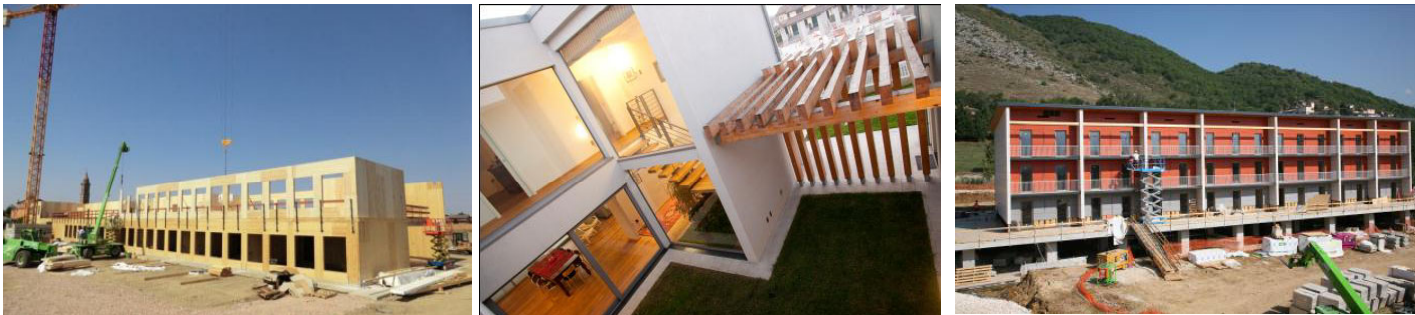


«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Ing Nicola Finato

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Quando la terra trema...



...il legno risponde

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Quando la terra trema...

Abruzzo - 6 aprile 2009



Magnitudo 6,3 scala Richter

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

...il legno risponde

Abruzzo - Progetto C.A.S.E. all'Aquila

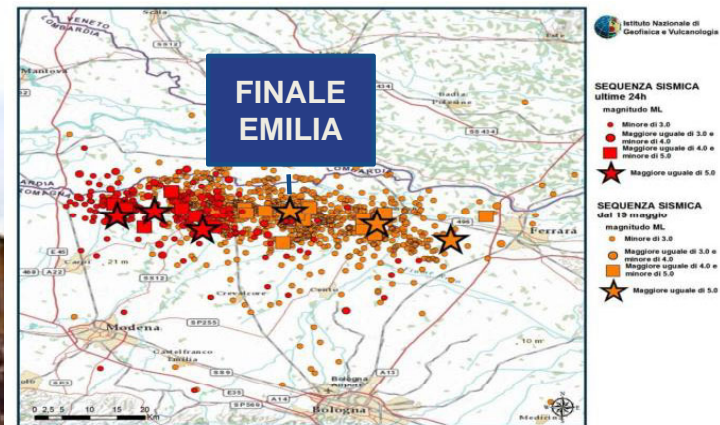


«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Quando la terra trema:

**Emilia Romagna - 20 e 29
maggio 2012**



Magnitudo 5,9 scala Richter

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

...il legno risponde

Emilia Romagna- Complesso Scolastico di Corporeno - Ferrara



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Le premesse



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Le premesse del progetto C.A.S.E:

- **Bando pubblico** del 22/05/2009
- Sistem Costruzioni partecipa in associazione temporanea di impresa con Consorzio Stabile Arcale e **si aggiudica un lotto**
- L'importo dei lavori aggiudicati è pari a 10.660.100,00 Euro (**5 palazzine**)
- Il 21 Luglio ed il 15 settembre la Protezione Civile assegna direttamente al Consorzio la realizzazione di **altre 2 palazzine** per “meriti sul campo”
- Sistem realizza 27 appartamenti per palazzina (**in tutto 189 alloggi**)

PROGETTO C.A.S.E.
REALIZZAZIONE DI ABITAZIONI SISMICAMENTE ISOLATE
CONSORZIO STABILE ARCALE

TECNOLOGIA

Il tutto progettato in area sismica di categoria II (zona II).
 L'opera è progettata in base alle prescrizioni di cui all'art. 29 del D.M. 14/06/09, con l'adozione di un sistema di isolamento sismico a base di appoggi in elastomeri e piastre d'acciaio.
 La soluzione adottata prevede l'uso di un sistema di isolamento sismico a base di appoggi in elastomeri e piastre d'acciaio, che consente di ridurre i carichi sismici trasmessi alle fondazioni e di aumentare il periodo di vibrazione della struttura.
 Il sistema di isolamento sismico è costituito da un sistema di appoggi in elastomeri e piastre d'acciaio, che consente di ridurre i carichi sismici trasmessi alle fondazioni e di aumentare il periodo di vibrazione della struttura.
 Il sistema di isolamento sismico è costituito da un sistema di appoggi in elastomeri e piastre d'acciaio, che consente di ridurre i carichi sismici trasmessi alle fondazioni e di aumentare il periodo di vibrazione della struttura.

