

LE NUOVE PROCEDURE REGIONALI DI GESTIONE E CONTROLLO DELL'ATTIVITÀ URBANISTICO-EDILIZIE AI FINI DELLA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Ordine Ingegneri Torino
24 Febbraio 2022 ore 14.00 -17.30

NORMATIVA TECNICA PER LE COSTRUZIONI: POSSIBILI SCENARI FUTURI

Prof. Ing. Giuseppe Andrea FERRO
Ordinario di Scienza delle Costruzioni
Direttore DISEG - Politecnico di Torino

Le **N**orme **T**ecniche per le **C**ostruzioni (**NTC18**) compaiono 10 anni dopo le NTC08.

Il paragone NTC18/NTC08 evidenzia molte e significative modifiche e integrazioni del testo

NON SONO CAMBIATI, INVECE, NÉ L'IMPIANTO GENERALE, NÉ L'ARTICOLAZIONE.

I contenuti e l'articolazione sono legati all'impianto delle Norme Europee (**EN**)

Nelle **NTC18** la sismicità estesa a tutto il territorio nazionale avrebbe suggerito di unificare i contenuti dei Capitoli 7 (Progettazione per azioni sismiche) con 4 (Costruzioni Civili e Industriali), 5 (Ponti), e 6 (Progettazione geotecnica).

In considerazione del lavoro necessario per questa riorganizzazione del testo e **per non tagliare troppo bruscamente il legame con l'articolazione delle EN** si è invece scelto di modificare solo i contenuti delle NTC08.

È stato mantenuto un approccio ancora molto prescrittivo (dovuto al carattere di legge dello stato) invece di puntare a un approccio sostanzialmente prestazionale, più tipico delle **EN**.

In ragione di ciò, con le note introduttive della Circolare, si è voluto offrire al progettista una guida che agevoli l'uso delle **NTC18**, individuando, all'interno delle stesse, un percorso progettuale unitario e unificante.

importanza del progetto e individuazione degli ambiti del relativo percorso progettuale privilegiare **l'approccio prestazionale** (tipico del progetto) celato dal fatto che le **NTC**, avendo valore di legge, hanno connotazioni prescrittive, **legate ai riflessi legali che le loro indicazioni comportano.**

* * *

Il percorso progettuale può pensarsi articolato in 4 fasi:

- **concezione,**
- **verifica, esecuzione e controllo.**

La concezione, sintesi di creatività, competenza ed esperienza del singolo progettista, ricade nel suo esclusivo **spazio discrezionale** e non può essere normata.

La **verifica**, **l'esecuzione** e il **controllo**, ricadendo nelle attività collettive, assumono l'aspetto di un contratto sociale, che, pur basato su valutazioni scientifiche, separa il lecito dall'illecito, l'ammesso dal rifiutato, in base a tradizioni, mediazioni, accordi, delimitando lo spazio lasciato alla discrezionalità della concezione.

L'APPROCCIO OLISTICO DELLA CONCEZIONE

La normativa, per il suo carattere contrattuale e sociale, non tratta quindi della **concezione** (che delimita soltanto), bensì della **verifica**, della **esecuzione** e del **controllo**.

L'individuazione delle prestazioni e la loro armonizzazione progettuale, peraltro, appartengono alla concezione, **precedono l'ambito normativo**; ma alla concezione si richiede, oggi, un approccio olistico (convinti, come Smuts, che l'**όλος** sia più della somma delle sue parti), perseguendolo attraverso strumenti e procedure comuni a più discipline, ad es. il Building Information Modeling (**BIM**).

L'olismo, che gli aspetti trattati siano quelli **architettonico-distributivi**, quelli della **meccanica di terreni, materiali e strutture**, quelli **dell'ambiente interno** e **degli impianti** che lo formano e lo controllano, deve essere tenacemente perseguito già nella fase della concezione, che pure esula dall'ambito normativo; solo così, quando dalla concezione, **rientrando nell'ambito normativo**, si passerà alla verifica, esecuzione e controllo, si potrà utilizzare un **percorso progettuale unitario**.

È da sottolineare come la concezione di una costruzione debba **SEMPRE** perseguire la **ROBUSTEZZA** intesa come la «*capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di impreviste cause innescanti quali esplosioni e urti e/o eventuali errori di progettazione o di esecuzione*» e farlo per la costruzione (l' **όλος** : architettura, struttura, impianti).

