

## 1. Introduzione

La nuova edizione delle norme tecniche per le costruzioni revisiona in varie parti il testo preesistente, introducendo alcune innovazioni concettuali e confermando una serie di scelte di fondo, in continuità con le precedenti norme tecniche.

La rivisitazione operata è già visibile dall'analisi dell'indice del nuovo testo normativo, da cui è evidente l'introduzione di alcuni nuovi paragrafi, in particolare nella parte iniziale del documento, strettamente attinente alle prestazioni generali delle opere strutturali.

Ciò appare coerente con l'attuale scenario che coinvolge il settore delle costruzioni e teso a garantire un miglioramento, ed una misura quantitativa, delle prestazioni delle opere edili, incidendo in modo prescrittivo sulla durabilità delle componenti strutturali.

## 2. Principi fondamentali

In questo capitolo sono enunciate i principi cardine che incidono sulle opere strutturali, cui tutti i soggetti coinvolti che devono ottemperare: *“Le opere e le componenti strutturali<sup>1</sup> devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme”* alla stregua di quanto già previsto dalla precedente edizione.

Nell'ottica della sostenibilità economica delle strutture, il nuovo testo dedica un intero paragrafo alla durabilità ed uno alla robustezza strutturale, che erano trattate in modo embrionale nella precedente norma.

I requisiti che le strutture devono possedere sono indicati al §2.1:

### 2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

[...] le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

La norma prevede uno scenario di carico cui assoggettare la struttura secondo le regole di combinazione dei punti specifici (§2.5.3); se le azioni non dovessero essere incluse tra quelle disciplinate *“si dovrà fare*

<sup>1</sup> Da ora in avanti alla locuzione *“opere e componenti strutturali”* si sostituirà il termine *“strutture”* salvo indicazione specifica, di volta in volta evidenziata.

*ricorso ad opportune indagini, eventualmente anche sperimentali, o a documenti, normativi e non, di comprovata validità.”*

Rispetto alla precedente versione è possibile, col nuovo testo, fare riferimento anche ad eventuali documenti di letteratura tecnica consolidata (documenti non normativi).

Accanto alle consolidate richieste di sicurezza rispetto agli stati limiti ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) le strutture devono rispondere anche ulteriori requisiti, meglio indicati rispetto al passato, e tesi a garantire il perdurare delle prestazioni statiche, con l'evolvere del tempo.

Difatti, la variabile temporale, peraltro considerata anche in altra parte dalla norma in modo esplicito, ha dimostrato la sua deleteria azione nei confronti della sostenibilità economica delle strutture.

La norma quindi prescrive quanto di seguito:

#### **2.2.4. DURABILITA'**

Un adeguato livello di durabilità può essere garantito progettando la costruzione in modo tale che il degrado che si dovesse verificare durante la sua vita nominale di progetto non riduca le prestazioni della costruzione al disotto del livello previsto.

Tale requisito può essere soddisfatto può essere garantita attraverso l'adozione di appropriati provvedimenti stabiliti tenendo conto delle previste condizioni

ambientali e di manutenzione ed in base alle peculiarità del singolo progetto, tra cui:

- a) scelta opportuna dei materiali;
- b) dimensionamento opportuno delle strutture;
- c) scelta opportuna dei dettagli costruttivi;
- d) adozione di tipologie costruttive e strutturali che consentano, ove possibile, l'ispezionabilità delle parti strutturali;
- e) pianificazione di misure di protezione e manutenzione; oppure, quando queste non siano previste o possibili, progettazione rivolta a garantire che il deterioramento della costruzione o dei materiali che la compongono non ne causi il collasso durante la sua vita nominale;
- f) impiego di prodotti e componenti chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche, indispensabili alla valutazione della sicurezza, e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Capitolo 11;
- g) applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali, soprattutto nei punti non più visibili o difficilmente ispezionabili ad opera completata;
- h) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

Le condizioni ambientali devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità

Il tema della durabilità e manutenzione diventano quindi centrali nel nuovo testo, e dovranno essere adeguatamente gestiti dai progettisti nella redazione degli specifici piani di manutenzione.

Il disposto normativo, non è esaustivo, dato che la norma indica solo alcuni dei della variabili da cui dipende la durabilità.

