

3 ottobre 2017

Politecnico di Milano - Aula Rogers

Via Ampere, 2 - Milano

**Associazione Italiana di Ingegneria
Antincendio**

XVII CONVEGNO NAZIONALE

SPRINKLER 4.0

IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI E L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

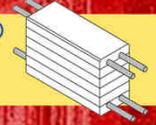
**I sistemi sprinkler in relazione al rischio terremoto:
la sicurezza sismica delle alimentazioni idriche**

**Dott. Ing. Fabio Ferrario
referente Commissione Strutture
Ordine Ingegneri di Trento**





Armalam[®]



EVOLUZIONE DELLA SITUAZIONE NORMATIVA

LEGGE 1086/71

L'INIZIO !!!

LEGGE 5 NOVEMBRE 1971, N. 1086
NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE DI

**CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO,
NORMALE E PRECOMPRESSO,
E A STRUTTURA METALLICA**

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Art. 3. RESPONSABILITÀ



1. Il **progettista** ha la responsabilità diretta della progettazione di tutte le strutture dell'opera comunque realizzate.
2. Il **direttore dei lavori e il costruttore**, ciascuno per la parte di sua competenza, ...

Art. 7. COLLAUDO STATICO

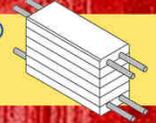
Tutte le opere di cui all'art.1 (conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica) debbono essere sottoposte a **collaudo statico**.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



TESTO UNICO PER L'EDILIZIA D.P.R 380/2001

Sezione I

Norme per le costruzioni in zone sismiche

Art. 52 (L) - Tipo di strutture e norme tecniche

(Legge 3 febbraio 1974, n. 64, artt. 1 e 32, comma 1)

1. 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[...]. Dette norme definiscono:

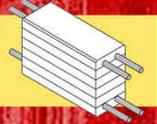
- a) i criteri generali tecnico-costruttivi per la progettazione, esecuzione...
- b) i carichi e sovraccarichi e loro combinazioni, anche in funzione del tipo e delle modalità costruttive e della destinazione dell'opera, nonché i criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni;
- c) le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate [...]

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



TESTO UNICO PER L'EDILIZIA D.P.R 380/2001

Sezione I

Norme per le costruzioni in zone sismiche

Art. 52 (L) - Tipo di strutture e norme tecniche (cntd)

(Legge 3 febbraio 1974, n. 64, artt. 1 e 32, comma 1)

- d) I criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di opere speciali, quali ponti, dighe, **serbatoi**, **tubazioni**, torri, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature;
- e) la **protezione delle costruzioni dagli incendi**.

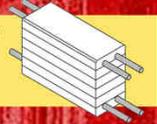
- L'art. 52 del DPR 380/2001 definisce quindi chiaramente i serbatoi e le tubazioni come elementi strutturali che devono essere progettati in accordo a specifiche norme tecniche emanate dal Ministero per le Infrastrutture.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



TESTO UNICO PER L'EDILIZIA D.P.R 380/2001

Sezione I

Norme per le costruzioni in zone sismiche

Art. 54 (L) - Sistemi costruttivi

(Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 5, art.6, primo comma, art.7, primo comma, art.8, primo comma)

Gli edifici possono essere costruiti con:

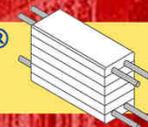
- a) struttura intelaiata in cemento armato normale o precompresso, **acciaio** o sistemi combinati dei predetti materiali;
 - b) struttura a pannelli portanti;
 - c) struttura in muratura;
 - d) struttura in legname.
- **L'art. 54 del DPR 380/2001 (richiamando la legge 1086/71) parla chiaramente di strutture in acciaio quali possibili sistemi costruttivi, quindi riconosce l'acciaio, come materiale da costruzione.**

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



TESTO UNICO PER L'EDILIZIA D.P.R 380/2001

Sezione I

Norme per le costruzioni in zone sismiche

Art. 93 (R) - Denuncia dei lavori e presentazione dei progetti di costruzioni in zone sismiche

(Legge n. 64 del 1974, art. 17 e 19)

1. **Nelle zone sismiche** di cui all'articolo 83, chiunque intenda procedere a costruzioni, riparazioni e sopraelevazioni, è tenuto a darne preavviso scritto allo sportello unico, che provvede a trasmetterne copia al competente ufficio tecnico della regione [...]

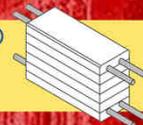
All'art. 93 si evidenzia che, nelle zone dichiarate sismiche, è obbligatoria la denuncia dei lavori e la presentazione dei progetti al competente ufficio regionale. Tale denuncia deve contenere il progetto con relazione tecnica, fascicolo dei calcoli delle strutture portanti, e disegni dei particolari costruttivi.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



L'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo

In 2500 anni, l'Italia è stata interessata da più di **30.000 terremoti di media e forte intensità** superiore al IV-V grado della scala Mercalli) e da circa **560 eventi sismici di elevata intensità** uguale o superiore all'VIII grado della scala Mercalli (in media uno ogni 4 anni e mezzo).

La normativa italiana attualmente vigente nel settore delle costruzioni, rappresenta l'evoluzione di un processo durato oltre 20 anni, dai terremoti del Friuli [1976] e dell'Irpinia [1908] fino ai più recenti degli ultimi anni, Molise [2002] e Abruzzo [2009].

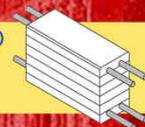


INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



Il territorio italiano dal 1984 era divisa in 4 zone sismiche chiamate categorie: si andava dalla 1° che era la più pericolosa alla 4° che era la zona non sismica.

I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, **che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale**, nel quale risiede il 40% della popolazione.

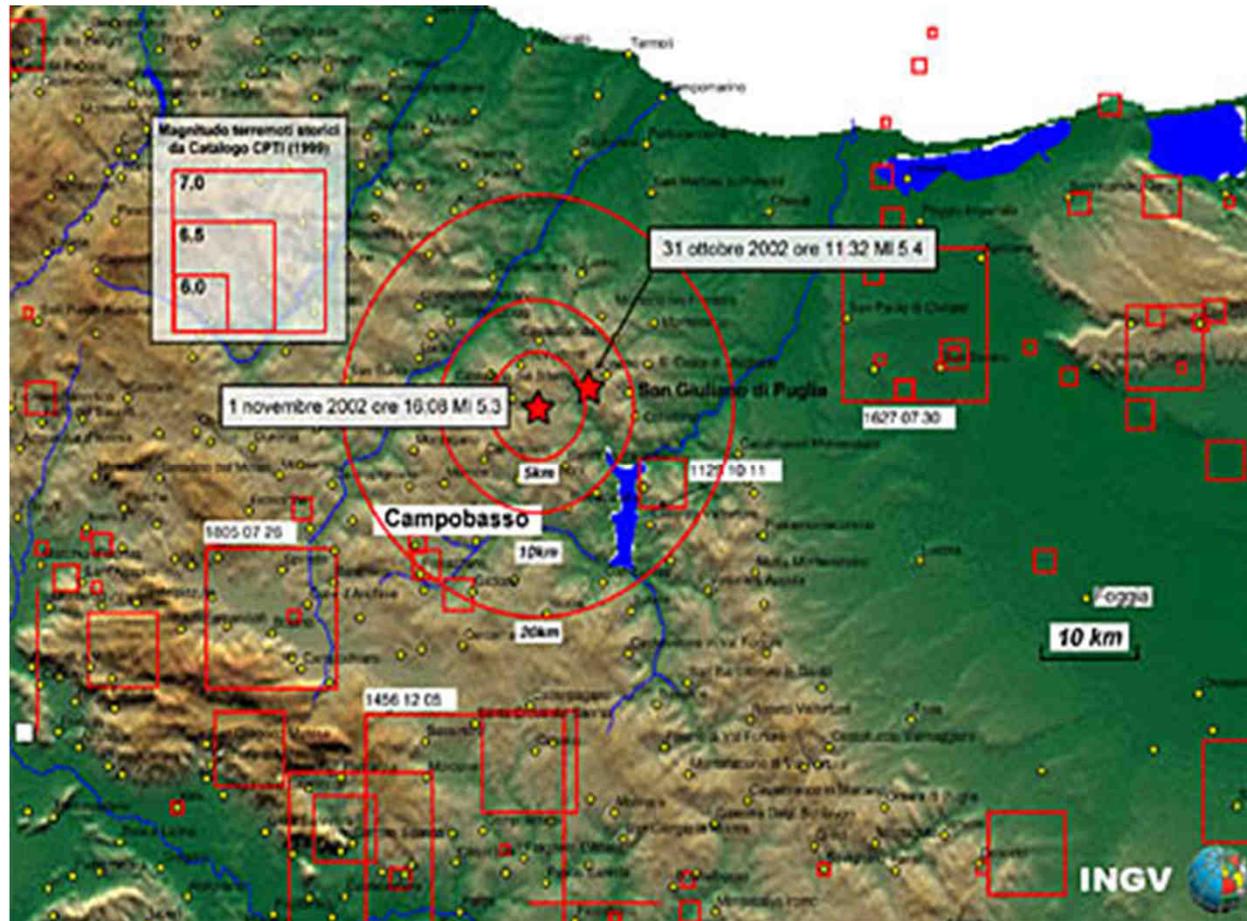
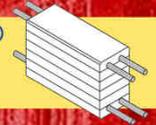


INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



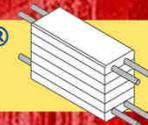
31 ottobre 2002 – un terremoto di magnitudo 5.4 colpisce i Comuni di **S. Giuliano di Puglia, Colletorto, Bonefro, Castellino del Biferno e Provvidenti (Campobasso)**

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



...il territorio di **S. Giuliano di Puglia**, fino al 31 ottobre 2002,
non era ufficialmente ritenuto una zona sismica...

...da qualche anno, il paese era stato inserito nella mappa sismica
come territorio ad alto rischio, ma questa nuova classificazione
non era ancora stata recepita...



Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003

(pubblicata su G.U. n.105 dell'8 maggio 2003, S.O. n.72)

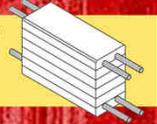
Primi elementi in materia di criteri generali per **la classificazione sismica del territorio** nazionale e di **normative tecniche per le costruzioni in zona sismica**

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DI PROGETTAZIONE SISMICA

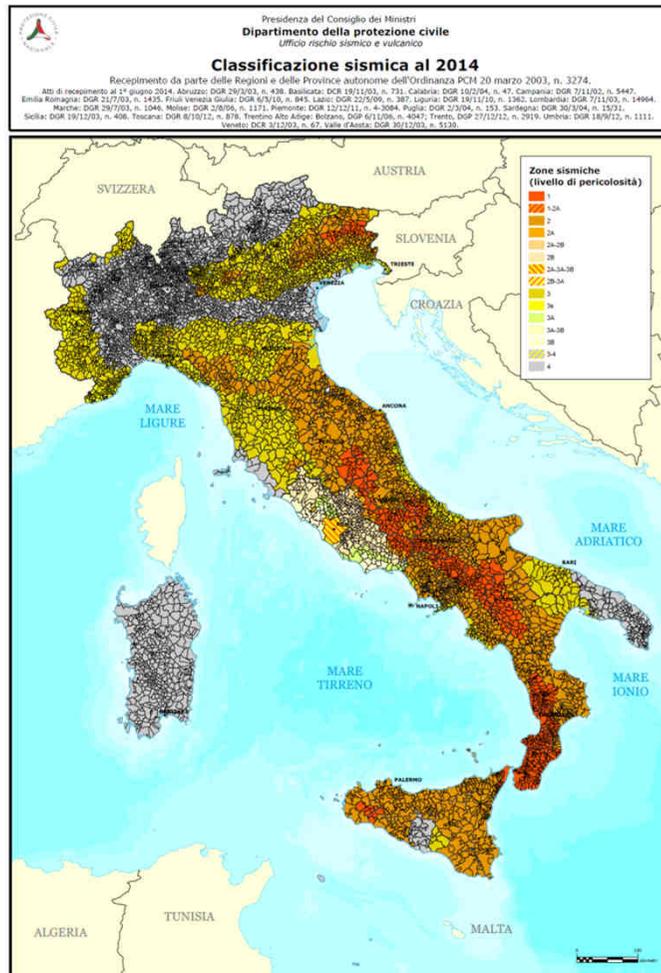
ing. Fabio Ferrario



Armalam®



NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA



Di fatto, **scompare il territorio “non classificato”**, che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l’obbligo della progettazione antisismica.

Si evince quindi che:

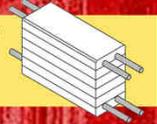
- Tutto il territorio nazionale è ora classificato sismico;
- Tutte le strutture, compresi i serbatoi in acciaio, la cui sicurezza può interessare la pubblica incolumità in zone dichiarate sismiche devono essere progettate;
- il progetto di tali strutture consegnato al competente ufficio provinciale (Genio Civile) e collaudate.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – NTC 2008

Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008

Publicato sul supplemento ordinario n. 30 alla Gazzetta ufficiale n. 29 del 4/02/2008

Conforme alle Direttive Europee di recepimento degli Eurocodici a livello nazionale, che dovrà comunque avvenire entro la fine del 2012.

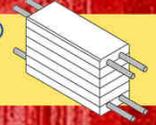
- fornisce i **criteri generali** di sicurezza;
- precisa **le azioni** che devono essere utilizzate nel progetto;
- definisce **le caratteristiche dei materiali** e dei prodotti;
- tratta **gli aspetti** attinenti alla sicurezza strutturale (**verifiche strutturali**).

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – NTC 2008

27-06-2009 Conversione del D.L. per l'emergenza in Abruzzo 28 aprile 2009, n. 39

Supplemento Ordinario n. 99 alla Gazzetta Ufficiale n. 147 del 27 giugno 2009 della Legge 24 giugno 2009, n. 77

[Art. 1bis]

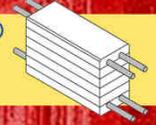
All'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248, convertito, con modificazioni, dalla legge 28 febbraio 2008, n. 31, e successive modificazioni, al primo periodo, le parole: "**30 giugno 2010**" sono sostituite dalle seguenti: "**30 giugno 2009**" e il secondo periodo è soppresso."



La Legge è in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione in G.U.
Tutti i progetti depositati dopo il 30 giugno 2009 devono pertanto essere redatti secondo le indicazioni della nuova normativa.



Armalam®



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – NTC 2008

9.1 COLLAUDO STATICO – PRESCRIZIONI GENERALI

Le opere non possono essere poste in esercizio prima dell'effettuazione del **collaudo statico**.
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) ...



**LE STRUTTURE IN ACCIAIO, TRA CUI ANCHE I SERBATOI,
DEVONO ESSERE CALCOLATE ED ANCHE COLLAUDATE!!!**

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



DISPOSIZIONI REGIONALI: opere di limitata importanza strutturale

Piemonte (D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010)

Vasche fuori terra di altezza ≤ 2.50 m e volume ≤ 50 mc.

Emilia-Romagna (D.G.R. n. 687/2011 del 23/05/2011)

Serbatoi chiusi, cisterne e silos interrati, e, se fuori terra, con altezza massima ≤ 3 m e volume ≤ 15 m³.

Marche (D.G.R. n. 836 del 25/05/2009)

Tramogge, silos, serbatoi di altezza < 3 m.

Puglia (D.G.R. n. 1309 del 03/06/2010)

Serbatoi, a livello del terreno o interrati, di volume ≤ 15 m³ e altezza massima fuori terra $\leq 2,5$ m.

Toscana (D.P.G.R. n. 36/R del 03/06/2010)

I locali tecnologici ed i serbatoi di volume inferiore a 30 metri cubi.

Calabria (D.G.R. n. 330 del 22/07/2011)

Vasche fuori terra di altezza ≤ 1.20 m e volume ≤ 30 mc.

Campania (D.G.R. n. 65 del 03/08/2010)

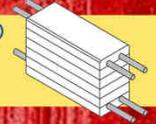
Vasche e serbatoi interrati o a livello di terreno, di volumetria lorda ≤ 100 mc

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



DISPOSIZIONI REGIONALI: opere di limitata importanza strutturale

Liguria (D.G.R. n.1184 del 30/09/2013)

Serbatoi, cisterne, silos chiusi di altezza inferiore a 3m.

Umbria (D.G.R. n. 166 del 20/02/2012)

Serbatoi chiusi o cisterne interrati o fuori terra, con altezza massima ≤ 3 m e volume ≤ 30 mc.

Val d'Aosta (D.G.R. n. 1090 del 01/08/2014)

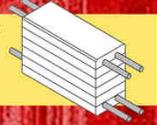
Serbatoi chiusi, cisterne e silos interrati e, se fuori terra, con altezza massima ≤ 3 m e volume $15 \leq$ mc.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam®



INDICAZIONI REGIONALI: opere di limitata importanza strutturale

Sicilia (Atti di indirizzo)

Serbatoj, a livello del terreno o interrati, di altezza massima entro e fuori terra $\leq 2,0$ m.

Veneto (Progetto di Legge Regionale)

Serbatoj, a livello del terreno o interrati, di volume ≤ 15 m³ e altezza massima fuori terra $\leq 2,5$ m.

Friuli Venezia-Giulia (Progetto di Legge Regionale)

Serbatoj, a livello del terreno o interrati, di volume ≤ 15 m³ e altezza massima fuori terra $\leq 2,5$ m.



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – NTC 2008

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

3.2 Azione sismica

Capitolo 4 - Norme sulle costruzioni – progettazione statica

4.2 Costruzioni in acciaio

Capitolo 7 - Progettazione per azioni sismiche

7.5 Costruzioni in acciaio

Capitolo 11 - Materiali e prodotti per uso strutturale

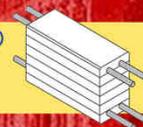
11.3 Materiali e prodotti a base di acciaio

**E per quelle tematiche – quali ad esempio i serbatoi –
dove le norme tecniche per le costruzioni non riportano nulla?**

Cosa si deve fare?



Armalam[®]



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – NTC 2008

Capitolo 12 - Riferimenti tecnici

In mancanza di specifiche indicazioni possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di consolidata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Cons. Sup. dei LL.PP.;
- Istruzioni e documenti tecnici del C.N.R.;
- **Norme UNI EN armonizzate** i cui riferimenti siano pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- **Eurocodici Strutturali pubblicati dal CEN**;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

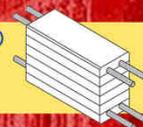
Possono essere utilizzati anche altri codici internazionali, purché sia dimostrato che garantiscano livelli di sicurezza non inferiori a quelli delle presenti Norme Tecniche.

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



Sono state pubblicate le versioni EN (European Standards) di tutti gli Eurocodici che sostituiscono tutte le versioni precedenti delle norme europee (ENV e prEN).

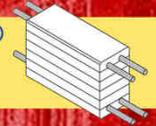
EN-1991-1-1	“Azioni generali – densità, pesi propri, sovraccarichi per edifici”
EN-1991-1-3	“Azioni sulle costruzioni – carichi da neve”
EN-1991-1-4	“Azione del vento”
EN-1991-1-5	“Azioni termiche”
EN-1991-1-7	“Azioni accidentali”
EN-1992-1-1	“Progetto di strutture in calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici”
EN-1993-1-1	“Progettazione delle strutture in acciaio – regole generali e regole per gli edifici”
EN-1993-1-6	“Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: Regole generali - Regole supplementari per le strutture a guscio”
EN-1993-1-8	“Progettazione delle strutture in acciaio – progetto dei collegamenti”
EN-1993-1-10	“Progettazione delle strutture in acciaio – tenacità del materiale e proprietà nello spessore”
EN-1994-1-1	“Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – edifici”
EN-1995-1	“Progettazione delle strutture in legno – regole generali e regole per gli edifici”
EN-1996-1	“Progettazione delle strutture in muratura – regole generali per strutture in muratura armata e non armata: regole generali e regole per gli edifici”
EN-1997-1	“Progettazione geotecnica – regole generali”
EN-1998-1	“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – edifici”
EN-1998-4	“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 4: Silos, serbatoi e condotte”

INQUADRAMENTO NORMATIVO – OBBLIGO DELLA PROGETTAZIONE SISMICA

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Prescrizioni contenute nei seguenti Decreti Ministeriali e relative Circolari di istruzioni:

- D.M. 14 gennaio 2008. “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC).
- EN 1090-1:2009/EC 1-2011 “Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

Documenti integrativi delle NTC:

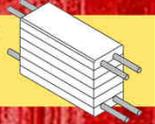
- UNI EN 1993-1-6: 2007. “Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: Regole generali - Regole supplementari per le strutture a guscio”.
- UNI EN 1993-1-8: 2005. “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-8: Progetto dei collegamenti”.
- UNI EN 1998-1: 2005. “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1998-4: 2006. “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 4: Silos, serbatoi e condotte”.

DANNI DOVUTI ALL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

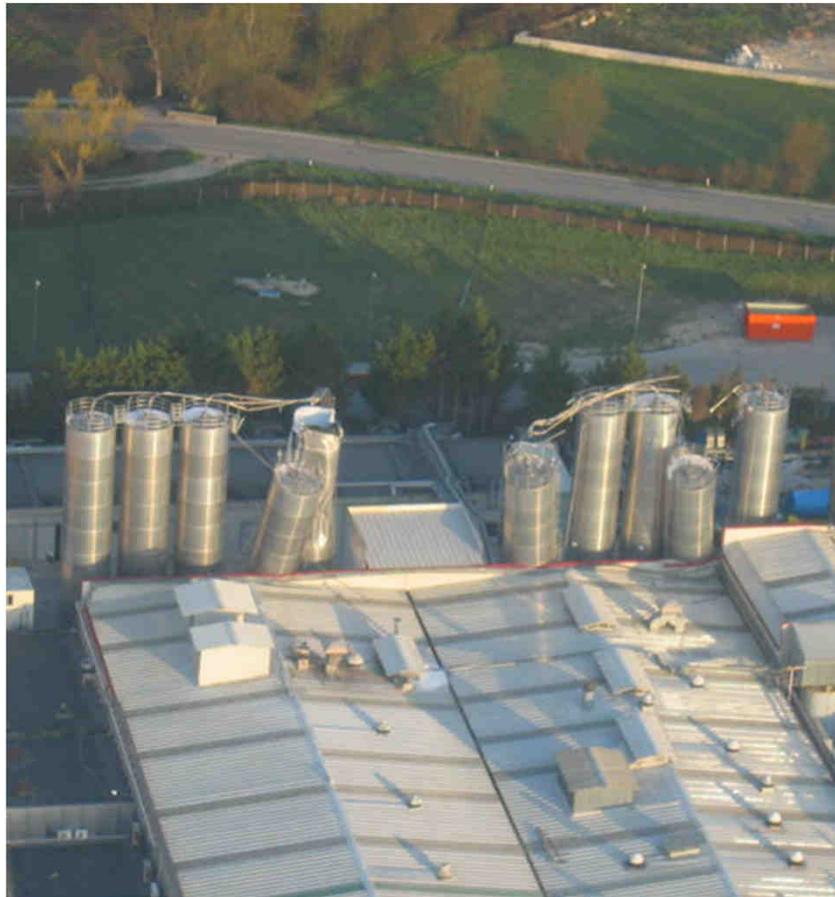
ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



DANNI RILEVABILI PER EFFETTO DELL'AZIONE SISMICA



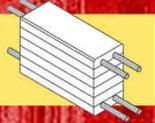
RIBALTAMENTO GLOBALE

DANNI DOVUTI ALL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



DANNI RILEVABILI PER EFFETTO DELL'AZIONE SISMICA



**ROTTURA PER INSTABILITA'
(ELEPHANT'S FOOT BUCKLING)**

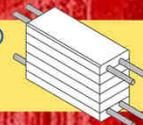


DANNI DOVUTI ALL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



DANNI RILEVABILI PER EFFETTO DELL'AZIONE SISMICA



DANNI AI COLLEGAMENTI CON GLI IMPIANTI

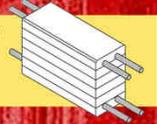


CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam®

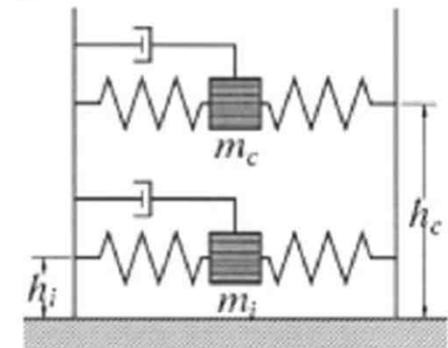
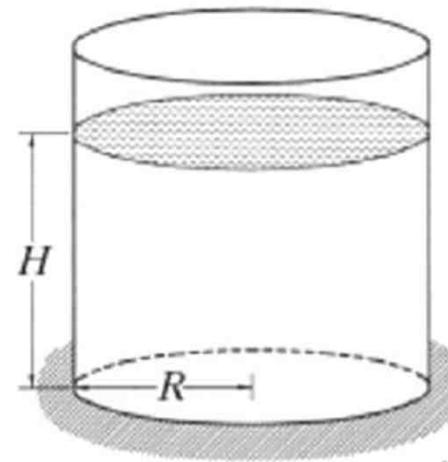


PROCEDURA DI CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Procedura descritta nell'UNI EN 1998-4: 2006 appendice A.3 valida per serbatoi cilindrici verticali deformabili sottoposti a eccitazione orizzontale.

Gli effetti idrodinamici nel serbatoio sono valutati con la sovrapposizione di due componenti:

- (1) **la componente impulsiva**, che rappresenta l'azione del fluido vicino alla base del serbatoio che si muove rigidamente con la parete flessibile del serbatoio;
- (2) **la componente convettiva**, che rappresenta l'azione del liquido sottoposto ad un moto di sbattimento vicino alla superficie libera.

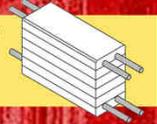


CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario

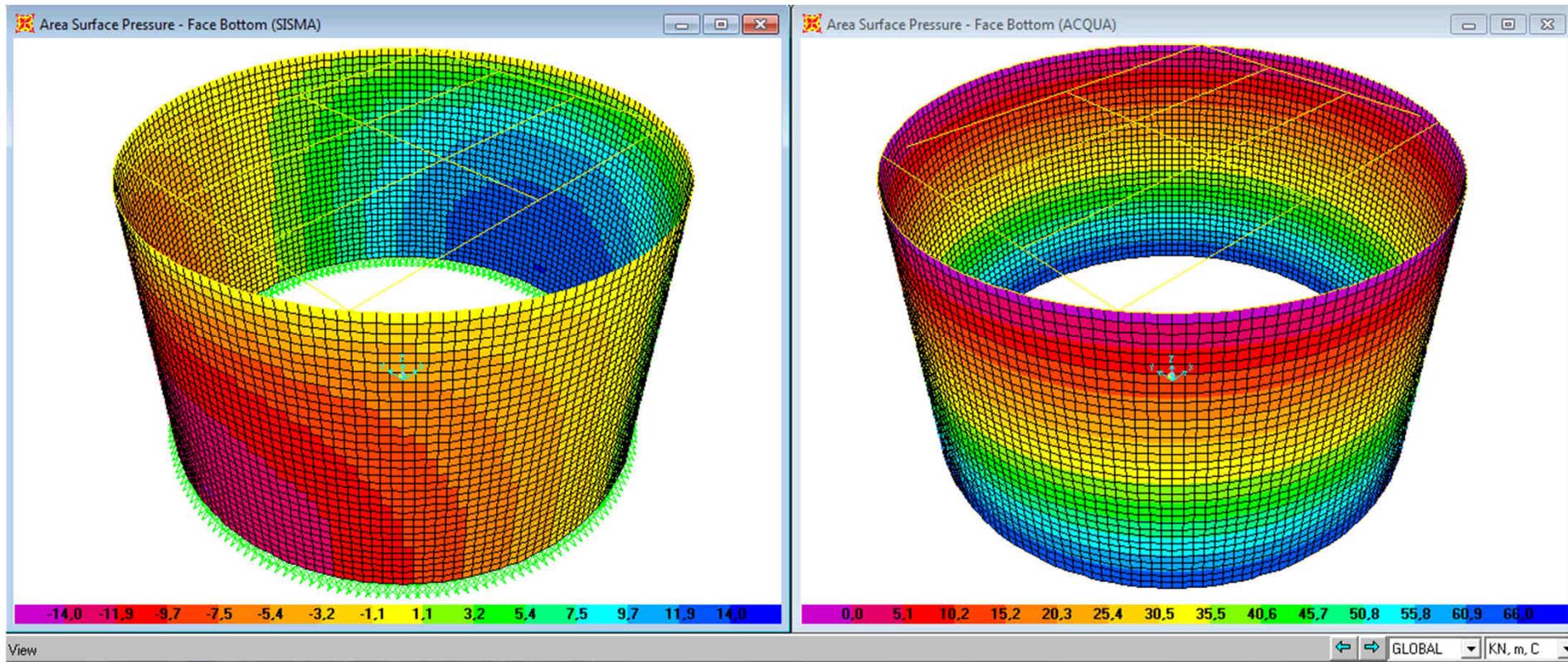


Armalam®



PROCEDURA DI CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Rappresentazione dell'azione sulle lamiere di bordo per la spinta idrostatica e la spinta del sisma per serbatoio con $D=11.70\text{m}$ e $H=6.94\text{m}$ in zona sismica 3.

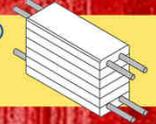


CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA PER SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam®



AZIONE SISMICA PER FORMA E ZONA

Serbatoio	COMUNE	Ag [g]	mi [mc]	Ti [s]	mc [mc]	Tc [s]	Taglio [kN]	Momento [kNm]
D=5.35 e H=8.46 (180mc)	MILANO	0.049	152	0.12	29	2.42	195	740
D=9.17 e H=7.26 (450mc)	MILANO	0.049	310	0.11	142	3.17	395	1240
D=5.35 e H=8.46 (180mc)	TREVISO	0.138	152	0.12	29	2.42	495	1925
D=9.17 e H=7.26 (450mc)	TREVISO	0.138	310	0.11	142	3.17	1020	3275
D=5.35 e H=8.46 (180mc)	RIMINI	0.183	152	0.12	29	2.42	645	2505
D=9.17 e H=7.26 (450mc)	RIMINI	0.183	310	0.11	142	3.17	1330	4265

IPOTESI DI CALCOLO:

Struttura sita su sottosuolo di tipo C, con classe d'uso II e con livello del troppo pieno a quota -0.40m dal bordo superiore del serbatoio e spessore lamiera costante di 3mm.

VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI VERTICALI

Il guscio viene progettato in modo da sostenere tutte le azioni e da soddisfare i seguenti requisiti:

- equilibrio complessivo;
- equilibrio fra azioni, forze interne e momenti (vedere sezioni 6 e 8 UNI EN 1993-1-6: 2007).

La prima verifica è sullo stato limite di plasticità (LS1) che è assunto come la condizione in cui la capacità della struttura di resistere alle azioni è esaurita a causa dello snervamento del materiale, così come descritto nel capitolo 6 della norma UNI EN 1993-1-6: 2006.

$$\sigma_{eq,Ed} = \sqrt{\sigma_{x,d}^2 + \sigma_{\theta,d}^2 - \sigma_{x,d}\sigma_{\theta,d} + 3(\tau_{x\theta,d}^2 + \tau_{xn,d}^2 + \tau_{\theta n,d}^2)} \quad (6.2)$$

in cui:

$$\sigma_{x,d} = \frac{n_x}{t} \pm \frac{m_x}{t^2/4}, \quad \sigma_{\theta,d} = \frac{n_{\theta}}{t} \pm \frac{m_{\theta}}{t^2/4}, \quad (6.3)$$

$$\tau_{x\theta,d} = \frac{n_{x\theta}}{t} \pm \frac{q_{x\theta}}{t^2/4}, \quad \tau_{xn,d} = \frac{q_{xn}}{t}, \quad \tau_{\theta n,d} = \frac{q_{\theta n}}{t^2}, \quad (6.4)$$

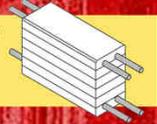
Tipologia	f_{yk} (MPa)	f_{yu} (MPa)	γ_s	f_{yd} (MPa)
Lamiera S250 GD	250	330	1.05	238.1

VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario

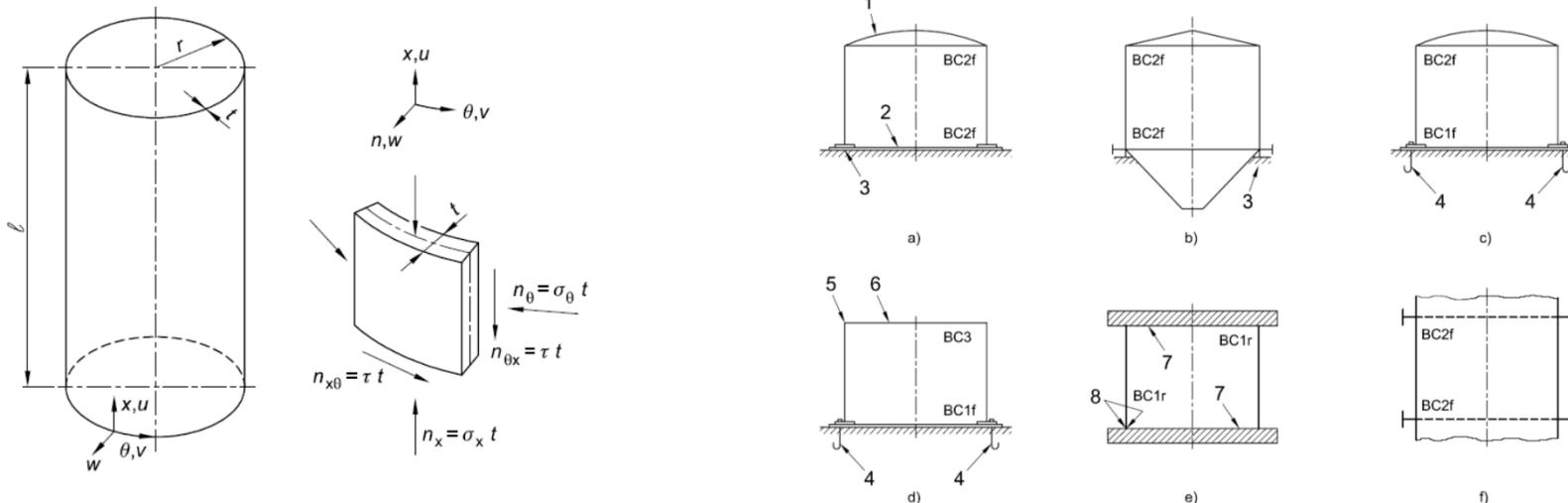


Armalam®



VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI VERTICALI

La seconda verifica, la più penalizzante per gli elementi a guscio che compongono la struttura del serbatoio, è **la verifica per stato limite di instabilità (LS3)**, descritta nel capitolo 8 della norma EN 1993-1-6: 2007 e le cui formule per il carico sono riportate nell'appendice D della stessa. I valori di progetto delle azioni sono calcolati sulla base di tutte le combinazioni pertinenti di azioni che causano **tensioni membranali di compressione oppure tensioni membranali di taglio** nella parete.

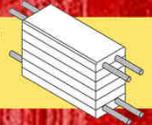


VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI VERTICALI

Sebbene l'instabilità non sia un fenomeno di rottura esclusivamente avviato dalle tensioni, lo stato limite di instabilità si intende garantito se vengono limitati i valori di progetto delle tensioni membranali.

$$\sigma_{xEd} \leq \sigma_{xRd}, \quad \sigma_{\theta Ed} \leq \sigma_{\theta Rd}, \quad \tau_{Ed} \leq \tau_{Rd}. \quad (8.18)$$

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \right)^{k_x} - k_i \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \right) \left(\frac{\sigma_{\theta,Ed}}{\sigma_{\theta,Rd}} \right) + \left(\frac{\sigma_{\theta,Ed}}{\sigma_{\theta,Rd}} \right)^{k_\theta} + \left(\frac{\tau_{x\theta,Ed}}{\tau_{x\theta,Rd}} \right)^{k_\tau} \leq 1 \quad \dots (8.19)$$

La resistenza all'instabilità è rappresentata dalle tensioni di instabilità, che sono ottenute dalle equazioni:

$$\sigma_{xRd} = \sigma_{xRk} / \gamma_M, \quad \sigma_{\theta Rd} = \sigma_{\theta Rk} / \gamma_M, \quad \tau_{x\theta Rd} = \tau_{x\theta Rk} / \gamma_M \quad (8.11)$$

$$\sigma_{xRk} = \chi_x f_{y,k}, \quad \sigma_{\theta Rk} = \chi_\theta f_{y,k}, \quad \tau_{x\theta Rk} = \chi_t f_{y,k} / \sqrt{3} \quad (8.12)$$

$$\chi = 1 \quad \text{quando} \quad \bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_0 \quad (8.13)$$

$$\chi = 1 - \beta \left(\frac{\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0}{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_0} \right)^\eta \quad \text{quando} \quad \bar{\lambda}_0 < \bar{\lambda} < \bar{\lambda}_p \quad (8.14)$$

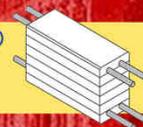
$$\chi = \frac{\alpha}{\bar{\lambda}^2} \quad \text{quando} \quad \bar{\lambda}_p \leq \bar{\lambda} \quad (8.15)$$

VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



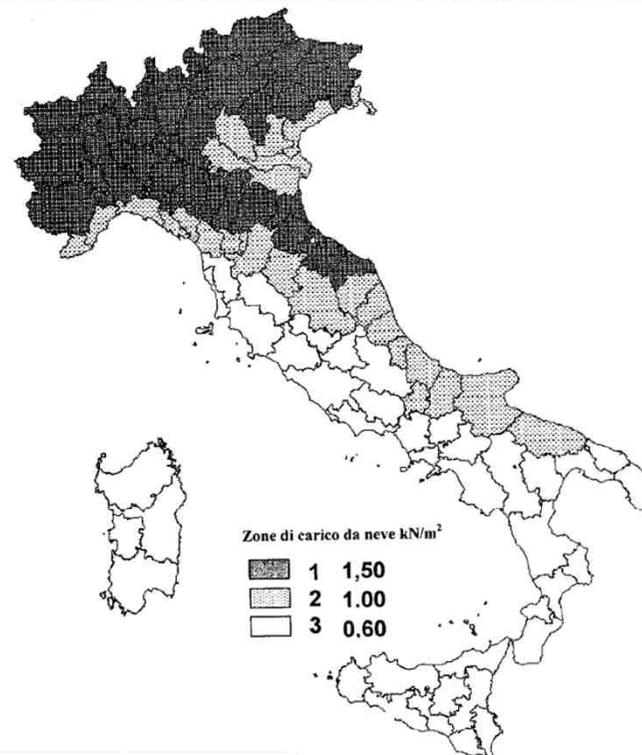
Armalam®



VERIFICA DELLA COPERTURA

La copertura deve essere verificata per un carico da neve stabilito dalla NTC in base alla quota di riferimento sul mare e alla collocazione geografica del serbatoio.

La struttura va comunque verificata per un carico minimo di 50 kg/mq per accesso alla manutenzione della struttura.



Zone di carico da neve kN/m²

1	1,50
2	1,00
3	0,60

Carico da neve

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

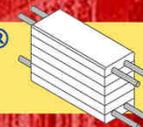
Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
H	Coperture e sottotetti			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 Coperture praticabili	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	—	—	—

VERIFICHE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



VERIFICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E IMPIANTI

Le NTC impongono di verificare non solo il serbatoio e i locali pompa per l'effetto dell'azione sismica ma anche gli elementi non strutturali e gli impianti ad essi collegati.

7.3.6.3 Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo *SLV*.

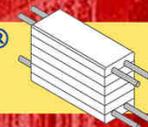
Per ciascuno degli impianti principali, gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro ed alla struttura principale devono avere resistenza sufficiente a sostenere l'azione della F_a (v. § 7.2.4) corrispondente allo *SLV*.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI

- **D.M.14 gennaio 2008:** «Norme Tecniche per le Costruzioni e successive norme integrative – CAP 11. Materiali»
- **UNI-EN 1090-1(2012):** «Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali»;
- **UNI-EN 1090-2 (2011):** «Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio».
- **D.L. 106/2017:** «Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE n°305/2011 Prodotti da costruzione». Sistema sanzionatorio.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



CENTRO DI TRAFORMAZIONE (NTC2008)



MARCATURA CE dei COMPONENTI STRUTTURALI
METALLICI



EN1090-1 ESECUZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO e DI
ALLUMINIO

Parte : Requisiti per la valutazione di conformità dei
componenti strutturali



Possibile dal 1 gennaio 2011

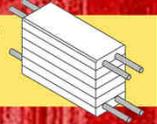
Obbligatoria dal 1 Luglio 2014

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario

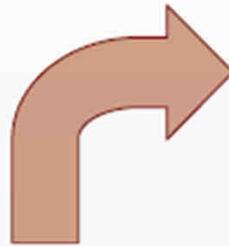


Armalam[®]



EN 1090-1

Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali



EN1090-2

Parte 2: Requisiti tecnici per la realizzazione di strutture in acciaio



EN1090-3

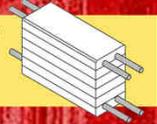
Parte 3: Requisiti tecnici per la realizzazione di strutture in alluminio

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



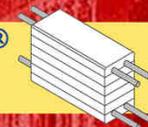
- La norma specifica i requisiti per la valutazione della conformità delle **caratteristiche di performance per i componenti strutturali in acciaio e alluminio**, nonché per i kit immessi sul mercato come prodotto da costruzione.
- La valutazione di conformità riguarda le **caratteristiche di fabbricazione** e, ove applicabile, **le caratteristiche di progettazione strutturale**.
- I componenti possono essere utilizzati direttamente nei **lavori di costruzione di opere**, o come **componenti strutturali in forma di kit**.
- I componenti possono essere fatti di prodotti **laminati a caldo o a freddo**, o prodotti fabbricati con altre tecnologie. Possono essere **prodotti in sezioni/profili di varia forma, prodotti laminati** (piastre, lamiere, nastri), **barre, forgiati da acciaio e alluminio, protetti o non protetti** contro la corrosione da rivestimenti o altri trattamenti superficiali.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



Per opere di costruzione s'intende tutto ciò che è costruito o che risulta dalle attività di costruzione e che è fissato al suolo.

Questo termine comprende sia gli edifici sia le opere di ingegneria civile.

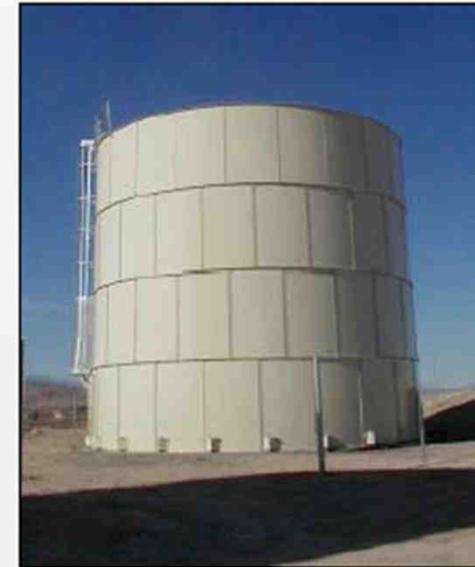
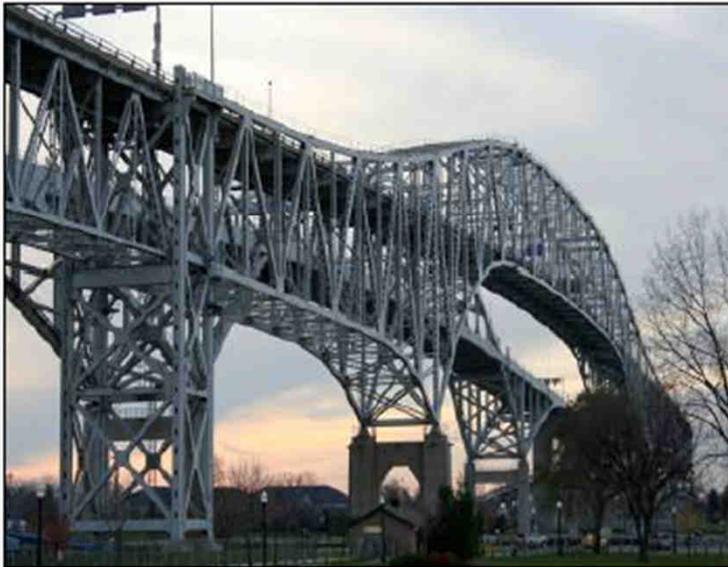
Nei documenti interpretativi "le opere di costruzione" sono anche denominate "le opere".

Le opere di costruzione comprendono segnatamente: abitazioni, edifici industriali, commerciali, uffici, ospedali, scuole, centri ricreativi ed edifici agricoli, ponti, strade ed autostrade, ferrovie, **reti di condutture**, **cisterne**, stadi, piscine, moli, banchine, bacini, chiuse, canali, dighe, torri, gallerie ecc.

Dal documento Interpretativo dei requisiti essenziali n. 1 relativo alla resistenza meccanica e stabilità delle opere.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario

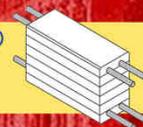


CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



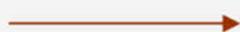
La EN1090-1 introduce il concetto di “**Execution Class**” in termini di **requisiti specifici** classificati per l'**esecuzione** di un'opera nel suo complesso, di un singolo componente o di un dettaglio di un componente.

Seleziona e specifica quindi il **livello di qualità appropriato** relazionato alla **sicurezza** che quel componente avrà nell'opera di costruzione

4 classi di esecuzione con un incremento di requisiti che va da EXC 1 a EXC 4

I requisiti da rispettare in funzione della EXC sono dati nell'Appendice A della norma a supporto

Execution class **EXC**



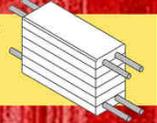
Necessità di rispettare Requisiti e Controlli più o meno stringenti da effettuare in funzione delle caratteristiche del prodotto da realizzare

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



Come scegliere l'appropriata EXC?



I criteri di scelta dell'EXC differiscono in funzione del materiale

Componenti strutturali in acciaio

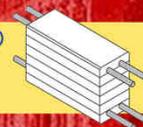
Componenti strutturali in alluminio

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



APPENDICE B - DIFFERENZIAMENTO DELL’AFFIDABILITÀ STRUTTURALE PER LE COSTRUZIONI

prospetto B.1 Definizione delle classi di conseguenze

Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala da concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

Consequence Class CC_i (i = 1, 2 o 3)

CC1 = low

CC2 = standard

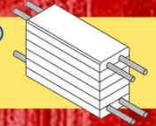
CC3 = high

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



APPENDICE B - DIFFERENZIAZIONE DELL’AFFIDABILITÀ STRUTTURALE PER LE COSTRUZIONI

Service Categories SC

Categoria	Parametri
SC1	<ul style="list-style-type: none">-Strutture e componenti progettati soltanto per azioni quasi statiche-Strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per l' azione sismica in regioni con bassa sismicità e classe di duttilità DCL-Strutture e componenti progettati per azioni a fatica da carroporti/gru meccanici (classe S₀)
SC2	<ul style="list-style-type: none">-Strutture e componenti progettati per la resistenza a fatica in accordo alla EN 1993 (es. Ponti stradali e ferroviari, gru, carriponte Classi da S₁ a S₉...), strutture suscettibili a vibrazioni indotte da vento, folla o macchinari in rotazione- Strutture e componenti progettati per l' azione sismica in regioni con media o alta sismicità ed in classe di duttilità DCM o DCH

DCL, DCM, DCH: classi di duttilità in accordo alla EN 1998-1

SC1 = static

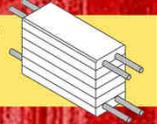
SC2 = fatigue

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



APPENDICE B - DIFFERENZIAZIONE DELL’AFFIDABILITÀ STRUTTURALE PER LE COSTRUZIONI

Production Categories PC

Categoria	Parametri
PC1	<ul style="list-style-type: none">-componenti non saldati fabbricati con qualsiasi classe di acciaio-componenti saldati fabbricati con classe di acciaio inferiore alla S355
PC2	<ul style="list-style-type: none">-componenti saldati fabbricati con classe di acciaio uguale o superiore alla S355-componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati in situ mediante saldatura-componenti prodotti a caldo o che ricevono trattamenti termici durante la produzione

PC1 <S355

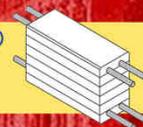
PC2 ≥S355

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



APPENDICE B - DIFFERENZIAZIONE DELL’AFFIDABILITÀ STRUTTURALE PER LE COSTRUZIONI

PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE DELLA EXC:

- Selezionare la Classe di Conseguenza (CC_i; i=1,2,3) espressa in termini di perdita di vite umane, di conseguenze economiche, sociali ed ambientali (vedere EN 1990);*
- Selezionare la Categoria di Servizio e la Categoria di Produzione (vedi Tab. B.1 e B.2 EN1090-2);*
- Determinare quindi la Classe di Esecuzione come risultato delle due operazioni precedenti, secondo quanto previsto dalla Tab. B.3 della EN1090-2*

Consequence classes		CC1		CC2		CC3	
Service categories		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Production categories	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4

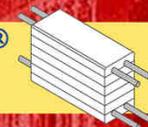
^a EXC4 should be applied to special structures or structures with extreme consequences of a structural failure as required by national provisions.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI CILINDRICI

ing. Fabio Ferrario



Armalam[®]



D.L. 106/2017: «Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE n°305/2011 Prodotti da costruzione»

Art. 20. Violazione degli obblighi di impiego dei prodotti da costruzione

Riguarda:

Progettista

Direttore Lavori

Collaudatore

Fabbricante

Importatore

Distributore

Costruttore

Sanziona **pecuniariamente** e **penalmente** i vari attori, con specifico riferimento ed aggravante per opere strutturali destinate all'antincendio, che non rispettino gli obblighi normativi connessi al **rispetto** delle norme armonizzate, alla marcatura CE dei vari componenti, agli aspetti documentali e certificativi, etc.



3 ottobre 2017
Politecnico di Milano - Aula Rogers
Via Ampere, 2 - Milano
**Associazione Italiana di Ingegneria
Antincendio**

XVII CONVEGNO NAZIONALE

**SPRINKLER 4.0
IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI E L'INNOVAZIONE
TECNOLOGICA**

**GRAZIE
DELL'ATTENZIONE**

**ing. Fabio Ferrario
referente Commissione Strutture
Ordine Ingegneri di Trento**

