



# Strutture ed energia

## Integrazione di analisi, metodi, progettazione

prof. Nicola Bianco  
Coordinatore CdL Magistrale  
Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente  
Università degli Studi di Napoli Federico II

Indice della presentazione

- Criticità del parco edilizio italiano
- **Criticità del territorio italiano**
- I due temi: l'edilizia nuova e le riqualificazioni
- **I due temi: energia e strutture**
- Approccio integrato: un'applicazione e qualche considerazione



## CRITICITA' DEL PARCO EDILIZIO ITALIANO

Il parco edilizio italiano è antico o, se letto in chiave negativa, vetusto. Meno del 10% degli edifici è stato costruito dopo il 1991.

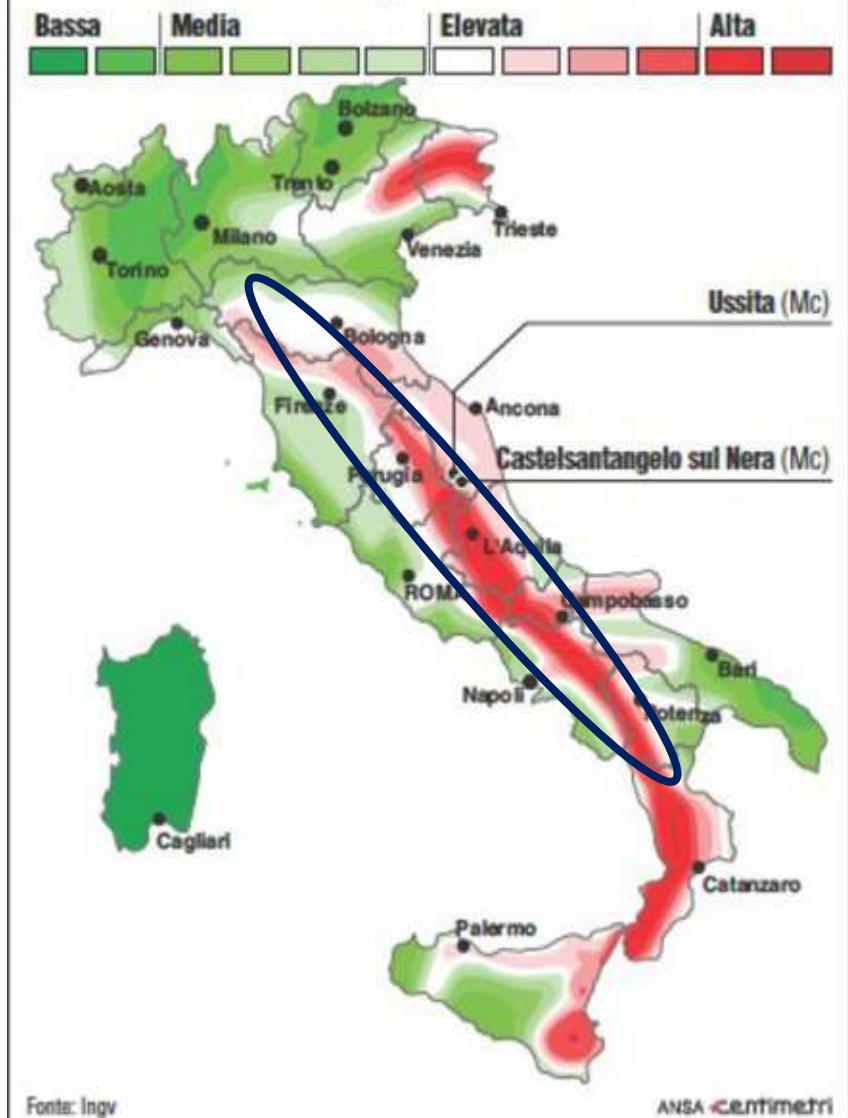
1. **Gli edifici in muratura portante e quelli costruiti durante il boom edilizio post seconda guerra mondiale non presentano né attenzione alla prestazione energetica né alla sicurezza strutturale in caso di evento sismico.**
2. **La varietà di zone climatiche (da 600 a oltre 3000 gradi giorno invernali, ad esempio) non consente interventi di riqualificazione validi sull'intero territorio nazionale.**
3. **Il rischio di eventi sismici è molto elevato, sull'intero territorio nazionale, con un'estesa area di particolare pericolosità rappresentata dalla dorsale appenninica.**

