

RETROSI 24/08/2016 ore 3:36

# RI-COSTRUIRE IN MODO ANTISISMICO

Ing. Marco Zaroli

## DEFINIZIONI

**ANTISISMICO:** «Di struttura o costruzione capace di resistere alle scosse di terremoto; anche a proposito di norme e criteri costruttivi che mirano a garantire il più alto grado di resistenza alle scosse di terremoto.»

**GRADO DI SICUREZZA RISPETTO AL SISMA** → Lo stabiliscono le norme a cui i tecnici si devono attenere.  
Nella sostanza è lo Stato italiano che attraverso la normativa determina degli standard di sicurezza (essenzialmente le forze orizzontali da considerare e i criteri di verifica e costruttivi delle parti strutturali).

## STORIA DELLA NORMATIVA ANTISISMICA NEL TERRITORIO ITALIANO ED AMATRICE

R.D. 573 DEL 1915: Norma la ricostruzione post-sisma dopo il sisma di Avezzano in tutto il cratere, fra cui Amatrice;

R.D. 431 DEL 1927: Norme tecniche per le riparazioni e nuove costruzioni nei comuni dichiarati zone sismiche  
Amatrice viene collocata in zona sismica 2.

D.M.LL.PP. 1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

D.M.LL.PP. 1996: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

O.P.C.M. 2003: Nuova classificazione sismica del territorio italiano. Amatrice viene collocata in zona sismica 1.

NTC 2008: Norme tecniche per le costruzioni all'avanguardia. Vera rivoluzione per le nuove costruzioni e per gli interventi su costruzioni esistenti.

VERO SPARTIACQUE SONO LE NORME TECNICHE DEL 14 GENNAIO 2008 (NTC2008). Osteggiate da costruttori e poteri forti, senza il terremoto de L'Aquila sarebbero state posticipate ancora nell'applicazione.

Dal 2009, siamo passati da una normativa al pari di paesi come la Turchia ad una normativa mutuata da stati più ricchi e con sismicità maggiori come la California o il Giappone.

## PRIMA DEL 2009: D.M. 16/01/1996

- Ad esempio nella zona di Amatrice prevedeva una accelerazione massima per l'edificio di 0,07 volte la forza di gravità;

- Verifiche strutturali e dettagli costruttivi obsoleti;

- Edifici esistenti trattati in maniera approssimativa.

## DOPO IL 2009: Nuove norme tecniche per le costruzioni 2008

- In particolari condizioni sfavorevoli, di suolo, topografiche e di risposta dell'edificio, arrivano a prevedere una accelerazione massima per l'edificio di 1,25 volte la forza di gravità;

- Verifiche strutturali e dettagli costruttivi in linea con le più avanzate normative

- Nasce il concetto di aggregato edilizio. Vengono normati in maniera approfondita gli interventi sulle costruzioni esistenti

## DIFFERENZE

- OVVERO DAL 2009 LE FORZE SISMICHE DA CONSIDERARE PER IL CALCOLO STRUTTURALE DI UN EDIFICIO POSSONO ARRIVARE AD ESSERE 18 VOLTE PIU' FORTI DI RISPETTO A QUELLE PREVISTE PRIMA DEL 2009

- STRUTTURE CHE DISSIPANO L'ENERGIA SISMICA IN MANIERA EFFICACE E IN GRADO DI RESISTERE A FORZE MAGGIORI;

- INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI CURATI IN MANIERA

**IN DEFINITIVA GRAZIE ALLE NORME TECNICHE DEL 2008 (2017?) AVREMO RI-COSTRUZIONI ASSOLUTAMENTE SICURE DAL PUNTO DI VISTA SISMICO**

2009 → DATA SPARTIACQUE

**IL TRASANNA E' ANTISISMICO?**

**Il Trasanna è calcolato e costruito secondo i principi e le norme antisismiche vigenti all'epoca della progettazione e della realizzazione (DM '96).**

**Per essere ADEGUATO alle nuove norme tecniche per le costruzioni devono essere effettuati degli interventi per innalzarne il livello di sicurezza.**



## DM 477 del 27/12/2016

E' ammesso a contributo un aumento della capacità di resistenza al sisma compresa fra lo 0,6 e lo 0,8 dell'adeguamento sismico.  
Non è finanziato l'adeguamento sismico!

Decreta

Art. 1

1. Ai fini della concessione dei contributi di cui all'articolo 7, comma 1), lett. a), del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, sono approvati i valori minimi e massimi della capacità di resistenza degli immobili alle azioni sismiche riportati nella allegata tabella.
2. La capacità di resistenza  $R_{MIN}$  ed  $R_{MAX}$  è valutata come il rapporto tra l'azione sismica sopportabile dalla struttura e l'azione sismica che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione per lo stato limite della salvaguardia della vita delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380.

