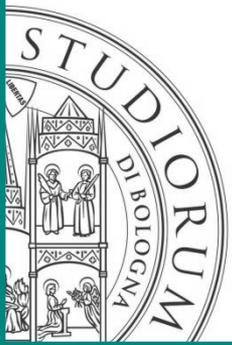
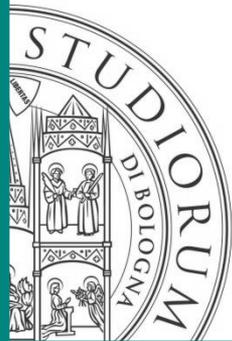


Edifici a pareti ed a telaio in cca

Prof. Tomaso Trombetti
Department DICAM, University of Bologna



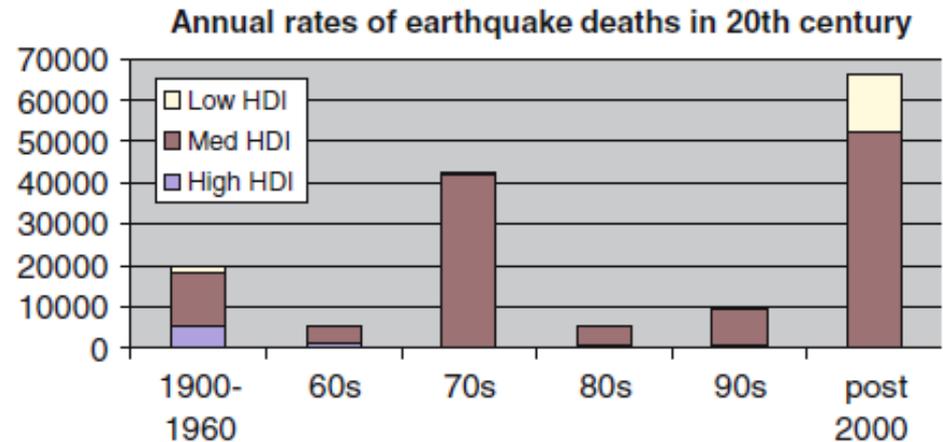
Il problema sismico



Il problema

Troppe persone perdono la vita a seguito di eventi sismici

- Mediamente ogni anno **40.000** persone perdono la vita a causa degli effetti del sisma 1990-2010 (USGS)
- Nel sisma del 2008 a Sichuan (China) **5200** persero la vita a causa del collasso di edifici scolastici



Spence 2007

La vulnerabilità degli edifici scolastici

- Artista **Ai Weiwei** ha espresso la violenza del sisma del 2008 a Sichuan con la sua opera d'arte **"Straight"** (Venice 2013, Brooklyn Museum 2014, Royal Academy London 2015)

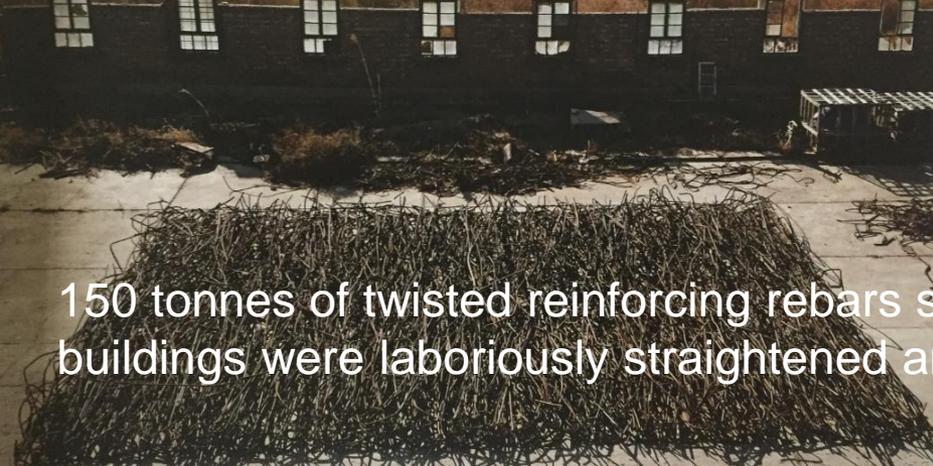
- **150 tonnellate di barre di armatura recuperate dalle strutture collassate in cemento armato sono state meticolosamente raddrizzate ed poi poste l'una sopra l'altra ed accompagnate dalla lista di più di 5000 nomi dei bambini che hanno perso la vita**



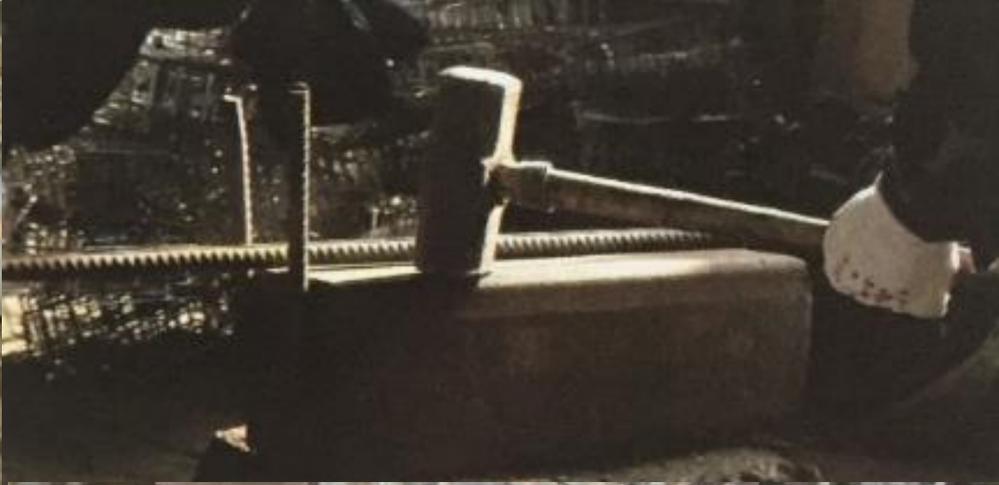
Ai Weiwei @ the Royal Academy London, Nov. 2015

Straight





150 tonnes of twisted reinforcing rebar salvaged from collapsed school (frame) buildings were laboriously straightened and stacked in to a fissured landscape,



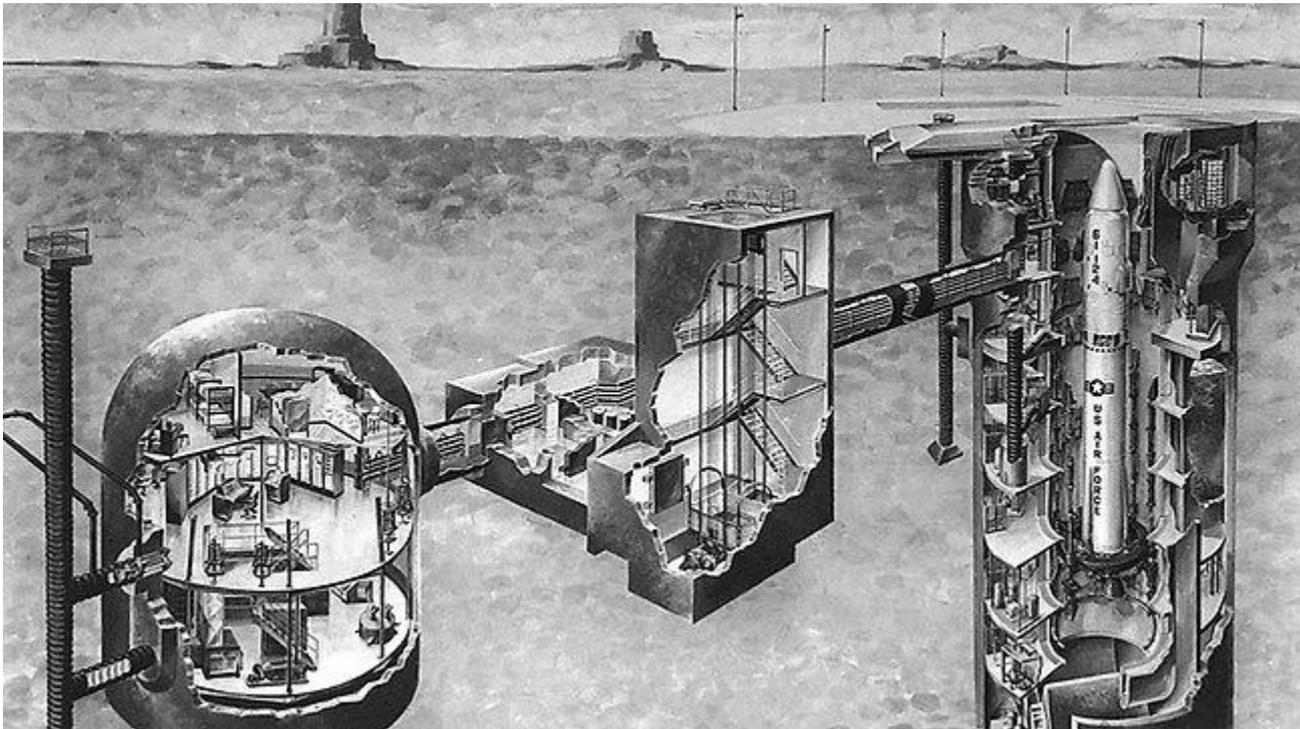


accompanied by the list of more than 5000 names of lost children



Come mai le strutture a telaio in cemento armato non danno garanzia di ottimale comportamento sismico ?

Possiamo realizzare edifici che siano in grado di **non avere danni** & essere al **100% sicuri** nei confronti dei terremoti ?



Le murature sono state utilizzate per migliaia di anni

Ziqqurat



Nuraghe



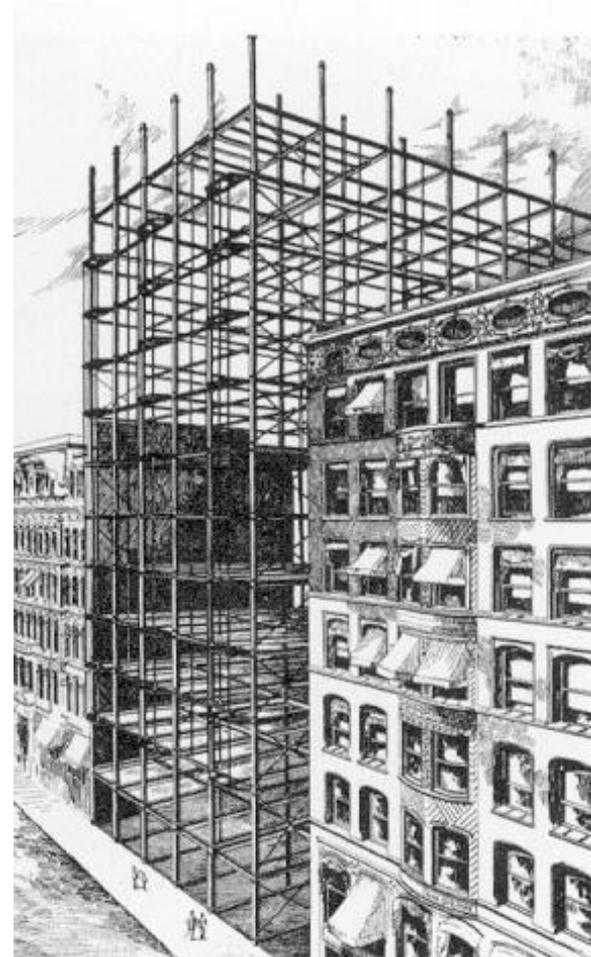
Palazzo Strozzi



Dalle pareti ai telai



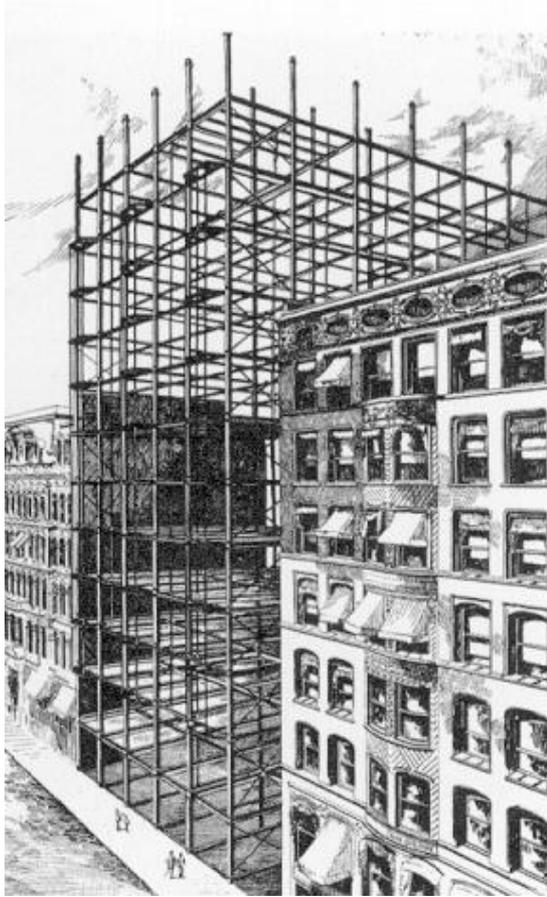
Monadnock , Chicago, 1891



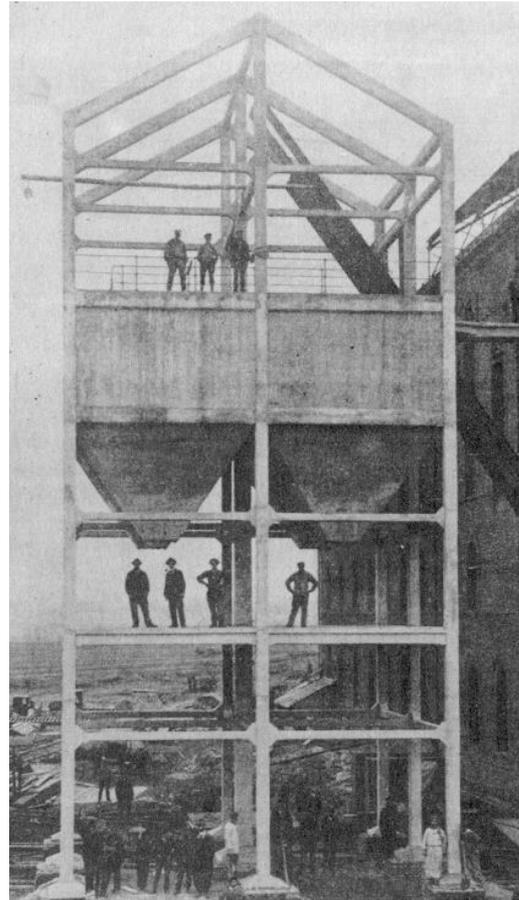
Unity Building (Clinton Warren, 1892)

Prime strutture a telaio

Separazione e libertà



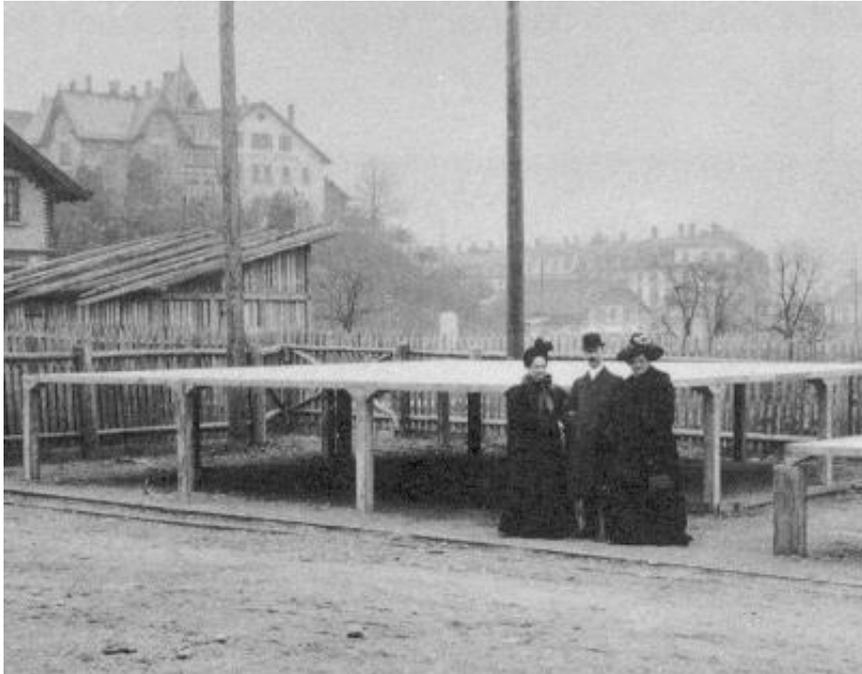
Unity Building (Clinton Warren, 1892)



