tisem

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

portal da construção sustentável

Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

CONSTRUÇÃO COM PAINÉIS DE MADEIRA 'CLT'
UMA NOVA GERAÇÃO DE EDIFÍCIOS

GUIMARÃES, OUTUBRO 2014

BREEAM

GODKJENT FOR ANSVARSRETT
DIREKTORATET FOR BYGGKVALITET

KLH

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO DA TISEM

2. RELAÇÃO SUSTENTABILIDADE – ENERGIA (CERTIFICAÇÃO BREEAM)

3. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CLT *(CROSS LAMINATED TIMBER)*

4. SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

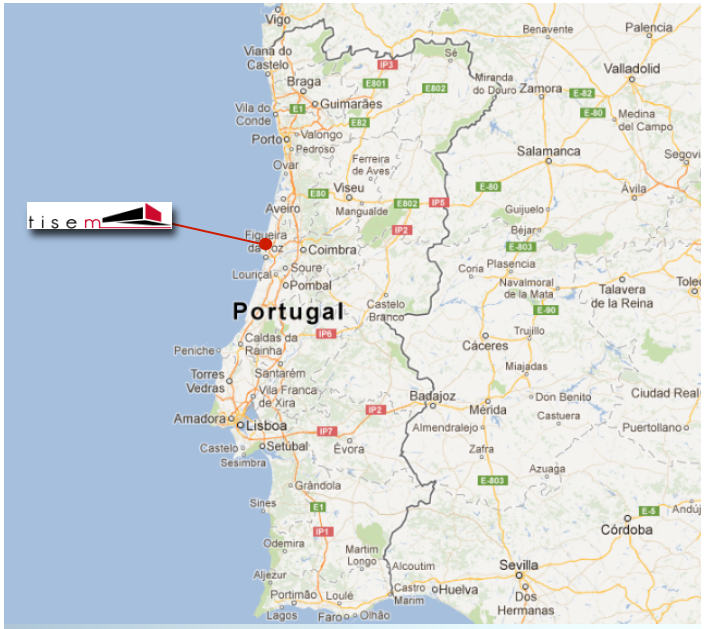
5. SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO NA PASSIVE HOUSE

Áreas de Actuação:

- Soluções de Engenharia
- Certificação BREEAM®

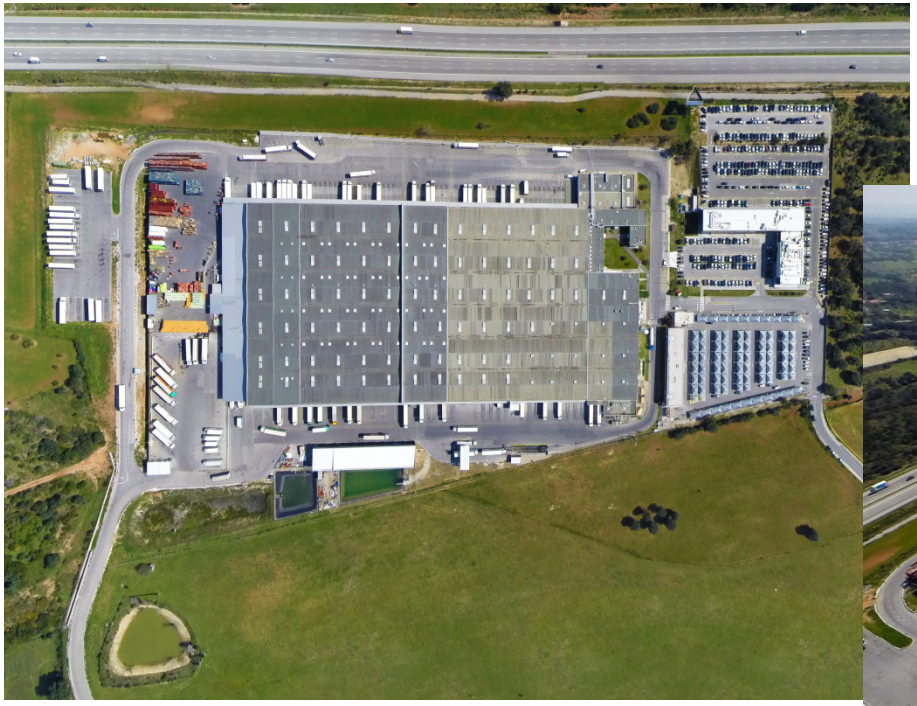
Vertentes Principais:

- Instalações hidráulicas – parceria CTGA Centro Tecnológico de Gestão Ambiental
  - ETAR
  - Reservatórios
- Aquacultura – parceria NOFITECH
- Estruturas de madeira / CLT KLH





PROJECTO E CONSULTORIA – CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ALCANENA DE "OS MOSQUETEIROS"
(LEVANTAMENTO CADASTRAL, AUDITORIA AOS EFLUENTES LÍQUIDOS E ELABORAÇÃO DO ESTUDO PRÉVIO E PROJECTO DE EXECUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS)
CONCLUSÃO DE PROJECTO – JULHO 2014 (OBRA EM CONCURSO)





PROJECTO E CONSULTORIA – SONAE INDÚSTRIA PCDM, SA
(AMPLIAÇÃO DE NAVE INDUSTRIAL, CRIAÇÃO DE ACESSOS E AMPLIAÇÃO DE LINHA DE PRODUÇÃO)
CONCLUSÃO DE PROJECTO – FEVEREIRO 2014; CONCLUSÃO DE OBRA – MAIO 2014

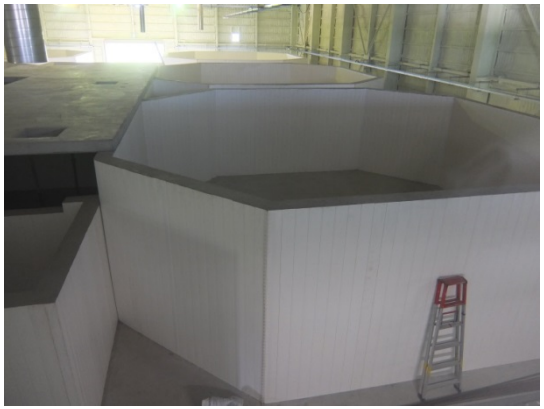




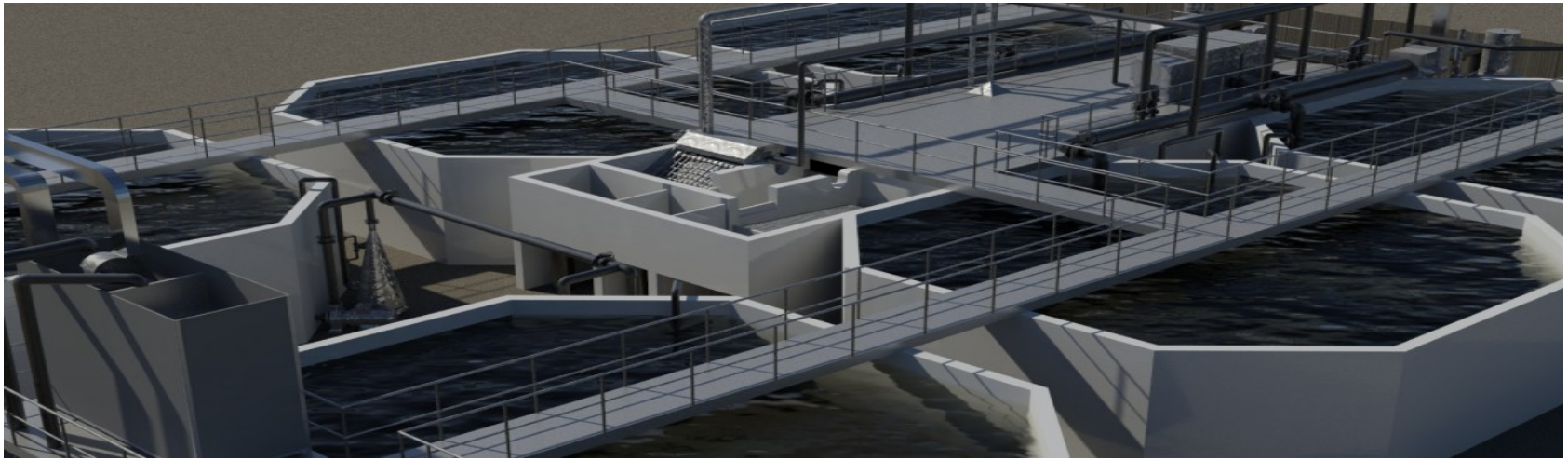


AQUACULTURA – HAYASHI TROUT FARM INC – JAPÃO
(EM CONSTRUÇÃO)









BREEAM®
GODKJENT FOR ANSVARSRETT
DIREKTORATET FOR BYGGKVALITET
KLH®

Relação Sustentabilidade – Energia à luz da Certificação Breeam

Avaliação de Sustentabilidade e Assessoria na Certificação BREEAM:

- BREEAM – sistema de avaliação de sustentabilidade ambiental mais difundido em todo o mundo.
- Mais de 250.000 edifícios certificados desde 1990 e mais de 1.000.000 de registos para processo de certificação em 50 países.
- **Conjunto de boas práticas na concepção, projecto, construção e operação de edifícios sustentáveis.**
- **Avaliação em categorias** relacionadas com a energia, a utilização da água, o ambiente interior (saúde e bem-estar), poluição, transportes, materiais, resíduos, ecologia e a boa gestão na exploração do edifício.
- **Objectivo – permitir a promotores, gestores e proprietários, optimizarem e reduzirem custos operacionais, melhorando o desempenho ambiental dos edifícios.**

http://www.breeam.org/

BREEAM®

BREEAM International New Construction

BREEAM In-Use assessment ratings

Assessment Rating	Star Rating
Acceptable	★
Pass	★★
Good	★★★
Very Good	★★★★
Excellent	★★★★★
Outstanding	★★★★★★

