

RELISBOA

XIII SEMANA DA
REABILITAÇÃO
URBANA

LISBOA 2026

Do Diagnostico à Reabilitação de Ligações em Madeira

Joselito Pereira

Sinopse

A **eficácia da reabilitação de estruturas de madeira** reside na **precisão da análise inicial** e na escolha de **soluções adequadas de ligação**.

A implementação de reforços que assegurem a continuidade estrutural, a compatibilidade entre materiais e a preservação da integridade histórica são preocupações constantes, demonstrando que é possível respeitar a autenticidade do edifício original enquanto se responde, simultaneamente e com rigor, às exigências de segurança e resiliência atuais.



A TECOFIX, S.A. dedica-se à comercialização de produtos de fixação ao longo dos seus quase 40 anos de existência, apresentando **soluções na comercialização de equipamentos e materiais de fixação, bem como consultoria na área de engenharia.**





A inovar desde 1912 com ITW

SPIT desde 1951

Paslode desde 1935

Mais de 19.000 patentes...

Produtos diferenciados para o sector da construção



Inovação e Desenvolvimento de produtos há 75 anos

Uma fabricação industrial 90 % europeia





“Pensar o passado para compreender o presente e idealizar o futuro”

Heródoto, *geógrafo e historiador grego*

Cada época construtiva está associada a tendências arquitetónicas e materiais próprios, do ponto de vista estrutural e não estrutural. Neste contexto é importante conhecer os 3 períodos mais relevantes do edificado em Portugal :

- **Pós 1755** (A Gaiola Pombalina);
- **Século XIX e XX** (Ascensão do Aço e Betão Armado);
- **Século XXI** (A Inovação Técnica Moderna).



Século XXI: As novas tecnologias de construção

A análise da utilização da madeira na construção civil desde 1755 é, em grande parte, a história de uma inovação pioneira, de um período de declínio em face de novos materiais e, mais recentemente, de um ressurgimento impulsionado pela sustentabilidade e pela tecnologia.



A inovação técnica moderna

Para superar as limitações dimensionais e de resistência do tronco maciço, a engenharia criou produtos de madeira maciça reconstituída e laminada:

- **Madeira Laminada Colada (Glulam):** Permite criar vigas e arcos de grandes dimensões e formas curvas.
- **Madeira Laminada Cruzada (CLT - Cross-Laminated Timber):** Esta é a inovação mais transformadora. O CLT é composto por camadas de madeira coladas em ângulos alternados.



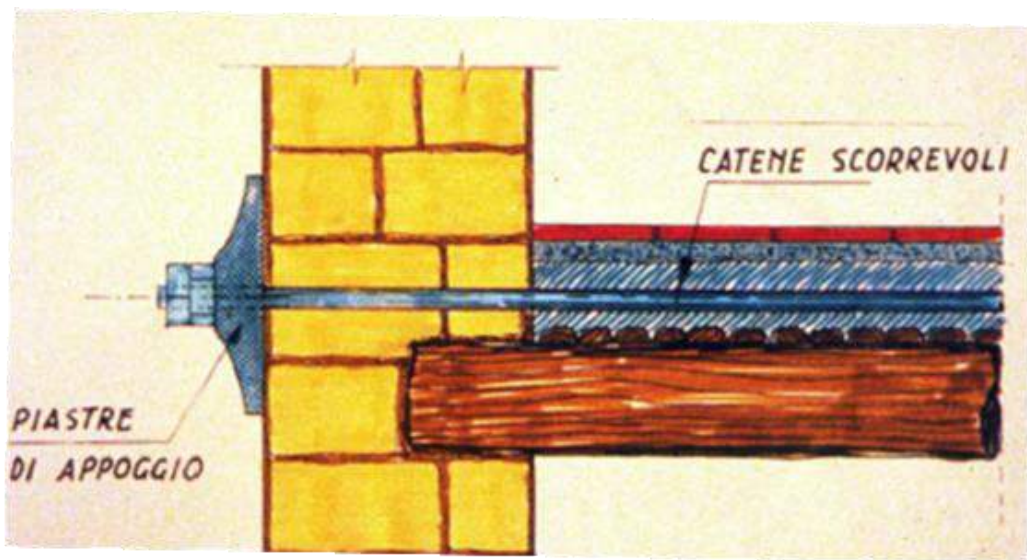
O desafio de intervir na reabilitação de **estruturas de madeira** e garantir a **ligação entre elementos tão distintos** (como madeira e novos materiais de reforço, ou madeira antiga e madeira nova) é resolvido através de diversas **técnicas de reforço e consolidação**, que visam criar uma ligação eficiente e duradoura.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado dos processos construtivos existentes, através de:

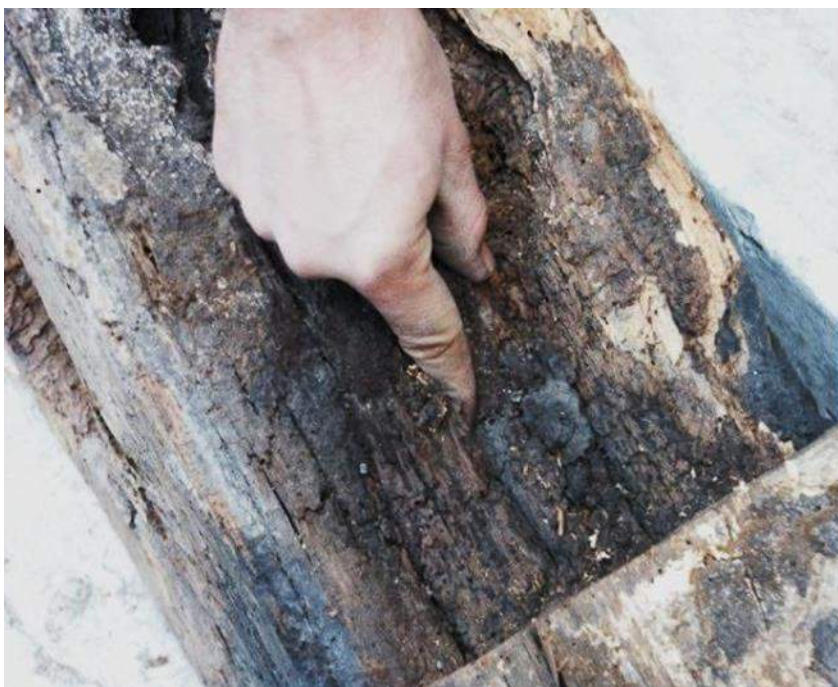
- Documentação existente;
- Observação direta;
- Observação indireta;
- Sondagens em obra.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado do Estado real dos materiais existentes:

- Importância da avaliação geométrica;
- O estado de degradação (fungos);
- Classificação da madeira existente;
- Registo fotográfico.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado do existente:

- Elaboração de documento de intervenções passadas ao edifício atualizado;
- Elaboração de documento do estado geral do edificado.
- Avaliação das soluções de intervenção.

FICHA DE INSPEÇÃO: A	
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	
	
1. Dados gerais do edifício	
Morada: Loteamento Municipal da Mãe	
Freguesia: Moita	
Concelho: Moita	
Distrito: Setúbal	
2. Caracterização do edifício	
Ano de construção: 2023	
Nº de pisos: 2	
Nº de Frações: 1	
Utilização do Edifício: Desportivo	
	
3. Local de implantação	
Isolado ☒ Gaveto ☐ Banda/Extremo ☐ Banda/Mcio ☐	
4. Tipologia da estrutura resistente	
Pétreco/paredo em betão armado ☐ Laminar em betão armado ☐	
Viga pilar em betão armado ☒ Mista (betão/metalica) ☐	
Viga pilar em perfil metálico ☐ Mista (betão/alvenaria) ☐	
5. Tipologia das paredes exteriores	
Paredes de pano duplo ☒ Paredes de pano simples ☐	
6. Tipologia dos materiais das paredes exteriores	
Alvenaria de tijolo furado ☒ Pedra natural ☐	
Alvenaria de tijolo maciço ☐ Blocos de betão de argila expandida ☐	
Betão ☐ Blocos de betão celular autoclavado ☐	
Outra: ☐	
7. Tipologia dos revestimentos das paredes exteriores	
Ladrilhos cerâmicos ☐ Impermeabilização (telas/membranas) ☐	
Ladrilhos hidráulicos ☐ Painéis sandwich ☐	
Placas de pedra natural ☐ Chapas de zinco ☐	
Betão à vista ☐ Chapas de alumínio ☐	
Tijolo cerâmico à vista ☐ Chapas de policloreto de vinilo (PVC) ☐	
Pintura com acabamento liso/ruoso ☐ Chapas de polimetacrilato de metilo (acrílicas) ☐	
ETICS ☒ Outra: Painéis de betão pré-moldado ☐	
Data: 12 / 12 / 2023	