GRAZIANO DELRIO

### CAPACITA' DI RESISTENZA ALLE AZIONI SISMICHE

(Art. 7, comma 1, lett. a) del D. L. 17.10.2016 n. 189)

		CAPACITA' MINIMA ( $R_{MIN}$ )	CAPACITA' MASSIMA ( $R_{MAX}$ )
ZONE SISIMICHE		1 - 2 - 3	1 - 2 - 3
TIPOLOGIE		CALCESTRUZZO ARMATO MURATURA MISTA O ALTRO	CALCESTRUZZO ARMATO MURATURA MISTA O ALTRO
CLASSI D'USO	IV (non di interesse strategico)	1	$R_{MIN} + 0,1$
	III (non ad uso scolastico)	0,8	$R_{MIN} + 0,1$
	II	0,6	$R_{MIN} + 0,2$
	I	0,5	$R_{MIN} + 0,2$

## 5 MODI DI RICOSTRUIRE POST SISMA 2016

### 1) ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO sismico di EDIFICIO ESISTENTE (miglioramento sismico compreso fra lo 0,6 e lo 0,8 dell'adeguamento sismico);

#### STRUTTURE VERTICALI:

INTONACO ARMATO IN FIBRA DI VETRO E MALTA → Resistenza x 2,5

DIATONI ARTIFICIALI → Resistenza x 1,5

INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI → Resistenza x 2,0

Altri sistemi «innovativi», ma già collaudati:

Reticolatus

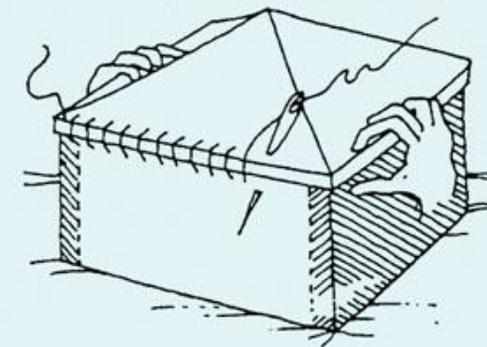
Cuciture attive della muratura (CAM)

Nastri FRP a pressoflessione e a taglio; Reti FRP

#### STRUTTURE ORIZZONTALI:

FORMAZIONE DI UN DIAFRAMMA DI PIANO CHE GARANTISCA UN COMPORTAMENTO SCATOLARE. CONSEGUENZE:

- SINERGIA FRA TUTTI I MASCHI MURARI CHE NON LAVORANO PIU' DA SOLI, MA IN MANIERA GLOBALE
- VINCOLA LE DEFORMAZIONE FUORI PIANO

