS DAS CLASSES DE RESISTÊNCIA C24 (>90%) E C16 (<10%)

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT - CONCEITO



CARACTERÍSTICAS GERAIS

- ESPESSURA 60 A 300MM
- DIMENSÕES MÁXIMAS
 - 16,5M (L)
 - 2,95M (B)
- CORTE DE PRECISÃO (CNC)
- COLOCAÇÃO EM OBRA COM FORMATOS FINAIS, INCLUINDO ABERTURAS

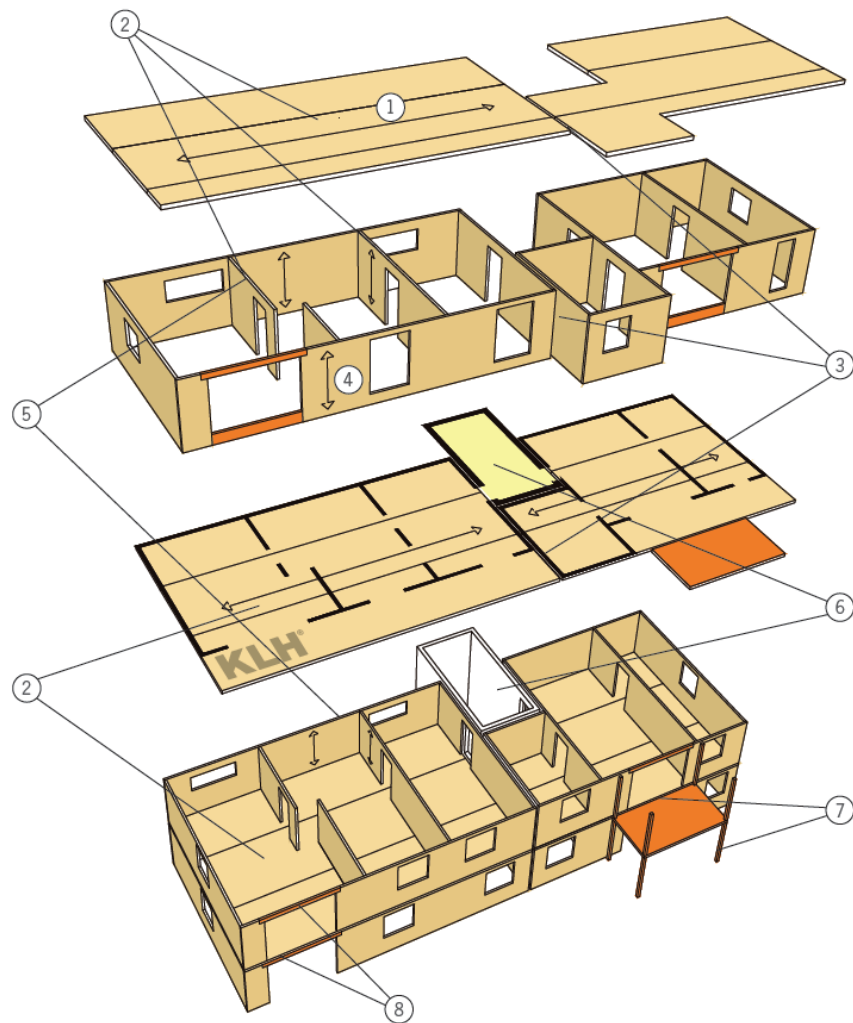
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT - CONCEITO



CARACTERÍSTICAS GERAIS

- PREFABRICAÇÃO
- RAPIDEZ DE EXECUÇÃO
- OBRA SECA
- ELEMENTOS ESBELTOS
- ESTRUTURA LEVE
(450 A 570KG/M³)
- APLICAÇÕES RESTRITAS ÀS
CLASSES DE SERVIÇO 1 E 2
(EUROCÓDIGO 5)
- ESTABILIDADE DIMENSIONAL
- ISOLAMENTO ACÚSTICO
PAINEL 94MM RW=33DB
PAINEL 145MM RW=37DB

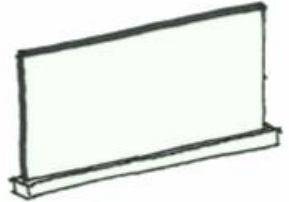
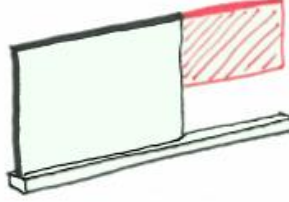
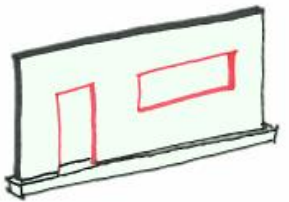



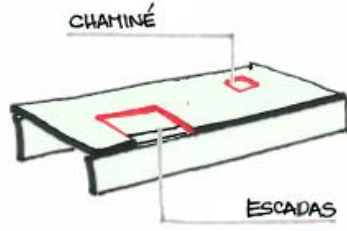

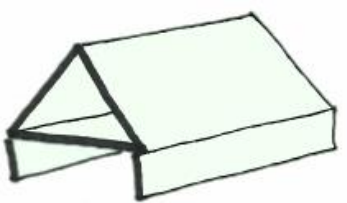
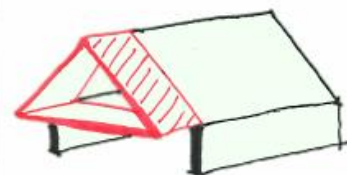



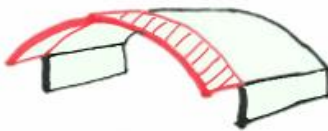


SISTEMA CONSTRUTIVO CLT - CONCEITO



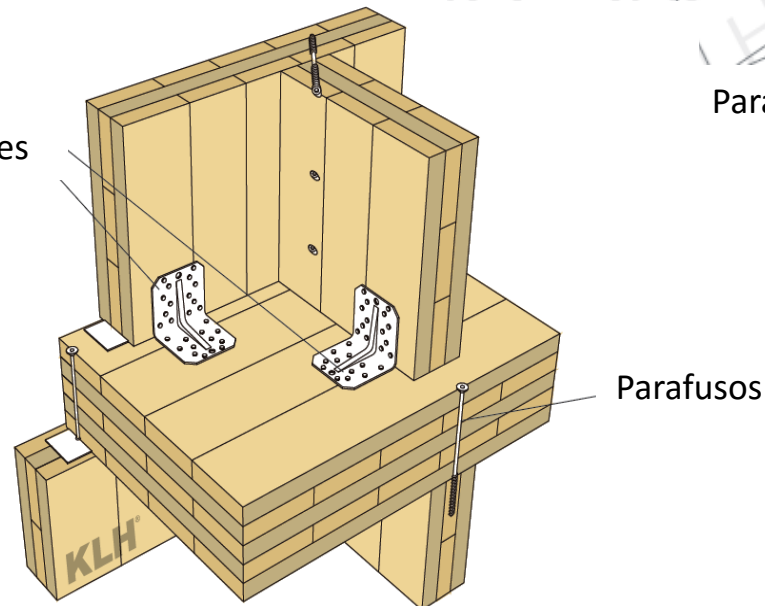
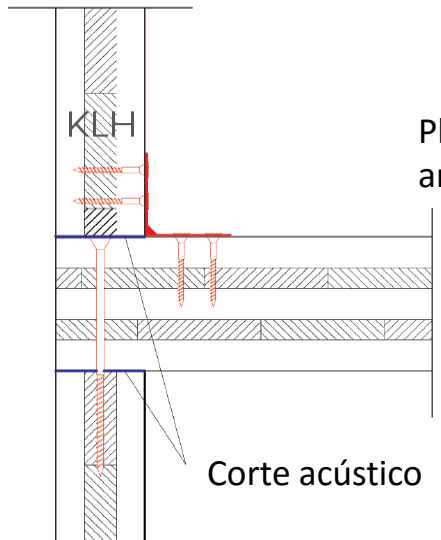
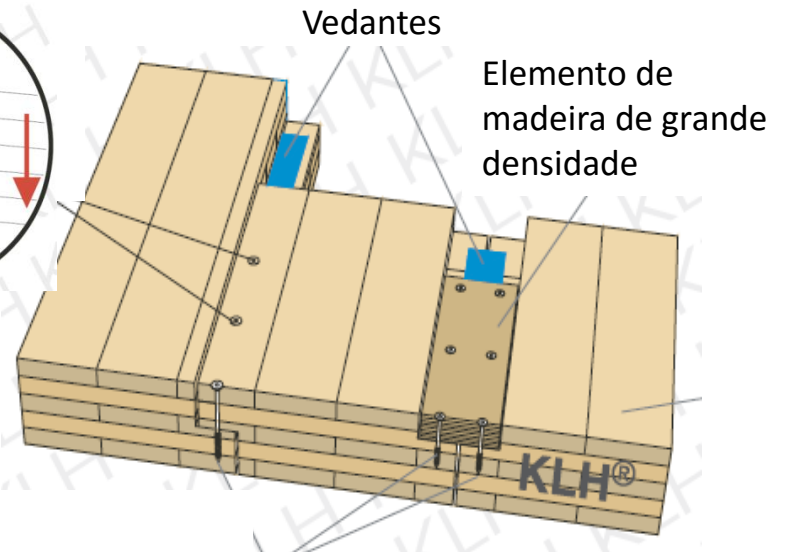
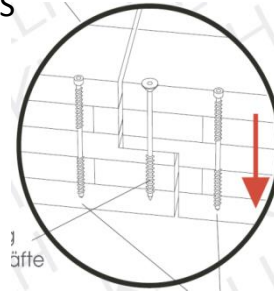
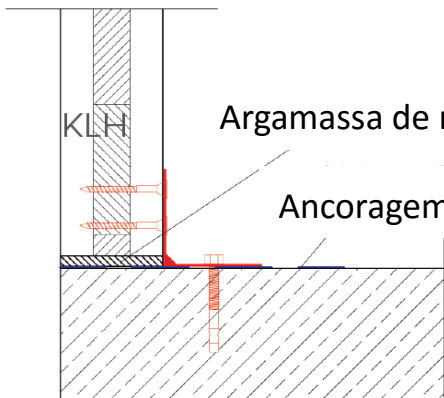
LEGENDA:

