

IL RECUPERO DELLE STRUTTURE ESISTENTI TRA MANUTENZIONE ORDINARIA ED ADEGUAMENTO SISMICO

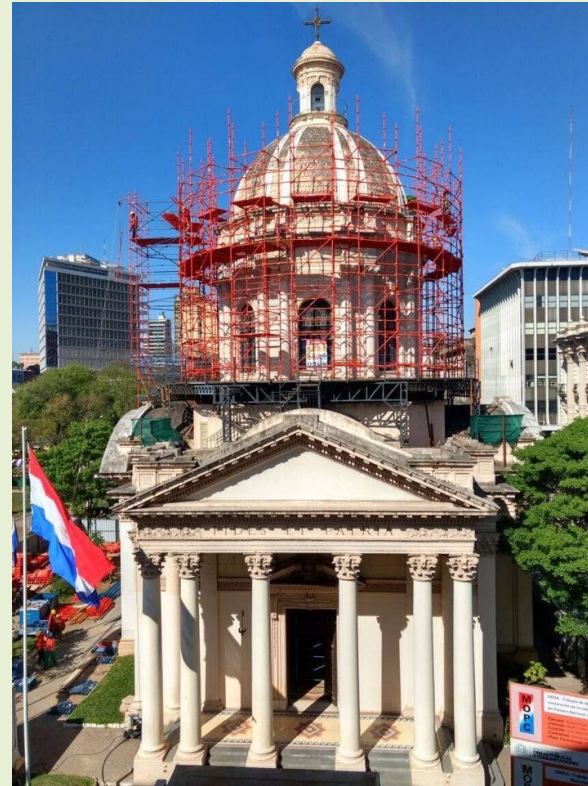
Indice

- Presentazione.
- Patrimonio edilizio esistente in Italia.
- Vulnerabilità sismica.
- Approccio al problema strutturale - la diagnosi.
- Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - *Case histories* con FRP e FRCM
- Altre tecnologie per il recupero strutturale
- Riduzione vulnerabilità sismica – nuove tecnologie.
- Conclusioni

Presentazione

Dacsa Engineering srl - Presentazione

- La società nata nel 1994 opera in tutta Italia e all'estero ed è specializzata in:
 - Verifiche strutturali e prove di carico generiche
 - Progettazione di rinforzi strutturali con FRP
 - Applicazione di sistemi di rinforzo strutturali e sismici con FRP/FRCM
 - Collaudi finali



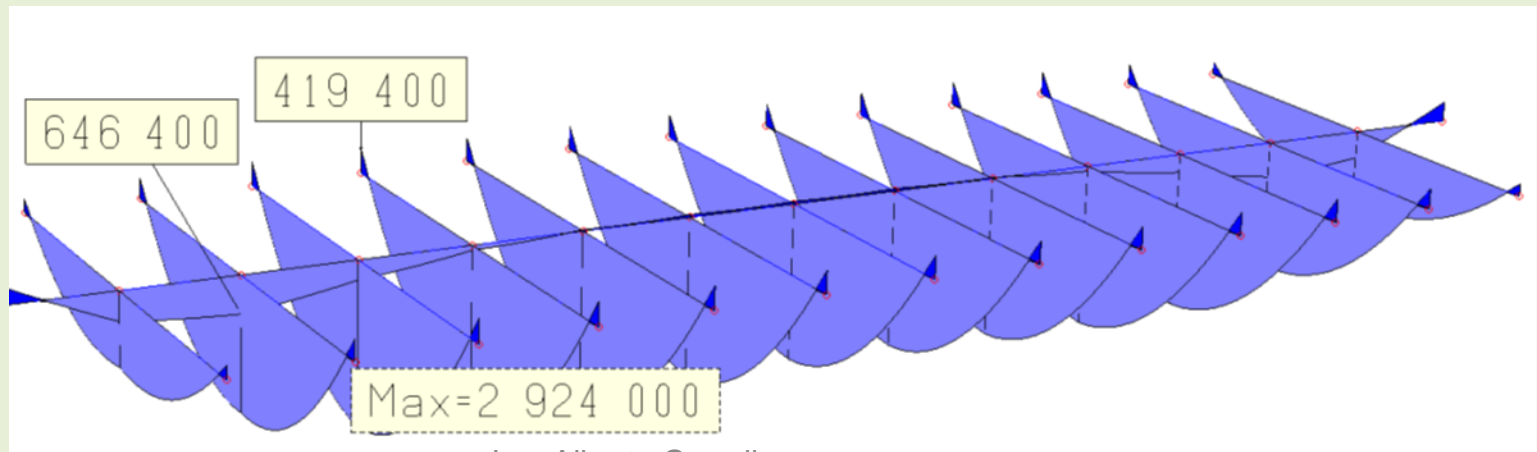
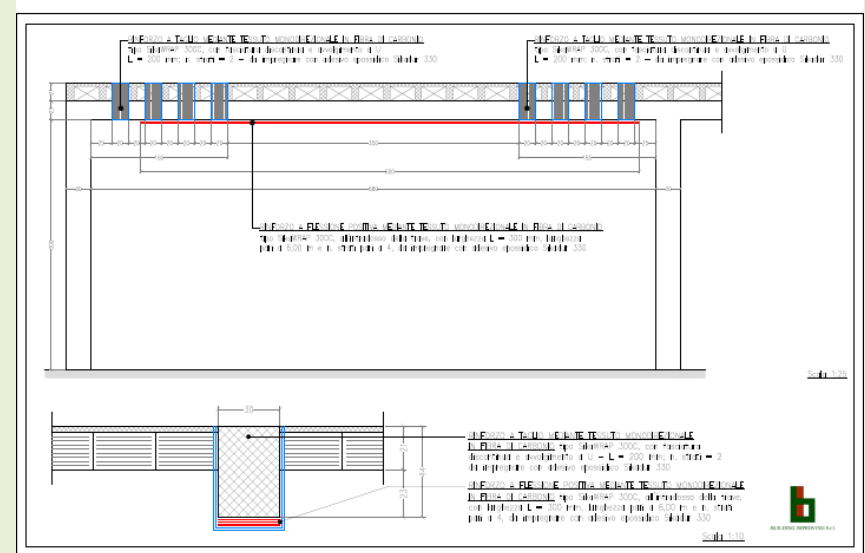
Dacsa Engineering srl - Presentazione

- La società nata nel 1994 opera in tutta Italia e all'estero ed è specializzata in:
 - **Diagnosi strutturali**
 - Progettazione di rinforzi strutturali con FRP
 - Applicazione di sistemi di rinforzo strutturali e sismici con FRP/FRCM
 - Collaudi finali



Dacsa Engineering srl - Presentazione

- Diagnosi strutturali
- **Progettazione di rinforzi strutturali con FRP**
- Applicazione di sistemi di rinforzo strutturali e sismici con FRP/FRCM
- Collaudi finali



Dacsa Engineering srl - Presentazione

- Diagnosi strutturali
- Progettazione di rinforzi strutturali con FRP
- ***Applicazione di sistemi di rinforzo strutturali e sismici con FRP/FRCM***
- Collaudi finali



Dacsa Engineering srl - Presentazione

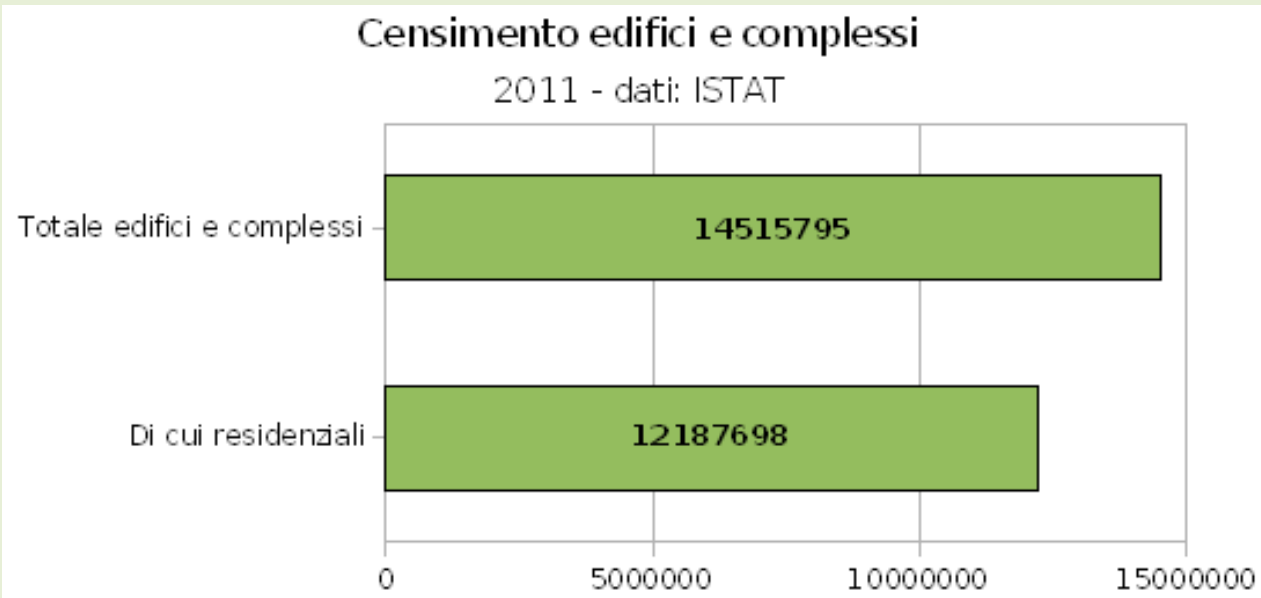
- Diagnosi strutturali.
- Progettazione di rinforzi strutturali con FRP
- Applicazione di sistemi di rinforzo strutturali e sismici con FRP/FRCM
- ***Collaudi finali***