RC Silo, Aniche(Francois Hennebique)

Strutture a telaio

Intrinseca limitata capacità di resistere alle azioni orizzontali



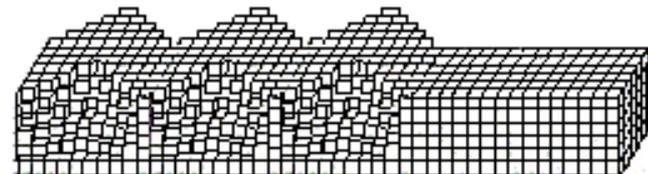
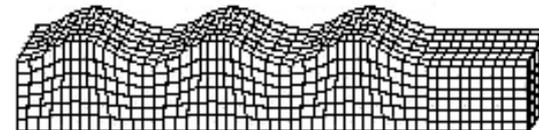
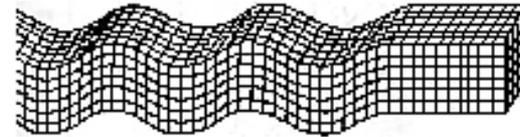
RC frame, Zurich, 1906



Robert Maillart

Il sisma

- Onde “P”
 - Longitudinali
- Onde “S”
 - Trasversali
- Onde di Rayleigh
 - Verticali
- Onde di Love
 - Orizzontali



2009: L'AQUILA



2009: L'AQUILA



2009: L'AQUILA



Il telaio, i tamponamenti ed il sisma

Quadri fessurativi sui tamponamenti esterni



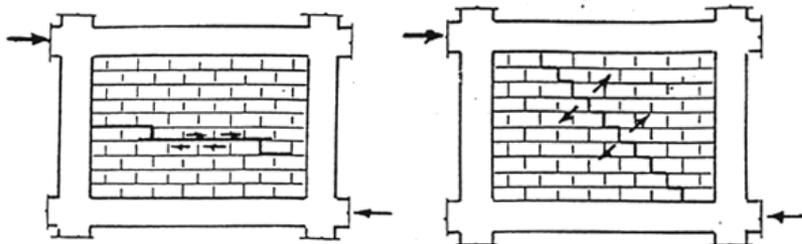
Danneggiamento locale della tamponatura esterna in presenza del pinaerottolo



Traccia dei pilastri sui tamponamenti esterni

Il telaio, i tamponamenti ed il sisma

Interazione Telaio-Muratura sotto sisma



Consistente danneggiamento a carico delle murature esterne con parziale o totale espulsione delle stesse fuori dal piano

Il telaio, i tamponamenti ed il sisma

Interazione Telaio-Muratura sotto sisma



Crisi dei tamponamenti in seguito a forti richieste in termini di spostamento e deformazione

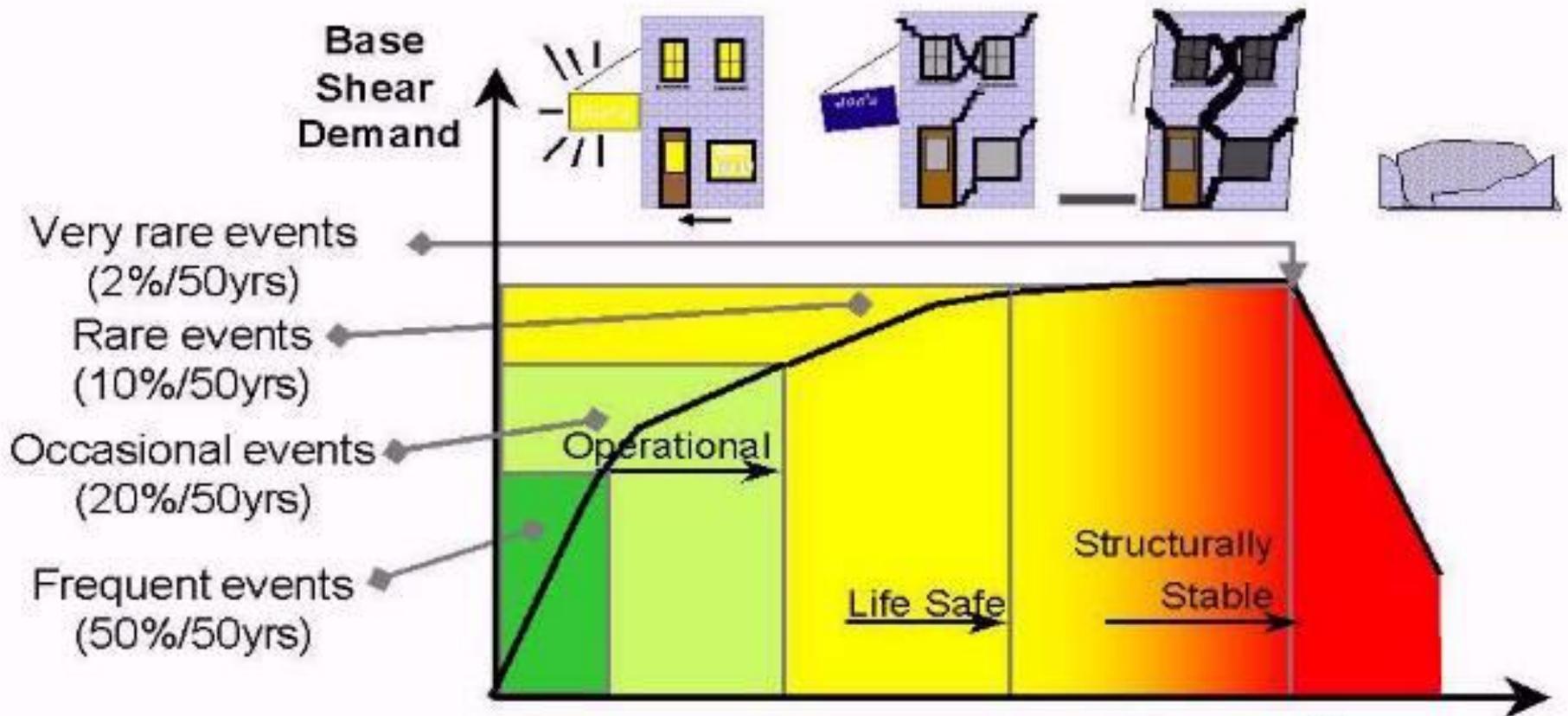
Il telaio, i tamponamenti ed il sisma

Interazione Telaio-Muratura sotto sisma



Espulsione della muratura verso l'esterno

Obiettivi prestazionali sismici



Obiettivi prestazionali sismici

SLO
FO

SLD
O

SLV
LS

SLC
NC

EARTHQUAKE PERFORMANCE LEVEL

Fully Operational

Operational

Life Safety

Near Collapse

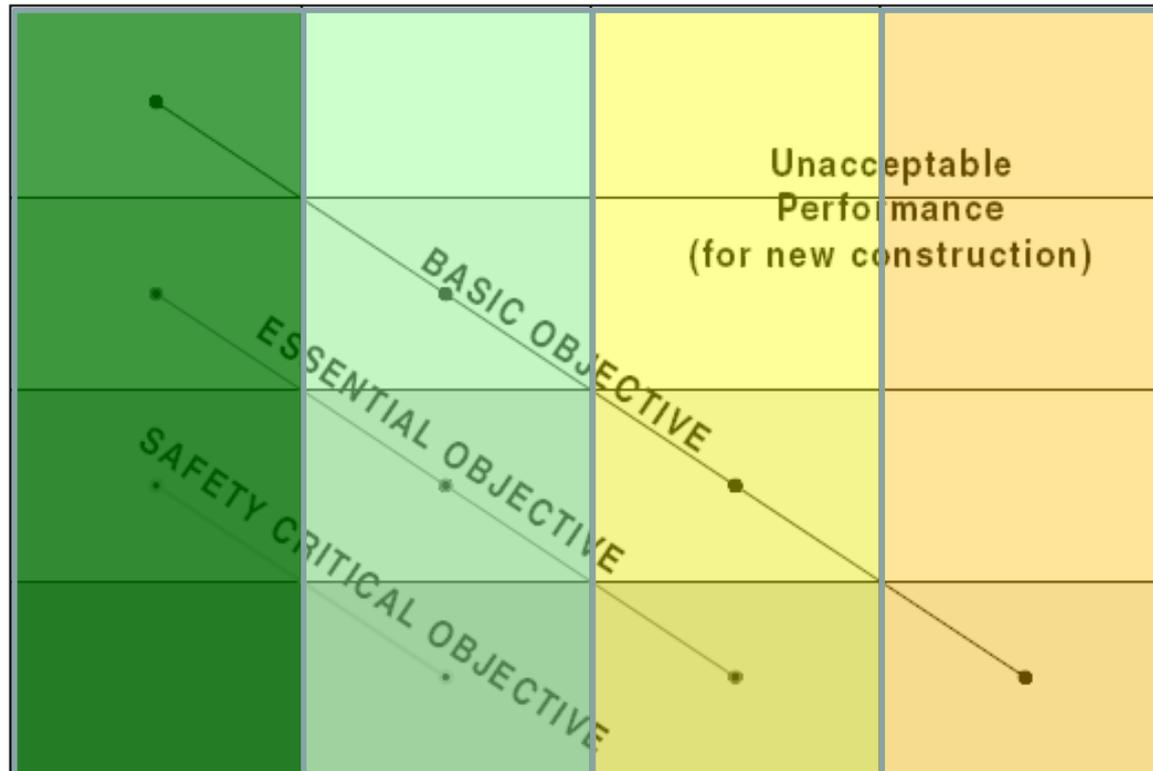
EARTHQUAKE DESIGN LEVEL

Frequent
(43 years)

Occasional
(72 years)

Rare
(475 years)

Very Rare
(970 years)



Bertero & Bertero, EESD, 2002

Recommended minimum seismic performance design objectives for buildings

Traditional approach to seismic design: ductile structure, but ductility = damage



529m - 196-

Also available in "Selected Papers by N.M. Newmark", Civil Engineering Classics, ASCE, 1976

EFFECT OF INELASTIC BEHAVIOR ON THE RESPONSE OF SIMPLE SYSTEMS TO EARTHQUAKE MOTIONS

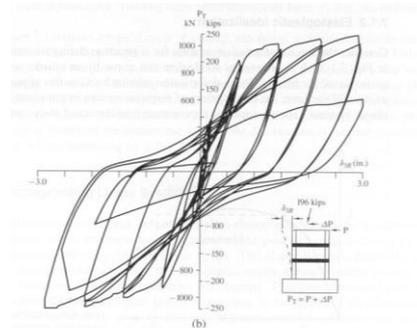
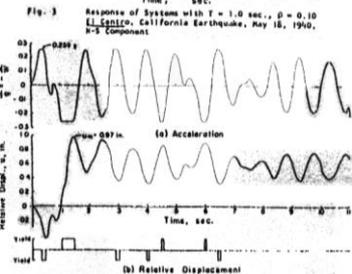
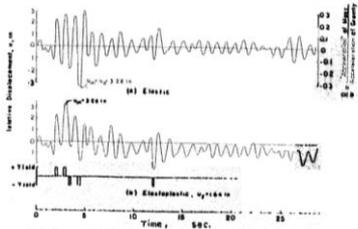
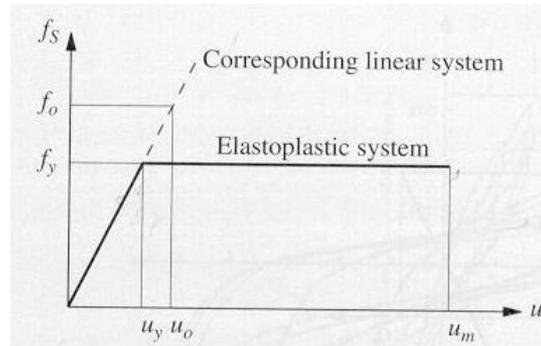
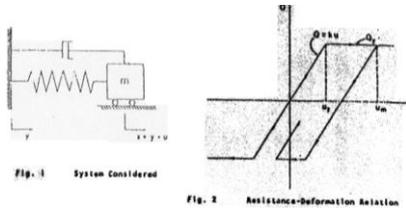
by
A. S. Veletsos* and N. M. Newmark**



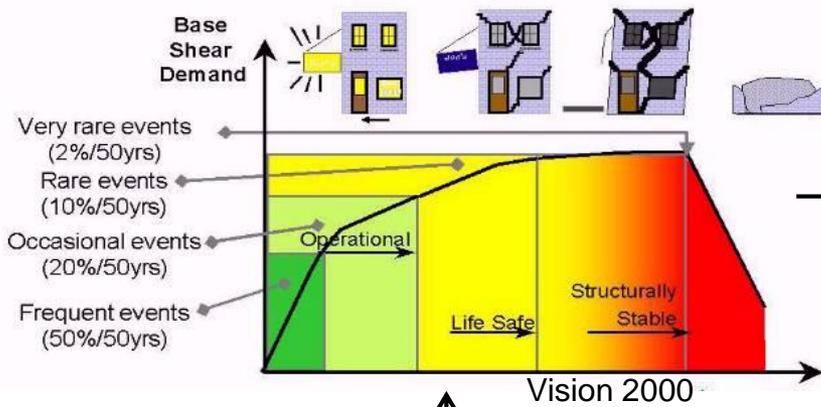
L'Aquila 2009 earthquake



L'Aquila 2009 earthquake

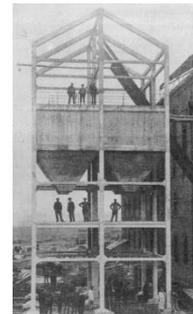


Current earthquake engineering performance objectives are limited for traditional (frame) structures due to reduced strength of frame structures

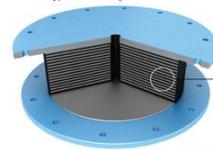


		EARTHQUAKE PERFORMANCE LEVEL				
		Fully Operational	Operational	Life Safety	Near Collapse	
EARTHQUAKE DESIGN LEVEL	Frequent (43 years)					
	Occasional (72 years)					Unacceptable Performance (for new construction)
	Rare (475 years)					
	Very Rare (970 years)					

Recommended minimum seismic performance design objectives for buildings



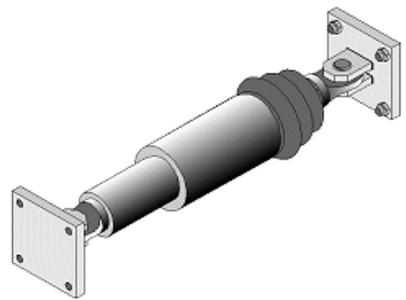
Round Type: RB Multilayer Natural Rubber Seismic Isolation Device



Internal Steel Plate + Rubber
Multilayer Natural Rubber
Natural rubber is used, verified for durability/reliability through the various tests, such as tensile strength, hardness, creep, aging, and the fatigue test.



Square Type: RB-S Multilayer Natural Rubber Seismic Isolation Device



Perchè non fare strutture più resistenti (a parità di costo) nei confronti delle azioni orizzontali?

