

OSSERVATORIO APPALTI PROVINCIA DI MODENA

**"MIGLIORAMENTO SISMICO DI EDIFICI:  
NUOVE TENDENZE DI INTERVENTO E  
INTRODUZIONE ALLA RISPOSTA SISMICA"**

MODENA  
22 novembre 2018

Antonio Perretti

**PARTE I**

1

**Parte I**

-Introduzione - 'Nuove' tendenze di MS - quadro normativo  
-Miglioramento sismico MS con interventi 'convenzionali'

**Parte II**

-Glossario minimo di ingegneria sismica  
-Interventi esterni non convenzionali - Isolamento sismico

**Parte III**

- ANAMNESI e INTERVENTI SU FABBRICATI  
n.1 - MS con intervento esterno  
n.2 - esame fabbricato ante operam

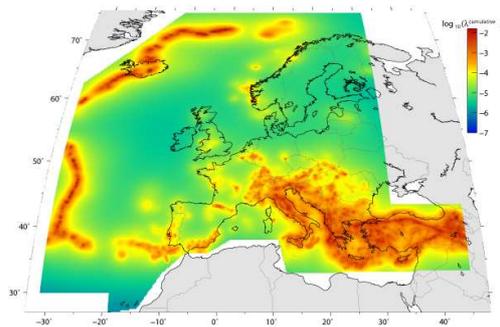
**Parte IV**

-ANAMNESI e INTERVENTI SU FABBRICATI  
n.3 - MS con intervento INTERNO  
n.4 - AS AMPLIAMENTO fabbricato

Discussione conclusiva

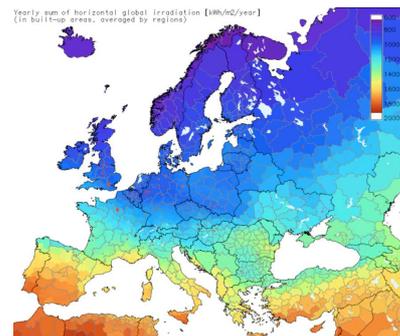
2

**Mappa sismica europea**



3

**Mappa irraggiamento europea**



4

**Codice dei contratti pubblici**  
d.lgs. 18 aprile 2016, n.50 e succ.

**Norme tecniche per le costruzioni**  
NTC 2018 del 17/01/2018

**Sisma-bonus** - d.m.58 del 28/02/2017  
Legge di Bilancio 2019

**Eco-bonus**  
Legge di Bilancio 2019

5

**Art. 23. Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi** - include modifiche introdotte dal DLgs 56-2017 in vigore dal 20-5-2017

[...]

4. **La stazione appaltante**, in rapporto alla specifica tipologia e alla dimensione dell'intervento, **indica le caratteristiche, i requisiti e gli elaborati progettuali necessari per la definizione di ogni fase della progettazione.** È consentita, altresì, l'omissione di uno o di entrambi i primi due livelli di progettazione, purché il livello successivo contenga tutti gli elementi previsti per il livello omesso, salvaguardando la qualità della progettazione.

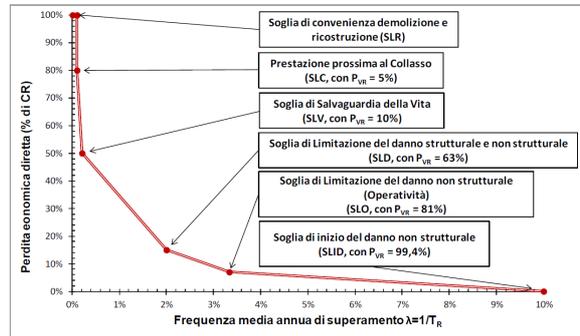
5. Il progetto di fattibilità tecnica ed economica individua, **tra più soluzioni**, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire. ....

..... il progettista incaricato sviluppa, nel rispetto dei contenuti del documento di indirizzo alla progettazione e secondo le modalità indicate dal decreto di cui al comma 3, tutte le indagini e gli studi necessari per la definizione degli aspetti di cui al comma 1, nonché elaborati grafici per l'individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare e le relative stime economiche, ivi compresa la scelta in merito alla possibile suddivisione in lotti funzionali. ....