A tal proposito le NTC18 al §2.2.5. indicano quali sono i punti fondamentali per garantire un adeguato livello di robustezza:

2.2.5. ROBUSTEZZA

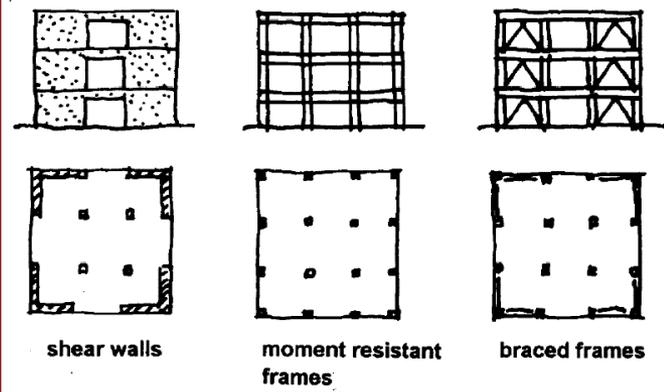
Un adeguato livello di robustezza, in relazione all'uso previsto della costruzione ed alle conseguenze di un suo eventuale collasso, può essere garantito facendo ricorso ad una o più tra le seguenti strategie di progettazione:

- a) progettazione della struttura in grado di resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale, combinando valori nominali delle azioni eccezionali alle altre azioni esplicite di progetto;
- b) prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali alle quali la struttura può essere soggetta o riduzione della loro intensità;
- c) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;
- d) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale;
- e) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile;
- f) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

PROBLEMI DI CONFIGURAZIONE

Considerando solo gli aspetti connessi alla **configurazione architettonica** e alla disposizione degli **elementi resistenti** le caratteristiche progettuali che possono **enfaticizzare la ROBUSTEZZA** di una costruzione sono le seguenti:

1. **Basso rapporto altezza/base:** minimizza la tendenza al ribaltamento
2. **Uguale altezza dei piani:** rende uguali le rigidità dei pilastri (pareti)
3. **Simmetria in pianta:** riduce gli effetti torsionali
4. **Identica resistenza nelle due direzioni:** mancanza di una direzione debole
5. **Regolarità in altezza:** elimina le concentrazioni tensionali
6. **Massima resistenza torsionale:** disposizione degli elementi resistenti sul perimetro
7. **Luci ridotte:** basse tensioni negli elementi strutturali
8. **Duttilità e Ridondanza:** assenza di collassi fragili
9. **Assenza di sbalzi:** percorsi diretti del carico



PROBLEMI DI CONFIGURAZIONE

L'introduzione *progressiva* di “irregolarità” rende la configurazione architettonica via via meno robusta.

Ciò accade, ad esempio, con *piante ad “L” o a “T”*, che introducono angoli rientranti, causa di concentrazioni tensionali locali.

O ancora, in verticale, con l'*introduzione di un piano debole* (piano soffice), che è causa di improvvisi cambi in rigidità o resistenza negli elementi verticali, e che di conseguenza provoca spesso collassi disastrosi.

L'Aquila: terremoto 2009



LA NECESSITÀ DELL'IMMAGINE

Una **visione razionalista della progettazione** accetta facilmente i problemi derivanti dall'impatto della funzione di un edificio sulla sua configurazione.

Ma è sulla necessità che un'architettura si presenti **attraente, interessante, unica o anche sensazionale**, che il razionalista inizia ad essere in difficoltà.

È invece importante comprendere come quest'ultimo aspetto sia decisivo in quanto connesso all'immagine distintiva dell'edificio. Il progettista infatti cerca sempre di realizzare una costruzione che unisca nella maniera più soddisfacente **gli aspetti estetici con quelli funzionali**.

Ciò, ovviamente, accade in diversa misura a seconda del tipo di progetto: la distribuzione funzionale di un ospedale generalmente è molto più decisiva per caratterizzare un buon progetto architettonico rispetto ai suoi aspetti estetici.

DUTTILITÀ E ROBUSTEZZA

Ciascuna delle strategie di progettazione indicate da NTC18 può garantire un adeguato livello di robustezza alla costruzione.

Le NTC18 nella loro filosofia di base puntano decisamente sulla duttilità.

