

Energia e strutture: Approccio integrato per la progettazione o retrofit del parco edilizio

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

Indice

- Criticità del parco edilizio italiano
- **Criticità del territorio italiano**
- I due temi: edilizia nuova e retrofit
- **I due temi: energia e strutture**
- Approccio integrato: applicazione e considerazioni

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.

- **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.**
- **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.**
- **Il rischio di eventi sismici è molto elevato, 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
Totale	27.268.880

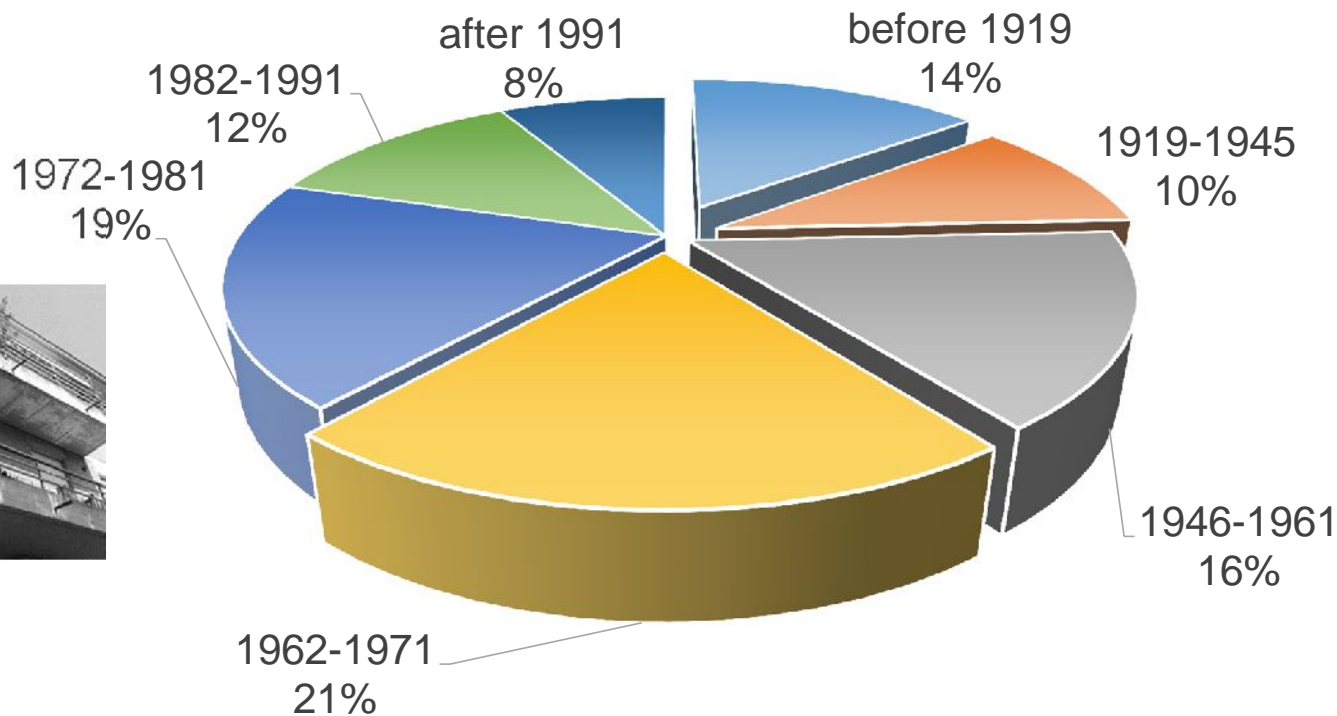
CRITICITA' DEL PARCO EDILIZIO ITALIANO

Tipologia Costruttiva



- 61.50 % - Muratura portante
- 24.66 % - Calcestruzzo armato
- 13.84 % - Altro

Anno di Costruzione



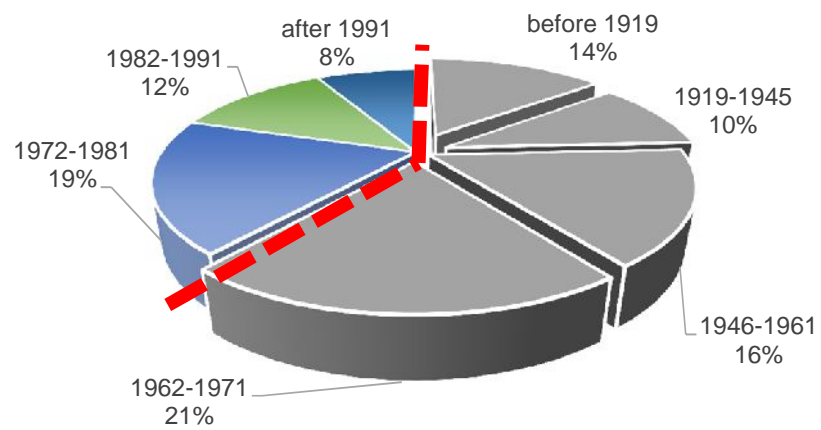
Fonte: ISTAT, 2001

CRITICITA' DEL PARCO EDILIZIO ITALIANO

Le prime disposizioni legislative e riferimenti normativi per disciplinare la corretta progettazione energetica e anti-sismica degli edifici risalgono agli anni '70:

- **1976 - 1977** - Legge 373/76 e D.M. 10/3/1977 “*Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici*” ;
- **1974** - Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974 “*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”.

Quindi, in Italia, circa il **55-60%** del parco edilizio esistente è stato costruito senza riservare alcuna attenzione a misure energetiche ed anti-sismiche.



Saperi per l'edilizia

CRITICITA' DEL TERRITORIO ITALIANO

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F



Saperi per l'edilizia

I DUE TEMI: EDILIZIA NUOVA E RETROFIT

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 energetica**.



PROGETTAZIONE ENERGETICA



SICUREZZA STRUTTURALE



I DUE TEMI: EDILIZIA NUOVA E RETROFIT

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 per quanto concerne sia la sicurezza strutturale che l'efficienza energetica,

È NECESSARIO INTERVENIRE SULL'ESISTENTE (= RETROFIT DEL PARCO EDILIZIO)... con delle priorità:



EUROPA**ENERGIA****STRUTTURE****EUROPA**

- 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.

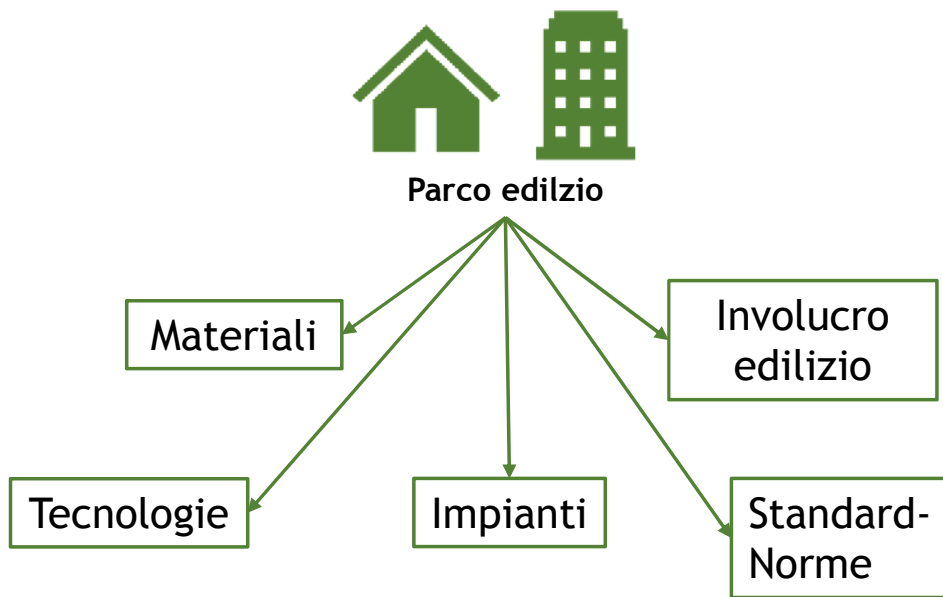
ITALIA

- 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 di recepimento metodo «cost-optimal» e nuovi requisiti «nZEB».
- DM. 26/06/2015: Requisiti minimi costruzioni.

ITALIA

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

PROGETTAZIONE - RETROFIT



APPROCCIO INTEGRATO?

ENERGIA



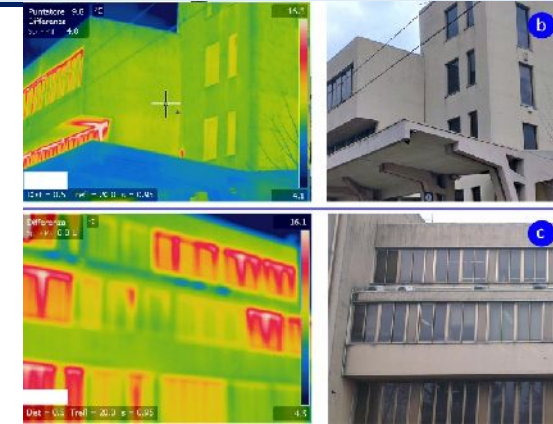
STRUTTURE



OPPORTUNITA'

Principalmente con riferimento al retrofit, 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.**

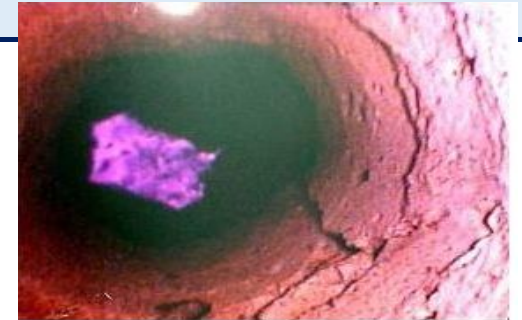
ESEMPI su un edificio in muratura portante

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.



In precedenza si è visto come un'analisi integrata implichi vantaggi in fase di intervento.

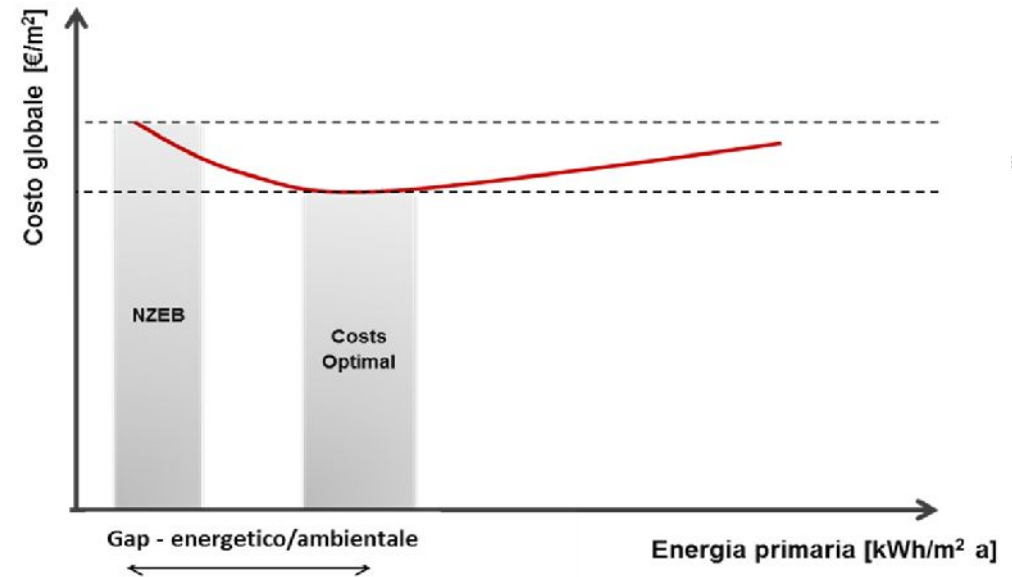
Chiaramente, una integrazione più ampia può fornire metodi di progettazione con elevate potenzialità. Come detto, una barriera è il differente approccio:

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

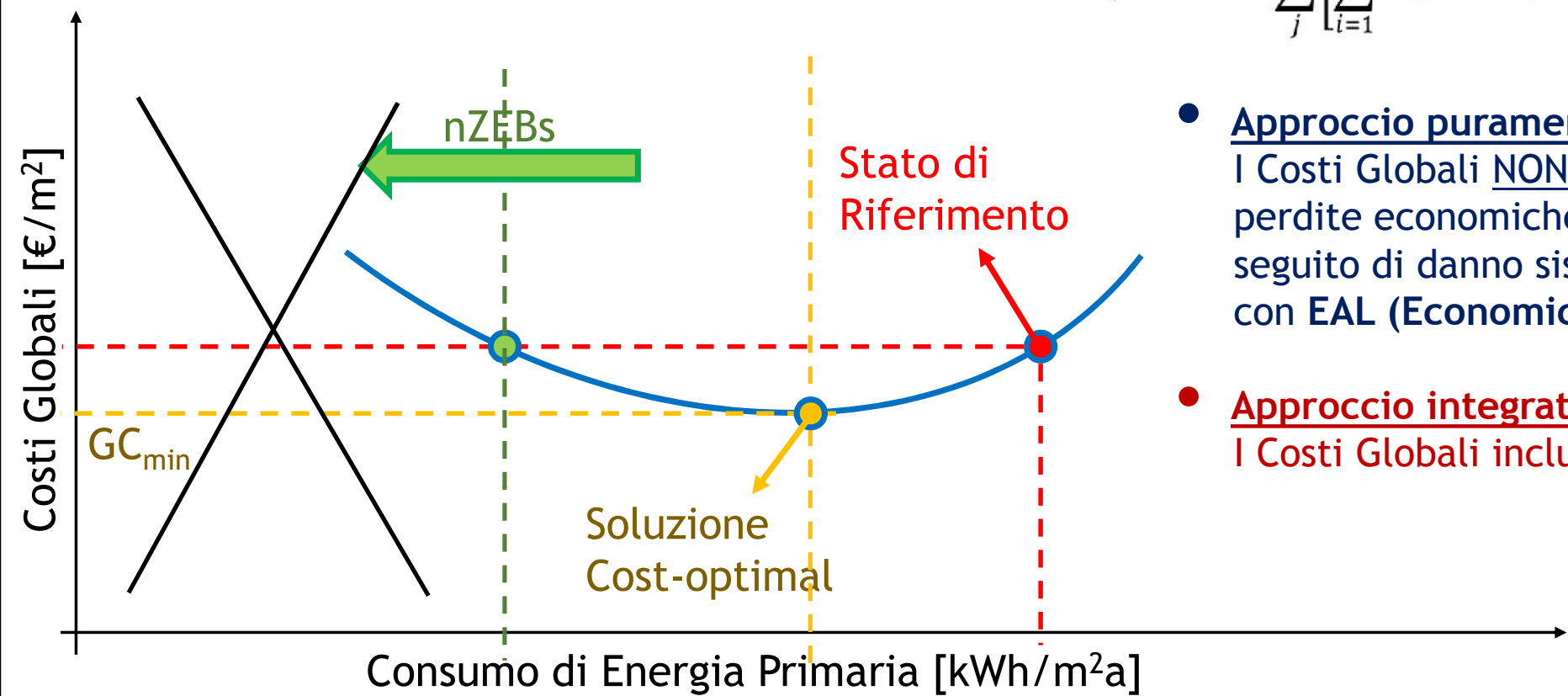
QUALE PUO' ESSERE IL DENOMINATORE COMUNE?

ANALIZZARE L'EDIFICIO NEL SUO INTERO CICLO DI VITA

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



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



- **Approccio puramente energetico:**
I Costi Globali NON includono le perdite economiche attese a seguito di danno sismico, denotate con EAL (Economic Annual Losses)
- **Approccio integrato:**
I Costi Globali includono le EAL

© 
www.relius.it



Un **APPROCCIO INTEGRATO** eviterebbe consistenti sprechi economici...
Vale la pena implementare misure di efficienza energetica costose (cappotto termico, pannelli fotovoltaici, etc.) quando il rischio sismico è elevato? → **Analisi sul ciclo-vita dell'edificio**

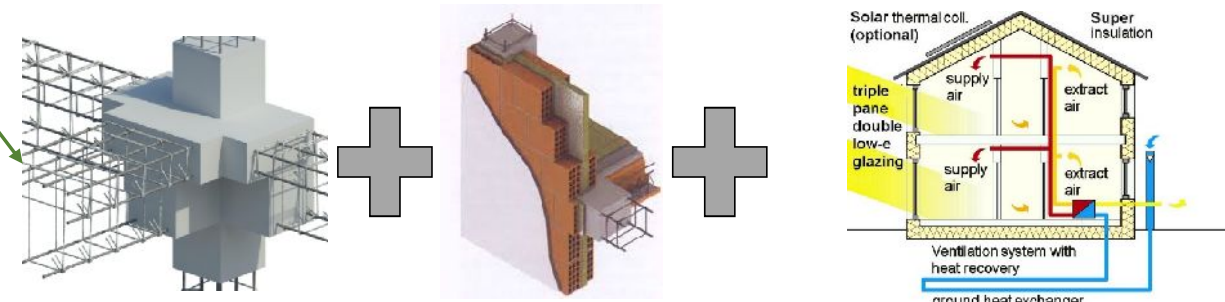


**Analisi sul ciclo vita:
Costi Globali**

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



Energia
Strutture



Involucro ed impianti



$$EAL = D_R \times \sum_i (C_i \times \lambda_i)$$

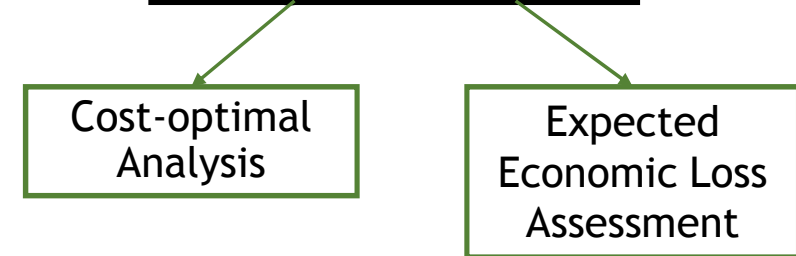
- C_i = Costo di riparazione o sostituzione
- λ_i = Probabilità di occorrenza
- D_R = Fattore di attualizzazione

In particolare, attraverso l'analisi «**cost-optimal**» e l'implementazione di procedure di **ottimizzazione**, si identificano soluzioni ottimali di **progettazione energetica** o **retrofit energetico** e l'incidenza di quest'ultime sulle perdite economiche attese a seguito di danno sismico (**EAL**).

Le **EAL**, associate a ciascuna soluzione ottimale di progettazione/retrofit energetico, sono chiaramente influenzate dalla **localizzazione** (i.e., rischio sismico) e dalla **sicurezza strutturale** dell'edificio.

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

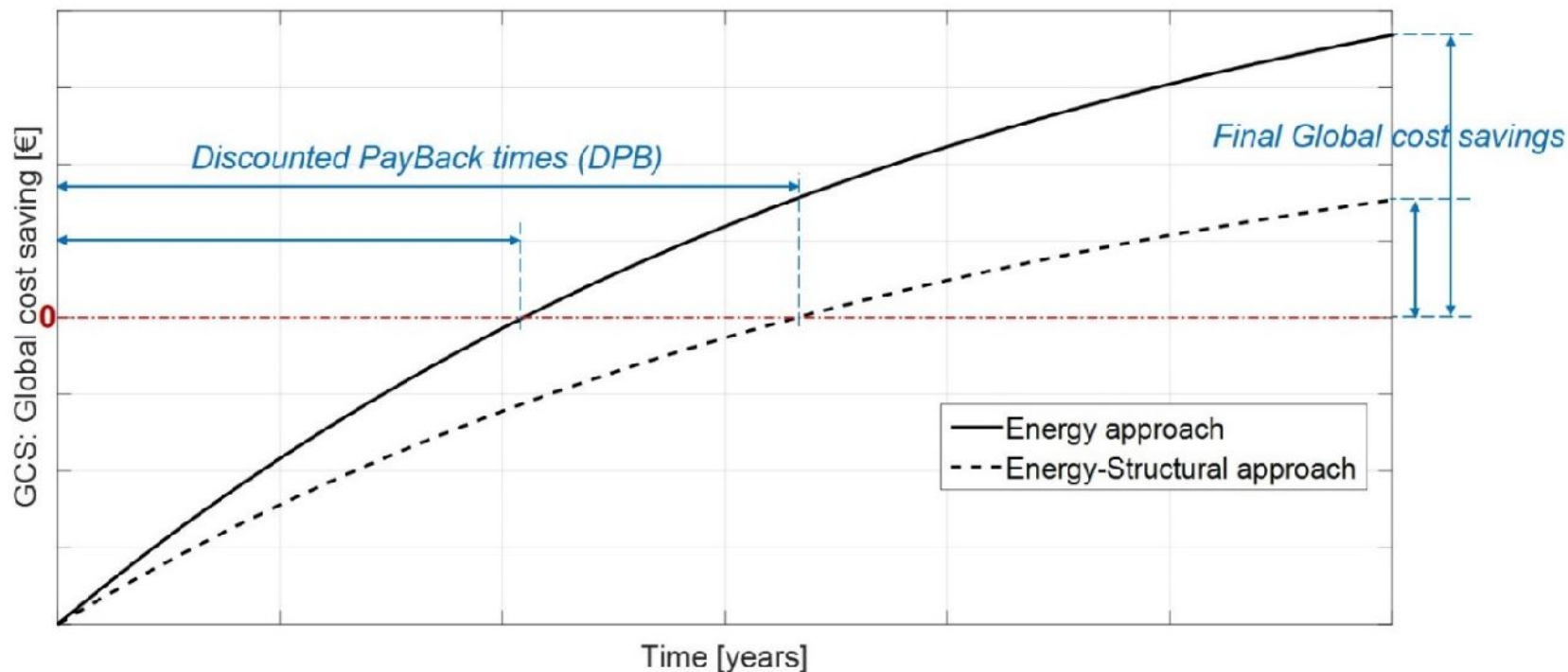
Approccio Integrato Energia - Strutture



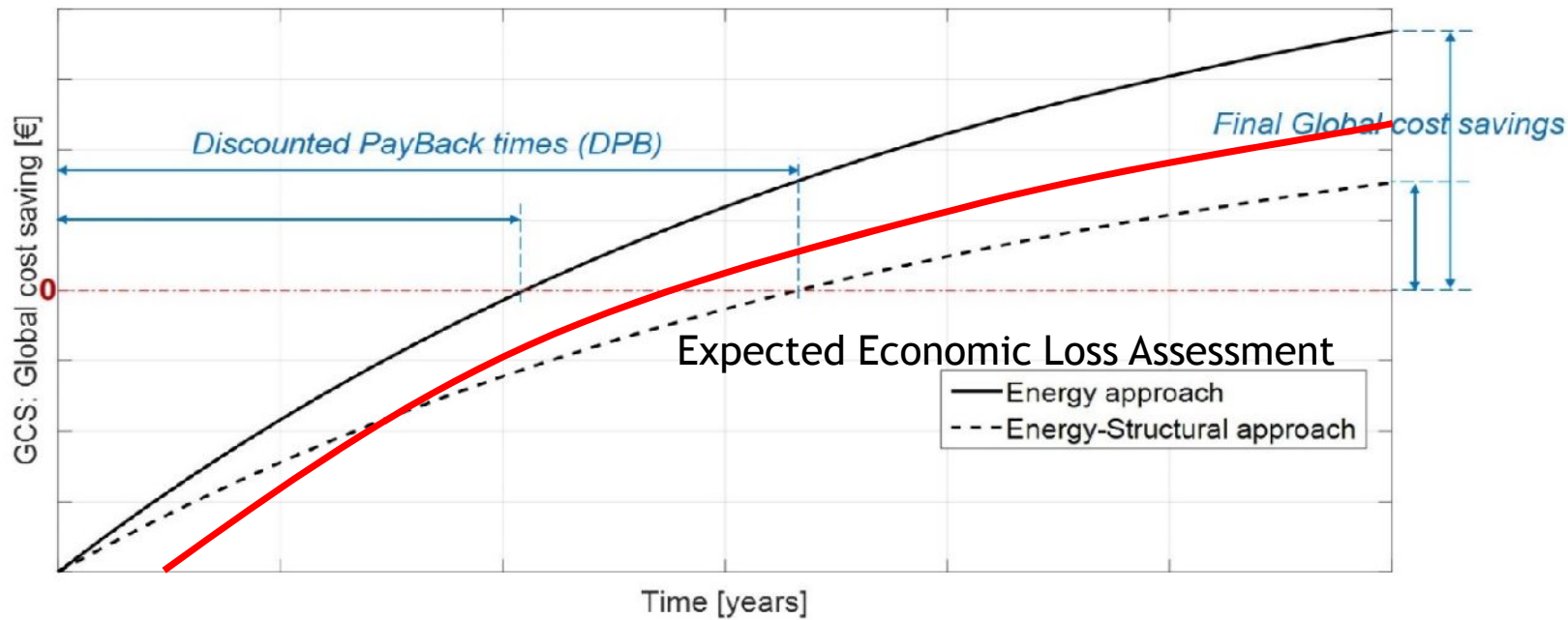
EAL = costo di riparazione/sostituzione dei componenti dell'edificio (involucro edilizio opaco, superfici finestrate, sistemi) moltiplicato per una «probabilità di occorrenza» dell'evento sismico. Ciò determina una perdita economica spalmata sul ciclo vita ed attualizzata.

RETROFIT ENERGETICO

Differenza tra **Approccio puramente energetico** ed **Approccio integrato** nella valutazione del risparmio economico (GCS, global cost saving = VAN, valore attuale netto) e del discounted payback period (DPB).