Decreto Legge 28 aprile 2009 n. 39, Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella Regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile, Art. 2 - Realizzazione urgente di abitazioni - Conferenza dei Servizi del 16 maggio 2009

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Le premesse del Polo Scolastico di Corporeno:

- Il Sindaco del comune di Cento (unico su 87 comuni colpiti dal sisma) decide di non inserire i complessi scolastici che debbono essere ricostruiti nelle gare per la realizzazione di Edifici Scolastici Temporanei ma apre un bando per **l'affitto di aule scolastiche definitive**
- L'affidamento viene siglato il 27 luglio 2012 a **Centro Emilia Terremoto 2012 srl**, società nata per iniziativa di diverse figure imprenditoriali locali tra cui una banca;
- Centro Emilia Terremoto 2012 affida ad un gruppo di imprese in ATI lavori per **6.300.000 euro + iva**
- il **10 Agosto 2012 iniziano i lavori sull'area** per il nuovo polo scolastico che ospiterà tra i 600 ed i 700 studenti entro **80 giorni** dall'inizio dei lavori



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Il sistema costruttivo L'Xlam

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

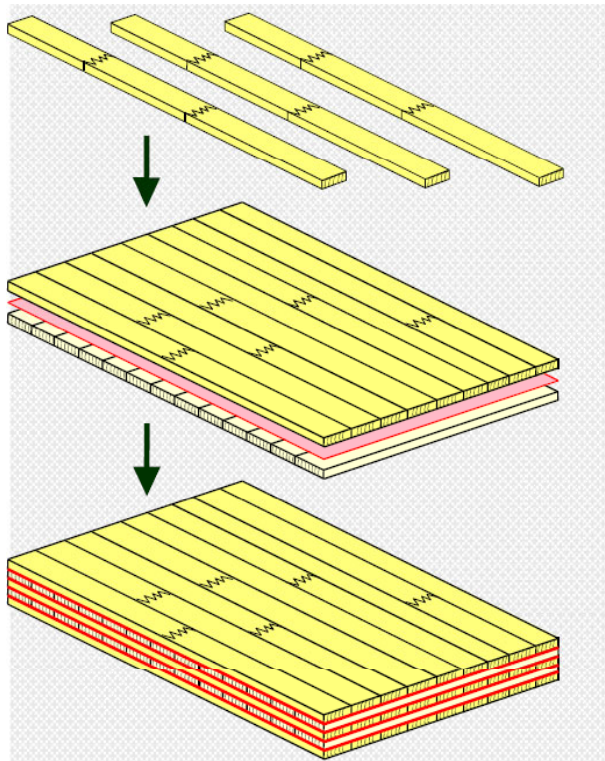


Pannelli portanti in Xlam

- Alla base di questo sistema costruttivo troviamo un pannello a base di legno chiamato X-lam
- L'X-lam è formato dalla **sovrapposizione di strati di tavole di legno massiccio disposti ortogonalmente fra loro e collegati mediante incollaggio.**
- Le tavole sono generalmente di **abete**, di classe C24, di spessore variabile dai 15 ai 40 mm, che vengono giuntate in lunghezza, assemblate in strati disposti ortogonalmente fra loro in numero dispari (3,5,7 strati) e successivamente **incollate a freddo**
- I pannelli vengono utilizzati in verticale come **parete** ed in orizzontale come **solai**

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

X-lam



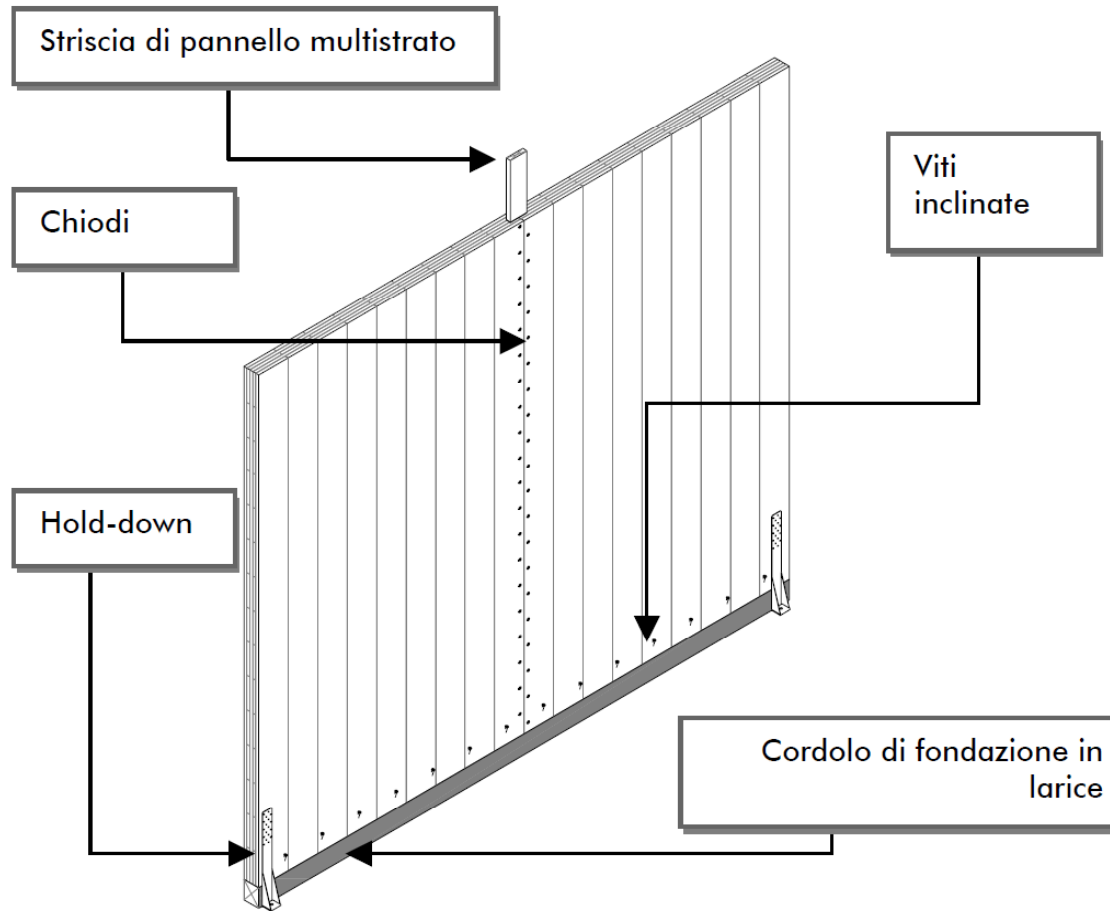
La disposizione incrociata degli strati conferisce una notevole stabilità dimensionale e di forma al pannello stesso, **assicurandone buone caratteristiche meccaniche in tutte le direzioni.**