Lajes mistas madeira-concreta ORDENAMENTO ÚNICO

Formulário de pedido de cálculo. Enviar preenchido para info@tecfix.com

Data: _____
Designer: _____
Referência do projecto: _____
Telefone e e-mail: _____

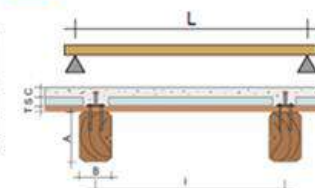


Pelo menos os dados precedidos por ">" devem ser indicados

> Comprimento do cálculo:	L=	cm
> Base de viga:	B=	cm
> Altura da viga:	A=	cm
> Espaçamento dos vigas	E=	cm
> Tipo de madeira existente	Coníferas: C18 C20 C22 C24 Mais * Latifolia: D18 D24 D27 D30 Lamelar: GL24h GL28h GL30h GL32h	
> Interposição:	Material: Prancha Tabelas Mais * Espessura: T=	cm
> Espessura da laje de betão	C=	cm
> Espessura de isolamento, se houver:	S=	cm
> Espessura máxima admissível:	(S+C) max =	cm
> Tipo de betão	Normal: C25/30 C28/35 C30/37 Mais * Aligeirado: *	
> Máxima deformação final (flecha):	L/250 L/300 L/350 Mais *	
> Possibilidade de escorar ou puxar:	sim não	
> Número de vigas ou área de superfície	N. vigas área	m²

* Especifique a sua escolha na tabela ou na coluna "Notas" abaixo.

Cargas:	
Viga de madeira, prancha, isolamento e laje de betão	Calculado por Tecfix kN/m²
> Cargas adicionais existentes, se houver	kN/m²
> Permanentes	kN/m²
> Variáveis	kN/m²

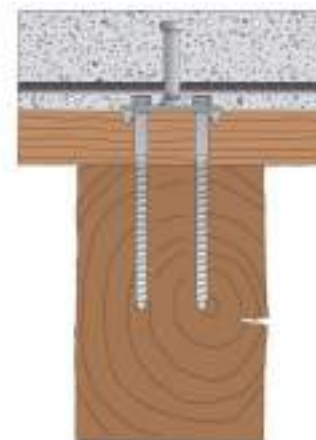
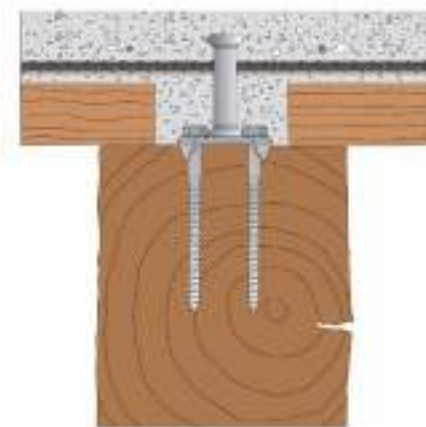
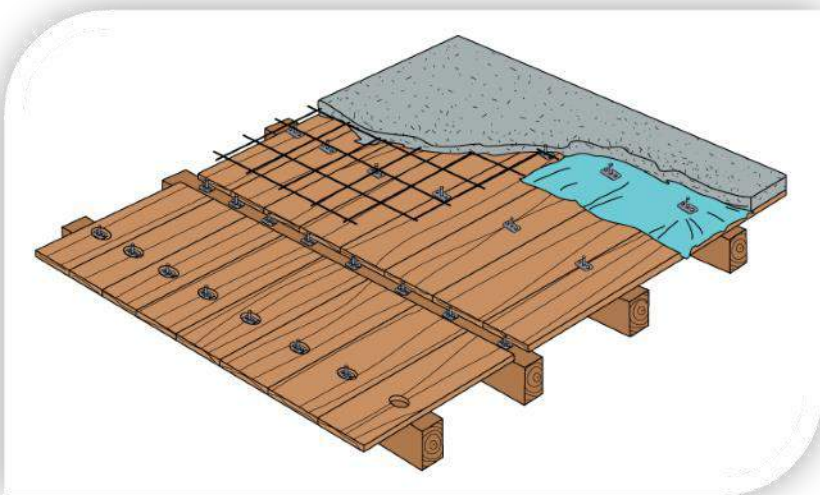


Notas:

A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Compatibilidade de Materiais:

Assegurar que os materiais de reforço (metal, betão, resinas) são compatíveis com a madeira, nomeadamente em termos de humidade e dilatação, para evitar tensões indesejadas.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Transferência de Esforços:

O principal objetivo da ligação é transferir os esforços de forma eficiente e segura da peça de madeira danificada para o novo elemento de reforço, restaurando ou aumentando a capacidade resistente da estrutura.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Intrusividade:

Na reabilitação do património há a preocupação de usar soluções que sejam o menos intrusivas possível e que respeitem a arquitetura e a estética original.



Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

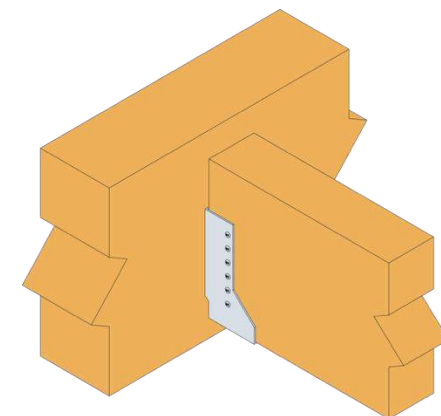
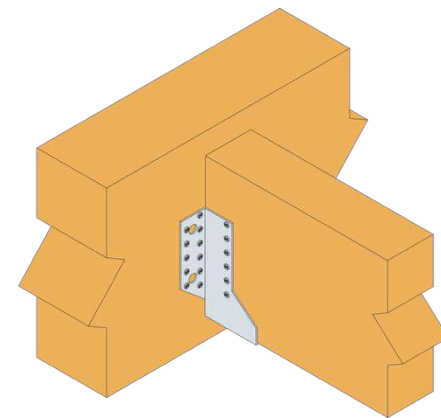
Ligações Madeira-Aço

Com a utilização de elementos metálicos para aumentar a capacidade de carga ou de ligação com a inserção de conectores, esquadros ou outros elementos especiais.



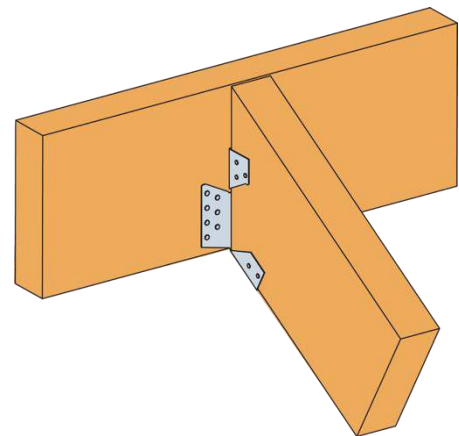
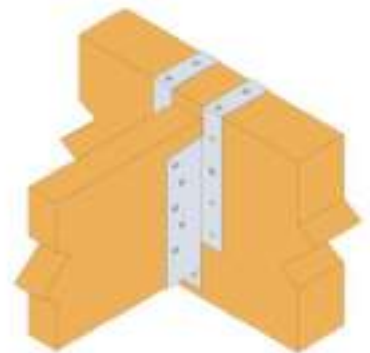
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



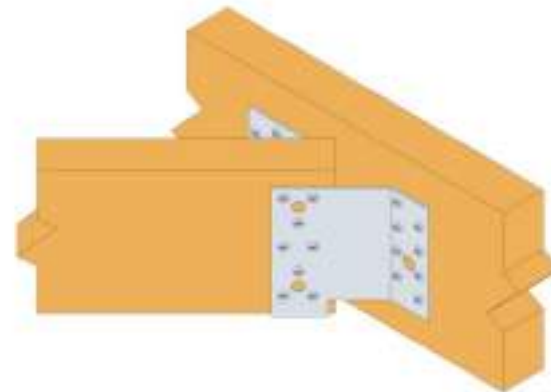
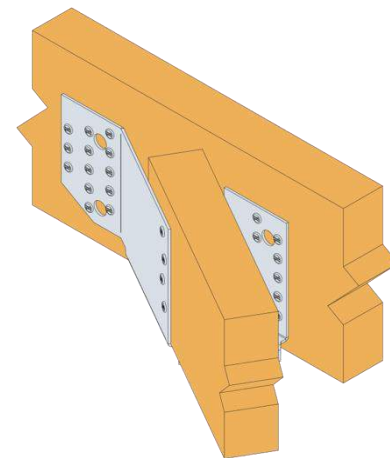
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