Prima del 1919	3.893.567
Dal 1919 al 1945	2.704.969
Dal 1946 al 1961	4.333.882
Dal 1962 al 1971	5.707.383
Dal 1972 al 1981	5.142.940
Dal 1982 al 1991	3.324.794
Dopo il 1991	2.161.345
<b>Totale</b>	<b>27.268.880</b>

## CRITICITA' DEL TERRITORIO ITALIANO



## La mappa della pericolosità sismica







## I DUE TEMI: EDILIZIA NUOVA E RIQUALIFICAZIONE

In particolare, **come drammaticamente evidenziato nei primi anni del nuovo millennio**, la dorsale appenninica presenta rischi elevati per quanto concerne la sicurezza strutturale e, allo stesso tempo, condizioni climatiche che richiedono un'attenta progettazione anche della efficienza energetica.



## I DUE TEMI: L'EDILIZIA NUOVA E LA RIQUALIFICAZIONE

Considerando **il basso turn-over dell'edilizia italiana**, con un rinnovamento (demolizione e ricostruzione o nuova costruzione), **compreso tra il 1-2.5%/anno**, oltre a nuovi edifici altamente performanti sia per quanto concerne la sicurezza strutturale che relativamente alla efficienza energetica, **È NECESSARIO INTERVENIRE SULL'ESISTENTE.**

**Con delle priorità**







## I DUE TEMI: ENERGIA E STRUTTURE

### EUROPA

### ENERGIA

Direttiva Europea EPBD 2002/91/EU sulla prestazione energetica degli edifici.

Direttiva Europea EPBD Recast 2010/31/EU sulla prestazione energetica degli edifici (aggiornamento).

Direttiva Europea 2012/27/EU sulla prestazione energetica degli edifici.

### ITALIA

D.lgs. 192/2005 e 311/2006 di recepimento EPBD

D.P.R. 59/2009 (prescrizioni) e DM 26/06/2009 Linee Guida Certificazione Energetica.

D.Lgs 63/2013 e L. 90/2013 recepimento metodo cost-optimal e nuovi requisiti nZEB.

DM. 26/06/2015. Requisiti minimi costruzioni.

### STRUTTURE

### EUROPA

- Eurocodice 0: indicazioni di base per uso metodo semiprobabilistico, stati limite, fattori di sicurezza.
- Eurocodice 1: calcolo sulle strutture, carichi, folla, neve, vento, incendio, ponti.
- Eurocodice 2: strutture in calcestruzzo, non armato, armato, precompresso
- Eurocodice 3: strutture in acciaio.
- Eurocodice 4: strutture miste acciaio-calcestruzzo.
- Eurocodice 5: strutture in legno strutturale.
- Eurocodice 6: muratura portante
- Eurocodice 7: geotecnica, fondazioni, opere di sostegno.
- Eurocodice 8: problemi sismici e strutture
- Eurocodice 9: strutture in alluminio.

### ITALIA

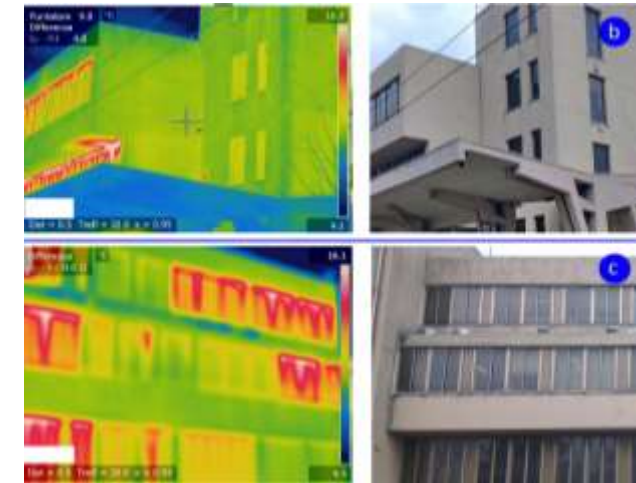
NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008

## I DUE TEMI: ENERGIA E STRUTTURE

### OPPORTUNITA'

Principalmente con riferimento al retrofit, e quindi all'intervento sull'esistente, è chiaro che una progettazione integrata consente, oltre che maggiore efficacia, riduzione dei costi, principalmente per quanto riguarda:

1. **INDAGINI DELLE CRITICITA'**
2. **OPERE PROVISIONALI**
3. **OPERE A SUPPORTO** (demolizione intonaci, messa a nudo strutture, etc.)