Il tipo di incollaggio, l'esecuzione a regola d'arte dei giunti a dita e della pressatura del pannello, nonché l'uso esclusivo di tavole classificate secondo la resistenza meccanica, rappresentano altrettante condizioni indispensabili affinché il pannello possa essere impiegato nelle costruzioni.

Ogni pannello è **certificato PEFC** e marchiato **CE**.



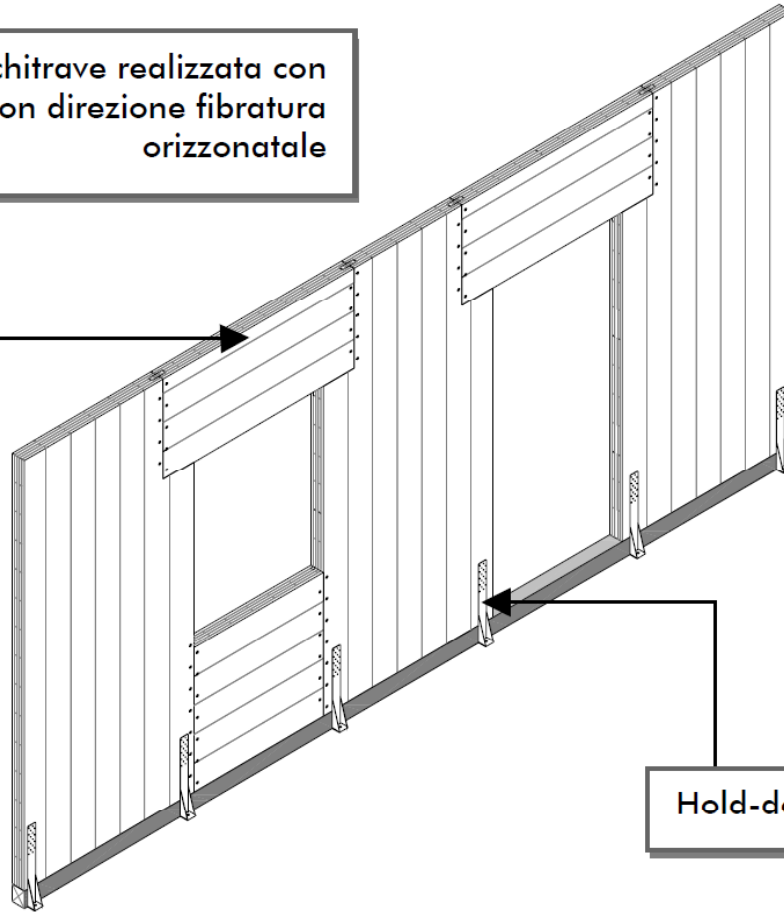
«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Ogni parete è formata mediante **l'assemblaggio di più pannelli** (di larghezza 1,25 m) collegati fra di loro mediante collegamenti meccanici realizzati con l'utilizzo di **strisce di pannello multistrato e viti o chiodi**.

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Architrave realizzata con
pannello con direzione fibratura
orizzontale



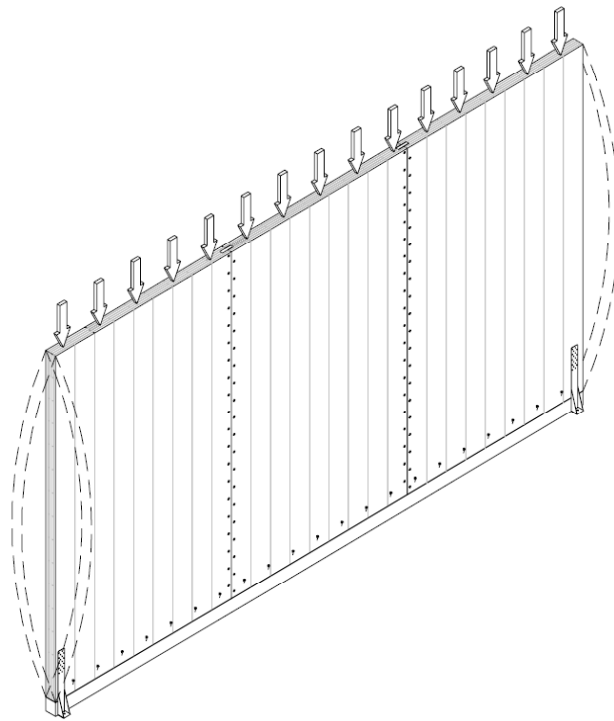
Hold-down

Le aperture vengono ricavate tra i pannelli che compongono la parete. L'architrave viene realizzato con elementi pannello disposti con orditura delle tavole in orizzontale e alloggiati in sedi ricavate nei pannelli laterali.