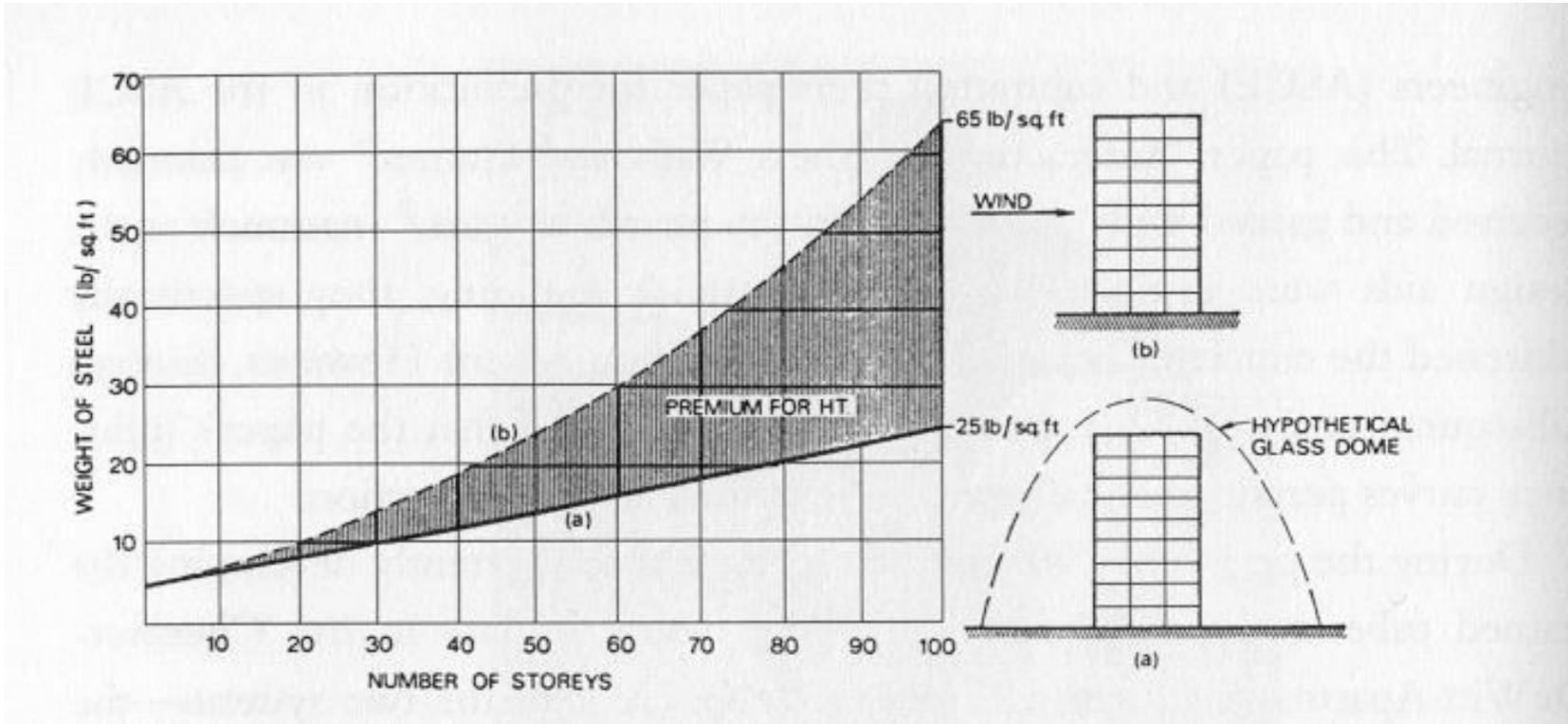
La società ne è più contenta (a valle del sisma la struttura può essere **direttamente utilizzata** senza perdite economiche di sorta)

Si hanno anche **maggiori garanzie di sicurezza** (tutto il comportamento duttile post elastic può eventualmente essere tenuto “ a riserva” nel caso di eventi anche molto maggiori di quelli previsti dalle norme)

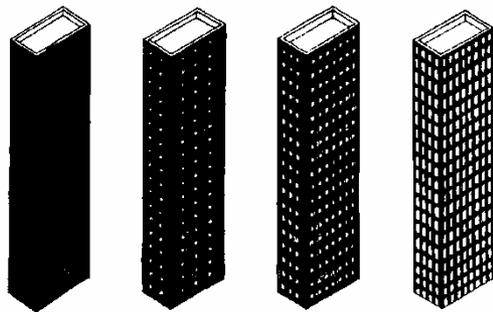
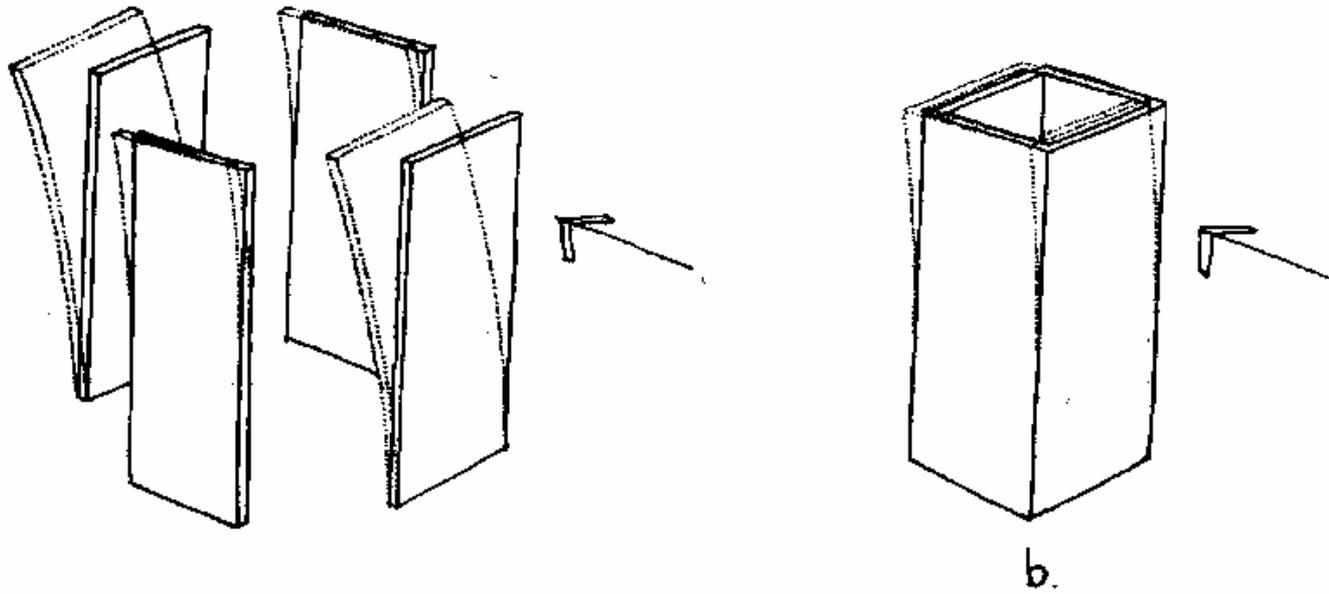
Non si hanno incertezze in merito alla sicurezza delle costruzioni in caso di sisma (affidarsi al “rottura programmata” non è una grande garanzia di successo, tutto infatti deve necessariamente procedere come ipotizzato e non sempre questo è possibile)

Questo necessità , però (al fine di ottenere tali risultati **senza aumento di costi**) di **cambiare il Sistema costruttivo!**

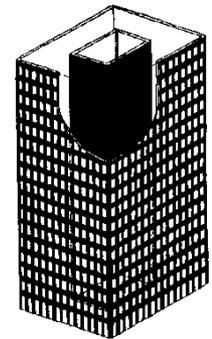
Fazlur Khan



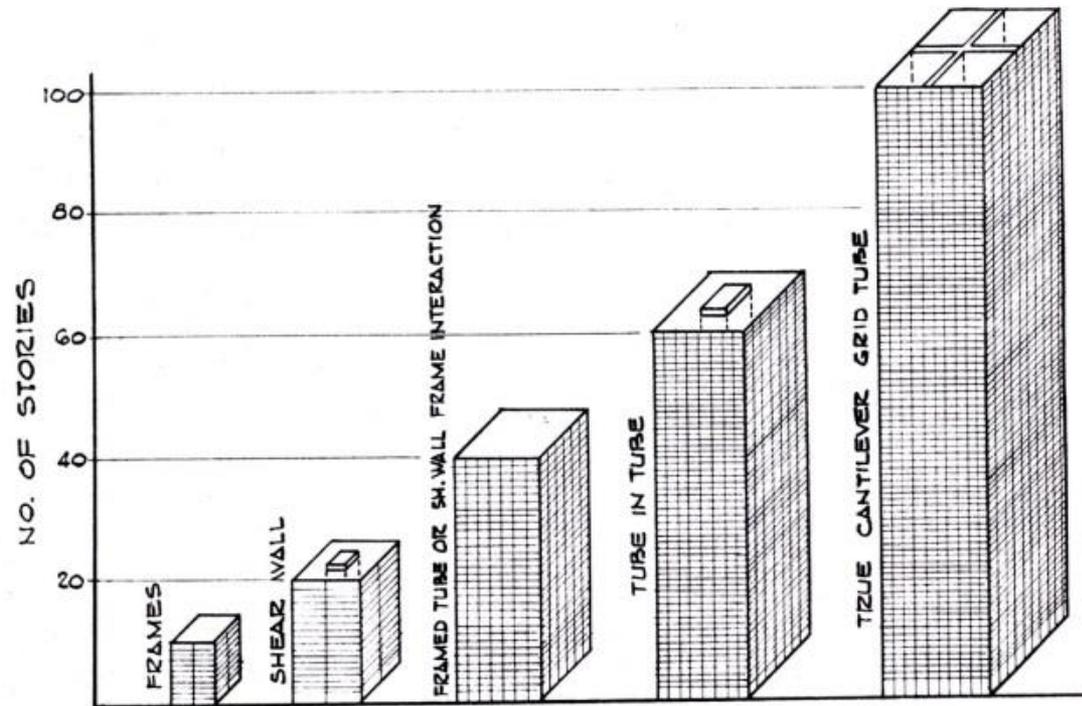
Fazlur Khan



Evolution of the framed tube concept from solid perimeter wall to beam-column perimeter grid. (Drawing by David Fung, adapted from a drawing in Khan, "Tall Buildings," 1974.)

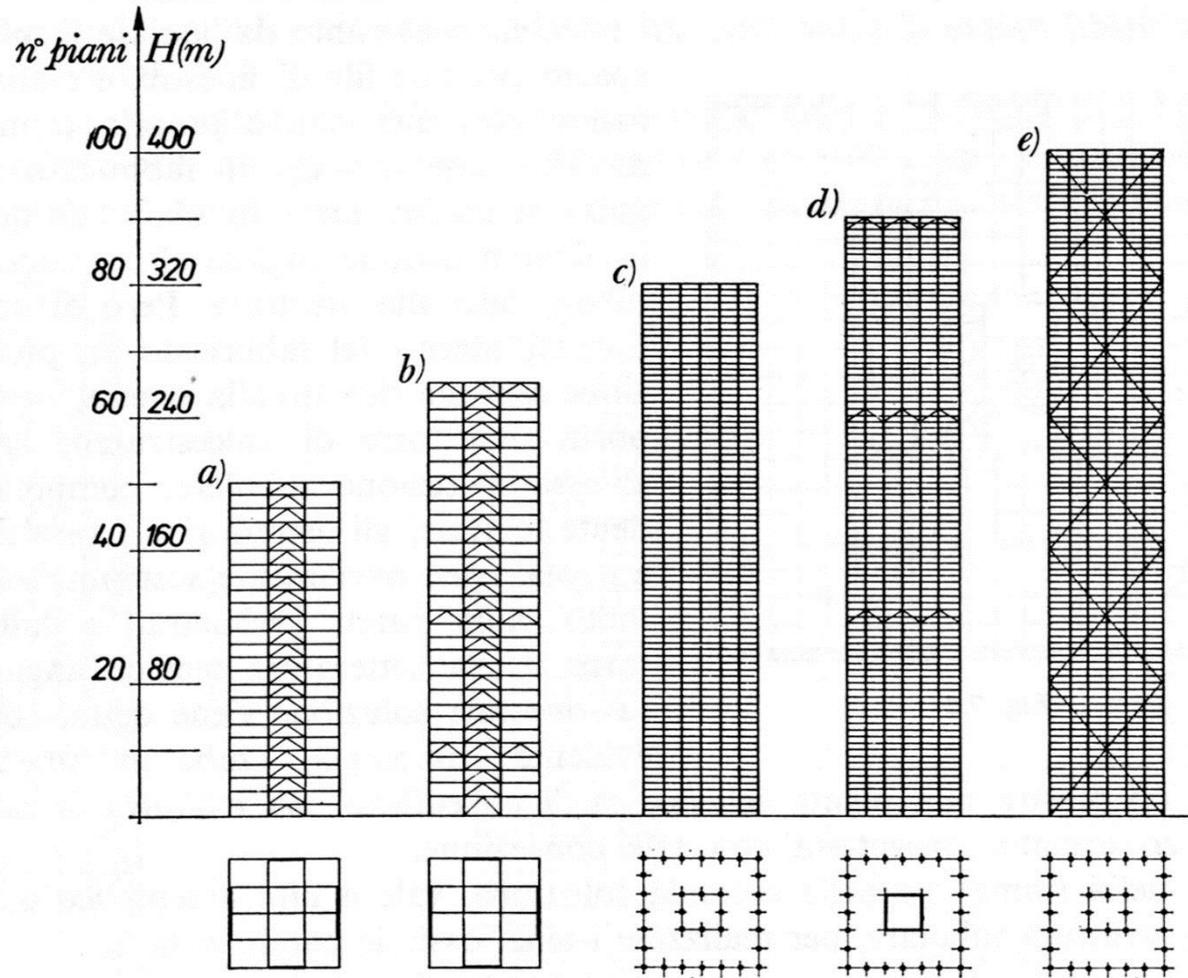


Fazlur Khan

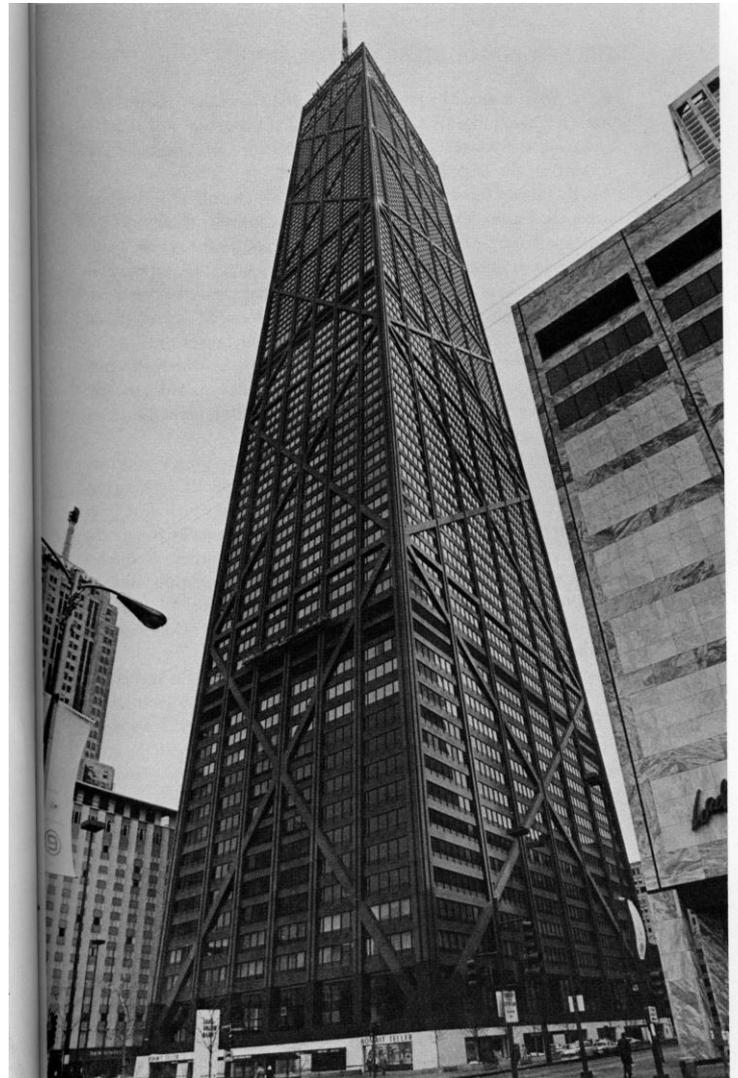


At a tall building symposium in 1966 (proceedings published in Tall Buildings, 1967), Khan demonstrated the dramatic increase in height that could be achieved economically by using a “true cantilever grid tube” structural system.