**Art. 23. Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi** - include modifiche introdotte dal D.lgs 56-2017 in vigore dal 20-5-2017

6. Il progetto di fattibilità è redatto sulla base dell'aver avuto svolgimento di indagini geologiche e idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, geotecniche, sismiche, storiche, paesaggistiche ed urbanistiche, di verifiche preventive dell'interesse archeologico, di studi preliminari sull'impatto ambientale e evidenzia, con apposito adeguato elaborato cartografico, le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia deve, **altresì, ricomprendere le valutazioni ovvero le eventuali diagnosi energetiche dell'opera in progetto, con riferimento al contenimento dei consumi energetici e alle eventuali misure per la produzione e il recupero di energia anche con riferimento all'impatto sul piano economico-finanziario dell'opera; indica, inoltre, le caratteristiche prestazionali, le specifiche funzionali, le esigenze di compensazioni e di mitigazione dell'impatto ambientale, nonché i limiti di spesa, calcolati secondo le modalità indicate dal decreto di cui al comma 3, dell'infrastruttura da realizzare ad un livello tale da consentire, già in sede di approvazione del progetto medesimo, salvo circostanze imprevedibili, l'individuazione della localizzazione o del tracciato dell'infrastruttura **nonché delle opere compensative o di mitigazione dell'impatto ambientale e sociale necessarie.****

**Sisma bonus**

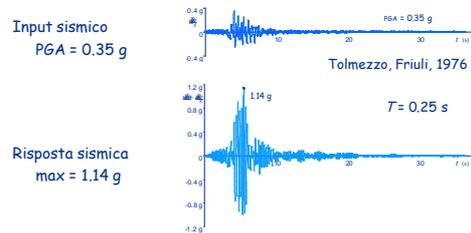


**Tecniche convenzionali di progettazione**

- La pratica convenzionale assume che le strutture siano vincolate alla fondazione in maniera da non avere spostamenti relativi rispetto ad essa (strutture a base fissa)
- Le caratteristiche dinamiche di tali strutture sono determinate dalle caratteristiche generali del sistema strutturale (materiali strutturali, tipologia strutturale, elementi non strutturali, ecc.)

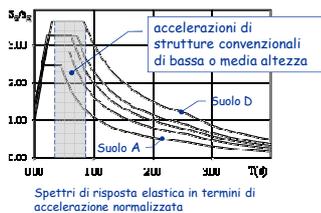
**Tecniche convenzionali di progettazione**

- Strutture a base fissa - (problema della risonanza)
- Da tali caratteristiche scaturiscono, per edifici di bassa o media altezza, risposte sismiche elevate



**Tecniche convenzionali di progettazione**

- Strutture a base fissa
- Da tali caratteristiche scaturiscono, per edifici di bassa o media altezza, risposte sismiche elevate



**Tecniche convenzionali di progettazione**

- La pratica convenzionale assume che le strutture siano vincolate alla fondazione in maniera da non avere spostamenti relativi rispetto ad essa (strutture a base fissa)
- Le strutture convenzionali non possono essere progettate per rimanere elastiche durante eventi sismici di notevole intensità
- La comune pratica tecnica prevede che esse siano progettate in modo tale da sviluppare danni "controllati" in occorrenza di eventi sismici

### Tecniche convenzionali di progettazione

- Danni ad elementi strutturali e non



13

### Tecniche convenzionali di progettazione

- Danni ad elementi strutturali



14

### 'Nuove' tendenze di intervento: la 'grande' famiglia degli interventi esterni o con esoscheletri



15

### Citè du Grand Parc - Bordeaux, Francia Lacaton e Vassal, 2016



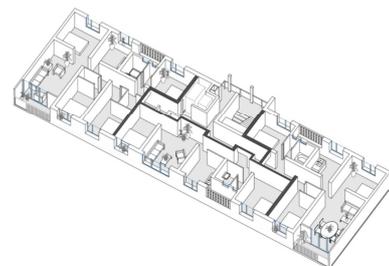
### Citè du Grand Parc - Francia



17

### Citè du Grand Parc - Bordeaux, Francia Lacaton e Vassal, 2016

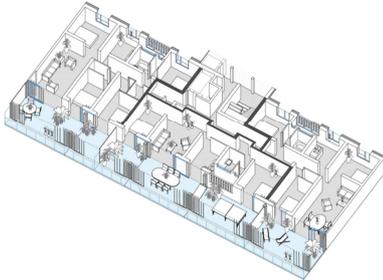
EXISTANT / Étage courant H et I



18

## Citè du Grand Parc - Bordeaux, Francia Lacaton e Vassal, 2016

PROJET / Étage courant H et I / Extensions



9



Fonte: prof. Giovanni Pizzari - UNIBS

20



Fonte: prof. Giovanni Pizzari - UNIBS

21

Exterior steel infill shear truss seismic retrofit of reinforced concrete dormitory, University of California, Berkeley 2004.