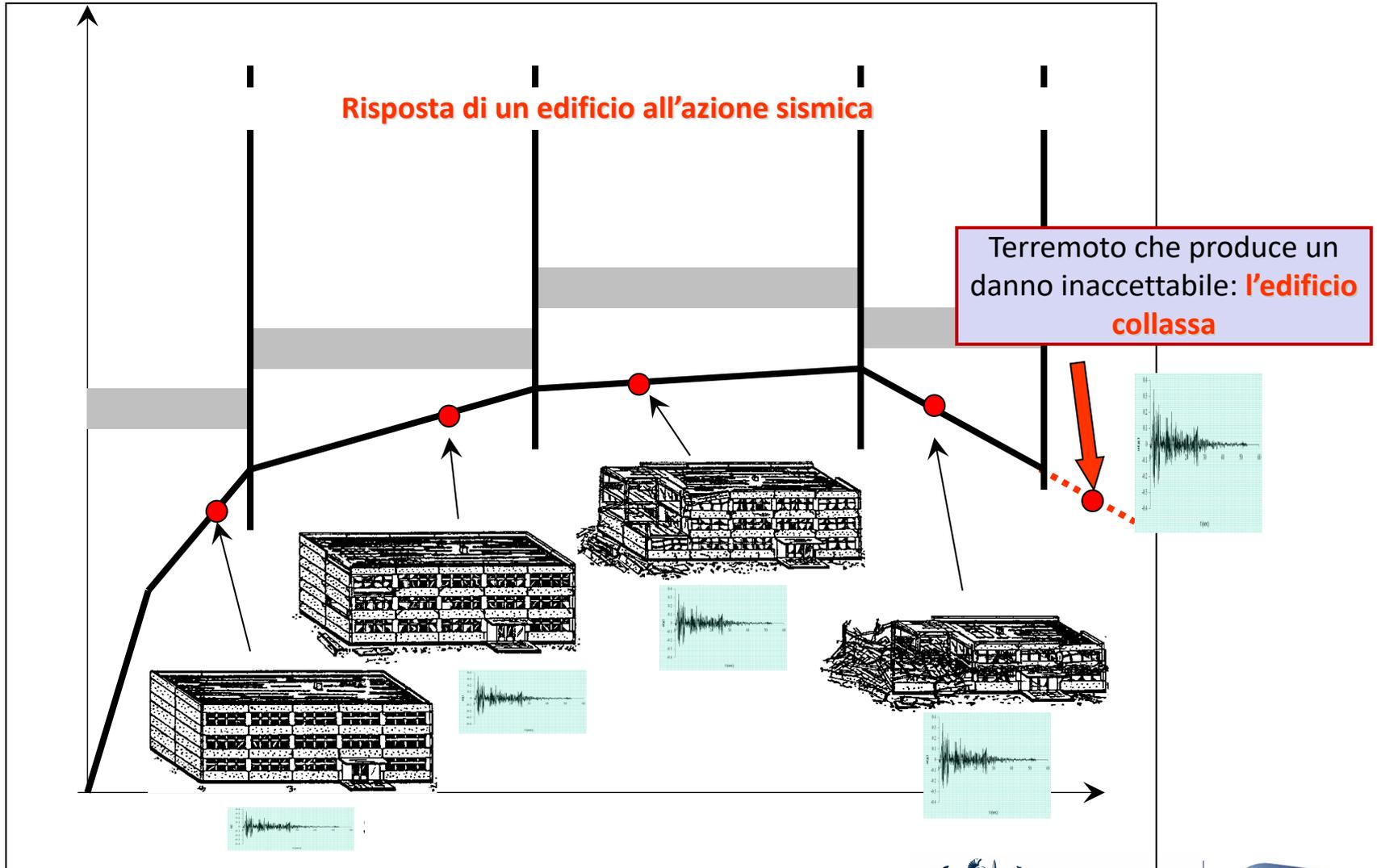
Si accettano **deformazioni plastiche** cercando, con la plasticità di sezione, membratura, costruzione e con le conseguenti **riduzioni di rigidità**, di **ridistribuire** la domanda imprevista, sfruttando quella risposta unitaria e collaborativa (**tutti per uno-uno per tutti**) che solo l'approccio olistico può produrre.

Ma il **controllo della duttilità** è anche fondamentale in tema di vulnerabilità in prospettiva sismica.

Infatti il collasso di una struttura soggetta ad azioni sismiche è indissolubilmente legato alla sua capacità di esibire deformazioni plastiche rilevanti.

Tale constatazione discende dalla peculiarità che caratterizza la crisi di una struttura soggetta a **forze direttamente applicate**, rispetto a quella derivante da un **moto imposto al vincolo** (l'azione sismica).

LA NECESSITÀ DELLA DUTTILITÀ



LA NECESSITÀ DELLA DUTTILITÀ

Centrale, nel processo illustrato e nel conseguire un comportamento non lineare soddisfacente, è dunque la **DUTTILITÀ**.

Ad essa non si può mai rinunciare .. e non solo quando l'azione sismica è dimensionante, bensì **SEMPRE ... visto che si vuole ... SEMPRE ... conseguire la ROBUSTEZZA**.

La plasticità: nell'analisi limite (analisi plastica) è garantita, nell'analisi non lineare si misura.

Nelle verifiche di capacità proposte dalle **NTC**, si è passati:

- **per la sezione**, dal valutare la capacità riferendosi alle tensioni (metodo delle tensioni ammissibili, non più utilizzato dalle NTC18) al valutarla riferendosi alle resistenze (metodo a rottura),
- **per la costruzione**, dal valutare la domanda con analisi lineari elastiche, al valutarla con analisi plastiche o analisi non lineari.

LA NECESSITÀ DELLA DUTTILITÀ

Le accortezze costruttive utili per conseguire sezioni, elementi, collegamenti, strutture duttili (**indipendentemente dalla duttilità del materiale impiegato**), si debbono adoperare sistematicamente, qualunque sia l'azione che produce la domanda, e qualunque sia la componente (architettonica, strutturale, impiantistica) che concorre a individuare la costruzione.