Pozzati Ceccoli

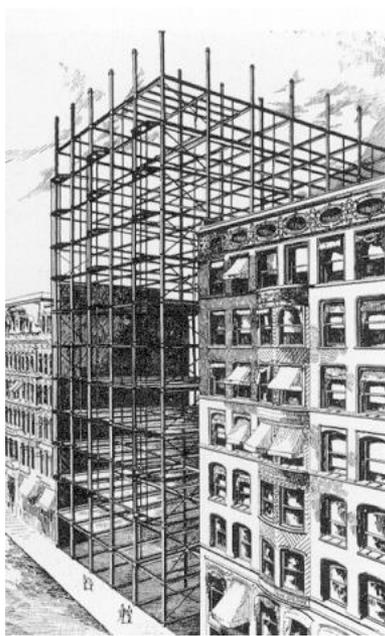


Sears Tower, John Hancock



La soluzione:

Ritornare alle strutture a pareti, ma realizzate ora con in cemento armato!



MIRAMAR (1975 – 21stories)

**Performance of Structural Walls in Recent Earthquakes
and Tests and Implications for US Building Codes**

J. W. Wallace
University of California, Los Angeles, USA



In Italia sono state messe a punto in questi ultimi anni tecnologie specifiche che utilizzano casseri in EPS che consentono la realizzazione di pareti in cemento armato in modo veloce, economico e con una ottimizzazione delle prestazioni termiche ed acustiche. Che prestazioni sismiche riescono a fornire tali pareti?

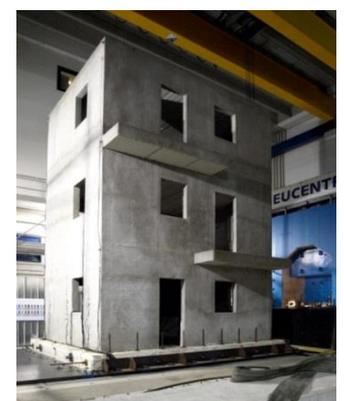
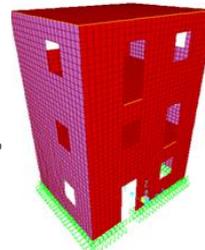
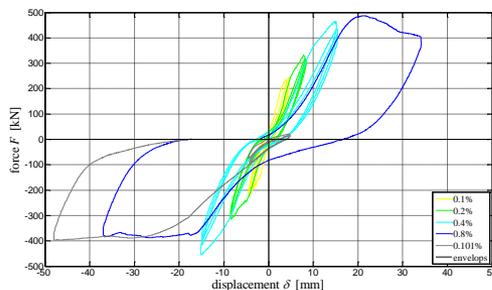
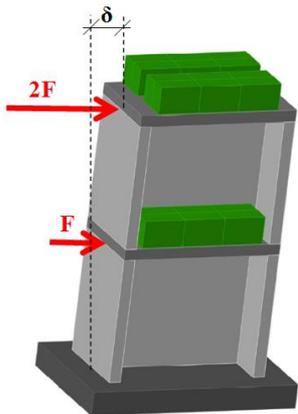
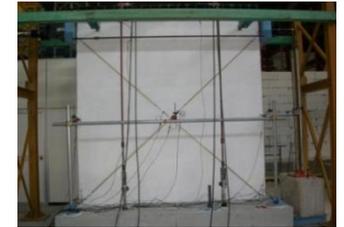
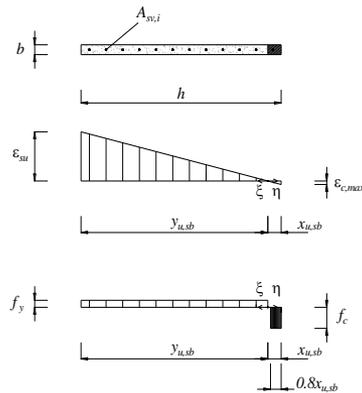


Unibo si occupa di tali sistemi da più di 15 anni

Studi analitici, numerici, sperimentali, sviluppati con riferimento a diverse tecnologie hanno mostrato come costruzioni a pareti portanti sono in grado di garantire superiori prestazioni sismiche ed una resistenza sismica al 100 % (assenza di danno) utilizzando quantitative minimi di armature

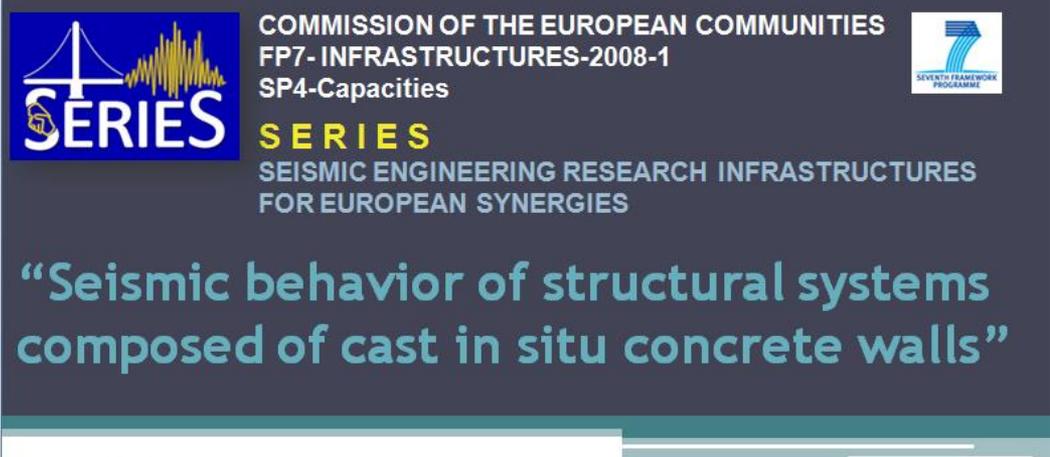


$$M_u = (f_y \cdot \rho \cdot b \cdot y_u) \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{y_u}{2} \right) + (f_c \cdot b \cdot 0.8(h - y_u)) \cdot (0.1h + 0.4y_u) + A_{s,catena} f_y (h - 2c)$$



SEismic behaviour of structural SYstems composed of cast in situ CONcrete WALLs (SE.SY.CO.WA)

Progetto “SERIES” (Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies)



COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES
FP7 - INFRASTRUCTURES-2008-1
SP4-Capacities

SERIES
SEISMIC ENGINEERING RESEARCH INFRASTRUCTURES
FOR EUROPEAN SYNERGIES

“Seismic behavior of structural systems
composed of cast in situ concrete walls”

Lead User → Salvador Ivorra Chorro
sivorra@ua.es

Additional Users → Tomaso Trombetti
tomaso.trombetti@unibo.it

→ Dora Foti
d.foti@poliba.it

→ Cristina Mihaela Campian
cristina.campian@bmt.utcluj.ro

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

POLITECNICO DI BARI

UNIVERSITATEA
TEHNICA
DIN CLUJ-NAPOCA



Proposed host TA facility: Laboratory for Training and Research in Earthquake Engineering and Seismology: **EUCENTRE TREES Lab**, Pavia, Italy

Fasi costruttive



Fasi costruttive



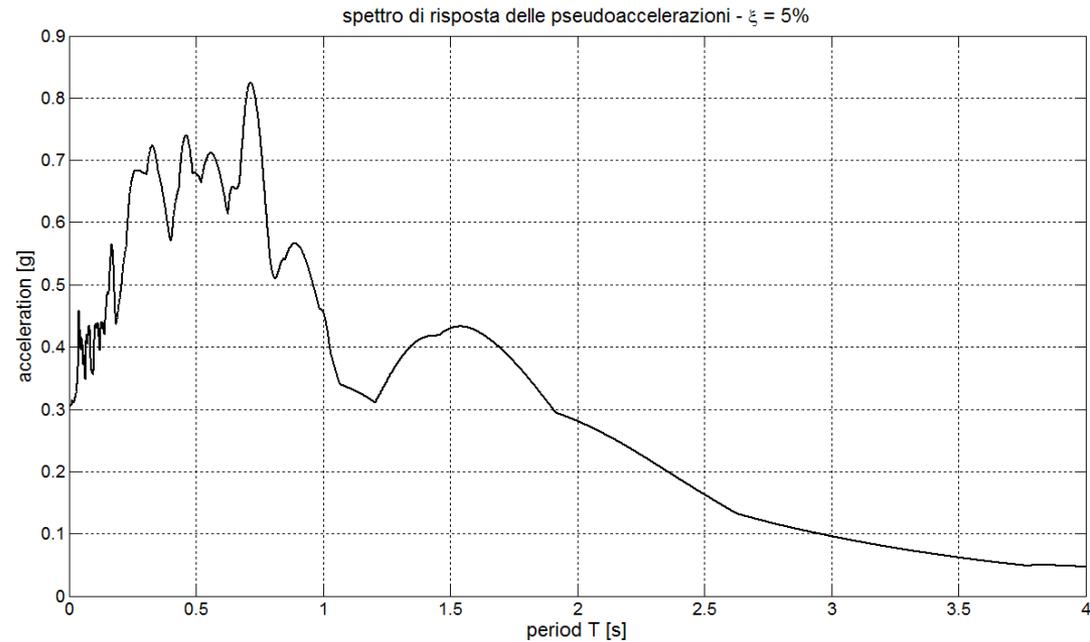
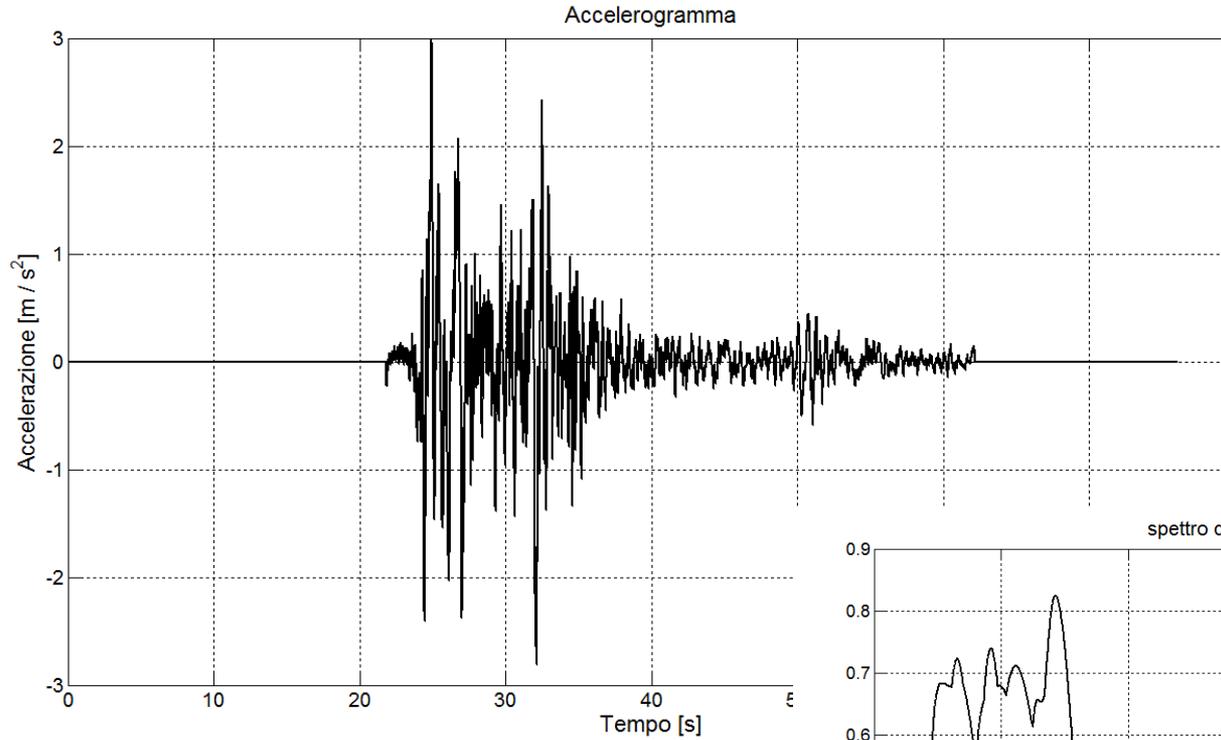
Trasporto



Input

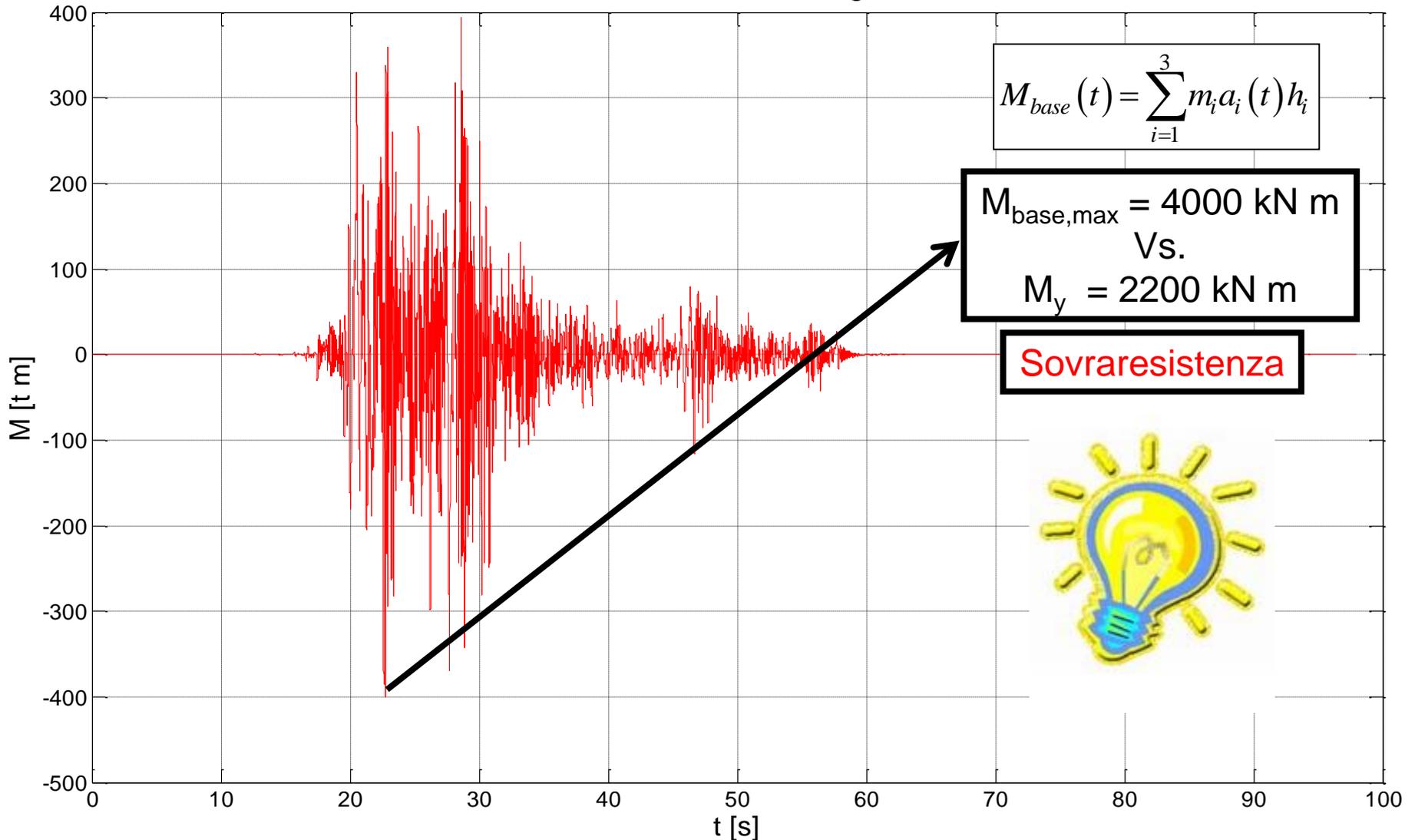
Terremoto del Montenegro (1979)