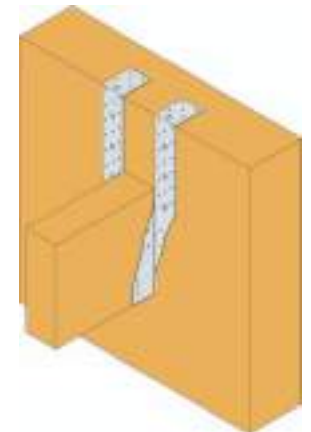
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



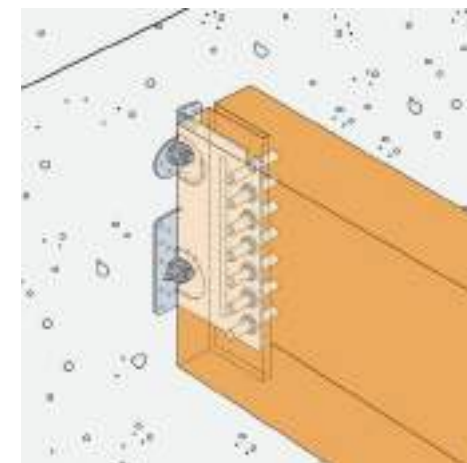
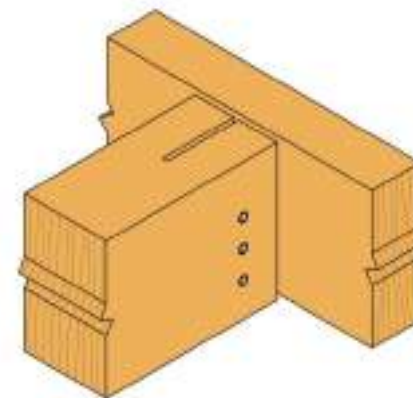
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



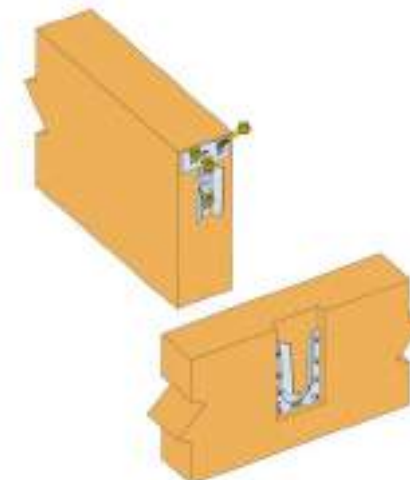
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações ocultas

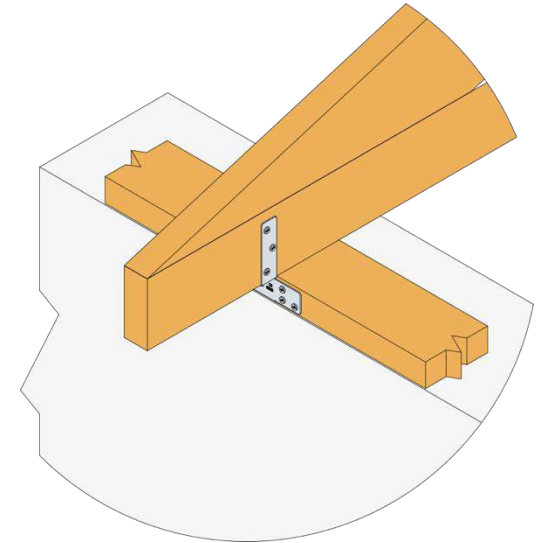
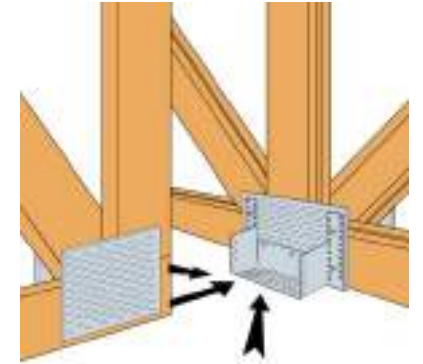


Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações ocultas

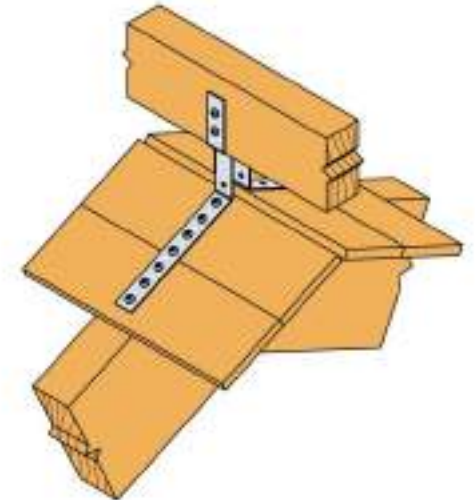


Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie



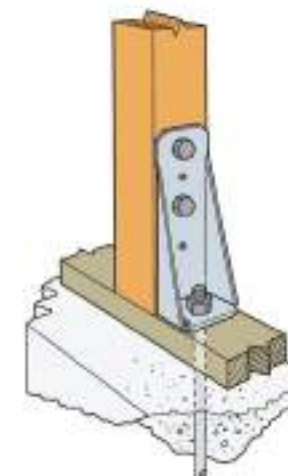
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong®

Ligações Madeira-Aço: Ligações especiais



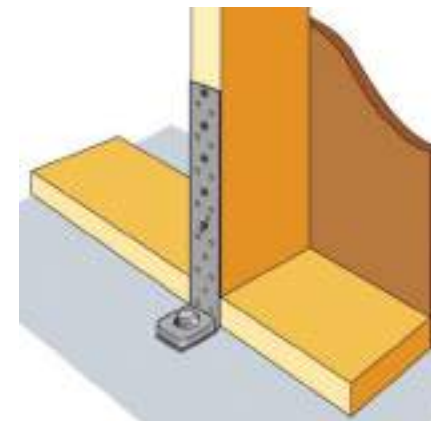
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



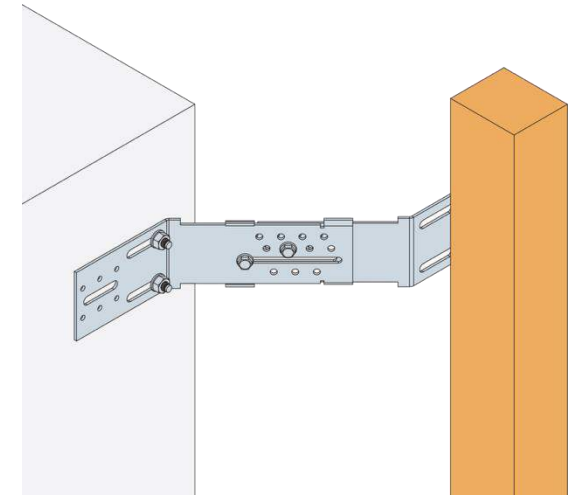
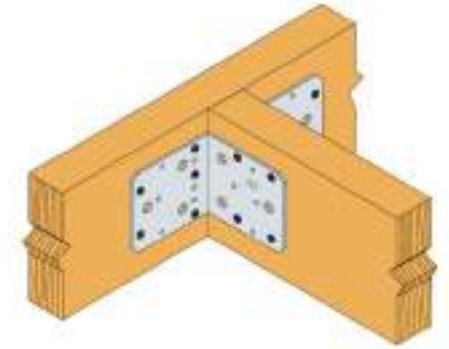
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



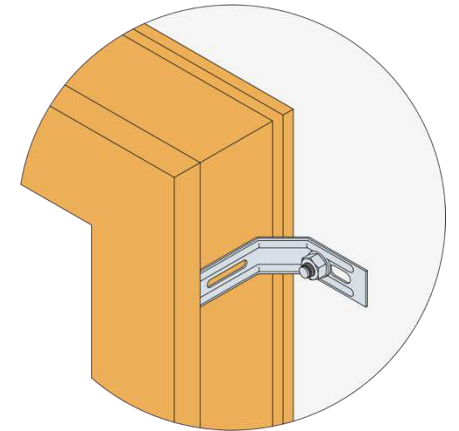
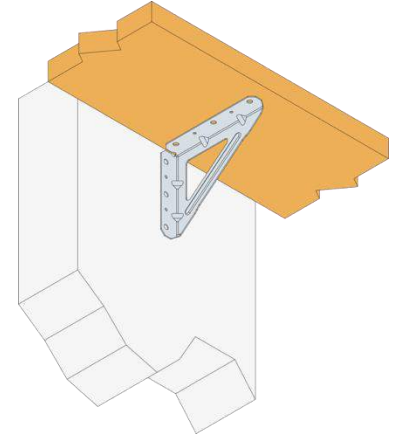
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