### DIFFERENZE

Il risparmio energetico ottenibile, a valle di un processo di riqualificazione, è calcolato con metodo **DETERMINISTICO** (implica un vantaggio sicuro). **Accadrà.**

Un evento disastroso o comunque tale da richiedere una messa in sicurezza strutturale, in chiave antisismica, è un evento **PROBABILISTICO**. **Può accadere.**

## I DUE TEMI: ENERGIA E STRUTTURE

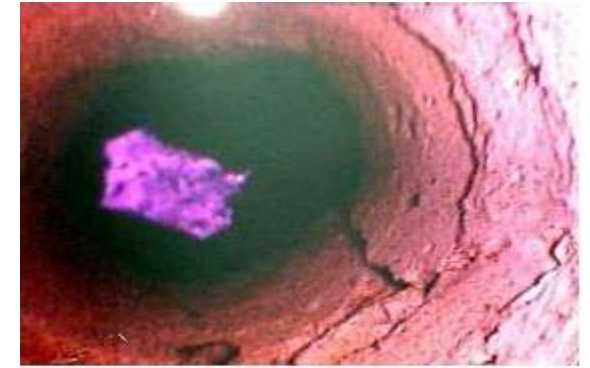
### ESEMPI su un edificio in muratura portante

Un **carotaggio** dà informazioni sulle stratigrafie dell'involucro edilizio, così come un'**endoscopia**.

Ciò può essere d'aiuto sia nella valutazione della trasmittanza termica (e quindi calcolo di eventuali spessori di isolanti termici), sia nella risposta strutturale dell'edificio, pensando, ad esempio, ad una muratura portante

**Una termografia** dà informazioni qualitative sulla omogeneità di una parete, sia in chiave di lettura dei ponti termici, sia in chiave di possibile coesistenza di murature in composizione diversa (lapillo, tufo, strutture a sacco).

La **rimozione di un intonaco**, volta ad un intervento di minimo consolidamento, quale il rinforzo mediante reti elettrosaldate, dà la possibilità di intervenire mediante rivestimento di strato isolante.





## I DUE TEMI: ENERGIA E STRUTTURE

In precedenza abbiamo visto come un'analisi integrata possa fornire vantaggi in fase di intervento.

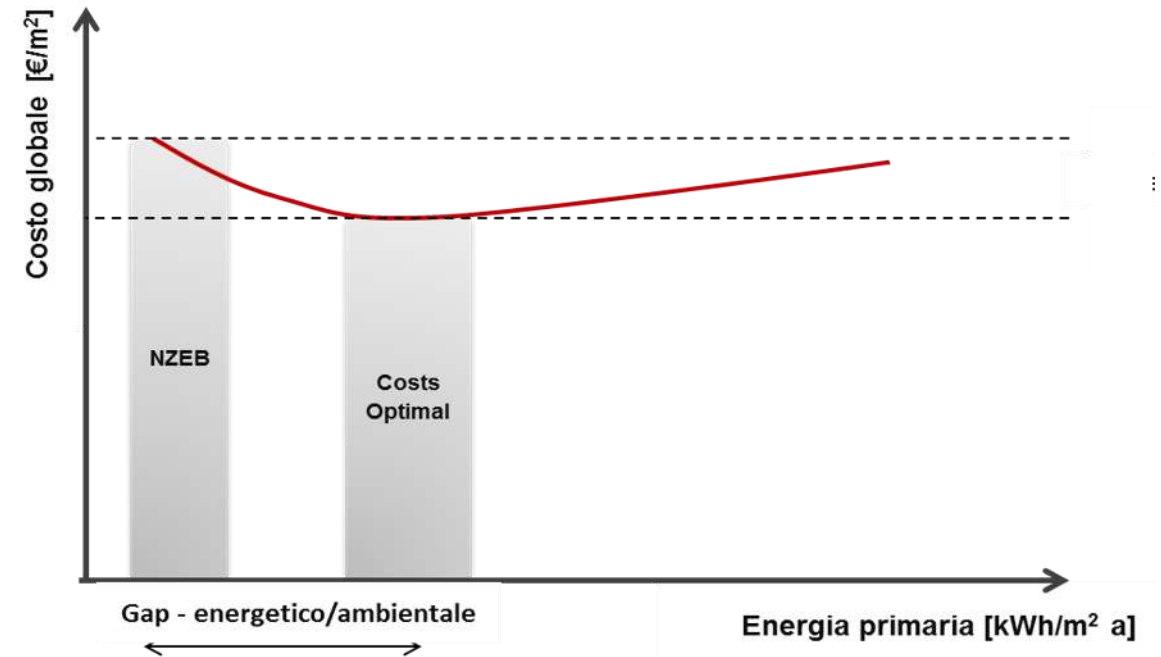
Invero, una più ampia integrazione, può fornire metodi di progettazione con molte più ampie potenzialità. Come detto, una barriera è il differente approccio:

- Un risparmio energetico a valle di un intervento di retrofit dell'involucro è **DETERMINABILE**
- Un evento sismico **NON SI PUÒ PREVEDERE**

**QUALE PUO' ESSERE IL DENOMINATORE COMUNE?**

**GUARDARE L'EDIFICIO NEL SUO INTERO CICLO DI VITA**

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$





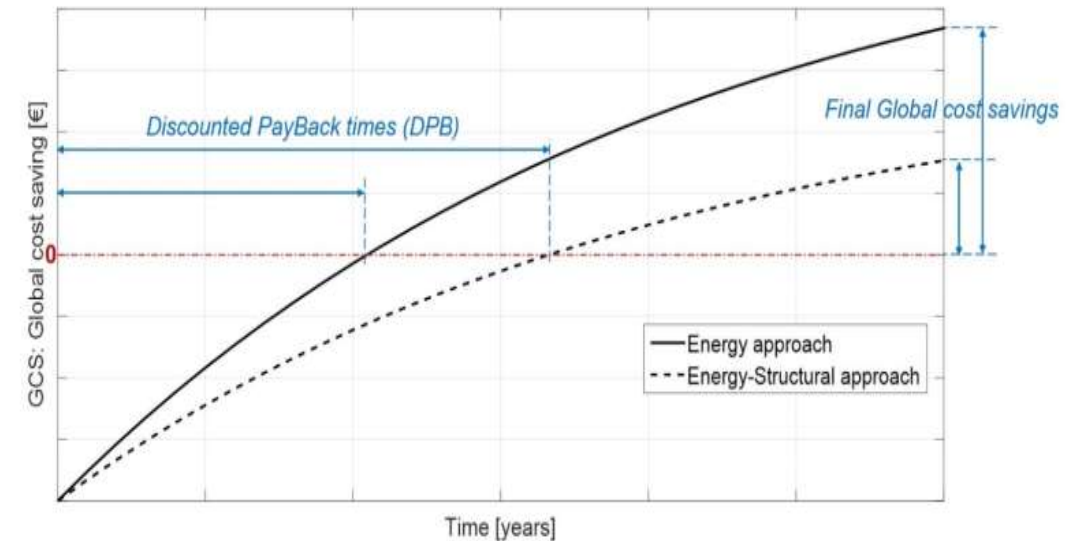
I DUE TEMI: ENERGIA E STRUTTURE

In particolare, **partendo dal concetto di costo-ottimale**, attraverso procedure di ottimizzazione, si identificano le soluzioni di retrofit energetico e **la loro incidenza sulle perdite economiche** attese a seguito di danno sismico.

In tal modo, la perdita economica sismica stimata, associata a ciascuna soluzione ottimale di retrofit energetico, è influenzata dalla **localizzazione e dalla sicurezza strutturale dell'edificio**.

Pertanto, **la scelta delle misure ottimali di retrofit energetico deve essere correlata al comportamento strutturale di un edificio**, al fine di conseguire vantaggi economici e di sostenibilità affidabili.