PGA = 0.305g



Base moment as function of time

Base Moment - 1g

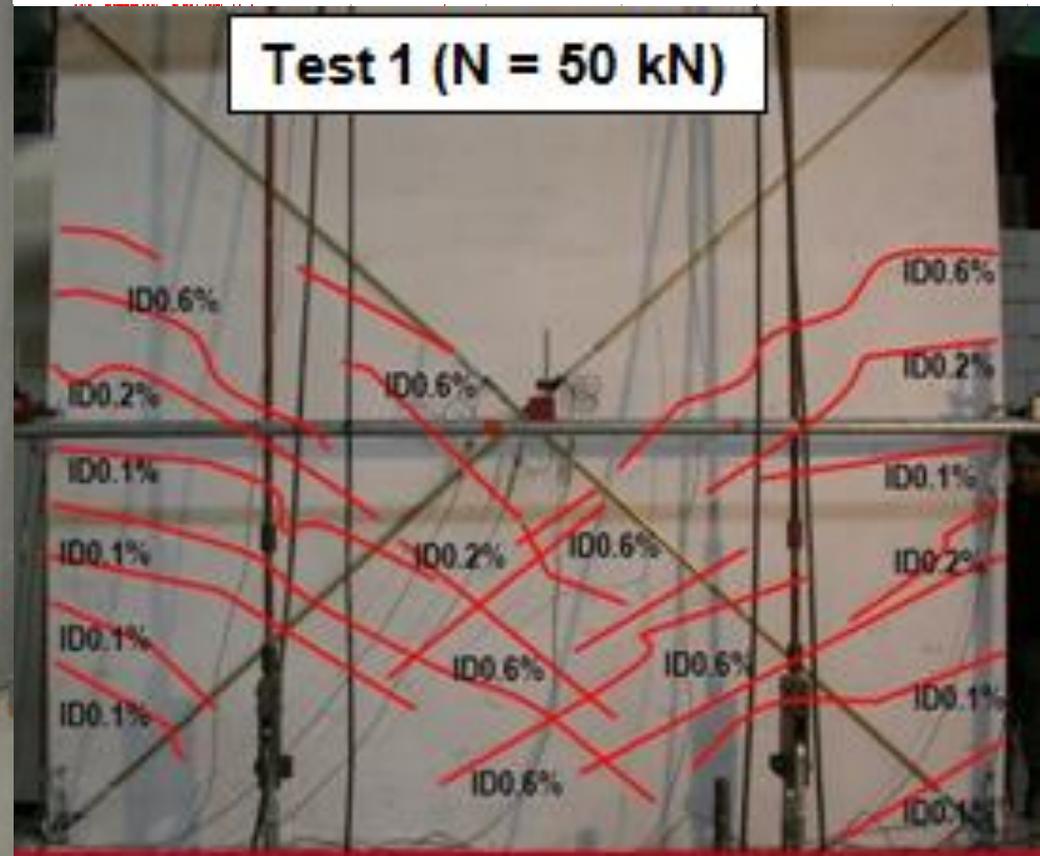


Conclusioni (2/2)

Prova dinamica



Prova pseudo-statica
ciclica





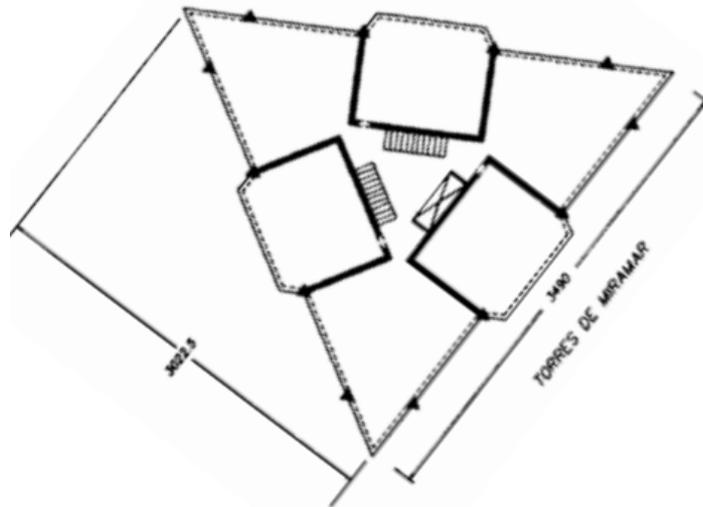
Pareti portanti e sisma: il caso del Cile

On March 3, 1985, a strong earthquake of surface magnitude 7.8 occurred near the central coast of Chile (EERI, 1986). Approximately 400 modern, reinforced concrete buildings, designed for lateral forces comparable to those used in the highest seismic risk regions of the United States, were subjected to the strong shaking. Reconnaissance reports (EERI, 1986) and subsequent studies (Wallace and Moehle, 1989) indicated that the stiff, shear wall structures constructed in Chile performed extremely well, with little to no apparent damage in the majority of buildings. Later investigations (Wallace and Moehle, 1992, 1993) revealed that although the seismic code requirements (design forces) in Chile were similar to those used for high seismic risk regions in the U.S., detailing requirements were less stringent.

John Wallace (UCLA), 2011

Pareti portanti e sisma: il caso del Cile

MIRAMAR (1975 – 21stories)



1985 Damage: none/minor; signs of foundation rocking were reported.

Damage 2010: none/minor

Pareti portanti e sisma: il caso del Cile



HANGA ROA (1970 – 15stories)



Pareti portanti e sisma: il caso del Cile

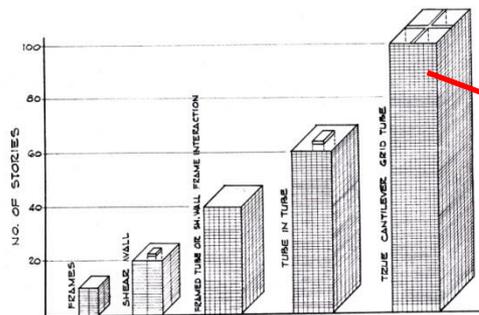
BUILDINGS WITH NO DAMAGE



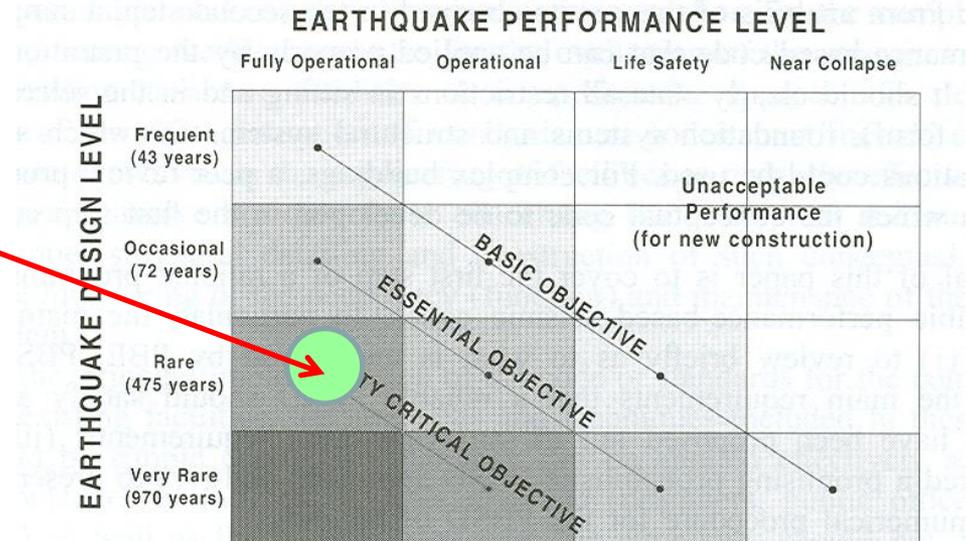
Prestazioni offerte da strutture scatolari / cellulari

EDIFICIO REALIZZATO CON PARETI PORTANTI

- Si è adottata l'armatura minima prevista da normativa;
- Strutture di questo tipo, se ben collegate, riescono a sviluppare un comportamento scatolare che fornisce una grande rigidezza all'intero edificio;
- Tale comportamento permette alla costruzione di rimanere in campo elastico-lineare anche in zone in cui si possono registrare dei terremoti di notevole intensità



At a tall building symposium in 1966 (proceedings published in Tall Buildings, 1967), Khan demonstrated the dramatic increase in height that could be achieved economically by using a "true cantilever grid tube" structural system.



Calcolo e normative

Normative

- Stante le caratteristiche di ottima resistenza date dai sistemi a pareti portanti spesso è possibile (anche a fronte di scuotimenti sismici di progetto «importanti») progettare la struttura per rimanere in campo elastico lineare (**utilizzo del fattore di struttura «q» pari ad 1**)
- L'utilizzo di tale coefficiente di struttura è implicitamente consentito anche dal **DM al punto 7.3.1**
- Anche **l'EC 8** consente, in questo caso in modo esplicito una progettazione sismica che **non faccia ricorso alle risorse duttili** (in questo caso utilizzando un coefficiente di struttura **«q» sino 1,5**, anche se raccomandato per zone a bassa sismicità)
- In entrambi questi casi **non è necessario soddisfare** i requisiti minimi di armatura e di dettaglio
 - di cui al Capitolo 7 del DM (si fa riferimento **unicamente alle prescrizioni del Capitolo 4**)
 - Di cui all' EC8 (si fa unicamente riferimento ai requisiti di cui all'EC2).

7.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

7.2.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

- a) comportamento strutturale non-dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

7.2.6 CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E AZIONE SISMICA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, etc.).

Nel caso di comportamento non dissipativo si adottano unicamente i modelli lineari.

7.3 METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.1 ANALISI LINEARE O NON LINEARE

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica può essere lineare o non lineare.

Analisi lineare

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario (§ 3.2.3.4). La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nei capitoli precedenti, non essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità fissati nei paragrafi successivi.

Quesito 41 – Consiglio Superiore Dei Lavori Pubblici

Verifiche di fabbricati - Struttura non dissipativa in campo elastico - risposta del 25 marzo 2013

E' possibile verificare un fabbricato in zona sismica, usando un coefficiente di struttura $q=1.$, considerando la struttura non dissipativa e in campo elastico?

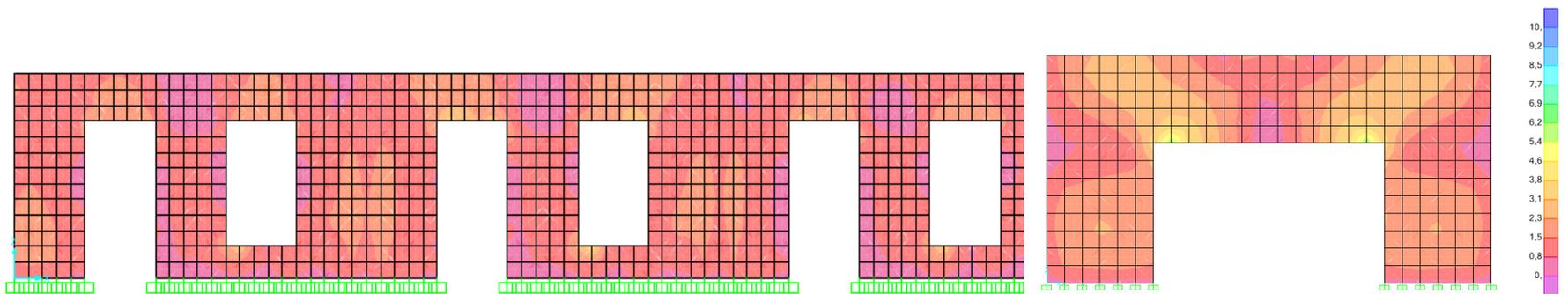
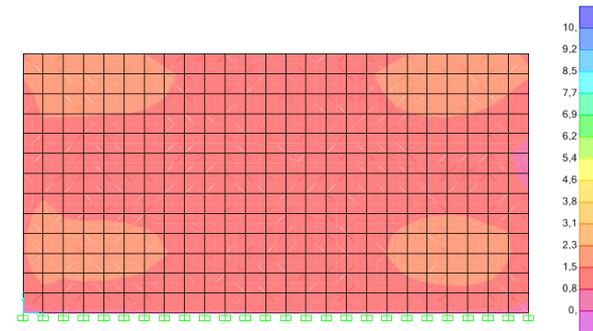
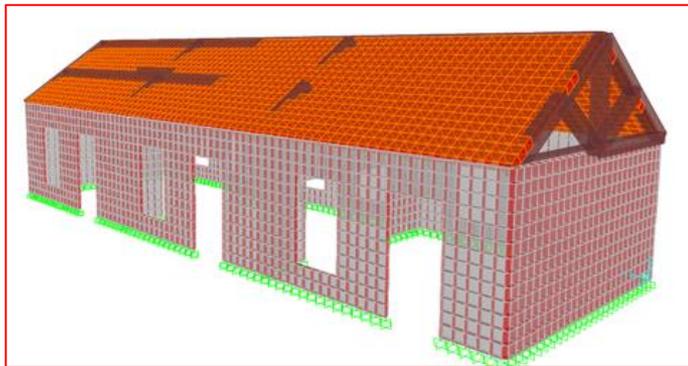


Risposta del 25 marzo 2013

La vigente Normativa (i.e. D.M. 14 gennaio 2008 o NTC08) contempla la possibilità di una progettazione semplificata in cui le azioni di calcolo sono basate sullo spettro elastico non ridotto e pertanto con l'assunzione di un fattore di struttura $q = 1.$

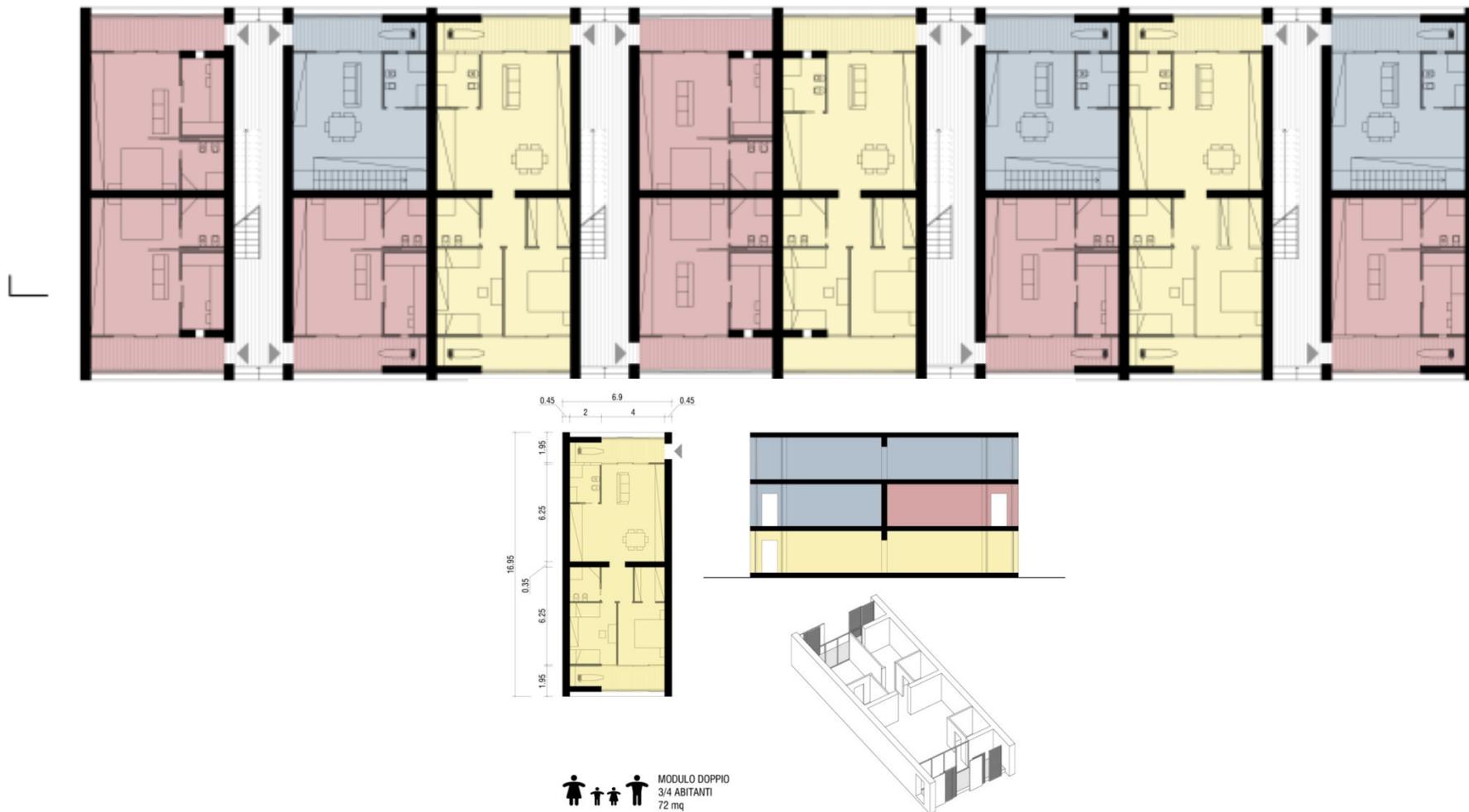
Normative

- Una progettazione a «q» unitario consente inoltre di sviluppare calcoli di tipo elastico lineare e conseguente analisi di tipo **tensionale**