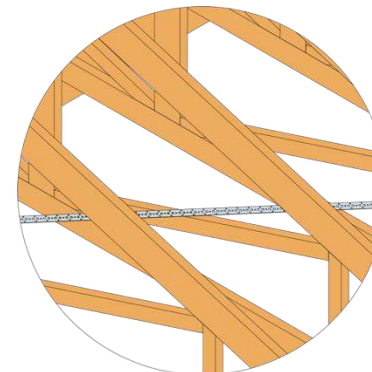
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



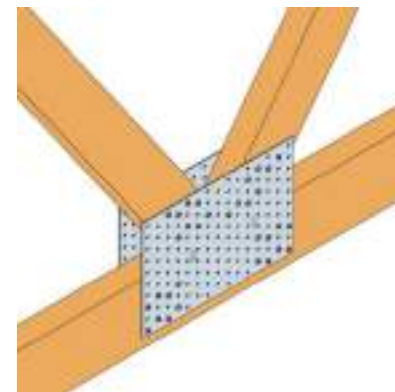
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Cintagem e Placas



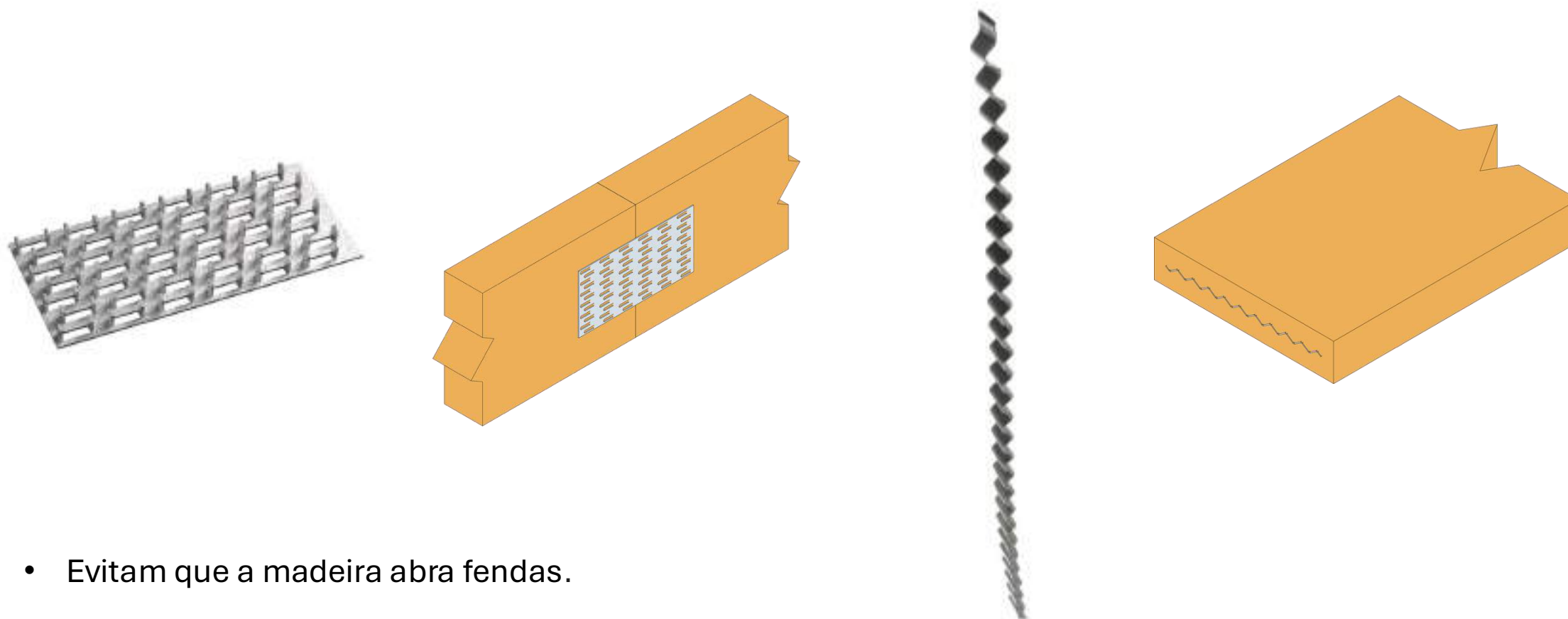
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Cintagem e Placas



Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

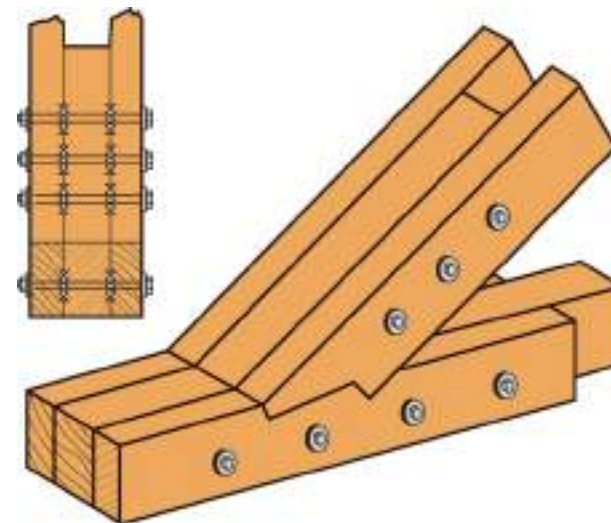
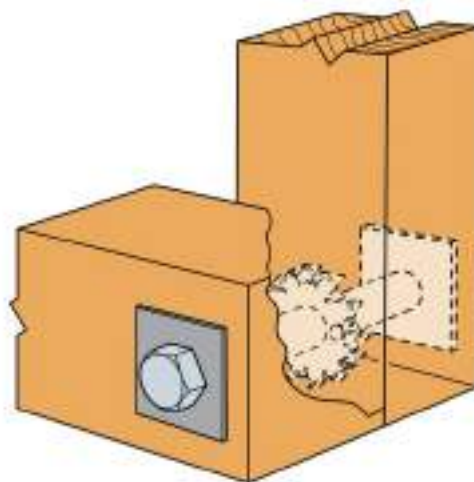
Estruturas Mistas Madeira-Aço: Reparação



- Evitam que a madeira abra fendas.

Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Estruturas Mistas Madeira-Aço: Ligações aparafusadas



- Permitem aumentar a capacidade de carga admissível nas montagens.

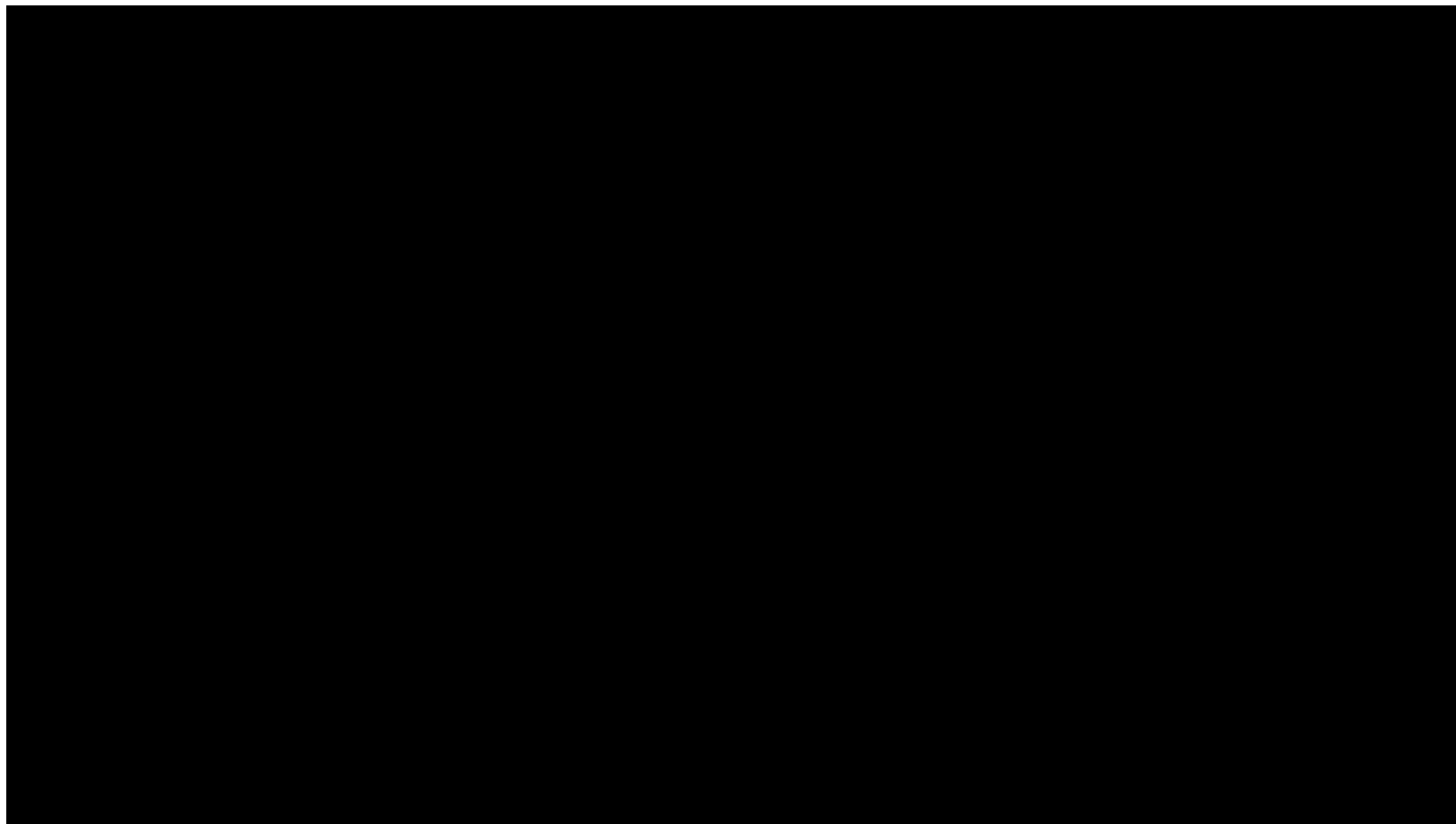
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Estruturas Mistas Madeira-Aço: Parafusos para conexão