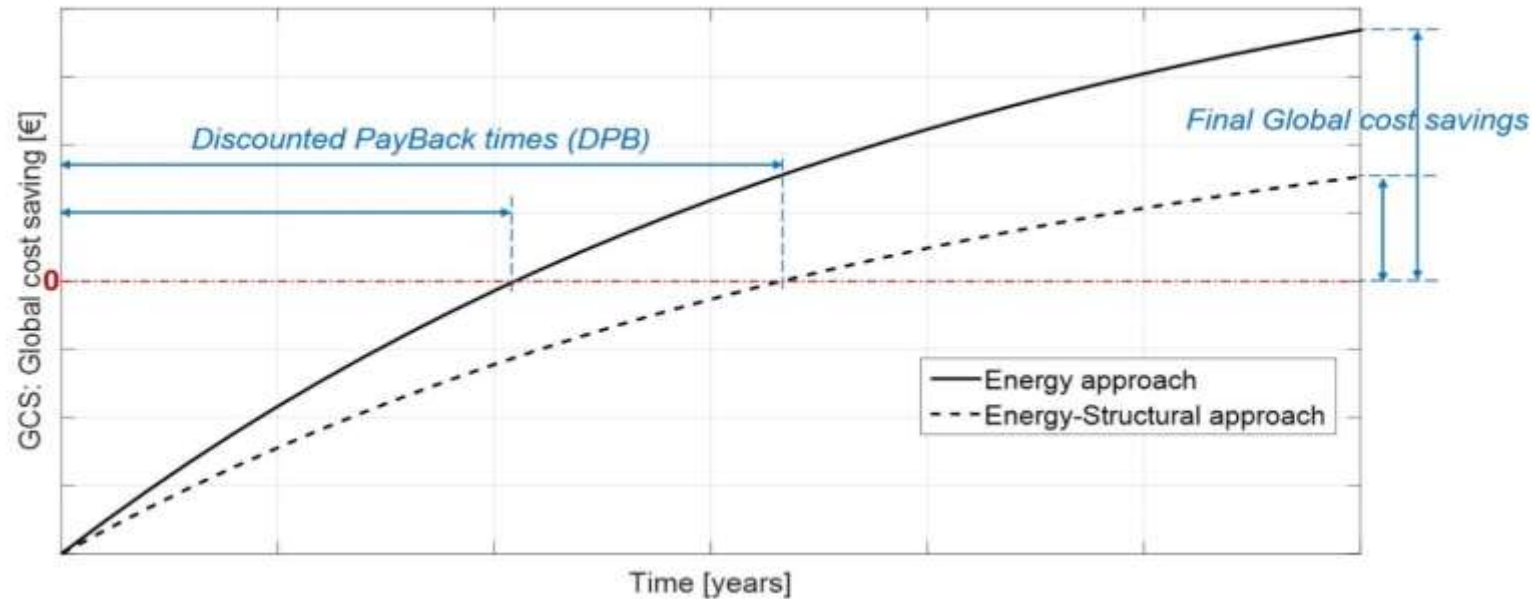
$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$





## APPROCCIO INTEGRATO: APPLICAZIONE E QUALCHE CONSIDERAZIONE

Esempio di calcolo del tempo di recupero dell'investimento per riqualificazione energetica, con o senza evento sismico