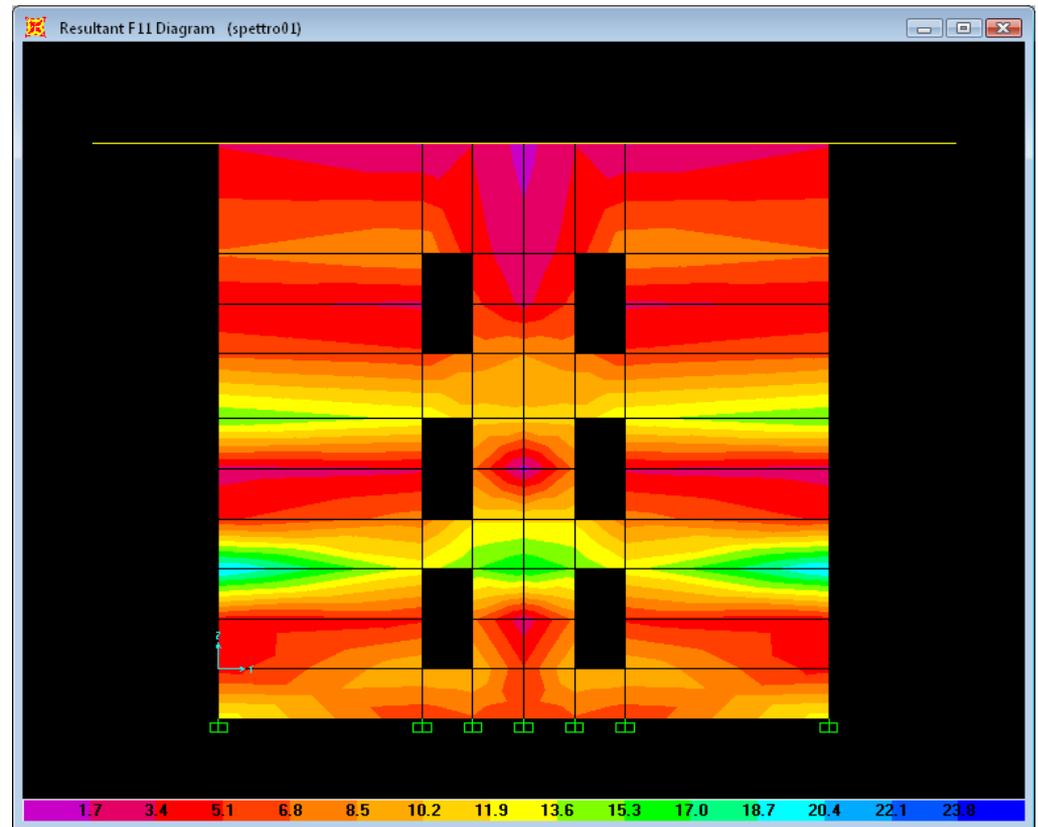
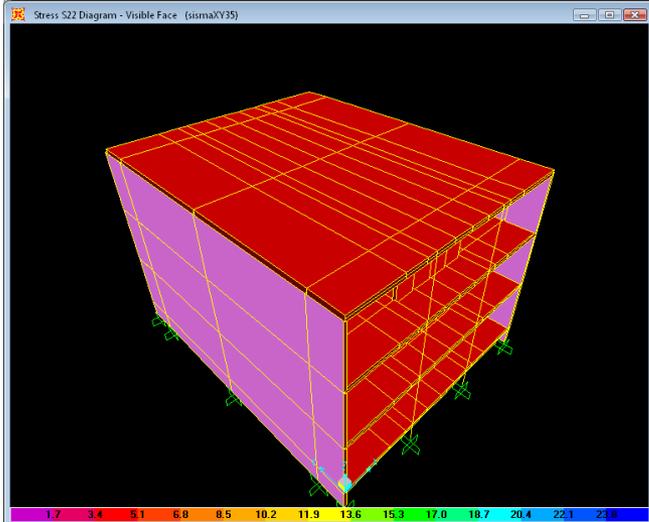
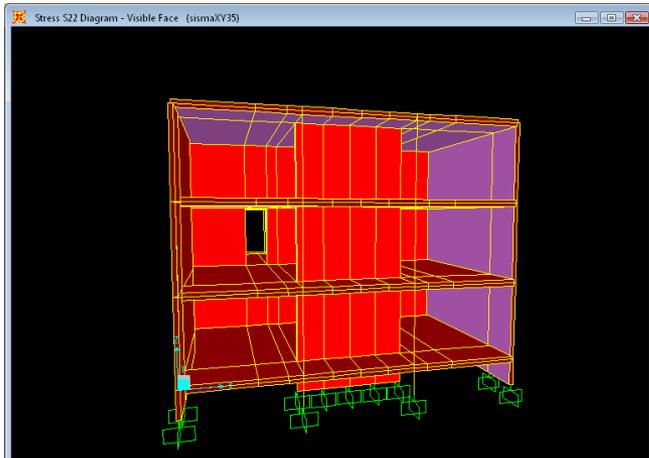


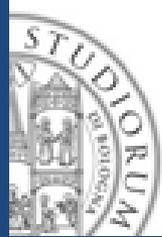


Strutture a setti portanti (comportamento “cellulare”)

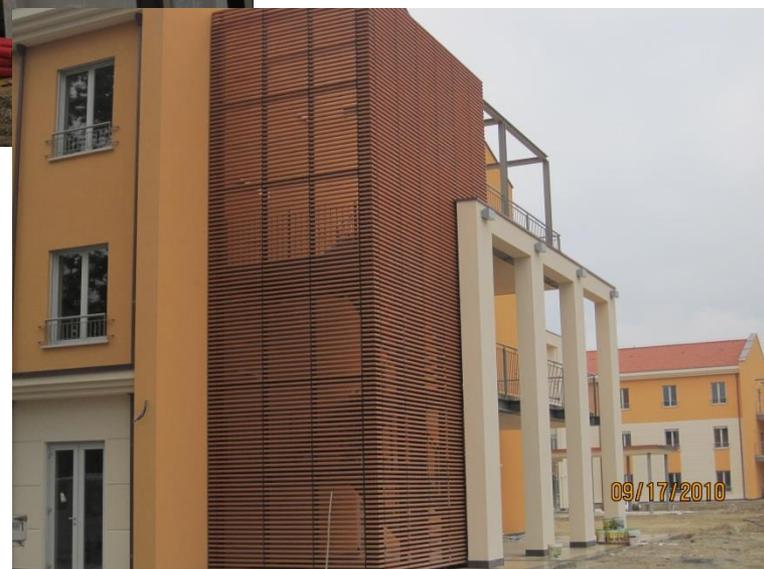
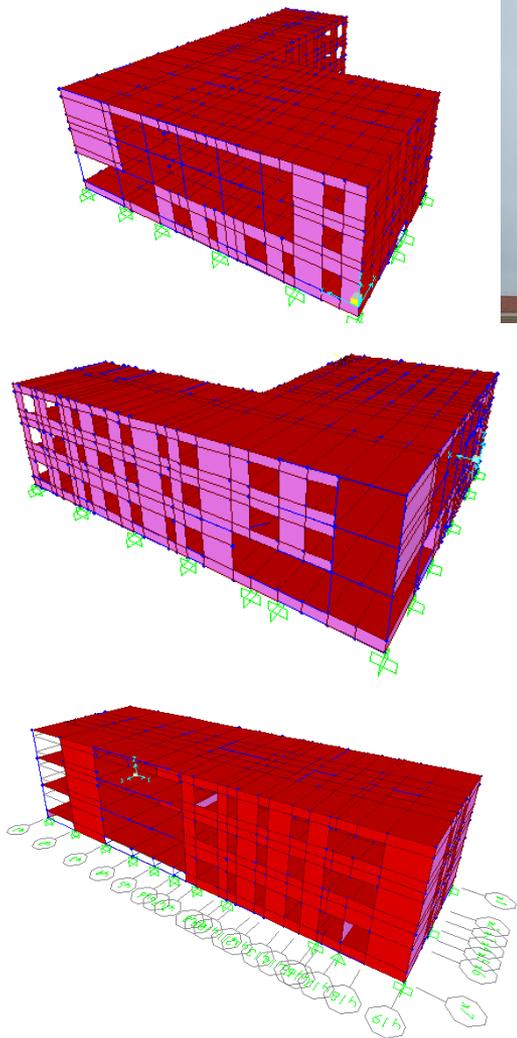


Tassi di lavoro attorno a 0,1/0,2

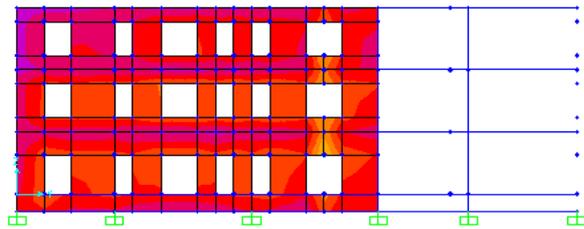
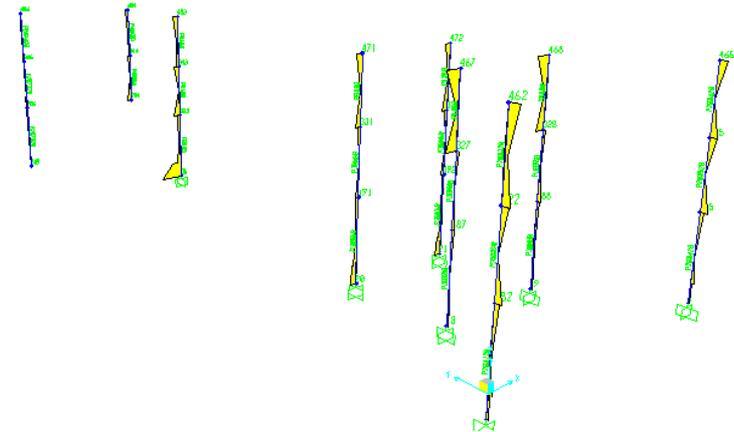




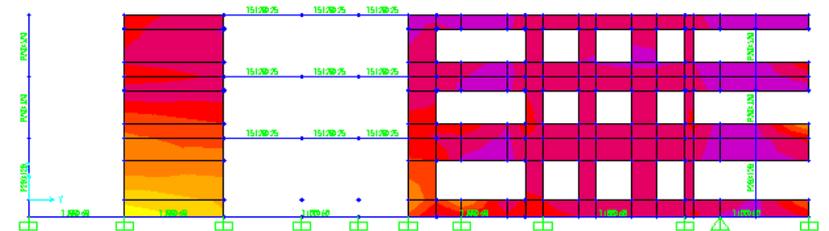
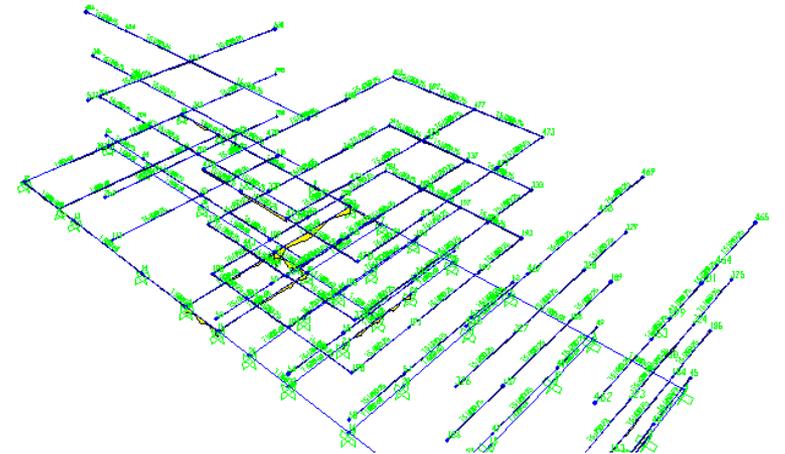
Casa protetta in provincia di Treviso



Bassi livelli di sollecitazione nelle travi e pilastri interni, valori ridotti di tensioni nelle pareti



0.70 1.40 2.10 2.80 3.50 4.20 4.90 5.60 6.30 7.00 7.70 8.40 9.10 9.80



1.9 3.8 5.7 7.6 9.5 11.4 13.3 15.2 17.1 19.0 20.9 22.8 24.7 26.6

7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI NON STRUTTURALI

Alcuni elementi strutturali possono venire considerati “secondari”. Sia la rigidezza che la resistenza di tali elementi vengono ignorate nell’analisi della risposta e tali elementi vengono progettati per resistere ai soli carichi verticali. Tali elementi tuttavia devono essere in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all’azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali; pertanto, limitatamente al soddisfacimento di tale requisito, agli elementi “secondari” si applicano i particolari costruttivi definiti per gli elementi strutturali.

In nessun caso la scelta degli elementi da considerare secondari può determinare il passaggio da struttura “irregolare” a struttura “regolare”, né il contributo alla rigidezza totale sotto azioni orizzontali degli elementi secondari può superare il 15% della analoga rigidezza degli elementi principali.



EUROCODICI

- Gli **Eurocodici** prevedono diverse tipologie di strutture da realizzarsi con setti portanti in cca gettati in opera. Stante le caratteristiche dei setti che si possono realizzare con il sistema a cassero Plastbau, risulta conveniente fare riferimento a due distinte tipologie di setti:
 1. “Reinforced Concrete Walls”, RCW.
 2. “Large Lightly Reinforced Concrete Walls”, LLRCW.



“Reinforced Concrete Walls”, RCW

- setto “**standard**”: nella dizione dell’Eurocodice “Reinforced Concrete Walls”, RCW.
- Tali setti si caratterizzano (oltre che per il soddisfacimento di tutta una serie di requisiti geometrici sia sul posizionamento delle armature che dei setti stessi) sostanzialmente per la presenza di una armatura longitudinale **superiore allo 0,2% dell’area trasversale**.
- Indicativamente, i requisiti geometrici indicati dalla normativa sono soddisfatti da:
 - barre **verticali di diametro 8 mm posizionate ogni 20 cm** (su entrambe le facce),
 - barre **orizzontali diametro 8 mm posizionate ogni 40 cm** (su entrambe le facce),
 - barre di collegamento trasversale posizionate alle estremità.
- Classe minima calcestruzzo **Rck 250**.

“Large Lightly Reinforced Concrete Walls”, LLRCW.