BREEAM® GODKJENT FOR ANSVARSRETT KLH

Relação Sustentabilidade – Energia (Certificação Breeam)

Energy	Waste
Energy efficiency Energy monitoring Energy efficient external lighting Low and zero carbon technologies Energy efficient cold storage Energy efficient transportation systems Energy efficient laboratory systems (TBC) Energy efficient equipment (process) Drying space	Construction Recycled ag Operational Speculative f
Transport	**Land use ar**
Public transport accessibility Proximity to amenities Alternative modes of transport Maximum car parking capacity Travel plan Home office	Site selection Ecological va ecological fe Enhancing si Long term impact on biodiversity Building footprint
Innovation	**Pollution**
New technology, process and practices	Impact of refrigerants NO_x emissions Surface water run off Reduction of night time light pollution Noise attenuation

Table - 1 : BREEAM International New Construction 2013 sections and assessment issues

BREEAM International sections and issues	
Management	**Water**
Sustainable procurement Responsible construction practices Construction site impacts Stakeholder participation Life cycle cost and service life planning	Water consumption Water monitoring Water leak detection and prevention Water efficient equipment
Health and wellbeing	**Materials**
Visual comfort Indoor air quality Thermal comfort Water quality Acoustic performance Safe access Hazards Private space	Life cycle impacts Responsible sourcing of materials Insulation Designing for robustness

Pontos analisados pela Certificação Breeam

Fonte: Breeam International New Construction (Technical Manual)

Relação Sustentabilidade – Energia (Certificação Breeam)

Table - 5: Example BREEAM score and rating calculation

BREEAM Section	Credits Achieved	Credits Available*	% of Credits Achieved	Section Weighting*	Section score
Management	10	22	45.00%	0.12	5.45
Health and wellbeing	8	10	80.00%	0.15	12
Energy	16	30	53.33%	0.19	10.13%
Transport	5	9	55.56%	0.08	4.44%
Water	5	9	55.56%	0.06	3.33%
Materials	6	12	50.00%	0.125	6.25%
Waste	3	7	42.86%	0.075	3.21%
Land use & Ecology	5	10	50.00%	0.10	5.00%
Pollution	5	13	38.50%	0.10	3.85%
Innovation	2	10	20.00%	0.10	2.00%

Peso do Factor Energia na Classificação Final do Sistema de Certificação Breeam

Fonte: Breeam International New Construction (Technical Manual)

Sustentabilidade α Eficiência Energética

⇓

Optar por Sistemas Construtivos Eficientes em Termos Energéticos

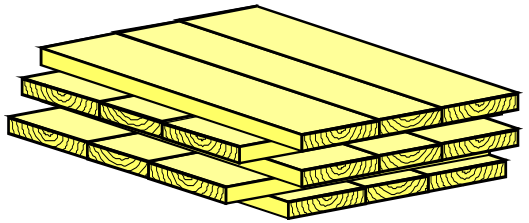
"The Best Energy Is Less Energy"

Prof. Wolfgang Feist

Director do Passivhaus Institut

Sistema Construtivo CLT - Conceito





Características Gerais

- 3 a 8 Estratos
- Estratos Ortogonais
- Secção Simétrica
- 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

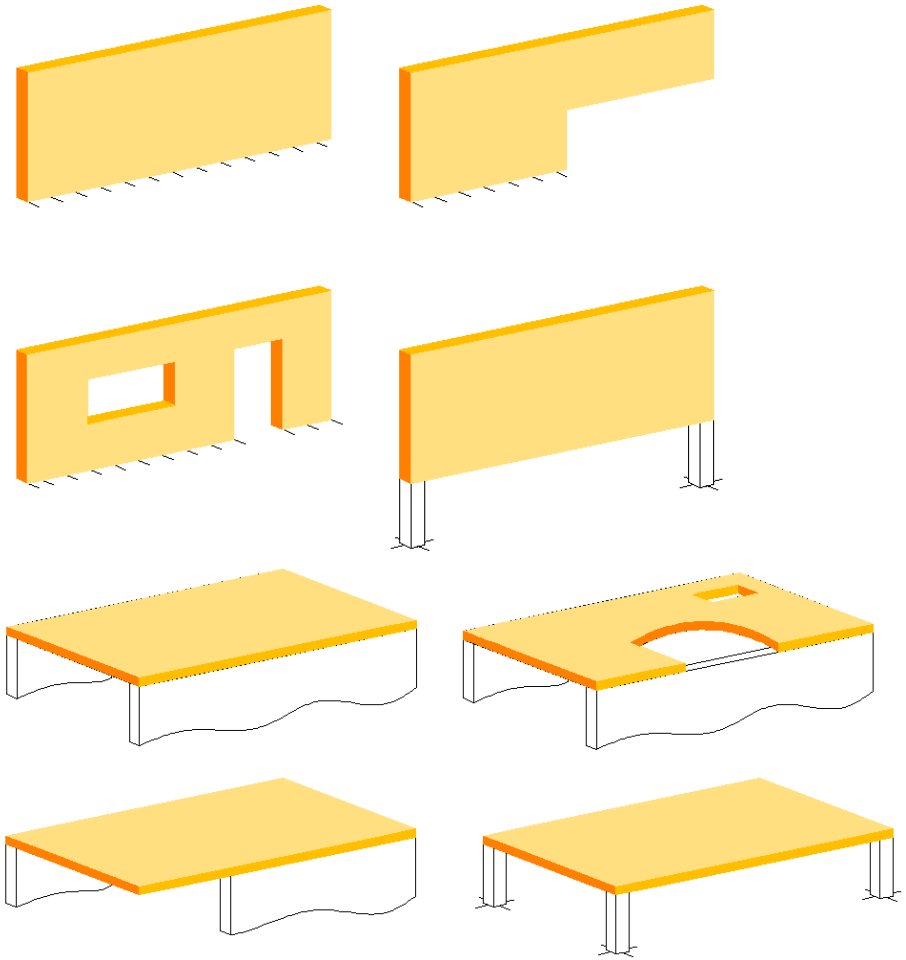
Sistema Construtivo CLT - Conceito



Características Gerais

- Prefabricação
- Rapidez de Execução
- Obra Seca
- Elementos Esbeltos
- Estrutura Leve
- Aplicações Restritas às Classes de Serviço 1 e 2

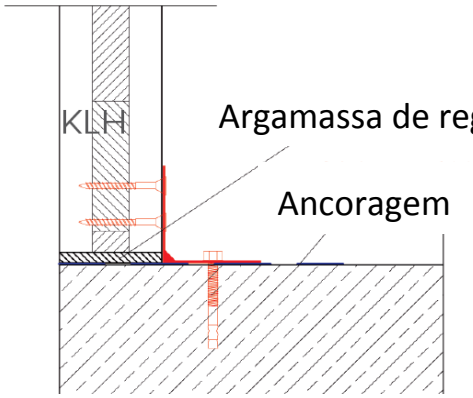
Sistema Construtivo CLT – Tipologias Estruturais

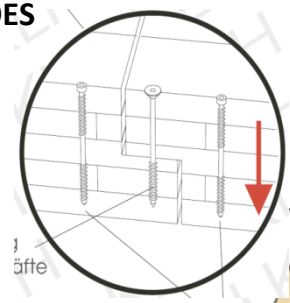


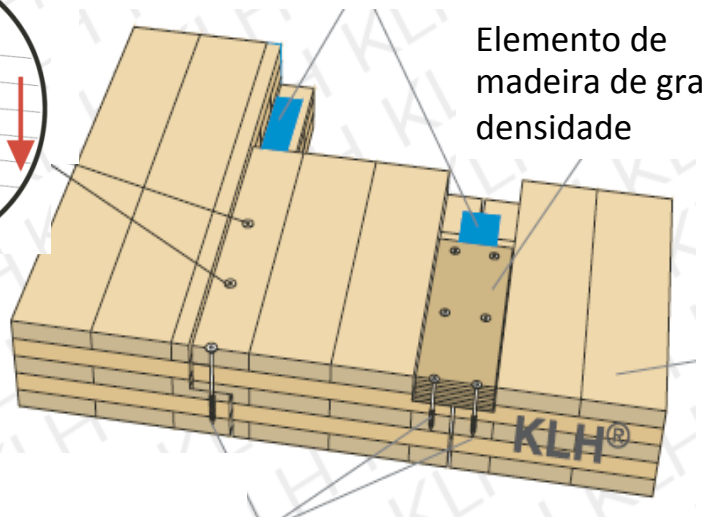
- Aberturas em Paredes
- Paredes em Consola
- Paredes como Vigas Altas

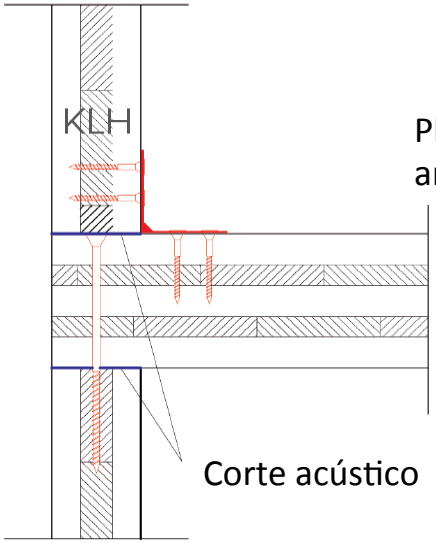
- Laje tipo Fungiforme
- Laje Bidireccional
- Apoios Descontínuos