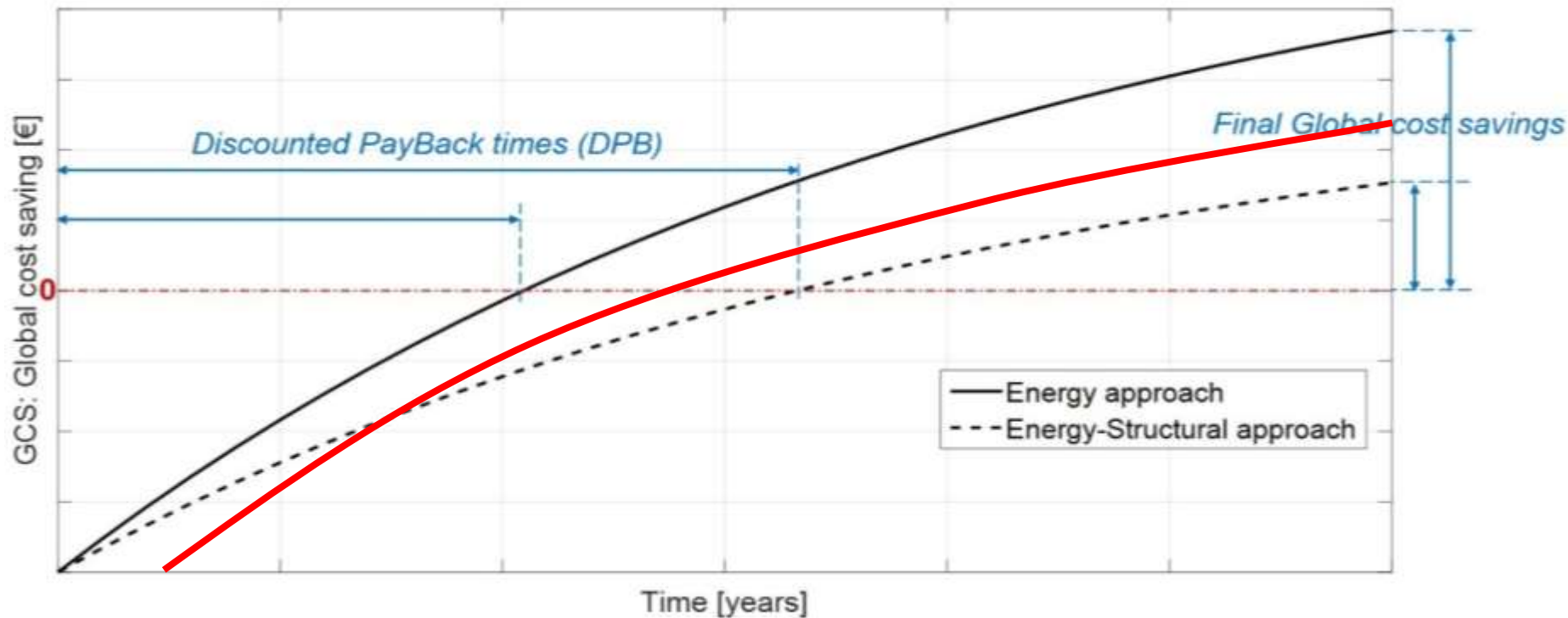


Nel calcolo della **configurazione energeticamente più conveniente** (minore costo globale o minore tempo di ritorno investimento attualizzato), **in funzione della località**, si può assumere **che vi sia un costo di distruzione/riparazione** per alcuni componenti (finestre, tamponature) che, moltiplicato per una "**probabilità di occorrenza**", determini una perdita economica, spalmata sul ciclo di vita ed anche essa attualizzata.





## APPROCCIO INTEGRATO: APPLICAZIONE E QUALCHE CONSIDERAZIONE



*Un'altra possibilità consiste nell'assumere, in fase di riqualificazione energetica, anche un costo di consolidamento strutturale.*

*Nell'analisi economica, emerge come, a fronte di una penalizzazione iniziale, in caso di evento sismico, si riduca o annulli il danno, la qual cosa implica indicatori economici più favorevoli nel ciclo di vita.*