1. PAINÉIS CLT COMO LAJE.
2. LAJES FUNCIONAM COMO VIGAS CONTÍNUAS APOIADAS NOS PAINÉIS PORTANTES TIPO PAREDE.
3. PAREDE DE SEPARAÇÃO DOS APARTAMENTOS.
4. PAINÉIS CLT COMO PAREDE PORTANTE.
5. CORTE ACÚSTICO PARA REDUÇÃO DE TRANSMISSÕES MARGINAIS.
6. CAIXA DE ESCADAS.
7. VARANDAS EM ESTRUTURAS AUTOPORTANTES (SOLUÇÃO PASSIVHAUS) OU EM CONSOLA.
8. PADIEIRAS EM VIGAS LAMELADAS COLADAS OU EM CLT.

NOTA: AS SOLUÇÕES ARQUITECTÓNICAS APRESENTADAS SÃO MERAMENTE EXEMPLIFICATIVAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO.

	ARCO CONTÍNUO	CONSOLA	COM ABERTURAS	APOIOS PONTUAIS
PAREDES				
PAVIMENTOS				
COBERTURAS				
COBERTURAS ELEMENTOS CURVOS				

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – TIPO DE LIGAÇÕES



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – INSTALAÇÕES TÉCNICAS (ZONAS HÚMIDAS)

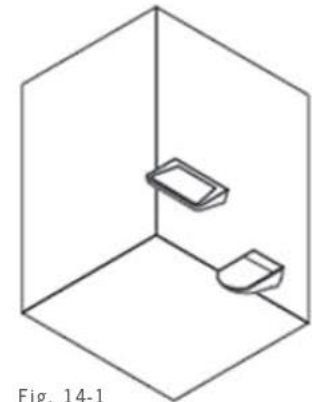
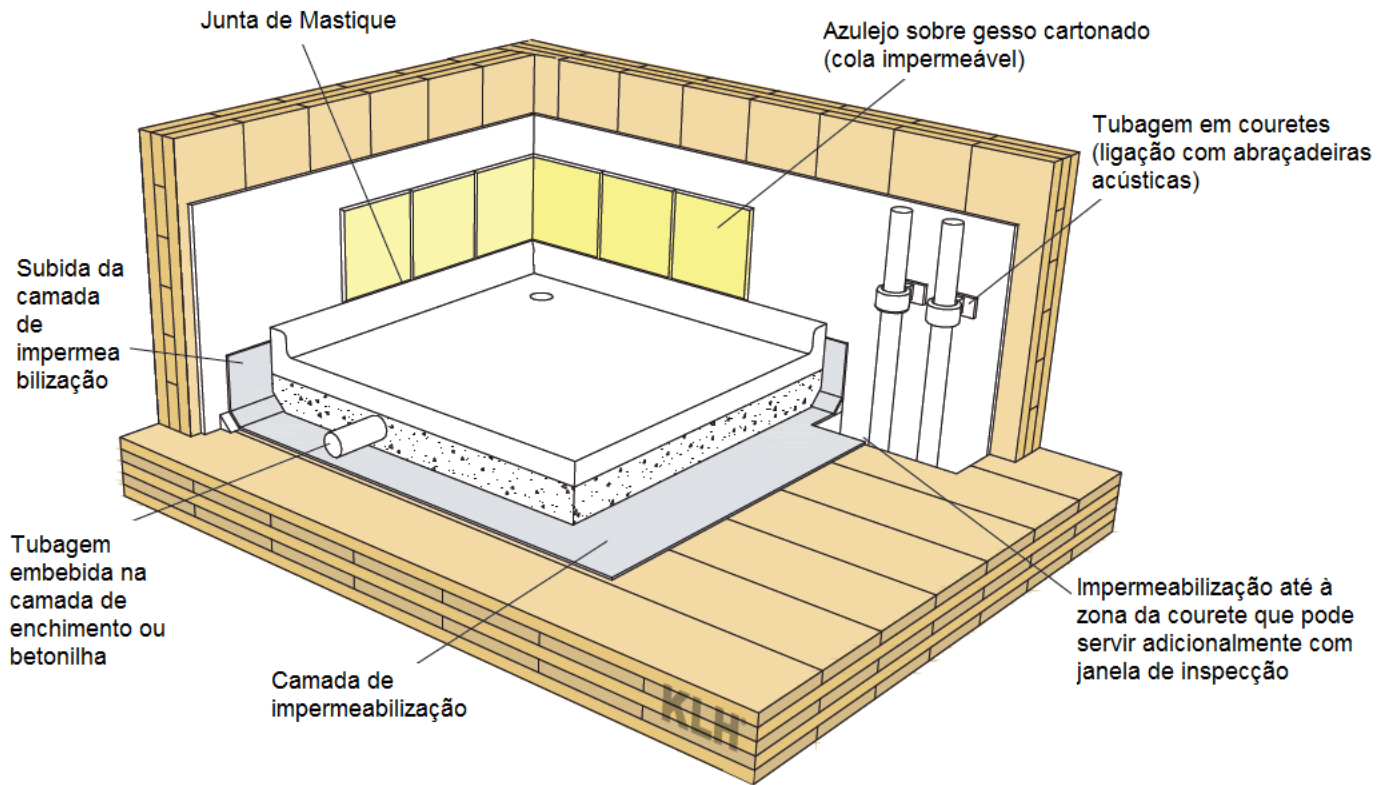


Fig. 14-1

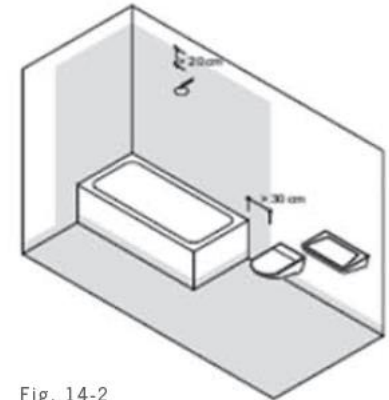


Fig. 14-2

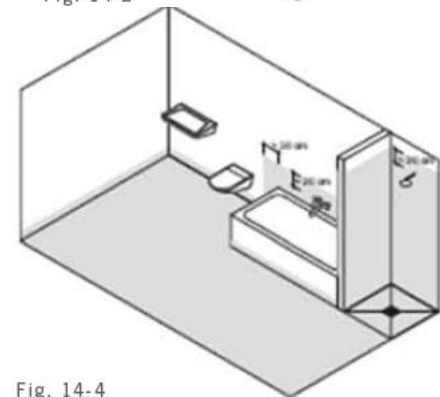
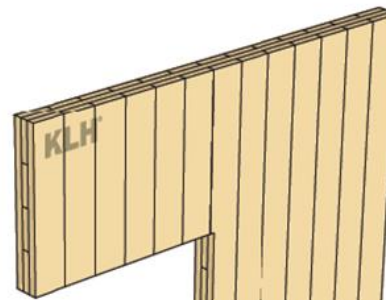
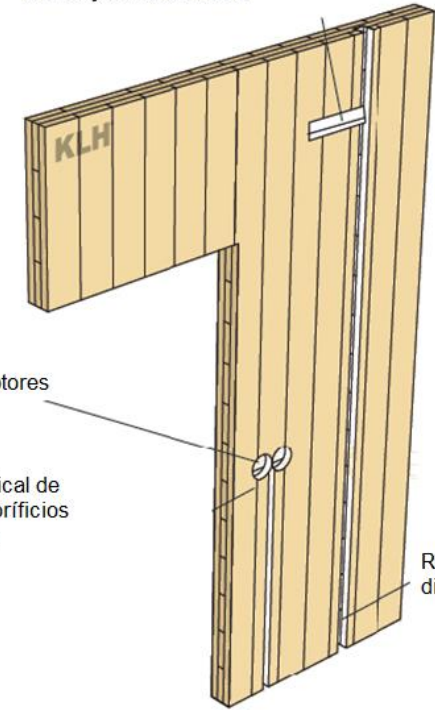


Fig. 14-4

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS



Rasgos horizontais com corte dos estratos verticais só possível após verificação da estrutura