Abbandonando dunque la concezione, **NON LA ROBUSTEZZA**, e tornando alle **NTC**, nel percorso progettuale la progettazione in capacità (**capacity design**) e i particolari costruttivi del Cap. 7 migliorano comportamento locale e di insieme di tutte le componenti della costruzione (architettoniche, strutturali, impiantistiche), **dunque la ROBUSTEZZA**, anche per le sole azioni gravitazionali o eccezionali.

In tal senso i metodi della **progettazione in capacità** sono utilmente generalizzabili, per cui è bene adottare la distinzione tra sezioni, elementi, collegamenti a **comportamento fragile** e a **comportamento duttile** e le accortezze (**gerarchia delle resistenze**) tese ad accoppiare correttamente gli uni agli altri, conseguendo il comportamento duttile desiderato e previsto, sia locale sia globale, ed evitando i collassi locali.

MODELLI DI CALCOLO E METODI DI ANALISI

Restando nell'ambito delle **NTC**, nel percorso progettuale hanno importanza preminente il **modello di calcolo** e il **metodo di analisi**. Essendo le costruzioni civili (rispetto, ad es., alle industriali) «**oggetti unici**» è utile identificare e riconoscere gli elementi unificanti, validi cioè per ogni costruzione, volti a:

- **individuare** il modello di calcolo,
- **scegliere** il metodo di analisi.

L'adozione di due verbi distinti non è casuale.

- Il modello di calcolo deve interpretare fedelmente la costruzione (si deve individuare).
- I metodi di analisi sono, almeno in ipotesi, tra loro equipollenti (si possono scegliere).

PROGETTARE IL NUOVO ED INTERVENIRE SULL'ESISTENTE

Quanto sin qui detto si riferisce alle nuove costruzioni, ma **l'unità e la completezza del percorso progettuale**, inteso come percorso obbligato, valgono anche per le costruzioni esistenti (**Capitolo 8**). Un'analisi critica consentirà di cogliere meglio la sostanziale coerenza tra progettare il nuovo e intervenire sull'esistente.

Centralità del modello di calcolo, capacità e domanda definite in termini sia tensionali sia estensionali, importanza della duttilità e attenzione ai modi per conseguirla (**progettazione in capacità**), metodi di analisi, sostanziale preferenza attribuita all'analisi lineare elastica, verifica in termini di stati limite, redistribuzione, **sono dati unificanti, validi sia per progettare nuove costruzioni, sia per identificare le criticità delle costruzioni esistenti e per ideare e definire i relativi interventi.**

La principale differenza tra costruzioni nuove e costruzioni esistenti è data dalle peculiarità e dalle problematiche connesse alla loro conoscenza.

La conoscenza delle nuove costruzioni è analitico-previsionale (legata allo stato di progetto e ai materiali realmente prodotti e impiegati, con una relativa attenzione a come i vari elementi sono organizzati tra loro, in quanto l'organizzazione, a meno di grossolani errori di ideazione o di esecuzione, è fissata dal progetto).

La conoscenza delle costruzioni esistenti sintetico-consuntiva (legata allo stato di fatto, con una relativa attenzione alle caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati che, entro certi limiti, sono conoscibili a piacere e un'attenzione particolare al modo nel quale le diverse membrature sono articolate tra loro, meccanicamente e temporalmente, e a come, di conseguenza, interagiscono).

La peculiare distinzione conoscitiva tra costruzioni nuove e esistenti non era ben evidenziata dalle NTC08 (in particolare dalla circolare attuativa 617).

Nell'approccio classico del **metodo dei coefficienti parziali** le incertezze intrinseche del modello di calcolo vengono accorpate con

le incertezze sugli effetti delle azioni (si veda al riguardo il §6.3.2. dell'EN1990).

SECTION 6 VERIFICATION BY THE PARTIAL FACTOR METHOD..... 38

6.1 GENERAL 38

6.2 LIMITATIONS 38

6.3 DESIGN VALUES 38

6.3.1 Design values of actions..... 38

6.3.2 Design values of the effects of actions..... 39

(1) For a specific load case the design values of the effects of actions (E_d) can be expressed in general terms as :

$$E_d = \gamma_{Sd} E \{ \gamma_{f,i} F_{rep,i} ; a_d \} \quad i \geq 1 \quad (6.2)$$

where :

a_d is the design values of the geometrical data (see 6.3.4) ;

γ_{Sd} is a partial factor taking account of uncertainties :

– in modelling the effects of actions ;

– in some cases, in modelling the actions

(2) In most cases, the following simplification can be made :

NOTE In a more general case the effects of actions depend on: $E_d = E \{ \gamma_{F,i} F_{rep,i} ; a_d \} \quad i \geq 1$

(6.2a)

INCERTEZZA DI MODELLO

L'incertezza del modello sfuma così nell'incertezza delle azioni, sfuggendo alla comune consapevolezza; **il modello diviene estraneo al controllo delle incertezze**, laddove (costruzioni esistenti) è il loro principale contenitore.

Recuperare l'incertezza del «livello di conoscenza» propria del modello di calcolo (incertezza usualmente espressa attraverso un coefficiente moltiplicativo dell'azione) ricorrendo a un coefficiente riduttivo della resistenza dei materiali (**come in NTC08**) può **enfaticamente eccessivamente l'importanza delle indagini sui materiali**.

Si sottostima così l'importanza delle indagini sui dettagli costruttivi, sulla connessione dei vari elementi tra loro, sulle loro modalità di interazione e di collasso; questi elementi sono invece fondamentali per identificare le criticità presenti e irrinunciabili per individuare il modello globale (che coglie il comportamento d'insieme della costruzione) e i modelli dei meccanismi di collasso locali.

A conferma di ciò il §8.5.4. «**Livelli di conoscenza e fattori di confidenza**» recita:

«Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive..., saranno individuati i «livelli di conoscenza» dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlativi fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza. Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti, ordinati per informazione crescente: **LC1; LC2; LC3**.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: **geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso**.

Specifica attenzione dovrà essere posta alla completa individuazione dei potenziali meccanismi di collasso locali e globali, duttili e fragili.»

Come si vede, le **NTC18** sono esplicite in merito alle **indagini** da compiere ovvero quelle finalizzate a far emergere eventuali criticità presenti e a individuare i vari modelli di calcolo necessari per descrivere comportamenti globali e locali, riservando **alle indagini sulle caratteristiche meccaniche dei materiali una parte più ridotta**.

D'altra parte, mentre è agevole quantizzare in termini di numerosità e di distribuzione i prelievi dei materiali e le relative prove meccaniche, è molto difficile definire «**livelli di conoscenza e fattori di confidenza**» associati all'effettivo comportamento della costruzione.

Ancor più complesso è poi individuare le tipologie di elementi costruttivi che condizionano, positivamente o negativamente, tale comportamento, specie se sono interagenti e combinate nei modi più vari.

Non è possibile, infatti, un **confronto diretto** tra le varie tipologie di elementi costruttivi rilevabili su una costruzione esistente e le prescrizioni tecnico-costruttive che la Norma impone alle nuove costruzioni e che consentono, per queste, un immediato giudizio di accettabilità.

Accade così che, per avere un riscontro oggettivo e misurabile del livello di conoscenza raggiunto, si finisca per concentrarsi sulle prove sui materiali **piuttosto che sulla conoscenza della costruzione**. Proprio dalla mancata conoscenza del comportamento delle costruzioni esistenti (di muratura, c.a. o acciaio) derivano i risultati deludenti che gli interventi, spesso, producono.

La sostanziale unitarietà del processo progettuale, purché la conoscenza sia quella necessaria, non è turbata neppure dai **vincoli di carattere storico-artistico-conservativo** cui le costruzioni esistenti debbono, a volte, sottostare.

Le costruzioni storiche sono frutto di lunghi e complessi processi di trasformazione, adattamento, danneggiamento e riparazione/ricostruzione (anche dopo sismi di intensità non minore di quella prevista dalla norma); ogni volta si è intervenuti con i metodi di cui la tradizione costruttiva del tempo e del luogo disponeva (**non necessariamente analitici, ma non per questo meno efficaci**).

Sono maturate così le condizioni per cui i tentativi di migliorare il rapporto capacità/domanda modificando il «comportamento delle costruzioni esistenti» hanno prodotto «**risultati deludenti**».

Approcci progettuali basati invece sul riconoscimento, mediante adeguati e rigorosi processi di conoscenza, **di tutti i possibili fattori di vulnerabilità** di una costruzione storica e su interventi volti a ridurli, se non del tutto eliminarli, **modificando il meno possibile il comportamento strutturale della costruzione esistente**, sono non solo più rispettosi dei criteri di conservazione di valori storico-artistici ma anche più affidabili ed efficaci dal punto di vista della sicurezza strutturale.

Stabilito un ordine di priorità in merito ai vincoli da rispettare e dunque delimitato in modo chiaro, in forza della conoscenza effettivamente disponibile, **il campo dei possibili/desiderabili interventi**, anche per il costruito si procederà nei modi illustrati per le nuove costruzioni e perseguendo le stesse finalità .

Quanto ai livelli di sicurezza minimi da garantire, si consentirà al costruito di averli **minori** di quelli imposti al nuovo perseguendo dunque, almeno nei casi in cui siano dimensionanti le azioni sismiche, il rafforzamento o il miglioramento piuttosto dell'adeguamento che **verrà limitato alle situazioni in cui è obbligatorio**.