Técnicas de Ligação e Reforço –Spit Paslode

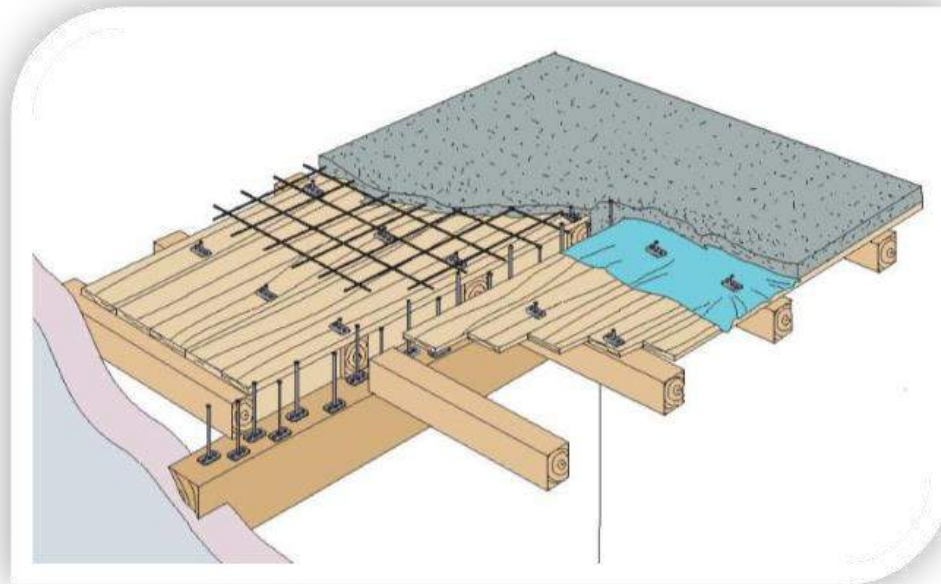
Estruturas Mistas Madeira-Aço: A pregagem Paslode.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão

Para o reforço de pavimentos de madeira antigos, uma das técnicas mais eficazes é a criação de uma estrutura mista madeira-betão.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

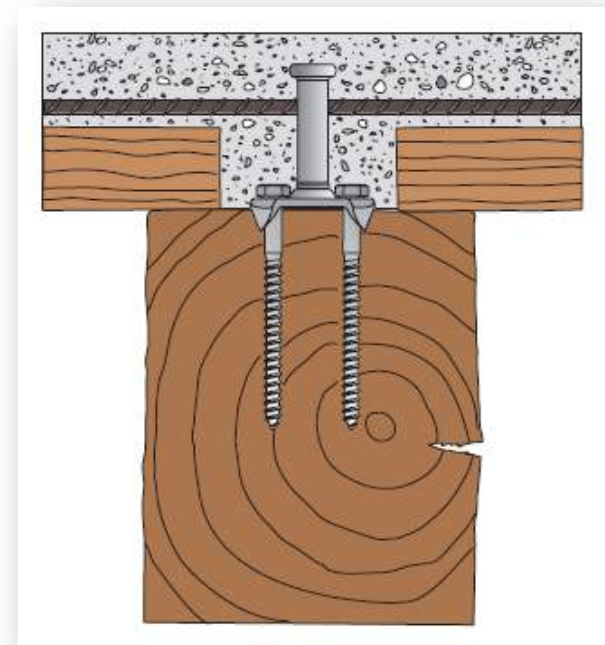
Estruturas Mistas Madeira-Betão

Dois elementos estruturais unidos que se comportam como um único elemento.

Um pavimento misto composto por:

- 1) vigas de madeira;
- 2) laje de betão;
- 3) conectores.

A laje de betão aumenta a secção resistente, permite a distribuição de cargas e cria um plano rígido.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



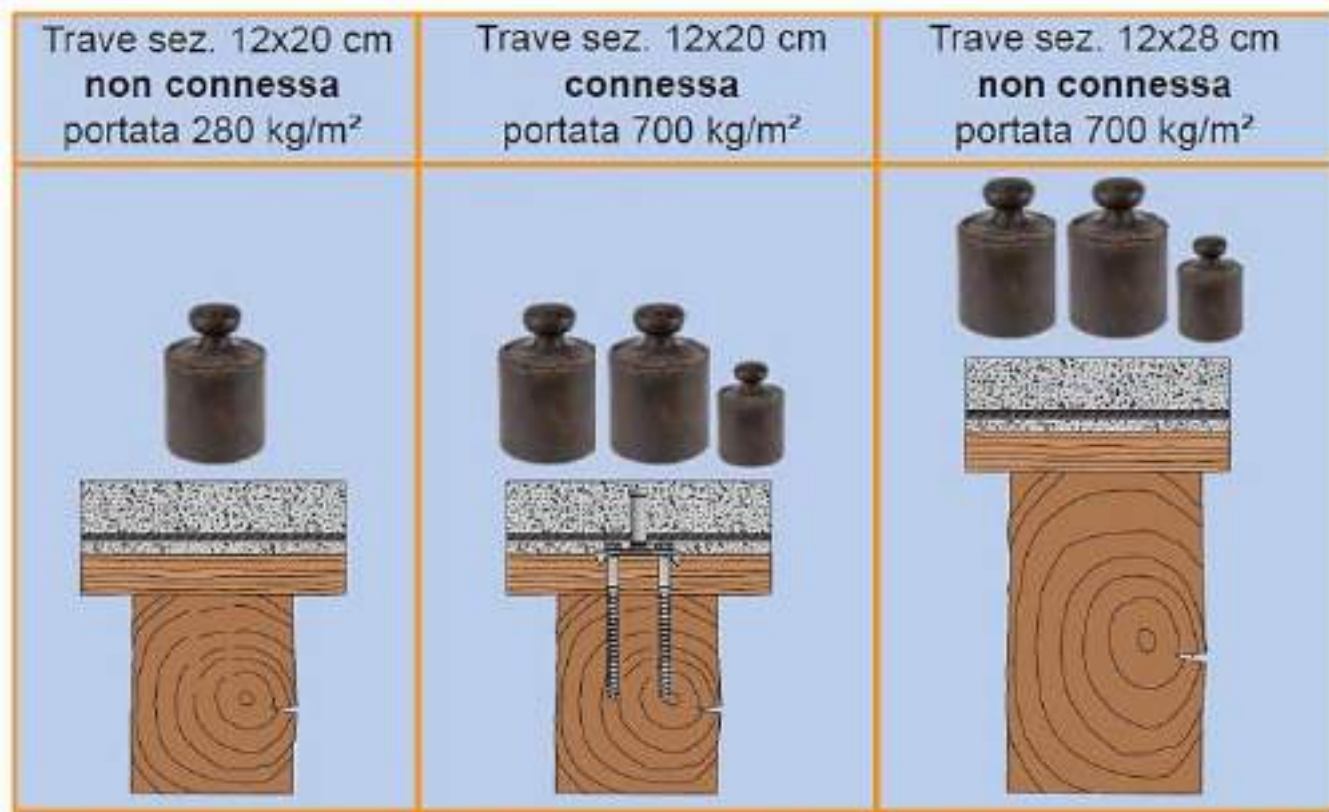
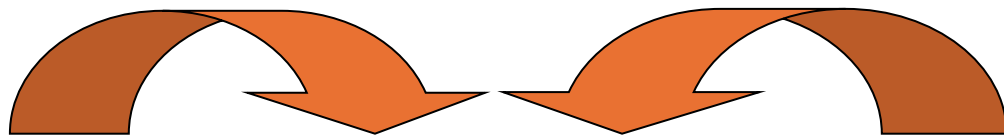
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