22

## Centro commerciale Matsuya Tokyo, 2006



23

## Takashimadaira Danchi Muji - Tokyo, 2009



24

Takashimadaira Danchi  
Muji - Tokyo, 2009



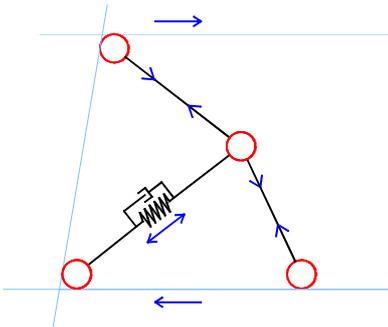
25

Takashimadaira Danchi - Tokyo



26

Takashimadaira Danchi  
Muji - Tokyo, 2009

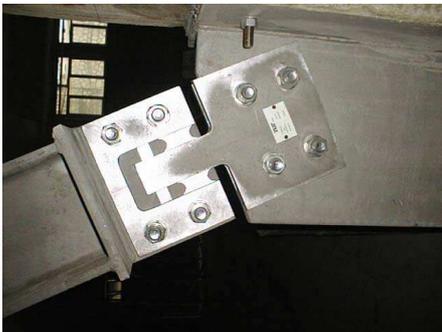


Scuola Domiziano Viola - Potenza



Ing. Gerardo Aniello Ruocco

Scuola Domiziano Viola - Potenza



29

Scuola media Gentile-Fermi di Fabriano



30

Liceo Benedetto Croce di Avezzano, 2012

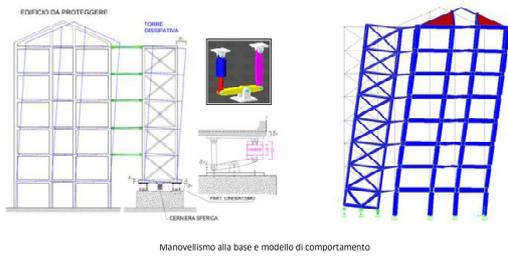


Brevetto dell'ing. Alessandro Balducci

Liceo Varano di Camerino, 2013



Liceo Varano di Camerino, 2013



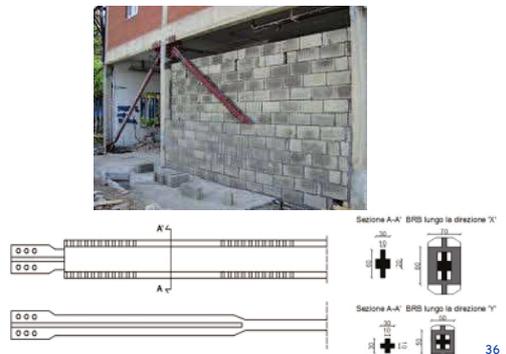
Palazzina uffici di Crevalcore  
Teleios, 2012-2014



Palazzina uffici di Crevalcore



BRB



**Miglioramento Sismico Centro Sociale Rio Saliceto**  
studio CPR -Novellara (RE)



**N. Foster - New York**  
**Sede centrale Heats, 2000-2006**



**N. Foster - Londra**



**R. Piano - R. Rogers - Parigi**

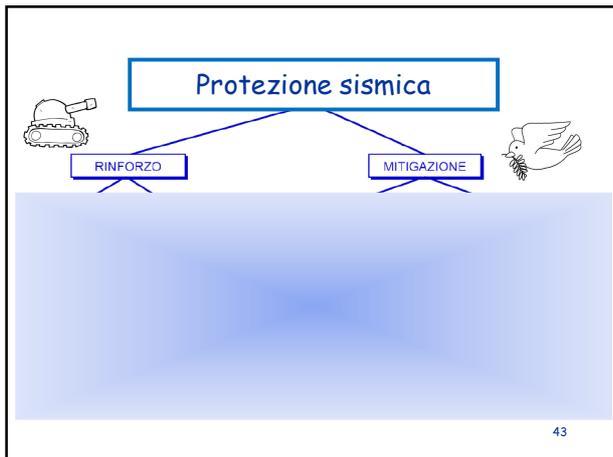


**Zaha Hadid - Morpheus hotel - Cina**



**Zaha Hadid - tower trio - Australia**





## La progettazione di un intervento di miglioramento sismico

- **MIGLIORAMENTO SISMICO DEL TESSUTO EDILIZIO COSTRUITO**

MACRO AREE

- 1- M.S. post sisma su edifici danneggiati in tutte le componenti: strutture - finiture - impianti
- 2- M.S. ante sisma su edifici 'agibili'

