LE NUOVE NTC 2018

Principali innovazioni rispetto alle NTC2008
In relazione al paragrafo 7.5 sulle Costruzioni in Acciaio

ORDINE DEGLI INGEGNERI
PROVINCIA DI PERUGIA

Commissione Strutture e Geotecnica
Ing. Alessandro Biscarini

1. Principali differenze tra NTC2008 e NTC2018 relative al capitolo 7 “Progettazione per Azioni Sismiche”
2. In particolare delle novità introdotte al paragrafo 7.5 relativo alle *Costruzioni di Acciaio*

Di cosa parleremo?

NTC 2018

Capitolo	
1	Oggetto
2	Sicurezza e prestazioni attese
3	Azioni sulle Costruzioni
4	Costruzioni civili e industriali
5	Ponti
6	Progettazione geotecnica
7	Progettazione per azioni sismiche
8	Costruzioni esistenti
9	Collaudo Statico
10	Redazione dei progetti esecutivi e delle relazioni di calcolo
11	Materiali e prodotti per uso strutturale
12	Riferimenti tecnici

CAPITOLO 7:
Progettazione per azioni sismiche

NTC2018

7.5 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

7.5.1 Caratteristiche dei Materiali

7.5.2 Tipologie Strutturali e Fattori di Comportamento

- 7.5.2.1 Tipologie Strutturali
- 7.5.2.2 Fattore di Comportamento

7.5.3 Regole di Progetto Generali per Elementi Strutturali Dissipativi

- 7.5.3.1 Verifiche di Resistenza (RES)
- 7.5.3.2 Verifiche di Duttilità (DUT)

7.5.4 Regole di Progetto Specifiche per Strutture Intelaiate

- 7.5.4.1 Travi
- 7.5.4.2 Colonne
- 7.5.4.3 Collegamenti Trave-Colonna
- 7.5.4.4 Pannelli d'Anima dei Collegamenti Trave Colonna
- 7.5.4.5 Collegamenti Colonna-Fondazione

7.5.5 Regole di Progetto Specifiche per Strutture con Controventi Concentrici

7.5.6 Regole di Progetto Specifiche per Strutture con Controventi Eccentrici

NTC2008

7.5 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

7.5.1 Caratteristiche dei Materiali

7.5.2 Tipologie Strutturali e Fattori di Struttura

- 7.5.2.1 Tipologie Strutturali
- 7.5.2.2 Fattore di Comportamento

7.5.3 Regole di Progetto Generali per Elementi Strutturali Dissipativi

- 7.5.3.1 Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative
- 7.5.3.2 Parti tese delle zone dissipative
- 7.5.3.2 Collegamenti in zone dissipative

7.5.4 Regole di Progetto Specifiche per Strutture Intelaiate

- 7.5.4.1 Travi
- 7.5.4.2 Colonne
- 7.5.4.3 Collegamenti Trave-Colonna
- 7.5.4.4 Pannelli Nodali
- 7.5.4.5 Collegamenti Colonna-Fondazione

7.5.5 Regole di Progetto Specifiche per Strutture con Controventi Concentrici

7.5.6 Regole di Progetto Specifiche per Strutture con Controventi Eccentrici

PARAGRAFO 7.5:
Costruzioni di Acciaio

7.5.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Ai fini della progettazione, il fattore di sovraresistenza del materiale, γ_{ov} è assunto pari a **1,25** per gli acciai tipo **S235**, **S275** ed **S355** e pari a **1,15** per gli acciai tipo **S420** e **S460**.

~~Se la tensione di snervamento f_{yk} dell'acciaio delle zone non dissipative e delle connessioni è superiore alla $f_{y,max}$ dell'acciaio delle zone dissipative, è possibile assumere γ_{Rd}=1,00.~~

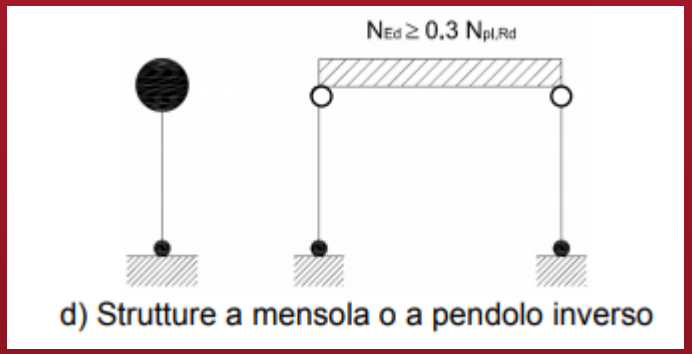
Se la tensione di snervamento f_{yk} dell'acciaio delle zone non dissipative e delle connessioni è superiore alla $f_{y,max}$ dell'acciaio delle zone dissipative, è possibile assumere γ_{Rd}=1,00.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.2 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO

7.5.2.1 FATTORI DI COMPORTAMENTO

d) Strutture a mensola o a pendolo inverso: in esse almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione oppure la dissipazione di energia è localizzata principalmente alla base. Strutture ad un solo piano che posseggano più di una colonna, con le estremità superiori delle colonne collegate nelle direzioni principali dell'edificio e con il valore del carico assiale normalizzato della colonna non maggiore di 0,3 in alcun punto, possono essere considerate strutture a telaio.



d) Strutture a mensola o a pendolo inverso

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.2 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO

7.5.2.1 FATTORI DI COMPORTAMENTO

Tabella 7.5.II – *Limiti superiori dei valori di q_0 per le diverse tipologie strutturali e le diverse classi di duttilità.*

TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_0	
	CD "B"	CD "A"
a) Strutture intelaiate c) Strutture con controventi eccentrici	4	$5\alpha_u/\alpha_1$
b1) Controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4	4
b2) Controventi concentrici a V	2	2,5
d) Strutture a mensola o a pendolo inverso	2	$2\alpha_u/\alpha_1$
e) Strutture intelaiate con controventi concentrici	4	$4\alpha_u/\alpha_1$
f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura	2	2

Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate Strutture con controventi eccentrici	$5,0\ \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2,0\ \alpha_u/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4,0\ \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.3 REGOLE DI PROGETTO GENERALI PER ELEMENTI STRUTTURALI DISSIPATIVI

Le regole di progetto seguenti si applicano alle parti delle strutture sismo-resistenti progettate per avere un comportamento strutturale dissipativo. Le zone dissipative devono avere un'adeguata duttilità ed una sufficiente capacità.

Nelle disposizioni di cui al presente capitolo, le zone dissipative sono localizzate nelle membrature; pertanto i collegamenti e tutte le componenti non dissipative della struttura devono essere dotate di adeguata capacità.

7.5.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)

7.5.3.2 VERIFICHE DI DUTTILITÀ (DUT)

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)

7.5.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)

I collegamenti in zone dissipative devono consentire la plasticizzazione delle parti dissipative collegate, garantendo il soddisfacimento del seguente requisito:

$$R_{j,d} \geq 1{,}1 \cdot \gamma_{ov} \cdot R_{pl,Rd} = R_{U,Rd} \qquad [7.5.1]$$

dove:

$R_{j,d}$ è la capacità di progetto del collegamento;

$R_{pl,Rd}$ è la capacità al limite plastico della membratura dissipativa collegata;

$R_{U,Rd}$ è il limite superiore della capacità della membratura collegata.

Nel caso di membrature tese con collegamenti bullonati, la capacità corrispondente al raggiungimento della tensione di snervamento della sezione deve risultare inferiore alla capacità corrispondente al raggiungimento della tensione di rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori per i dispositivi di collegamento; si deve quindi verificare che:

$$\frac{A_{res}}{A} \geq 1{,}1 \cdot \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{tk}} \qquad [7.5.2]$$

essendo A l'area lorda e A_{res} l'area resistente costituita dall'area netta in corrispondenza dei fori, integrata da un'eventuale area di rinforzo. I fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} sono definiti nella Tab. 4.2.V del § 4.2.3.1.1. delle presenti norme.

Nelle NTC08 tali verifiche erano riportate in due paragrafi distinti:

- *7.5.3.2 Parti tese delle zone dissipative*
- *7.5.3.3 Collegamenti in zone dissipative*

Ma erano sostanzialmente la stessa cosa.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.3.1 VERIFICHE DI DUTTILITÀ (DUT)

7.5.3.2 VERIFICHE DI DUTTILITA' (DUT)

In ogni zona o elemento dissipativo si deve garantire una capacità in duttilità superiore alla corrispondente domanda in duttilità. La verifica deve essere effettuata adottando le misure di deformazione adeguate ai meccanismi duttili previsti per le diverse tipologie strutturali.

Per le tipologie indicate in § 7.5.2.1, si possono utilizzare le seguenti misure di deformazione locale θ:

- elementi inflessi o presso inflessi di strutture intelaiate: rotazione alla corda;
- elementi prevalentemente tesi e compressi di strutture controventate: allungamento complessivo della diagonale;
- elementi sottoposti a taglio e flessione di strutture con controventi eccentrici (elementi di collegamento): rotazione rigida tra l'elemento di connessione e l'elemento contiguo.