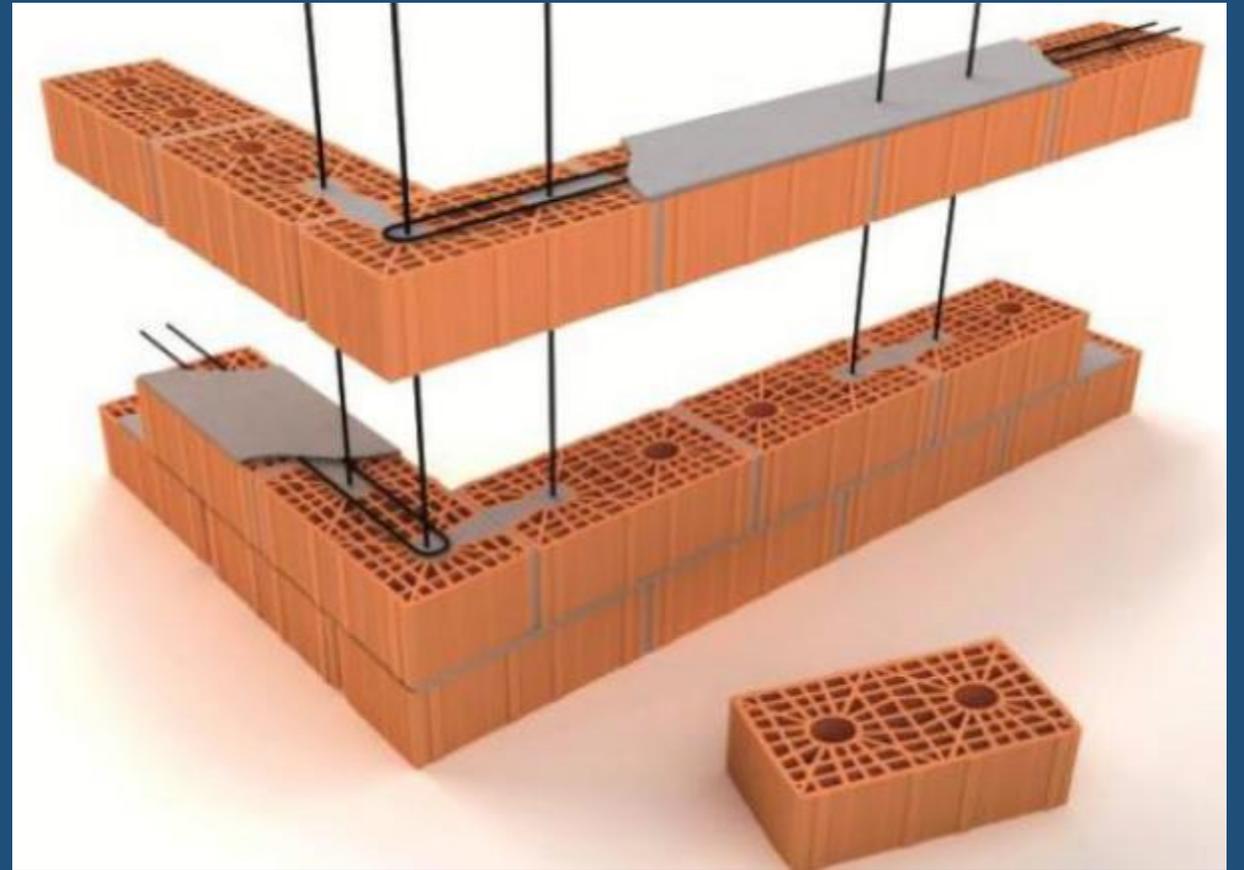


## 5 MODI DI RICOSTRUIRE POST SISMA 2016

### 2) Nuova costruzione in MURATURA o MURATURA ARMATA;



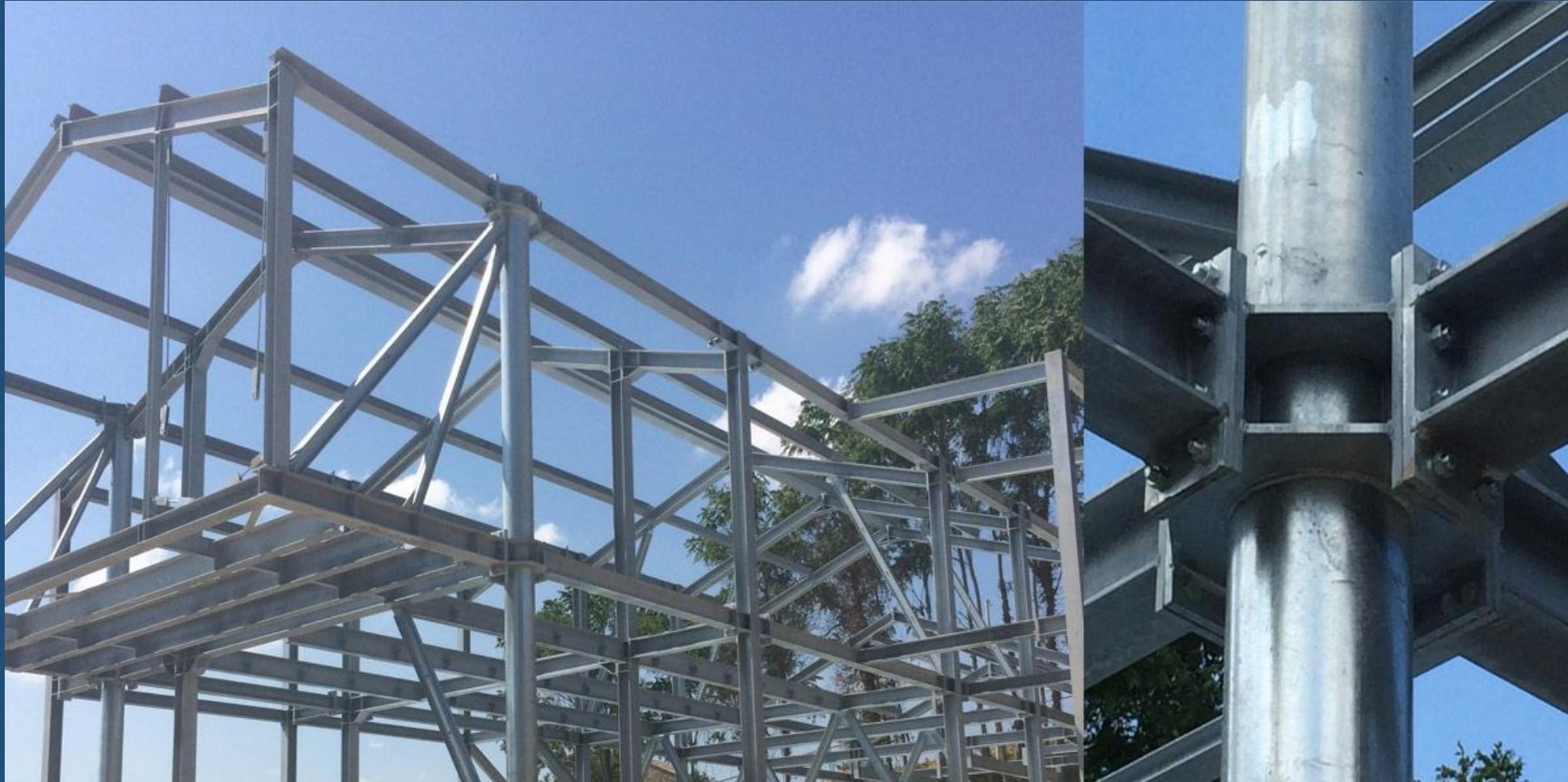
**MURATURA in blocchi semipieni di laterizio**