RETROFIT ENERGETICO + RETROFIT STRUTTURALE

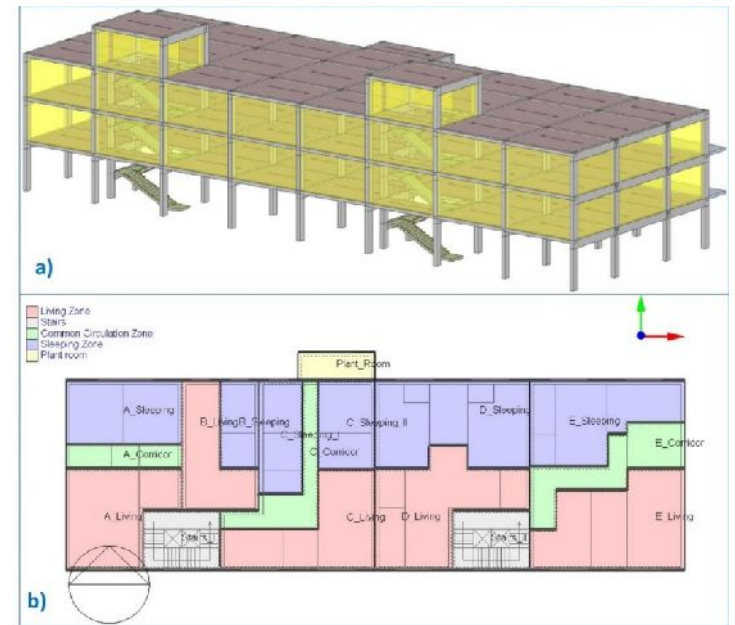
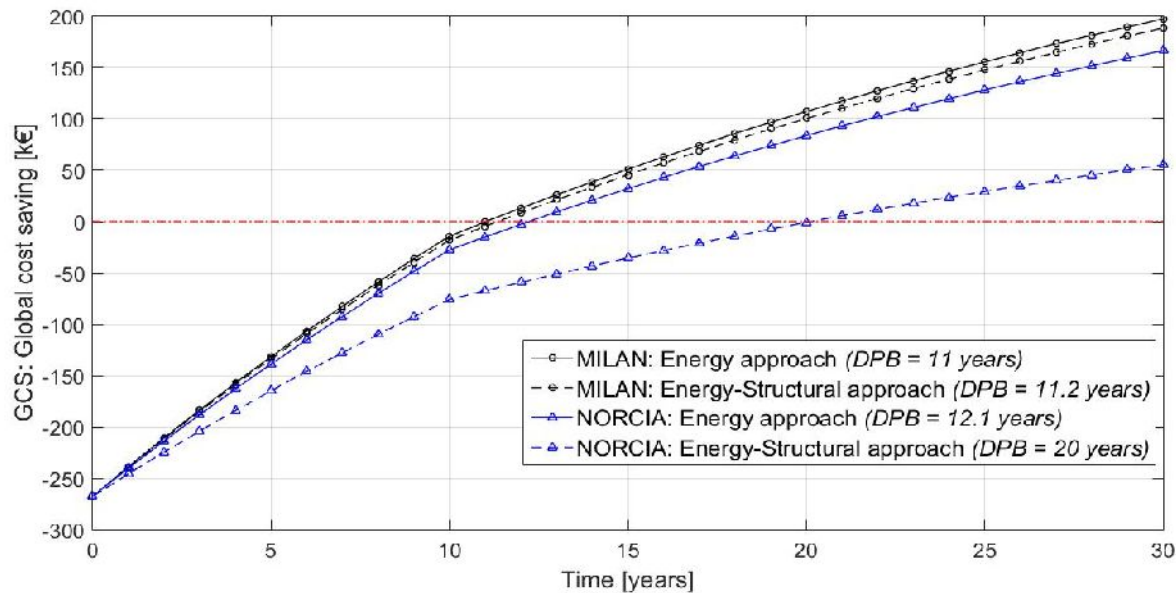


In fase di retrofit energetico, si può assumere anche un **retrofit** (i.e., consolidamento) **strutturale**.
 L'analisi economica mostra come, a fronte di una penalizzazione iniziale (dovuta al maggiore investimento richiesto), tale retrofit strutturale consente di ridurre o annullare le perdite (EAL) dovute ad eventi sismici, determinando indicatori economici più favorevoli nel ciclo di vita.

Anche in questo caso, l'influenza delle EAL (e quindi del tipo di approccio scelto) è legata in maniera significativa alla "probabilità di occorrenza" di un evento sismico che determini danno alle strutture (e quindi al rischio sismico della località).

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 ad elevato rischio di eventi sismici.**



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

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.*

17th 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 Ascione¹, Domenico Asprone², Nicola Bianco¹, Costantino Menna², Gerardo Maria Mauro^{1*}, Andrea Prota², Giuseppe Peter Vanoli³, Umberto Vitiello²

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

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

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

Energia e strutture:

Approccio integrato per la progettazione o retrofit del parco edilizio

prof. Nicola Bianco

Coordinatore CdL Magistrale

Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente

Università degli Studi di Napoli Federico II

Efficienza energetica + Sicurezza strutturale:

Sostenibilità