La duttilità locale è definita come segue:

$\mu = \theta_u / \theta_y$

La domanda in duttilità locale è definita dal rapporto tra il valore di deformazione θ_u misurato mediante analisi non lineare e il valore di deformazione θ_y al limite elastico. Nel caso di analisi strutturale lineare con fattore di comportamento, la domanda di deformazione può essere dedotta dal campo di spostamenti ultimi ottenuti come in § 7.3.3.3.

La capacità in duttilità locale è data dal rapporto tra la misura di deformazione al collasso θ_u, valutata in corrispondenza della riduzione del 15% della massima resistenza dell'elemento, e la deformazione θ_y corrispondente al raggiungimento della prima plasticizzazione.

La capacità in duttilità locale, quando non sia determinata mediante sperimentazione diretta, deve essere valutata utilizzando metodi di calcolo che descrivano in modo adeguato il comportamento in campo non-lineare, inclusi i fenomeni di instabilità dell'equilibrio, e tengano conto dei fenomeni di degrado connessi al comportamento ciclico.

La verifica di duttilità si ritiene comunque soddisfatta qualora siano rispettate, in funzione della classe di duttilità e del valore di base del fattore di comportamento q_0 utilizzato in fase di progetto, le prescrizioni relative alle classi di sezioni trasversali per le zone/elementi dissipativi riportate in Tab. 7.5.I nonché le prescrizioni specifiche di cui ai successivi paragrafi relativi a ciascuna tipologia strutturale e sia soddisfatta, per le sezioni delle colonne primarie delle strutture a telaio in cui si prevede la formazione di zone dissipative, la relazione:

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} \leq 0,3 \qquad [7.5.3]$$

dove N_{Ed} è il valore della domanda a sforzo normale e $N_{pl,Rd}$ è il valore della capacità a sforzo normale determinata secondo criteri di cui al § 4.2.4.1.2.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.3.1 VERIFICHE DI DUTTILITÀ (DUT)

Tab. 7.5.I - *Classe della sezione trasversale di elementi dissipativi in funzione della classe di duttilità e di q_0*

Classe di duttilità	Valore di base q_0 del fattore di comportamento	Classe di sezione trasversale richiesta
CD "B"	$2 < q_0 \leq 4$	Classe 1 o 2
CD "A"	$q_0 > 4$	Classe 1

Tale paragrafo riprende, ampliandolo, quello presente nelle NTC08 al punto:

- *7.5.3.1 Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative*

7.5.3.1 Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative

Si deve garantire una duttilità locale sufficiente degli elementi che dissipano energia in compressione e/o flessione limitando il rapporto larghezza-spessore *b/t* secondo le classi di sezioni trasversali specificate nel § 4.2.2.1. delle presenti norme.

In funzione della classe di duttilità e del fattore di struttura q_0 usato in fase di progetto, le prescrizioni relative alle classi di sezioni trasversali di elementi in acciaio che dissipano energia, sono quelle indicate in Tab. 7.5.III.

Tabella 7.5.III - *Classe della sezione trasversale di elementi dissipativi in funzione della classe di duttilità e di q_0*

Classe di duttilità	Valore di riferimento del fattore di struttura q_0	Classe di sezione trasversale richiesta
CD "B"	$2 < q_0 \leq 4$	Classe 1 o 2
CD "A"	$q_0 > 4$	Classe 1

.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.4 REGOLE DI PROGETTO PER STRUTTURE INTELAIATE

Le verifiche di travi, colonne, collegamenti travi-colonne e collegamenti colonna-fondazione sono rimasti praticamente invariati.

E' variata la definizione del fattore **Ωi** con cui si determinano le sollecitazioni di progetto per le colonne

Nelle NTC08 il fattore **Ωi** era definito come l'inverso del tasso di sfruttamento a flessione di una determinata membratura, nella quale si attendeva la formazione di una cerniera plastica:

Ω	è il minimo valore tra gli $\Omega_i = M_{pl,Rd,i}/M_{Ed,i}$ di tutte le travi in cui si attende la formazione di cerniere plastiche, essendo $M_{Ed,i}$ il momento flettente di progetto della i-esima trave in condizioni sismiche e $M_{pl,Rd,i}$ il corrispondente momento plastico.

.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.4 REGOLE DI PROGETTO PER STRUTTURE INTELAIATE

Nelle NTC2018 il fattore Ω_i è definito come:

Ω	è il minimo valore tra gli $\Omega_i = (M_{pl,Rd,i} - M_{Ed,G,i}) / M_{Ed,E,i}$ valutati per tutte le travi in cui si attende la formazione di zone dissipative, essendo $M_{Ed,E,i}$ la domanda a flessione dovuta alle azioni sismiche di progetto, $M_{Ed,G,i}$ la domanda a flessione dovuta alle azioni non sismiche incluse nella combinazione delle azioni per la condizione sismica di progetto e $M_{pl,Rd,i}$ il valore dalla capacità a flessione dalla i-esima trave.

Rispetto alle NTC08 abbiamo al numeratore il $M_{rd,pl}$ della membratura i-esima decurtato del momento dovuto ai soli carichi gravitazionali, ed al denominatore il momento sollecitante dovuto ai soli carichi sismici.

1. Tanto maggiore è lo sfruttamento flessionale delle travi, tanto minore sarà la domanda, in termini di sovraresistenza, richiesta alle colonne;
2. tanto più sono basse le azioni sismiche tanto più sarà conveniente progettare per **comportamento non dissipativo**.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.4 REGOLE DI PROGETTO PER STRUTTURE INTELAIATE

È parzialmente variata anche la verifica dei pannelli d'anima dei collegamenti (pannelli nodali).

7.5.4.4 PANNELLI D'ANIMA DEI COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA

Verifiche di resistenza (RES)

I pannelli d'anima devono essere progettati in modo da consentire lo sviluppo del meccanismo dissipativo della struttura, cioè la plasticizzazione delle sezioni delle travi convergenti nel nodo trave-colonna evitando fenomeni di plasticizzazione e instabilizzazione a taglio.

Tale requisito si può ritenere soddisfatto quando:

$$V_{vp,Ed} / \min(V_{vp,Rd}, V_{vb,Rd}) < 1 \qquad [7.5.13]$$

essendo $V_{vp,Ed}$, $V_{vp,Rd}$ e $V_{vb,Rd}$ rispettivamente la domanda a taglio, la capacità a taglio per plasticizzazione del pannello e la capacità a taglio per instabilità del pannello, queste ultime valutate come in § 4.2.4.1.2 e 4.2.4.1.3.

La domanda a taglio $V_{vp,Ed}$ deve essere determinata assumendo il raggiungimento della capacità a flessione nelle sezioni delle travi convergenti nel nodo trave-colonna, secondo lo schema e le modalità previste in fase di progetto.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.5. REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI

Che tipo di verifiche si eseguono?

- ✓ Verifiche di resistenza (RES) → praticamente inalterate
- ✓ Verifiche di duttilità (DUT)

Verifiche di Duttilità (DUT)

Qualora non si eseguano le specifiche verifiche di duttilità di cui al § 7.5.3.2, le membrature di controvento devono appartenere alla prima o alla seconda classe di cui al § 4.2.3.1 secondo la Tab. 7.5.I. Qualora esse siano costituite da sezioni circolari cave, il rapporto tra il diametro esterno d e lo spessore t deve soddisfare la limitazione $d/t \leq 36$. Nel caso in cui le aste di controvento siano costituite da profili tubolari a sezione rettangolare, i rapporti larghezza/spessore delle parti che costituiscono la sezione non devono eccedere 18, a meno che le pareti del tubo non siano irrigidite.

Forniscono i limiti geometrici da rispettare per soddisfare le verifiche.

NTC2018 ≠ NTC2008

7.5.5. REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI

Che tipo di verifiche si eseguono?

- ✓ Verifiche di resistenza (RES) → praticamente inalterate
- ✓ Verifiche di duttilità (DUT)

Verifiche di Duttilità (DUT)

Qualora non si effettuino specifiche verifiche di duttilità di cui al § 7.5.3.2:

- gli elementi di collegamento lunghi e intermedi devono appartenere alla prima o alla seconda classe di cui al § 4.2.3.1 secondo la Tab. 7.5.I;
- negli elementi di collegamento intermedi e corti devono essere evitati i fenomeni di instabilità locale fino al raggiungimento della completa plasticizzazione della sezione;
- devono essere soddisfatte le prescrizioni sui dettagli costruttivi di cui al presente paragrafo;
- la domanda di rotazione rigida θ_p tra l'elemento di connessione e l'elemento contiguo non deve eccedere i seguenti valori:

elementi corti: $\theta_p \leq 0{,}08$ rad [7.5.26a]

elementi lunghi: $\theta_p \leq 0{,}02$ rad [7.5.26a]

Per gli elementi di connessione «intermedi» si interpola linearmente tra i valori precedenti.

Forniscono le prescrizioni da rispettare per soddisfare le verifiche. In parte già presenti nelle NTC08

NTC2018 ≠ NTC2008

Grazie per l’attenzione !