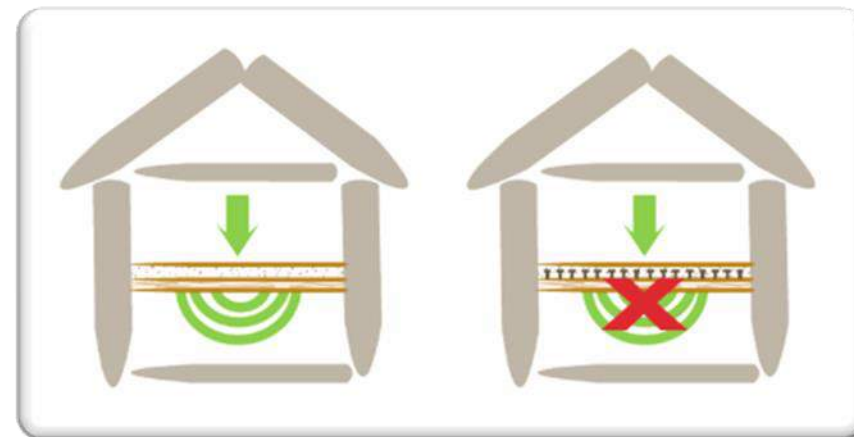
eng. Enrico Nespolo -Tecnaria

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão

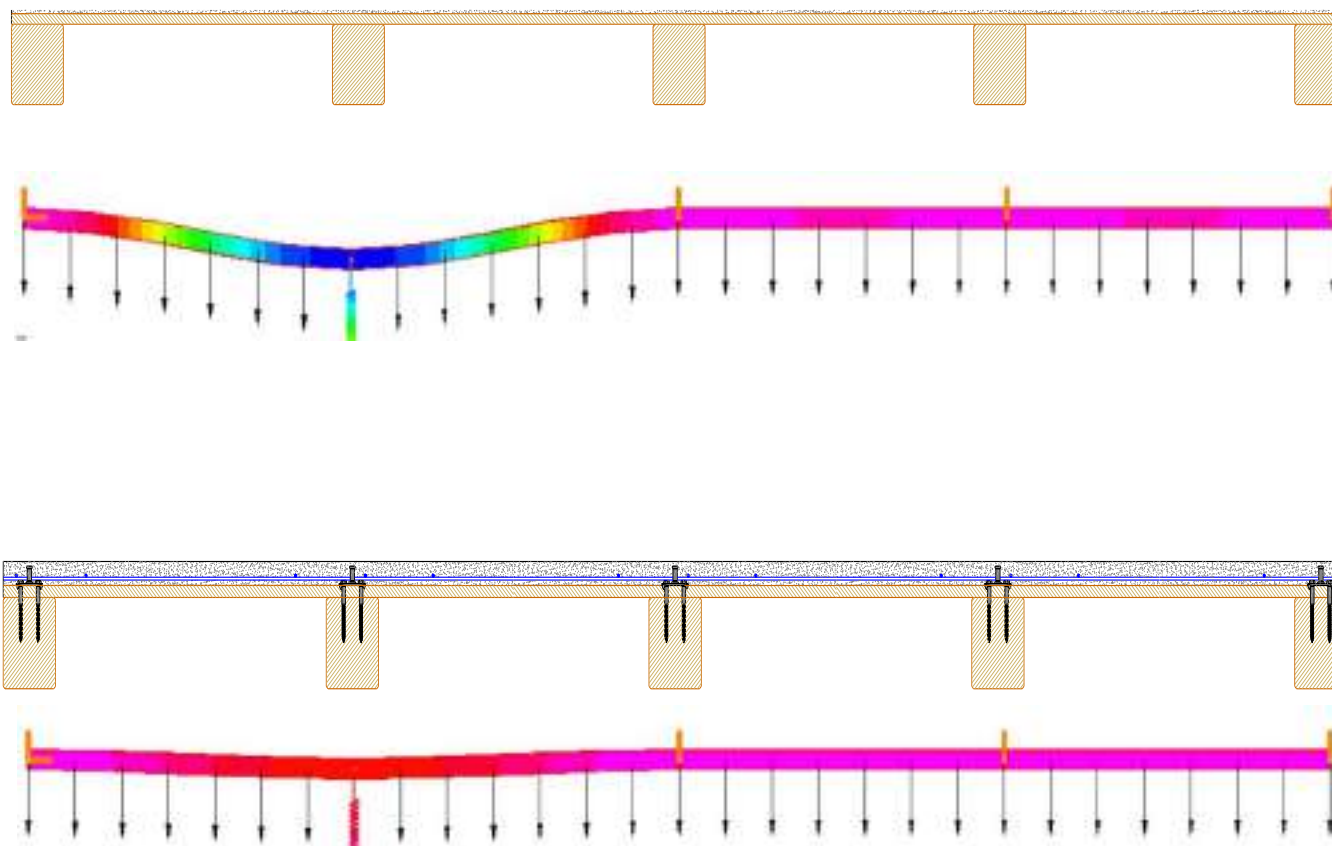
Principais Vantagens:

- 1) Resistência - capacidade de carga
- 2) Rigidez - contenção de vibração
- 3) Distribuição de carga
- 4) Comportamento antissísmico
- 5) Isolamento acústico
- 6) Compartimentalização do fogo
- 7) Inércia térmica
- 8) Leveza
- 9) Economia
- 10) Valor estético e manutenção do valor histórico e cultural



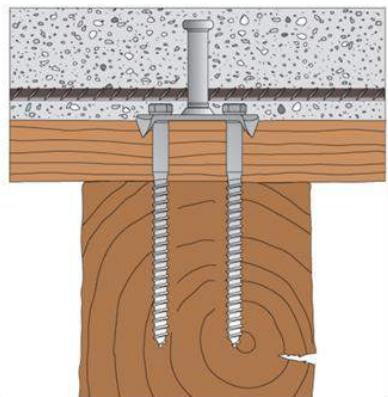
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



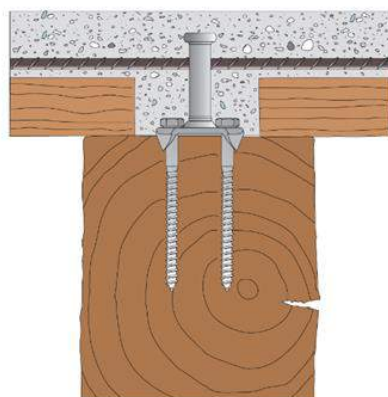
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Os conectores



O CTL é um conector inserido numa placa de base com cantos dobrados formando 4 grampos.
O conector CTL é fixo com dois parafusos.