Furação para acesso aos interruptores

Corte no topo do painel

Interruptores

Furação vertical de acesso aos orifícios das tomadas

Rasgos na direcção vertical

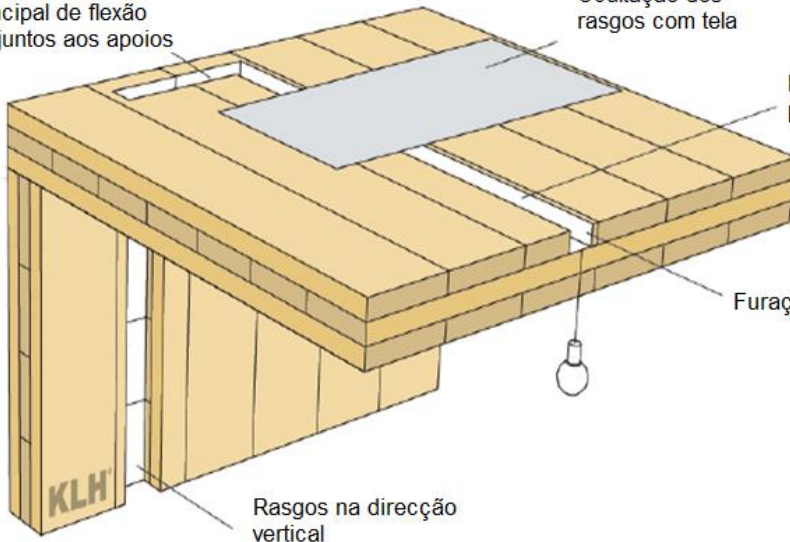


Rasgos perpendiculares à direcção principal de flexão só possíveis juntos aos apoios

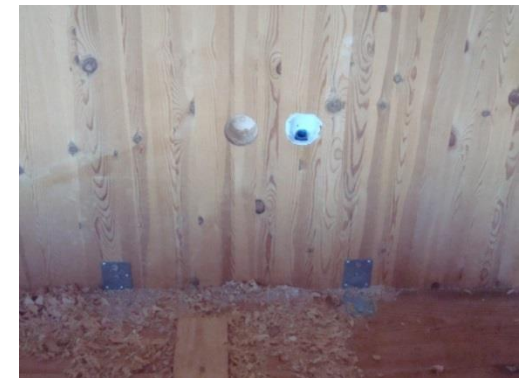
Ocultação dos rasgos com tela

Rasgos na direcção principal de flexão

Furação vertical



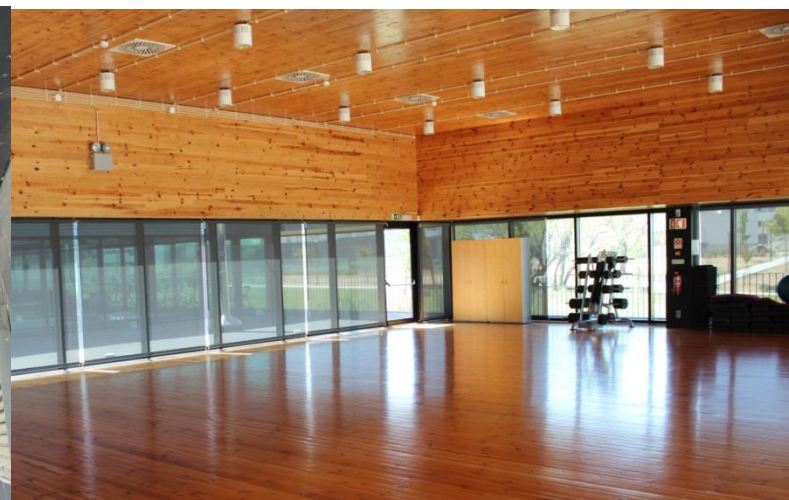
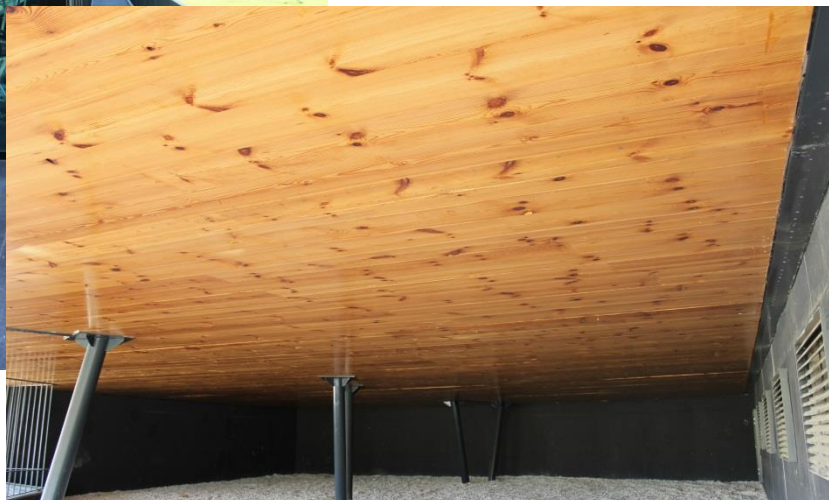
Rasgos na direcção vertical

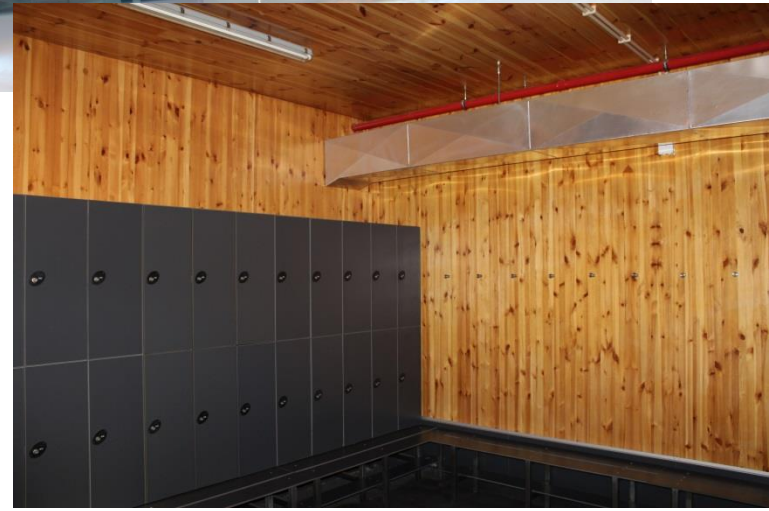


SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EJEMPLOS OBRAS
MORADIA EJ, SERRA DE SANTO ANTÓNIO, ALCANENA



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS
PISCINA MUNICIPAL DA CAPARICA, ALMADA





SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS

LABORATÓRIO ISQ, CASTELO BRANCO



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS

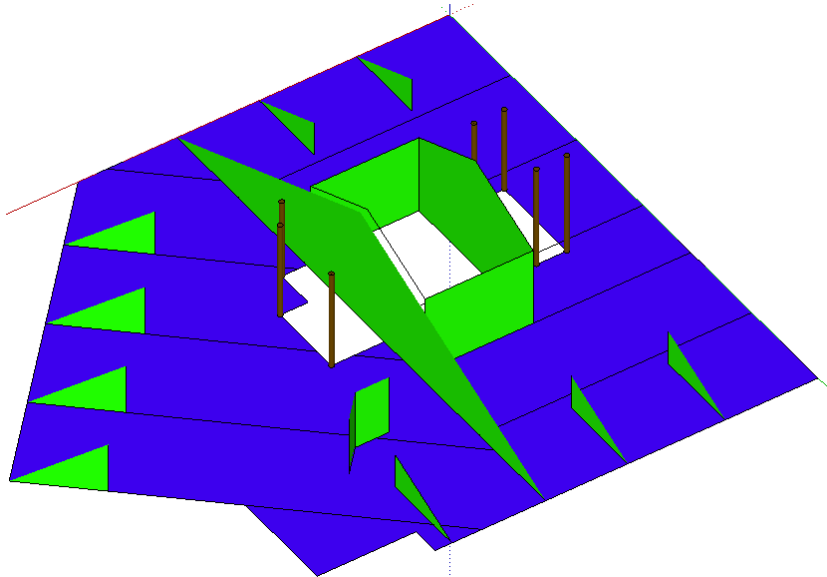
FARMÁCIA, FIGUEIRA DA FOZ



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS

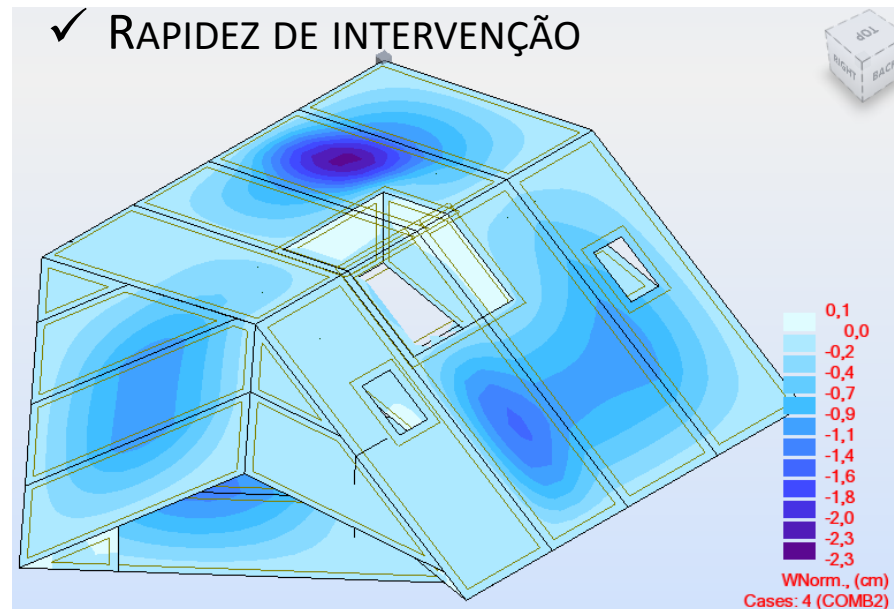
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIO ANTIGO, COIMBRA