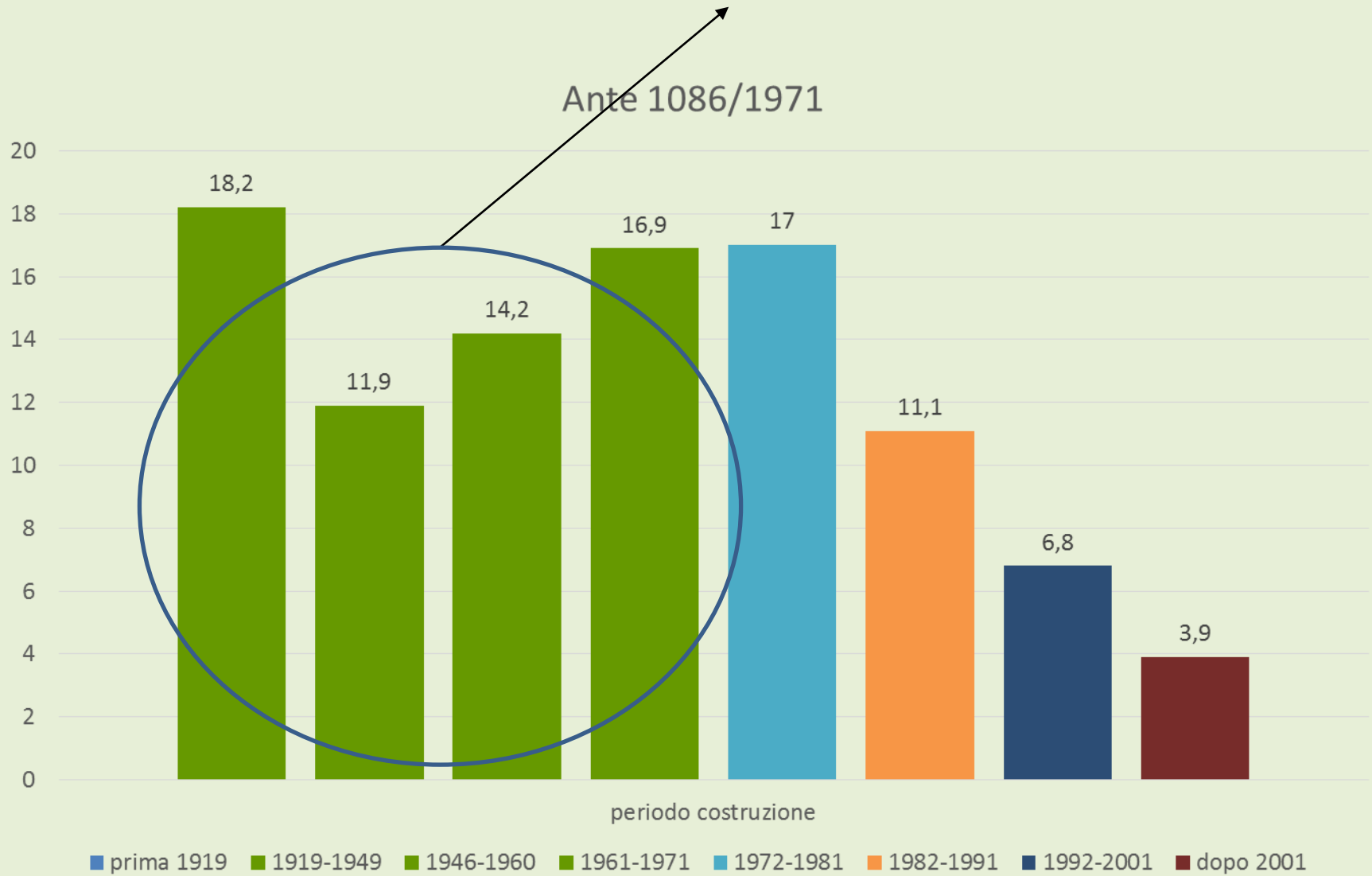
Patrimonio edilizio esistente

Patrimonio edilizio esistente

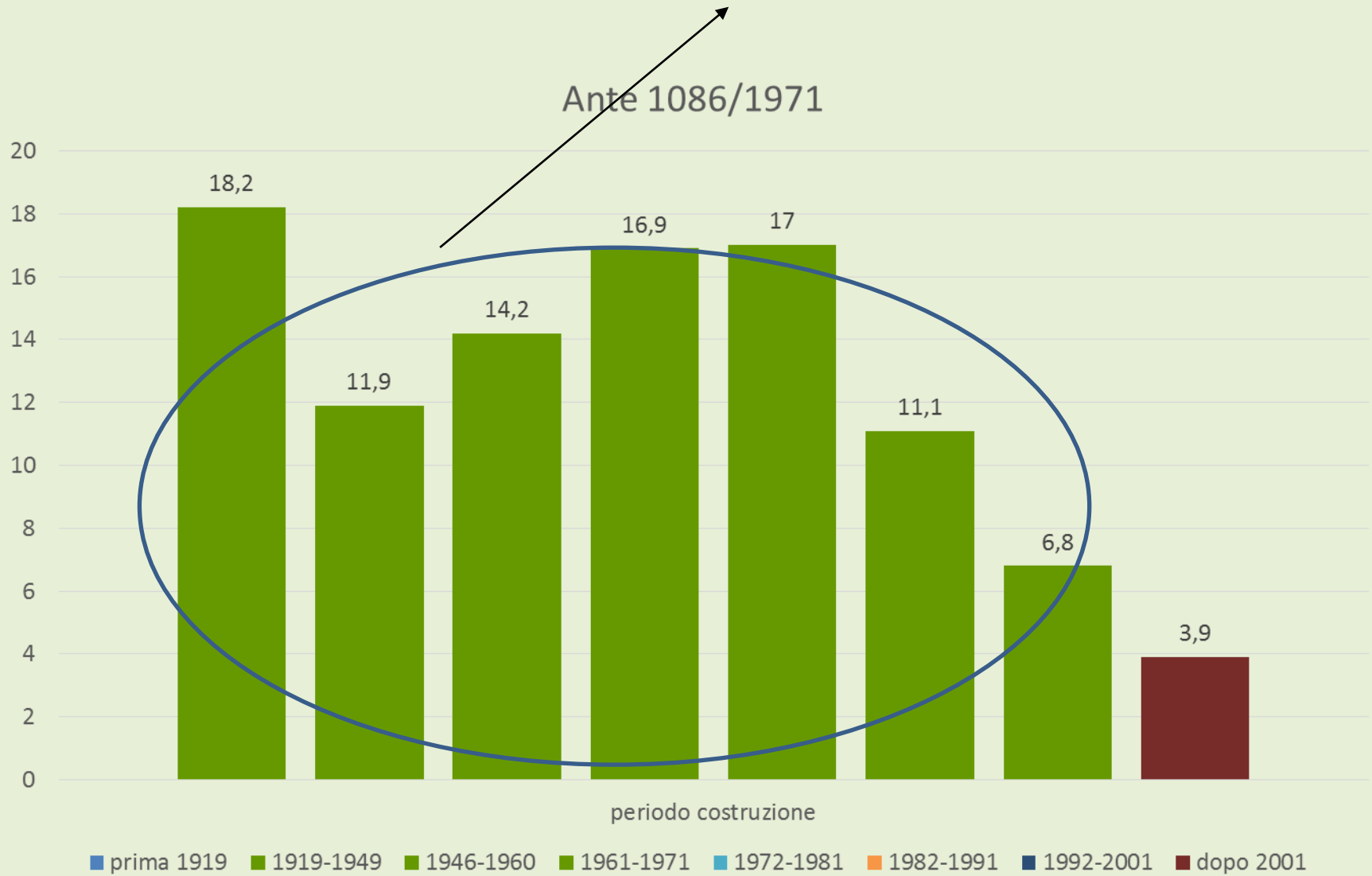
In Italia secondo dati ISTAT del 2011 ci sono 14 Mio di edifici di cui 12 Mio di tipo residenziale



Quasi il 60% del patrimonio edilizio è prima della 1086/1971

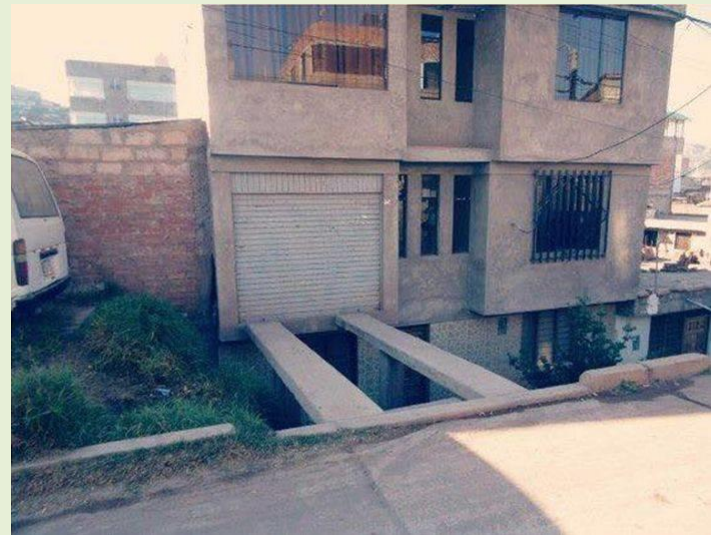


Quasi il 97% del patrimonio edilizio non è adeguato sismicamente



Patrimonio edilizio esistente

Circa 9,1 Mio di edifici residenziali non sono a norma

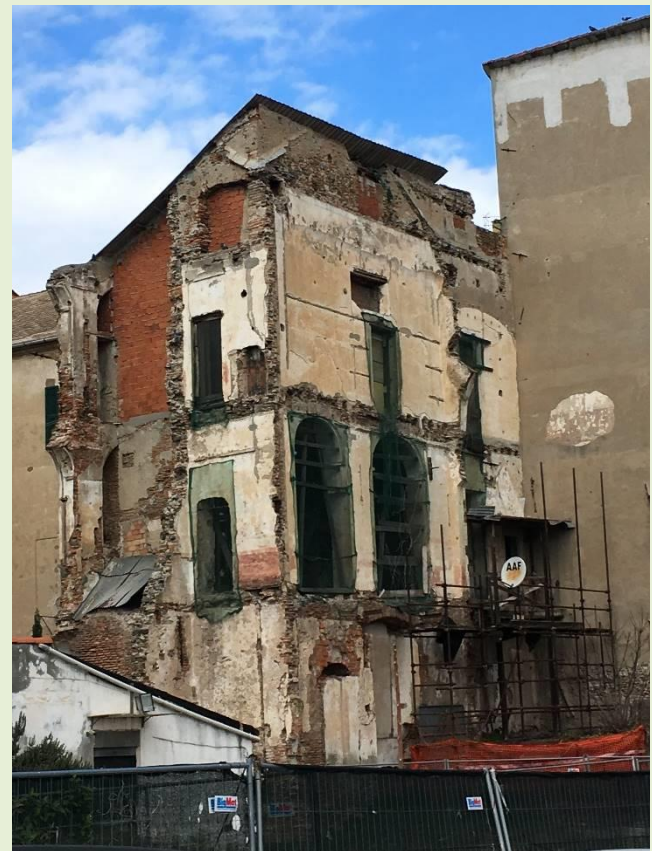


Patrimonio edilizio esistente

In altre parole circa 9,1 Mio di edifici residenziali in tutta Italia non sono a norma



Napoli – Le vele



Savona –
centro storico

Patrimonio edilizio esistente



- Le problematiche strutturali riguardano sia edifici storico – antichi e sia più recenti edifici in calcestruzzo armato



Patrimonio edilizio esistente



Da ultimo molte strutture anche più recenti hanno subito problematiche a causa dell'architettura «avanzata»



Vulnerabilità sismica

Vulnerabilità sismica



- Solo il 25% del territorio nazionale è in zona di bassa sismicità (zona 4).
- Il nuovo azzonamento ha ultimamente aumentato il grado di sismicità di molte città. Ad esempio Milano rientra in zona 3

Vulnerabilità sismica

- terremoti dell'Emilia (2012) e dell'Aquila (2009) ma anche quelli più recenti (Amatrice 2016 Ischia 2017) hanno evidenziato la fragilità delle strutture



Vulnerabilità sismica

- Senza considerare l'estrema inadeguatezza delle strutture anche più recenti all'azione sismica, tipico è il caso dei piano *pilotis*



Vulnerabilità sismica

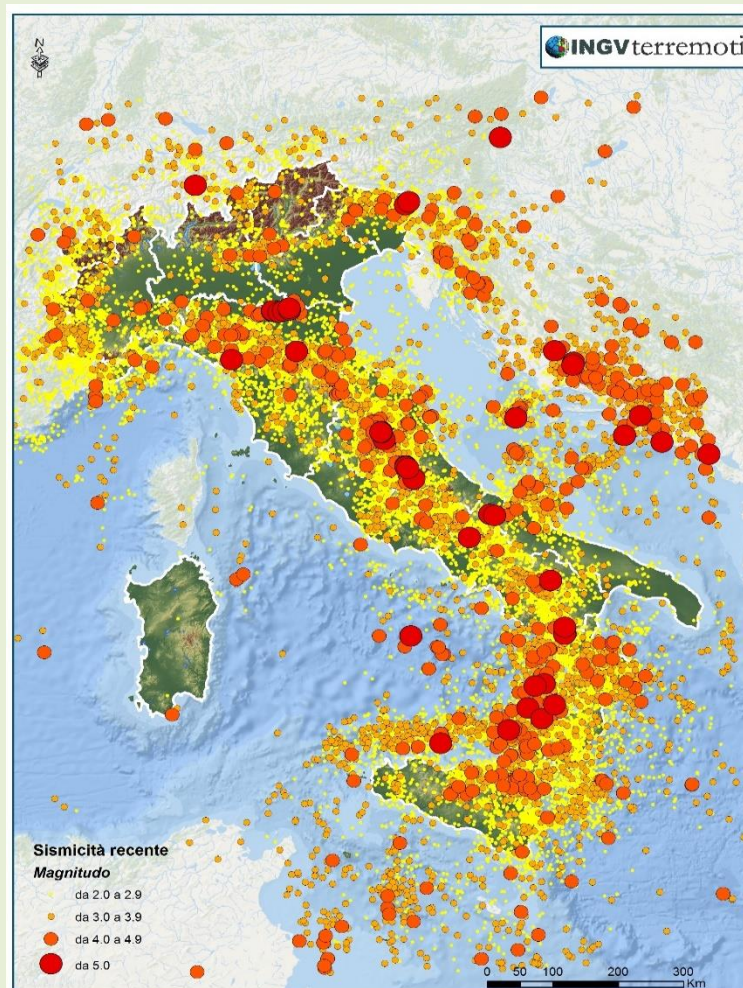
- Senza considerare l'estrema inadeguatezza delle strutture anche più recenti all'azione sismica, tipico è il caso dei piano pilotis



Vulnerabilità sismica

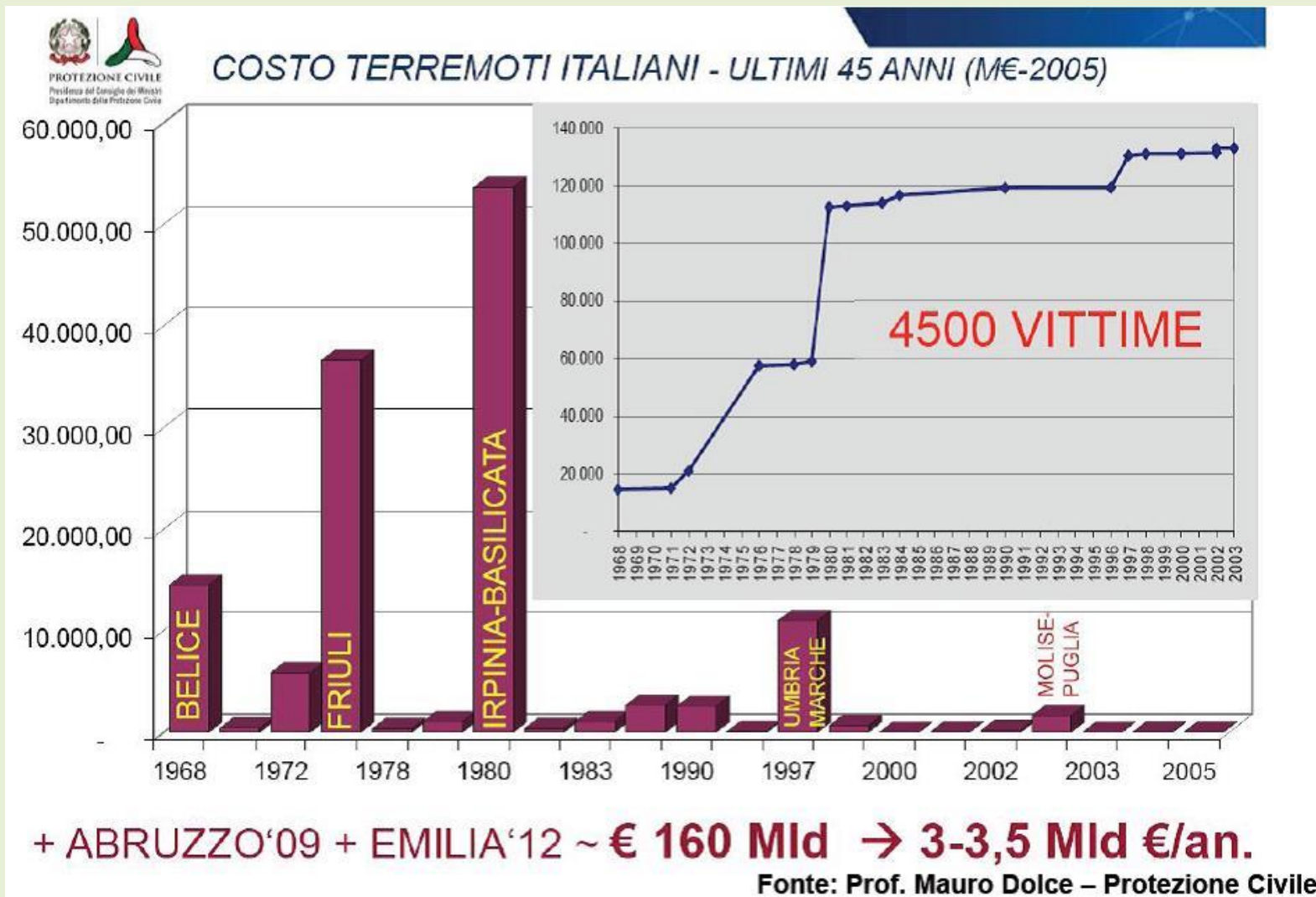


Nuova carta sismica



Eventi sismici dal 1985 a partire da magnitudo > 3

Vulnerabilità sismica



Vulnerabilità sismica – Sisma Bonus



- Il Sisma Bonus – per zone sismiche 1-2-3 - è stato prorogato nella Legge di Stabilità fino al 2021.
 - A seconda dell'intervento, le detrazioni sono del 50% per le case; fino al 80% per i condomini con un tetto di spesa di 96.000 euro per ciascuna unità immobiliare
 - Di base, l'agevolazione è al 50% in cinque anni, dal 1° gennaio 2017 al 31 dicembre 2021.

Le novità sono essenzialmente :

1. Anche le zone 3 sono interessate
2. Il periodo è stato portato a 5 anni

Vulnerabilità sismica – Utilità Sisma Bonus



- Nel caso di interventi che portano a una classe di rischio inferiore:
 - detrazione del 70 % e 80 % nel caso di passaggio a una o due classi di rischio in meno,
 - detrazione 75 e 85 % se gli interventi riguardano le parti comuni di edifici condominiali

CLASSI DI RISCHIO SISMICO – Sisma Bonus



Come per il modello già introdotto per la certificazione energetica, le Linee Guida hanno individuato 8 classi di rischio sismico, con rischio crescente dalla lettera A+ alla lettera G: A+ (meno rischio), A, B, C, D, E, F e G (più rischio).