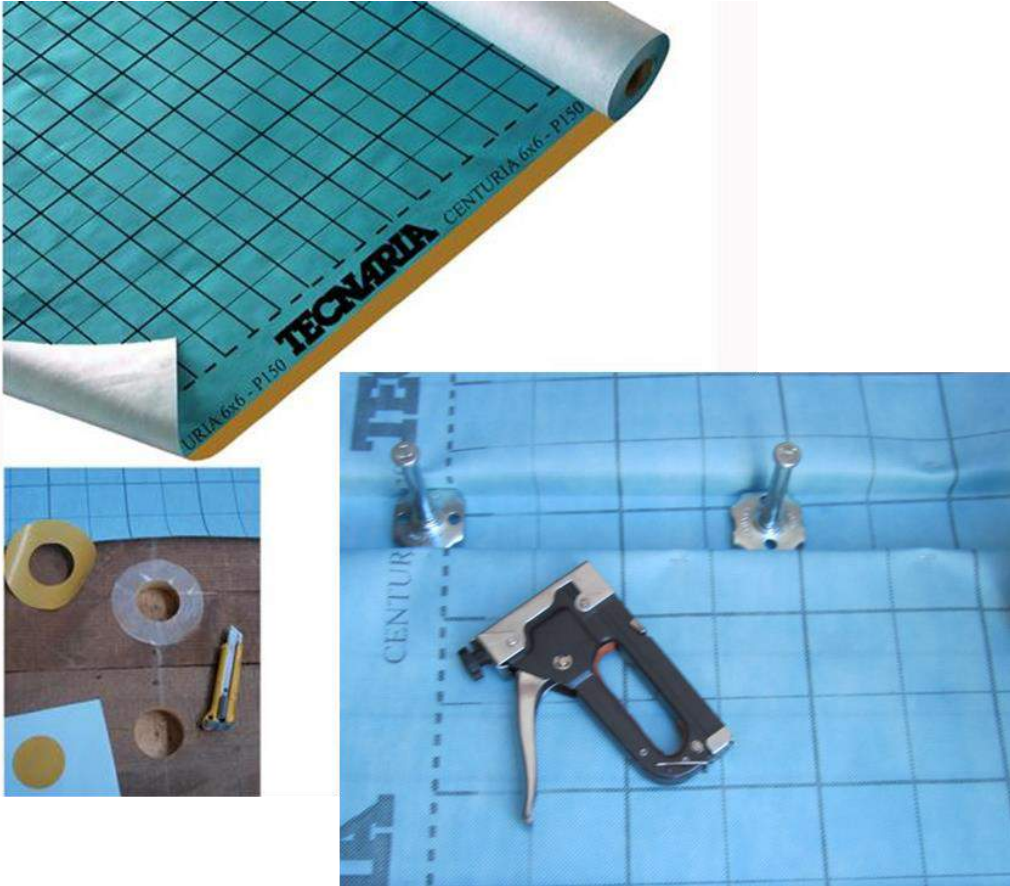
CTL MAXI: parafusos Ø10 mm de diâmetro, geralmente colocados sobre o soalho e fixos à viga de madeira.



CTL BASE: parafusos de Ø8 mm de diâmetro, normalmente colocados em contacto direto com a viga de madeira.

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Tela Centuria



- Preserva a prancha;
- Evita que a água da argamassa da laje de betão seja absorvida pela prancha, mantendo intactas as características mecânicas da mesma;
- Permite a respiração das membranas.

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Betão



BETÃO

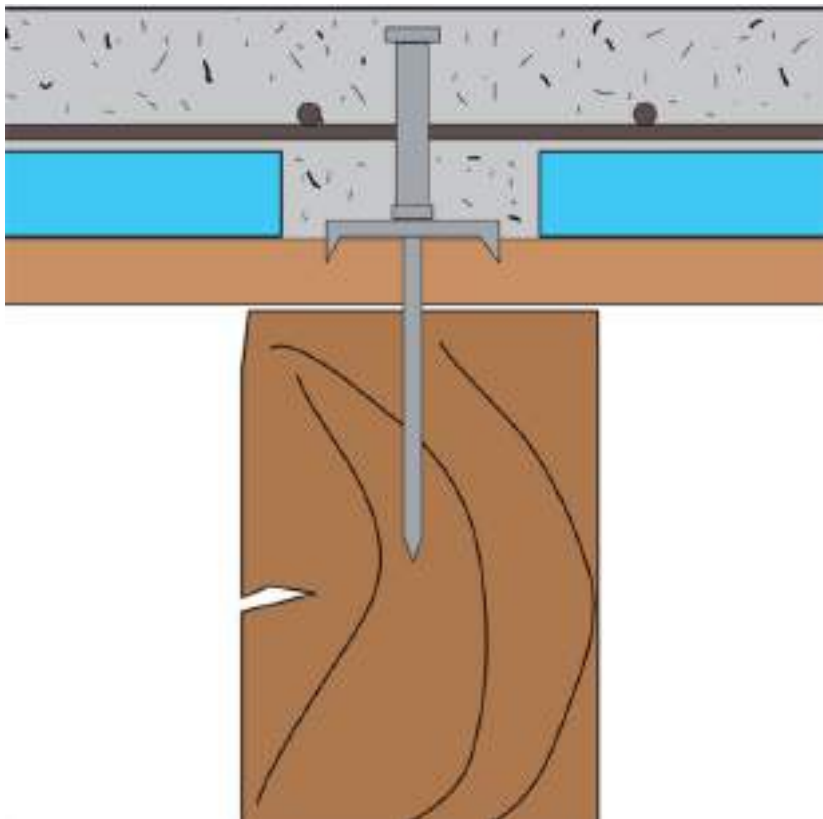
- Betões estruturais de no mínimo classe C25/30 são utilizados normalmente com uma espessura de não menos de 5 cm.
- Nenhuma instalação técnica (tubos, cabos ou outros) pode ser inserida na laje de suporte de carga.

BETÕES LEVES ESTRUTURAIS

- A utilização do betão de peso leve é recomendada especialmente em áreas sísmicas por reduzir o peso morto da laje reforçada, mantendo uma alta força mecânica.

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Isolamento



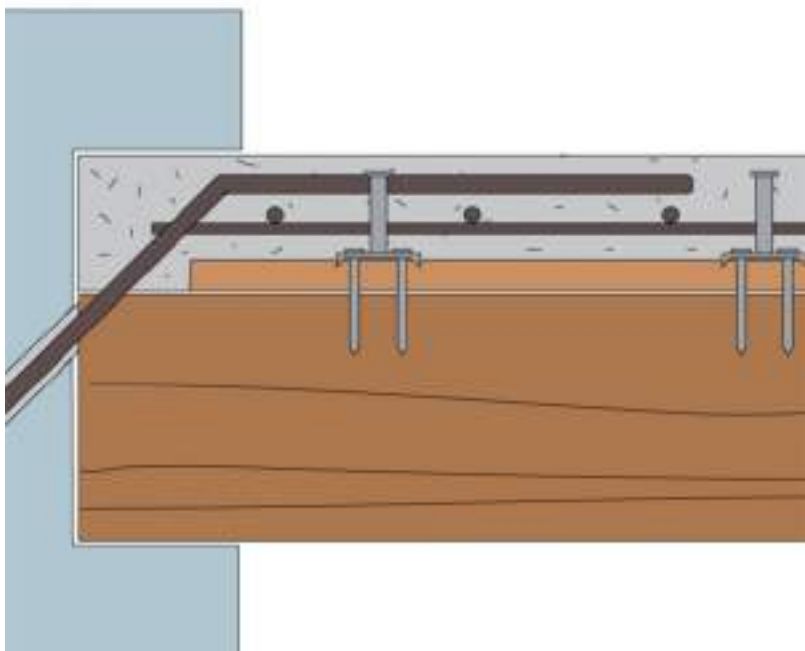
A inserção de um painel de material rígido isolante, aumenta a secção do pavimento composto por madeira-betão e vigas, sem aumentar o peso do pavimento.

Vantagens:

Força, rigidez, menor número de ligadores necessários e otimização dos valores de isolamento térmico e acústico.

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Ligação da laje às paredes existentes

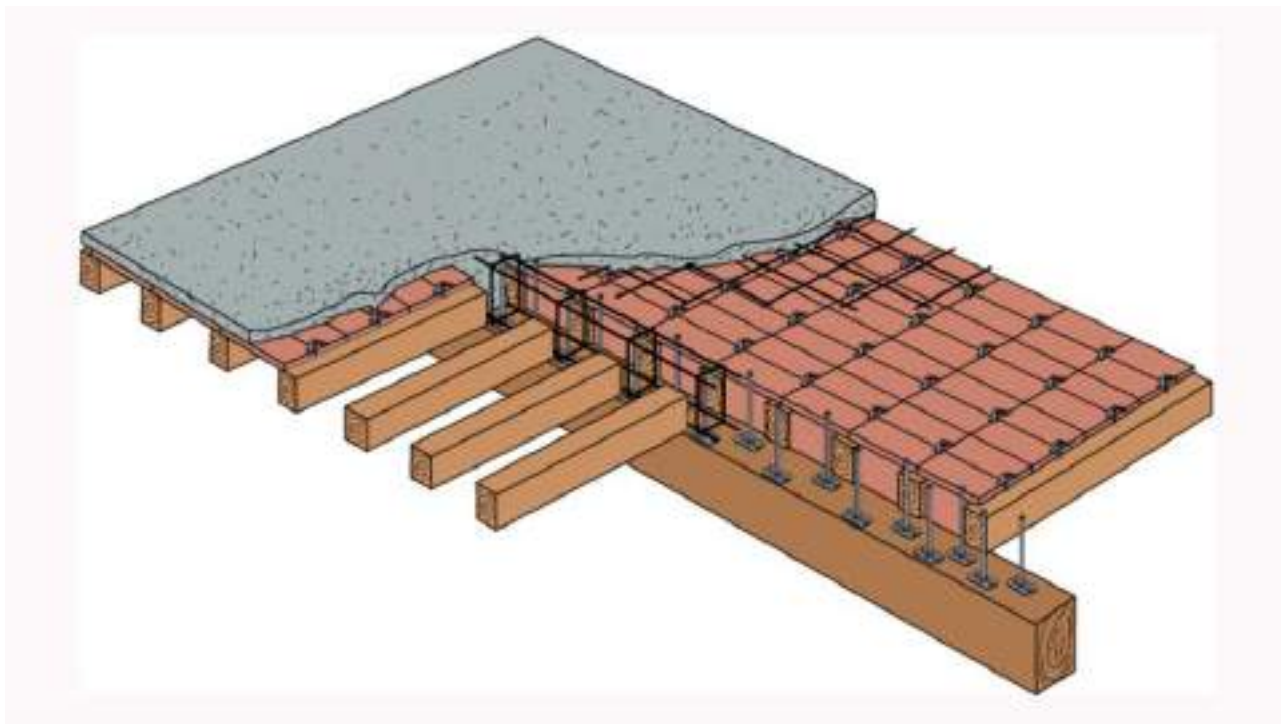


É aconselhável ligar a laje às paredes de alvenaria de suporte de peso em o perímetro do pavimento.

Essa precaução também trará benefícios em termos de rigidez e resistência sísmica do pavimento. Isto pode ser feito de várias técnicas, dependendo do tipo de parede.

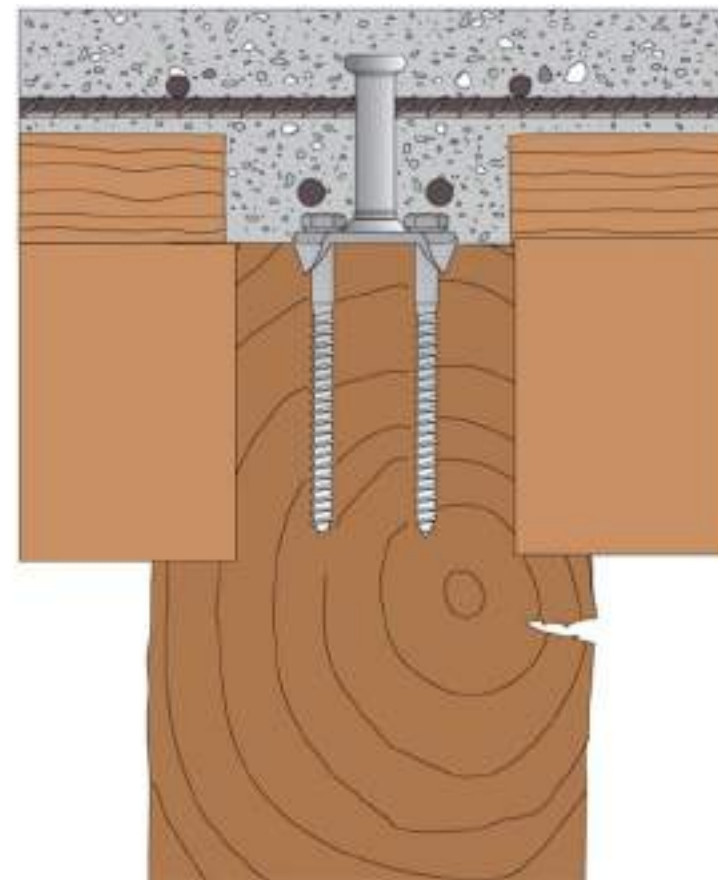
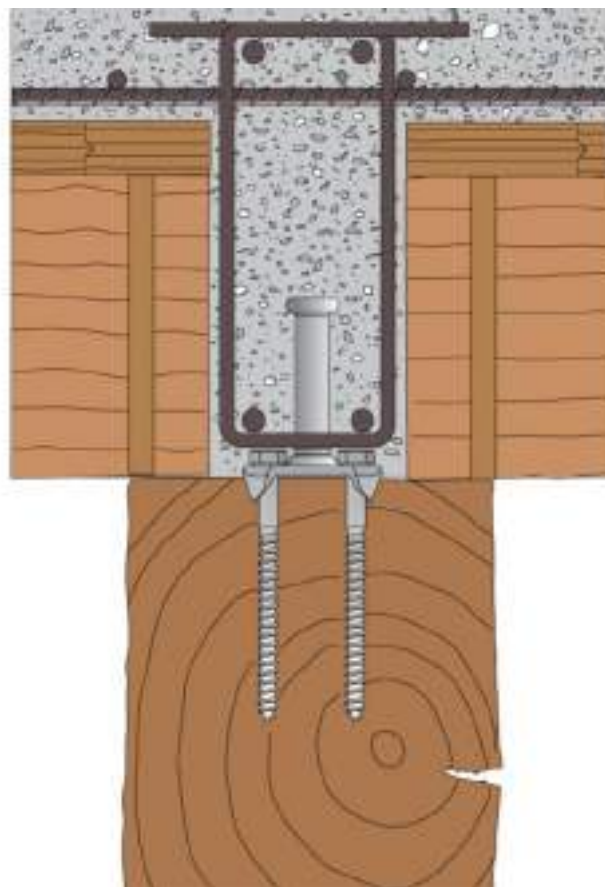
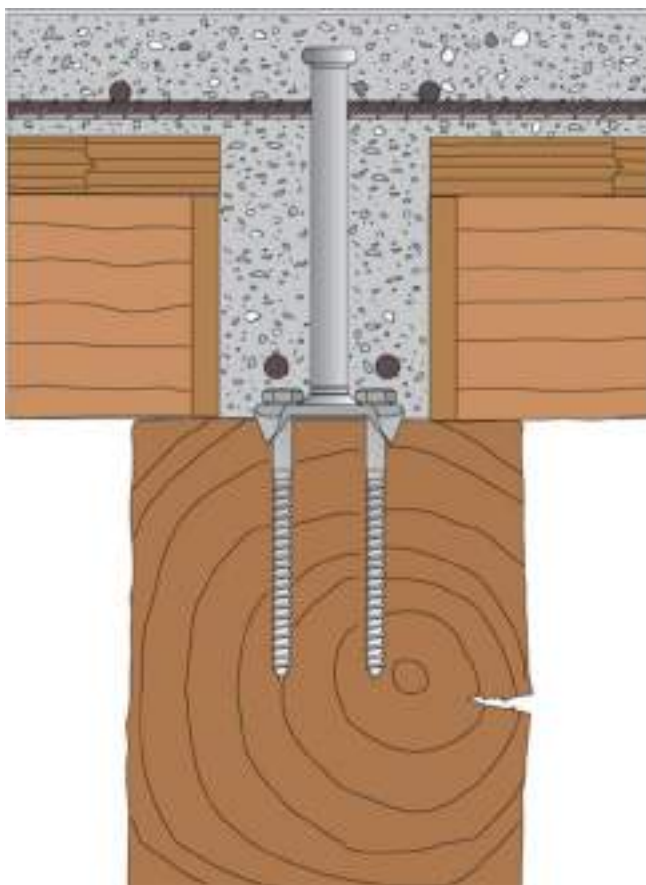
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Piso vigamento duplo



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Piso vigaamento duplo



Software

Software
Consultoria de Engenharia
Publicações Técnicas
Literatura Técnica

Home > Software



SPIT I-Expert software de cálculo

Permite dimensionar fixações de forma segura e fiável, desde o design à realização dos seus projetos.

↓ Descarregar



SPIT I-Calc software de cálculo resina química

Como posso saber o número de cartuchos de resina química necessários?



SPIT I-BIM para Revit, Autocad, Solidworks ou Tekla Structure

Mais de 250 fixações SPIT em objetos BIM

↓ Descarregar



Leica Geosystems - DISTO Plan App

A aplicação DISTO Plan auxilia na documentação e visualização de medições. Assim, os pontos saguinhos de um projeto são facilmente planeados.



Software Connector Selector Simpson Strong-Tie

Permite selecionar rapidamente todas as referências de conexão para o conjunto das aplicações estruturais europeias, e também, fazer os cálculos nos platibandas.

↓ Descarregar



Software de cálculo do reforço de pavimentos de madeira, aço e betão (by Tecnaria)

Permite calcular o reforço de pavimentos novos e existentes, utilizando as conexões Tecnaria adequadas.

↓ Descarregar

À distancia de um Click!

Tecofix.pt

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

*A madeira é um material polivalente usado para a construção desde tempos remotos. O Homem tem-lhe associadas memórias e sensações.
Ela carrega História e Técnica.*

Ana Carolina Almeida Simões Marques, Dissertação de mestrado, FAUP 2010



tec*fix[®]
técnica de equipamento e fixação, s.a.

Obrigado