REABILITAÇÃO

- ✓ REVERSIBILIDADE DA INTERVENÇÃO
- ✓ PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA REDUZIDO
- ✓ ESTRUTURA ESBELTA (GANHO NA ÁREA E ALTURA DISPONÍVEIS)
- ✓ OBRA SECA E PRÉ-FABRICADA
- ✓ CONTRAVENTAMENTO DO EDIFÍCIO PARA REFORÇO SÍSMICO
- ✓ RAPIDEZ DE INTERVENÇÃO



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR 9 PISOS, LONDRES

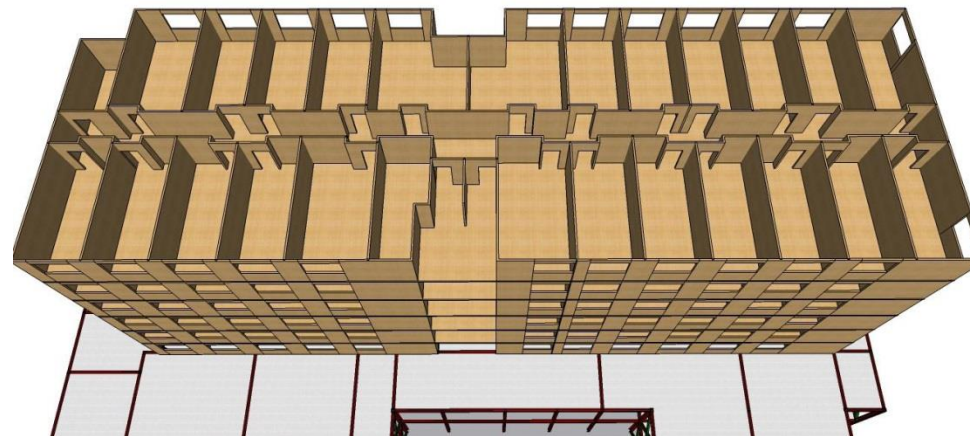
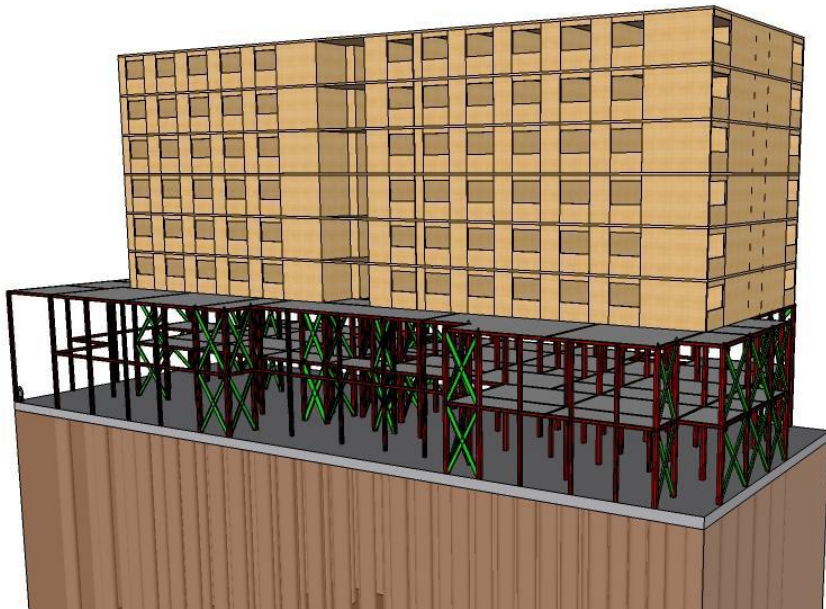
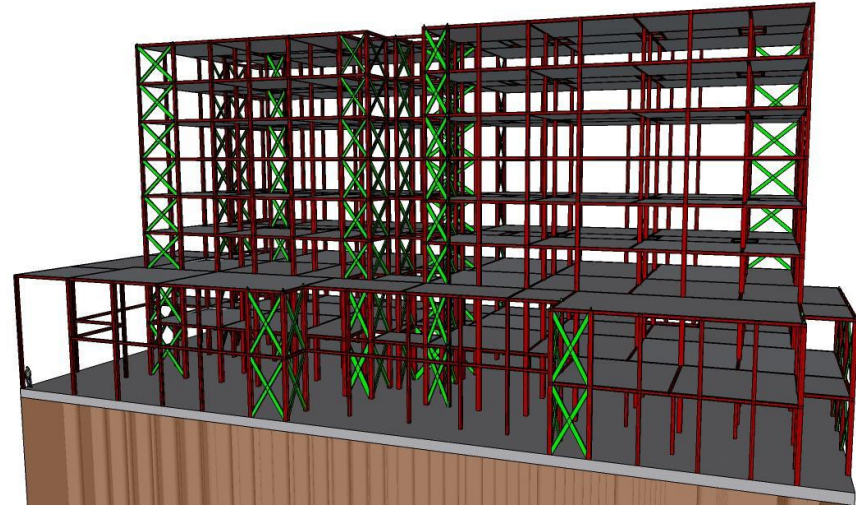




























SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

- BAIXA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DA MADEIRA, $\lambda=0,13 \text{ W}/(\text{M}2.\text{K})$

Requisitos energéticos — Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos e de vãos envidraçados, $U_{m\acute{a}x} [\text{W}/(\text{m}^2.\text{°C})]$

$U_{m\acute{a}x} [\text{W}/(\text{m}^2.\text{°C})]$		Zona climática		
Portugal Continental				
Zona corrente da envolvente:		A partir de 31 de dezembro 2015		
		I1	I2	I3
em contacto com o exterior ou com espaços não úteis com coeficiente de redução de perdas $b_{tr}>0.7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30
Vãos envidraçados (portas e janelas) (U_w)		2,80	2,40	2,20
Regiões Autónomas				
Zona corrente da envolvente:		A partir de 31 de dezembro 2015		
		I1	I2	I3
em contacto com o exterior ou com espaços não úteis com coeficiente de redução de perdas $b_{tr}>0.7$	Elementos opacos verticais	0,70	0,60	0,45
	Elementos opacos horizontais	0,45	0,40	0,35

EXEMPLO DE PAREDE EXTERIOR

SISTEMA ETICS (c/ XPS)

PAINEL CLT (KLH) 94MM

GESSO CARTONADO 12MM

Zonamento Referência	I1	I2	I3
Esp. XPS (mm)	40	60	70
U [W/m2.K]	0,49	0,39	0,35
Esp. Total Parede (mm)	152	172	182

EXEMPLO DE LAJE DE COBERTURA

IMPERMEABILIZAÇÃO ASFÁLTICA

ISOLAMENTO TÉRMICO (XPS)

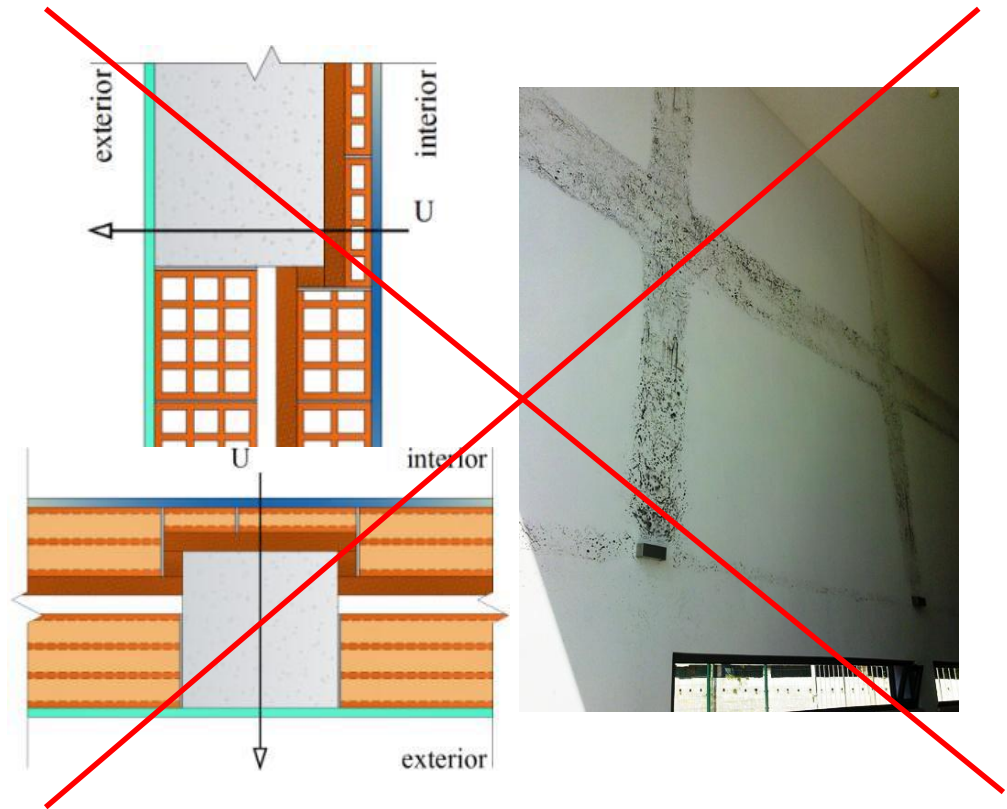
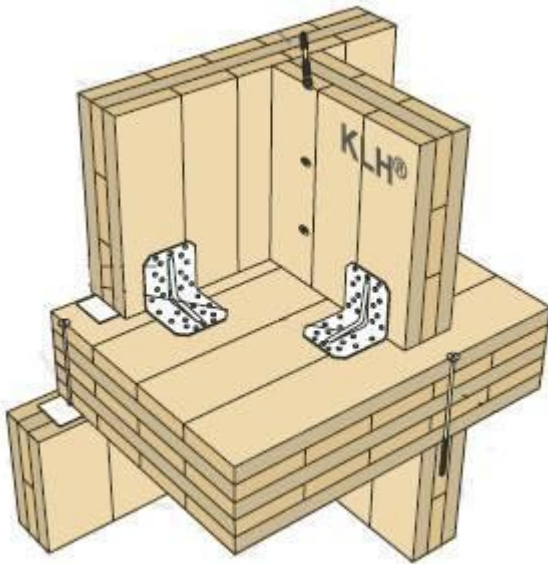
PAINEL CLT (KLH) 94MM