Tale scelta articolata dei livelli di sicurezza riguarda **sia le azioni sismiche sia le azioni gravitazionali**, per le quali è possibile riferirsi sia ai carichi permanenti effettivamente presenti (quali individuati a seguito delle indagini condotte) sia a **carichi variabili ridotti**, accettando restrizioni d'uso.

Infatti, al §8.3 «**Valutazione della sicurezza**» si legge: «Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso sui carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte (di cui al §8.5.5) e salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi sull'uso e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili.»

IL RISCHIO IN AFFIANCAMENTO ALLA SICUREZZA

La diversità di trattamento tra nuovo ed esistente si giustifica con la volontà di perseguire, in un regime di risorse limitate, **la massima riduzione possibile del rischio sismico medio**. Così facendo si interviene, a parità di risorse pubbliche impiegate, su un **numero di costruzioni esistenti molto maggiore** di quello che si avrebbe allineando la sicurezza minima dell'esistente a quella del nuovo. **Il vantaggio** che la collettività ne consegue in termini di riduzione di morti, feriti e danni è evidente.

In particolare, senza intervenire a livello globale e con interventi economicamente modesti, si possono eliminare criticità per lo più locali, capaci di originare meccanismi di collasso anche rilevanti.

Dunque, per una riduzione del rischio diffusa, l'eliminazione programmata di modeste criticità può costituire una strategia d'intervento ragionevole ed economicamente sostenibile.

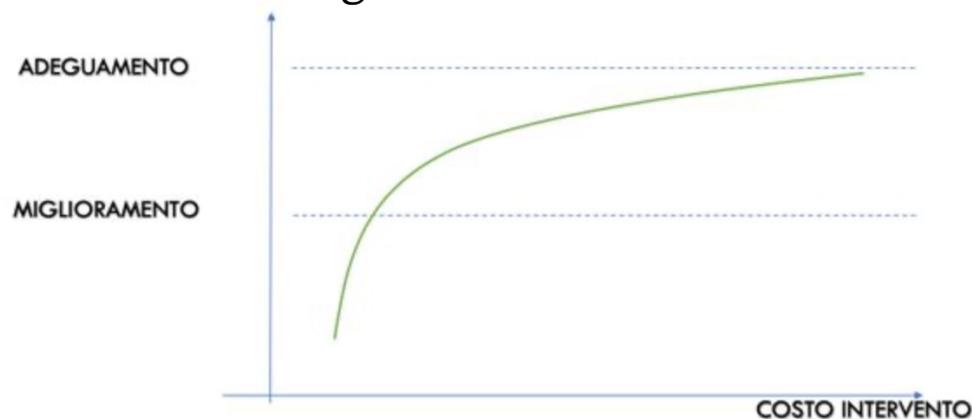


Figura 1 - Costo dell'intervento in funzione del livello di sicurezza

Nelle varie normative attualmente in uso è invalsa l'abitudine di trattare le strutture nuove e **le strutture esistenti** separatamente, in specie quanto a **livello di sicurezza minimo delle prime, livello di rischio massimo delle seconde**.

Tale separazione, e la conseguente distinzione che ne deriva, ha diffuso l'idea che la **progettazione antisismica**, a seconda che riguardi le nuove costruzioni o gli interventi di miglioramento/adequamento delle costruzioni esistenti, **si affronti in modo diverso e utilizzando strumenti diversi**. In particolare si è venuta diffondendo l'idea che la sicurezza sia da separare, sistematicamente, dal **rischio**, laddove sarebbe corretto pensare che i livelli di sicurezza **minimi irrinunciabili** e i livelli di rischio **massimi economicamente giustificabili** siano le due facce di una stessa medaglia.

Trattare separatamente sicurezza e rischio è forse legato all'intangibilità dei livelli di sicurezza minimi da garantire, dettati dalle norme **senza giustificarne in alcun modo l'assunzione, bensì imponendoli**, come se non discendessero da valutazioni economiche benefici-costi e non fossero soggetti a verifiche di convenienza e a conseguenti possibili, significative, modifiche.

Al contrario, le entità massime dei livelli di rischio da considerare accettabili, proprio per la chiara base economica delle valutazioni da esse sottese, sono ritenute passibili di variazioni e sostanzialmente lasciate alla libera decisione del professionista che, con conseguenze spesso esiziali per gli utenti, le fissa.



Il periodo storico attuale è obbligato a confrontarsi:

- **sempre più, con il problema della manutenzione** (ordinaria e straordinaria) e dell'aggiornamento dell'esistente,
- **sempre meno, con il problema della progettazione e realizzazione del nuovo.**

La riunificazione del processo richiede:

- **da un lato di giustificare** su base economica i livelli minimi di sicurezza da assumere come irrinunciabili,
- **dall'altro di valutare** correttamente la crescita del rischio connessa all'usura dei materiali e all'invecchiamento loro e delle idee che hanno prodotto determinate opere.