Ma è invece chiaro il principio sotteso, e in realtà dichiarato al §2.1, in modo chiaro: la costruzione deve *“mantenere, nell'arco della propria vita nominale, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto*

conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione” , il percorso che la norma individua, spazia dalla fase progettuale (scelta di materiali appropriati e dei relativi dettagli), a quella costruttiva (utilizzo di materiali qualificati) fino alla fase gestionale (specifiche politiche di manutenzione); quest’ultima si è dimostrata essere la fase più critica a fini economici durante l’esercizio dell’opera.

Sempre sul tema della funzionalità e gestione la nuova versione, al §2.1 dei principi fondamentali, statuisce

#### **2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI**

[...]

La fornitura di componenti, sistemi o prodotti per fini strutturali deve essere accompagnata da un manuale di installazione e di manutenzione da allegare alla documentazione dell’opera.

Pertanto la fornitura di qualunque “oggetto” che entra nel sistema strutturale deve essere identificato sotto il profilo del montaggio, ma soprattutto della sua manutenzione.

Questo aspetto è di interesse progettuale, perché impone uno studio progettuale orientato alla manutenibilità di alcune parti strutturali che potrebbero necessitare di specifiche politiche manutentive, e sarà di stimolo anche per le aziende che dovranno fornire le indicazioni specifiche su tale tema.

Altro concetto che meriterà un approfondimento specifico, nello sviluppo del testo normativo, è quello indicato al paragrafo seguente:

#### **2.2.5. ROBUSTEZZA**

Quando necessario, un adeguato livello di robustezza 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, quale, ad esempio, la rimozione di un elemento strutturale o di una parte limitata della struttura;
- 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

Per quanto riguarda il regime delle verifiche, non vi sono particolari novità.

Esse devono essere condotte con riferimento agli SLU e SLE: una osservazione però deve essere fatta.

Tra gli SLU il testo al §2.2.1 lett. h) definisce come SLU “*rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo*”; dato che il degrado è incluso come modalità di esplicazione delle azioni sembra logico raccordare tale prescrizione alla previsione e gestione dell’inevitabile vetustà dei componenti

in termini di sicurezza, ad esempio considerando opportunamente l'evoluzione della sicurezza nel ciclo di vita dei componenti e con riferimento alle politiche di manutenzione prescritte.

Per le verifiche, in dettaglio, il testo prevede le modalità operative al seguente paragrafo

<p><b>2.2.6. VERIFICHE</b></p> <p>Le opere strutturali devono essere verificate, salvo diversa indicazione riportata nelle specifiche parti delle presenti norme:</p> <p>a) per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;</p> <p>b) per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese;</p> <p>c) quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio.</p> <p>Le verifiche delle opere strutturali devono essere contenute nei documenti di progetto, con riferimento alle prescritte caratteristiche meccaniche dei materiali e alla caratterizzazione geotecnica del terreno, dedotta in base a specifiche indagini<sup>2</sup>.</p> <p>Laddove necessario, la struttura deve essere verificata nelle fasi intermedie, tenuto conto del processo costruttivo previsto; le verifiche per queste situazioni transitorie sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi</p>
---

Per le verifiche a SLU valgono le usuali regole di combinazione, con la presenza dei fattori parziali di sicurezza  $\gamma_F$  e di partecipazione  $\psi_{\alpha j} \leq 1^3$  sui carichi agenti, e  $\gamma_M$  sui materiali, secondo le varie tipologie costruttive.

La tabella successiva riassume i vari coefficienti per le combinazioni di carico di legge:

Tipo di Verifica	Fattori parziali sui carichi <sup>4</sup>			
	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Q <sub>k1</sub>	Q <sub>kj</sub>
SLU (Statica)	1.3/1.0	1.5/0.8	1.5/0	(1.5/0)* $\psi_{0j}$
SLE (Rara)	1.0	1.0	1.0	$\psi_{0j}$
SLE (Frequente)	1.0	1.0	$\psi_{11}$	$\psi_{2j}$
SLE (Quasi Permanente)	1.0	1.0	$\psi_{21}$	$\psi_{2j}$
SLU (Sismica)	1.0	1.0	$\psi_{2j}$	
SLU (Eccezionale)	1.0	1.0	$\psi_{2j}$	

Nella tabella non sono incluse:

- Precompressione: che è considerata come un carico permanente (§2.5.1.3)
- Azione sismica E: che segue la solita combinazione di carico  $S_d = E \text{ " + " } (\sum G_j + \sum \psi_{2j} Q_{kj})$

<sup>2</sup> La questione della caratterizzazione geotecnica del terreno è un tema ricorrente nel testo della norma, che però non appare considerata in maniera unitaria all'interno dei vari capitoli. In questo paragrafo è evidente come sia imprescindibile dall'esecuzione di specifiche indagini di caratterizzazione a fini geotecnici.