Zonamento Referência	I1	I2	I3
Esp. XPS (mm)	60	80	100
U [W/m2.K]	0,40	0,33	0,28
Esp. Total Laje (mm)	154	174	194

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

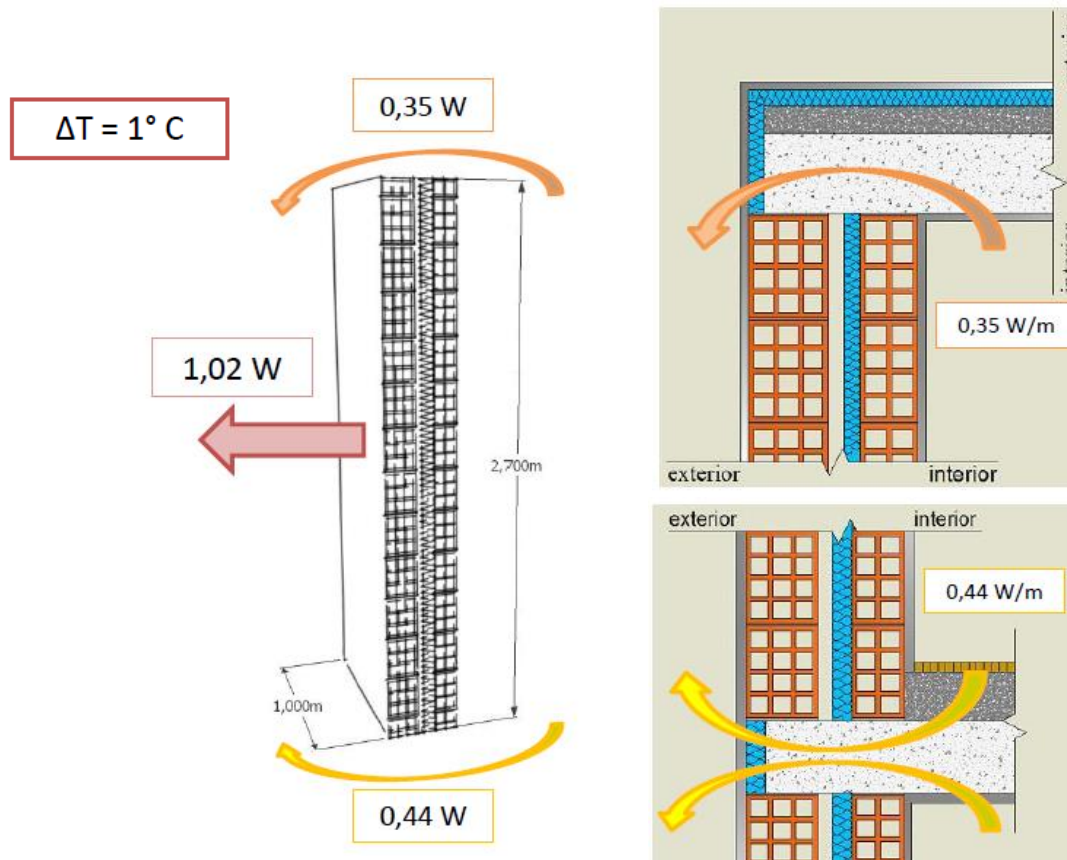
- NÃO EXISTEM PONTES TÉRMICAS PLANAS (INEXISTÊNCIA DE PILARES E/ OU VIGAS)



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

- PONTES TÉRMICAS LINEARES APRESENTAM VALORES SIGNIFICATIVAMENTE MENORES DO QUE AS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS



IMPORTÂNCIA DAS PONTES TÉRMICAS LINEARES

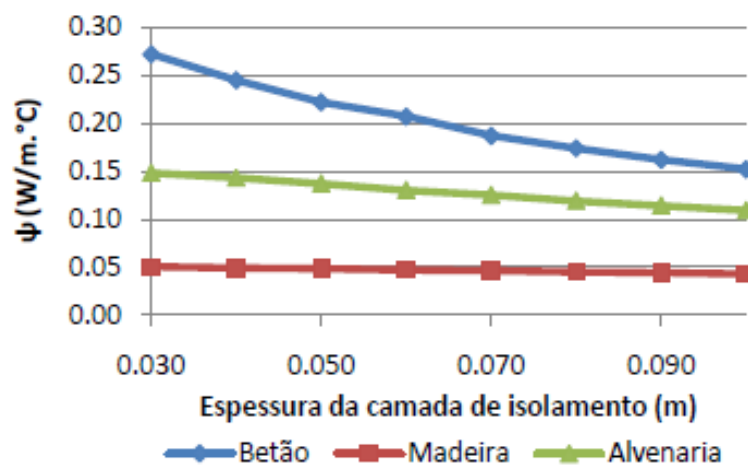
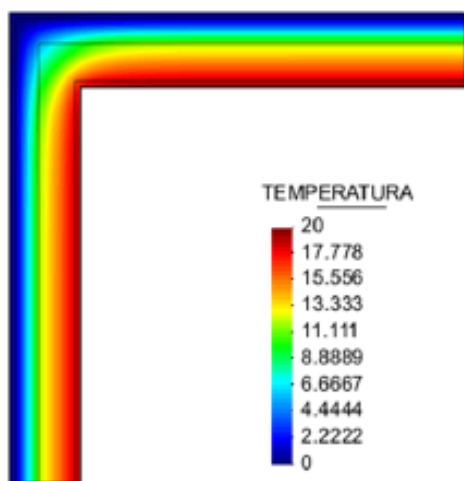
- ZONAS COM TEMPERATURAS BAIXAS ONDE PODEM OCORRER CONDENSAÇÕES SUPERFICIAIS.
- PERDAS DE ENERGIA SIGNIFICATIVAS (DE ORDEM DE GRANDEZA SEMELHANTE À ENERGIA QUE ATRAVESSA A ZONA CORRENTE DA PAREDE).

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

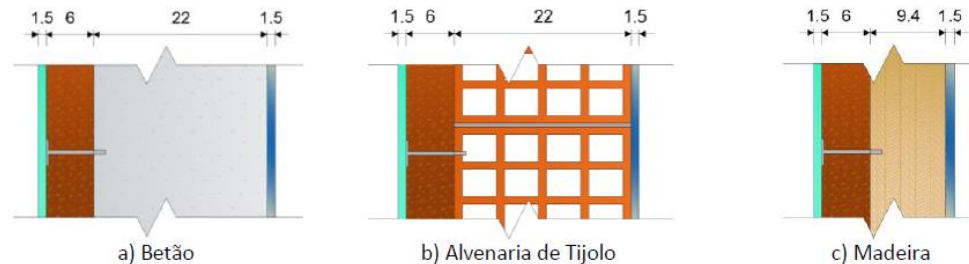
DESEMPENHO ENERGÉTICO

COEFICIENTE DE PERDAS LINEARES, Ψ (W/M.K)

- LIGAÇÃO ENTRE DUAS PAREDES VERTICAS



FONTE: Prata, J.D., Simões, N.A., Tadeu, A.J. - "Avaliação de pontes térmicas lineares de soluções em madeira: estudo comparativo". CIMAD 11



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

- SOLUÇÃO EM MADEIRA COM INÉRCIA MÉDIA

DE ACORDO COM A **APROXIMAÇÃO SIMPLIFICADA DA EN 832** AS ESTRUTURAS SEGUINTE Podem ser classificadas como **ESTRUTURAS DE INÉRCIA MÉDIA-ELEVADA** (FACTOR DE UTILIZAÇÃO 0,98):

- ✓ EDIFÍCIOS COM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO EXTERIORES E INTERIORES DENSOS / MACIÇOS, COM BETONILHAS FLUTUANTES E SEM TECTOS FALSOS SUSPENSOS.
- ✓ EDIFÍCIOS EM ALVENARIA OU BETÃO ARMADO.
- ✓ **CONSTRUÇÃO MACIÇA EM MADEIRA (MADEIRA LAMELADA DE GRANDES DIMENSÕES OU CONSTRUÇÕES COM LAJES EM MADEIRA)** COM OU SEM BETONILHAS, DESDE QUE NÃO TENHAM SIDO UTILIZADOS TECTOS FALSOS SUSPENSOS OU REVESTIMENTOS DE PAREDE OCOS OU ISOLADOS TERMICAMENTE.