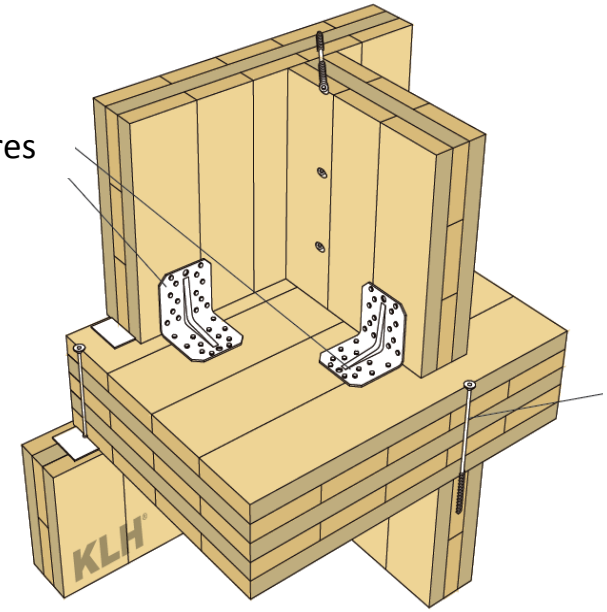
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – TIPO DE LIGAÇÕES







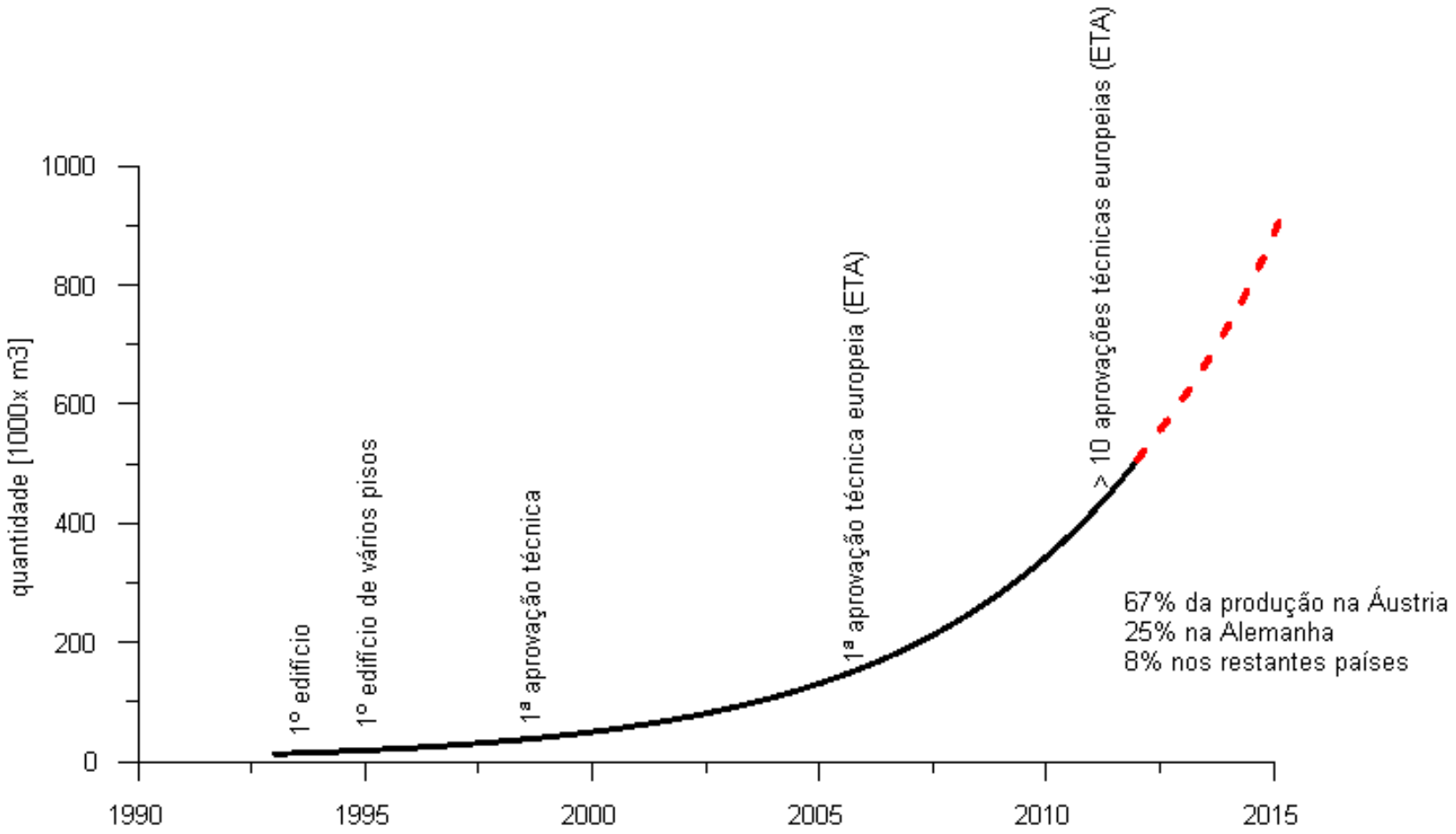




Parafusos auto-roscantes

BREEAM
GODKJENT FOR ANSVARSRETT
KLH

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – CRESCIMENTO



BREEAM
GODKJENT FOR ANSVARSRETT
KLH

Sistema Construtivo CLT – Exemplos 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

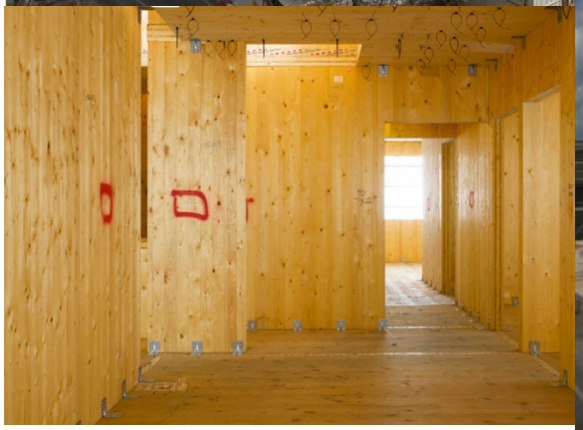
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR 9 PISOS, LONDRES











SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – EXEMPLOS OBRAS

REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIO ANTIGO, COIMBRA







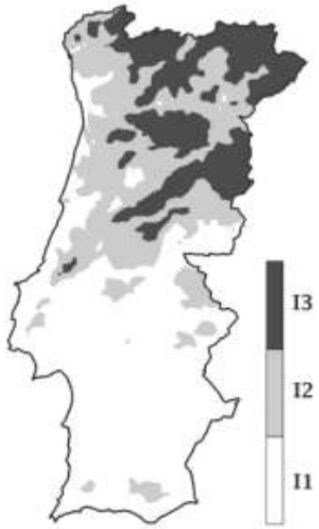
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

- BAIXA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DA MADEIRA, λ=0,13 W/(M2.K)

TABELA I.01 - **Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados, U_{ref} [W/(m².°C)]**

U_{ref} [W/(m².°C)]		Zona Climática					
Portugal Continental							
Zona corrente da envolvente:		Com a entrada em vigor do presente regulamento			31 de dezembro de 2015		
		I1	I2	I3	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	0,40	0,35	0,30
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30	0,35	0,30	0,25



PORTARIA N.º 349-B/ 2013 DE 29 DE NOVEMBRO

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

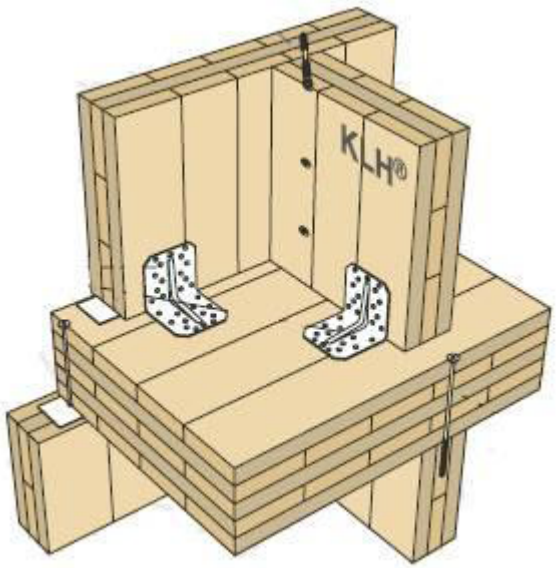
EXEMPLO DE LAJE DE COBERTURA
IMPERMEABILIZAÇÃO ASFÁLTICA
ISOLAMENTO TÉRMICO (XPS)
PAINEL CLT (KLH) 94MM

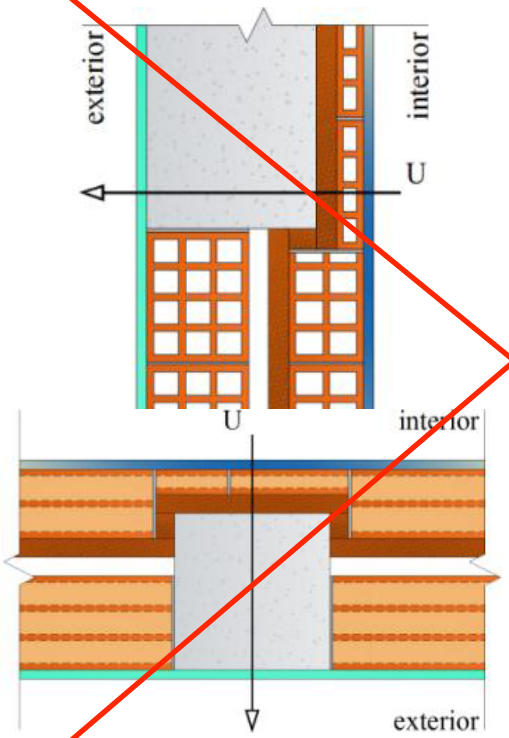
Zonamento Referência	I1	I2	I3
Esp. XPS (mm)	60	80	100
U [W/m2.K]	0,40	0,33	0,28
Esp. Total Laje (mm)	154	174	194