<sup>3</sup>  $\psi_{\alpha j}$  è il noto coefficiente di combinazione, che tiene conto della ridotta probabilità che più azioni di diversa origine si realizzino simultaneamente con il loro valore caratteristico

<sup>4</sup> Cfr. Tab. 2.6.I della norma

- Azioni eccezionali **A** che segue la seguente regola di combinazione e i successivi fattori parziali si sicurezza sui materiali
  - $S_d = A \text{ "+" } (\Sigma G_j + \Sigma \psi_{2j} Q_{kj})$
  - $\gamma_M = 1.0$  per ogni materiale

La tabella successiva riporta in dettaglio i valori dei coefficienti di combinazione per le varie categorie di carico.

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Per i fattori parziali per le azioni vale la tabella successiva

**Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili  $Q$ .

I valori dei sovraccarichi variabili (imposti) subiscono una rivisitazione nel testo:

#### **3.1.4. SOVRACCARICHI CARICHI IMPOSTI**

I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$
- carichi verticali concentrati  $Q_k$
- carichi orizzontali lineari  $H_k$

I valori nominali e/o caratteristici di  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  sono riportati nella Tab. 3.1.II.

Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di rilevanti amplificazioni dinamiche della risposta delle strutture

Le tabelle citate nel testo sono riportate alle successive figure:

**Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento)	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, alberghi e ospedali, atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
E	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
F-G	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
	<b>Coperture</b>			
H-I-K	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

È importante notare come per quasi tutte le categorie di carico siano stati aumentati i valori carichi orizzontali lineari  $H_k$ .

Inoltre valgono le precisazioni seguenti:

Altri regolamenti potranno imporre valori superiori, in relazione ad esigenze specifiche.

In presenza di carichi atipici (quali macchinari, serbatoi, depositi interni, impianti, ecc.) le intensità devono essere valutate caso per caso, in funzione dei massimi prevedibili: tali valori dovranno essere indicati esplicitamente nelle documentazioni di progetto e di collaudo statico



Un concetto presente nelle più vecchie norme (es. 1996) che viene oggi recuperato è quello della riduzione del sovraccarico in presenza di grande aree caricate.

Infatti, l'applicazione di

#### **3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI**

*Analogamente ai carichi permanenti non strutturali definiti al § 3.1.3 ed in linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i sovraccarichi potranno assumersi, per la verifica d'insieme, come uniformemente ripartiti. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.*

*Per le categorie d'uso A, B, C, D, H e I, i sovraccarichi verticali distribuiti che agiscono su di singolo elemento strutturale facente parte di un orizzontamento (ad esempio una trave), possono essere ridotti in base all'estensione dell'area di influenza  $A$  [ $m^2$ ] di competenza dell'elemento stesso. Il coefficiente riduttivo  $\alpha_A$  è dato da*

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{10}{A} \leq 1,0 \quad [3.1.1]$$

*essendo  $\psi_0$  il coefficiente di combinazione (Tab. 2.5.1). Per le categorie C e D,  $\alpha_A$  non può essere minore di 0,6.*

*Analogamente, per le sole categorie d'uso da A a D, potranno essere valutate le componenti di sollecitazione indotte dai sovraccarichi agenti su membrature verticali, tra i quali pilastri o setti, facenti parte di edifici multipiano con più di 2 piani, possono essere ridotti in funzione del numero di piani caricati  $n$ , essendo il coefficiente riduttivo  $\alpha_n$  dato da*

$$\alpha_n = \frac{2 + (n-2)\psi_0}{n} \quad [3.1.2]$$

*I due coefficienti riduttivi  $\alpha_A$  e  $\alpha_n$  non possono essere combinati.*

Valgono anche le seguenti precisazioni:

➤ **SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI –  $Q_k$ :**

*formano oggetto di verifiche locali distinte e non si applicano contemporaneamente ai carichi verticali ripartiti utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme; essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento; in assenza di precise indicazioni può essere considerata una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm,*

➤ **SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI –  $H_k$ :**

*devono essere utilizzati per verifiche locali e non si combinano con i carichi utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme.*

*I sovraccarichi orizzontali lineari devono essere applicati alle pareti alla quota di 1,20 m dal rispettivo*

piano di calpestio; devono essere applicati ai parapetti o ai mancorrenti alla quota del bordo superiore.