La nuova metodologia consente di attribuire ad un edificio una specifica classe di rischio sismico, mediante due parametri che tengono conto sia della sicurezza per la vita umana, sia degli aspetti economici collegati a un eventuale terremoto.

In particolare, i due parametri sono:

- **la Perdita Annuale Media attesa (PAM)**, che tiene in considerazione le perdite economiche associate ai danni degli elementi e riferite al costo di ricostruzione (CR) dell'edificio;
- **l'Indice di Sicurezza (IS-V) della struttura**, in funzione dell'accelerazione di picco al suolo (PGA, Peak Ground Acceleration) che determina il raggiungimento dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

LA DIAGNOSI SISMICA – Sisma Bonus

- Per ottenere il bonus bisogna eseguire la diagnosi dello stato dell'edificio, progettare un intervento di messa in sicurezza e, poi, asseverare i miglioramenti ottenuti con le opere di consolidamento.
- Le Linee Guida forniscono due metodologie per la diagnosi:
 - una ordinaria e l'altrasemplificata. Quest'ultima è una delle grandi novità del sistema: sarà veloce e a basso costo, sul modello dei rilievi di Protezione Civile in caso di emergenza, ma potrà essere applicata solo a casi specifici



Approccio al problema strutturale - la diagnosi

Approccio al problema strutturale

- la diagnosi

- La diagnosi strutturale è il primo passo per la verifica dello stato di salute di un edificio o di un sito industriale.
- La diagnosi può essere di due diverse tipologie:
 - DISTRUTTIVE
 - NON DISTRUTTIVE

Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE DISTRUTTIVE



PROVE DI COMPRESSIONE SU PROVINI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

N°	Contrassegno (*)	Massa kg	Diam. mm	Alt. mm	Carico massimo kN	Sezione mm ²	Massa volumica Kg/dm ³	Resistenza a compressione N/mm ²	Note
1	C1-P4-TRAVE	2.843	94	175	199.0	6940	2.341	28.68	R6
2	C2-P3-TRAVE	2.756	94	174	107.0	6940	2.282	15.42	R6
3	C3-P2	2.951	94	184	187.0	6940	2.311	26.95	R6

Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE DISTRUTTIVE

5.1. RISULTATI DELLA PROVA

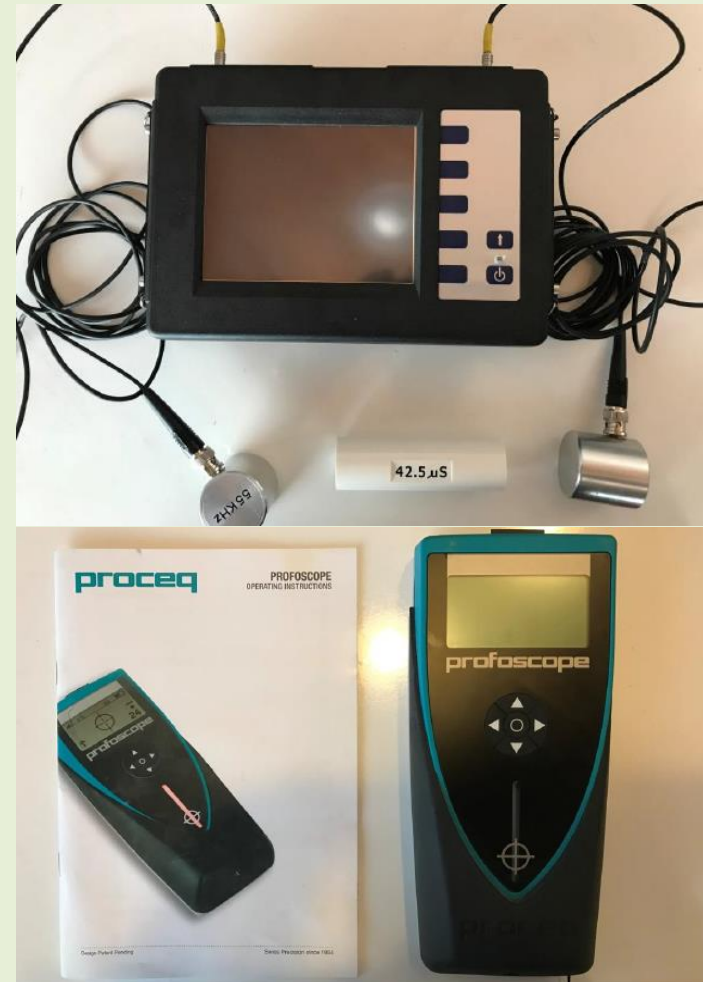
	Cod.	Diam. nominale [mm]	Lunghezza [mm]	Massa [g]	Sezione [mm ²]	Tensione di snervamento f_{ym} [MPa]	Tensione di rottura f_{tm} [MPa]	Allungamento a rottura [%]
1	travetto SOL_5	18	598	1156	246,2	454	664	5,30
2	travetto SOL_6	18	599	1161	246,9	454	666	5,30
3	travetto SOL_6	12	602	535	113,2	465	702	8,40
4	trave P4	12	392	392	112,2	421	679	7,30
5	trave P4	12	420	420	110,8	430	689	10,4



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
 1. Indagini visive
 2. Indagini chimiche
 3. Indagini sclerometriche
 4. Indagini soniche
 5. Indagini pacometriche
 6. Indagini termografiche.



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:

1. Indagini visive



Approccio al problema la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:

1. Indagini visive



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
 1. **Indagini chimiche**

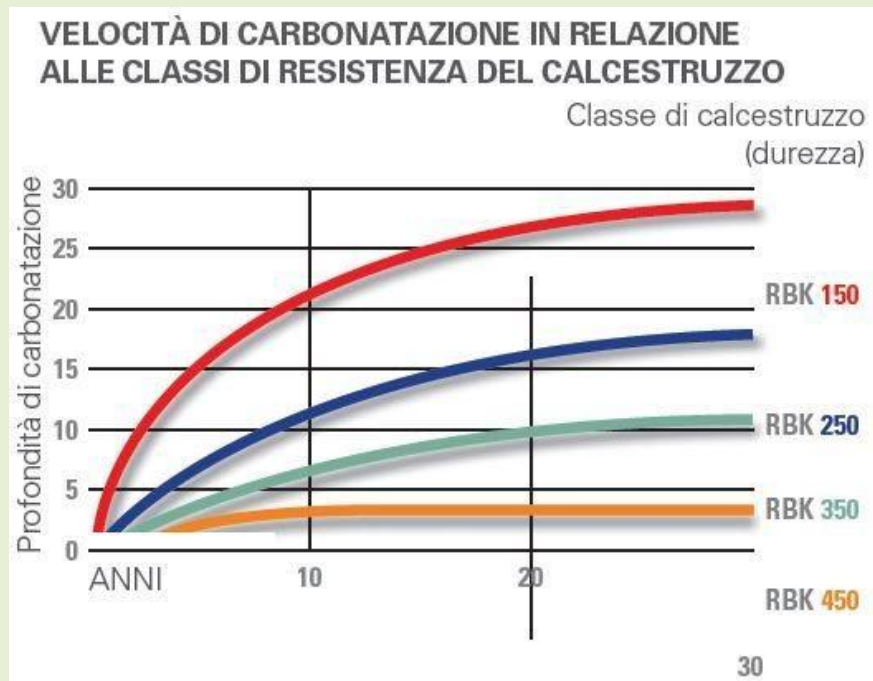


Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:

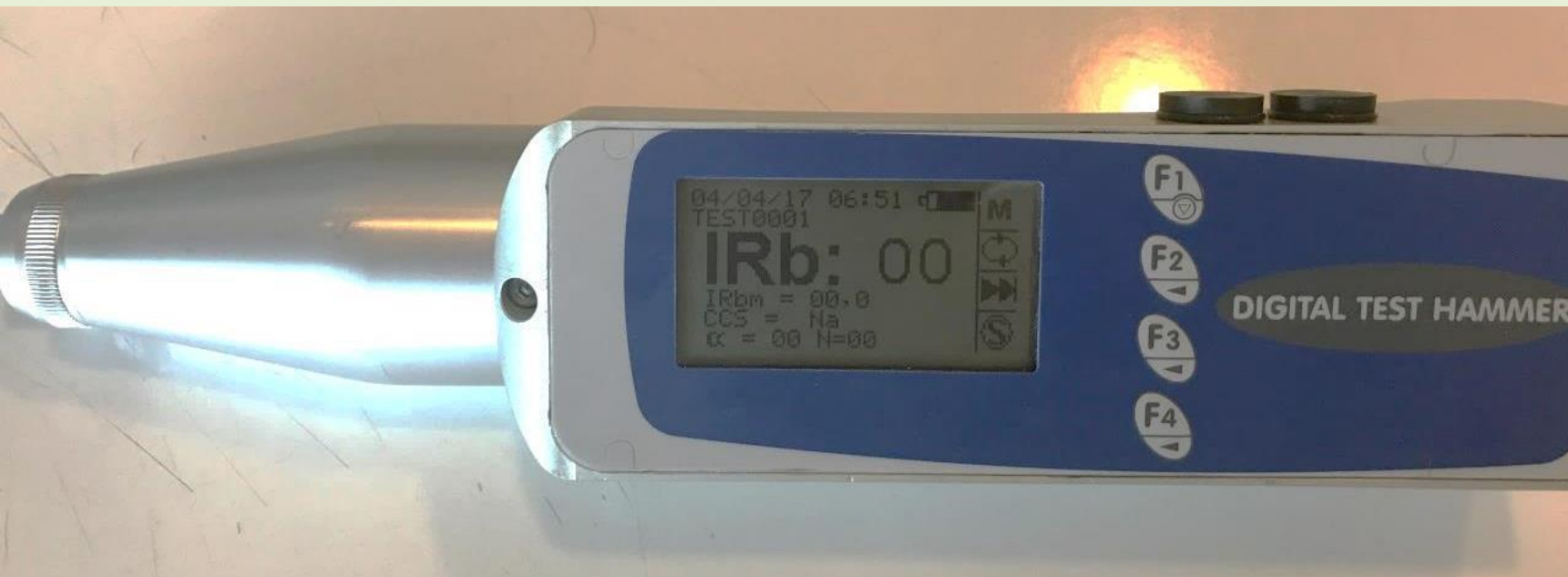
1. Indagini chimiche



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
 - Indagini sclerometriche



Approccio al problema la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
 1. **Indagini sclerometriche**

La correlazione tra indice di rimbalzo e resistenza a compressione in opera è del tipo:

$$R_{opera,c} = aI_R^b$$

R – resistenza a compressione cls
a e b – coefficienti tabellati dal produttore
 I_R – Indice di rimbalzo indicato sullo strumento

Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:

1. Indagini soniche (SONREB)



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

La combinazione delle due prove viene eseguita con relazioni del tipo (Di Leo e Pascale, 1994):

$$R_c = aR^\alpha V^\beta C$$

dove R_c = resistenza cubica del calcestruzzo, in MPa

R = valore di rimbalzo medio dello sclerometro misurato su 5/10 battute;

V = velocità di propagazione dell'ultrasuono, in m/s.

3. Indagini soniche (SONREB)

Velocità onde ultrasoniche

Resistenza stimata del cls

< 2400 m/s

< 15 MPa

2400 – 3000 m/s

15 – 20 MPa

3000 – 3600 m/s

20 – 25 MPa

4600 – 4200 m/s

25 – 30 MPa

> 4200 m/s

> 30 MPa

Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

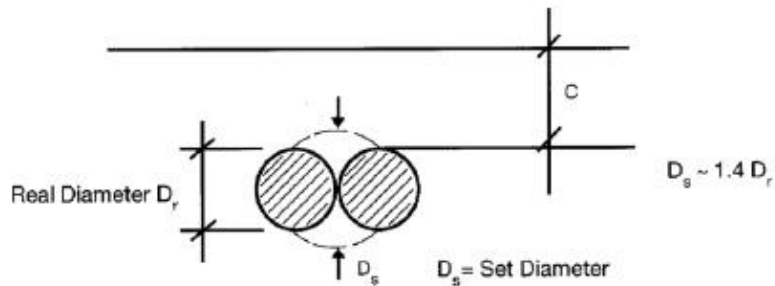
- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
- Prove pacometriche



Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:
- **Prove pacometriche**

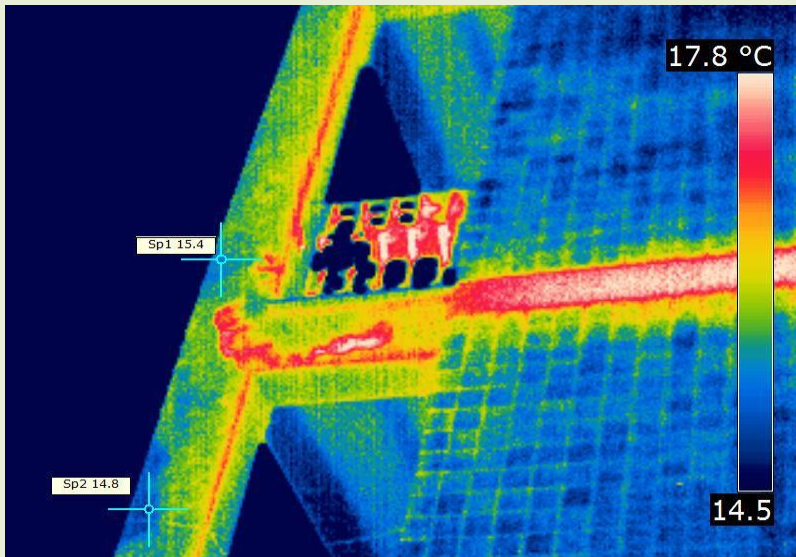


Approccio al problema

la diagnosi strutturale – PROVE NON DISTRUTTIVE

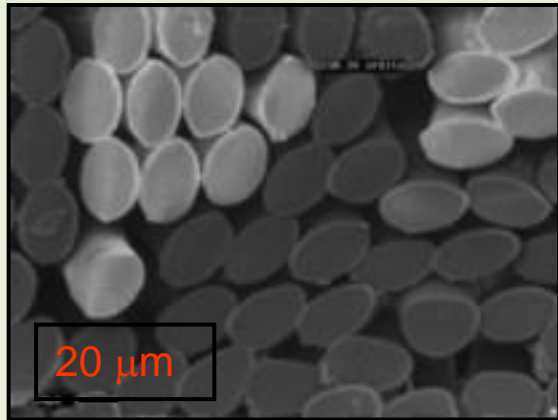
- Le verifiche strutturali principali che vengono effettuate:

1. Indagini termografiche.

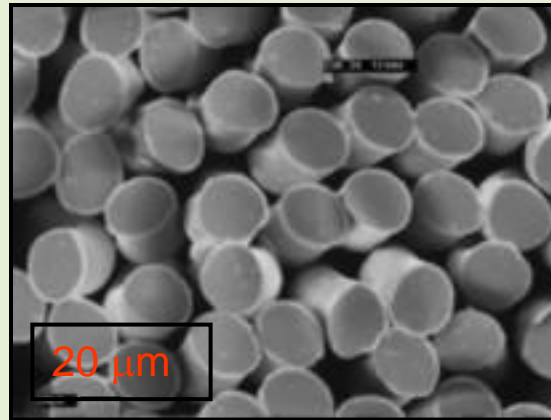


***Introduzione alle tecnologie per il
rinforzo delle strutture esistenti -
Case histories con FRP e FRCM***

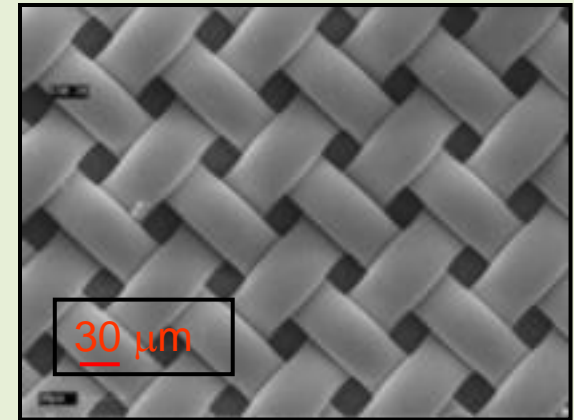
Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



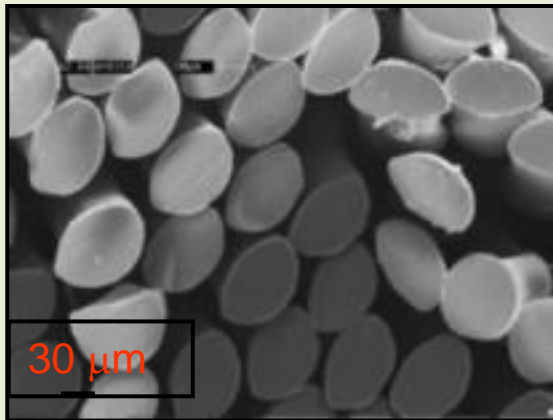
Cross-section of warp fibers
($\phi = 34 \mu\text{m}$)



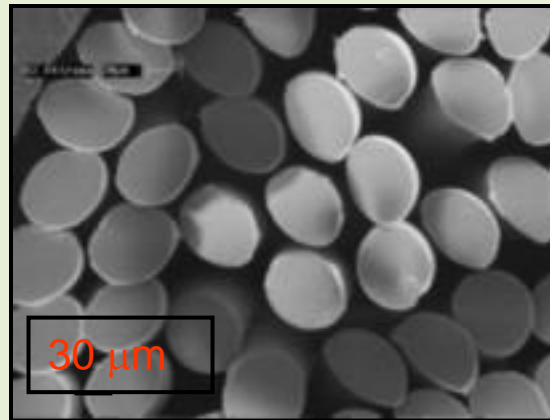
Cross-section of weft fibers
($\phi = 34 \mu\text{m}$)



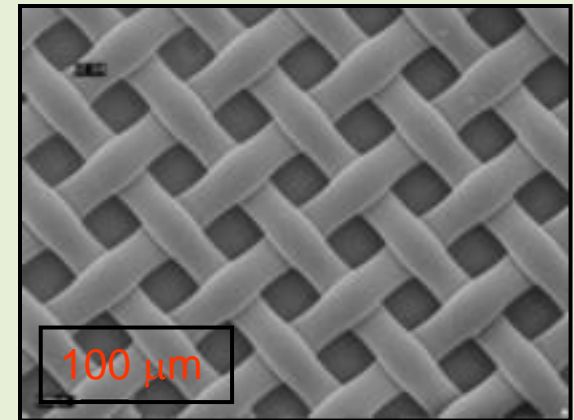
textile (150.34)



Cross-section of warp fibers
($\phi = 64 \mu\text{m}$)



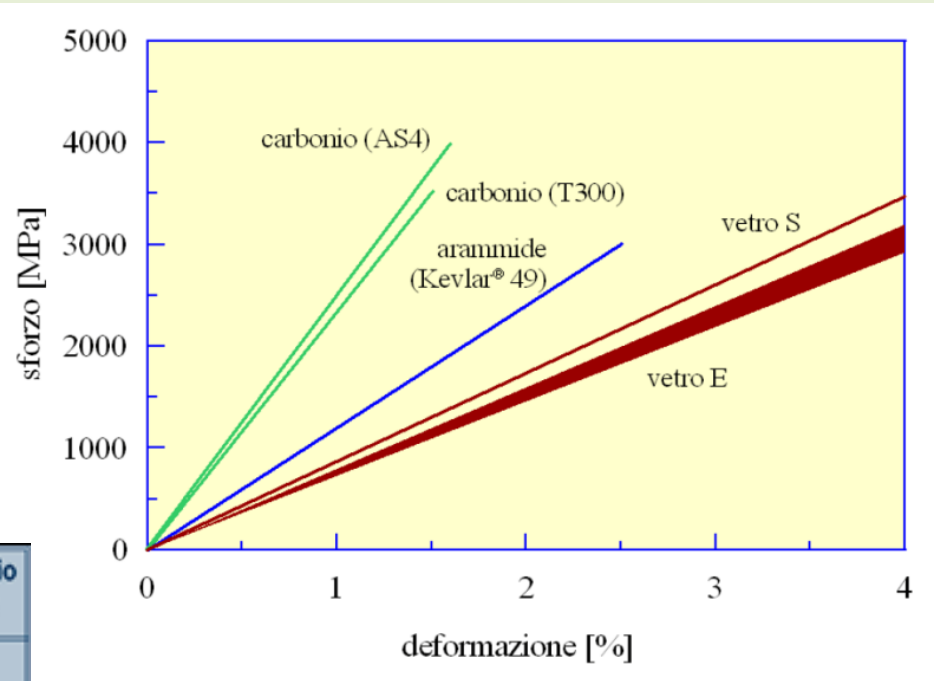
Cross-section of weft fibers
($\phi = 64 \mu\text{m}$)



textile (62.64)

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

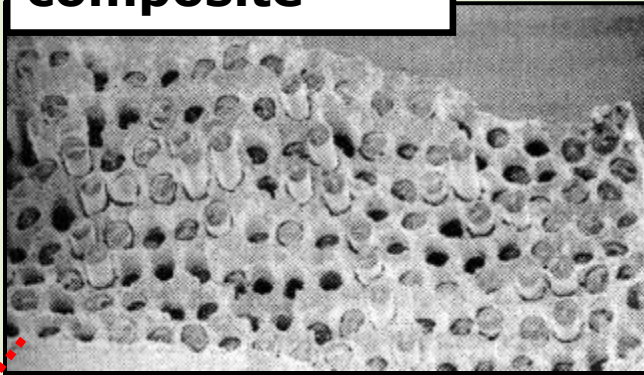
- La base dei rinforzo con gli FRP è la fibra di carbonio CFRP.
- Il filo di carbonio ha resistenza a rottura molto alta anche se fragile
- Il modulo elastico è calibrabile a secondo delle esigenze ma di solito è molto vicino a quello dell'acciaio.



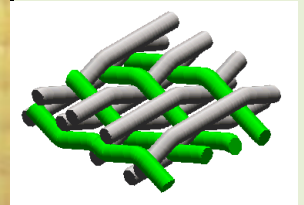
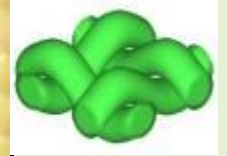
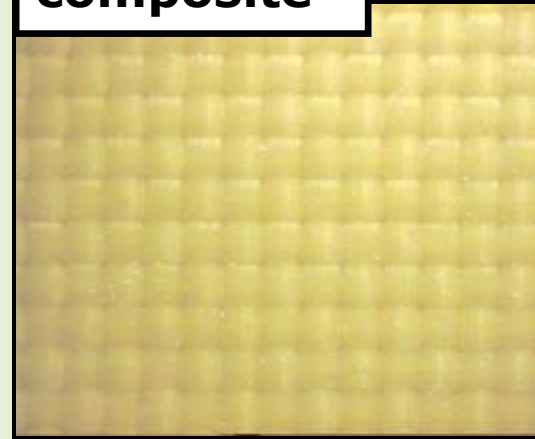
		Carbonio ad alta resistenza	Carbonio ad alto modulo	Carbonio ad altissimo modulo	Acciaio FeB 44K
Densita'	Kg/m ³	1800	1850	2100	7850
Modulo elastico	GPa	230	400	700	210
Resistenza meccanica a trazione	MPa	5000	3000	1500	540
Deformazione a rottura	%	2.0	0.9	0.3	20
Resistenza specifica	MPa/Kg	2.78	1.62	0.71	0.07

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

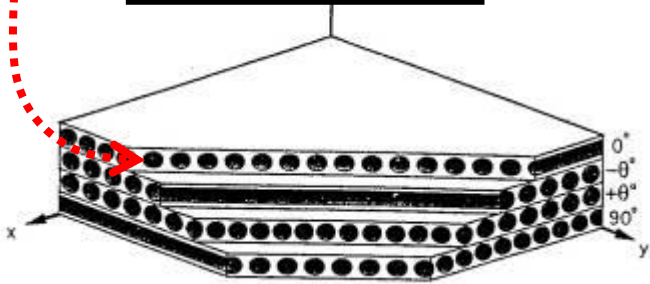
Unidirectional composite



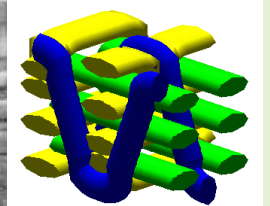
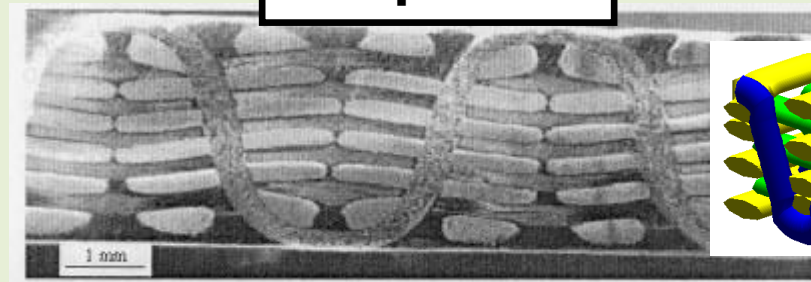
2D textile composite



Multilayer composite



3D textile composite



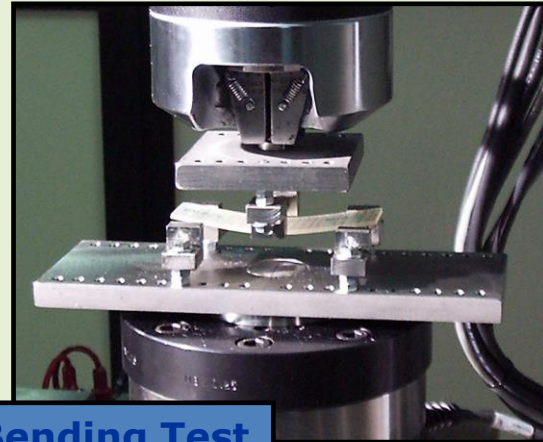
Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

Characterization of materials: experimental facilities

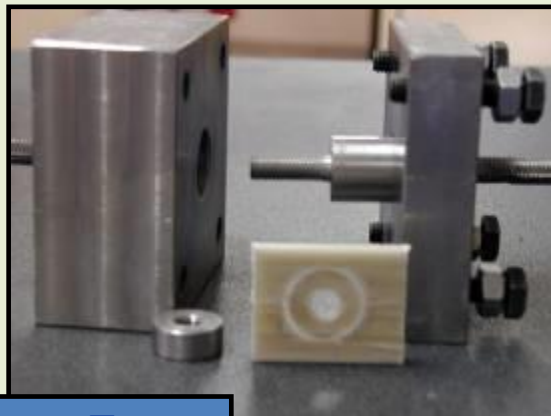
Tensile Test



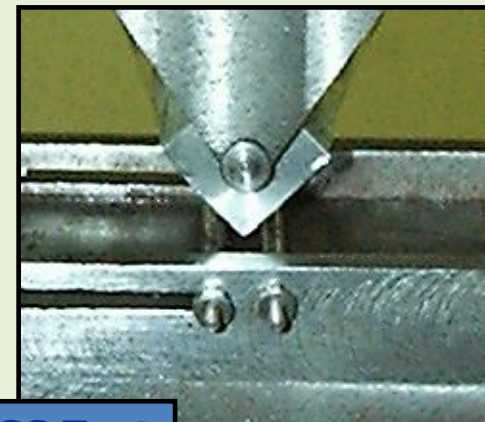
Bending Test



Shear Test



ILSS Test



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

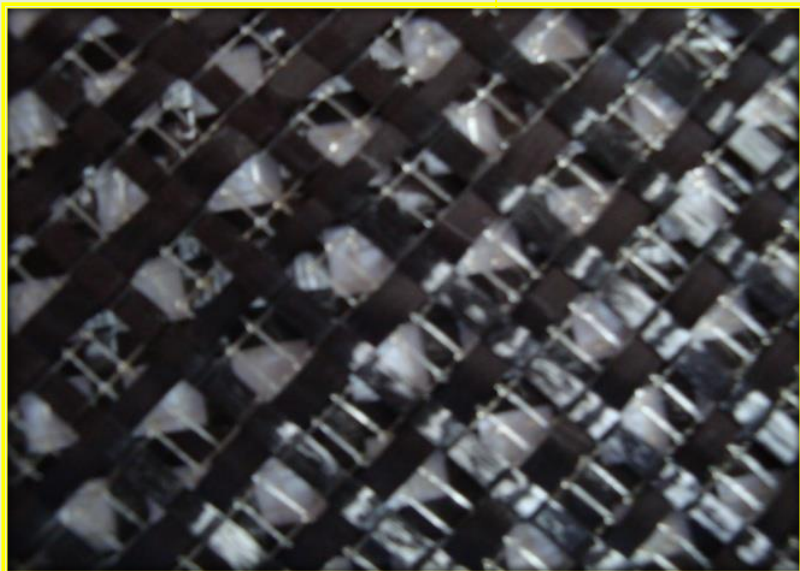
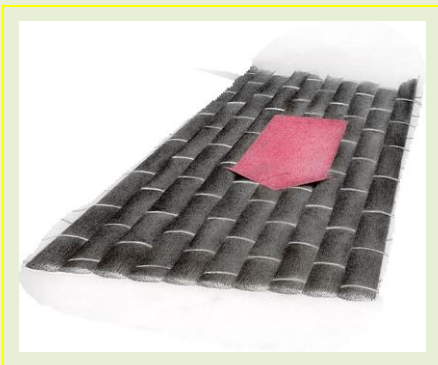
Properties of Unidirectional Carbon Fibre Fabrics

Reinforce Grade		High Modulus	High Resistance
Properties	Units	Values	Values
Fibre Weight	g/cm ²	300 - 600	300 - 600
width	cm	10-20-50	10-20-50
Fibre section	mm ² /mm	0,165 – 0,32	0,165 – 0,3249
Tensile strength (*)	MPa	≥ 2200	≥ 2800
Tensile Modulus (*)	GPa	≥ 390	≥ 210
(*)Referred to fibre section			



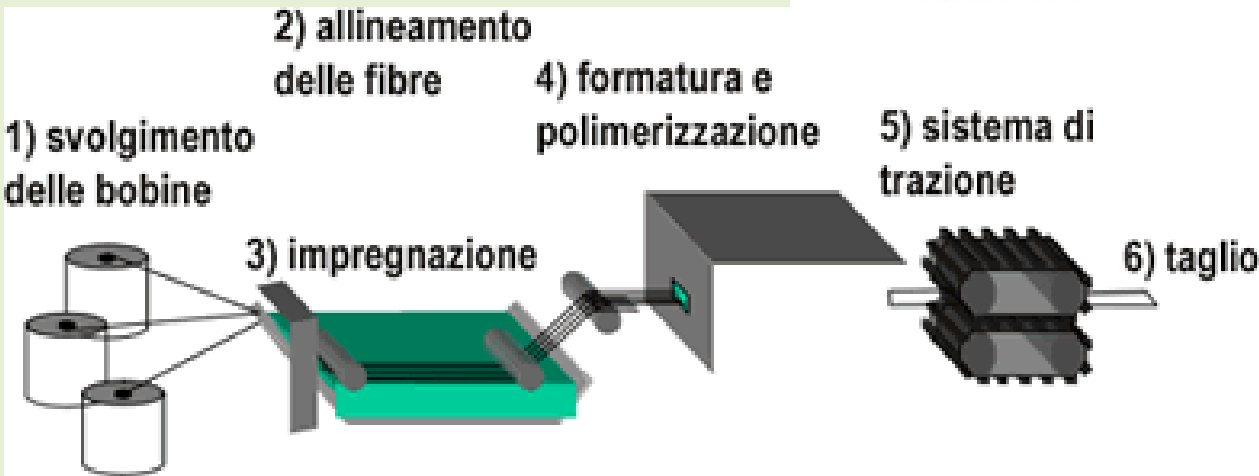


Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

- FRP si presentano come elementi preformati o come tessuti da impregnare
- Le lamine vengono prodotte da un impianto di laminazione.



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

Properties of Unidirectional Carbon Fibre Laminates			
Reinforce Grade		High Modulus	High Resistance
Properties	Units	Values	Values
Elongation	%	1,0	1,5
width	mm	100 – 80 – 50 -120	100 – 80 – 50 -120
thickness	mm	1,4	1,4 – 1,2
Tensile strength (*)	MPa	≥ 2200	≥ 2800
Tensile Modulus (*)	GPa	210	≥ 167



Matrici epossidiche (FRP) e cementizie (FRCM)



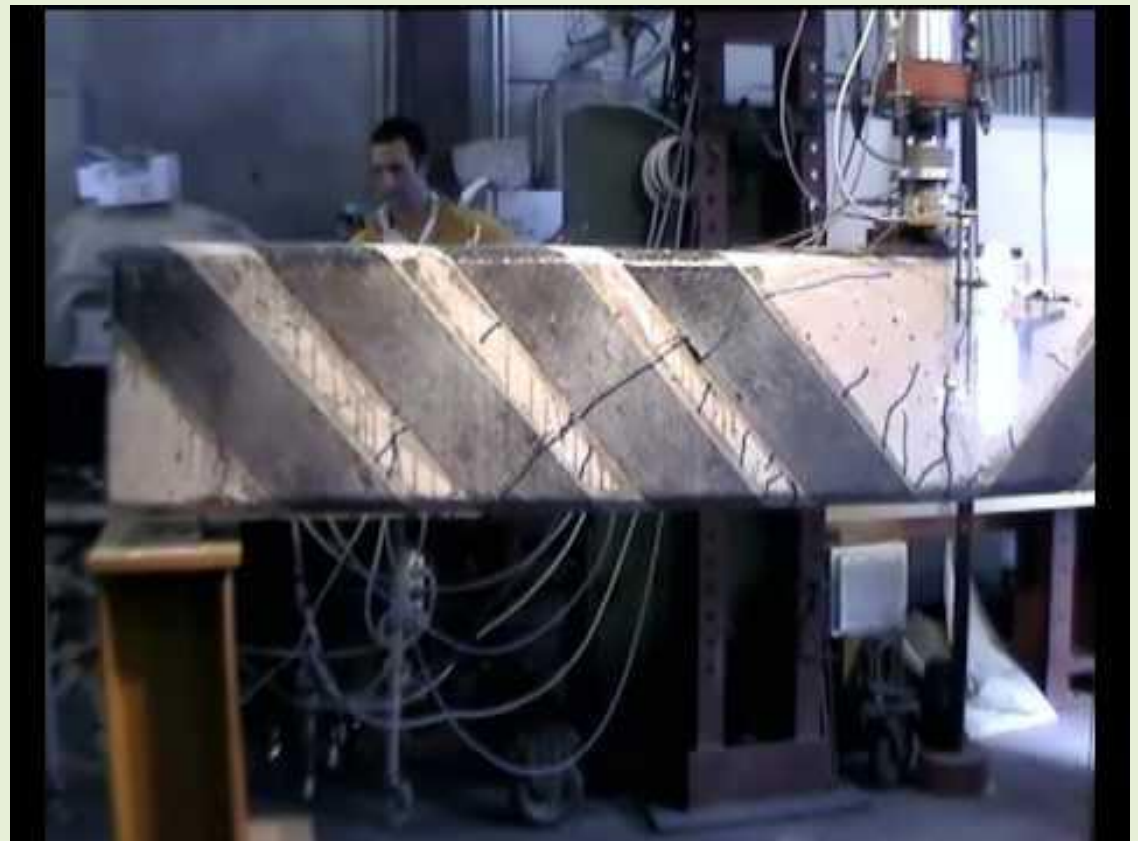
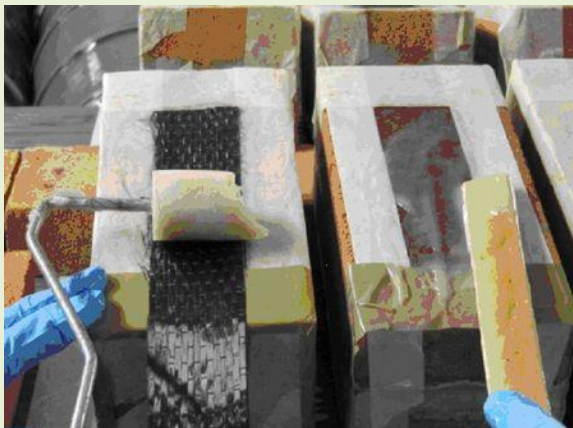
Matrici epossidiche (FRP) e cementizie (FRCM)

	Matrice Epossidica	Matrice Cementizia
Resistenza meccanica	Molto alta	Alta
Resistenza alte temperature	Bassa	Molto Alta
Adesione supporto	Molto Alta	Alta
Lavorabilità	Alta	Molto Alta

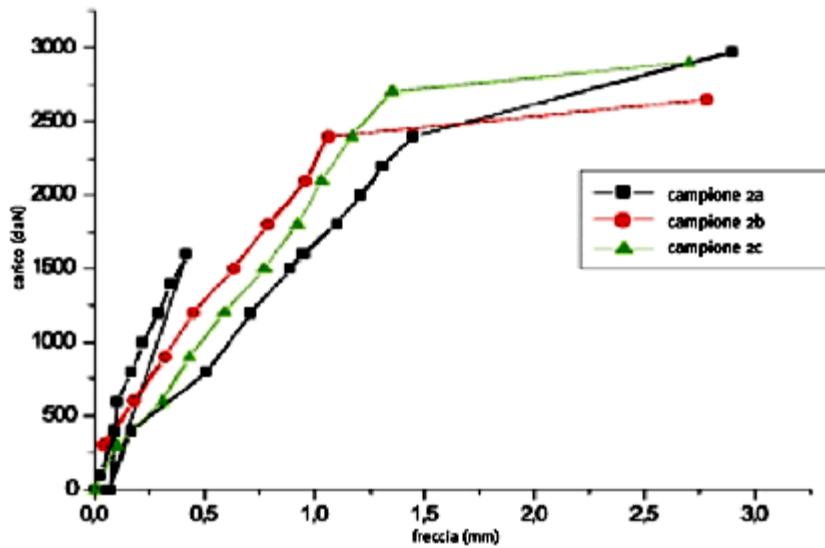


FRP – TESTS

Since 1990 several tests had been done in the main worldwide universities regarding adesion, concrete beams, columns, nodes, arches, masonry...



FRP – TESTS -Moment Resistant of a concrete beam reinforced by FRP Laminate

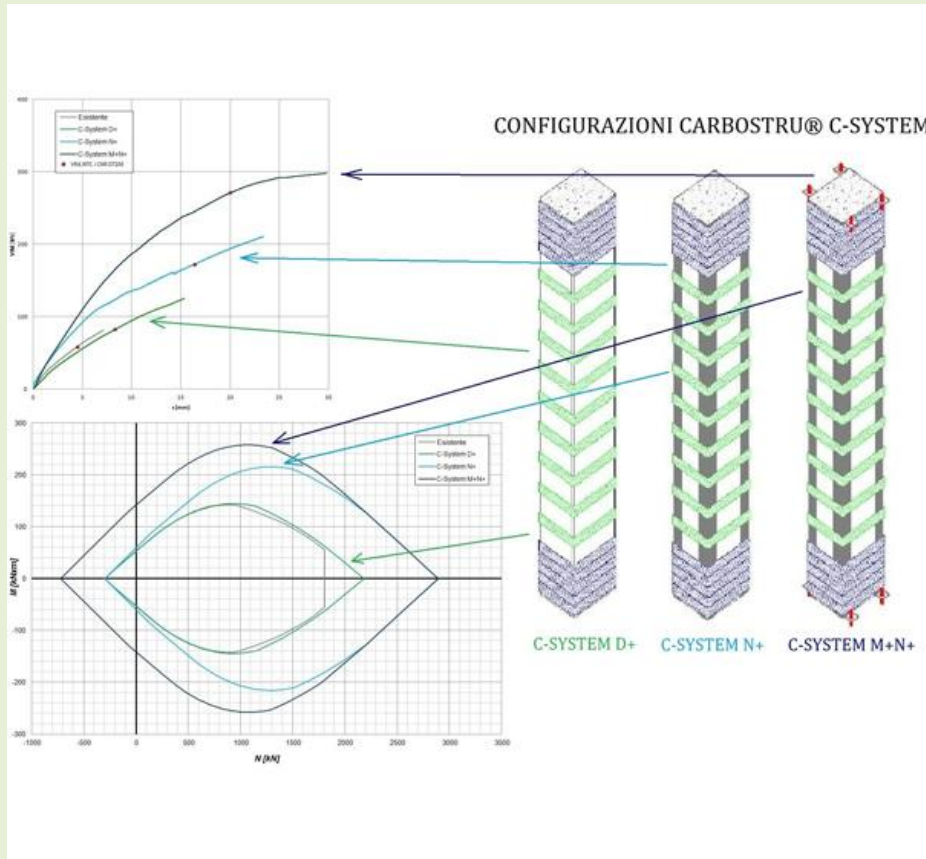


Applicando gli FRP come rinforzo a flessione abbiamo due vantaggi:

- Aumento del carico anche del 40%
- Forte riduzione della deformazione
- Rottura duttile



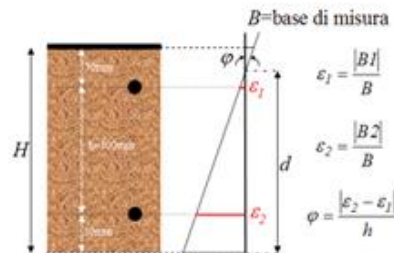
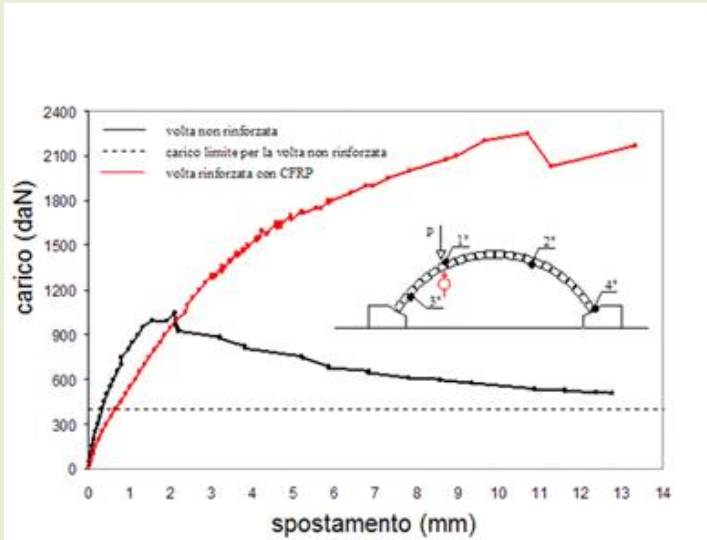
FRP – TESTS. Moment Resistant of a concrete column reinforced by FRP



Applicando gli FRP come rinforzo a presso flessione sulle colonne abbiamo due vantaggi:

- Aumento del carico anche del 100%
- Resistenza anche a flessione

FRP – TESTS



***Introduzione alle tecnologie per il
rinforzo delle strutture esistenti -
Case histories con FRP e FRCM***

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

Shear strengthening of 34 concrete beams at Bedizzole Secondary School



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

All concrete beams had shear cracks near the support.