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

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



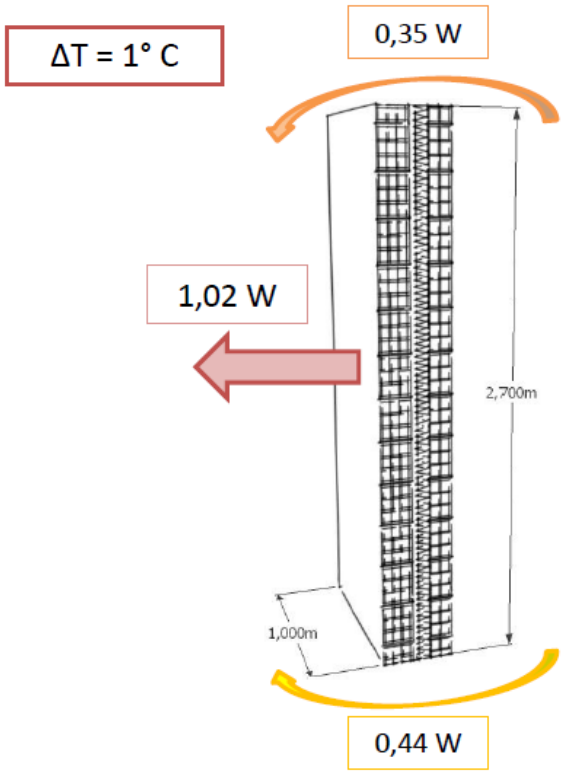


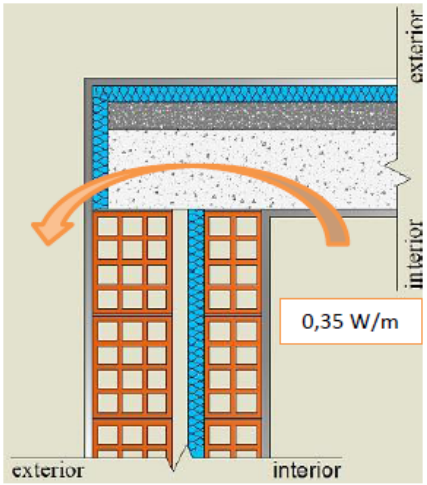


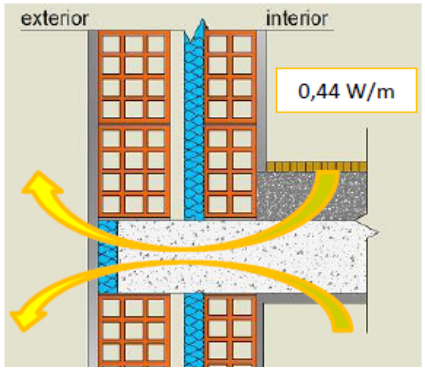
Sistema Construtivo CLT – Aplicação ao REH

Desempenho Energético

- Pontes térmicas lineares apresentam valores significativamente menores do que as dos sistemas construtivos tradicionais







Importância das Pontes Térmicas Lineares

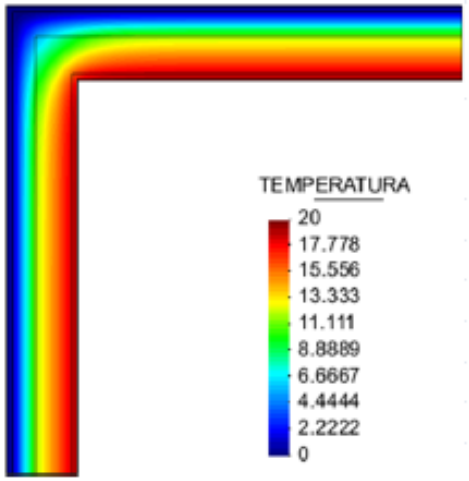
- Zonas com temperaturas baixas onde podem ocorrer condensações superficiais.
- Perdas de energia significativas (de ordem de grandeza semelhante à energia que atravessa a zona corrente da parede).

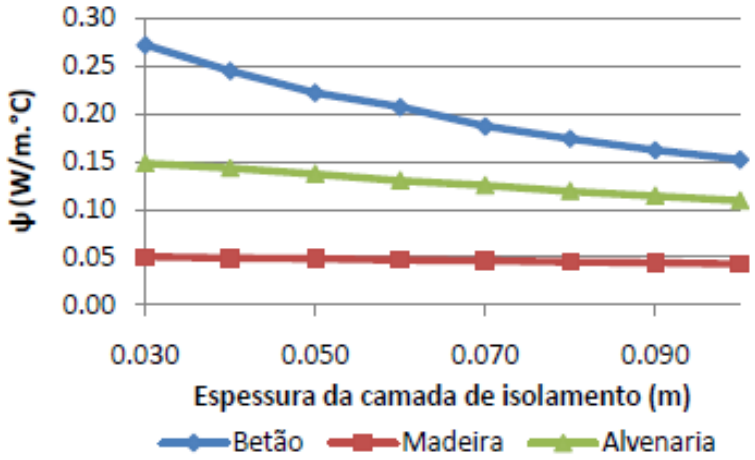
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

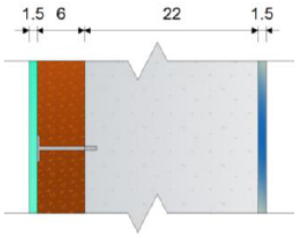
COEFICIENTE DE PERDAS LINEARES, Ψ (W/M.K)

- LIGAÇÃO ENTRE DUAS PAREDES VERTICAS

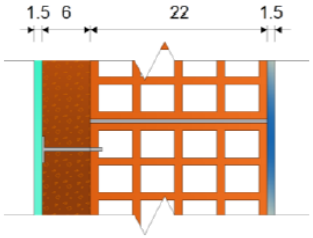




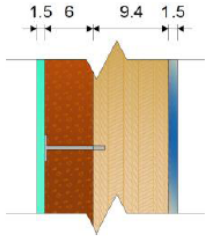
FONTE: Prata, J.D., Simões, N.A., Tadeu, A.J. - "Avaliação de pontes térmicas lineares de soluções em madeira: estudo comparativo". CIMAD 11



a) Betão



b) Alvenaria de Tijolo



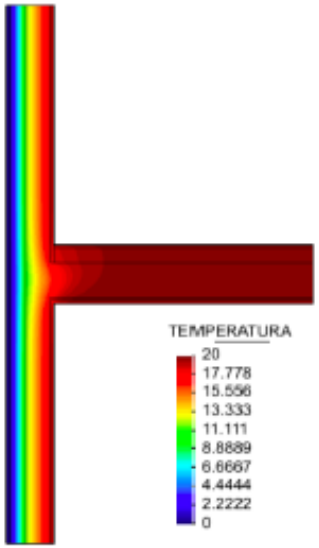
c) Madeira

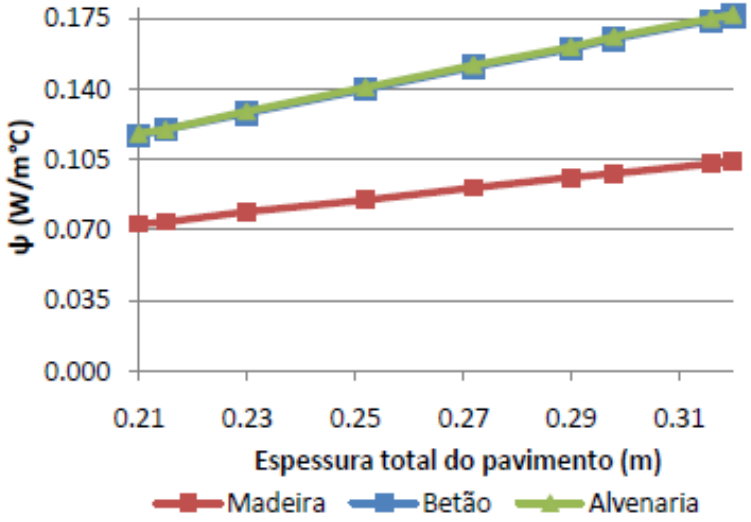
SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – APLICAÇÃO AO REH

DESEMPENHO ENERGÉTICO

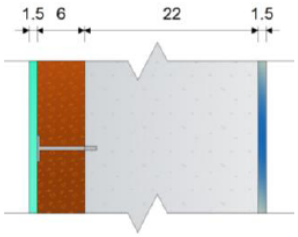
COEFICIENTE DE PERDAS LINEARES, Ψ (W/M.K)

- **LIGAÇÃO ENTRE FACHADA E O PAVIMENTO INTERMÉDIO**

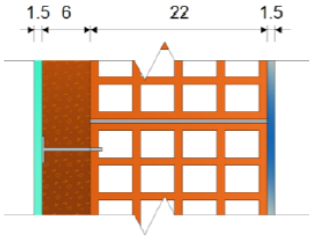




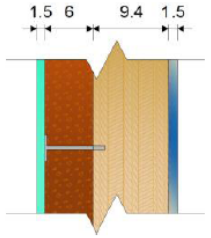
FONTE: Prata, J.D., Simões, N.A., Tadeu, A.J. - "Avaliação de pontes térmicas lineares de soluções em madeira: estudo comparativo". CIMAD 11



a) Betão



b) Alvenaria de Tijolo



c) Madeira

Sistema Construtivo CLT – Aplicação ao REH

Desempenho Energético

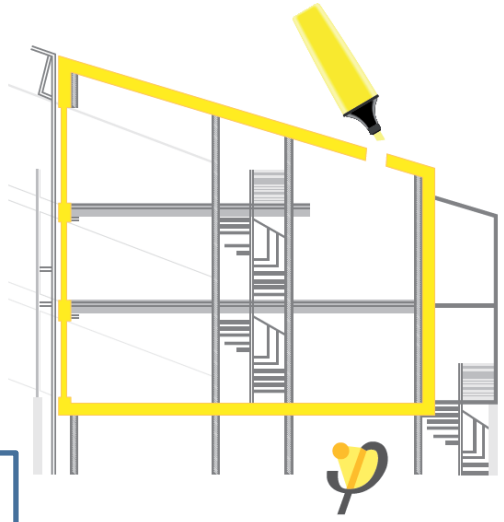
- Solução em madeira com Inércia Média

De acordo com a **aproximação simplificada da EN 832** as estruturas seguintes 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