In ambedue i casi occorre valutare, su base economica, il rischio accettabile, ossia **dare agli stati limite un significato economico oltre che ingegneristico**, così che Vita Nominale V_N e Classe Uso C_U abbiano il giusto peso nel percorso decisionale che individua le regole di gestione e programmazione, e da operare in modo utile allo sviluppo dell'ingegneria civile e della società.

Dunque un approccio unitario, ove le decisioni della progettazione, che essa tratti del nuovo o dell'esistente siano il risultato di un'analisi benefici-costi ottimale che **punti sempre al «punto di pareggio»** come punto ideale di incontro delle diverse esigenze e lo individui su base sostanzialmente economica.

La formazione universitaria dell'ingegnere civile, fino a poco tempo fa, era finalizzata alla progettazione ed esecuzione del nuovo.

Oggi invece, e sempre più frequentemente, il tecnico viene chiamato ad occuparsi della valutazione e riqualificazione dell'esistente.

Progettazione e valutazione, per decidere della loro correttezza e efficacia, utilizzano impostazioni e metodologie operative coincidenti, **ma il giudizio finale che formulano è basato su informazioni diverse.**

La progettazione vuole conoscere la sicurezza di ciò che realizza per mantenerla al di sopra di un limite convenzionale prefissato, opera dunque su base convenzionale e ideale, può sempre essere modificata e rivista dalla società che la esprime.

La valutazione vuole conoscere il rischio di ciò che utilizza e mantenerlo al di sotto di un limite economicamente conveniente, opera quindi su base monetaria e le sue valutazioni sono prive di convenzionalità e poco soggette a variazioni.

Ambedue i termini (sicurezza e rischio) sono, nell'accezione comune, **intesi e utilizzati impropriamente.**

La sicurezza è intesa e utilizzata come **sinonimo di certezza. NON LO È.**

Dire che una costruzione è sicura non vuol dire che con certezza (probabilità=1), non si danneggerà e, al limite, non crollerà, ma solo che ha probabilità nota è maggiore di un limite prefissato (ma <1), di non danneggiarsi o non crollare.

Il rischio è inteso e utilizzato come **sinonimo di pericolo. NON LO È.**

Il pericolo è rappresentato da un fenomeno fisico (ad es. il sisma) di cui si può valutare la probabilità che accada, con determinata intensità in un determinato periodo di tempo, e capace, solo se fronteggiato e affrontato, di produrre danni.

Il rischio è la quantizzazione monetaria dei danni che quel pericolo, solo se fronteggiato e affrontato, può produrre.

TUTTE LE GRANDEZZA DETTE SONO ALEATORIE

Il professionista, sia che:

Progetti la sicurezza sismica di una nuova costruzione,

Valuti il rischio sismico di una costruzione esistente,

si pone le stesse domande:

uso e ambiente, cosa chiederanno (**DOMANDA**) alla costruzione?

a queste richieste, come risponderà (**CAPACITÀ**) la costruzione?

Sia la **DOMANDA (D)** sia la **CAPACITÀ (C)** sono grandezze aleatorie

| <i>Processo</i> | <i>Partenza</i> | <i>Strumento (incerto)</i> | <i>Arrivo</i> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Progettazione | Progetto originario | Costruzione | Edificio reale |
| Valutazione | Edificio reale | Conoscenza | Progetto originario |

