

Gianni Michele De Gaetanis

# Guida alle norme tecniche per le costruzioni

DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008

CD-ROM ALLEGATO



**GRAFILL**

Gianni Michele De Gaetanis  
**GUIDA ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**

ISBN 13 978-88-8207-282-7  
EAN 9 788882 072827

Formulari, 10  
Prima edizione, aprile 2008

De Gaetanis, Gianni Michele <1970-> Guida alle norme tecniche per le costruzioni : decreto ministeriale 14 gennaio 2008 / Gianni Michele De Gaetanis. – Palermo : Grafill, 2008 (Formulari ; 10) ISBN 978-88-8207-282-7 1. Lavori pubblici – Legislazione 343.4507869 CDD-21                      SBN Pal0211871 CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"
---

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo  
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313  
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail [grafill@grafill.it](mailto:grafill@grafill.it)

Finito di stampare nel mese di aprile 2008  
presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

---

<b>PREFAZIONE</b> .....	p.	7
<b>AVVERTENZE</b> .....	“	7
<b>INTRODUZIONE</b> .....	“	7
<b>QUADRO LEGISLATIVO</b> .....	“	8
Sismica all'italiana.....	“	8
NTC 2005.....	“	9
NTC.....	“	10
<b>SIMBOLI UTILIZZATI</b> .....	“	13
<b>INDICE ANALITICO</b> .....	“	19
<b>SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE</b> .....	“	25
Principi fondamentali.....	“	27
Stati limite ultimi.....	“	27
Stati limite di esercizio.....	“	29
Verifiche.....	“	29
Valutazione della sicurezza.....	“	29
Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento.....	“	32
Vita nominale.....	“	32
Classi d'uso.....	“	32
Periodo di riferimento.....	“	33
Azioni sulle costruzioni.....	“	33
Classificazione.....	“	33
Combinazioni delle azioni.....	“	35
Bibliografia del capitolo.....	“	38
<b>AZIONI SULLE COSTRUZIONI</b> .....	“	39
Struttura del capitolo.....	“	41
Opere civili ed industriali.....	“	41
Pesi.....	“	43
Pesi specifici.....	“	43
Carichi permanenti non strutturali.....	“	44
Carichi variabili.....	“	45
Azione sismica.....	“	46
Categoria di suolo e sottosuolo.....	“	48
Parametri e azione sismica.....	“	50
Azione del vento.....	“	55
Azione della neve.....	“	59
Azione della temperatura.....	“	63
Azioni eccezionali.....	“	65
Incendi.....	“	65
Esplosioni.....	“	67
Urti.....	“	68
Bibliografia del capitolo.....	“	70

---

<b>PROGETTAZIONE SISMICA</b> .....	p.	73
Struttura del capitolo.....	“	75
Principi generali.....	“	76
Requisiti nei confronti degli stati limite.....	“	76
Criteri generali di progettazione e modellazione.....	“	77
Caratteristiche generali delle costruzioni.....	“	78
Caratteristiche meccaniche e geometriche.....	“	79
Iperstaticità e regolarità.....	“	79
Distanza fra costruzioni contigue.....	“	80
Altezza massima e limitazioni in funzione delle sedi stradali.....	“	80
Altri elementi e parti strutturali.....	“	81
Requisiti impiantistici.....	“	82
Requisiti delle fondazioni.....	“	83
Modellazione strutturale.....	“	84
Metodi di analisi e criteri di verifica.....	“	86
Analisi lineare statica.....	“	86
Analisi lineare dinamica.....	“	87
Valutazione degli spostamenti.....	“	88
Analisi non lineare statica.....	“	88
Analisi non lineare dinamica.....	“	89
Criteri di verifica.....	“	89
Verifiche agli SLU.....	“	89
Verifiche agli SLE/SLS.....	“	90
Costruzioni di calcestruzzo.....	“	91
Tipologie strutturali.....	“	92
Fattori di struttura.....	“	93
Dimensionamenti e verifiche.....	“	94
Costruzioni di muratura.....	“	94
Tipologie strutturali.....	“	95
Fattori di struttura.....	“	97
Metodi di analisi e criteri di verifica.....	“	97
Analisi lineare statica.....	“	97
Analisi lineare dinamica.....	“	98
Analisi non lineare statica.....	“	98
Analisi non lineare dinamica.....	“	98
Criteri di verifica.....	“	99
Muratura ordinaria.....	“	99
Dimensionamenti e verifiche.....	“	99
Regole di dettaglio.....	“	100
Bibliografia del capitolo.....	“	101
<b>COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI</b> .....	“	103
Struttura del capitolo.....	“	105
Costruzioni di calcestruzzo.....	“	105
Criteri di analisi agli SLU.....	“	107
Caratteristiche del calcestruzzo.....	“	108
Sforzo normale e flessione.....	“	109
Taglio.....	“	110

---

Torsione.....	p.	111
Fatica.....	“	113
Dettagli per pilastri e travi.....	“	113
Aderenza dell'acciaio con il calcestruzzo, ancoraggi e giunzioni, copriferro e interferro.....	“	115
Verifiche agli SLE/SLS.....	“	116
Solai.....	“	116
Costruzioni di muratura.....	“	116
Malte ed elementi.....	“	116
Murature.....	“	117
Caratteristiche meccaniche.....	“	117
Organizzazione strutturale.....	“	118
Verifiche.....	“	119
Bibliografia del capitolo.....	“	122
<b>GEOTECNICA.....</b>	“	123
Struttura del capitolo.....	“	125
Principi generali.....	“	125
Definizioni.....	“	127
Verifiche agli SLU.....	“	127
Verifiche agli SLE/SLS.....	“	130
Metodi di indagine geotecnica.....	“	130
Opere di fondazione.....	“	131
Fondazioni superficiali.....	“	131
Verifiche agli SLU.....	“	132
Verifiche agli SLE/SLS.....	“	133
Fondazioni su pali e miste.....	“	133
Verifiche agli SLU.....	“	133
Verifiche agli SLE/SLS.....	“	138
Aspetti costruttivi.....	“	138
Miglioramento e rinforzo di terreni e rocce e monitoraggio.....	“	138
Consolidamento geotecnico.....	“	139
Indagini.....	“	139
Consolidamenti.....	“	140
Opere su grandi aree.....	“	141
Bibliografia del capitolo.....	“	143
<b>APPENDICE LEGISLATIVA.....</b>	“	145
Ministero delle Infrastrutture Decreto 14 gennaio 2008.....	“	147
Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre 2005.....	“	150
<b>GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE.....</b>	“	153

---



---

## **Prefazione**

La presente opera si colloca in un contesto generale di studio e calcolo delle strutture attraverso il metodo degli stati limite.

Il metodo agli stati limite, così poco diffuso nel paese Italia, rappresenta, oggi, la migliore descrizione del comportamento dei materiali, anche se non pochi dubbi ed incertezze sono ancora da chiarire e risolvere.

Uno dei principali motivi di tanta poca diffusione, a parere dello scrivente, è da ricercare nella oscura definizione del concetto di stato limite fornito dalle norme.

La norma, infatti, introduce lo stato limite legandolo alla funzionalità generica della struttura: in buona sostanza, lo stato limite è quello stato raggiunto e superato il quale la struttura non è più in grado di assolvere alle funzioni per le quali è stata progettata, costruita e realizzata.

Prima della definizione alternativa di stato limite è necessaria una considerazione: quale che sia il metodo utilizzato per modellare le strutture e per il calcolo delle sollecitazioni, alla fine il tutto si riduce a dimensionare le sezioni, le quali, ovviamente, sono costituite da un certo materiale

Quindi, sembra naturale che è in relazione al materiale che bisogna inquadrare lo stato limite: infatti, uno stato di sforzo limite è quel particolare contesto meccanico in corrispondenza del quale si assiste alla transizione o variazione di almeno una delle proprietà meccaniche del materiale stesso (definizione tratta da "Resistenza dei materiali", Vsevolod I. Feodosiev \* Editori Riuniti, pag. 270)

Con questo concetto ogni elemento va al suo posto e nel momento in cui la norma afferma che una "deformazione eccessiva" rientra nello stato limite ultimo, il tecnico progettista è in grado di capire che il termine "eccessivo" sta ad indicare che uno dei materiali ha attinto allo stato limite ultimo.

Il presente lavoro giunge dopo di una prima esperienza editoriale svolta relativamente al calcestruzzo armato: l'opera si armonizza con essa anche e soprattutto nella presente fase di transizione normativa.

## **Avvertenze**

Il presente testo non si propone quale la soluzione dei problemi che il tecnico progettista incontra nella progettazione delle strutture agli stati limite.

Il testo opera un parallelismo fra le norme tecniche emanate il 14 gennaio 2008 con le analoghe del 14 settembre 2005.

Quanto premesso si traduce nel fatto che l'utente del testo deve avere una conoscenza degli stati limite a-priori e non si può né si deve affidare al manuale per una loro corretta e completa applicazione.

## **Introduzione**

La pubblicazione di un testo che operi un confronto fra due disposti di legge simili nasce dalla necessità di chiarezza normativa oltre che dalla esigenza di inquadrare l'evoluzione tecnica verso uno strumento con il quale ci si dovrà confrontare nell'immediato.

I nuovi quadri tecnico-normativi rappresentano, sostanzialmente, una sorta di traghettamento verso gli eurocodici, i quali costituiscono il punto di futuro riferimento.

Occorre formulare una premessa: nel testo che segue le Norme Tecniche per Costruzioni pubblicate con D.M. del 14 gennaio 2008 sono indicate semplicemente con l'acronimo NTC.

Gli altri disposti di legge sono richiamati ed indicati esplicitando il provvedimento medesimo ad accezione delle Norme Tecniche per Costruzioni pubblicate con D.M. del 14 settembre 2005 indicate come NTC 2005.

### **Quadro legislativo** *Sismica all'italiana*

Risulta conveniente inquadrare l'attuale contesto normativo per chiarezza e completezza ma anche in ragione del fatto che nelle NTC non sono presenti alcune definizioni che, essendo richiamate nelle NTC stesse, devono essere contenute in altri disposti di legge.

Il punto di partenza è costituito dal provvedimento di legge che segna, marcatamente, una discontinuità con il precedente quadro legislativo: l'Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274.

L'ordinanza vede la luce a pochi mesi dalla tragedia di San Giuliano di Puglia che, il 31 ottobre 2002, viene colpito da un terremoto.

Il bilancio di tale evento è tragico: la scuola elementare "Francesco Jovine" crolla e 27 bambini ed un'insegnante perdono la vita.

L'ordinanza si presenta sì da subito viziata e, sotto certi aspetti, tecnicamente incomprensibile ed in contrasto con l'esperienza pratica.

Oltre ai criteri scelti per la sua emanazione, cioè una semplice e pura imposizione senza alcun confronto con le parti tecniche, il disposto presenta almeno due elementi critici: le nuove norme tecniche e la suddivisione in zone sismiche del territorio nazionale.

Dal 2003 al 2005 sono necessari una serie di provvedimenti e disposizioni atti a modificare e/o prorogare l'Ordinanza e precisamente:

- Ord. M. del 4 giugno 2003;
- avviso pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 9 luglio 2003, n. 157;
- Ord.P.C.M. 2 ottobre 2003, n. 3316;
- D.P.C.M. 21 ottobre 2003;
- Ord.P.C.M. 23 gennaio 2004, n. 3333
- Ord.P.C.M. 5 novembre 2004, n. 3379;
- Ord.P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431;
- Ord.P.C.M. 1 agosto 2005, n. 3452;
- D.M. 14 settembre 2005;
- Ord.P.C.M. 13 ottobre 2005, n. 3467;
- Ord.P.C.M. 9 marzo 2006, n. 3502.

Nonostante il travaglio normativo, un elemento appare chiaro ed inconfutabile: l'Ordinanza si ispira all'Eurocodice 8, almeno formalmente, per cui la scelta tecnica di fare riferimento ad essa, anche nell'ambito delle NTC 2005, è una necessità.

L'Ordinanza e le successive modifiche ed integrazioni mettono l'accento su almeno sette punti salienti ribadendo concetti ormai con-



---

solidati e modificando alcuni parametri con l'obiettivo di meglio conformare i modelli di analisi alla realtà:

- materiali;
- fattori di struttura;
- metodi e modelli di analisi;
- edifici semplici;
- solai;
- particolari costruttivi;
- edifici misti, ossia edifici i cui elementi sono realizzati con differenti tecnologie.

Il vero elemento di rilievo, che segna la svolta nel nostro paese, è rappresentato dall'obbligo di utilizzo del metodo di calcolo agli stati limite (contenuto nelle NTC 2005).

*NTC 2005*

L'obbligo di utilizzo del metodo agli stati limite è sancito nelle NTC 2005 (capitolo 5, Norme sulle costruzioni, ultimo capoverso, prima di introdurre il punto 5.1).

Precisamente

## *5. NORME SULLE COSTRUZIONI*

*<...omissis...>*

*Le norme disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni nei diversi materiali relativamente ai vari aspetti di metodi di calcolo, regole costruttive per la robustezza strutturale e procedure per le verifiche di sicurezza e di durabilità delle opere.*

*Le norme si applicano alle Classi di costruzione 1 e 2.*

*Relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il metodo di calcolo agli stati limite. Per le sole opere di classe 1 e con l'esclusione delle azioni sismiche, urti, esplosioni ed incendi, è ammesso l'uso del metodo di verifica tensionale di cui al punto 2.8 secondo le modalità semplificate indicate nei punti 5.1.2.3, 5.1.11, 5.2.3.3 e nei relativi punti dei paragrafi 5.3 e 5.4.*

### *5.1. Costruzioni di conglomerato cementizio*

*<...omissis...>*

In generale, anche le NTC 2005 si presentano controverse e di difficile interpretazione, fanno soventi rimandi a dati statistici non forniti dalle stesse, in alcuni casi introducono sostanziali e concettuali modifiche al pregresso normativo (tali da sorprendere!).

Le NTC 2005 trattano in modo ampio ogni genere di costruzione ma introducono elementi di minore dettaglio, soprattutto per le direttive esecutive: questo fatto è giustificato da un elemento di rilievo secondo

il quale tutti i materiali devono essere certificati per cui il rispetto di alcune prescrizioni, in passato contenute in modo esplicito nel dettato normativo, nel contesto delle NTC 2005 è assunto quale elemento acquisito a-priori.

*NTC* La pubblicazione delle NTC è preceduta da un evento tanto singolare quanto umoristico.

Il 31 dicembre 2007, attraverso la Gazzetta Ufficiale n. 302 entra in vigore il *D.L. 31 dicembre 2007, n. 248 – Proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria*, meglio noto come decreto milleproroghe.

Secondo quanto previsto dall'art. 52 del D.L.:

<...omissis...>

*Art. 52 (Entrata in vigore)*

*1. Il presente decreto entra in vigore il giorno stesso della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana e sarà presentato alle Camere per la conversione in legge.*

Quindi, il giorno 31 dicembre 2007 il D.L. 248/2007 è in vigore. A questo punto ci si chiede quale è il fatto divertente in esso contenuto? Ebbene tale fatto è quanto sancito dall'art. 20 del D.L.:

<...omissis...>

*Art. 20 (Regime transitorio per l'operatività della revisione delle norme tecniche per le costruzioni)*

*1. Le revisioni generali delle norme tecniche di cui all'articolo 5, comma 1, del D.L. 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla L. 27 luglio 2004, n. 186, sono sottoposte alla disciplina transitoria di cui al comma 2-bis del medesimo articolo, con esclusione delle verifiche tecniche e degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché relativi agli edifici ed alle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso di cui al decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile 21 ottobre 2003 di attuazione dell'articolo 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.*

<...omissis...>

L'art. 20 riportato è il testo coordinato con le modifiche apportate con comunicato di rettifica pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'11 gennaio 2008, n. 8: tramite l'articolo ed i rimandi in esso contenuti si prevede la disciplina transitoria, per un periodo di 18 mesi, in relazione

ad un decreto che verrà pubblicato successivamente, ossia il 14 gennaio 2008, e che costituisce la revisione delle NTC 2005.

La disciplina transitoria non può che riferirsi, a rigor di logica, al quadro normativo pregresso rispetto al D.M. del 14 settembre 2005: questo fatto non è scontato ma solo una interpretazione per cui, ragionevolmente, l'art. 20 deve essere chiarito.

In attesa delle delucidazioni, le NTC si presentano, per struttura, sostanzialmente differenti dalle analoghe norme pubblicate nel 2005.

Di seguito si riporta un prospetto di comparazione sui singoli capitoli ed argomenti trattati.

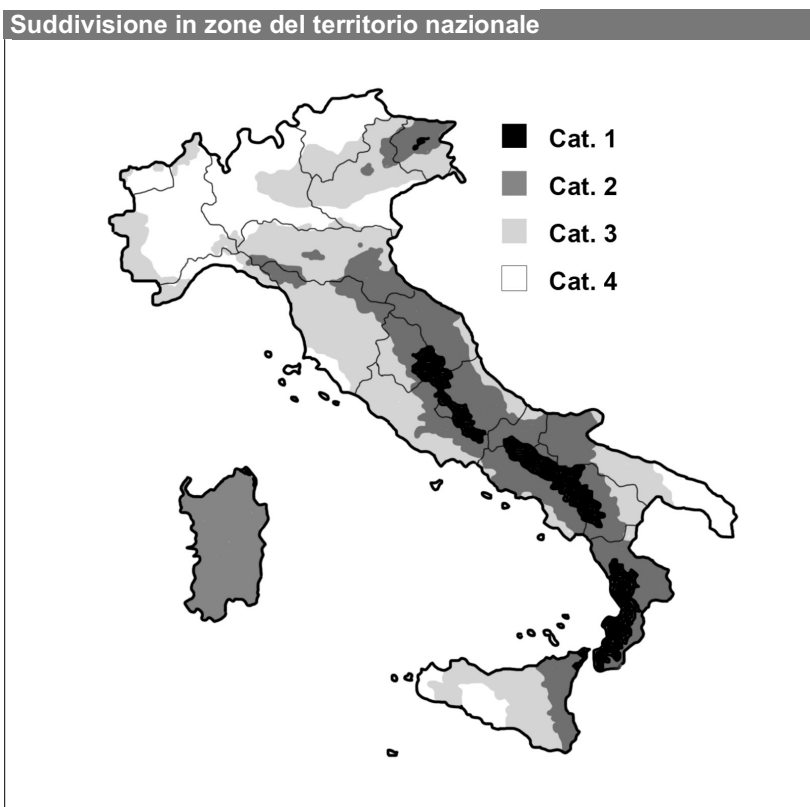
<b>Analisi comparata della struttura dei decreti</b>		
<b>Cap.</b>	<b>NTC 2005</b>	<b>NTC</b>
	Introduzione	Premessa
1	Preambolo	Oggetto
2	Sicurezza, prestazioni attese, azioni sulle costruzioni	Sicurezza e prestazioni attese
3	Azioni ambientali e naturali	Azioni sulle costruzioni
4	Azioni accidentali	Costruzioni civili e industriali
5	Norme sulle costruzioni	Ponti
6	Azioni antropiche	Progettazione geotecnica
7	Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii	Progettazione per azioni sismiche
8	Collaudo statico	Costruzioni esistenti
9	Costruzioni esistenti	Collaudo statico
10	Norme per la redazione dei progetti esecutivi	Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo
11	Materiali e prodotti per uso strutturale	Materiali e prodotti per uso strutturale
12	Referenze tecniche essenziali	Riferimenti tecnici
		Allegato A: pericolosità sismica
		Allegato B: tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica

Le differenze nella struttura si riscontrano, di fatto, anche in alcune fondamentali parti e nei contenuti.

In ogni caso, anche le NTC sanciscono che *“È fatto obbligo di utilizzo del metodo agli stati limite ad eccezione che per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, per le quali è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili”* (NTC, punto 2.7).

Infine è da notare come nelle NTC non sia presente la suddivisione in zone del territorio nazionale.

Infatti si passa da una classificazione, prevista dall'Ord.P.C.M. 3274, mutuata dalle NTC 2005, del tipo:



alla identificazione, nelle NTC, di un reticolo di riferimento dal quale trarre i parametri per la definizione degli spettri sismici.

---

## Simboli utilizzati

$\alpha$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inclinazione di una copertura sull'orizzontale</li><li>• Esponente di calcolo nelle verifica a flessione</li></ul>
$\alpha_1$	È il moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, il primo pannello murario raggiunge la sua resistenza ultima (a taglio o a pressoflessione)
$\alpha_{cc}$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\alpha_T$	Coefficiente di dilatazione termica
$\alpha_u$	È il 90% del moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, la costruzione raggiunge la massima forza resistente
$\Delta T_{My}$	Componente variabile di temperatura lungo l'asse y
$\Delta T_{Mz}$	Componente variabile di temperatura lungo l'asse z
$\Delta T_u$	Differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data di realizzazione della costruzione $T_0$
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$\gamma_{G1}$	Coefficienti di combinazione dei carichi strutturali permanenti
$\gamma_{G2}$	Coefficienti di combinazione dei carichi non strutturali permanenti
$\gamma_{Gi}$	Coefficienti di combinazione dei carichi permanenti
$\gamma_M$	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura
$\gamma_{m,c}$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$\gamma_{Pi}$	Coefficiente parziale di precompressione
$\gamma_{Qi}$	Coefficienti di combinazione dei carichi variabili
$\eta$	Fattore di alterazione dello spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali $\xi$ diversi dal 5%
$\varphi$	Percentuale di foratura di una muratura
$\lambda$	Snellezza (convenzionale)
$\mu_i$	Coefficiente di forma della copertura
$\rho$	Densità
$\sigma_R$	Deviazione standard associata alla resistenza R
$\sigma_S$	Deviazione standard associata alla sollecitazione S
$\psi_{0i}$	Coefficienti di combinazione
$\psi_{1i}$	Coefficienti di combinazione
$\psi_{2i}$	Coefficienti di combinazione

A	Area lorda della faccia dell'elemento di muratura
$a_0$	Parametro di calcolo dell'azione del vento
$A_c$	Area di conglomerato
$a_g$	Accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A)
$a_s$	Quota sul livello del mare
$c_d$	Coefficiente dinamico
$c_e$	Coefficiente di esposizione
$C_E$	Coefficiente di esposizione
$c_f$	Coefficiente d'attrito
$c_p$	Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
$c_t$	Coefficiente di topografia
$C_t$	Coefficiente termico
$C_U$	Coefficiente d'uso
$c_{u,30}$	Resistenza non drenata equivalente
$d_g$	Spostamento orizzontale
E	Azione sismica
$E_{cm}$	Modulo elastico
$E_d$	Effetto delle azioni di progetto su una struttura
f	Area della sezione normale di un foro
$f_{bd}$	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo
$f_{bk}$	Resistenza caratteristica a rottura di una muratura nella direzione portante
$f_{cd}$	Resistenza di calcolo
$f_{cfm}$	Resistenza media a trazione (flessione)
$f_{ck}$	Resistenza su provini cilindrici
$f_{ck,cube}$	Resistenza minima cubica
$f_{ck,cyl}$	Resistenza minima cilindrica
$f_{cm}$	Resistenza cilindrica media
$f_{ctd}$	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{ctm}$	Resistenza media a trazione (assiale)
$F_d$	Azione di calcolo (progetto)
$F_o$	Fattore di quantificazione dell'amplificazione spettrale massima

---

$F_v$	Fattore di quantificazione dell'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno $a_g$ su sito di riferimento rigido orizzontale
$G_1$	Carichi strutturali permanenti
$G_2$	Carichi non strutturali permanenti
$G_{2k}$	Peso proprio di un elemento divisore
$g_{2k}$	Carico uniformemente ripartito relativo al peso proprio di un elemento divisore
$G_i$	Carichi permanenti
$g_i(x)$	Generico stato limite
$h_0$	Lunghezza libera di inflessione
$H_k$	Carichi orizzontali lineari
$i$	Raggio d'inerzia è relativo alla sezione di calcestruzzo non fessurato
$k_a$	Parametro di calcolo dell'azione del vento
$k_r$	Parametro di calcolo dell'azione del vento
$l_0$	Lunghezza libera di inflessione
$M_{01}$	Momenti flettente del primo ordine alla estremità 1 di un pilastro
$M_{02}$	Momenti flettente del primo ordine alla estremità 2 di un pilastro
$M_d$	Momento di progetto
$M_{Ed}$	Valore di calcolo della componente flettente dell'azione
$M_{Ey_d}$	Valore di calcolo della componente di flessione retta dell'azione attorno all'asse y
$M_{Ez_d}$	Valore di calcolo della componente di flessione retta dell'azione attorno all'asse z
$M_{Rd}(N_{Ed})$	Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a $N_{Ed}$
$M_{Ry_d}$	Valore di calcolo del momento resistente di pressoflessione retta corrispondenti a $N_{Ed}$ valutato attorno all'asse y
$M_{Rz_d}$	Valore di calcolo del momento resistente di pressoflessione retta corrispondenti a $N_{Ed}$ valutato attorno all'asse z
$M_u$	Momento ultimo (di collasso)
$N_{Ed}$	Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione
$N_{SPT,30}$	Resistenza penetrometrica dinamica equivalente

---

$p$	Pressione del vento
$P_c$	Probabilità di collasso
$\underline{P_c}$	Valore accettabile della probabilità di collasso
$p_d$	Pressione statica equivalente con valore di progetto per esplosioni
$p_f$	Pressione tangenziale del vento
$P_i$	Azione di precompressione
$P_{si}$	Sicurezza strutturale: probabilità associata allo stato limite $g_i(x)$
$P_{VR}$	Probabilità di eccedenza
$q_{2k}$	Carico uniformemente ripartito
$q_b$	Pressione cinetica di riferimento
$q_{f,d}$	Carico d'incendio specifico
$Q_k$	Carichi verticali concentrati
$Q_{k1}$	Azione variabile dominante
$Q_{ki}$	Azioni variabili
$q_s$	Carico neve sulla copertura
$q_{sk}$	Valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo
$R$	Resistenza di una struttura
$R_b$	Ancoraggio delle armature
$R_c$	Resistenza dei puntoni di calcestruzzo compresso
$R_{ck}$	Resistenza su provini cubici
$R_d$	Resistenza di progetto di una struttura
$r_m$	Rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità di un pilastro
$R_n$	Resistenza dei nodi
$R_s$	Resistenza dei tiranti costituiti dalle sole armature
$S$	Sollecitazioni agenti su una struttura
$S$	Prodotto fra il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica ( $S = S_S \cdot S_T$ )
$S_d(T)$	Spettro di progetto (funzione del periodo di vibrazione $T$ )
$S_{De}(T)$	Spettro di risposta elastico in spostamento orizzontale (funzione del periodo di vibrazione $T$ )
$S_e(T)$	Spettro di risposta elastico (funzione del periodo di vibrazione $T$ )
$S_S$	Coefficiente di amplificazione stratigrafica



---

$S_T$	Coefficiente di amplificazione topografica
$S_{ve}(T)$	Accelerazione spettrale verticale (funzione del periodo di vibrazione $T$ )
$T$	Periodo di vibrazione
$T$	Temperatura media attuale
$T^*_C$	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$T_0$	Temperatura alla data di realizzazione della costruzione
$T_B$	Periodo identificativo del primo ramo dello spettro
$T_C$	Periodo identificativo del secondo ramo dello spettro (ramo dello spettro fra $T_B$ e $T_C$ )
$T_D$	Periodo identificativo del terzo ramo dello spettro (ramo dello spettro fra $T_C$ e $T_D$ )
$T_E$	Periodo identificativo del primo ramo dello spettro di risposta elastico in spostamento orizzontale
$T_{Ed}$	Valore di calcolo del momento torcente
$T_{est}$	Temperatura esterna
$T_{est}$	Temperatura dell'aria esterna
$T_F$	Periodo identificativo del secondo ramo dello spettro di risposta elastico in spostamento orizzontale (ramo dello spettro fra $T_E$ e $T_F$ )
$T_{int}$	Temperatura interna ad una struttura
$T_{int}$	Temperatura dell'aria interna
$t_{min}$	Spessore minimo di una muratura
$T_{Rcd}$	Valore della resistenza del calcestruzzo (momento torcente)
$T_{Rd}$	Valore resistente del momento torcente
$T_{Rld}$	Valore della resistenza dell'armatura longitudinale (momento torcente)
$T_{Rsd}$	Valore della resistenza delle staffe trasversali (momento torcente)
$T_{sup,est}$	Temperatura della superficie esterna di un elemento
$T_{sup,int}$	Temperatura della superficie interna di un elemento
$v_b$	Velocità di riferimento
$v_{b,0}$	Parametro di calcolo dell'azione del vento
$V_d$	Valore di calcolo del taglio dovuto ai carichi esterni
$V_{Ed}$	Valore di calcolo dello sforzo di taglio

---

$V_g$	Velocità massima del terreno
$V_{md}$	Valore di calcolo della componente di taglio dovuta all'inclinazione dei lembi della membratura
$V_N$	Vita nominale
$V_{pd}$	Valore di calcolo della componente di taglio dovuta alla precompressione
$V_R$	Periodo di riferimento
$V_{Rd}$	Valore resistente di taglio
$V_{s,30}$	Velocità equivalente delle onde di taglio
$z_0$	Parametro di calcolo dell'azione del vento
$z_{min}$	Parametro di calcolo dell'azione del vento

---

## Indice analitico

### **A**

Accelerogrammi.....	P.	54
Aderenza.....	“	115
Altezza massima di una costruzione.....	“	80
Analisi:		
- costruzioni di calcestruzzo:		
- lineare dinamica.....	“	87
- lineare statica.....	“	86
- non lineare dinamica.....	“	89
- non lineare statica.....	“	88
- costruzioni di muratura:		
- lineare dinamica.....	“	98
- lineare statica.....	“	97
- non lineare dinamica.....	“	98
- non lineare statica.....	“	98
Amplificazione stratigrafica.....		55
Approccio (A1 e A2).....	“	39
Azioni:		
- classificazione.....	“	35
- combinazioni:		
- prospetto generale .....	“	37
- SLC.....	“	49
- SLD.....	“	49
- SLE/SLS.....	“	37
- SLU.....	“	37
- SLO.....	“	49
- SLV.....	“	49
- eccezionale (ultima).....	“	37
- eccezionali:		
- esplosioni.....	“	69
- incendi.....	“	67
- urti.....	“	70
- fondamentale (ultima).....	“	37
- frequente (esercizio).....	“	38
- neve.....	“	61
- quasi permanente (esercizio).....	“	38
- rara (esercizio).....	“	38
- sismica:		
- esercizio.....	“	38
- generalità.....	“	48
- parametri.....	“	52
- ultima.....	“	37
- temperatura.....	“	65
- vento.....	“	57

### **C**

Calcestruzzo (caratteristiche).....	“	108
-------------------------------------	---	-----

Carichi:		
- equivalenti dei tramezzi.....	p.	46
- permanenti non strutturali.....	“	46
- variabili.....	“	47
Categorie di suolo e sottosuolo:		
- categorie di sottosuolo.....	“	50
- categorie aggiuntive di sottosuolo.....	“	51
- categorie topografiche.....	“	52
Classe di rugosità del terreno (azione del vento).....	“	60
Classi d'uso.....	“	34
Coefficiente		
- di amplificazione stratigrafica.....	“	55
- di amplificazione tipografica.....	“	55
- di combinazione.....	“	38
- di combinazione per carichi permanenti, permanenti non strutturali e variabili.....	“	39
- di dilatazione termica.....	“	67
- d'uso.....	“	35
- topografico.....	“	55
Comportamento strutturale.....	“	77
Consolidamento geotecnica.....	“	139
Copertura ad una e due falde (azione della neve).....	“	65
Copriferro.....	“	115
Costruzioni:		
- altezza massima.....	“	80
- caratteristiche generali antisismiche.....	“	78
- di calcestruzzo.....	“	91
- civili e industriali:		
- di calcestruzzo.....	“	105
- di muratura.....	“	116
- limitazioni in funzione della sede stradale.....	“	80
- di muratura.....	“	94
<b>D</b>		
Distanza fra costruzioni contigue.....	“	80
Durabilità.....	“	29
<b>E</b>		
Elementi di muratura.....	“	116
Esplosioni.....	“	69
<b>F</b>		
Fatica.....	“	113
Fattori di struttura:		
- costruzioni di calcestruzzo.....	“	93
- costruzioni di muratura.....	“	97
Flessione.....	“	109

Fondazioni:		
- aspetti costruttivi.....	p.	138
- caratteristiche generali.....	“	83
- superficiali.....	“	132
- su pali e miste.....	“	134
<b>I</b>		
Incendi.....	“	67
Interferro.....	“	115
Irraggiamento (contributo alla azione della temperatura).....	“	66
<b>M</b>		
Malta.....	“	116
Metodi di calcolo:		
- coefficienti parziali.....	“	33
- livello 1, 2 e 3.....	“	31
Miglioramento di terreni e rocce.....	“	138
Monitoraggio di terreni e rocce.....	“	138
Murature.....	“	117
Muratura ordinaria.....	“	99
<b>N</b>		
Neve:		
- carico su una copertura.....	“	62
- coefficiente di esposizione.....	“	64
- coefficiente di forma.....	“	64
- generalità e criteri di calcolo.....	“	61
<b>O</b>		
Opere civili e industriali.....	“	43
<b>P</b>		
Pericolosità sismica.....	“	50
Periodo di riferimento.....	“	35
Pesi specifici.....	“	45
Probabilità di collasso.....	“	33
Progettazione antisismica:		
- caratteristiche generali delle costruzioni.....	“	78
- modellazione strutturale.....	“	84
- principi generali.....	“	76
- progettazione e modellazione.....	“	77
- requisiti delle fondazioni.....	“	83
- requisiti nei confronti degli stati limite.....	“	76
- verifiche agli SLE/SLS.....	“	90
- verifiche agli SLU.....	“	89
Progettazione geotecnica:		
- definizioni.....	“	127

- indagini.....	p.	130
- opere di fondazione.....	“	131
- principi generali.....	“	125
- verifiche agli SLE/SLS.....	“	130
- verifiche agli SLU.....	“	127

## **R**

Resistenza:		
- non drenata equivalente.....	“	52
- penetrometrica.....	“	52
Rinforzo di terreni e rocce.....	“	138

## **S**

Scenario:		
- definizione.....	“	44
- di carico.....	“	44
- di contingenza.....	“	44
Sforzo normale.....	“	109
Sicurezza:		
- grado di sicurezza agli SLU.....	“	31
- valutazione.....	“	31
Spettro:		
- di risposta elastico.....	“	54
- di risposta elastico in accelerazione verticale.....	“	55
- di risposta elastico in spostamento orizzontale.....	“	56
Spostamento orizzontale.....	“	56
Stati limite:		
- definizione.....	“	29
- principi fondamentali.....	“	29
- sismici.....	“	49
- SLC.....	“	49
- SLD.....	“	49
- SLE/SLS:		
- quadro generale.....	“	32
- SLO.....	“	49
- SLU:		
- equilibrio come corpo rigido (EQU).....	“	39
- definizione.....	“	29
- quadro generale.....	“	30
- resistenza del terreno (GEO).....	“	39
- strutturale (STR).....	“	39
- SLV.....	“	49

## **T**

Taglio.....	“	110
Temperatura:		
- coefficienti di dilatazione termica.....	“	67
- contributo irraggiamento.....	“	66

---

- generalità e criteri di calcolo.....	p.	65
Torsione.....	“	111
<b>U</b>		
Urti.....	“	70
<b>V</b>		
Velocità:		
- equivalente delle onde di taglio.....	“	52
- massima del terreno.....	“	56
- riferimento (vento).....	“	59
Vento:		
- azione tangente.....	“	57
- classi di rugosità.....	“	60
- coefficiente di esposizione.....	“	60
- generalità e criteri di calcolo.....	“	58
- pressione.....	“	57
- velocità di riferimento.....	“	59
Vita:		
- nominale.....	“	34
- utile.....	“	34
<b>Z</b>		
Zone:		
- di neve.....	“	62
- di vento.....	“	58





---

## **SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE**



## **Principi fondamentali**

I due testi in comparazione, ossia il D.M. 14 gennaio 2008, brevemente indicato NTC, e il D.M. del 14 settembre 2005, indicato quale NTC 2005, presentano delle differenze già dalla lettura delle prime parti.

Innanzitutto le NTC 2005 mettono da subito in evidenza la necessità di “... *prestabiliti livelli di sicurezza nei riguardi della pubblica incolumità*” [1] elemento non trascurato nelle NTC ma dilazionato e ribadito in più punti.

Ciò che appare immediatamente differente, riguardabile quale una ragionevole correzione della impostazione di fondo del disposto di legge NTC 2005, è costituito dal fatto che “*I livelli di sicurezza devono essere scelti dal Committente e dal Progettista, di concerto, in funzione dell'uso e del tipo di struttura, della situazione di progetto, nonché in funzione delle conseguenze del danno o del collasso, con riguardo a persone, beni e possibile turbativa sociale, come anche del costo delle opere necessarie per la riduzione rischio di danno o collasso*” [1], nelle NTC non vi è questa facoltà di scelta del committente ed il progettista deve fare riferimento solo ed esclusivamente alle norme.

Si nota ancora che, secondo NTC 2005, “*La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, è una proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano garantiti durante tutta la vita utile di progetto dell'opera*” [1] diviene un'affermazione sostanzialmente diversa nel momento in cui si scrive, nelle NTC, “*La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita utile dell'opera...*” [2].

Appare evidente che non è più sufficiente una garanzia, che ha un termine, sulla durabilità dei materiali per la vita utile di progetto ma è necessario il mantenimento per tutta la vita utile dell'opera.

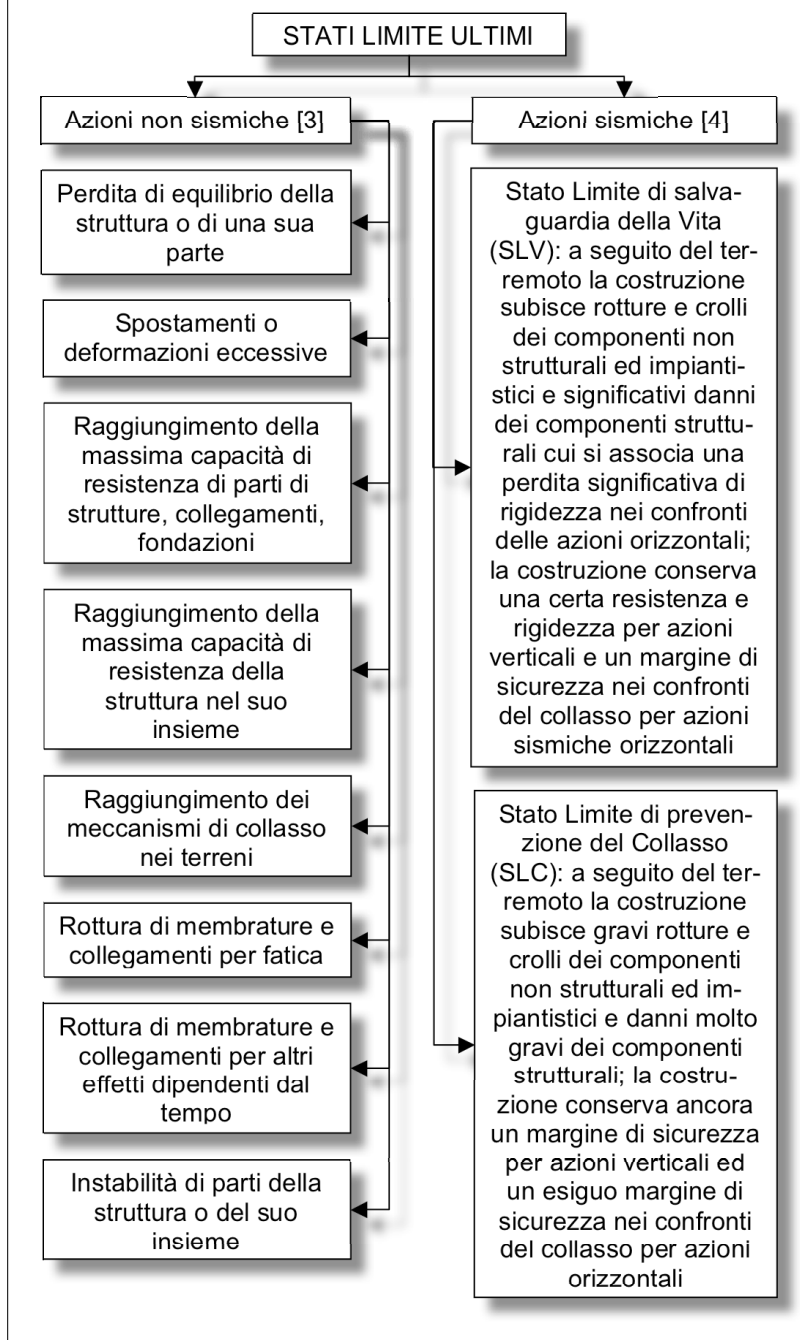
Pur riprendendo la definizione classica di stato limite, rapportato macroscopicamente alle strutture, le NTC correggono una forma ambigua dell'equivalente disposto del 2005. Infatti, la sicurezza nei confronti dei diversi stati limite è ora la capacità di evitare situazioni specifiche e lo stato limite di danno (SLD) è introdotto solo in seguito.

## **Stati limite ultimi**

Come definito nei principi fondamentali, “*stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata*” e, nello specifico, gli stati limite ultimi assumono carattere irreversibile [2].

Pure in questo caso, lo SLU è riferito alle caratteristiche macroscopiche dell'opera anche se, in buona sostanza, si tratta di uno stato a carico dei materiali e quindi riconducibile alla meccanica degli stessi: ossia lo stato limite è più ragionevolmente identificabile in relazione ai materiali che alla struttura nel suo complesso anche in ragione del fatto che, quale che sia la causa di un crollo, perdita di equilibrio, dissesto grave, etc., il tutto viene innescato in una o più sezioni con fenomeni di degrado delle proprietà meccaniche dei materiali. Gli SLU possono essere riassunti come di seguito indicato:

## Stati Limite Ultimi



Rispetto alle NTC 2005, gli stati limite ultimi si presentano dello stesso tipo anche se viene meno un'affermazione abbastanza oscura, la cui definizione non è contenuta nel disposto di legge (NTC).

In particolare si fa riferimento al grado di sicurezza [5]: *“Il grado di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi dovrà essere, tanto più elevato, quanto più gravi sono le conseguenze dell'evento sfavorevole rappresentato dal raggiungimento di uno stato limite ultimo”*.

Per la determinazione di tale grado le NTC 2005 fanno riferimento ad un calcolo di probabilità difficilmente applicabile o, comunque, abbastanza farraginoso se relazionato alle ordinarie procedure di calcolo.

**Stati limite di esercizio**

Analoga situazione si riscontra nel caso degli stati limite di esercizio. In dettaglio (cfr. pagina seguente).

**Verifiche**

Le opere strutturali devono essere verificate [6]:

- a) per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;
- b) per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese.

Anche in questo contesto si riscontra una significativa correzione dell'impostazione delle NTC 2005: infatti le vecchie norme, in corrispondenza del punto b) dell'elenco precedente, indicano una verifica *“per gli stati limite di servizio definiti in sede progettuale dal Committente e dal Progettista, di concerto”* [7]. Ed ancora, secondo le NTC 2005, *“Per ogni opera il Committente ed il Progettista, di concerto, devono dichiarare nel progetto gli stati limiti ultimi e di esercizio che dovranno essere rispettati, secondo quanto stabilito nelle presenti norme”* [7]: posizione del tutto estranea alle NTC.

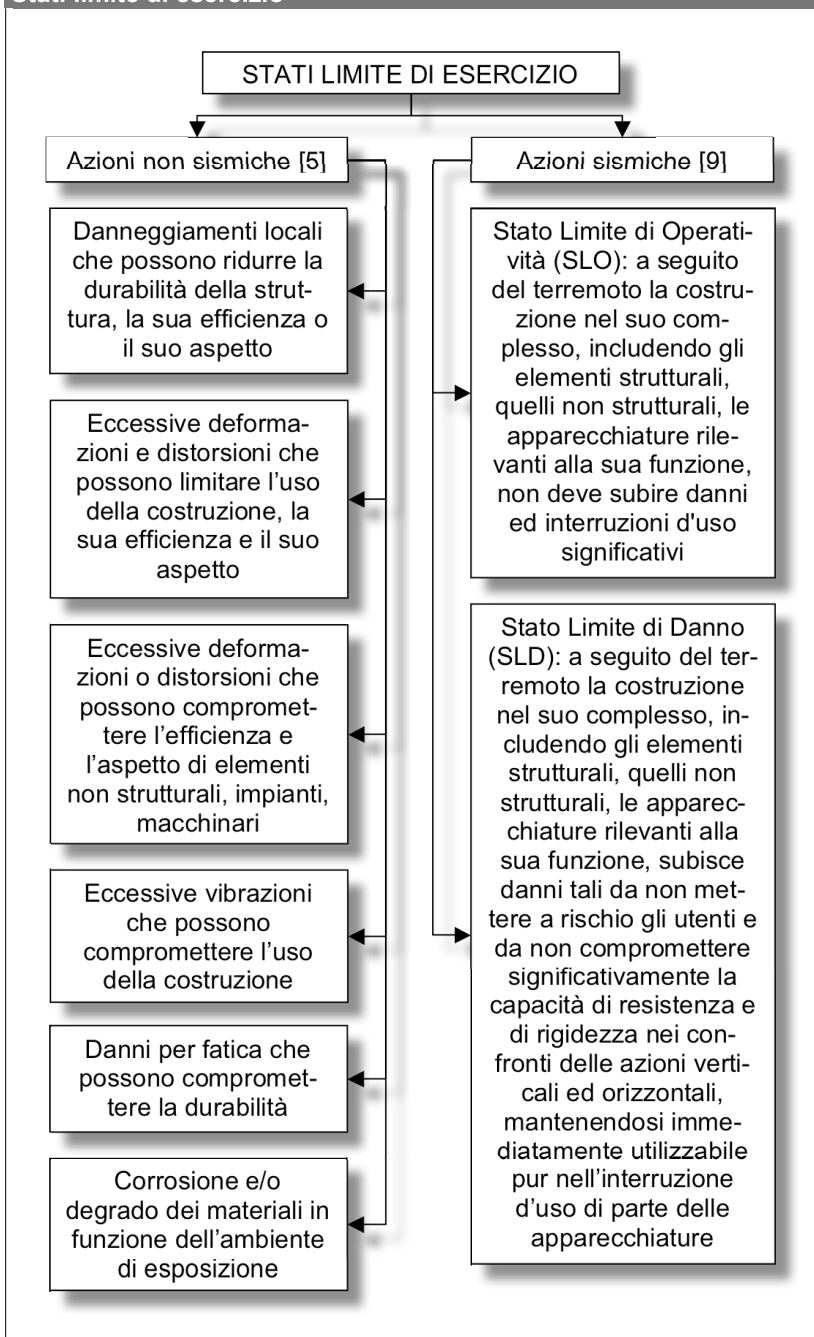
**Valutazione della sicurezza**

Nella valutazione della sicurezza le NTC pongono fine ad una elaborazione non chiara proposta tramite le NTC 2005.

Risulta essere estremamente chiara e precisa la posizione *“Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si devono adottare criteri probabilistici scientificamente comprovati. Nel seguito sono normati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza, applicabili nella generalità dei casi; tale metodo è detto di primo livello. Per opere di particolare importanza si possono adottare metodi di livello superiore, tratti da documentazione tecnica di comprovata validità”* [8].

Occorre, in questo contesto, precisare alcuni elementi teorici. Tecnicamente, esistono tre livelli di calcolo: il cosiddetto livello 3, un metodo che consente la determinazione della sicurezza attraverso metodi di natura probabilistica; il cosiddetto livello 2, metodo di calcolo semplificato rispetto al livello 3, meglio noto quale *“metodo dei primi due momenti”* e, infine, il livello 1, ossia il metodo semiprobabilistico.

## Stati limite di esercizio



La valutazione della sicurezza, in termini del tutto generali, è condotta considerando la resistenza  $R$  della struttura e le sollecitazioni  $S$  sulla struttura. Per una corretta valutazione occorre considerare, tuttavia, oltre ai valori medi di  $R$  ed  $S$  anche le relative deviazioni standard  $\sigma_R$  e  $\sigma_S$ .

La conoscenza delle deviazioni standard si traduce nella esatta determinazione delle code della distribuzione: ossia si tratta della determinazione, nel caso delle sollecitazioni, di valori estremamente rari delle stesse ed, in taluni casi, persino la raccolta di informazioni risulta impossibile.

Per ovviare a tali oggettive difficoltà si utilizzano i metodi di livello 2 e 3. In particolare, il metodo semiprobabilistico agli stati limite, il metodo di livello 3, in luogo dell'esatto studio delle distribuzioni di probabilità e dei valori medi utilizza i valori caratteristici raggrando l'ostacolo legato alle deviazioni standard.

Quindi il metodo prevede l'utilizzo di un fattore (divisore) per il calcolo della resistenza di calcolo a partire da quella caratteristica e l'utilizzo di un fattore per l'amplificazione delle sollecitazioni per la determinazione delle azioni di calcolo: tale metodo è indicato dalla norma quale "metodo dei coefficienti parziali" [8].

Nelle NTC 2005 si può rintracciare il criterio probabilistico per la valutazione della sicurezza, dato uno stato limite  $g_i(x)$  [10]:

$$P_{si} = \text{Prob}[g_i(x) > 0]$$

Inoltre *"La probabilità dell'evento  $g_i(x) > 0$  deve essere sufficientemente alta, ovvero molto prossima ad 1"* [10].

Nel caso ci si riferisca alla probabilità di collasso  $P_c$  allora deve risultare, secondo le NTC 2005 [10]:

$$P_c \leq \underline{P_c}$$

Nelle NTC 2005, in ogni caso, *"La misura della sicurezza si ottiene ... con il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza espresso dalla equazione formale associata al problema in"* [10]:

$$R_d > E_d$$

Analoga la posizione delle NTC, anche se è l'unica ammessa, con la differenza che è prevista l'eguaglianza fra la resistenza di progetto e l'azione di progetto [8]:

$$R_d \geq E_d$$

**Vita nominale,  
classi d'uso e  
periodo di  
riferimento**

*Vita nominale*

Secondo le NTC, “La vita nominale di un’opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata” [11]: la definizione è identica a quella contenuta nelle NTC 2005 con la differenza che in tale ultimo disposto viene indicata la “vita utile di progetto”.

La vita utile nominale e di progetto è riportata nei seguenti prospetti indicando il confronto fra i due disposti di legge:

Analisi comparata della vita nominale-vita utile in anni [12] [13]		
Struttura	Vita utile (NTC 2005) [12]	Vita nominale $V_N$ (NTC) [13]
Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	10	$\leq 10$
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	non previsto	$\geq 50$
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	non previsto	$\geq 100$
Strutture di Classe 1	50	non previsto
Strutture di Classe 2	100	non previsto

Nelle NTC 2005 compare nuovamente la dicitura “Il Committente ed il Progettista, di concerto, devono dichiarare nel progetto la vita utile della struttura” [12] puntualmente rimossa nelle NTC.

*Classi d'uso*

La classificazione d'uso delle strutture non deve essere confusa con le classi 1 e 2 precedentemente riportate e contenute nelle NTC 2005.

Le classi indicate, nel numero di 4, sono riferite alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche. Tali classi sono di seguito indicate [14]:

- **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 extra-urbane 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 D.M. 5 novembre 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.

Rispetto alle NTC 2005 non si considera più, allo SLU ed agli SLE/SLS, il "limite superiore della probabilità di collasso annua per diverse situazioni...",  $P_c$ , e la "classificazione del costo relativo di misure migliorative della sicurezza", ossia "alto" e/o "basso" scompaiono definitivamente [12].

Periodo di riferimento

Altro parametro assente nelle NTC 2005 è costituito dal periodo di riferimento  $V_R$  (in anni).

Tale parametro ha lo scopo di valutare le azioni sismiche [15]:

$$V_R = V_N \cdot C_U \geq 35$$

essendo  $C_U$  desumibile dalla seguente tabella [15].

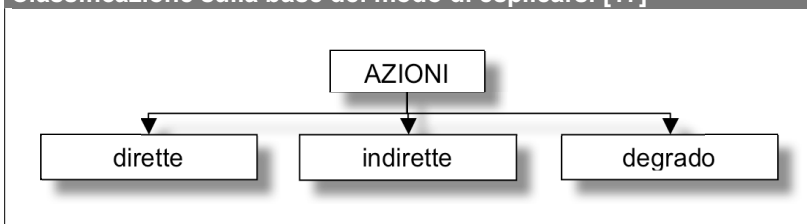
Coefficiente d'uso $C_U$ [15]	
Classe d'uso	$C_U$
I	0.70
II	1.00
III	1.50
IV	2.00

**Azioni sulle costruzioni**  
Classificazione

La classificazione delle azioni è condotta in riferimento a diversi elementi.

**Classificazione in base al modo di esplicarsi.** Tale classificazione è sostanzialmente la stessa delle NTC 2005 ad eccezione della terminologia per le azioni di degrado che, nelle NTC 2005, sono indicate quali azioni entropiche [16].

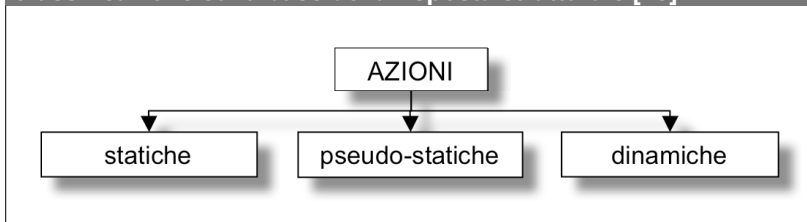
**Classificazione sulla base del modo di esplicarsi [17]**



**Classificazione delle azioni in base alla risposta strutturale.**

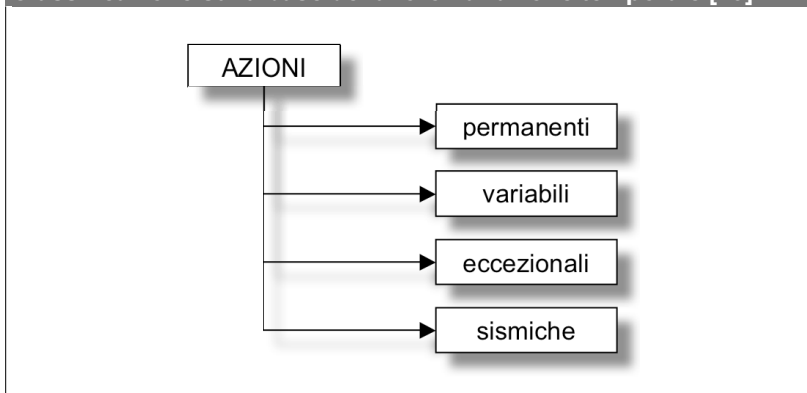
Anche in questo caso la differenza è solo terminologica fra le azioni quasi-statiche delle NTC 2005 e pseudo-statiche delle NTC.

**Classificazione sulla base della risposta strutturale [18]**



**Classificazione delle azioni sulla base delle loro variazione temporale.** La struttura è del tutto analoga a quella delle NTC 2005 ma sono ricomprese, in questo contesto, le azioni sismiche.

**Classificazione sulla base della loro variazione temporale [19]**



**Combinazioni delle azioni**

Le combinazioni delle azioni riportate nelle NTC ricalcano, in parte, l'assetto nelle norme del 1996 e quello degli eurocodici.

Contrariamente, nelle NTC 2005, è presente sia la combinazione eccezionale agli SLU che la combinazione rara agli SLE (invero pur non essendo presente nel paragrafo delle combinazioni, nelle NTC 2005, la combinazione rara è riportata nel paragrafo degli stati limite di esercizio).

Le combinazioni sono quelle di seguito indicate:



Le combinazioni di carico agli SLU risultano essere:

Azioni agli SLU [20]	
Azione	Combinazione
Fondamentale	$F_d = \sum_{i=1}^2 \gamma_{Gi} G_i + \sum_{i=1}^{n_p} \gamma_{Pi} P_i + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n_q} \psi_{0i} \gamma_{Qi} Q_{ki}$
Eccezionale	$F_d = \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + A_d + \sum_{i=1}^{n_q} \psi_{2i} Q_{ki}$
Sismica	$F_d = E + \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + \sum_{i=1}^{n_q} \psi_{2i} Q_{ki}$

Le combinazioni di carico agli SLE/SLS risultano essere:

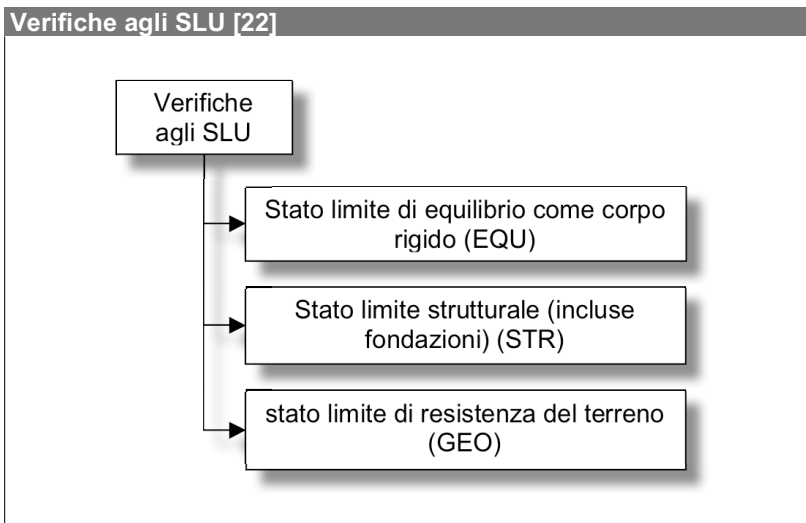
Azioni agli SLE/SLS [20]	
Azione	Combinazione
Frequente	$F_d = \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n_q} \psi_{2i} Q_{ki}$
Quasi permanente	$F_d = \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n_q} \psi_{2i} Q_{ki}$
Rara	$F_d = \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n_q} \psi_{02} Q_{ki}$
Sismica	$F_d = E + \sum_{i=1}^2 G_i + \sum_{i=1}^{n_p} P_i + \sum_{i=1}^{n_q} \psi_{2i} Q_{ki}$

Particolarmente chiara ed esaustiva risulta essere la tabella in cui vengono riportati i coefficienti: la tabella contiene i coefficienti raggruppati per categorie oltre alle azioni naturali [20]:

Coefficienti di combinazione			
Categoria/Azione variabile	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.70	0.50	0.30
Categoria B – Ambienti ad uso uffici	0.70	0.50	0.30
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.70	0.70	0.60
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0.70	0.70	0.60
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.00	0.90	0.80
Categoria F – Rimese e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 3000$ daN)	0.70	0.70	0.60
Categoria G - Rimese e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 3000$ daN)	0.70	0.50	0.30
Categoria H – Coperture	0.00	0.00	0.00
Vento	0.60	0.20	0.00
Neve (a quota $\leq 1000$ m slm)	0.50	0.20	0.00
Neve (a quota $> 1000$ m slm)	0.70	0.50	0.20
Variazioni termiche	0.60	0.50	0.00

I coefficienti riportati risultano differenti da quelli presenti nelle NTC 2005: inoltre, l'attuale disposto di legge, oltre a realizzare una chiara sistematizzazione per categoria, introduce elementi di valutazione prima del tutto assenti. La norma (NTC) pone un accento sul concetto di degrado specificando che il degrado nel corso della vita nominale di una struttura, sotto l'ipotesi della normale manutenzione

ordinaria, non deve pregiudicare le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle norme stesse [21].



Le verifiche devono essere condotte sia nei confronti dello stato limite di equilibrio (EQU) sia nei confronti dello stato limite ultimo strutturale (STR) e geotecnico (GEO): in questi ultimi due casi si possono utilizzare, in alternativa, due differenti approcci, A1 e A2 [22]. I coefficienti sono riportati nel prospetto seguente [22]:

**Coefficienti di combinazione [22]**

Carichi	Coefficiente	Condizione	EQU	A1 STR	A2 GEO
Permanenti	$\gamma_{G1}$	favorevole	0.90	1.00	1.00
		sfavorevole	1.10	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	$\gamma_{G2}$	favorevole	0.00	0.00	0.00
		sfavorevole	1.50	1.50	1.30
Variabili	$\gamma_{Qi}$	favorevole	0.00	0.00	0.00
		sfavorevole	1.50	1.50	1.30

Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti [22].

Il coefficiente  $\gamma_P = 1$  [22] e rispetto alla NTC 2005 vengono meno i coefficienti  $\gamma_{EGi}$ .

**Bibliografia del capitolo**

- [1] NTC 2005, punto 2.1
- [2] NTC, punto 2.1
- [3] NTC, punto 2.1.1
- [4] NTC, punto 3.2.1
- [5] NTC 2005, punto 3.2.1
- [6] NTC, punto 2.2.3
- [7] NTC 2005, punto 2.2.3
- [8] NTC, punto 2.3
- [9] NTC, punto 2.2.2
- [10] NTC 2005, punto 2.4
- [11] NTC, punto 2.4
- [12] NTC 2005, punto 2.5
- [13] NTC, punto 2.4.1
- [14] NTC, punto 2.4.2
- [15] NTC, punto 2.4.3
- [16] NTC 2005, punto 2.6.3.1
- [17] NTC, punto 2.5.1.1
- [18] NTC, punto 2.5.1.2
- [19] NTC, punto 2.5.1.3
- [20] NTC, punto 2.5.3
- [21] NTC, punto 2.5.4
- [22] NTC, punto 2.6.1