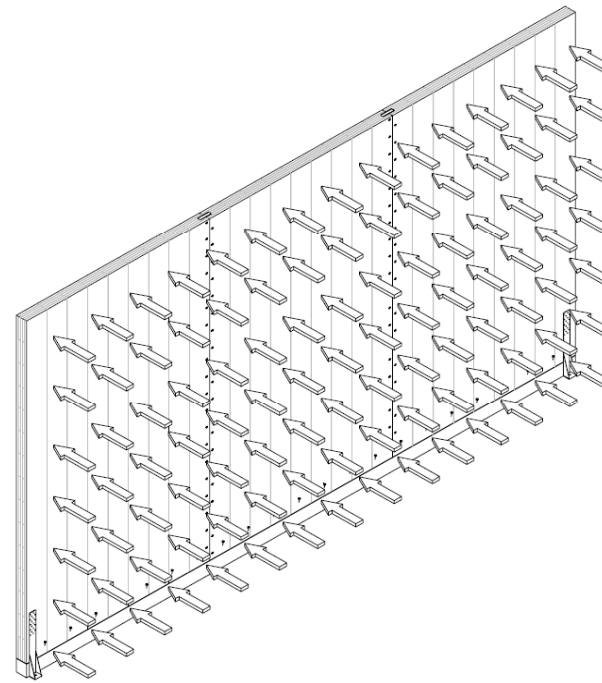
«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

La parete assolve a diverse funzioni

- Resistenza ai carichi verticali, pesi propri e accidentali

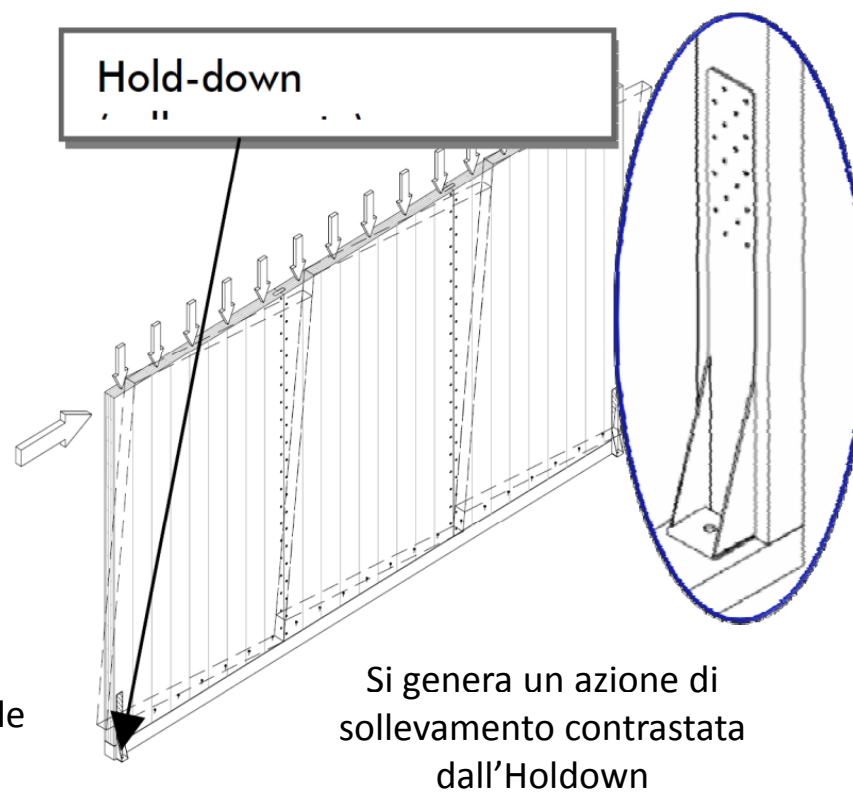
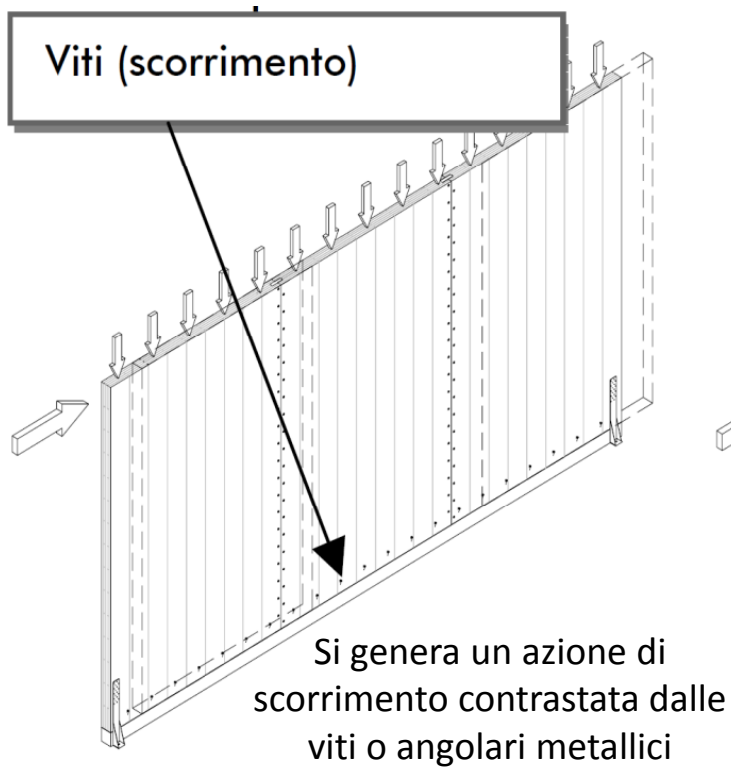


- Resistenza ai carichi orizzontali agenti nel piano della parete, vento.