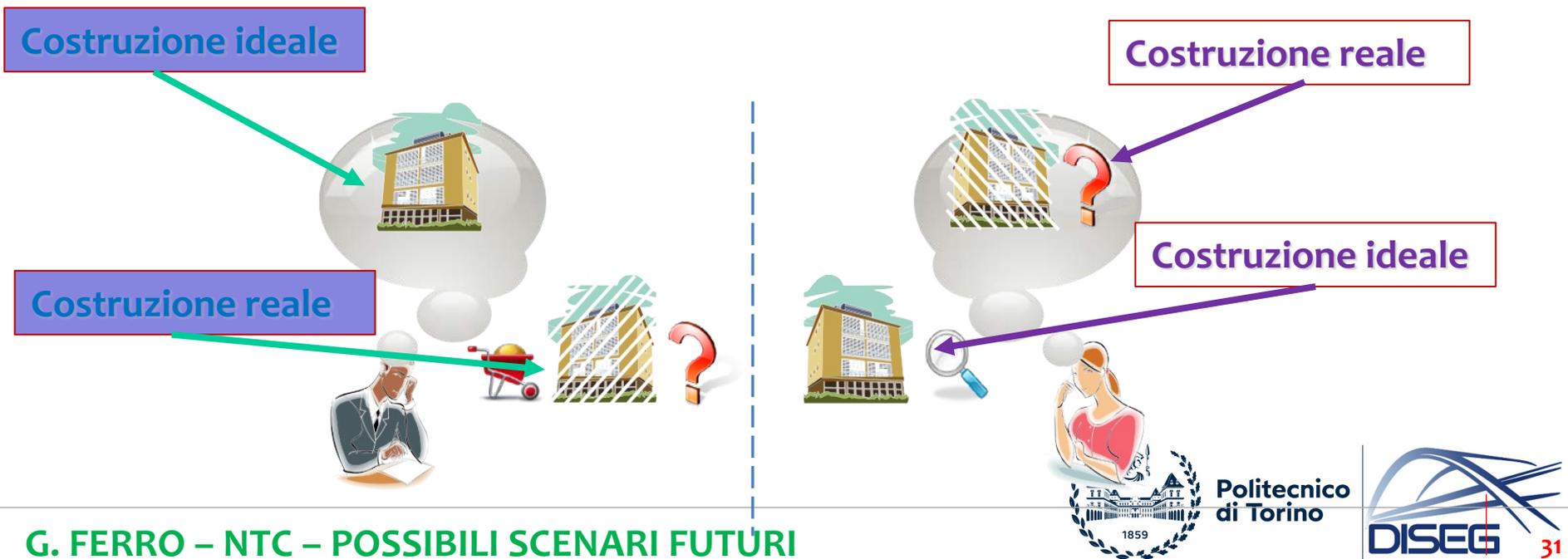
PROGETTO/VALUTAZIONE=NUOVO/ESISTENTE

Nel progettare e nel valutare, le **incertezze di DOMANDA (D)** sono le stesse.

Le **incertezze di CAPACITÀ (C)**:

nel progettare, nascono al passare dalla costruzione ideale (modello numerico di progetto) alla reale (realizzazione) in quanto non si ha certezza che le grandezze, geometriche e meccaniche, impiegate nel progettare siano conseguite nel realizzare, risiedono dunque nei materiali e nelle dimensioni.

Nel valutare, nascono al passare dalla costruzione reale (come realizzata) alla ideale (modello numerico di valutazione), risiedono nel modello di valutazione.



La sicurezza vuole C almeno pari a D: $C \geq D$

La disuguaglianza precedente viene posta in termini probabilistici:

$$P(C \leq D) = P_f$$

e si legge: “**la probabilità che si abbia una D superiore a C** (quindi il fallimento della progettazione o della valutazione) deve essere non superiore ad un valore assegnato (generalmente molto piccolo) P_f , **detto probabilità di fallimento**” che fissa il limite massimo accettato.

Poiché **C** e **D** sono eventi indipendenti, la probabilità annua che il minimo di **C** e il massimo di **D** si presentino contemporaneamente è il prodotto delle loro probabilità.

Per azioni gravitazionali l'incrocio tra domanda di progetto e capacità della costruzione, tenuto conto della variabilità temporale annua dei sovraccarichi (il massimo si presenta almeno una volta all'anno), induce valori di probabilità annua, ossia (in termini di resistenza) che $C \leq D$, dell'ordine di $P_f \leq 1 \times 10^{-6}$.

Ma se la probabilità annua della domanda coincide con la certezza (1) l'incertezza è tutta sulla capacità e ciò chiama un numero di collassi annui = 1×10^{-6} .

Se si chiede, com'è logico che sia, di avere la stessa P_f in presenza di azioni sismiche, tenuto conto che ci confrontiamo con terremoti che hanno periodo di ritorno medio $T_R = 1000$ anni, **probabilità annua = frequenza annua = $1/T_R = 1 \times 10^{-3}$** , la probabilità annua che la capacità sia insufficiente è **$1 \times 10^{-6} / 1 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-3}$** .

Dunque un numero annuo di collassi **1000 volte maggiore** del numero di collassi che si hanno per carichi verticali.

Questa constatazione, chiaramente ignota o comunque ignorata da giornalisti e politici, fa sì che, in occasione di ogni terremoto importante, qualcuno cominci a pontificare in merito all'inadeguatezza della normativa e alla necessità di modificarla per ottenere, finalmente, «**scuole e case sicure**».

Nessuno si pone domande, banali ma necessarie, del tipo: **A quale prezzo? il paese può permettersi tale investimento? Sarebbe comunque ragionevole farlo?**

Produrre case e scuole nuove più sicure (senza pensare all'esistente, che è il vero problema italiano) ossia allineare le P_f per sisma alle P_f per carichi verticali, richiederebbe la riduzione ulteriore di P_f per portarlo a valori dell'ordine di 1×10^{-8} (ossia richiederebbe incrementi di capacità economicamente inaccettabili).

È vero che le probabilità di collasso sono convenzionali, ma utilizzare un terremoto di progetto più raro, ossia prescrivere (**per contenere i danni dovuti al sisma**) una probabilità di collasso più bassa, **comporterebbe maggiori costi e possibili cambiamenti, anche rilevanti, delle tecniche di costruzione utilizzate.**