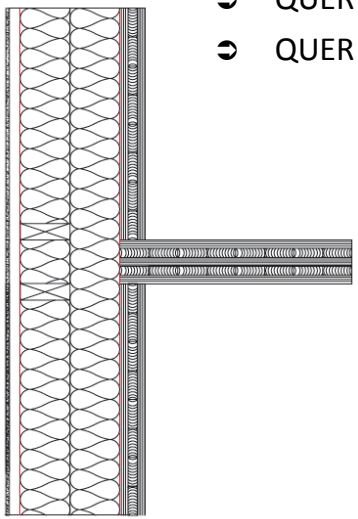


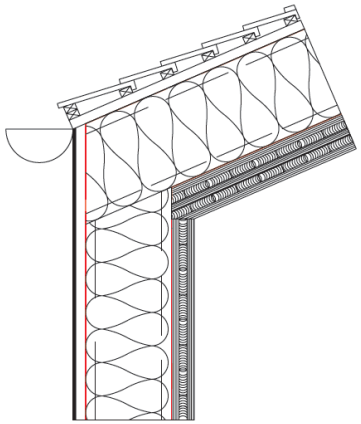
Os Cinco Pilares Passive House:

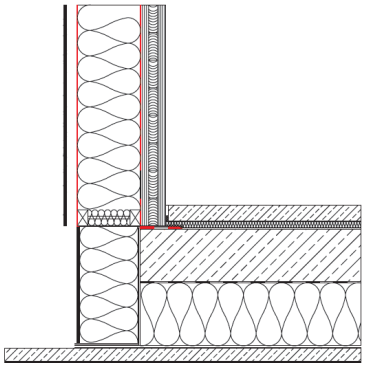
1. Excelente Isolamento Térmico.
2. **Construção "Livre" de Pontes Térmicas.**
3. **Envolvente do Edifício Estanque ao Ar.**
4. Sistema de Ventilação com Recuperação de Calor.
5. Ganhos Solares.

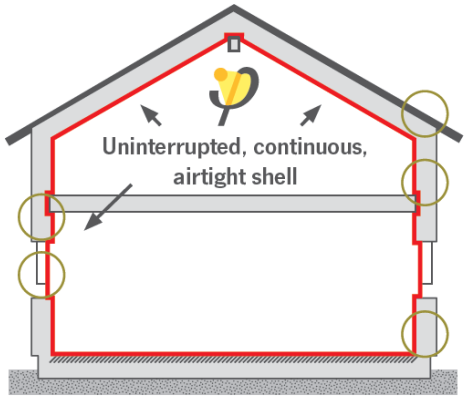
<u>Vantagem</u>: Regra do Lápis Fácil de Conseguir

- ➲ QUER NA CONTINUIDADE DO ISOLAMENTO
- ➲ QUER NA GARANTIA DE ESTANQUEIDADE AO AR



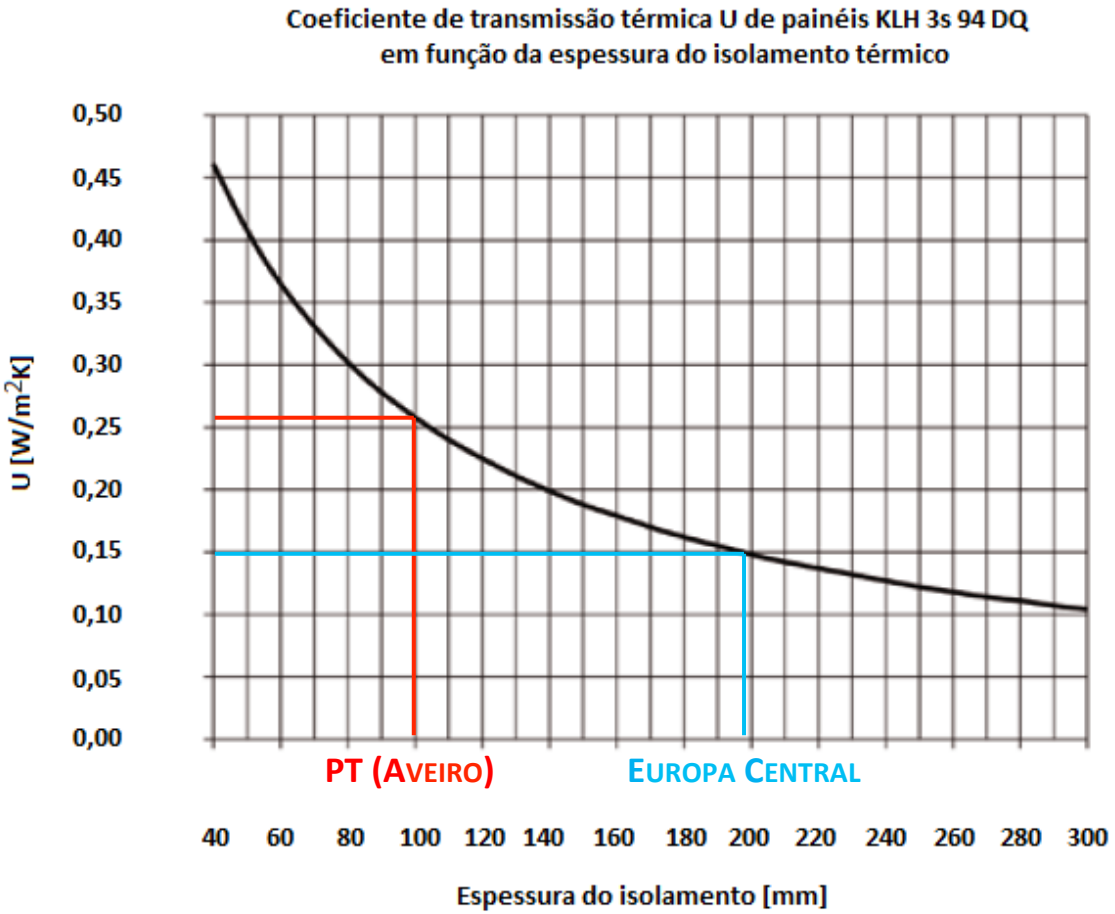


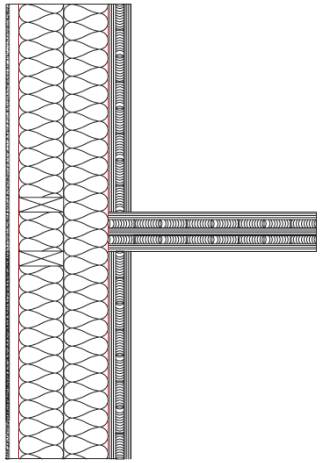




SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

ISOLAMENTO TÉRMICO



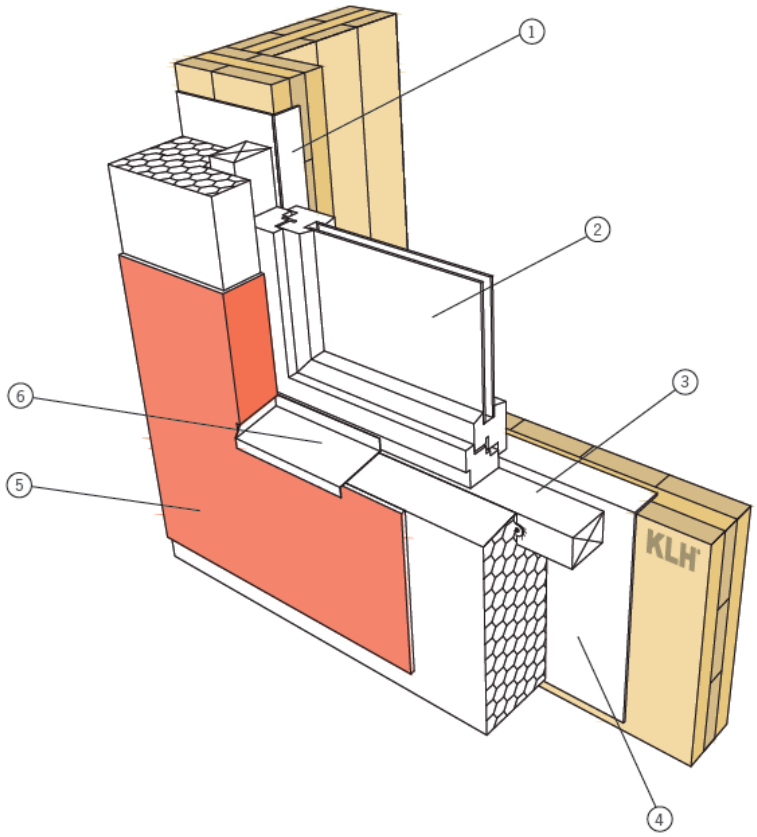


COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA *VS.* ESPESSURA DE ISOLAMENTO