- Setto “**meno armato**”: nella dizione dell’Eurocodice “Large Lightly Reinforced Concrete Walls”, LLRCW.
- Tali setti si caratterizzano (oltre che per il soddisfacimento di tutta una serie di requisiti geometrici sia sul posizionamento delle armature che dei setti stessi) sostanzialmente per la presenza di una armatura longitudinale **inferiore allo 0,2%** dell’area trasversale.
- Indicativamente, i requisiti geometrici indicati dalla normativa sono soddisfatti da:
 - barre **verticali** diametro **6 mm posizionate ogni 20 cm** (su entrambe le facce),
 - barre **orizzontali** diametro **8 mm posizionate ogni 40 cm** (su entrambe le facce),
 - barre di collegamento trasversale posizionate alle estremità.
- Classe minima calcestruzzo **Rck 250**.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

- Le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (2008) prevedono (capitolo 7):
 - strutture a pareti in conglomerato cementizio armato (punto 7.4.3);
 - strutture a pareti estese debolmente armate (punti 4.1.11 e 7.4.3).
- Indicativamente, i requisiti geometrici (punto 7.4.6), sono soddisfatti da:
 - Spessore non inferiore al maggiore fra:
 - 150 mm;
 - $1/20$ altezza interpiano.
 - Armature verticali ed orizzontali di diametro non superiore ad $1/10$ dello spessore della parete,
 - disposte su entrambe le facce,
 - con passo non superiore a 30 cm
 - 9 barre di collegamento (“legature”) tra le facce a metro quadrato,

Possibilità architettoniche

Le strutture a setti portanti e la flessibilità architettonica



- Torre KNS, Architetto Weil Arets, Amsterdam



Quartiere “Sporenburg”, Amsterdam





Quartieri “Jawa” e “KNSM” Amsterdam





Quartiere “Herren 5-95” Amsterdam



Le strutture a setti portanti e la **flessibilità architettonica**



Biblioteca universitaria ad Utrecht, Weil Arets

Residenza Unifamiliare, Eduardo Souto Moura



Le strutture a setti portanti e la **flessibilità architettonica**

Le «Simona», Monte Carlo



Le strutture a setti portanti e la **flessibilità architettonica**

Le «Simona», Monte Carlo



Sistemi per realizzare pareti portanti in conglomerato cementizio armato



Sistemi per realizzare le pareti







PROCESSO COSTRUTTIVO INDUSTRIALIZZABILE



Sistemi per realizzare le pareti

Muro Plastbau 3 - Versioni Disponibili								
EPS INT. Cm	EPS EST. Cm	α	Distanza interna fra le lastre					U*
			in cm					
5	5	8 / 10	12	15	20	25	30	0,27
	7,5		12	15	20	25	30	0,22
	10		12	15	20	25	30	0,19
	12,5		12	15	20	25	-	0,16
	15		12	15	20	25	-	0,14
	20		12	15	20	-	-	0,12
	25		12	15	-	-	-	0,10
7,5	7,5	8/10	12	15	20	25	30	0,19
	10		12	15	20	25	-	0,16
	12,5		12	15	20	25	-	0,14
	15		12	15	20	-	-	0,13
	20		12	15	-	-	-	0,11
	25		12	-	-	-	-	0,09
10	10	8/10	12	15	20	25	-	0,14
	12,5		12	15	20	-	-	0,13
	15		12	15	20	-	-	0,12
	20		12	15	-	-	-	0,10

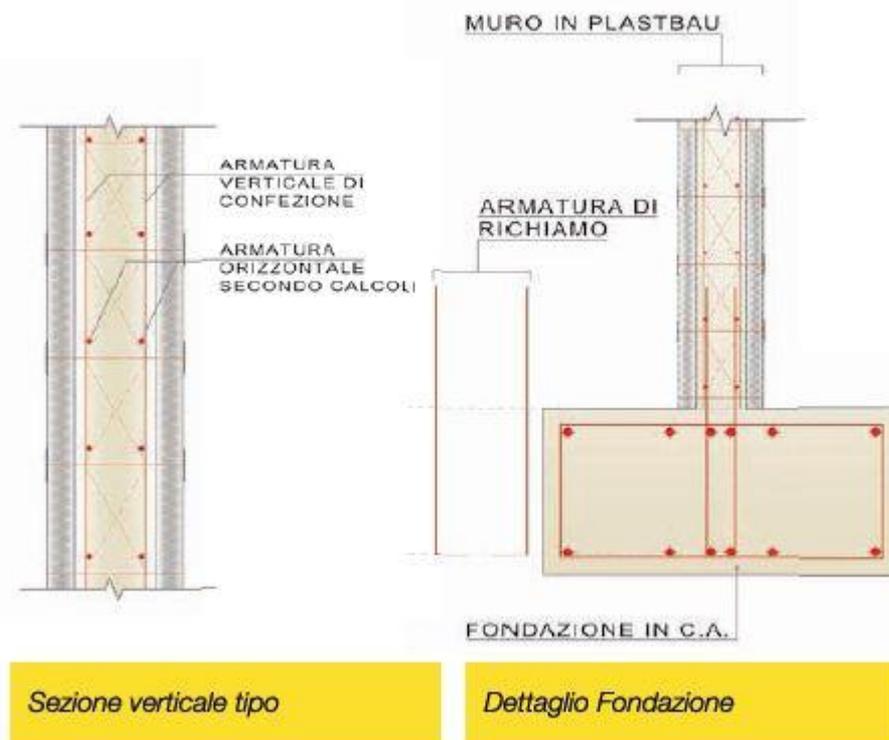


TABELLA PESO DEL FERRO PRESENTE NEL MURO PLASTBAU 3 (Kg/m²)	Diam. Fe	LARGHEZZA SETTO (cm)				
		12	15	20	25	30
Collegamenti trasversali Ø 5 NR 25/m²	Ø 8	4,41	4,53	4,72	4,91	5,11
	Ø 10	6,63	6,75	6,94	7,13	7,33

MURO PLASTBAU3



MURO PLASTBAU3

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

84, avenue Jean Jaurès
Champs-sur-Marne
F-77447 Marne-la-Vallée cedex 2
Tél. : (33) 01 64 68 82 82
Fax : (33) 01 60 05 70 37
Internet : www.cstb.fr



CSTB
le futur en construction

MEMBRE DE L'EOTA

Agrément Technique Européen

ETA-13/0066

(versione italiana)

Nome commerciale :
Trade name:

PLASTBAU-3
PLASTBAU-3



MURO PLASTBAU3

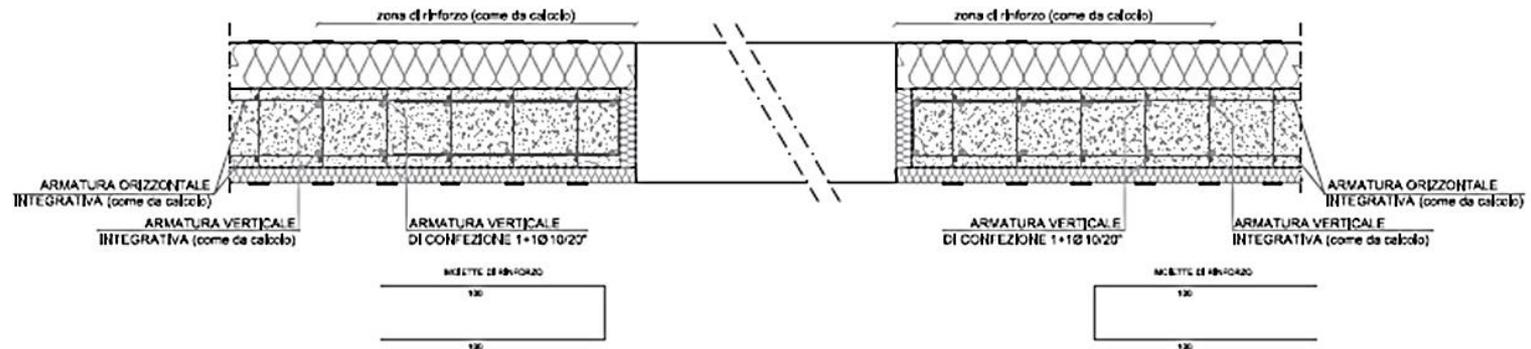
Dal punto di vista progettuale le strutture realizzate con il Muro Plastbau3 sono da identificarsi come :

REINFORCED CONCRETE WALL

EUROCODE 2 AND 8

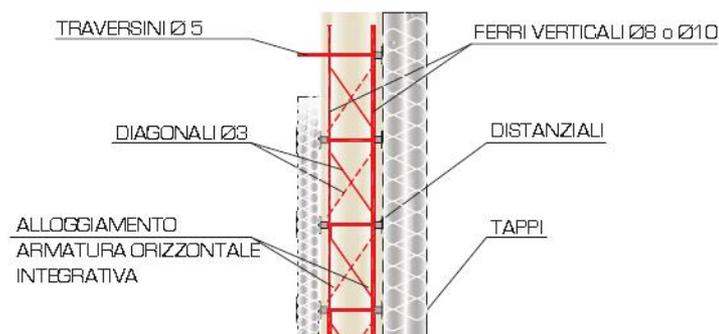
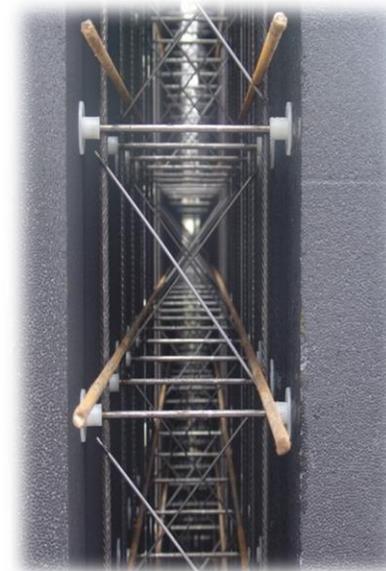
E' utile ricordare che per strutture ordinarie, l'armatura di confezione verticale contenuta nel cassero del muro Plastbau3 ($\varnothing 8$ $\varnothing 10$ B450C) integrata con barre orizzontali, risulta sufficiente a soddisfare le verifiche di resistenza per quasi la totalità della parete.

Le uniche zone dove sono richieste integrazioni di armatura verticali risultano essere gli angoli e le zone con aperture.



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

Le lastre esterne e interne del cassero sono composte da Polistirene Espanso Sinterizza10 (EPS), del tipo EPS 150 colore grigio dal tipo a lambda migliorato $\lambda_D = 0,031 \text{ W/mK}$ prodotte secondo la EN 13163 e a norma CE come previsto dalle direttive italiane per i materiali isolanti. Per la destinazione a questo uso le lastre sono di coore grigio e prodotte con materiale di massa volumica pari a $p=27 / 30 \text{ kg/m}^3$. L' EPS è compatibile con cemento, calcestruzzo, murature, malta, gesso, membrane impermeabili bituminose, ecc. e quindi utilizzabile nelle più svariate applicazioni, avendo l'accortezza, qualora esposto all'esterno, di proteggendolo dai raggi u.v.



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

Sia le armature verticali che i tralici orizzontali predisposti consentono un'elevatissima qualità e **precisione** nella posa degli elementi di armatura essendo le armature inserite o guidate nel loro posizionamento.

Per quanto riguarda il getto di calcestruzzo si consiglia: l'utilizzo di **Slump S4**, inerti con dimensioni massime 18 mm ed una vibratura (se necessaria) effettuata in modo da evitare danneggiamenti ai casseri.



Elemento
COPRIFERRO

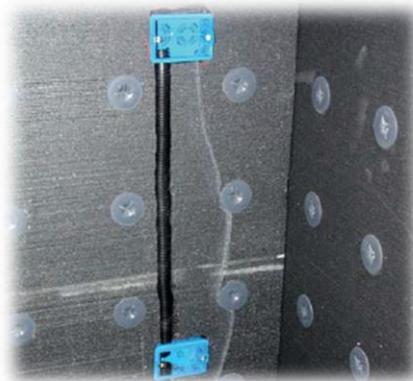
Tappo rimovibile e micro regolabile



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

Impianti

La preparazione delle "tracce" per gli Impianti sulle parati è facilitata dal fatto di avere a disposizione superfici, sulle quali con un semplice pennarello si può segnare quanto serve. In seguito, con un semplicissimo strumento a lama calda o una fresa a ciliegia (comandata da un comune avvitatore o trapano elettrico) si potranno scavare rapidamente e in modo netto, nello spessore della lastra in EPS, le tracce necessarie alla posa delle canalizzazioni elettriche, idrosanitarie e relative scatole di derivazione.



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

Finiture interne

E' possibile applicare sul muro Plastbau ®- 3 diversi tipi di finitura, dagli Intonaci a quelle a secco. La scelta delle finiture interne oltre a condizionare gli spessori dei muri e la loro estetica determinano prestazioni acustiche tra locali attigui differenti. è. possibile intonacare, utilizzando intonaci indicati idonei dalle case produttrici. Per le finiture a secco si possono utilizzare tutti i metodi esistenti in commercio montati sulle apposite strutture fornite dal produttore che possono essere avvitate sui tappi del muro che a loro volta fungono da regolazione per il piombo.



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

- Finiture esterne

E' possibile finire il muro Plastabu3 con alcuni dei seguenti modi:

-finitura sottile con rasante rete

-finitura a spessore con intonaco

-finitura faccia a vista in pietra o mattoni

-finitura esterna a secco avvitata meccanicamente



facciata a secco



pietra faccia a vista



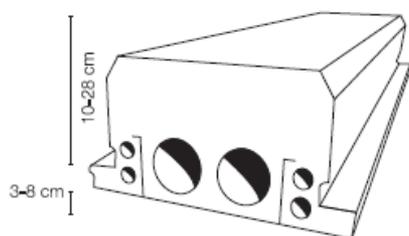
mattoni faccia a vista



intonaco

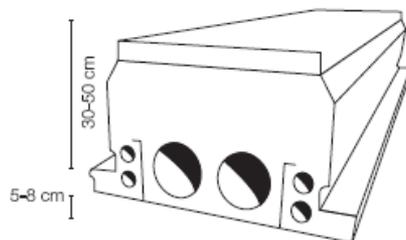
SOLAIO PLASTBAU METAL

E' un pannello cassero in EPS autoportante (fino ad un massimo di 2 mt.)
a geometria variabile ed a coibentazione termica incorporata
per la formazione di solai, da armarsi e gettarsi in opera.



Range degli spessori dell'altezza travetto (3 - 8 cm)
Range dell'altezza travetto (10 - 28 cm)

Pannelli di sezione base



Range degli spessori dell'altezza travetto (5 - 8 cm)
Range dell'altezza travetto (30 - 50 cm)

Pannelli per grandi luci



POLIESPANSO

CHI PROGETTA GOVERNA IL FUTURO

SOLAIO PLASTBAU METAL

CAMPI DI IMPIEGO :

- NUOVE COSTRUZIONI
- RISTRUTTURAZIONI
- EDILIZIA RESIDENZIALE
- EDILIZIA INDUSTRIALE.



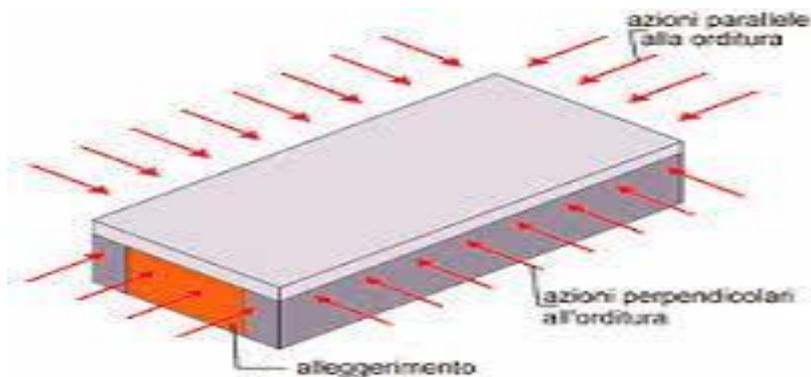
Specifiche tecniche: SOLAIO PLASTBAU METAL

Comportamento sismico

Nelle zone dichiarate sismiche i solai di tipo Plastbau® Metal risultano particolarmente adatti disponendo di un peso proprio decisamente più basso rispetto ai solai di tipo tradizionale. Risulta quindi più appropriato utilizzare orizzontamenti il più possibile leggeri a parità di resistenza, tenendo presente che l'intensità sismica è proporzionale al peso proprio dei vari componenti dell'edificio.

L'impiego di detto Solaio porta ad una **riduzione del carico trasmesso dagli orizzontamenti alle strutture verticali, valutabile al 25%.**

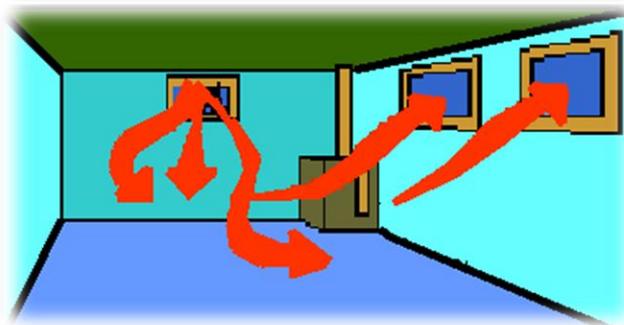
Anche nel recupero degli edifici danneggiati dal sisma, questo valore risulta molto importante e portatore di notevoli vantaggi.



Specifiche tecniche: MURO PLASTBAU3

Condensa e muffe

Nel concetto PLASTBAU, rivolto al futuro dell'abitare, si eliminano completamente tutti i ponti termici sia all'interno che all'esterno della muratura rendendo impossibili i fenomeni di formazione di condensa e quindi di muffe o macchie nelle murature. Inoltre la perfetta igrometria del muro impedisce il formarsi di condense all'interno del muro e sulla sua superficie. A questo punto non rimane altro che ragionare sul buon uso comune dell'abitare: o si aprono le finestre ogni tanto o si prevede un sistema di ventilazione controllata.

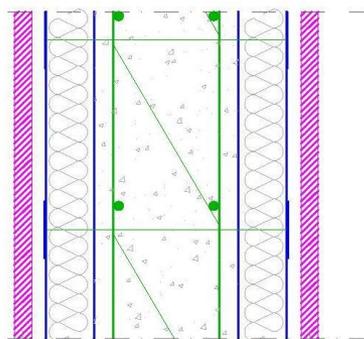


Nel futuro isolare gli edifici sarà alla base del costruire, isolare per risparmiare energia, poiché l'energia più pulita è quella risparmiata. Per rendere tale sistema efficiente al massimo l'ideale soluzione risulta il suo abbinamento con un sistema di ventilazione controllata magari in grado di recuperare il calore prodotto all'interno dell'ambiente grazie ad uno scambiatore a pompa di calore.

ISOLAMENTO ACUSTICO MURO PLASTBAU 3

Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti (UNI 10708-1 e UNI EN ISO 717-1)

Il campione sottoposto a prova è costituito da una parete. Area 11,8 m² e spessore 320 mm, posta a divisione di ambienti interni adiacenti di una palazzina residenziale e formata in
orizz: inato "PLASTBAU®-3"
da u



LASTRA DI CARTONGESSO sp. 18 mm
fissata tramite struttura metallica

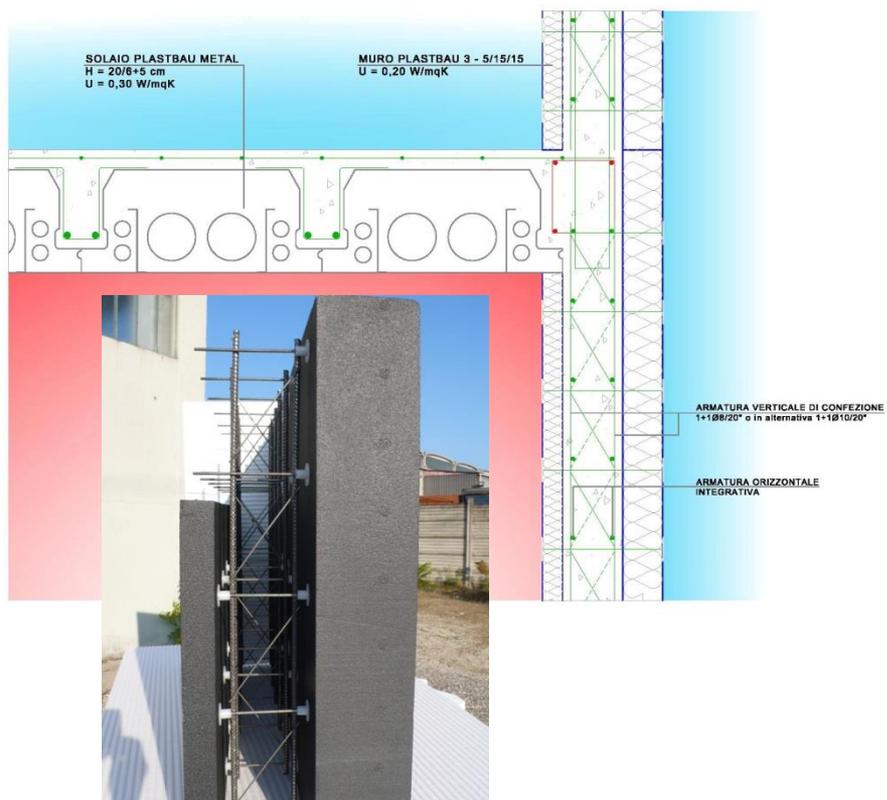
Muro PLASTBAU 3 - 5/15/5

LASTRA DI CARTONGESSO sp. 18 mm
fissata tramite struttura metallica

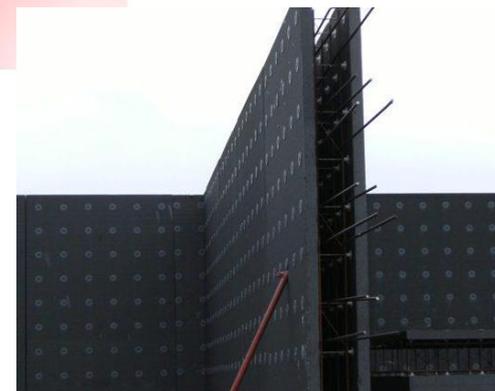
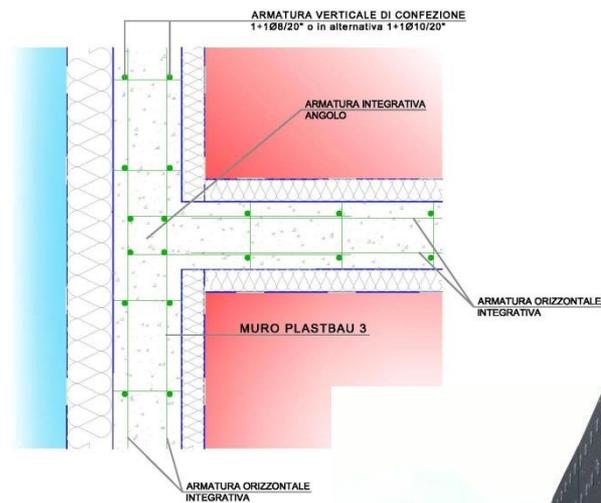
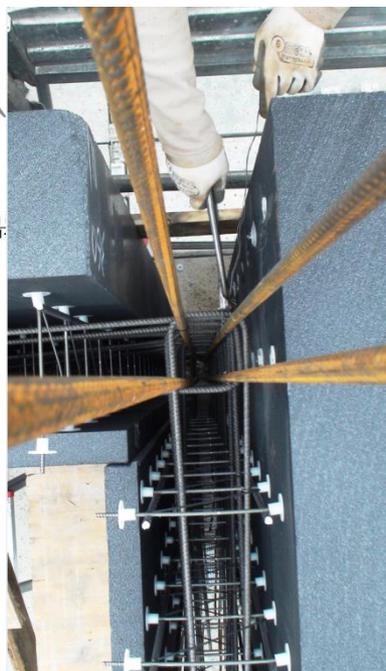
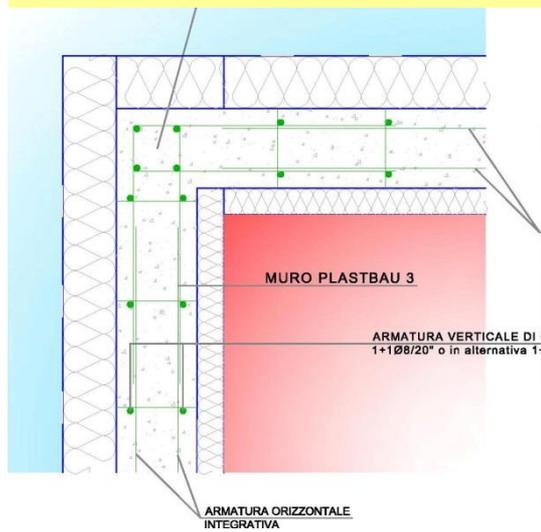
Indice di valutazione a 500 Hz
nella banda di frequenze comprese
fra 100 Hz e 3150 Hz:

R'_w = 60 dB

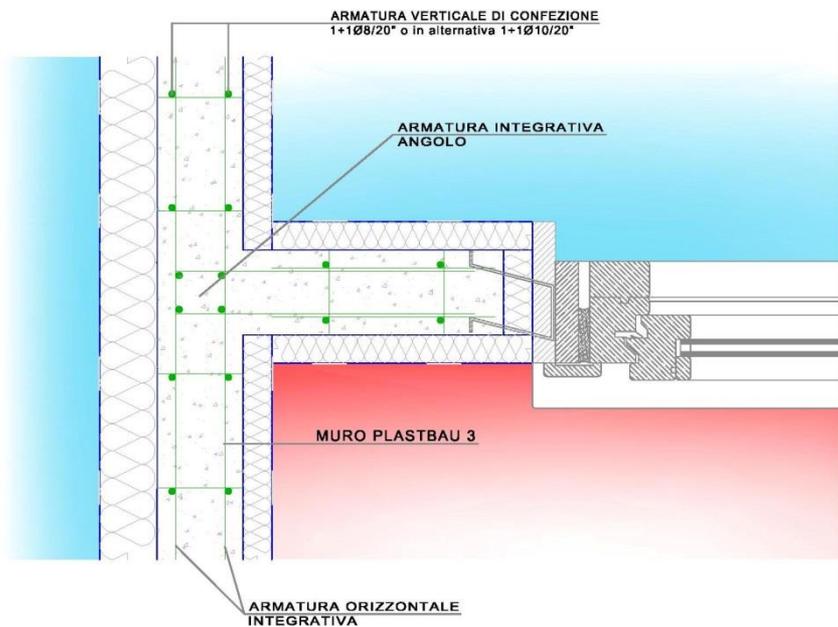
ISOLAMENTO CORDOLO IN CORRISPONDENZA DEL SOLAIO



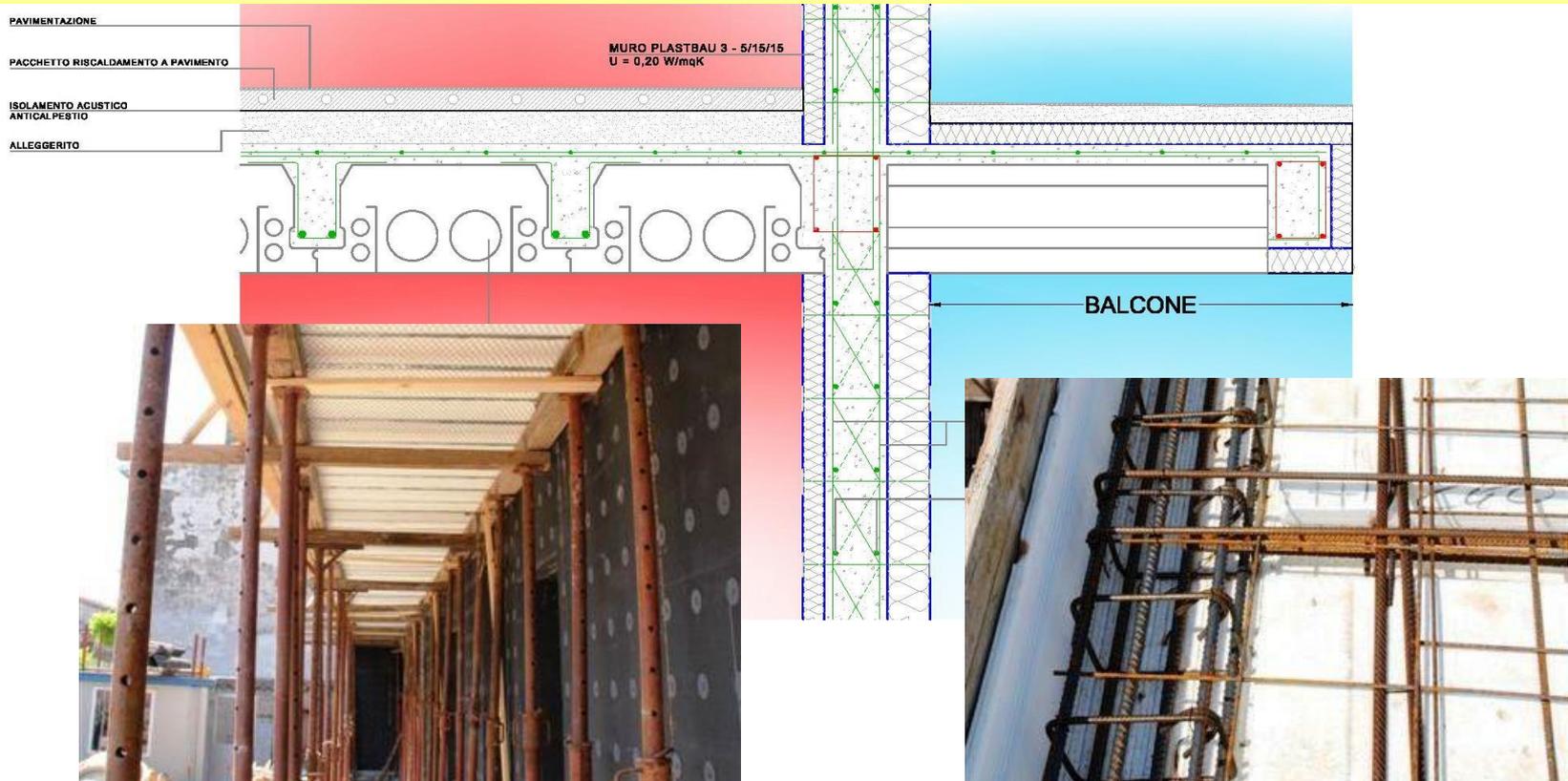
NODI D'ANGOLO

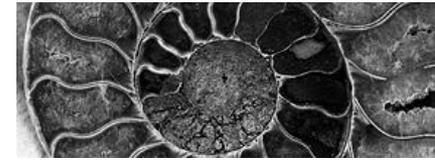


CHIUSURA TESTATE PORTE E FINESTRE

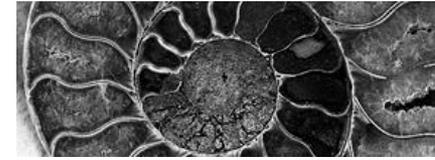


CORREZIONE PONTE TERMICO IN CORRISPONDENZA DEI BALCONI





Muro PLASTBAU3 Ø 8 mm, Ø 10 mm	Tipo 5-15-7,5 (Ø 8 mm)		Tipo 5-20-7,5 (Ø 10 mm)
Acquisto Cassero PB3 , franco cantiere	€ 49,95/mq		€ 54,15/mq
Acquisto calcestruzzo Rck 300/S4, € 85,00/mc mc.0,15/mq	€ 12,75/mq	mc.0,20/mq	€ 17,00/mq
Acquisto ferro integrativo, circa kg/mq 5,5 per angoli + 3,85 Ø 8 e 6,17 Ø10 , € 0,80/kg	€ 7,50 /mq (kg 9,35/mq)		€ 9,35/mq (kg 11.67/mq)
Acquisto guida partenza	€ 2,50/mq		€ 2,50/mq
Posa calcestruzzo e ferro integrativo	€ 5,10/mq		€ 6,00/mq
Posa Muro Cassero PB3 , compreso fissaggio guida partenza, puntelli e messa piombo, cassetatura e disarmo finestre, rinforzo angoli	€ 12,00/mq		€ 12,00/mq
Finitura esterna con doppia rasatura con rete + intonachino	€ 18,00/mq		€ 18,00/mq
Totale	€ 107,80/mq		€ 119,00/mq



MURO DI TAMPONAMENTO Blocco laterizio cm 30	MURO ARMATO Blocco laterizio cm 30	MURO PLASTBAU 3 Ø 8 5-15-7,5	MURO PLASTBAU 3 Ø10 5-20-7,5
spessore cm 42	spessore cm 42	spessore cm 29,5	spessore cm 34,5
€/mq 126.50	€/mq 130	€/mq 108	€/mq 119

Per PLASTBAU, i tempi di esecuzione dell'edificio si riducono notevolmente, fino al 35-40%, anche le assistenze murarie per l'esecuzione degli impianti incidono minimamente, in certi casi quasi si azzerano. Si riducono anche i costi di gestione del cantiere dovuti alla sicurezza, alle opere provvisorie, all'impianto dello stesso, e al noleggio dei mezzi d'opera.

Edifici:



Torri piazza Drago, Jesolo (VE)



Borgo Antico, Soave (VR)



Palazzo Uffici, Parma (PR)



Hotel Tajorghelle, Val Ridanna, Bolzano (BZ)



Casa di riposo, Casier (TV)

Conclusioni

- I tempi sono maturi per la diffusione di sistemi costruttivi a pareti portanti cca.
- Offrono innumerevoli vantaggi dal punto di vista strutturale (recuperando il concetto di parete portante), termico ed acustico.
- Presentano innumerevoli vantaggi anche dal punto di vista della gestione del cantiere e della economicità globale del progetto