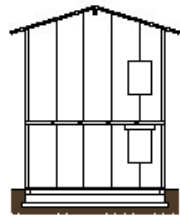
«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

- Resistenza alle azioni orizzontali agenti nel piano della parete, sisma e vento.



COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI BBS

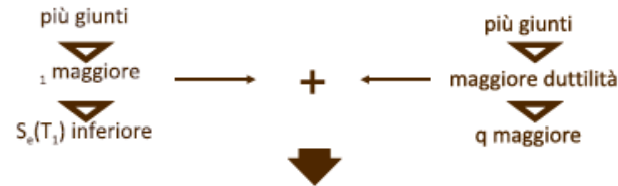
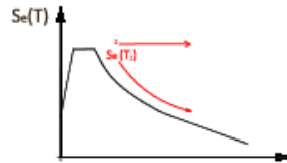
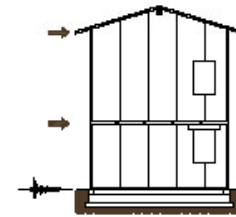
Edifici realizzati con pannelli BBS di larghezza massima di 1,25m giuntati fra loro con mezzi di connessione meccanici. Il collegamento fra i pannelli BBS che compongono le pareti e i solai viene eseguito mediante l'utilizzo di piastre metalliche, chiodi ad aderenza migliorata e viti autoforanti. L'impiego di pannelli di dimensioni contenute facilita le operazioni di movimentazione e montaggio e, grazie all'inserimento di un maggior numero di connessioni meccaniche, incrementa la duttilità e la capacità dell'edificio di dissipare l'energia trasferita dal sisma.



Le forze sismiche di progetto sono pari a (legge di Newton):

$$F_{s,d} = m \cdot a_g \cdot \frac{S_e(T_1)}{q}$$

m — massa dell'edificio
 a_g — accelerazione di progetto funzione della zona sismica
 $S_e(T_1)$ — ordinata dello spettro di risposta funzione del periodo proprio della struttura " T_1 "
 q — fattore di struttura, "indice" della duttilità

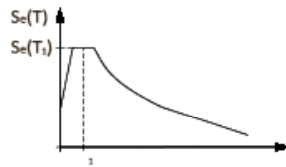


FORZE SISMICHE PIÙ BASSE

$S_e(T_1)$: a parità del tipo di terreno e del rapporto di smorzamento elastico, il parametro decresce al crescere del periodo proprio della struttura (T_1). T_1 cresce all'aumentare della flessibilità e della duttilità, ovvero all'aumentare del numero di giunti meccanici.

Nelle strutture di legno, la duttilità e la capacità di dissipare energia è conferita dalle unioni meccaniche. All'aumentare del numero di elementi di collegamento si ottengono edifici dal comportamento più duttile.

CASO 1. EDIFICIO CON PARETI INTERE



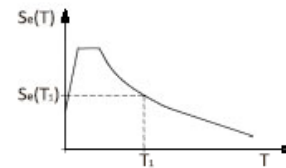
T standard
q standard



F_{s,D} ALTE

Dissipazione energetica solo nei giunti di estremità

CASO 2. EDIFICIO CON PANNELLI BBS E GIUNTI VERTICALI CON COLLEGAMENTI MECCANICI



T alto
q alto



F_{s,D} BASSE

F_{s,D2} < F_{s,D1}

Dissipazione energetica nei giunti di estremità e nei giunti verticali



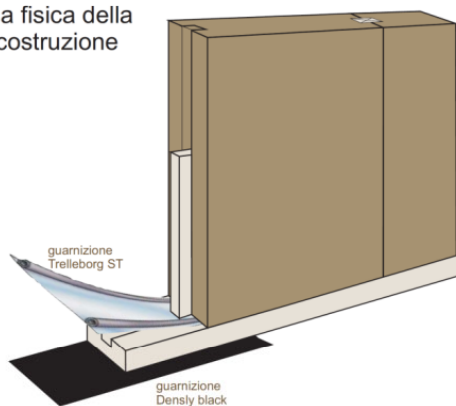
Giunto tra i pannelli



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

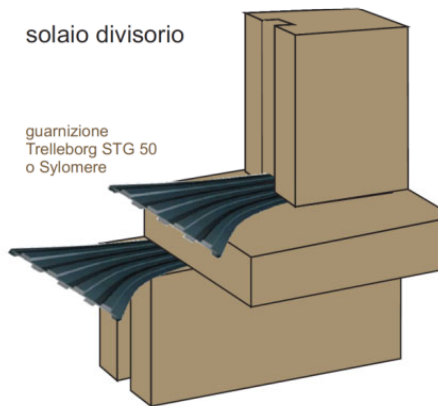
Guarnizioni e nastri per l'acustica e la tenuta all'aria