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

REMATE DE JANELA

PAREDE EXTERIOR COM FACHADA REBOCADA

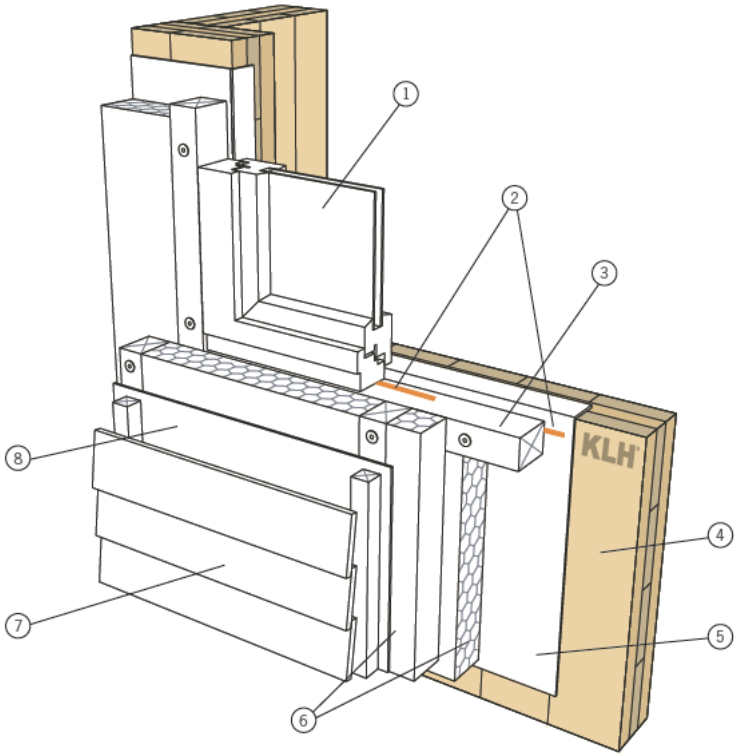


1. Membrana estanque ao ar - virada para o interior para selar com janela
2. Janela
3. Suporte inferior da janela
4. Membrana estanque ao ar
5. Reboco sobre isolamento térmico
6. Peitoril da janela com inclinação para o exterior

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

REMATE DE JANELA

PAREDE EXTERIOR COM FACHADA VENTILADA



1. Janela ou porta
2. Fita para selagem da camada estanque
3. Suporte inferior da janela
4. Painel em CLT
5. Membrana estanque ao ar
6. Isolamento térmico
7. Fachada ventilada em madeira
8. Membrana para vento

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

ESTANQUEIDADE AO AR – ENSAIO ESTANQUEIDADE

PAINEL 60MM 3S NSI

2 TEST OBJECT

Large-sized solid wood panels, supplied by the Applicant, and made of crosswise glued-laminated board segments: "KLH wall sample", referred to as **"3s 60 DL NSI"**, sample PL-3A (Sample 1)
The end walls were set up very close together, so that any passage of air could only normally take place through the test object.
Set up in accordance with the Applicant's specifications:

Testing state A
Wood moisture in the middle: ~ 11.8 %
19 mm longitudinal direction (19/~230)
22 mm Transverse direction (22/~110)
19 mm longitudinal direction (19/~230)
Glued- laminated with each other over their entire surface area, longitudinal joints not glued-laminated.
Test surface area: 1225 * 1475 mm – 1.81 m²
Length of joint: 8.85 m (in relation to length of straight joint)
Mass: ~ 25.5 kg/m²

Testing state B:
Wood moisture in the middle: ~ 7.7 %
19 mm longitudinal direction (19/~230)
22 mm Transverse direction (22/~110)
19 mm longitudinal direction (19/~230)
Glued- laminated with each other over their entire surface area, longitudinal joints not glued-laminated.
Test surface area: 1225 * 1475 mm – 1.81 m²
Length of joint: 8.85 m (in relation to length of straight joint)
Mass: ~ 24.9 kg/m²

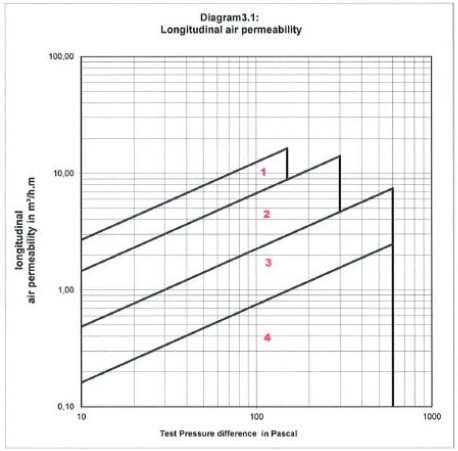
PERMEABILIDADE AO AR (ATÉ 600PA): ESTANQUE AO AR

Attachment 2: Test Protocol - Testing state A - Section 3.4.1

Table 3.1 Air permeability

Testing pressure differenz	$V_{L,ref}$	V_{F1}
Pa	m³/(h.m)	m³/(h.m²)
50	0,00	0,00
100	0,00	0,00
150	0,00	0,00
200	0,00	0,00
250	0,00	0,00
300	0,00	0,00
450	0,00	0,00
600	0,00	0,00

VL,ref = longitudinal air permeability
VF1 = air permeability over entire surface area



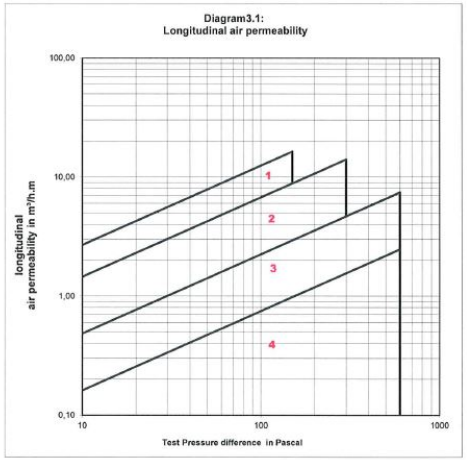
Class = 4
no air permeable (airtight)

Attachment 2A: Test Protocol - Testing state B - Section 3.4.1

Table 6.2 Air permeability

Testing pressure differenz	$V_{L,ref}$	V_{F1}
Pa	m³/(h.m)	m³/(h.m²)
50	0,00	0,00
100	0,00	0,00
150	0,00	0,00
200	0,00	0,00
250	0,00	0,00
300	0,00	0,00
450	0,00	0,00
600	0,00	0,00

VL,ref = longitudinal air permeability
VF1 = air permeability over entire surface area



Class = 4
no air permeable (airtight)

BREEAM® GODKJENT FOR ANSVARSRETT KLH

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE

ESTANQUEIDADE AO AR – ENSAIO ESTANQUEIDADE

PAINEL 90MM 3S NSI

2 TEST OBJECT

Large-sized solid wood panels, supplied by the Applicant, and made of crosswise glued-laminated board segments: "KLH wall sample", referred to as **"3s 94 DQ NSI"**, sample PL-2A (Sample 2)
The front walls were set up very close together, so that any passage of air could only normally take place through the test object.
Set up in accordance with the Applicant's specifications:

Testing state A
Wood moisture in the middle: ~ 9.2 %
30 mm longitudinal direction (30/~183)
34 mm Transverse direction (34/~230)
30 mm longitudinal direction (30/~183)
Glued- laminated with each other over their entire surface area, longitudinal joints not glued-laminated.
Test surface area: 1227 * 1475 mm – 1.81 m²
Length of joint: 9.81 m (in relation to length of straight joint)
Mass: ~ 43.3 kg/m²

Testing state B:
Wood moisture in the middle: ~ 8.1 %
30 mm longitudinal direction (30/~180)
34 mm Transverse direction (34/~230)
30 mm longitudinal direction (30/~180)
Glued- laminated with each other over their entire surface area, longitudinal joints not glued-laminated.
Test surface area: 1227 * 1475 mm – 1.81 m²
Length of joint: 9.81 m (in relation to length of straight joint)
Mass: ~ 42.9 kg/m²

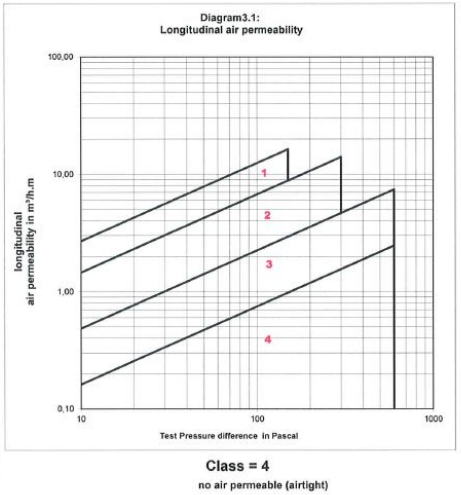
PERMEABILIDADE AO AR (ATÉ 600PA): ESTANQUE AO AR

Attachment 2: Test Protocol - Testing state A - Section 3.4.1

Table 3.1 Air permeability

Testing pressure differenz	$V_{L,ref}$	V_{F1}
Pa	m³/(h.m)	m³/(h.m²)
50	0,00	0,00
100	0,00	0,00
150	0,00	0,00
200	0,00	0,00
250	0,00	0,00
300	0,00	0,00
450	0,00	0,00
600	0,00	0,00

VL,ref = longitudinal air permeability
VF1 = air permeability over entire surface area