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

Os CINCO PILARES PASSIVE HOUSE:

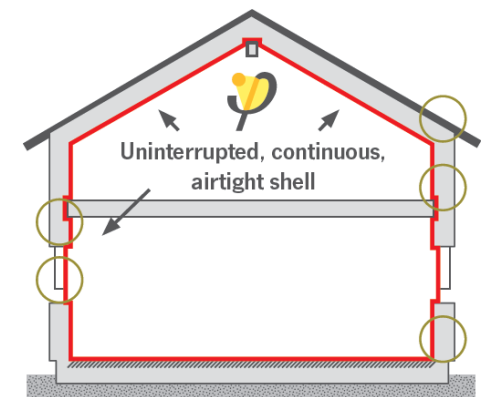
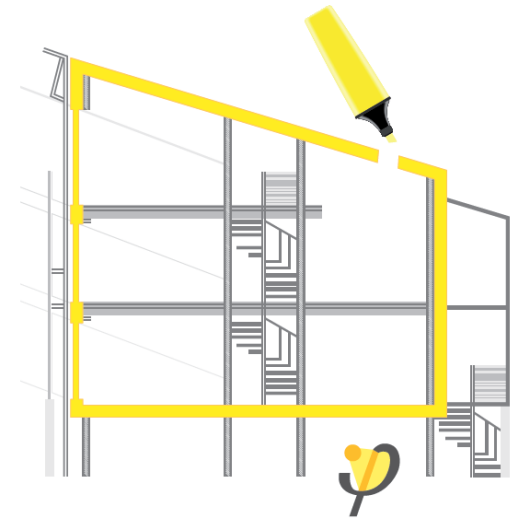
1. EXCELENTE ISOLAMENTO TÉRMICO.
2. **CONSTRUÇÃO “LIVRE” DE PONTES TÉRMICAS.**
3. **ENVOLVENTE DO EDIFÍCIO ESTANQUE AO AR.**
4. SISTEMA DE VENTILAÇÃO COM RECUPERAÇÃO DE CALOR.
5. GANHOS SOLARES.

VANTAGENS DO SISTEMA CONSTRUTIVO CLT NA APLICAÇÃO DO CONCEITO PASSIVE HOUSE:

REGRA DO LÁPIS FÁCIL DE EXECUTAR:

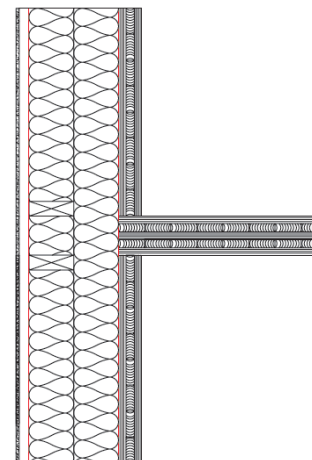
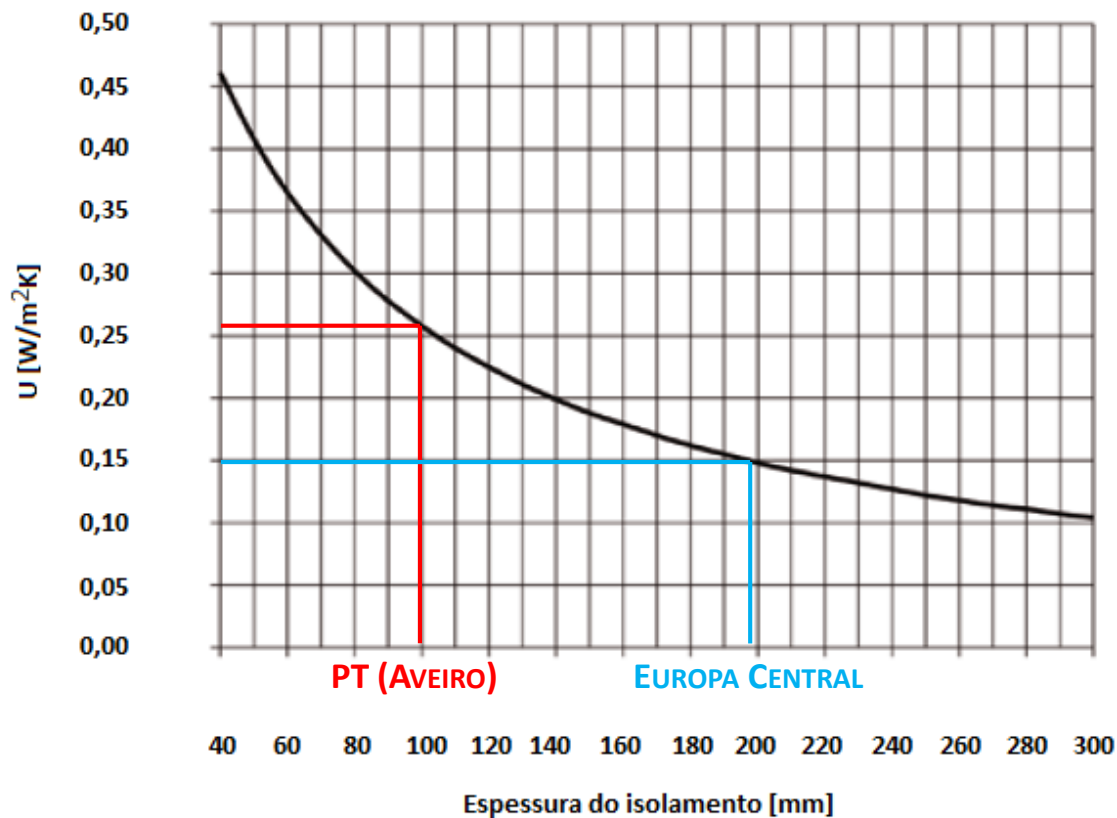
- QUER NA CONTINUIDADE DO ISOLAMENTO.
- QUER NA GARANTIA DA ESTANQUEIDADE AO AR.

SOLUÇÃO EM MADEIRA COM INÉRCIA MÉDIA DE ACORDO COM A APROXIMAÇÃO SIMPLIFICADA DA EN832 (CONSTRUÇÃO MACIÇA EM MADEIRA DESDE QUE NÃO SE UTILIZEM TECTOS FALSOS SUSPENSOS OU REVESTIMENTOS DE PAREDES OCOS OU ISOLADOS TERMICAMENTE)



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE
ISOLAMENTO TÉRMICO

Coefficiente de transmissão térmica U de painéis KLH 3s 94 DQ
em função da espessura do isolamento térmico

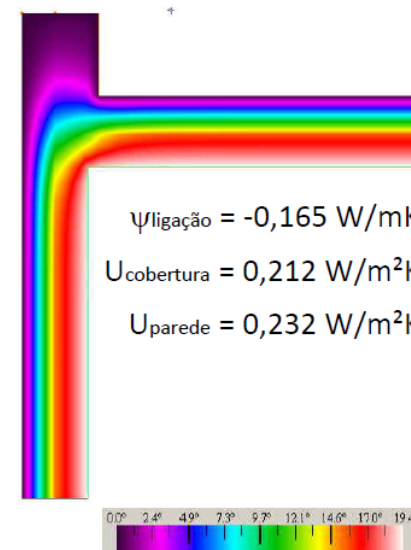
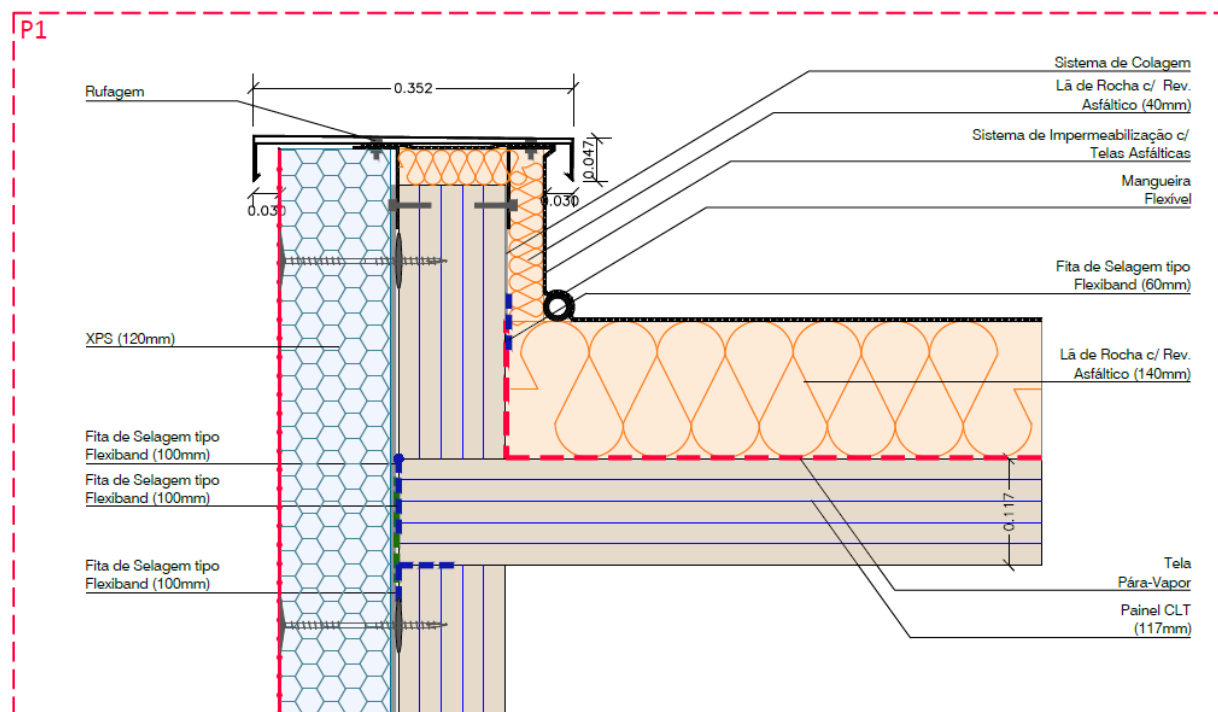


**COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA
VS.
ESPESSURA DE ISOLAMENTO**

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA – FACHADA COM SISTEMA ETICS

LIGAÇÃO DE PAREDE - COBERTURA

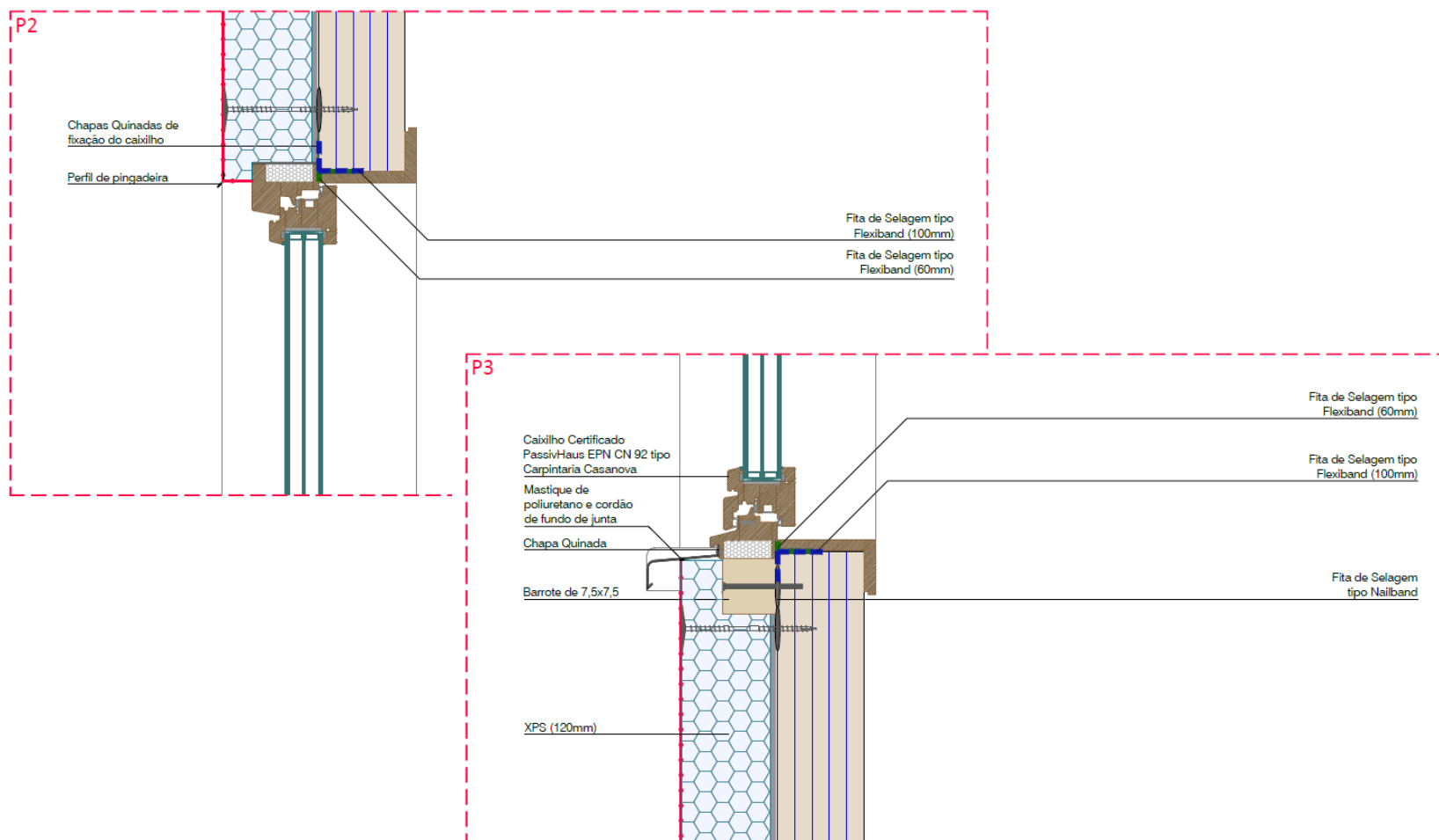


Nota:
 coeficiente de perda linear determinado de acordo com a EN ISO 10211, considerando medidas exteriores - Passive House.

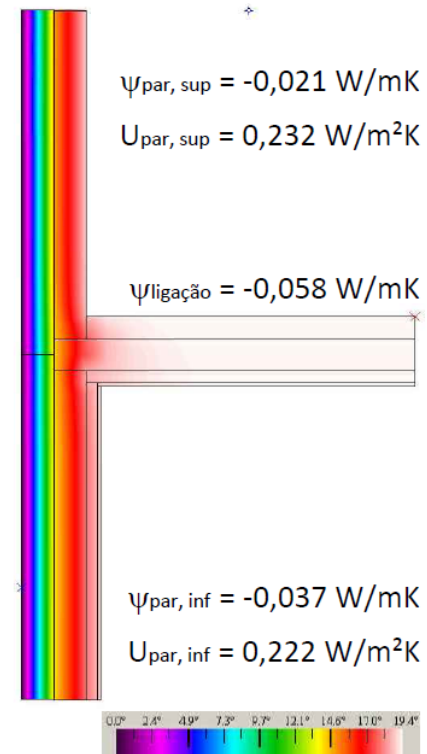
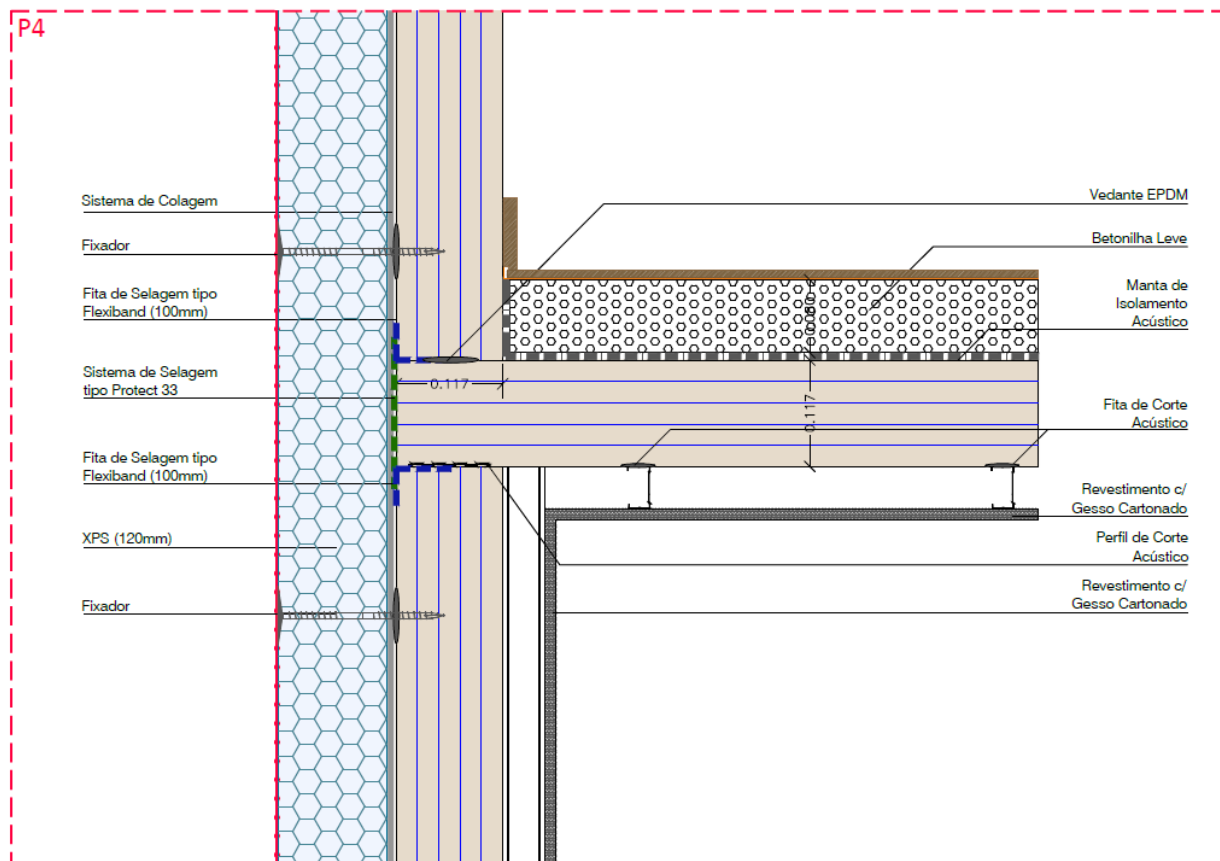
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA – FACHADA COM SISTEMA ETICS