44

## Approccio metodologico

- **Anamnesi della struttura: Analisi storico - critica**
  - ricerca archivistica per ricostruire la storia edificatoria della struttura
- **Sviluppo storico (anche del quartiere)**
  - a meno che non si tratti di edificio isolato, occorre acquisire informazioni sugli aspetti urbanistici che hanno condizionato e guidato lo sviluppo
- **Storia sismica**
  - Verificare se e quanti terremoti abbia subito; questo consente di valutarne il funzionamento, a patto che non siano stati modificati, in maniera significativa, la configurazione strutturale e le caratteristiche dei materiali costruttivi

45

## Rilievo

- **Conoscenza della geometria esterna**
  - rappresentando anche le modificazioni desunte dall'analisi storico - critica
- **Conoscenza dei dettagli costruttivi**
- **Individuazione dell'organismo resistente della costruzione**
  - tenendo in considerazione lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi
- **Caratteristiche del sito e del suolo**

46

## Diagnosi della struttura

- **Assegnazione delle caratteristiche elastiche e meccaniche**
  - indagini diagnostiche strutturali
- **Individuazione dei livelli di conoscenza**
  - definizione del Fattore di Confidenza FC
- **Proposta di ulteriori indagini per il raggiungimento di un livello di conoscenza**
  - tenendo in considerazione lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi
- **Categorie d'intervento**
  - adeguamento/miglioramento/riparazione o intervento locale

47

## Categorie d'intervento

- **Interventi di adeguamento**
  - la valutazione della sicurezza è finalizzata a stabilire se la struttura è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC, con il grado di sicurezza richiesto dalle stesse.
  - non è, in generale, necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi valide per le costruzioni nuove, purché siano garantite comunque le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità previste per i vari stati limite.

48

## Categorie d'intervento

- **Interventi di miglioramento**
  - la valutazione della sicurezza è finalizzata a determinare l'entità massima delle azioni cui la struttura può resistere con il grado di sicurezza richiesto.
  - la valutazione della sicurezza riguarderà, necessariamente, la struttura nel suo insieme, oltre che i possibili meccanismi locali.
  - tutti gli interventi che fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali, migliorando così il comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche,

49

## Categorie d'intervento

- **Interventi di riparazione locale**
  - riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura
  - sostituzione di coperture e solai, solo a condizione che ciò non comporti una variazione significativa di rigidezza nel proprio piano
  - interventi di ripristino o rinforzo delle connessioni tra elementi strutturali diversi
  - sostituzione o rafforzamento localizzato di un elemento strutturale

50

## Costruzioni esistenti in c.a.

Si distinguono 3 livelli di conoscenza:

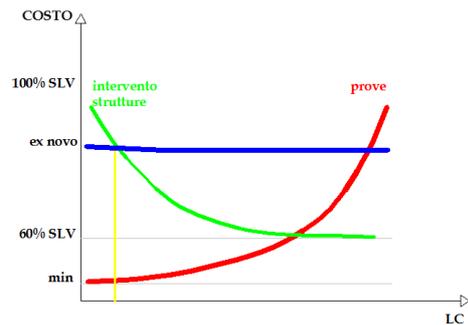
- LC1: Conoscenza Limitata.
- LC2: Conoscenza Adeguata.
- LC3: Conoscenza Accurata.

Il livello di conoscenza determina:

- il metodo di analisi
- i valori dei fattori di confidenza FC

51

## Costruzioni esistenti in c.a. costo dell'intervento



52

## Costruzioni esistenti in c.a.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- geometria: le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- dettagli strutturali per il c.a.: la quantità e disposizione delle armature, il passo delle staffe e la loro chiusura,
- dettagli strutturali per l'acciaio: i collegamenti, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti
- materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

53

## Costruzioni esistenti in c.a.

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1 Limitata		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2 Adeguata	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3 Accurata		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

54

## Costruzioni esistenti in c.a.

Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo (dei dettagli costruttivi) (a)	Prove (sui materiali) (b)(c)
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

55

## Indagini diagnostiche strutturali

- Rilievo dei dettagli strutturali
  - saggi a vista
  - prove pacometriche
  - indagini termografiche ad infrarossi
- Caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali
  - prelievo e prove di trazione sulle barre di armatura
  - Prove distruttive con carotaggio e valutazione della resistenza a compressione
  - prove non distruttive con sclerometro, ultrasoni, metodo combinato sonreb

56

in realtà cosa accade?...  $F_c=!!!$



57

in realtà cosa accade?...  $F_c=!!!$



58

in realtà cosa accade?...  $F_c=!!!$



in realtà cosa accade?...  $F_c=!!!$