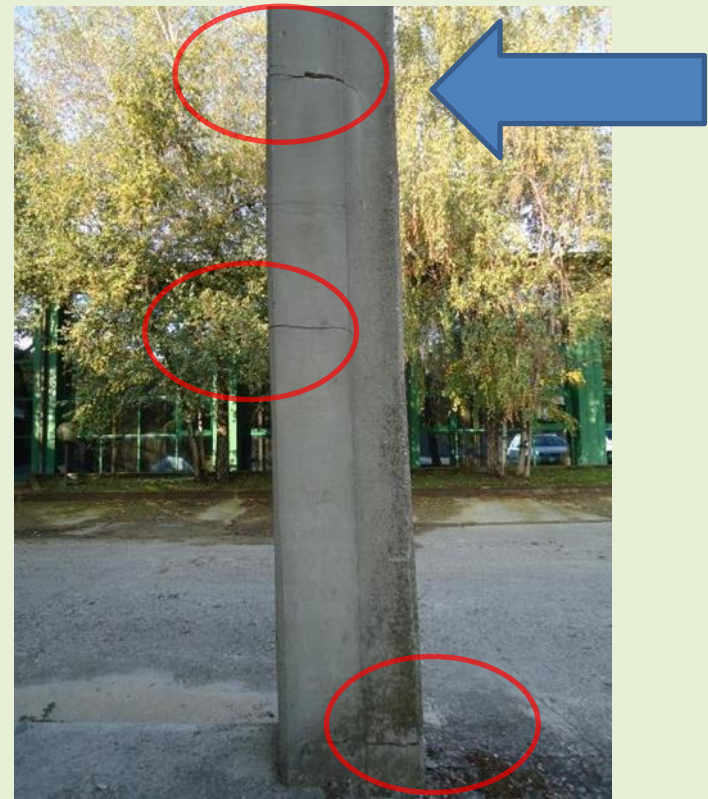


Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

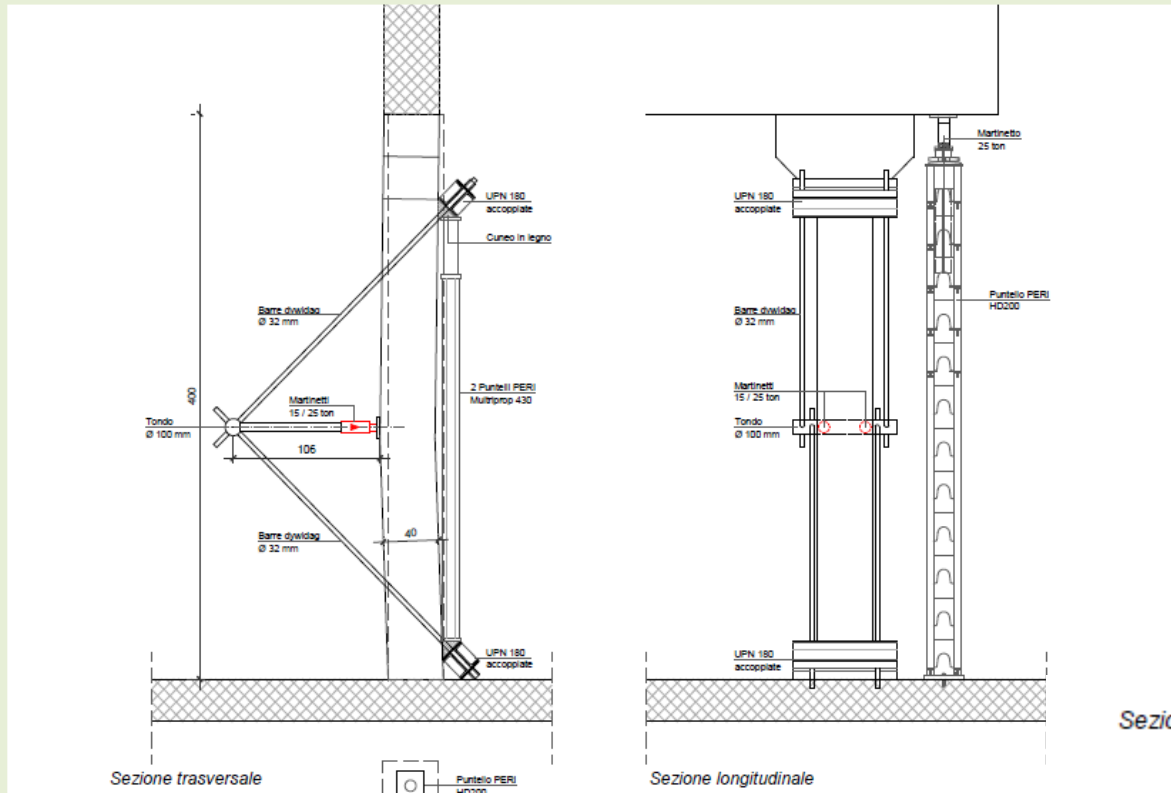
- Applicazione di un doppio strato di tessuto in fibra di carbonio ad U.
- 34 travi in calcestruzzo sono state rinforzate mediante applicazione di tessuti in CFRP.



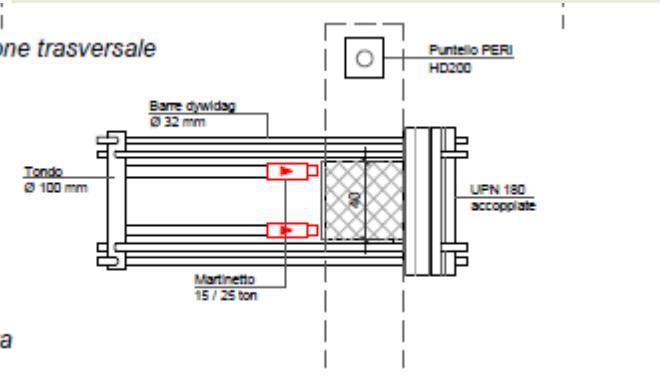
Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



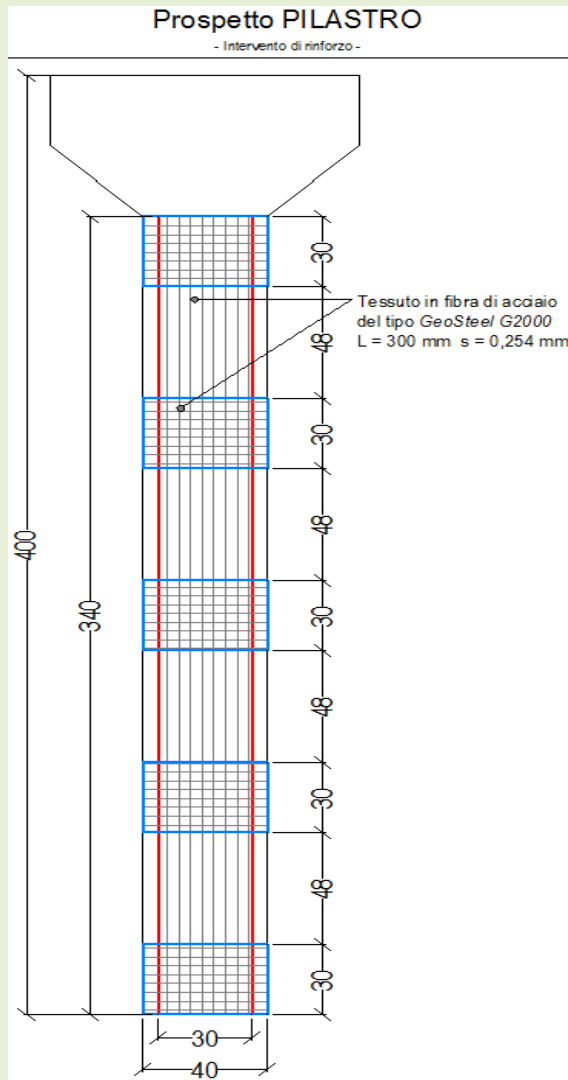
Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Sezione trasversale



Pianta



Building Improving - Case Hystories –



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Eliminazione delle staffe di sicurezza ed applicazione di tessuti in CFRP con resina epossidica

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

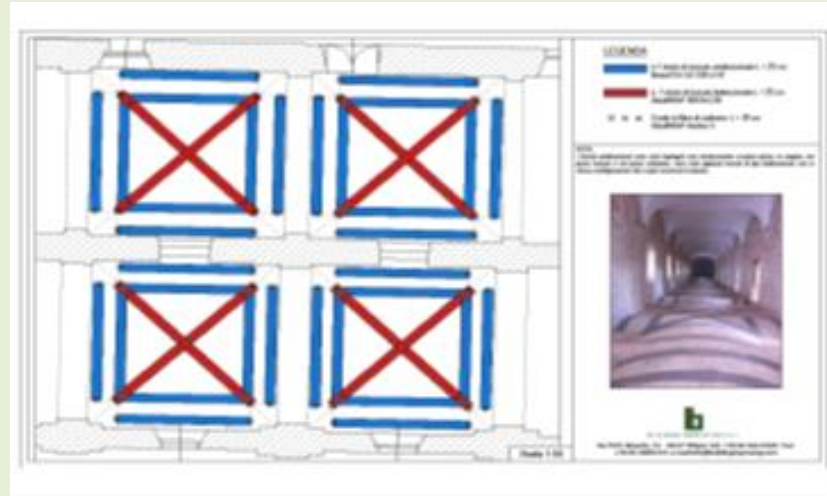


Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

- Lavoro di rinforzo strutturale di 26 volte a crociera in muratura piena mediante tessuto in fibra di carbonio unidirezionale.
- Progetto e collaudo Building Improving - Case Hystories



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



9/6/2023

Ing. Alberto Grandi

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

Colapsing under seismic actions of an old masonry structure



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Structural Strengthening of a timber beam

Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM



Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

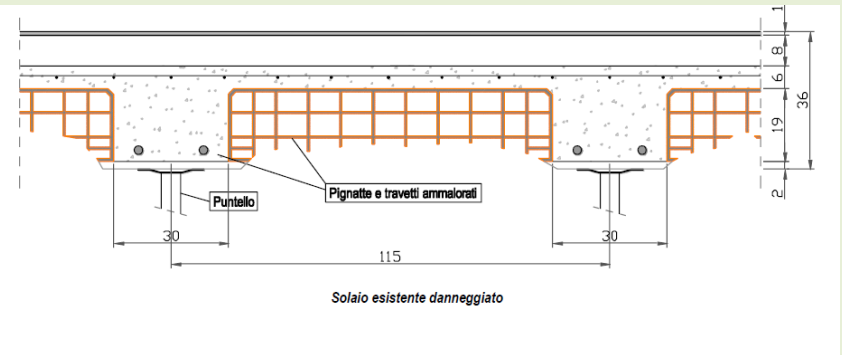


Introduzione alle tecnologie per il rinforzo delle strutture esistenti - Case histories con FRP e FRCM

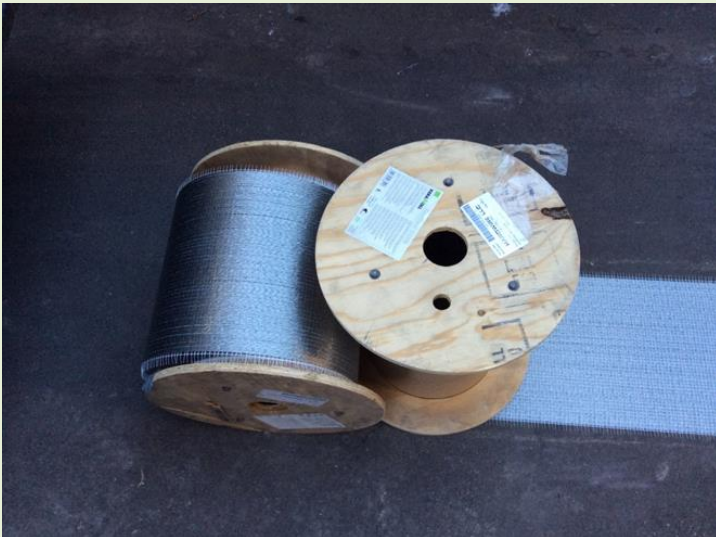


Altre tecnologie per il recupero strutturale

Altre tecnologie per il recupero strutturale



Altre tecnologie per il recupero strutturale



Altre tecnologie per il recupero strutturale



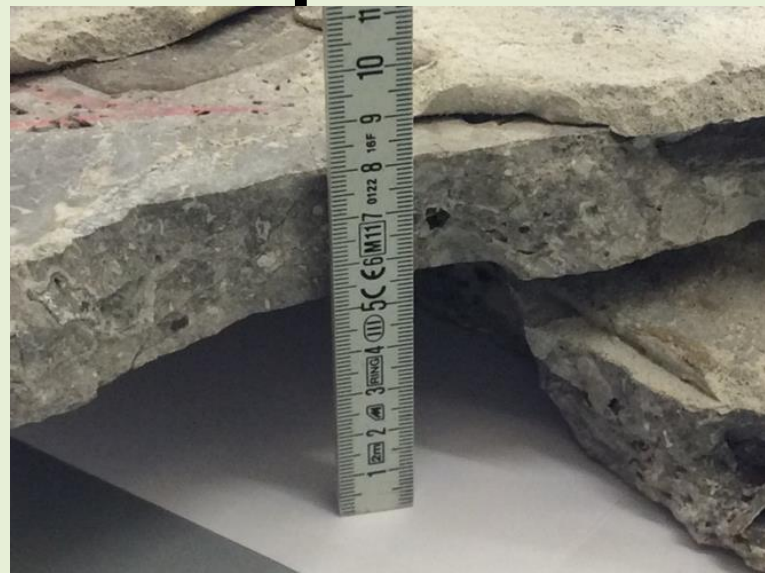
Altre tecnologie per il recupero strutturale



Altre tecnologie per il recupero strutturale



Altre tecnologie per il recupero strutturale



Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Realizzazione del foro pilota da 14 mm

Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Inserimento nel foro - mediante un mandrino applicato al trapano - di barra elicoidale in acciaio inox avente diametro di 18 mm

Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale

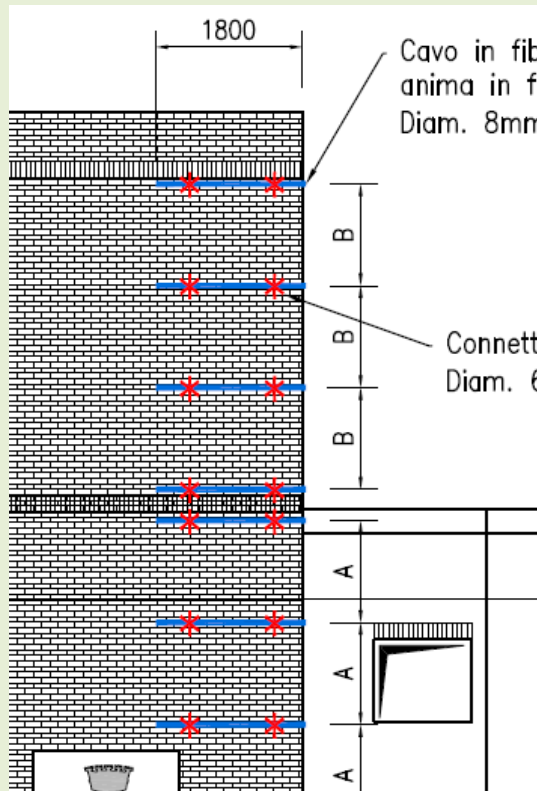


Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale

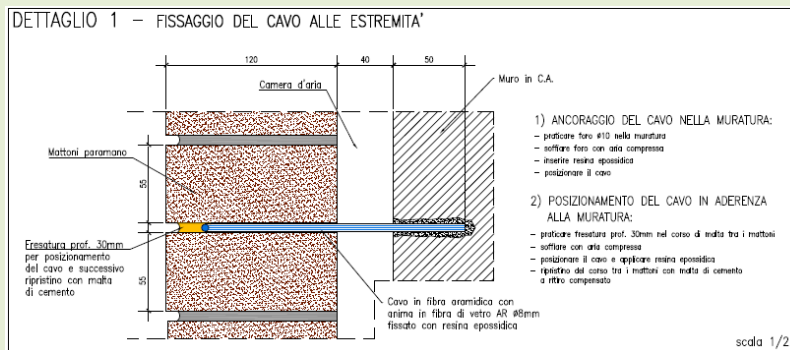


- Sono iniziati i lavori di rinforzo strutturale del comune di Desio
- In questo caso l'edificio in mattoni faccia a vista fortemente degradato strutturalmente, verrà rinforzato con barre Steel DryFix 10
- Il progetto prevede il rinforzo della muratura faccia a vista mediante cordone in fibra di vetro e barre Steel DryFix® 10 inseriti con un passo di 30 cm.