la fisica della
costruzione

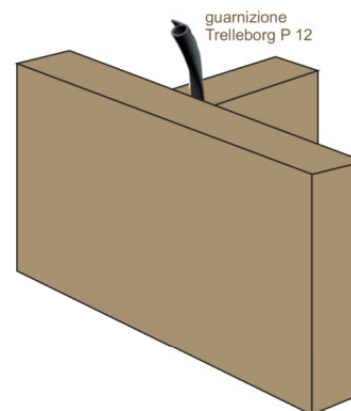


soffitto divisorio

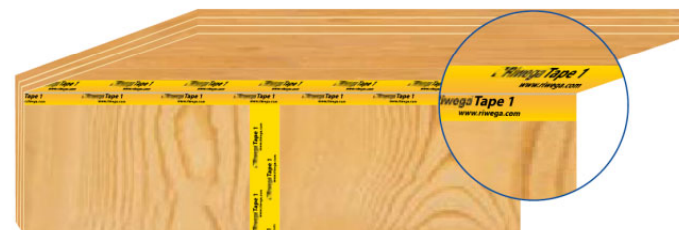
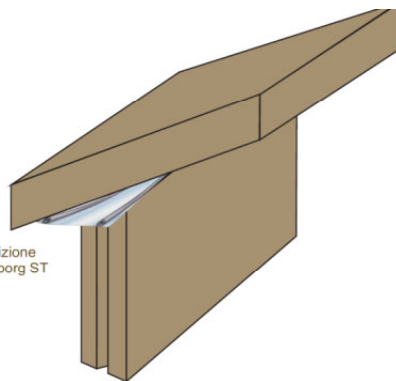
guarnizione
Trelleborg STG 50
o Sylomere



guarnizione
Trelleborg P 12



guarnizione
Trelleborg ST



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



I progetti



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Abruzzo Progetto C.A.S.E. a L'Aquila

- Tempo massimo 80 giorni per consegnare un edificio finito e funzionante (impianti compresi)
- **700 mq per piano**
- 2100 mq in totale
- **Ogni palazzina è alta 3 piani (10 m)**
- Ogni piano contiene 9 appartamenti di diverse tipologie
- **Pannelli BBS a 5 strati in legno incollato di spessore variabile, la larghezza dei pannelli è di 1250mm**
- 110 mm per le pareti
- **181 mm per i solai**
- 147 mm per la copertura

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



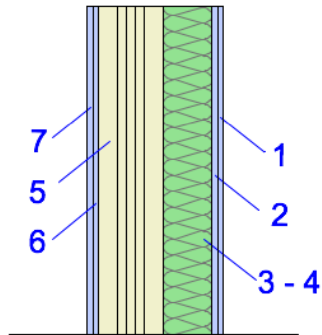
Emilia Romagna Complesso Scolastico di Corporeno - Ferrara

- Tempo massimo **80 giorni** per consegnare i due edifici scolastici (impianti compresi) mentre 100 giorni per la consegna della mensa e palestra
- **6200 mq in totale**
- Ogni palazzina è alta 2 piani e ospita 24 aule più servizi integrativi e laboratori
- **1750 m3 di legno utilizzato**
- Pannelli BBS a 5 strati in legno incollato di spessore variabile
- **140 mm per le pareti portanti esterne ed interne**

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati

Pareti trasversali non portanti tra aule:



LATO AULA DIETRO INSEGNANTE

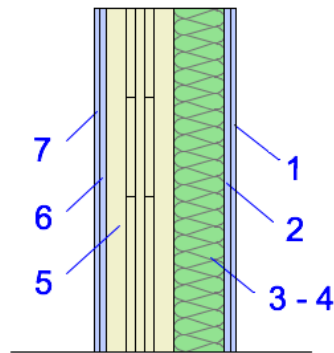
1. Lastra in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5
2. Lastra in cartongesso HABITO 13 mm.12,5
3. Struttura in adiacenza mm.100 con interposto isolamento mm.40+40 acistik
4. Guarnizione in polietilene espanso mm.5
5. Pannello X-Lam mm.78
6. Pannello in cartongesso HABITO 13 mm.12,5 in aderenza all' X-Lam
7. Pannello in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5 lastra dura

LATO AULA FONDO AULA

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati

Pareti PORTANTI INTERNE aule - corridoio:



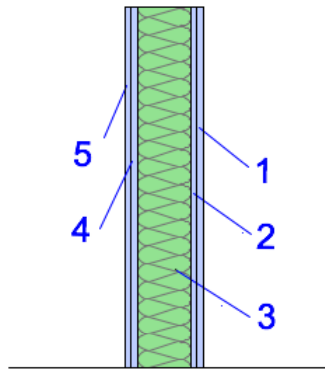
LATO AULA

1. Lastra in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5
2. Lastra in Cartongesso HABITO 13 mm.12,5
3. Struttura in adiacenza mm.50 con interposto isolamento mm.40 acistik
4. Guarnizione in polietilene espanso mm.5
5. Pannello X-Lam mm. 140
6. Pannello in cartongesso HABITO 13 mm.12,5 in aderenza all' X-Lam
7. Pannello in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5 lastra dura

LATO CORRIDOIO

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati

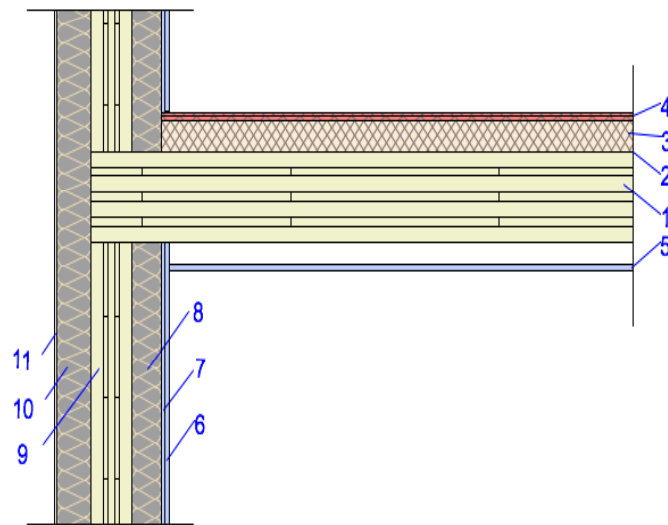


Pareti divisorie servizi-bagni:

1. Lastra in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5
2. Lastra in Cartongesso HABITO 13 mm.12,5
3. Struttura in profilato zincato di spessore mm.100 con interposto isolamento mm. 40+40 acistik
4. Pannello in cartongesso HABITO 13 mm.12,5
5. Pannello in gesso fibra LISAPLAC 12 mm.12,5 lastra dura

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati

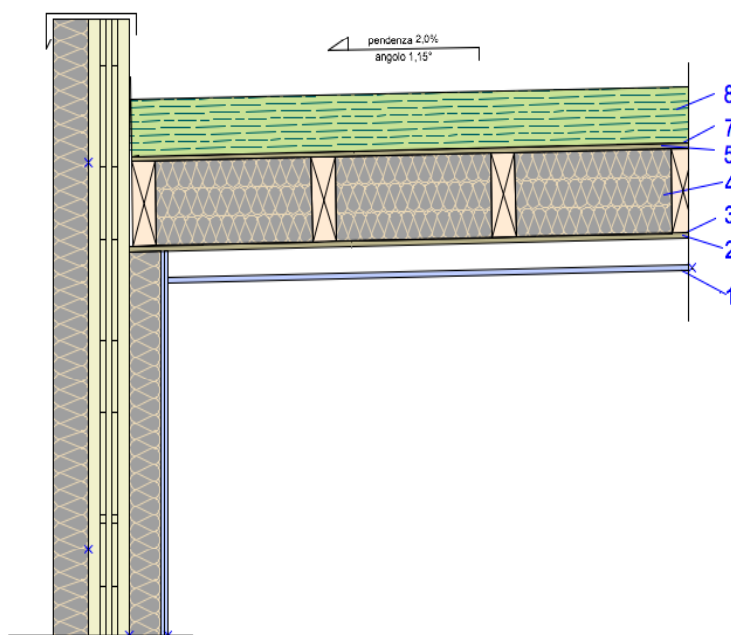


Pacchetto per sottofondo a secco costituito da:

1. Solaio in Xlam 7 strati 233 mm
2. Freno vapore sormontato e con giunzioni sigillate risbordato perimetralmente
3. Pannello in Fibra minerale sottopavimento SUPERBAC mm. 80
4. Doppia lastra TIPO Fermacel mm. 12,5+12,5 sfalsata
5. Controsoffitti Fonoisolanti mm.25 con struttura metallica pendinata per consentire passaggio impianti
6. Lastra in gesso-fibra rinforzato HABITO 13 mm.12,5
7. Lastra in cartongesso LISAPLAC 12 mm.12,5
8. Profili metallici con guarnizioni in polietilene espanso e completamento con pannelli di lana di Roccia mm.80 ds.40
9. Pannello strutturale BBS mm. 140
10. Pannello Knauf mm. 120 a fibre orientate
11. Intonaco mm.10 armato con rete da 380 gr/mq

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati



Pacchetto per solaio di copertura VERDE (MENZA) composto da un pannello dall'intradosso verso l'esterno:

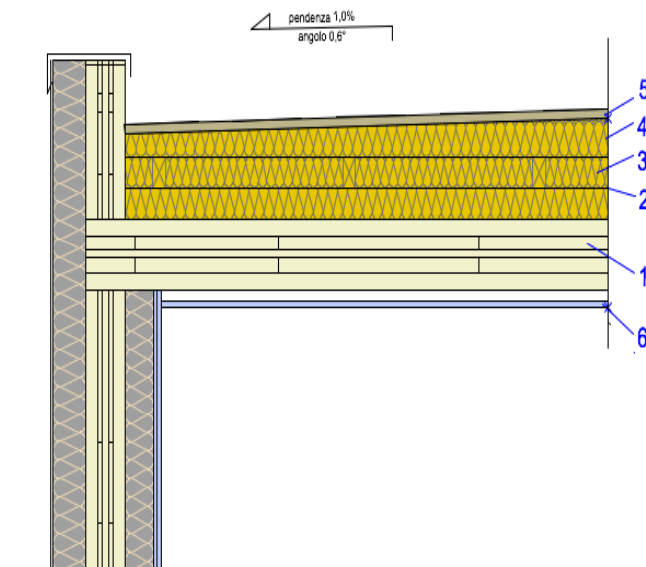
Travi portante bifalda in L.L. base cm. 20 pendenza 2%

Correnti di appoggio pannello copertura in L.L. 8x 12

1. Controsoffitto in pannelli fonoisolanti mm. 25
2. Pannello OSB-3 mm.15
3. Freno Vapore
4. Struttura in Legno lamellare h. mm.240
con interposto lana di roccia mm.240 pannello DP 4
5. Pannello OSB-3 mm.25
6. Aeratori in ragione di 1 ogni 25 mq
7. Impermeabilizzazione a guaine poliestere incrociate
8. Tetto verde ESTENSIVO privo di manutenzione ed irrigazione tipo Daku
9. Coronamento perimetrale in lattoneria presso-piagata
in lamiera di acciaio zincato
10. Boccacci di raccolta e scarico acque piovane in Pvc
11. Discendenti in esterno cappotto in lamiera zincata
12. Terminali a terra per H. mm.100 di spessore maggiorato 10/10

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

I pacchetti utilizzati



Pacchetto copertura AULE:

1. Solaio in Xlam 5 strati mm.16,3
2. Freno Vapore
3. Struttura incrociata di abete mm. 80+80
con interposto lana di roccia mm.160 pannello DP 4
4. Listelli in abete ad interasse mm.610 sagomato per pendenza 1%
5. Pannello OSB-3 mm.25
6. Controsoffitti Fonoisolanti mm.25 con struttura metallica pendinata per il passaggio impianti quadroni 60x60 in REI 60' per corridoi e vie di fuga