LIGAÇÃO DE PAREDE - ENVIDRAÇADO



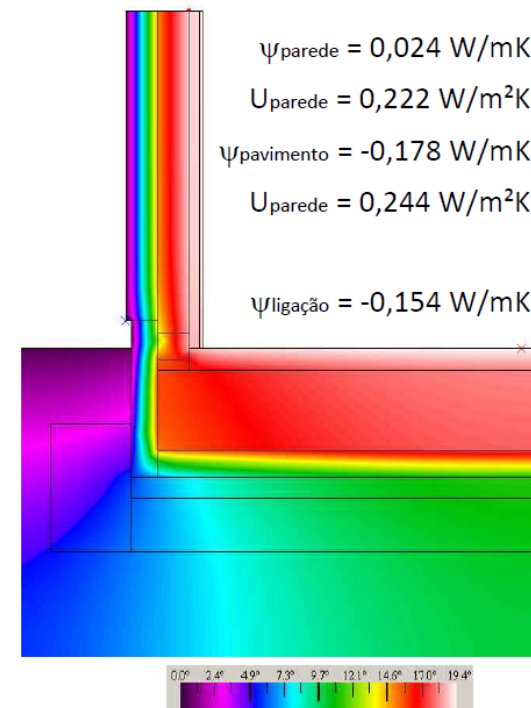
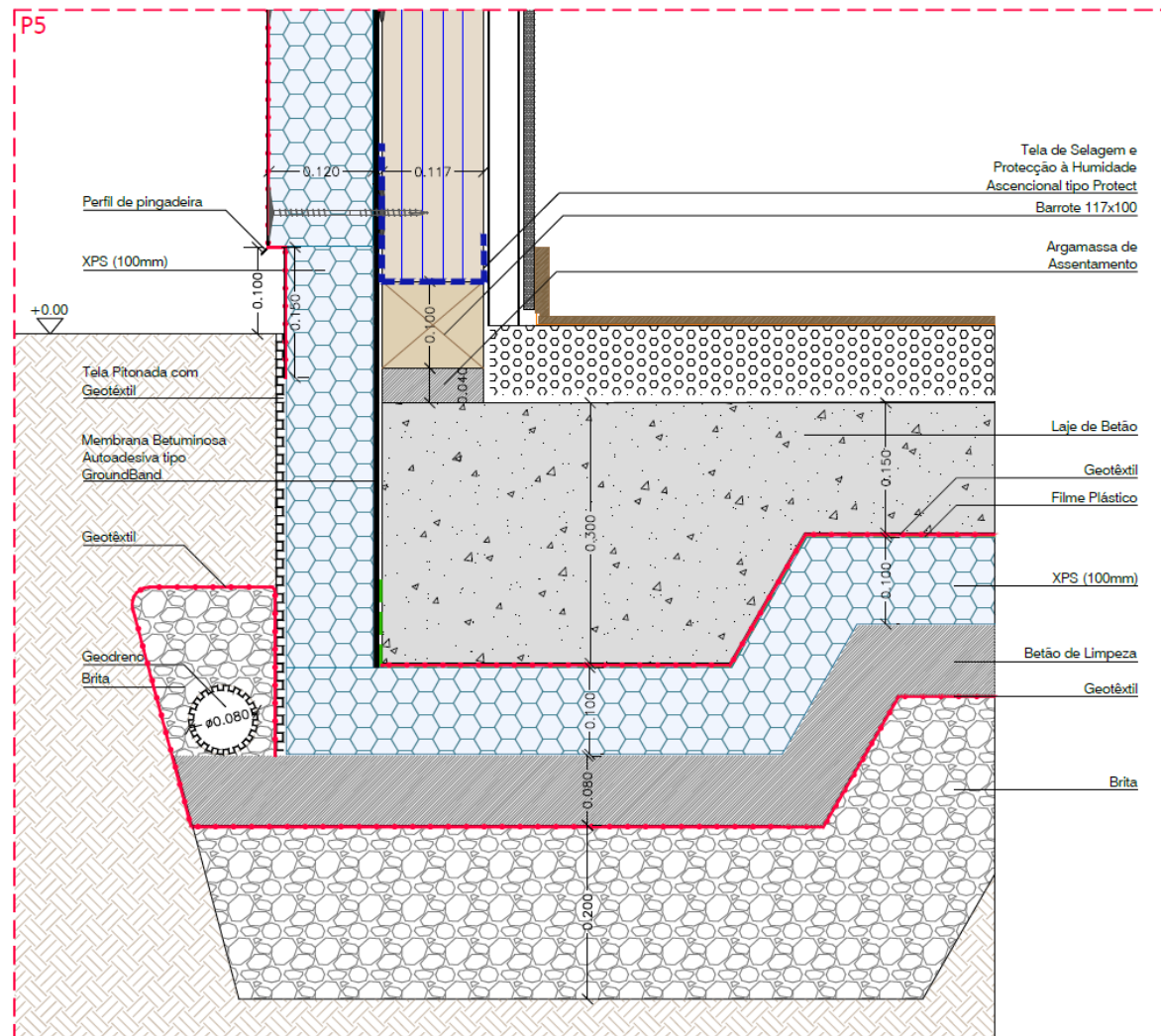
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE
PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA – FACHADA COM SISTEMA ETICS
LIGAÇÃO DE PAREDE – LAJE INTERMÉDIA



SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA – FACHADA COM SISTEMA ETICS

LIGAÇÃO DE PAREDE - PAVIMENTO TÉRREO



Nota:
coeficiente de perda linear determinado de acordo com a EN ISO 10211, considerando medidas exteriores - Passive House.

PROJECTOS PASSIVE HOUSE EM CLT

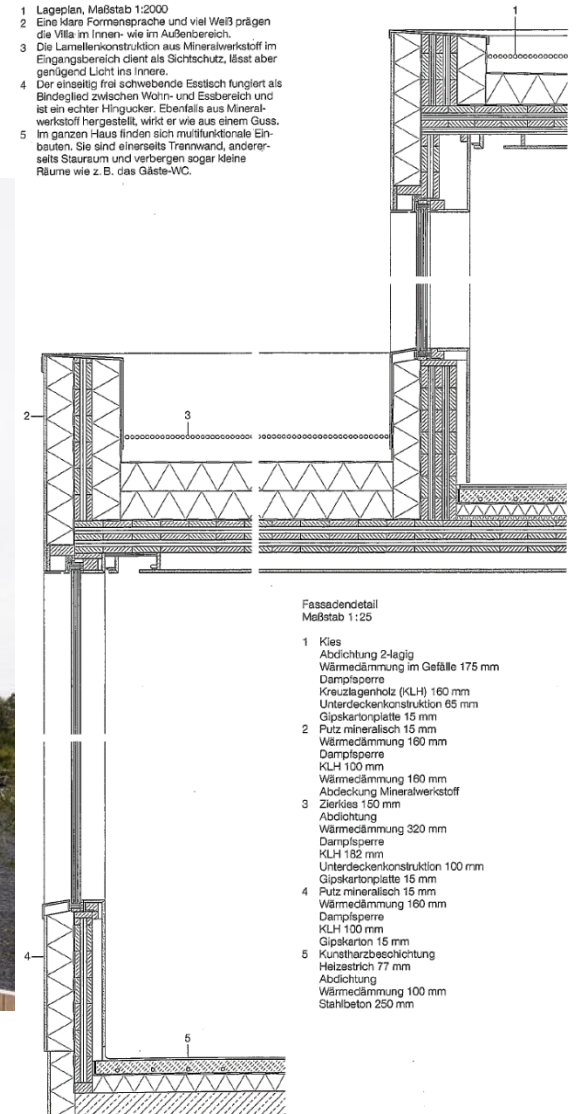


PASSIVE HOUSE BUILDING MÜHLWEG
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS, VIENA, ÁUSTRIA

PROJECTOS PASSIVE HOUSE EM CLT



- 1 Lageplan, Maßstab 1:2000
- 2 Eine klare Formensprache und viel Weiß prägen die Villa im Innen- wie im Außenbereich.
- 3 Die Lamellenkonstruktion aus Mineralwerkstoff im Eingangsbereich dient als Sichtschutz, lässt aber genügend Licht ins Innere.
- 4 Der einseitig frei schwebende Esstisch fungiert als Brückglied zwischen Wohn- und Essbereich und ist ein echter Hingucker. Ebenfalls aus Mineralwerkstoff hergestellt, wirkt er wie aus einem Guss.
- 5 Im ganzen Haus finden sich multifunktionale Einbauten. Sie sind einerseits Trennwand, andererseits Stauraum und verbergen sogar kleine Räume wie z. B. das Gäste-WC.



PASSIVE HOUSE FAMILY HOUSE AMMERSEE
EDIFÍCIO UNIFAMILIAR, AMMERSEE, ALEMANHA, 2009

PROJECTOS PASSIVE HOUSE EM CLT



PASSIVE HOUSE BUILDING PRENZLAUER BERG
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS, BERLIM, ALEMANHA, 2009





MADE FOR BUILDING
BUILT FOR LIVING

Emanuel Lopes

Tlm: 927 552 525 | Email: emanuel.lopes@tisem.pt

TISEM, Lda

Tlm: 233 426 929 | Email: geral@tisem.pt

Centro de Actividades

Rua Arnaldo Sobral, nº49 - Sala 207

3080-048 Figueira da Foz, Portugal

www.tisem.pt