



San Michele all'Adige - 30 aprile 2008

# Introduzione al testo aggiornato delle Norme Tecniche per le Costruzioni

## **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI QUADRO NORMATIVO NAZIONALE**

prof. Paolo Zanon

Facoltà di Ingegneria - Università di Trento



1 di 79

San Michele all'Adige  
30 aprile 2008



Introduzione al testo aggiornato delle  
Norme Tecniche per le Costruzioni

**LEGGE n. 1086, 5 NOVEMBRE 1971  
G.U. 21 dicembre 1971 n. 321**

***Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato,  
normale e precompresso ed a struttura metallica***

***art. 21 Emanazione di norme tecniche***

*Il ministro per i lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici  
e il Consiglio nazionale delle ricerche, emana ogni biennio le norme tecniche  
alle quali dovranno uniformarsi le costruzioni*



Prof. Paolo Zanon - Università di Trento

2 di 79



**LEGGE n. 64, 2 FEBBRAIO 1974**  
**G.U. 21 marzo 1974 n. 76**  
**Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per**  
**le zone sismiche**

**art. 1 Tipo di strutture e norme tecniche**

*Le costruzioni sia pubbliche che private devono essere realizzate in osservanza delle norme tecniche che saranno emanate con decreti del Ministro dei LL.PP., sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici che si avvarrà della collaborazione del CNR.*

**art. 3 Opere disciplinate e grado di sismicità**

*Tutte le costruzioni da realizzarsi in zone dichiarate sismiche sono disciplinate, oltre che dalle norme di cui al precedente art. 1, da specifiche norme tecniche che verranno emanate con decreti del Ministro per i lavori pubblici, che si avvarrà anche della collaborazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche.*



**LEGGE n. 64 2 Febbraio 1974**  
**art. 1 Norme tecniche**

- a) criteri generali tecnico-costruttivi per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in **muratura** e per il loro consolidamento
- b) **carichi** e **sovraccarichi** e loro **combinazioni**; criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni
- c) indagini sui **terreni** e sulle **rocce**, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- d) criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di **opere speciali**, quali ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, torri, costruzioni prefabbricate, acquedotti, fognature;
- e) protezione delle costruzioni dagli **incendi**





- 20 novembre 1987** Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- 3 dicembre 1987** *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*
- 11 marzo 1988** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- 4 maggio 1990** Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
- 14 febbraio 1992** Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 9 gennaio 1996** Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 16 gennaio 1996** Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"
- 16 gennaio 1996** Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.



**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380**  
**G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239**  
**Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia**

**Art. 60 - Emanazione di norme tecniche**

Il Ministro per le infrastrutture e i trasporti, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici che si **avvale anche della collaborazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche**, predispone, modifica ed aggiorna le norme tecniche alle quali si uniformano le costruzioni di cui al capo secondo.

**Art. 52 - Tipo di strutture e norme tecniche**

In tutti i comuni della Repubblica le costruzioni sia pubbliche sia private debbono essere realizzate in osservanza delle norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi fissate con decreti del Ministro per le infrastrutture e i trasporti, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici che si **avvale anche della collaborazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche**. Qualora le norme tecniche riguardino costruzioni in zone sismiche esse sono adottate di concerto con il Ministro per l'interno





**D. L. n. 112, 31 marzo 1998**  
**G. U. n. 92 del 21 aprile 1998 n. 77 e Rettifica G.U. del 21 maggio 1997**

**n. 116 Art. 54. – Funzioni mantenute allo Stato**

Sono mantenute allo Stato, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a) della legge 15 marzo 1997, n. 59, le funzioni relative:

- a) all'osservatorio e monitoraggio delle trasformazioni territoriali, con particolare riferimento ai compiti di cui all'articolo 52, all'abusivismo edilizio ed al recupero, anche sulla base dei dati forniti dai comuni;
- b) all'indicazione dei criteri per la raccolta e l'informatizzazione di tutto il materiale cartografico ufficiale esistente, e per quello in corso di elaborazione, al fine di unificare i diversi sistemi per una piu' agevole lettura dei dati;
- c) **alla predisposizione della normativa tecnica nazionale per le opere in cemento armato e in acciaio e le costruzioni in zone sismiche;**
- d) alla salvaguardia di Venezia, della zona lagunare e al mantenimento del regime idraulico lagunare, nei limiti e con le modalita' di cui alle leggi speciali vigenti nonche' alla legge 5 marzo 1963, n. 366;
- e) alla promozione di programmi innovativi in ambito urbano che implicino un intervento coordinato da parte di diverse amministrazioni dello Stato.

Le funzioni di cui alle lettere a), b), c) ed e) del comma 1 sono esercitate di **intesa con la Conferenza Unificata.**



**23 giugno 1999**  
**17 febbraio 2000**

**Decreti del Presidente del Consiglio Superiore LL.PP per la nomina di  
due Commissioni per l'aggiornamento delle norme tecniche**

**23 ottobre 2001**  
**25 ottobre 2001**  
**12 novembre 2001**

**Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL. PP. chiede il  
previsto parere sull'aggiornamento delle norme tecniche al CNR**

**2 dicembre 2002**  
**14 maggio 2003**

**Il CNR formula i pareri richiesti sull'aggiornamento delle norme  
tecniche.**





**31 ottobre 2002**

**alle ore 11.32, in concomitanza con una scossa di terremoto di magnitudo stimata intorno a 5.4 della scala Richter, crollava un'intera ala dell'edificio scolastico Jovine in San Giuliano di Puglia.**

**20 marzo 2003**

**Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 pubblicata nel Supplemento Ordinario n. 72 della G.U. n. 105 del 8 maggio 2003.**

*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*

**9 luglio 2003**

**Errata Corrige pubblicata sulla G.U. n. 157**

**12 luglio 2003**

**Comunicato del Ministero di Giustizia pubblicato sulla G.U. n. 160**



**2 ottobre 2003**

**Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3316 pubblicata nella G.U. n. 236 del 10 ottobre 2003.**

*Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003*

**23 gennaio 2004**

**Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3333 pubblicata nella G.U. n. 26 del 2 febbraio 2004.**

*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*

**3 maggio 2005**

**Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3431 pubblicata nel Supplemento Ordinario n. 85 della G.U. n. 107 del 10 maggio 2005.**

*Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003*





**14 settembre 2005**

**Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. LL.PP. Pubblicato nel  
Supplemento Ordinario n° 159 della G.U. n° 222 23 settembre 2005**

**Legge n° 168**

**del 14 settembre 2005 si prevede un periodo transitorio di 18 mesi  
nell'applicazione delle norme tecniche con un periodo di coesistenza  
con la normativa preesistente. Il periodo di coesistenza scade il 23  
aprile 2007**

**2 marzo 2006**

**Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 marzo  
2006 che istituisce la Commissione Consultiva di monitoraggio della  
Normativa Tecnica per le Costruzioni**



**Legge n° 17**

**27 febbraio 2007 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-  
legge 28 dicembre 2006, n. 300, recante proroga di termini previsti da  
disposizioni legislative.**

**Proroga del periodo transitorio di 18 mesi nell'applicazione delle norme  
tecniche fino al 31 dicembre 2007**

**13-27 luglio 2007**

**Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
approva il testo delle Nuove Norme Tecniche**

**20 dicembre 2007**

**Seduta della Conferenza unificata in cui è stata sancita *intesa* sulle NTC**

**31.12.2007**

**DL 248 art 20. proroga dell'aggiornamento delle Norme Tecniche**





**BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT**

**C2/1**

**NOTIFIKATIONSVERFAHREN NACH RL 98/34/EG**

**STELLUNGNAHME**

Mit der gegenständlichen Notifikation Italiens wird laut den in der Notifikation gemachten Angaben das Ziel verfolgt, klar und eindeutig das Sicherheitsniveau und die Leistungsmerkmale von Bauwerken zu bestimmen und sowohl die Vorschriften für das Verhalten und die Festigkeit von Baustoffen und Tragwerken als auch die Vorschriften bezüglich der Definition der Einwirkungen und ihrer Auswirkungen auf die Tragwerke zu vereinheitlichen.

Con la comunicazione in oggetto inviata dall'Italia si persegue, stanti le indicazioni contenute nella stessa, l'obiettivo di determinare in maniera chiara e univoca il livello di sicurezza e le caratteristiche di prestazione delle costruzioni, uniformando sia le norme relative al comportamento e alla resistenza dei materiali da costruzione e delle strutture portanti che le norme concernenti la definizione dei loro effetti e conseguenze sulle strutture portanti.



**Supplemento Ordinario n° 30 della G.U. n°29 4 febbraio 2008  
D.M. 14 gennaio 2008  
Testo Aggiornato delle: Norme Tecniche per le Costruzioni**

**Art.1**

**È approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed alla legge 27 luglio 2004, n. 186, di conversione del decreto-legge 28 maggio 2004, n.136, allegato al presente decreto, ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7.  
Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.**





**27 febbraio 2008**  
**Conversione in legge del**  
**Decreto "milleproroghe"**

**Art.20**

1. Il termine di cui al comma 2-bis dell'articolo 5 del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186 e successive modificazioni, già prorogato al 31 dicembre 2007 ai sensi dell'art. 3, comma 4-bis del decreto-legge 28 dicembre 2006, n. 300, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2007, n. 17, è differito al **30 giugno 2009**.



**27 febbraio 2008**  
**Conversione in legge del Decreto "milleproroghe"**

**Art.20**

**2.** A seguito dell'entrata in vigore della revisione generale delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005, durante il periodo di cui all'articolo 5, comma 2-*bis*, del citato decreto legge n. 136 del 2004, come, da ultimo, modificato dal comma 1 del presente articolo, **in alternativa all'applicazione della suddetta revisione generale è possibile l'applicazione del citato decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 oppure dei decreti del Ministro dei lavori pubblici 20 novembre 1987, 3 dicembre 1987, 11 marzo 1988, 4 maggio 1990, 9 gennaio 1996 e 16 gennaio 1996.**







**Decreto "milleproroghe"**

**Art.20**

6. Con apposito decreto del Ministro delle infrastrutture è istituita, fino al 30 giugno 2009, senza nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica, una **commissione consultiva**, con rappresentanti delle regioni e degli enti locali, nonché delle associazioni imprenditoriali e degli ordini professionali interessati, **per il monitoraggio delle revisioni generali delle Norme tecniche** di cui al comma 2, **anche al fine degli adeguamenti normativi che si rendano necessari**, previa intesa con la Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, e successive modificazioni, alla scadenza del periodo transitorio indicato al comma 1.

7. La partecipazione alla commissione di cui al comma 6 **non dà luogo** alla corresponsione di compensi, emolumenti, indennità, o **rimborsi spese**.



**11 aprile 2008**

*Assemblea Generale Consiglio Superiore dei LL.PP.*

*Approvazione della*

**Circolare applicativa del D.M. 14 gennaio 2008**

*Testo Aggiornato delle: Norme Tecniche per le Costruzioni*

**4 aprile 2008**

*Consiglio nazionale dei Geologi*

**Impugnativa dinanzi al T.A.R. del Lazio**

*del D.M. 14 gennaio 2008*

*Testo Aggiornato delle: Norme Tecniche per le Costruzioni*

*Per omissioni di fondamentali attività conoscitive e per difformità del testo pubblicato rispetto a quello approvato in sede di Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei LL.PP.*





## 1 OGGETTO

*Le presenti Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità.*

*Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.*

*Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni, per quanto non espressamente specificato nel presente documento, **ci si può riferire a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel Cap. 12.** In particolare quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme.*



## 2 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

### 2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI

- 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;
- **robustezza** nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

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 dell'opera, deve essere garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione.





#### 2.4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale VN 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. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Vita Nom. TIPI DI COSTRUZIONE  
(in anni)

< 10	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>
≥ 50	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
≥ 100	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica



#### 2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, 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.





### 2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, 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 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 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.



### 2.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

#### 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 vincolo, 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.*





## 2.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

### 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 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

### 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 della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo:
- **peso proprio di tutti gli elementi strutturali (G1)**;  
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 sono costanti nel tempo);
  - **peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G2)**;
  - **spostamenti e deformazioni imposti**, previsti dal progetto e realizzati nella costruzione;
  - **pretensione e precompressione (P)**;
  - **ritiro e viscosità**;
  - **spostamenti differenziali**;





## 2.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

2.5.1.3 Classificazione delle azioni secondo la variazione della loro intensità nel tempo

- b) **variabili ( Q )**: azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
  - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- 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.



## 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione **fondamentale**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **caratteristica** (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili :

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente** (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$





### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione **sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione **eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$ :

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$



### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Categoria	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 Biblioteche, archivi, magazzini ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi ( $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi ( $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture e sottotetti	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve ( $a \leq 1000$ m)	0,5	0,2	0,0
Neve ( $a > 1000$ m)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0





	$\gamma_{G1}$ favor.	$\gamma_{G1}$ sfavor.	$\gamma_{G2}^{\circ}$ favor.	$\gamma_{G2}$ sfavor.	$\gamma_{Qi}$ favor.	$\gamma_{Qi}$ sfavor.	$\gamma_{\varphi}^*$	$\gamma_c^*$	$\gamma_{cu}^*$
EQU ^	0,9	1,1	0,0	1,5	0,0	1,5	1,25	1,25	1,4
STR	1,0	1,3	0,0	1,5	0,0	1,5	1,25	1,25	1,4
GEO	1,0	1,0	0,0	1,3	0,0	1,3	1,25	1,25	1,4

^ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
 $\circ$  Nel caso di opere non strutturali di configurazione compiutamente definite, dettagliate espressamente nel progetto delle strutture, si può porre  $\gamma_{G2} = 0,9$  per EQU e  $\gamma_{G2} = 1,0$  per STU e GEO. In tal caso quando dette opere fossero tolte o modificate, si deve procedere nuovamente alla verifica della struttura.  
 $*$  Si riferiscono al calcolo delle spinte attive dei terreni. I coefficienti relativi alla resistenza passiva dei terreni di fondazione sono dati nel capitolo 6.

Nella Tabella il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

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



## 2.7 VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

Relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il Metodo agli stati limite di cui al § 2.6.

Per le **costruzioni di tipo 1 e 2** (provvisorie, ordinarie) e **Classe d'uso I e II** (occupazione occasionale, normali affollamenti non pubbliche), limitatamente a siti ricadenti in **Zona 4**, è ammesso il **Metodo di verifica alle tensioni ammissibili**. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici.

Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle presenti norme tecniche.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.







### 3 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

#### 3.1.1 GENERALITÀ

#### 3.1.2 PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

#### 3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

#### 3.1.4 CARICHI VARIABILI



Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzotti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00





E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b>			
	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	6,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	—	—	—
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b>			
	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	—	—	—
H	<b>Coperture e sottotetti</b>			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	secondo categoria di appartenenza		
		—	—	—

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati  
\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso



### 3 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

#### 3.2 AZIONE SISMICA

#### 3.3 AZIONI DEL VENTO





**CNR-DT 207/2008**

**Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del  
vento sulle costruzioni**

**SOLARI Prof. Giovanni** - Università di Genova

BARTOLI Prof. Gianni - Università di Firenze

PISTOLETTI Prof. Pierangelo - Seteco Ingegneria - Univ. di Genova

RICCIARDELLI Prof. Francesco - Università di Reggio Calabria

GUSELLA Prof. Vittorio - Università di Perugia

PICCARDO Prof. Giuseppe - Università di Genova

VINTANI Ing. Alberto - BCV Progetti - Milano

- **1 PREMESSA**
- **2 FONDAMENTI**
  - MOTIVAZIONI
  - CIRCOLAZIONE ATMOSFERICA
  - RAPPRESENTAZIONE DEL VENTO
  - AERODINAMICA DELLE COSTRUZIONI
  - RISPOSTA DINAMICA
  - DISTACCO DEI VORTICI
  - ALTRI FENOMENI AEROELASTICI INTERFERENZA
  - RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI



- **3 PRINCIPI E REGOLE**
- GENERALITA'
- VELOCITA' E PRESSIONE CINETICA DEL VENTO
  - Velocità base di riferimento
  - Periodo di ritorno e velocità di riferimento di progetto
  - Categoria di esposizione
  - Coefficiente di topografia
  - Velocità media
  - Turbolenza atmosferica
  - Pressione cinetica di picco
- AZIONI AERODINAMICHE
  - Pressione su ciascuna faccia di una superficie
  - Pressione complessiva su una superficie
  - Forze e momenti risultanti
  - Forze e momenti per unità di lunghezza
  - Azione tangente
  - Interferenza
  - Numero di Reynolds
- FENOMENI DINAMICI E AEROELASTICI
  - Azioni statiche equivalenti
  - Analisi della risposta dinamica
  - Distacco dei vortici
  - Altri fenomeni aeroelastici





- **Appendice A PERIODO DI RITORNO DI PROGETTO**
- **Appendice B VELOCITA' DI RIFERIMENTO**
  - METODO DETTAGLIATO
  - METODO SEMPLIFICATO
- **Appendice C VELOCITA' DEL VENTO**
  - METODO DETTAGLIATO
  - METODO SEMPLIFICATO
- **Appendice D COEFFICIENTE DI TOPOGRAFIA**
  - METODO DETTAGLIATO
  - FORMULE DEL FATTORE DI POSIZIONE OROGRAFICA
  - METODO SEMPLIFICATO
- **Appendice E TURBOLENZA ATMOSFERICA**
  - MODELLAZIONE SPETTRALE DELLA TURBOLENZA
  - SIMULAZIONE MONTE CARLO DELLA TURBOLENZA
- **Appendice F VELOCITA' DI PICCO DEL VENTO**



- **Appendice G COEFFICIENTI AERODINAMICI GLOBALI**
  - GENERALITÀ
  - EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE
  - COSTRUZIONI A PIANTA CIRCOLARE
  - PRESSIONI INTERNE
  - MURI E PARAPETTI
  - TETTOIE
  - INSEGNE E TABELLONI
  - CORPI COMPATTI
  - STRUTTURE RETICOLARI
  - STRUTTURE SNELLE ED ELEMENTI STRUTTURALI ALLUNGATI
  - IMPALCATI DA PONTE
  - COEFFICIENTI DI ATTRITO
- **Appendice H COEFFICIENTI AERODINAMICI DETTAGLIATI E LOCALI**
  - INTRODUZIONE
  - EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE REGOLARI IN ELEVAZIONE
  - EDIFICI A PIANTA NON RETTANGOLARE O IRREGOLARI IN ELEVAZIONE
  - TETTOIE





- **Appendice I PROPRIETA' DINAMICHE DELLE COSTRUZIONI**
  - PREMESSA
  - FREQUENZE DI OSCILLAZIONE
  - FORMA DEI MODI DI OSCILLAZIONE
  - MASSA GENERALIZZATA E MASSA EQUIVALENTE
  - MOMENTO DI INERZIA GENERALIZZATO
  - RAPPORTO DI SMORZAMENTO RELATIVO AL CRITICO
- **Appendice L AZIONI E ACCELERAZIONI LONGITUDINALI**
  - PRINCIPI GENERALI
  - METODO DETTAGLIATO
  - METODO SEMPLIFICATO PER EDIFICI
  - ACCELERAZIONE DI STRUTTURE VERTICALI
- **Appendice M AZIONI E ACCELERAZIONI TRASVERSALI E TORSIONALI**
  - PRINCIPI GENERALI
  - METODO DETTAGLIATO PER LE AZIONI TRASVERSALI
  - METODO DETTAGLIATO PER LE AZIONI TORSIONALI
  - METODO SEMPLIFICATO PER LE AZIONI TRASVERSALI E TORS.
  - ACCELERAZIONI TRASVERSALI E TORSIONALI
  - COMBINAZIONE DELLE AZIONI E DEGLI EFFETTI



- **Appendice N ACCELERAZIONE E ABITABILITA'**
  - SOGLIE DI PERCEZIONE DELL'ACCELERAZIONE
  - VALORI LIMITE DELL'ACCELERAZIONE
  - ACCELERAZIONE IN PUNTI DIVERSI DAL CENTRO DI TORSIONE
- **Appendice O DISTACCO DEI VORTICI DA STRUTTURE SNELLE**
  - PRINCIPI GENERALI
  - NUMERO DI STROUHAL
  - NUMERO DI SCRUTON
  - AZIONE STATICA EQUIVALENTE
  - SPOSTAMENTO TRASVERSALE - METODO SPETTRALE
  - SPOSTAMENTO TRASVERSALE - METODO ARMONICO
  - CILINDRI CIRCOLARI IN LINEA O RAGGRUPPATI
  - NUMERO DI CICLI DI CARICO
  - TECNICHE PER MITIGARE GLI EFFETTI DEL DISTACCO DEI VORTICI
  - OVALIZZAZIONE
- **APPENDICE P. ALTRI FENOMENI AEROELASTICI**
  - INTRODUZIONE
  - GALOPPO
  - DIVERGENZA TORSIONALE
  - FLUTTER





- **Appendice Q PROVE IN GALLERIA DEL VENTO**
  - INTRODUZIONE
  - GALLERIE DEL VENTO E CARATTERISTICHE DEL FLUSSO IN GALLERIA
  - MODELLAZIONE DEI CAMPI DI VENTO IN OROGRAFIE COMPLESSE
  - MISURAZIONE DELLE PRESSIONI
  - MISURAZIONE DELLE FORZE
  - MISURAZIONE DELLA RISPOSTA STRUTTURALE
  - UTILIZZO DEI DATI PROVENIENTI DA MISURE IN GALLERIA DEL VENTO



- **APPLICAZIONI**
  - INTRODUZIONE
  - VELOCITA' E PRESSIONE CINETICA DEL VENTO
  - FABBRICATO INDUSTRIALE
  - EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE
  - EDIFICIO MULTIPIANO PER UFFICI
  - GRATTACIELO
  - GASOMETRO
  - TETTOIA
  - CIMINIERA IN CEMENTO ARMATO
  - CIMINIERA METALLICA
  - PONTE FERROVIARIO A TRAVATA RETICOLARE





**www.cnr.it**  
**Attività**  
**Normazione e certificazione**  
**DT\_206/2006**

[http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT206\\_2006.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT206_2006.html)



### 3.4 AZIONI DELLA NEVE

#### 3.4.1 CARICO NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura,

$q_{sk}$  è il valore caratteristico del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione

$C_t$  è il coefficiente termico

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.





### 3.4.2 VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

#### Zona I - Alpina

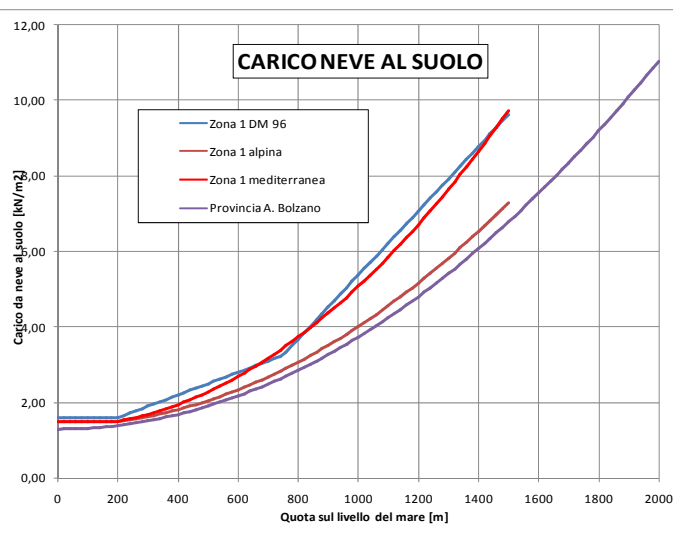
Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza:

- $q_{sk} = 1,50$  kN/m<sup>2</sup>  $a_s \leq 200$  m
- $q_{sk} = 1,39 [1 + [a_s/728]^2]$  kN/m<sup>2</sup>  $a_s > 200$  m

#### Zona I - Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

- $q_{sk} = 1,50$  kN/m<sup>2</sup>  $a_s \leq 200$  m
- $q_{sk} = 1,35 [1 + [a_s/602]^2]$  kN/m<sup>2</sup>  $a_s > 200$  m







### 3.5 AZIONI DELLA TEMPERATURA

- 3.5.1 GENERALITÀ
- 3.5.2 TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA
- 3.5.3 TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA
- 3.5.4 DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI
- 3.5.5 AZIONI TERMICHE SUGLI EDIFICI
- 3.5.6 PARTICOLARI PRECAUZIONI NEL PROGETTO DI STRUTTURE SOGGETTE AD AZIONI TERMICHE SPECIALI
- 3.5.7 EFFETTI DELLE AZIONI TERMICHE

### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI

- 3.6.1 INCENDIO
- 3.6.2 ESPLOSIONI
- 3.6.3 URTI



CLASSE DI RESISTENZA
----------------------

C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

## 4 COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

### 4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

Per strutture non armate o a bassa percentuale di armature

Per strutture semplicemente armate

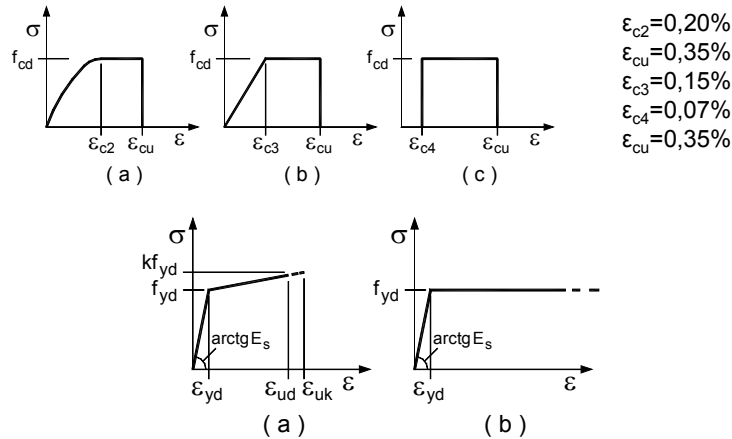
Per strutture precomprese





## 4 COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

### 4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO



### 4.2 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

### 4.3 COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO – CALCESTRUZZO

### 4.4 COSTRUZIONI DI LEGNO

### 4.5 COSTRUZIONI DI MURATURA

### 4.6 COSTRUZIONI DI ALTRI MATERIALI

I **materiali non tradizionali** o non trattati nelle presenti norme tecniche potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali od opere, previa **autorizzazione** del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal Servizio Tecnico Centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a **C70/85**, **calcestruzzi fibrorinforzati**, **acciai da costruzione non previsti** in § 4.2, leghe di **alluminio**, leghe di **rame**, **travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante**, materiali **polimerici fibrorinforzati**, **pannelli** con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali **murari non tradizionali**, **vetro** strutturale, materiali **diversi** dall'acciaio con funzione di armatura da c.a.





#### 4.4.4 CLASSI DI DURATA DEL CARICO

Le azioni di calcolo devono essere assegnate ad una delle classi di durata del carico elencate nella Tab. 4.4.I

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata *	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo *	--

Le classi di durata del carico si riferiscono a un carico costante attivo per un certo periodo di tempo nella vita della struttura.

Per un'azione variabile la classe appropriata deve essere determinata in funzione dell'interazione fra la variazione temporale tipica del carico nel tempo e le proprietà reologiche dei materiali.



#### 4.4.4 CLASSI DI DURATA DEL CARICO

Ai fini del calcolo in genere si può assumere quanto segue:

- il peso proprio e i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della struttura, appartengono alla classe di durata permanente;

- i carichi permanenti suscettibili di cambiamenti durante il normale esercizio della struttura e i carichi variabili relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di lunga durata;

- i carichi variabili degli edifici, ad eccezione di quelli relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di media durata;

**- il sovraccarico da neve riferito al suolo, calcolato in un specifico sito ad una certa altitudine, è da considerare in relazione alle caratteristiche del sito;**

- l'azione del vento e le azioni eccezionali in genere, appartengono alla classe di durata istantanea.





### 4.4.5 CLASSI DI SERVIZIO

Le strutture (o parti di esse) devono essere assegnate ad una delle 3 classi di servizio elencate nella Tab. 4.4.II.

Classe di servizio 1 <i>strutture al chiuso</i>	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno
Classe di servizio 2 * <i>all'esterno non esposte</i>	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3 <i>all'esterno esposte</i>	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.



### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO

La durata del carico e l'umidità del legno influiscono sulle proprietà resistenti del legno.

I valori di calcolo per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

Il valore di calcolo  $X_d$  di una proprietà del materiale viene calcolato con la:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} X_k}{\gamma_M}$$

$X_k$  è il valore caratteristico come specificato al § 11.7

$\gamma_M$  è il coefficiente parziale di sicurezza

$k_{\text{mod}}$  è un coefficiente correttivo





### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO $x_d = k_{mod} x_k / \gamma_M$

Proprietà di resistenza	
Flessione	$f_{m,k}$
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$
Taglio	$f_{v,k}$

Proprietà di modulo elastico	
Modulo elastico parallelo medio **	$E_{0,mean}$
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$
Modulo elastico perpendicolare medio **	$E_{90,mean}$
Modulo elastico tangenziale medio **	$G_{mean}$

Massa volumica	
Massa volumica caratteristica	$\rho_k$
Massa volumica media **, **	$\rho_{mean}$



### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO

Proprietà		Abete / Nord			Larice / Nord			Altre Conifere / Italia		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Flessione MPa	$f_{m,k}$	29	23	17	42	32	26	33	26	22
Trazione parallela alla fibratura MPa	$f_{t,0,k}$	17	14	10	25	19	16	20	16	13
Trazione perpendicolare alla fibratura MPa	$f_{t,90,k}$	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Compressione parallela alla fibratura MPa	$f_{c,0,k}$	23	20	18	27	24	22	24	22	20
Compressione perpendicolare alla fibratura MPa	$f_{c,90,k}$	2.9	2.9	2.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Taglio MPa	$f_{v,k}$	3.0	2.5	1.9	4.0	3.2	2.7	3.3	2.7	2.4
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{0,mean}$	12	10.5	9.5	13	12	11.5	12.3	11.4	10.5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{0,05}$	8	7	6.4	8.7	8	7.7	8.2	7.6	7
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{90,mean}$	4	3.5	3.2	4.3	4	3.8	4.1	3.8	3.5
Modulo di taglio (medio), MPa ( $\times 10^2$ )	$G_{mean}$	7.5	6.6	5.9	8.1	7.5	7.2	7.7	7.1	6.6
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	380	380	380	550	550	550	530	530	530
Massa volumica kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	415	415	415	600	600	600	575	575	575





#### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO $x_d = k_{mod} x_k / \gamma_M$

$\gamma_M$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale,

Stati limite ultimi	$\gamma_M$ NT	$\gamma_M$ EC5	Incr.
<b>- combinazioni fondamentali</b>			
legno massiccio	1,50	1,30	15 %
legno lamellare incollato	1,45	1,25	16 %
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,30	15 %
LVL, compensato, OSB	1,40	1,20	17 %
unioni	1,50	1,30	16 %
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00	1,00	0 %



#### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO $x_d = k_{mod} x_k / \gamma_M$

$k_{mod}$  è il coefficiente che tiene conto dell'affidabilità del modello sui parametri di resistenza e tiene conto sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura.

Materiale	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
		Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea EC5	Istantanea NT
Massiccio Lamellare	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,00
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,00
	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	0,90





### 4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO

$$X_d = k_{mod} X_k / \gamma_M$$

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

$$\gamma_M = \gamma_M / k_{mod}$$

Materiale	Classe di servizio	EUROCODICE EC5					Materiale	Classe di servizio	NORME TECNICHE 2008					INCREM. %
		Classe di durata							Classe di durata					
		Perm.	Lunga	Media	Breve	Istant.			Perm.	Lunga	Media	Breve	Istant.	
Legno massiccio	1	2,17	1,86	1,63	1,44	1,18	Legno massiccio	1	2,50	2,14	1,88	1,67	1,50	15 - 27
	2	2,17	1,86	1,63	1,44	1,18		2	2,50	2,14	1,88	1,67	1,50	15 - 27
	3	2,60	2,36	2,00	1,86	1,44		3	3,00	2,73	2,31	2,14	1,67	15
Legno lamellare	1	2,08	1,79	1,56	1,39	1,14	Legno lamellare	1	2,42	2,07	1,81	1,61	1,45	16 - 28
	2	2,08	1,79	1,56	1,39	1,14		2	2,42	2,07	1,81	1,61	1,45	16 - 28
	3	2,50	2,27	1,92	1,79	1,39		3	2,90	2,64	2,23	2,07	1,61	16



### 5 PONTI

#### 5.1 PONTI STRADALI

#### 5.2 PONTI FERROVIARI

### 6 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

### 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE





## 8 COSTRUZIONI ESISTENTI

### 8.1 OGGETTO

Il presente capitolo definisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti.

È definita costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, la struttura completamente realizzata.

### 8.2 CRITERI GENERALI

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi su costruzioni esistenti devono tenere conto dei seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo **stato delle conoscenze** al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi **difetti** di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad **azioni, anche eccezionali**, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare **degrado** e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.



### 8.2 CRITERI GENERALI

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la **geometria** e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei **materiali** non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i **carichi** permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "**fattori di confidenza**", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali,







### 8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della **capacità resistente** e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- provati gravi **errori** di progetto o di costruzione;
- cambio della **destinazione** d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne **riducano** la capacità o ne modifichino la rigidità.



### 8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.





#### 8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- interventi di **adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- interventi di **miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme; 329
- **riparazioni** o interventi locali che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico.

Per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.



#### 8.4.1 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

È fatto obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario, all'adeguamento della costruzione, a chiunque intenda:

- a) **sopraelevare** la costruzione;
- b) **ampliare** la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;
- c) apportare variazioni di classe e/o di **destinazione d'uso** che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a **trasformare** la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.





#### 8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.

È possibile eseguire interventi di miglioramento nei casi in cui non ricorrano le condizioni specificate al paragrafo precedente.

Il progetto e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.



#### 8.4.3 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

In generale, gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al par. 8.2 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento ed a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.





## **8.5 PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E LA REDAZIONE DEI PROGETTI**

### **8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA**

### **8.5.2 RILIEVO**

### **8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI**

### **8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA**

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i “**livelli di conoscenza**” dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.



### **8.5.5 AZIONI**

## **8.6 MATERIALI**

Gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; possono altresì essere utilizzati **materiali non tradizionali**, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità, ovvero quelli elencati al cap. 12.

Nel caso di edifici in muratura è possibile effettuare riparazioni locali o integrazioni con materiale analogo a quello impiegato originariamente nella costruzione, purché durevole e di idonee caratteristiche meccaniche.

## **8.7 VALUTAZIONE E PROGETTAZIONE IN PRESENZA DI AZIONI SISMICHE**





## 9 COLLAUDO STATICO

### 9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolamentate dalle presenti norme tecniche, deve comprendere i seguenti adempimenti:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti.



## 9 COLLAUDO STATICO

### 9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.

- c) **esame dei certificati delle prove sui materiali**, articolato:
  - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11 delle presenti norme tecniche;
  - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11 ;
- d) **esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento** e nel ciclo produttivo, previsti al Cap. 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali **prove di carico** fatte eseguire dal Direttore dei lavori.





## 9 COLLAUDO STATICO

### 9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:

- f) **esaminare il progetto** dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) **esaminare le indagini** eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) **esaminare la relazione a strutture** ultimate del Direttore dei lavori, ove richiesta;

Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:

- i) di **effettuare tutti quegli accertamenti**, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per farsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare:
  - **prove di carico**;
  - **prove sui materiali** messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi;
  - **monitoraggio** programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.



### 9.2 PROVE DI CARICO

Le prove di carico sono prove di comportamento delle opere sotto le azioni di esercizio. Queste devono essere, in generale, tali da indurre le sollecitazioni **massime di esercizio per combinazioni caratteristiche (rare)**. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove possono essere convenientemente protratte nel tempo, ovvero ripetute su più cicli.

Il giudizio sull'esito della prova è responsabilità del Collaudatore.

L'esito della prova va valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca **proporzionalmente** ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte fratture, **fessurazioni, deformazioni o dissesti** che compromettono la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la **deformazione residua** dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive devono indicare che la struttura tenda ad un comportamento elastico.
- la **deformazione elastica** risulti non maggiore di quella calcolata.

Le prove statiche, a giudizio del Collaudatore e in relazione all'importanza dell'opera, possono essere integrate da prove dinamiche e prove a rottura su elementi strutturali.





## 10 REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO

### 10.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Il progetto deve comprendere i seguenti elaborati:

- **Relazione di calcolo** strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica.
- **Relazione sui materiali;**
- **Elaborati grafici**, particolari costruttivi;
- **Piano di manutenzione** della parte strutturale dell'opera;
- **Relazione sui risultati sperimentali** corrispondenti alle indagini specialistiche ritenute necessarie alla realizzazione dell'opera.

Particolare cura andrà posta nello sviluppare le relazioni di calcolo, con riferimento alle analisi svolte con l'ausilio del **calcolo automatico**, sia ai fini di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli, sia ai fini di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento. Il progettista resta comunque responsabile dell'intera progettazione strutturale.



### 10.2 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Relazione di calcolo si devono fornire le seguenti indicazioni:

- *Tipo di analisi svolta*
- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*
- *Affidabilità dei codici utilizzati.*
- *Validazione dei codici.*
- *Modalità di presentazione dei risultati.*
- *Informazioni generali sull'elaborazione.*
- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.*





## 11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### 11.1 GENERALITÀ

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- **identificati** univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- **qualificati** sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- **accettati** dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.



## 12 RIFERIMENTI TECNICI

Per quanto non diversamente specificato nella presente norma, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI..







## 12 RIFERIMENTI TECNICI

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Possono essere utilizzati anche altri codici internazionali, purché sia imostrato che garantiscano livelli di sicurezza non inferiori a quelli delle presenti Norme tecniche.