Le verifiche locali riguardano, in relazione alle condizioni d'uso, gli elementi verticali bidimensionali quali i tramezzi, le pareti, i tamponamenti esterni, comunque realizzati, con l'esclusione dei divisori mobili (che comunque devono garantire sufficiente stabilità in esercizio).

Gli stati limite ultimi considerati dalla norma sono

#### 2.6.1. STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- |  |     |
|--|-----|
| - lo stato limite di equilibrio come corpo rigido:                                   | EQU |
| - lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: | STR |
| - lo stato limite di resistenza del terreno:   | GEO |

Per quanto riguarda la suddivisione delle azioni la norma da una definizione chiara della stessa, e introduce alcune precisazioni.

Per definizione è "[...] azione ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura"

La suddivisione delle azioni è effettuata

- In relazione al modo con cui agiscono (§2.5.1.1);
- In relazione al tipo di risposta che generano (§2.5.1.2);
- In base alla durata nel tempo (§2.5.1.3)

#### 2.5.1.1 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI IN BASE AL MODO DI ESPLICARSI

a) dirette:

forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili;

b) indirette:

spostamenti impressi, variazioni di temperatura e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti di vincoli, ecc.

c) degrado:

- endogeno: alterazione naturale del materiale di cui è composta l'opera strutturale;
- esogeno: alterazione delle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera strutturale, a seguito di agenti esterni.

È interessante focalizzare, brevemente, l'attenzione sul degrado.

È fisiologico che nel tempo l'opera sia soggetta a degrado, che può essere ricondotto a due cause principali:

- chimiche o elettrochimiche: legate in particolare alla reazione tra agenti aggressivi provenienti dall'ambiente esterno e i materiali costituenti la struttura; tra i fattori aggressivi, in letteratura si individuano:

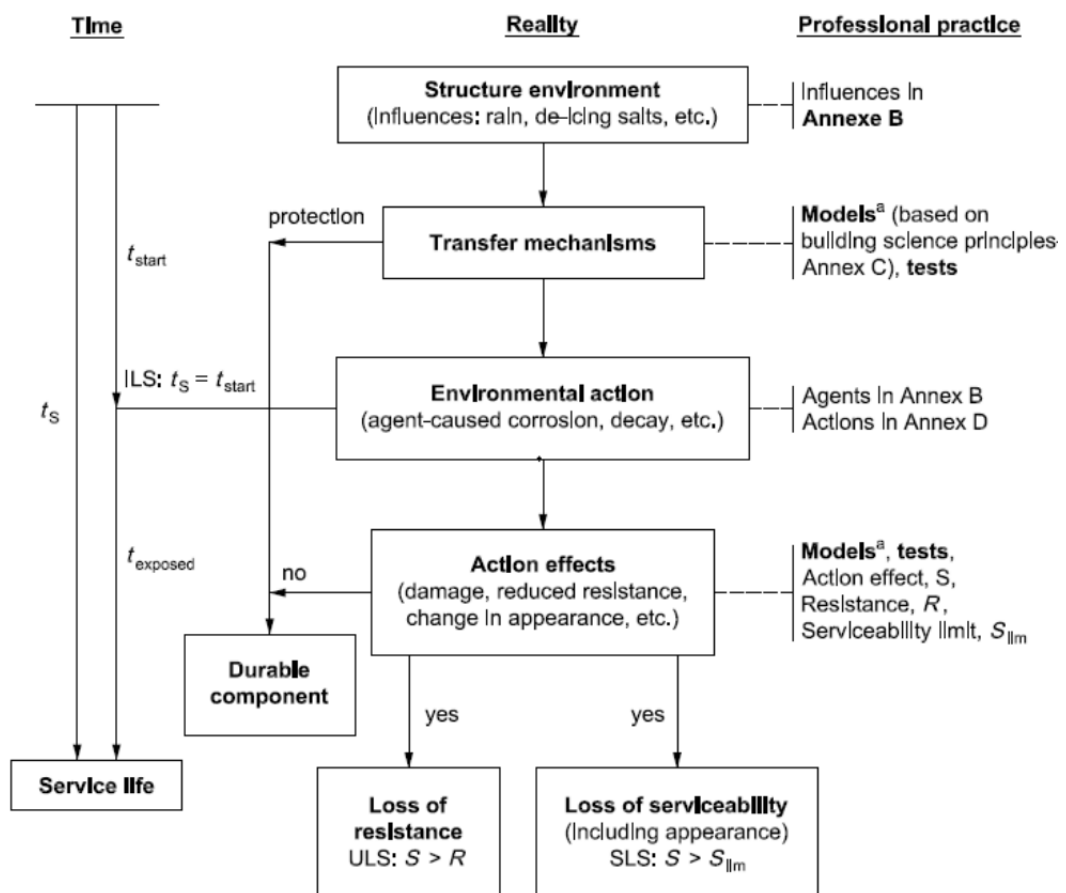
Aggressione da anidride carbonica	Aggressione da cloruri
Aggressione da solfati	Reazione alcali-aggregati