**MURATURA ARMATA**

## 5 MODI DI RICOSTRUIRE POST SISMA 2016

### 3) Nuova costruzione in ACCIAIO;



## 5 MODI DI RICOSTRUIRE POST SISMA 2016

### 4) Nuova costruzione in LEGNO;



**X-LAM**



**Platform Frame**

## 5 MODI DI RICOSTRUIRE POST SISMA 2016

### 5) Nuova costruzione in CALCESTRUZZO ARMATO.

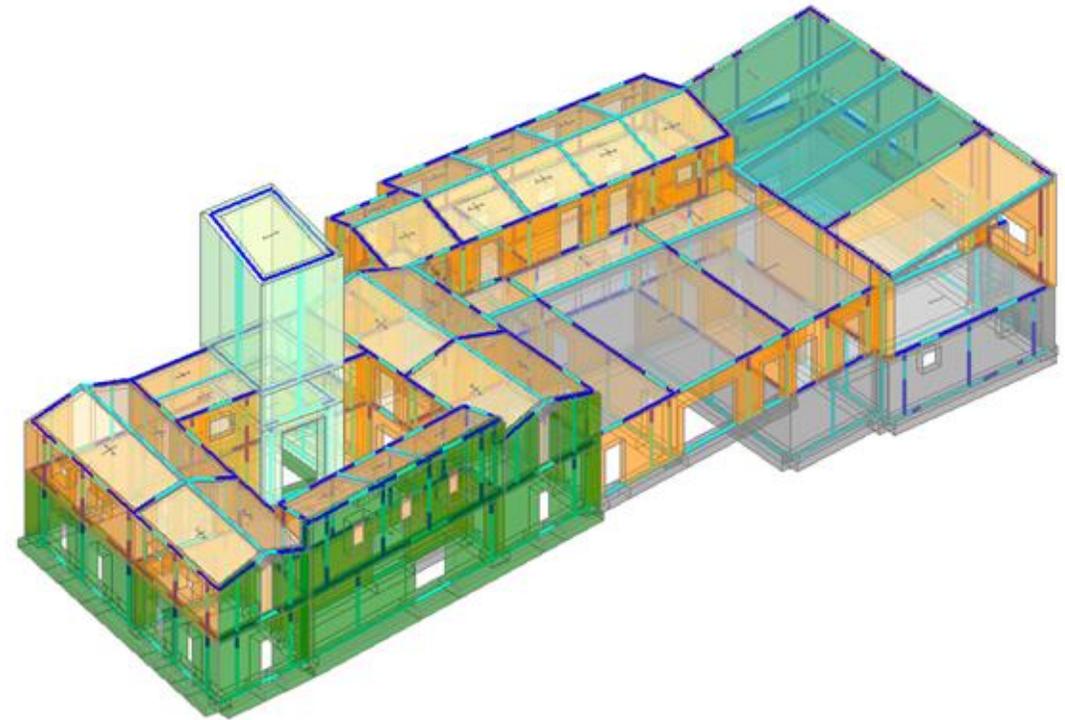
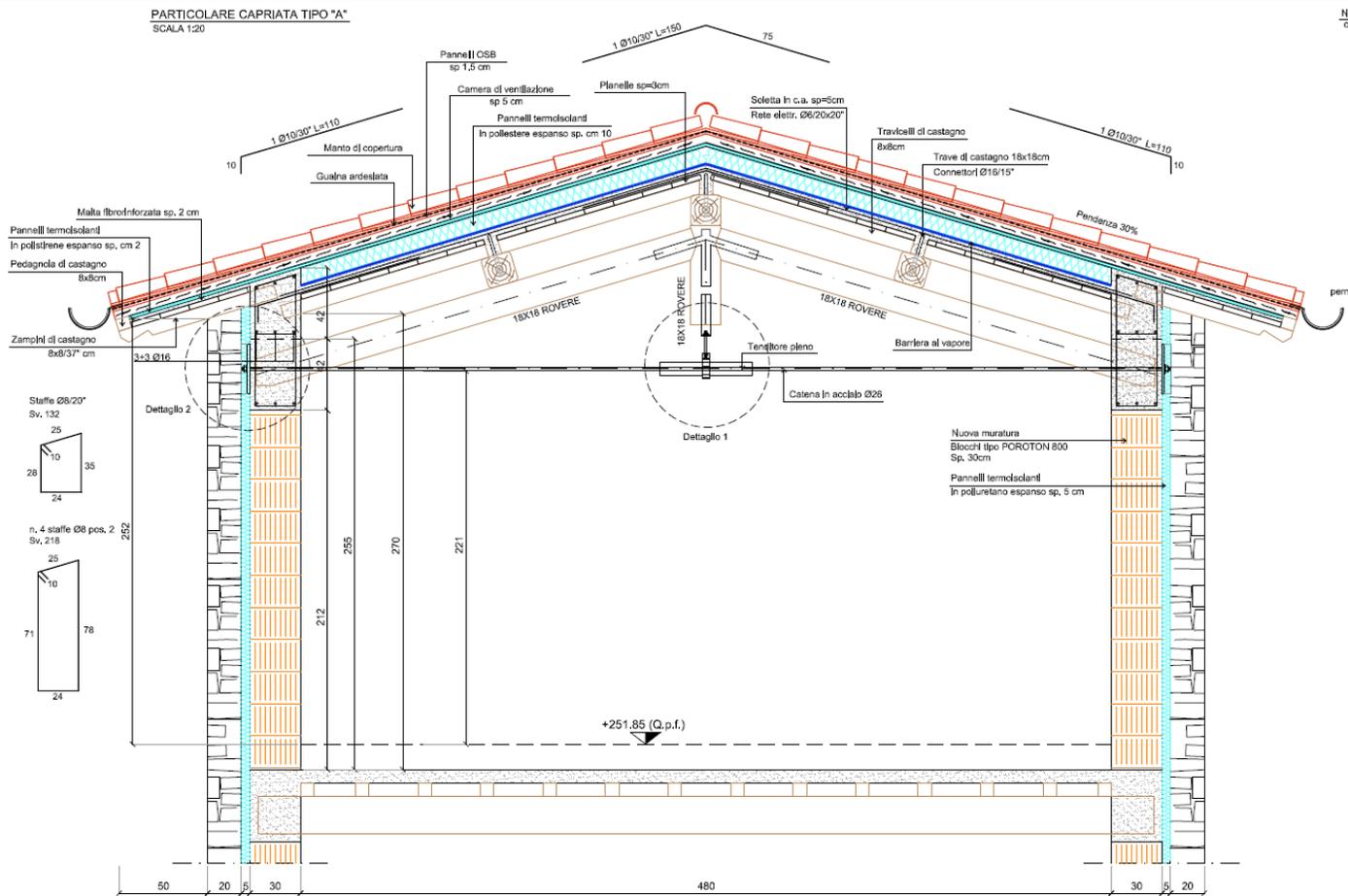


**ESEMPIO:  
ADEGUAMENTO/NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA**

# ESEMPIO ADEGUAMENTO / NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



# ESEMPIO ADEGUAMENTO / NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



## ESEMPIO ADEGUAMENTO / NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



## ESEMPIO ADEGUAMENTO /NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



## ESEMPIO ADEGUAMENTO /NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



## ESEMPIO ADEGUAMENTO /NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



# ESEMPIO ADEGUAMENTO /NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



# ESEMPIO ADEGUAMENTO / NUOVA COSTRUZIONE IN MURATURA



**ESEMPIO:  
NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO**

# ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO

## INTERVENTI ESEGUITI



**PRIMA**



**DOPO**

- RIUSO FABBRICATO RURALE
- MODIFICA E FRAZIONAMENTO UNITA' IMMOBILIARI
- MODIFICA DELLA VOLUMETRIA
- DELOCALIZZAZIONE POSIZIONE FABBRICATO



## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO



SCAVO



ARMATURA TRAVI DI FONDAZIONE



TESSITURA FERRI E PIGNATTE



PRIMO SOLAIO

## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO



PIANO TERRA



PRIMO PIANO



PIANO SECONDO



TRAVE DI COLMO

## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO



STRUTTURA PORTANTE ISOLANTE IN LEGNO  
(SPESS. 12,50 cm.) + RIVESTIMENTO A CAPPOTTO



RISCALDAMENTO RADIANTE ELETTRICO A PAVIMENTO



TETTO VENTILATO ED ISOLATO



PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA

## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN LEGNO



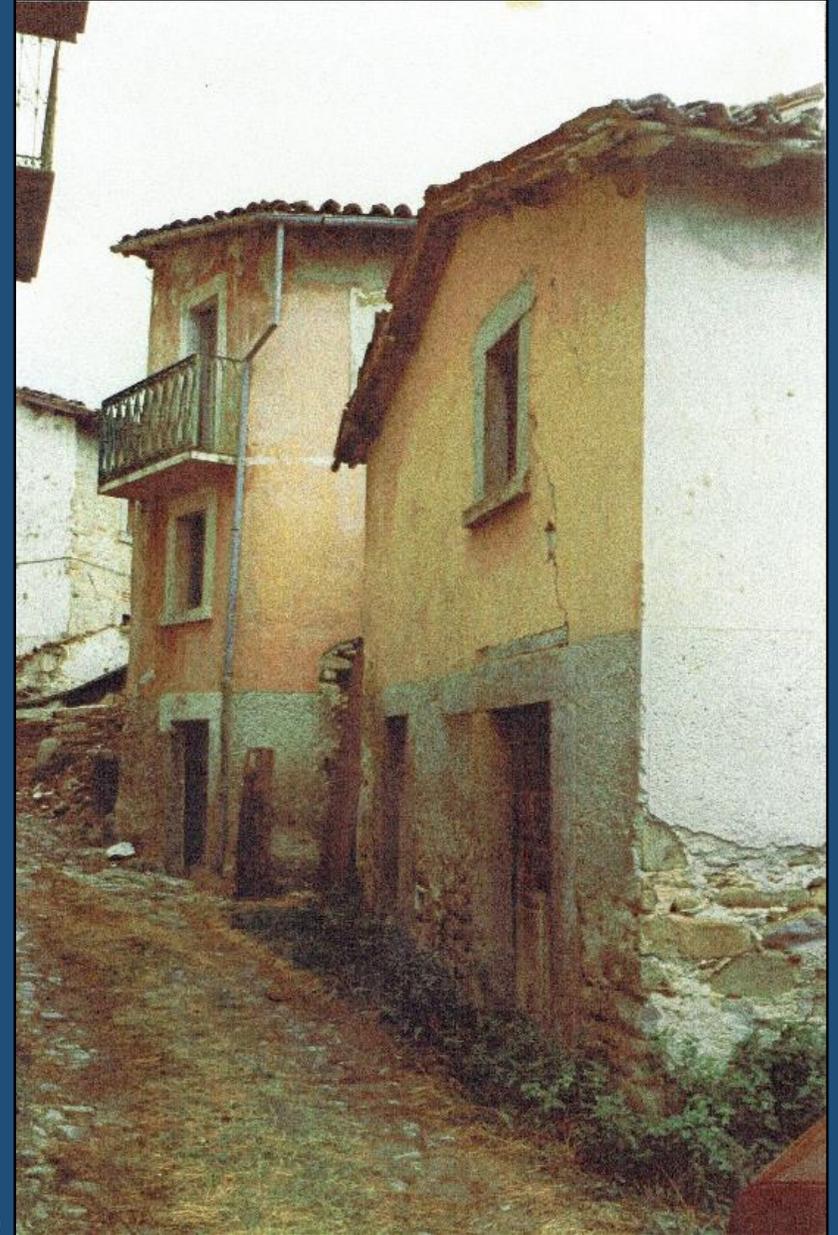
- GRONDE, PLUVIALI E RIVESTIMENTO PROFILO TETTO IN RAME
- AGGETTO TETTO POGGIATO SU ESTREMITA' TRAVI
- COMIGNOLO IN ACCIAIO
- CANNA FUMARIA IN ACCIAIO COIBENTATO
- CAMINO IN FINITA PIETRA INCOLLATA SU PANNELLI PREFINITI
- BALCONE CON TAVOLATO E PARAPETTO IN LEGNO
- SPORTELLI ALLA MERCANTILE ESTERNI
- ZOCCOLATURA, CAMMINAMENTO ESTERNO E IMBOTTI RIFINITI IN PIETRA ARENARIA

**ESEMPIO:  
NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO**

## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO

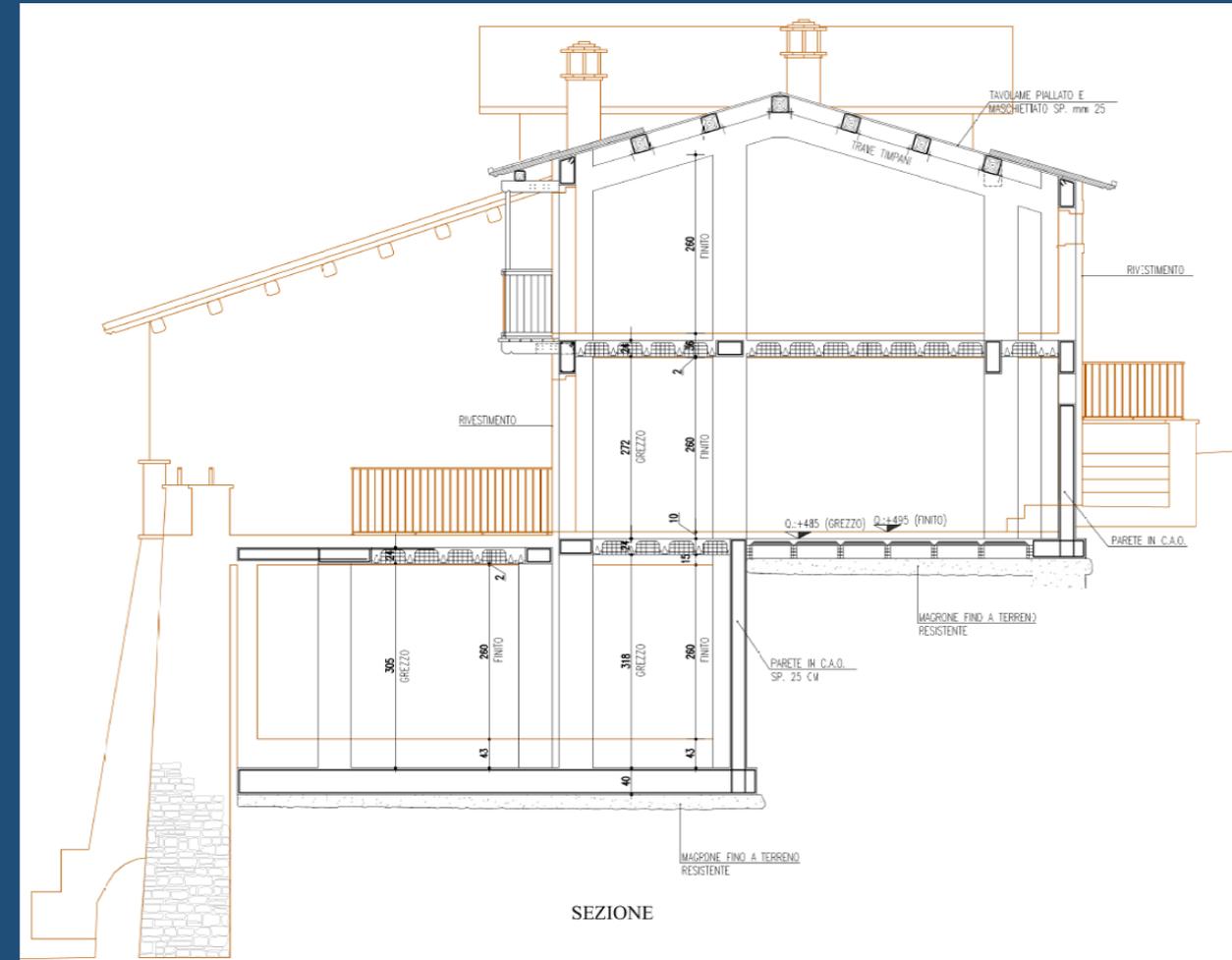
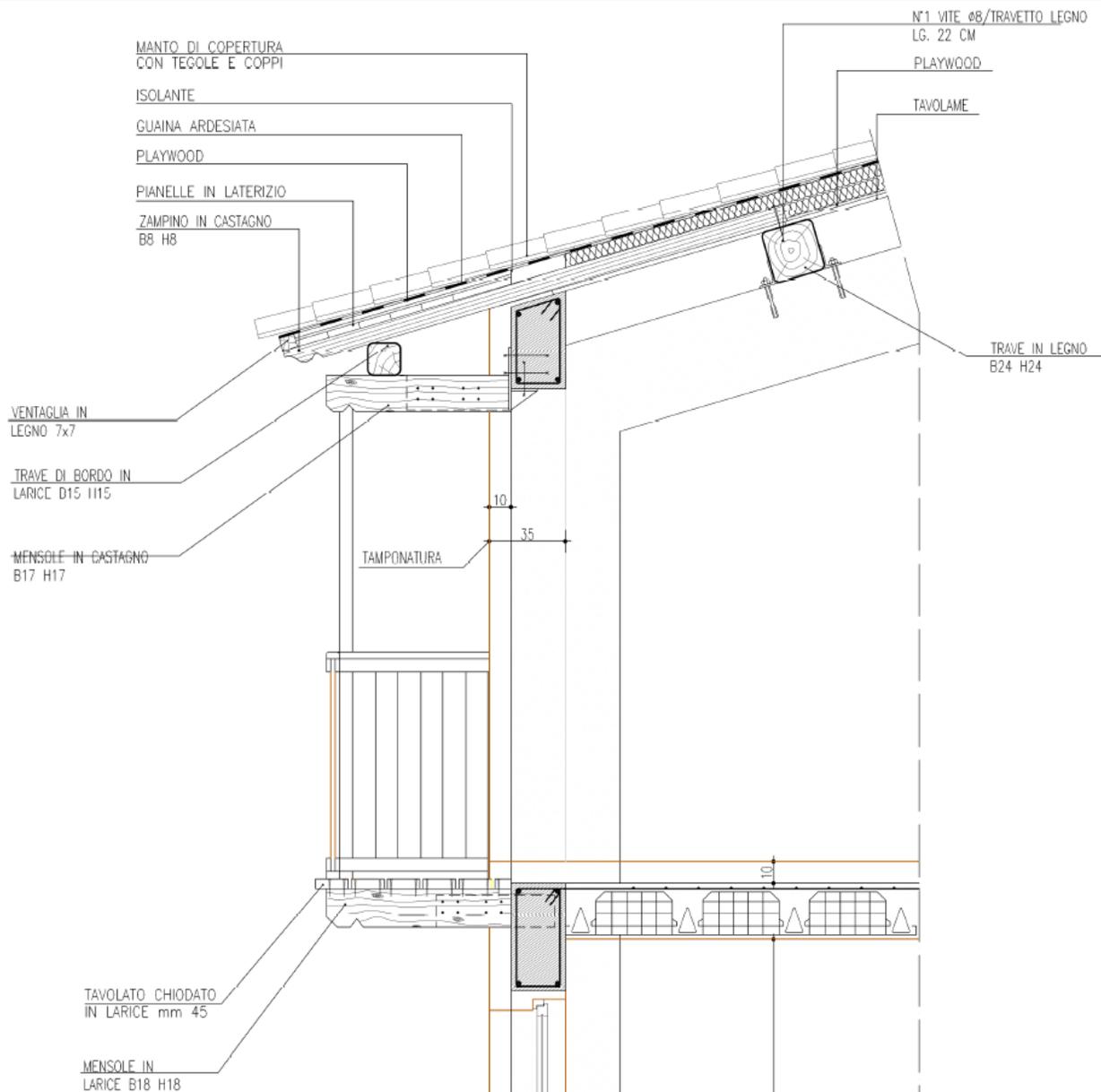


Vecchio edificio visto dalla Provinciale



Vecchio edificio visto dal vicolo

# ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



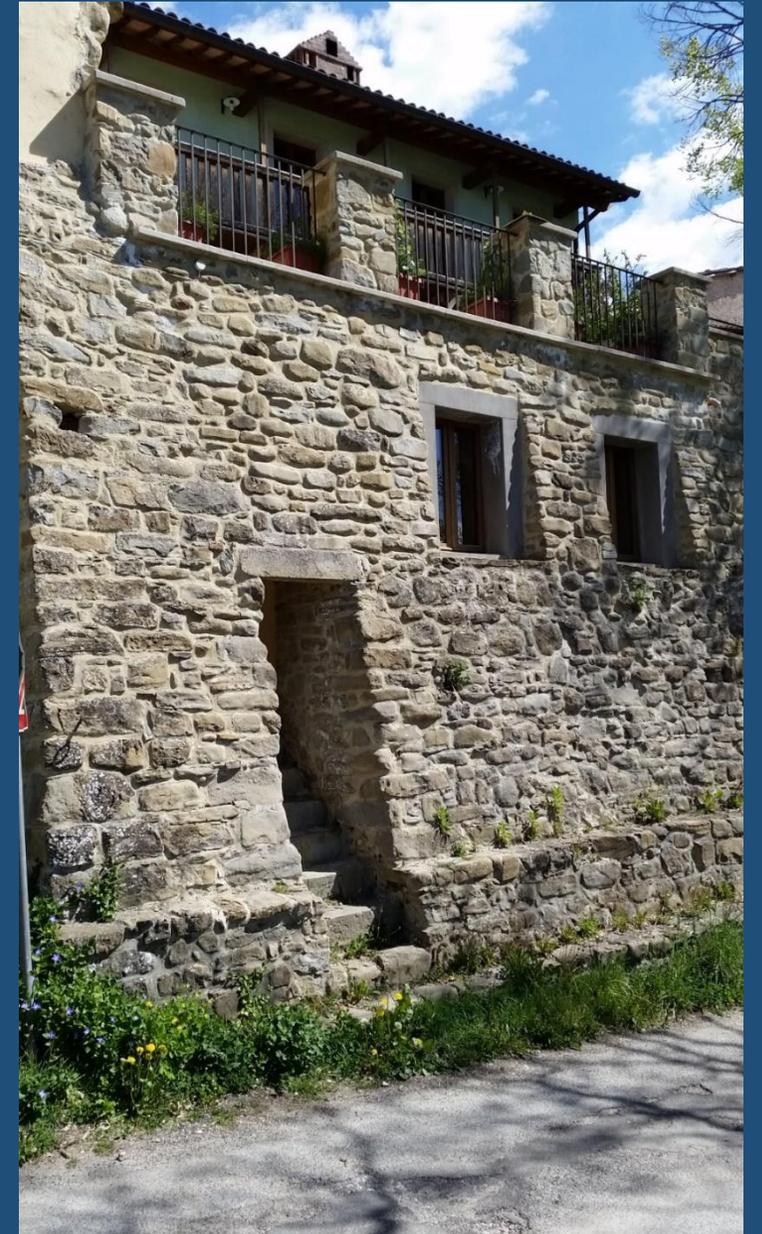
## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



## ESEMPIO: NUOVA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO



# CONCLUSIONI

## 1) Chi decide cosa va demolito e ricostruito e cosa va adeguato/migliorato sismicamente?

I decreti attuativi metteranno dei vincoli (di natura prestazionale ed economica) in questo senso. Il singolo progettista potrà propendere per l'una o l'altra ipotesi, ma a decidere veramente è lo stato attraverso i decreti attuativi.

## 2) Quale materiale per ri-costruire è il migliore?

Non esiste un materiale, a priori, migliore o più «antisismico» di un altro!

Ogni materiale ha pregi e difetti. Ogni materiale progettato correttamente secondo le NTC2008 e correttamente eseguito ha lo stesso grado di sicurezza rispetto ad un altro.

La scelta di un materiale piuttosto che un altro dipende da motivazioni tecnico/economiche.

## 3) E' possibile ricostruire in maniera architettonicamente congrua e al contempo in maniera antisismica?

Dai precedenti esempi è evidente come sia possibile grazie ad una progettazione accurata da un punto di vista architettonico e strutturale.

## 4) E' possibile ricostruire in maniera architettonicamente congrua, in maniera antisismica ad un costo sostenibile?

La quasi totalità dell'edificato di Retrosi è costituito da paramenti intonacati, pertanto i costi per riprodurre l'edificato storico (a prescindere dal materiale strutturale usato) sono assolutamente sostenibili. E' il progettista che deve avere più cura nei dettagli costruttivi e pertanto avrà dei margini di guadagno minori.

## ESEMPIO IN NEGATIVO: CIVITA DI CASCIA



## ESEMPIO IN NEGATIVO: CIVITA DI CASCIA

Conseguenze di una ricostruzione incongrua da un punto di vista architettonico e paesaggistico:

- Si massimizza il guadagno del progettista/tecnico incaricato!!!