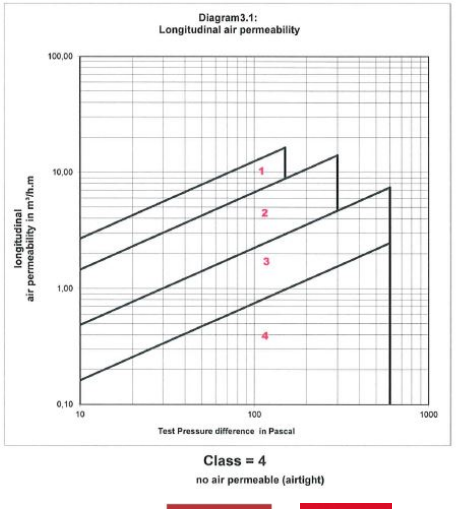


Attachment 2A: Test Protocol - Testing state B - Section 3.4.1

Table 6.2 Air permeability

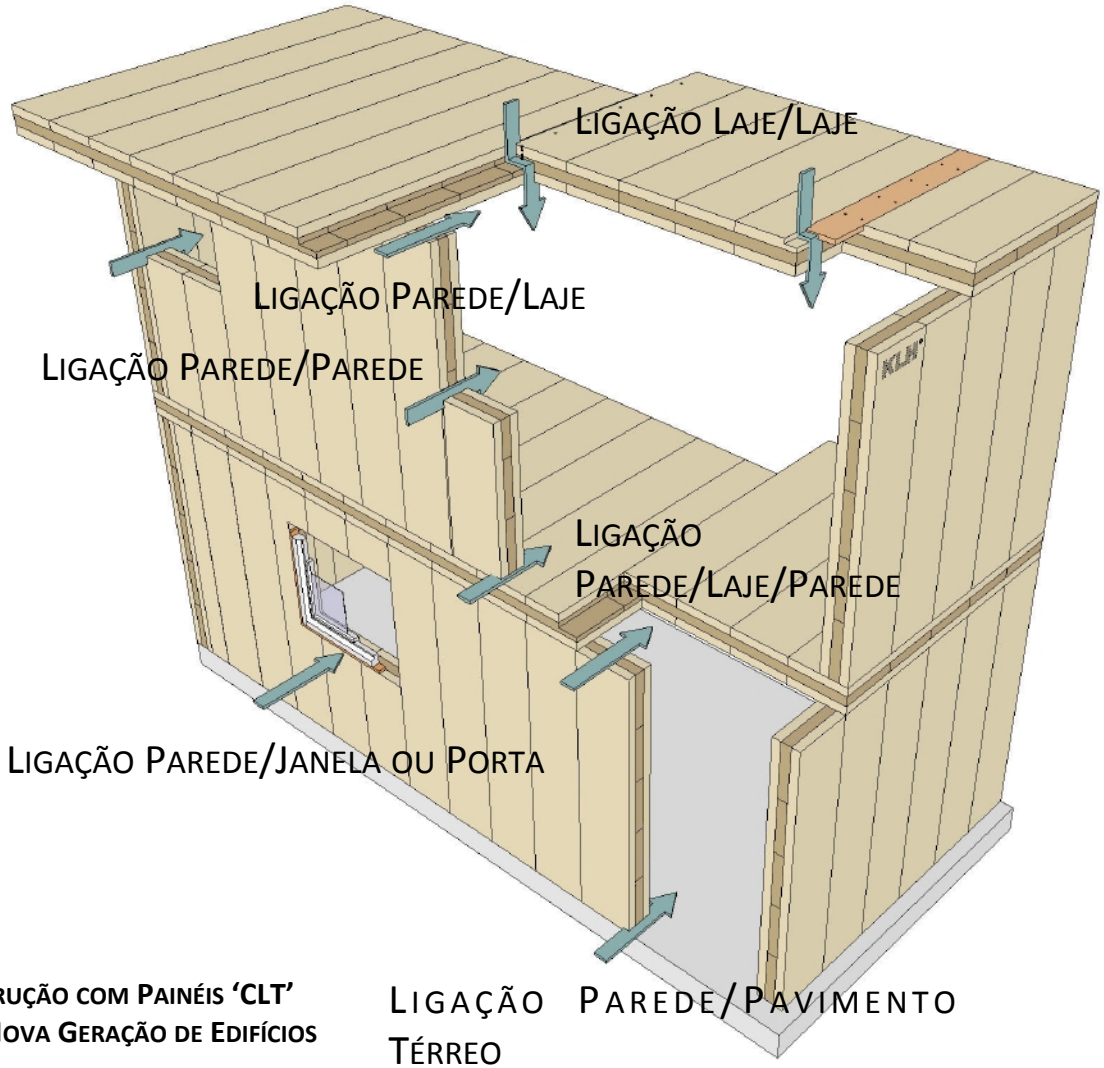
Testing pressure differenz	$V_{L,ref}$	V_{F1}
Pa	m³/(h.m)	m³/(h.m²)
50	0,00	0,00
100	0,00	0,00
150	0,00	0,00
200	0,00	0,00
250	0,00	0,00
300	0,00	0,00
450	0,00	0,00
600	0,00	0,00

VL,ref = longitudinal air permeability
VF1 = air permeability over entire surface area



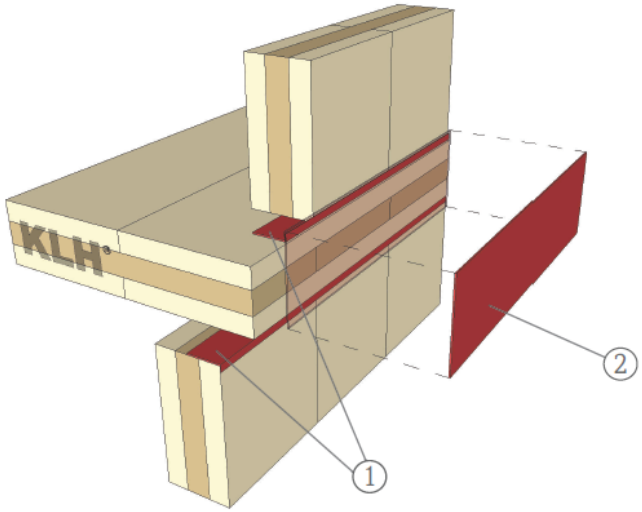
Sistema Construtivo CLT – Passive House

Estanqueidade ao Ar – Pontos de Infiltração / Exfiltração



Ligações entre Painéis a Tratar

SISTEMA CONSTRUTIVO CLT – PASSIVE HOUSE
ESTANQUEIDADE AO AR



O PRINCÍPIO É SIMPLES.

A CAMADA DE COLA EXTERIOR DOS ELEMENTOS KLH É RESPONSÁVEL PELA SUA ESTANQUEIDADE. AO PROLONGAR ESTA CAMADA ESTANQUE AO AR ATÉ AOS LIMITES EXTERIORES DOS PAINÉIS, EVITA-SE A INDESEJADA CIRCULAÇÃO DE AR ATRAVÉS DAS FRESTAS DA CONSTRUÇÃO.

1) extensão da camada estanque ao ar dos painéis de parede (logo após o fabrico, ou no local) – fita com 8cm de largura

2) selagem por sobreposição no topo ao nível da laje de tecto (após a montagem no local)

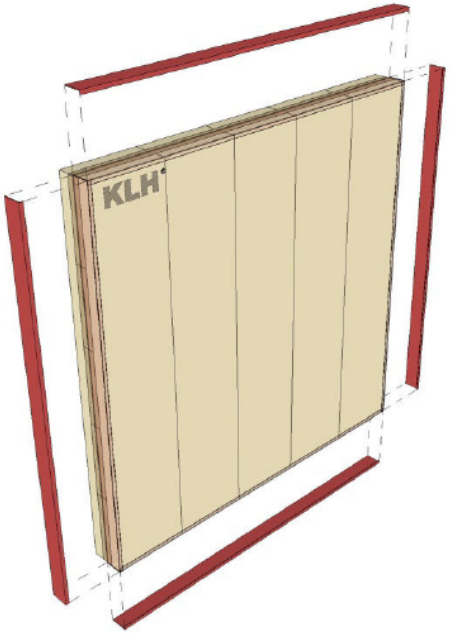


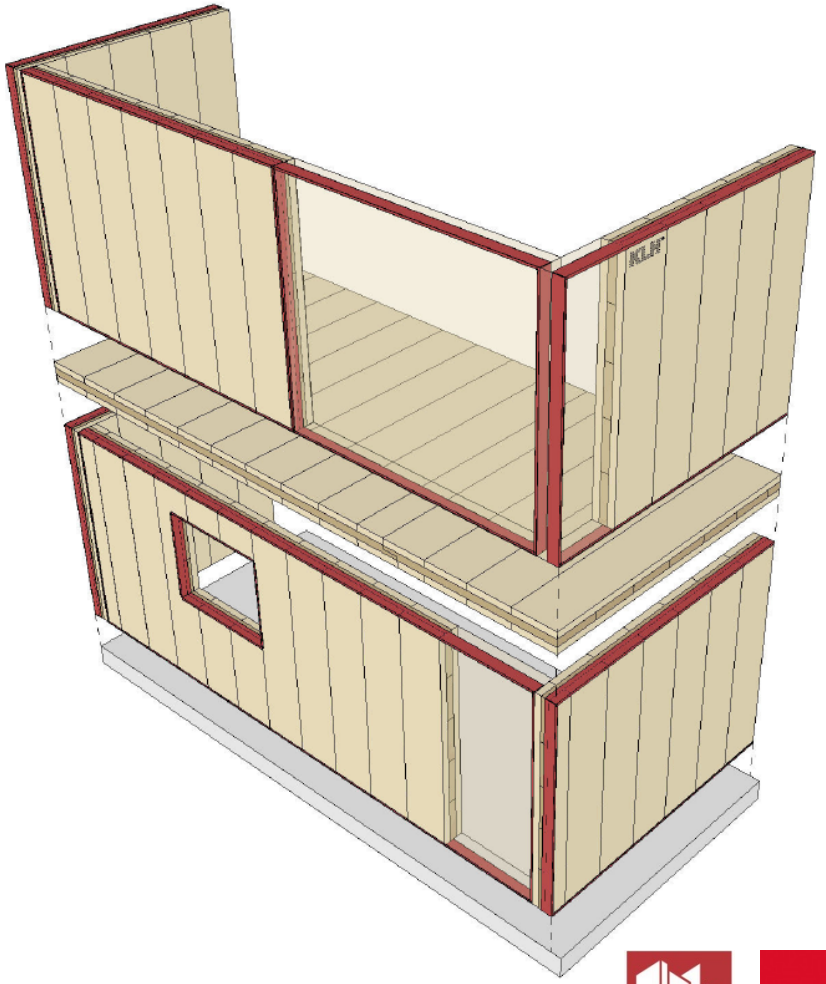
(Fita Eurasol da Wurth – www.wuerth.com)