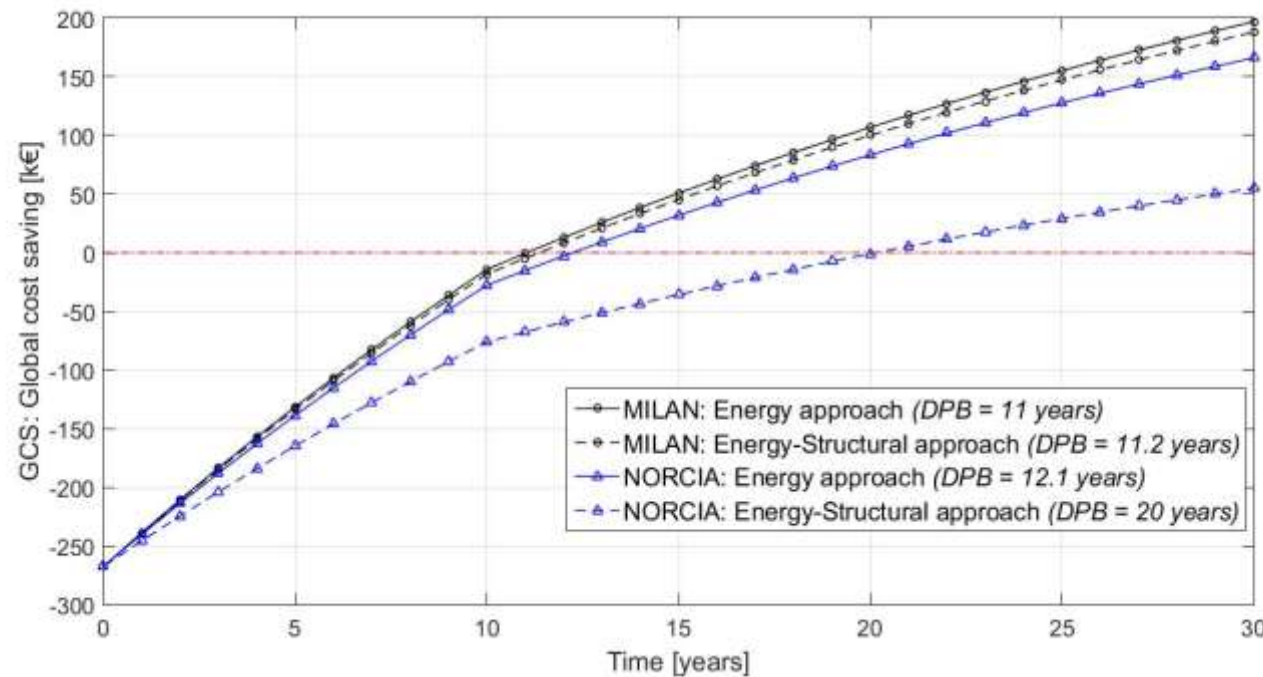
Anche in questo caso, la scelta di un approccio è legata molto alla "probabilità di **occorrenza**" di un evento che determini danno alle strutture.



## APPROCCIO INTEGRATO: APPLICAZIONE E QUALCHE CONSIDERAZIONE

Ad esempio, ipotizzando un edificio in telaio strutturale in calcestruzzo armato, da riqualificare nell'involucro edilizio e negli impianti, a parità di zona climatica, un approccio energetico-strutturale:

- 1. Determina una penalizzazione, nella valutazione dei tempi di ritorno dell'investimento, molto piccola in una zona a bassa sismicità.**
- 2. Allunga di molto i tempi di recupero dell'investimento in zone a rischio di eventi sismici.**



## APPROCCIO INTEGRATO: APPLICAZIONE E QUALCHE CONSIDERAZIONE

I grafici sopra proposti, con relativi commenti, sono ripresi da

*Nella brevità del tempo a disposizione, si è provato a sottolineare l'importanza di un approccio sistemico, date le tante peculiarità che rendono l'Italia un unicum:*

- *per complessità climatica;*
- *per costruito storico;*
- *per rischio sismico;*
- *per caratteristiche scadenti del parco edilizio, sia in termini energetici che strutturali.*

### 17<sup>th</sup> CIRIAF National Congress

*Sustainable Development, Human Health and Environmental Protection*

#### **Influence of cost-optimal energy retrofit solutions on seismic economic losses of existing buildings**

Fabrizio Ascione<sup>1</sup>, Domenico Asprone<sup>2</sup>, Nicola Bianco<sup>1</sup>, Costantino Menna<sup>2</sup>, Gerardo Maria Mauro<sup>1\*</sup>, Andrea Prota<sup>2</sup>, Giuseppe Peter Vanoli<sup>3</sup>, Umberto Vitiello<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Piazzale Tecchio 80, 80125 Napoli (Italy)

<sup>2</sup> Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Via Claudio 21, 80125 Napoli (Italy)

<sup>3</sup> Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Ingegneria, Piazza Roma 21, 82100 Benevento (Italy)





## Strutture ed energia

### Integrazione di analisi, metodi, progettazione

prof. Nicola Bianco  
Coordinatore CdL Magistrale in  
Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente  
Università degli Studi di Napoli Federico II

*Grazie per  
l'attenzione*