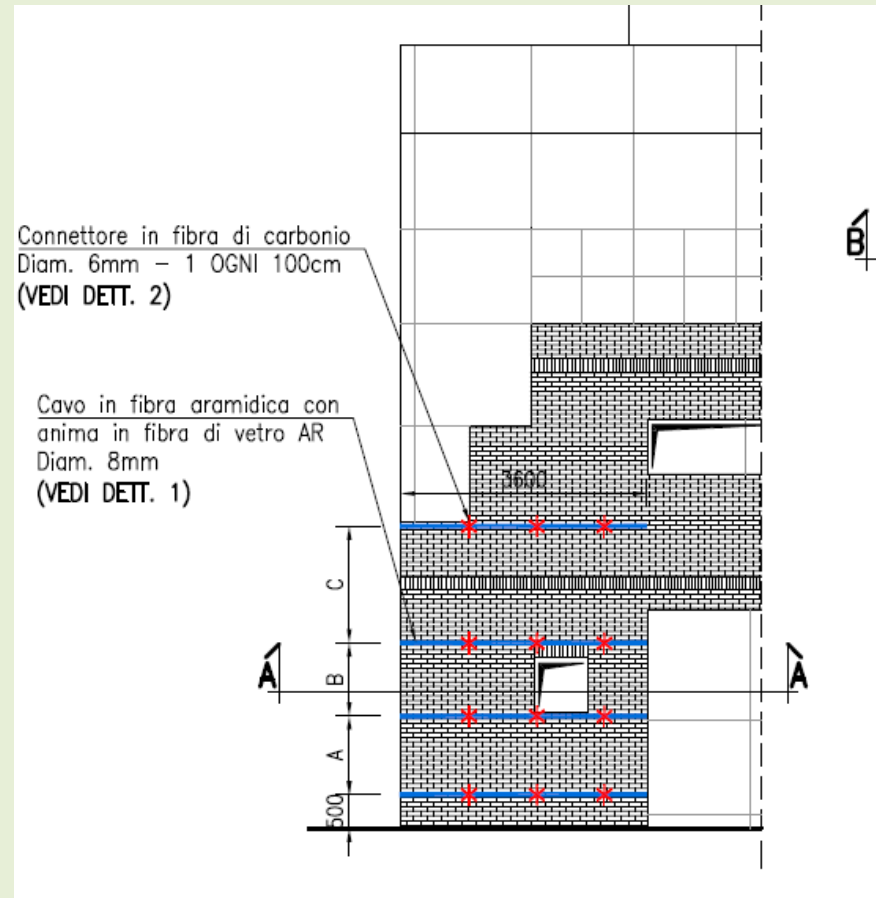
Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Progetto in fase di realizzazione consistente nel rinforzo strutturale di pannelli murari in mattone.



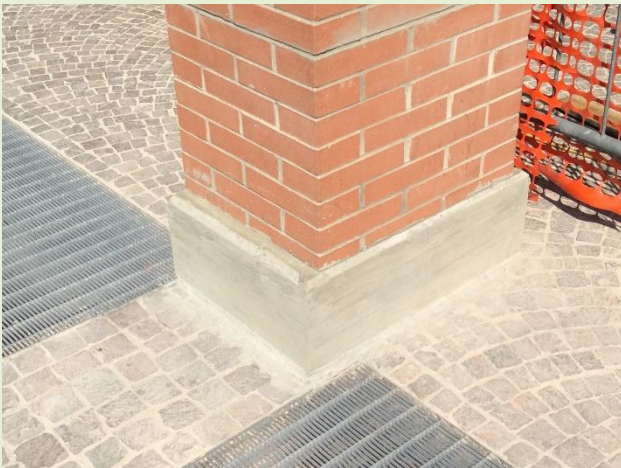
Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



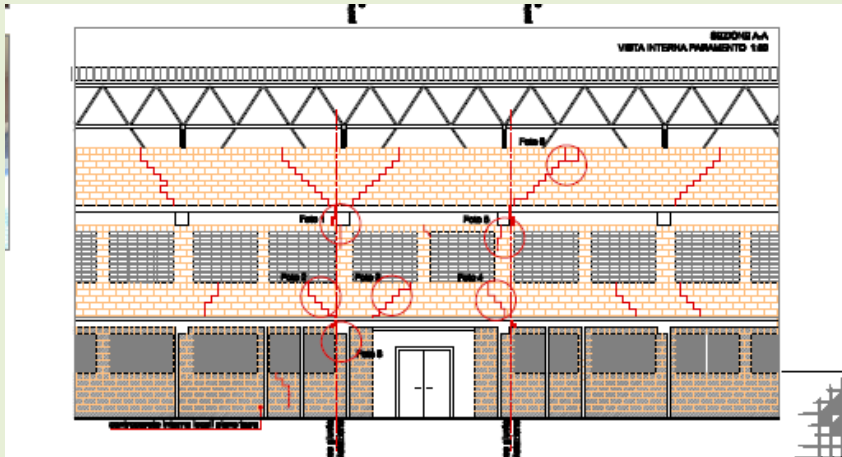
Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale



Progetto in fase di realizzazione consistente nel rinforzo strutturale di pannelli murari in mattone.



Le nuove tecnologie per il rinforzo strutturale

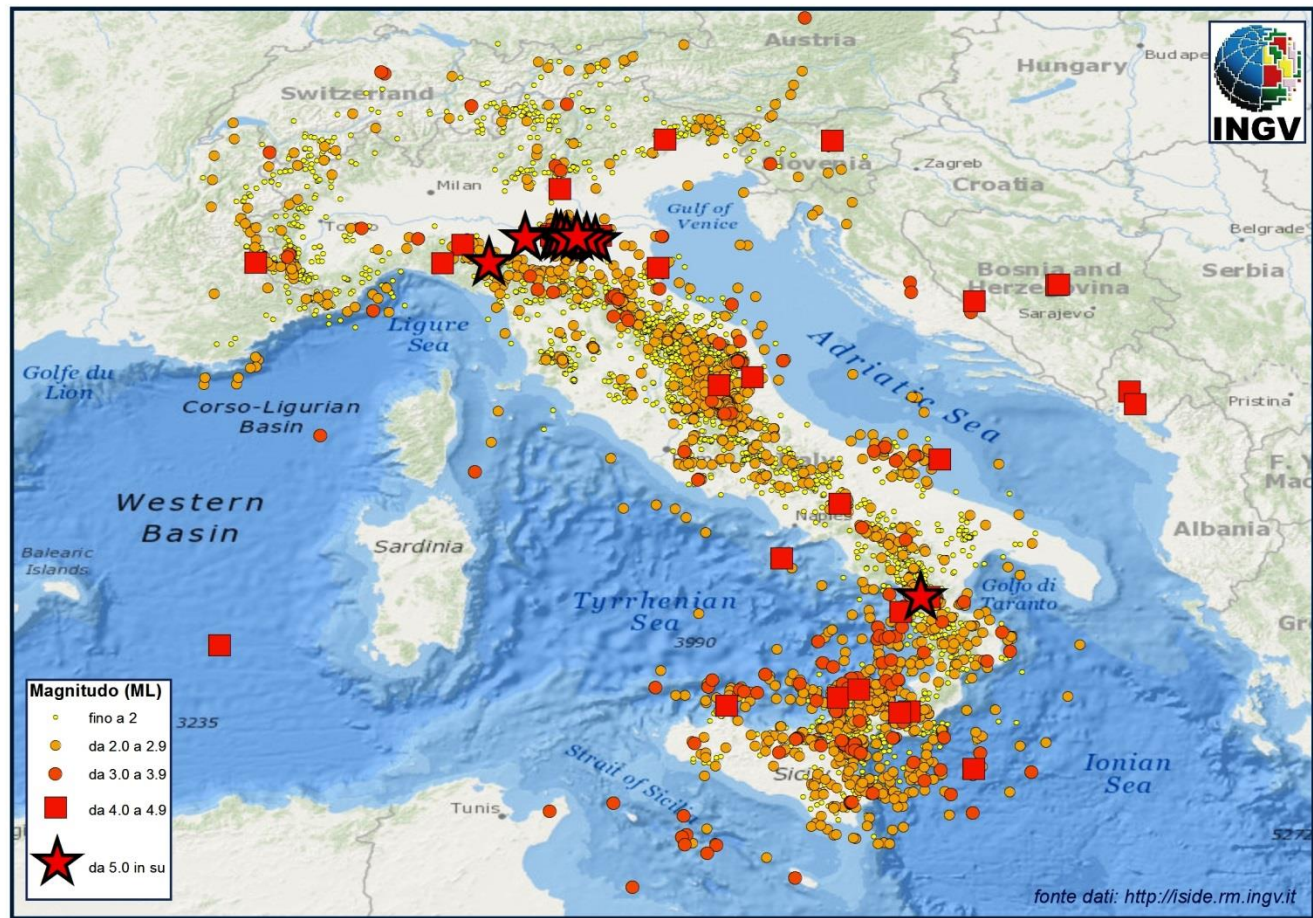


Riduzione vulnerabilità sismica – nuove tecnologie

Presentazione del problema



Presentazione del problema



Tipologie di intervento su una struttura esistente

- **Irrigidimento** della struttura
- **Isolamento** alla base di una struttura mediante inserimento di isolatori.
- **Dissipazione** dell'energia sismica in mediante inserimento di dissipatori elastoplastici o isteretici.

Irrigidimento della struttura

- L'intervento con irrigidimento tra i più diffusi consiste nel rinforzo della struttura con travi in acciaio, setti in calcestruzzo o fasciature in FRP.



Irrigidimento della struttura

- In questi casi si aumenta la resistenza della struttura diminuendone il periodo proprio.
- Idoneo nel caso di zone a bassa sismicità.



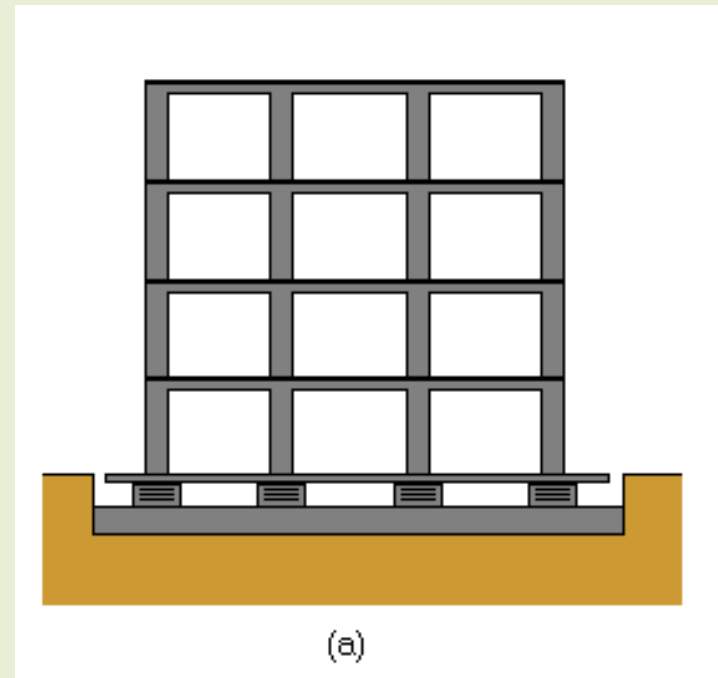
Irrigidimento della struttura

- Molto frequenti risultano gli interventi rinforzo strutturale con FRP dei pilastri



Isolamento di una struttura

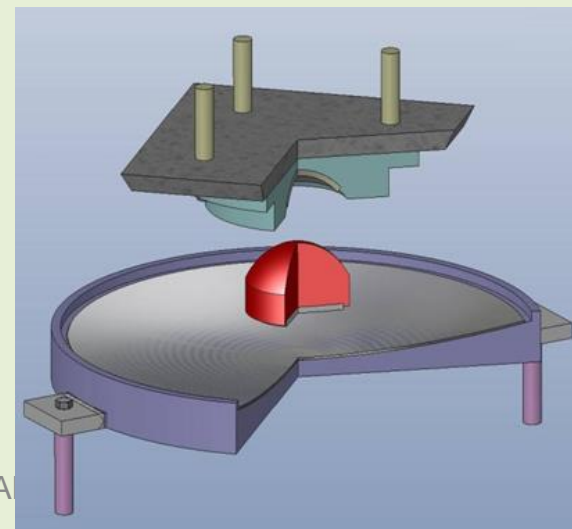
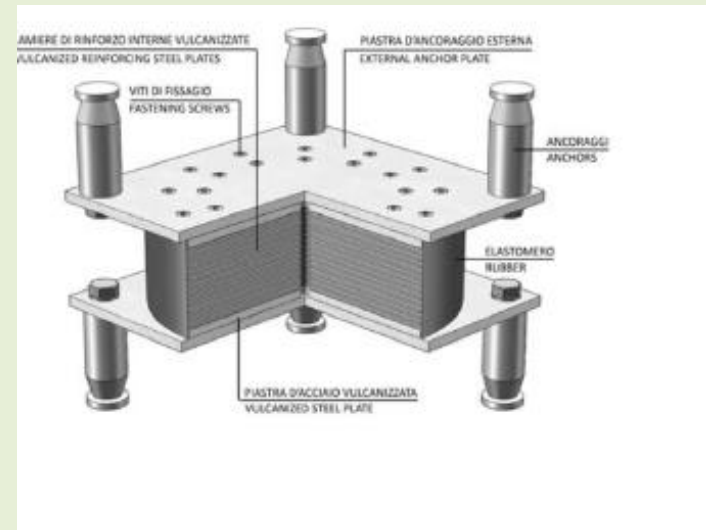
- L'utilizzo di isolatori sismici posati alla base dei pilastri ha la funzione di disaccoppiare la struttura dal terreno permettendo all'edificio di "muoversi" con un periodo proprio imposto dal progettista.
- Gli isolatori sismici devono avere le seguenti caratteristiche:
 - Sopportare il peso delle strutture.
 - Consentire lo spostamento. orizzontale.
 - Generare una forza di ricentraggio.
 - Dissipare energia.



Isolamento di una struttura

Gli isolatori sismici sono di due differenti categorie:

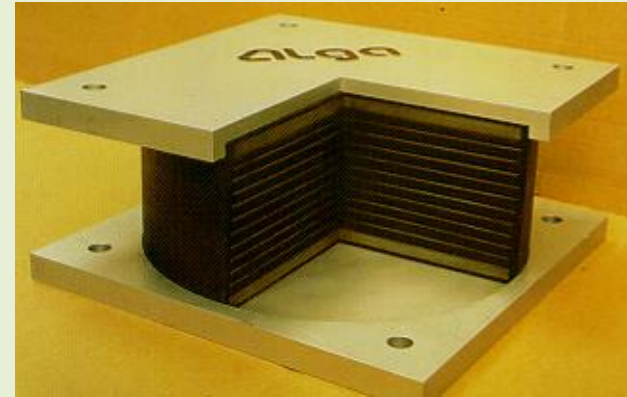
- Isolatori in gomma armata:
 - Isolatori in gomma acciaio ad elevata dissipazione di energia (HDRB)
 - Isolatori in gomma acciaio con nucleo in piombo (LRB)
- Isolatori a pendolo scorrevole
 - Isolatori ad attrito



Isolamento di una struttura

Gli isolatori in gomma armata

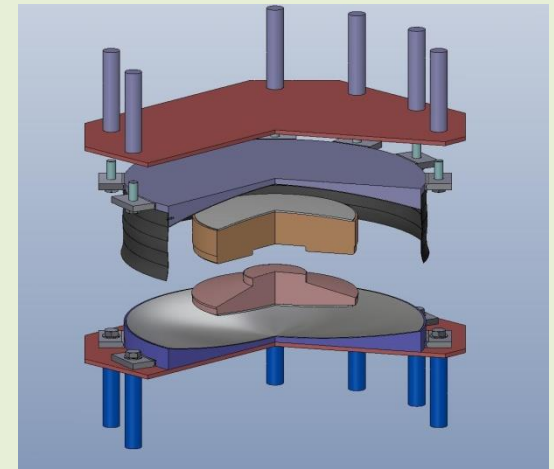
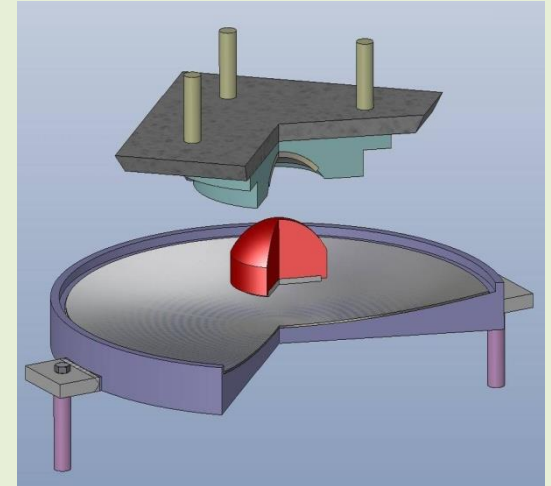
- Il primo intervento in Italia di isolamento sismico è del 1986 ad Ancona e da allora numerosi sono i lavori con i dispositivi in gomma armata.
- Gli isolatori in gomma armata dissipano energia grazie alla particolare gomma “sismica” che trasforma l’energia cinetica del sisma in calore.
- Variano a seconda delle geometrie, del carico e dello smorzamento.



Isolamento di una struttura

Gli isolatori ad attrito

- I dispositivi «*friction pendulum*» o comunemente detti a pendolo sono una tecnologia americana degli anni '80, introdotta in Italia solo da alcuni anni.
- Gli isolatori a pendolo dissipano energia grazie alla particolare configurazione della superficie di scorrimento e specialmente grazie all'attrito che trasforma l'energia cinetica del sisma in calore.
- Permettono lo spostamento relativo della struttura rispetto alle fondazioni secondo una o due superfici sferiche
- Il periodo proprio è indipendente dalla massa della struttura, mentre l'attrito della superficie di scorrimento determina lo smorzamento viscoso equivalente



Isolamento di una struttura

L'isolamento sismico alla base è l'unico sistema antisismico che permette di proteggere sia la struttura che le parti non strutturali ed il contenuto (per tale motivo è molto utilizzato nelle strutture ospedaliere).

Può essere effettuato con una certa facilità negli edifici nuovi, mentre per quelli esistenti l'intervento è più complicato.



Isolamento alla base di una struttura esistente

Un intervento



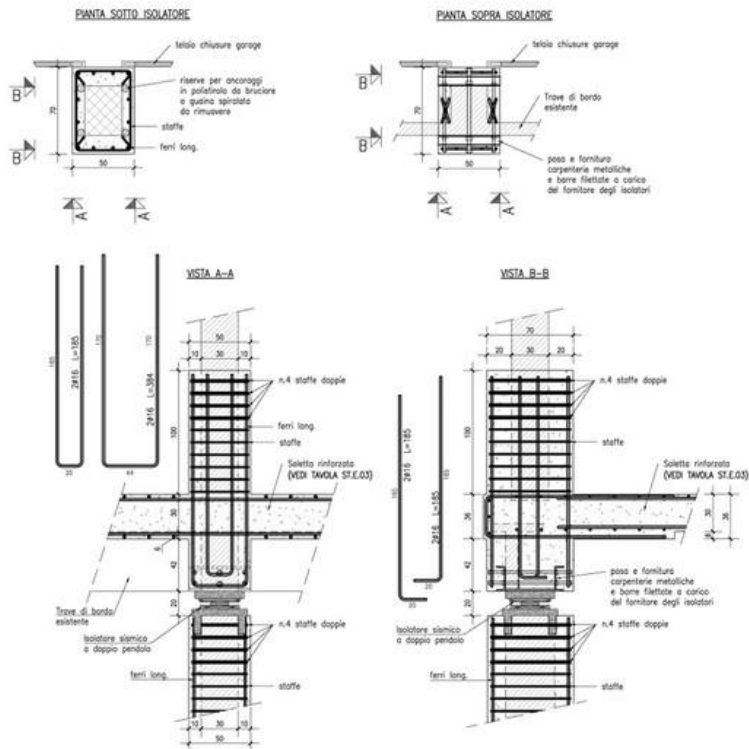
Adeguamento di un edificio esistente mediante taglio dei pilastri ed inserimento di isolatori ad attrito a doppia superficie di scorrimento



Isolamento alla base di una struttura esistente

Un intervento

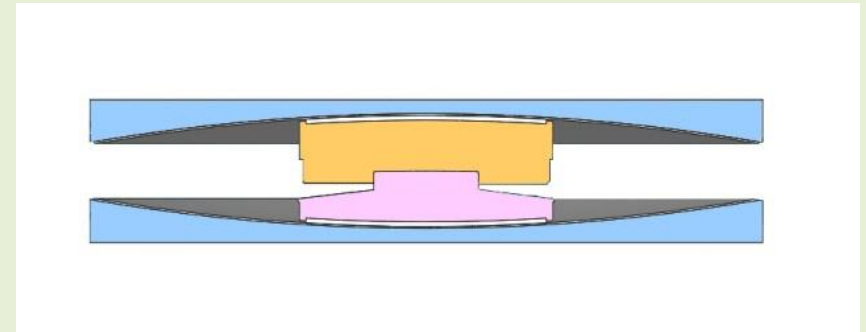
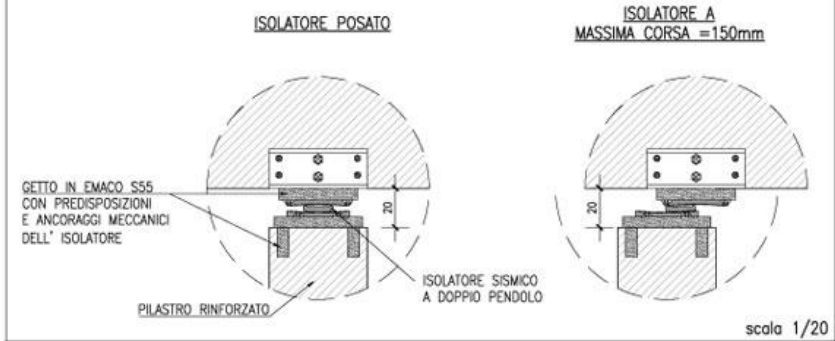
DETTAGLIO 10 – INSERIMENTO ISOLATORE SISMICO TIPO



NOTA BENE: PER L'ARMATURA DEI PILASTRI VEDERE DETTAGLI 1 - 1A - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

scala 1/50

DETTAGLIO 9 – ISOLATORE SISMICO A DOPPIO PENDOLO



Isolamento alla base di una struttura esistente

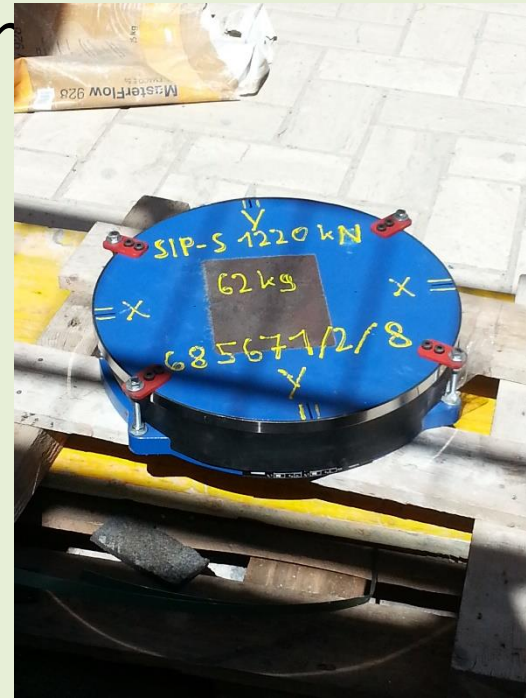
Un intervento



Isolamento alla base di una struttura esistente



Isolamento alla base di una struttura esistente



Isolamento alla base di una struttura esistente



Dissipazione dell'energia sismica

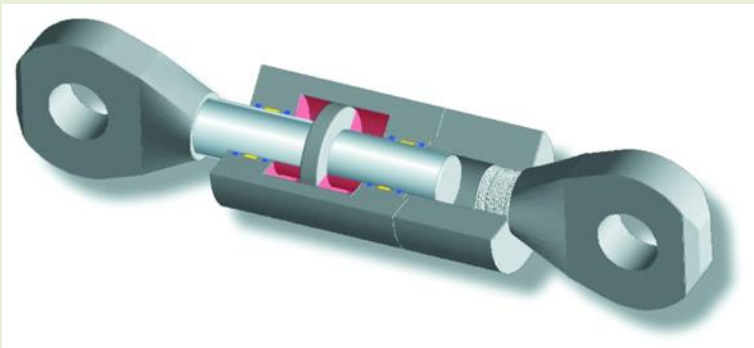
- L'uso di controventi dissipativi con dispositivi elastoplastici nelle pareti di un edificio è molto utilizzato nell'adeguamento sismico in quanto è molto efficace ed economico anche su strutture in muratura esistenti.
- Principale svantaggio:
 - A volte sussistono problemi architettonici causa presenza di finestre e/o porte.



Dissipazione dell'energia sismica

- Possono essere di due tipologie:
 - Fluidodinamici – dissipa grazie ad un fluido che passa attraverso due camere attigue
 - Isteretici – dissipa grazie allo snervamento di una barra in acciaio inserita all'interno di un cilindro

Dispositivo isteretico



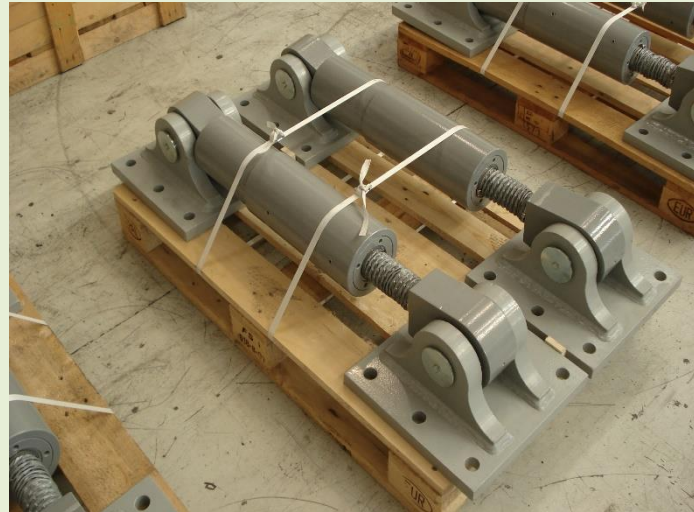
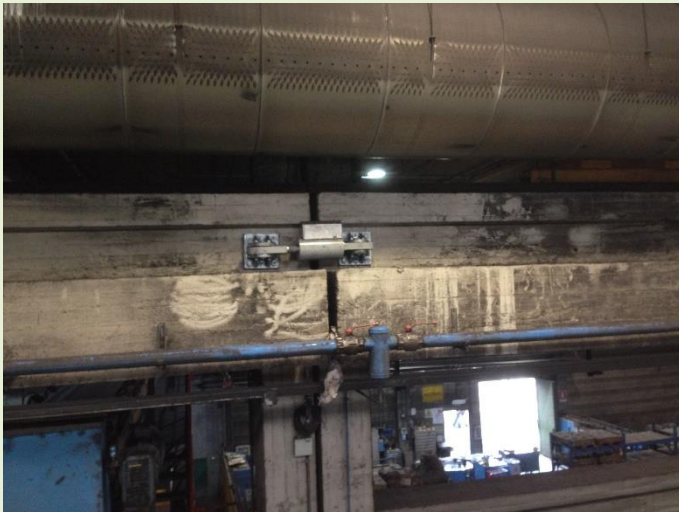
Dispositivo fluidodinamico



Adeguamento sismico stabilimento Brembo di Mapello (BG)



Adeguamento sismico stabilimento Brembo di Mapello (BG)



9/6/2023

Ing. Alberto Grandi

121

Analisi tecnico - economiche

- **Non esiste in assoluto un sistema migliore di un altro**, tutto dipende dal grado di sismicità della zona e dal tipo di struttura.
- Considerando un edificio in c.a. in zona 2 a parità di adeguamento sismico possiamo mettere a confronto le varie tipologie di intervento (5 punteggio migliore e 1 peggiore)

	Oneri manutenzione	Protezione contenuto edificio	Energia dissipata	Durata lavoro di adeguamento	Problemi architettonici	Costi iniziali
Irrigidimento	5	3	2	5	4	3
Isolamento	4	5	5	3	5	3
Dissipazione	3	4	4	2	3	2

conclusioni

- Il patrimonio edilizio esistente italiano è obsoleto e necessita di interventi di riqualificazione.
- Le normative orientano le committenze al recupero piuttosto che alla sostituzione
- Prima di affrontare qualsiasi tipo di intervento è indispensabile conoscere la struttura grazie anche ad indagini specifiche.
- Negli ultimi anni il mercato mette a disposizione tecnologie avanzate per il recupero strutturale che devono essere sempre scelte in maniera precisa in collaborazione col Fornitore.
- DACSA ENGINEERING SRL si propone partner nella diagnosi, progettazione e posa di qualsiasi sistema

Grazie per
l'attenzione