Sistema Construtivo CLT – Passive House

Estanqueidade ao Ar – Nova Solução para Atingir a Estanqueidade ao Ar (Setembro 2014)

Extensão da camada estanque (camada exterior de cola) ao topo dos painéis





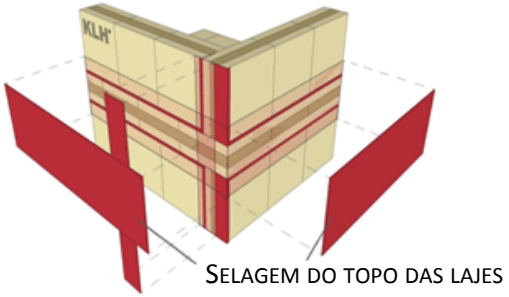
ESTANQUEIDADE AO AR – PORMENORIZAÇÃO

JUNTA PAREDE-PAREDE



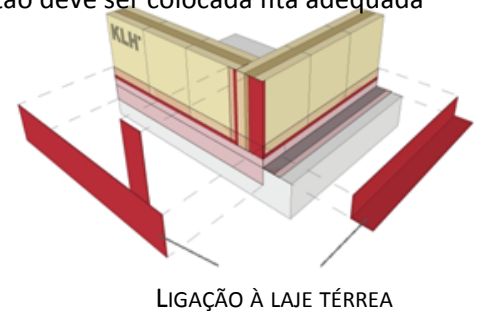
JUNTA PAREDE-LAJE-PAREDE

A camada estanque ao ar prolongada das paredes será selada sobre os topos das lajes



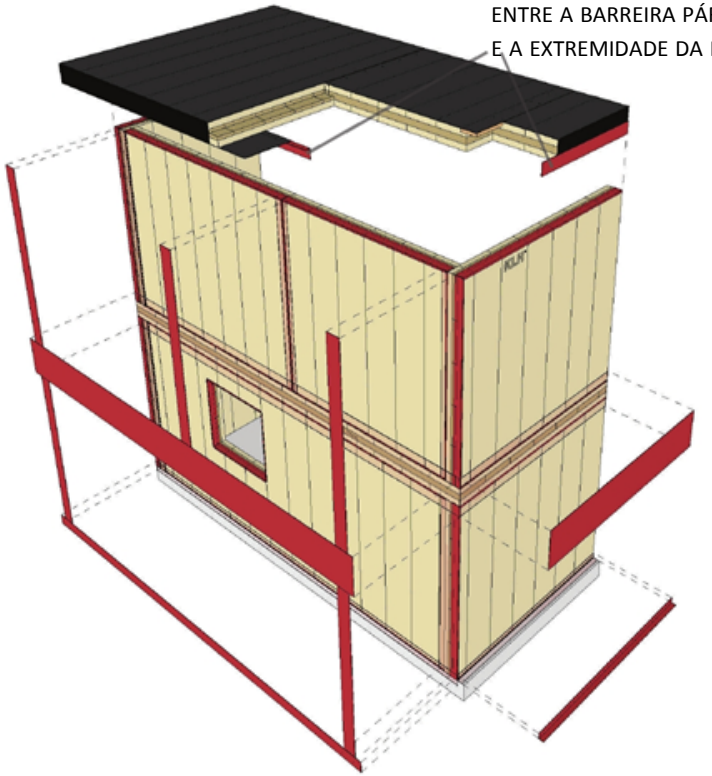
LIGAÇÃO PAREDE-LAJE TÉRREA

Para a ligação entre o elemento KLH e o betão deve ser colocada fita adequada



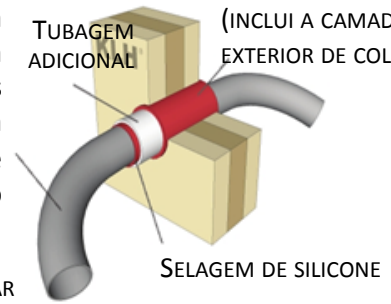
LIGAÇÃO COBERTURA

Na ligação à cobertura, a camada estanque ao ar prolongada das paredes será selada à barreira de vapor



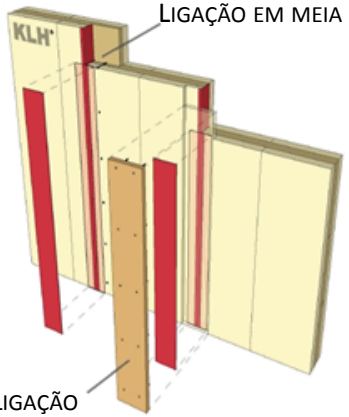
ABERTURAS PARA INSTALAÇÕES

Para pequenas aberturas (ex. furos para instalações eléctricas), deve ser utilizada uma técnica especial de selagem. As aberturas são demasiado pequenas para a utilização da fita, pelo que se recomenda colagem de um pequeno tubo.



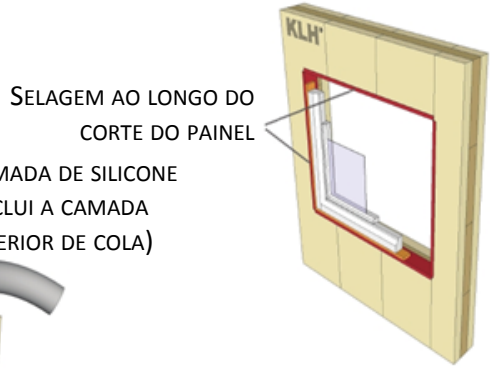
LIGAÇÃO PARA PAREDES ELEVADAS EM MEIA MADEIRA OU PLACA DE LIGAÇÃO

A fita de selagem final deve ser aplicada antes da placa



JANELAS / PORTAS / ABERTURAS

Nas aberturas no invólucro exterior do edifício, a aresta de corte deve ser selada para uma adequada ligação aos elementos construtivos a aplicar. A camada estanque prolongada deve ser selada com a camada impermeabilizante da janela ou porta.



PROJECTOS PASSIVE HOUSE EM CLT

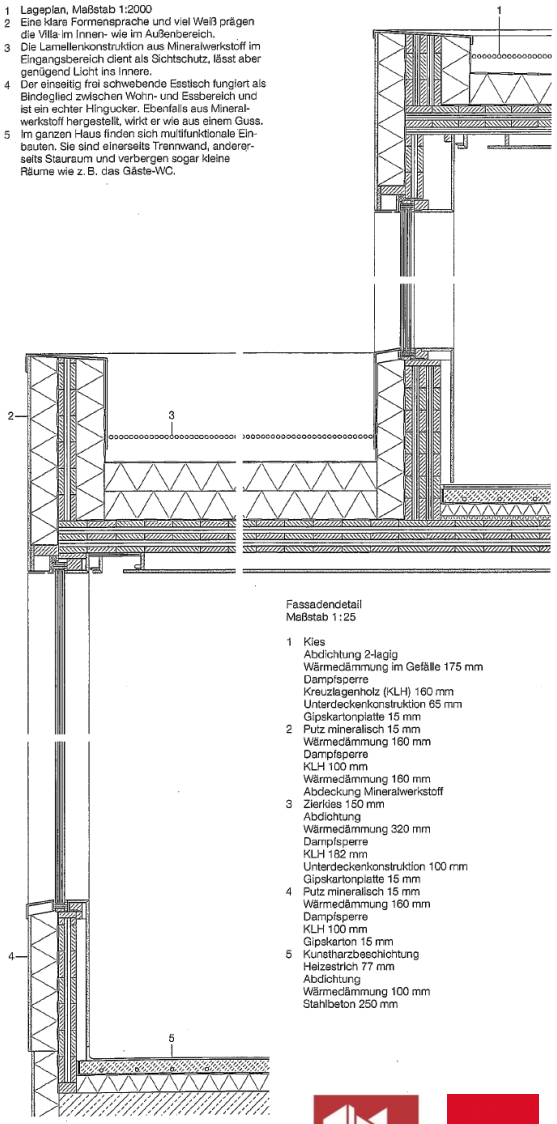


PASSIVE HOUSE BUILDING MÜHLWEG
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS, VIENA, ÁUSTRIA

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 Bindeglied 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.



Fassadendetail
Maßstab 1:25

1 Kies
Abdichtung 2-lagig
Wärmedämmung im Gefälle 175 mm
Dampfsperre
Kreuzlagenholz (KLH) 160 mm
Unterdeckenkonstruktion 65 mm
Gipskartonplatte 15 mm
2 Putz mineralisch 15 mm
Wärmedämmung 160 mm
Dampfsperre
KLH 100 mm
Wärmedämmung 160 mm
Abdeckung Mineralwerkstoff
3 Zierkies 150 mm
Abdichtung
Wärmedämmung 320 mm
Dampfsperre
KLH 182 mm
Unterdeckenkonstruktion 100 mm
Gipskartonplatte 15 mm
4 Putz mineralisch 15 mm
Wärmedämmung 160 mm
Dampfsperre
KLH 100 mm
Gipskarton 15 mm
5 Kunstharzbeschichtung
Heizestrich 77 mm
Abdichtung
Wärmedämmung 100 mm
Stahlbeton 250 mm

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

tisem

PROJECTOS PASSIVE HOUSE EM CLT







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

BREEAM® GODKJENT FOR ANSVARSRETT KLH

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