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Le realizzazioni



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Abruzzo - Progetto C.A.S.E. a L'Aquila



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Dopo **1** giorno di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **2** giorni di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **3** giorni di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **5** giorni di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **6** giorni di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **15** giorni di lavoro La prima palazzina è arrivata al tetto



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

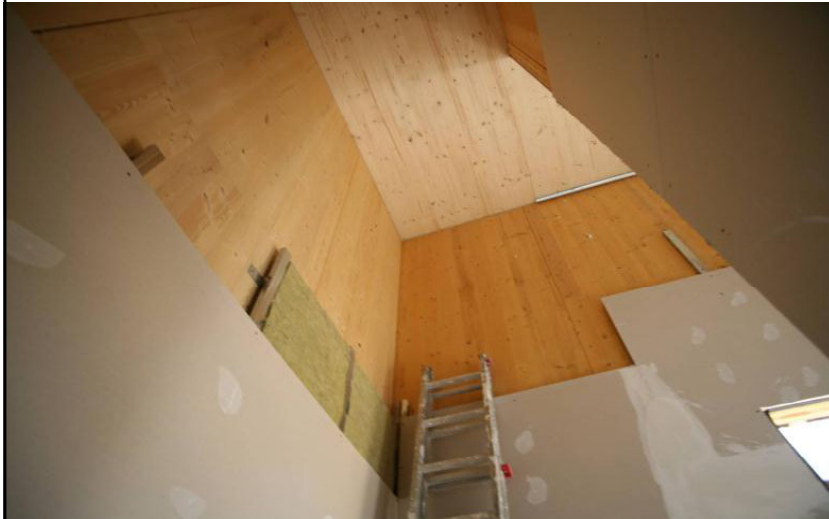
Gli impianti precablati



no assistenze murarie

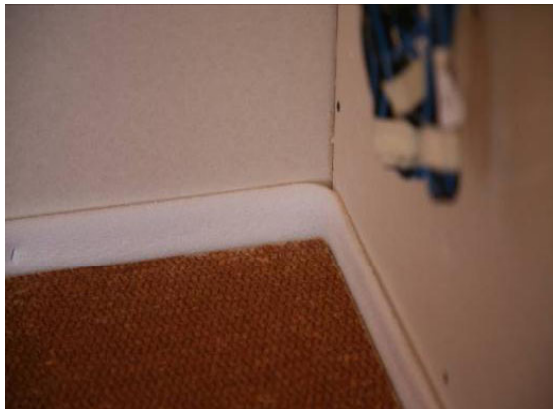


«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



La stratigrafia delle pareti interne

La stratigrafia dei solai

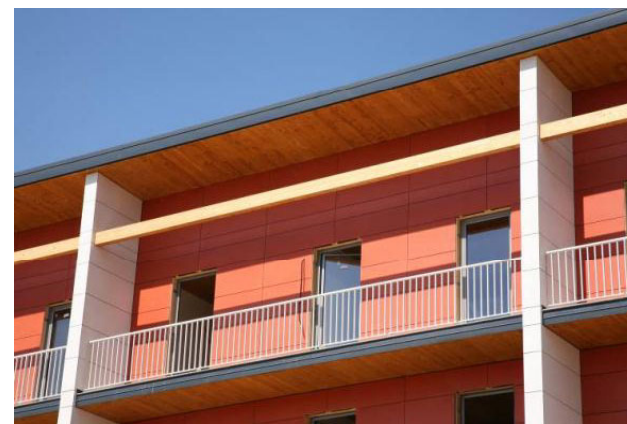


«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

La stratigrafia delle pareti esterne



parete ventilata
no ponteggi



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Le case finite all'interno



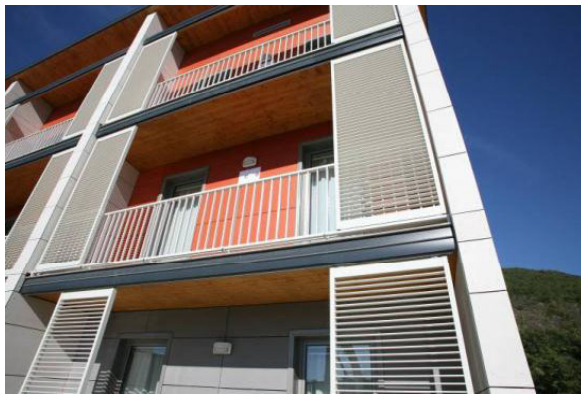
soffitti legno a vista



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Dopo **78** giorni di lavoro

....le palazzine finite



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»

Emilia Romagna - Complesso Scolastico di Corporeno - Ferrara



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Cordolo in larice



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Dopo 41 giorni di lavoro



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



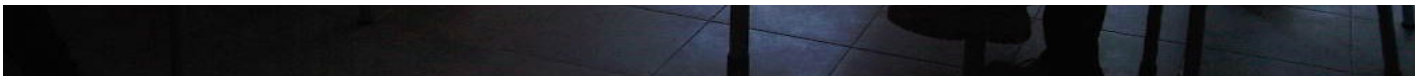
«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



...in meno di 50 giorni...



Prove generali...tutti a lezione!



«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Abruzzo Piano Case: le palazzine di Sistem Costruzioni

«Il quadro realizzativo: esempi concreti di costruzione in zona sismica»



Ing Nicola Finato

www.sistem.it