- fisiche: possono essere determinate, ad esempio dalle variazioni di temperatura delle membrature e/o dell'ambiente esterno, dai gradienti di umidità relativa oppure derivanti dai carichi statici e dinamici agenti sulla struttura, dai carichi impulsivi, da quelli ciclici e dalle azioni abrasive.

Gelo e disgelo Alte temperature Ritiro e fessurazione.	Abrasion Urto Erosione Cavitazione
--	---

Entrambe le classi e sottoclassi di degrado possono essere qualificate come endogene o esogene secondo la definizione della norma.

Il modo di azione del degrado è sintetizzato nel diagramma successivo, tratto dalla norma ISO 13823:2012



<sup>a</sup> Both conceptual and mathematical.

La conclusione cui la norma perviene è che l'effetto del degrado porta alle seguenti cause

- riduzione della capacità portante;
- Perdita delle condizioni di servizio dell'opera.

Pertanto il nuovo testo individua correttamente tra le azioni le cause di degrado.

Di seguito le altre classificazioni.

### 2.5.1.2 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA RISPOSTA STRUTTURALE

- a) *statiche*: azioni applicate alla struttura che non provocano accelerazioni significative della stessa o di alcune sue parti;
- b) *pseudo statiche*: azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente;
- c) *dinamiche*: azioni che causano significative accelerazioni della struttura o dei suoi componenti.

### 2.5.1.3 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA VARIAZIONE DELLA LORO INTENSITÀ NEL TEMPO

a) *permanenti* (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità:

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G<sub>1</sub>);
- peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G<sub>2</sub>);
- spostamenti e deformazioni impressi, incluso il ritiro;
- presollecitazione (P);

b) *variabili* (Q): azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura:

- sovraccarichi;
- azioni del vento;
- azioni della neve;
- azioni della temperatura.

Le azioni variabili sono dette di lunga durata se agiscono con un'intensità significativa, anche non continuamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura. Sono dette di breve durata se agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura. A seconda del sito ove sorge la costruzione, una medesima azione climatica può essere di lunga o di breve durata.

c) *eccezionali* (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;

- incendi;
- esplosioni;
- urti ed impatti;

d) *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti

Contrariamente alle aspettative, non v'è stata la differenziazione della vita nominale, per le varie classi d'uso, tra le costruzioni nuove e quelle esistenti, mantenendo un unico valore per vita nominale.

#### Non mantenuta

TIPO DI COSTRUZIONE		V <sub>N</sub> - Nuova	<del>V<sub>N</sub> - Esistente</del>
1	Costruzioni provvisorie, provvisionali e di presidio	≥ 5	≥ 2
2	Costruzioni ordinarie	≥ 50	≥ 30
3	Costruzioni di durabilità straordinaria	≥ 100	≥ 60

Per le classi d'uso sono fornite le seguenti definizioni

#### 2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Come nel precedente testo, classe d'uso e vita nominale costituiscono la base per il calcolo del periodo di riferimento dell'azione sismica (§2.4.3):

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite