LE NUOVE NTC 2018

Principali innovazioni rispetto alle NTC2008
In relazione al paragrafo 4.2. sulle Costruzioni in Acciaio e 4.3 sulle Costruzioni composte di Acciaio-Calcestruzzo



ORDINE DEGLI INGEGNERI
PROVINCIA DI PERUGIA

Commissione Strutture e Geotecnica
Ing. Alessandro Biscarini

1. Principali differenze tra NTC2008 e NTC2018 relative al capitolo 4 “Costruzioni civili e industriali”
2. In particolare delle novità introdotte al paragrafo 4.2 relativo alle *Costruzioni di Acciaio*
3. Delle novità introdotte al paragrafo 4.3 relativo alle *Costruzioni composte di Acciaio-Calcestruzzo*

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 in presenza di 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 4:
Costruzioni Civili ed Industriali

NTC2018

4.2 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

4.2.1 Materiali

4.2.2 Valutazione della Sicurezza

4.2.3 Analisi Strutturale

4.2.3.1 Classificazione delle sezioni

4.2.4 Verifiche

4.2.4.1.3.2 Travi inflesse

4.2.4.1.4 Stato limite di fatica

4.2.5 Verifiche per situazioni progettuali transitorie

4.2.6 Verifiche per situazioni progettuali eccezionali

4.2.7 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove

4.2.8 Unioni

4.2.9 Requisiti per la progettazione e l'esecuzione

4.2.10 Criteri di durabilità

4.2.11 Resistenza al fuoco

NTC2008

4.2 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

4.2.1 Materiali

4.2.2 Valutazione della Sicurezza

4.2.3 Analisi Strutturale

4.2.3.1 Classificazione delle sezioni

4.2.4 Verifiche

4.2.4.1.3.2 Travi inflesse

4.2.4.1.4 Stato limite di fatica

4.2.5 Verifiche per situazioni progettuali transitorie

4.2.6 Verifiche per situazioni progettuali eccezionali

4.2.7 Progettazione integrata da prove

4.2.8 Unioni

4.2.9 Requisiti per la progettazione e l'esecuzione

4.2.10 Criteri di durabilità

4.2.11 Resistenza al fuoco

NTC2018

4.3 COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO

- 4.3.1 Valutazione della Sicurezza
- 4.3.2 Analisi Strutturale
- 4.3.3 Resistenze di Calcolo
- 4.3.4 Travi con Soletta Collaborante
  - 4.3.4.3 SISTEMI DI CONNESSIONE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
    - 4.3.4.3.1 Connessioni a taglio con pioli
- 4.3.5 Colonne Composte
  - 4.3.5.3.1 Resistenza della sezione per tensioni normali
- 4.3.6 Solette composte con lamiera grecata
- 4.3.7 Verifiche per situazioni progettuali transitorie
- 4.3.8 Verifiche per situazioni progettuali eccezionali
- 4.3.9 Resistenza al fuoco
- 4.3.10 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove

NTC2008

4.3 COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO

- 4.3.1 Valutazione della Sicurezza
- 4.3.2 Analisi Strutturale
- 4.3.3 Resistenze di Calcolo
- 4.3.4 Travi con Soletta Collaborante
  - 4.3.4.3 SISTEMI DI CONNESSIONE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
    - 4.3.4.3.1 Connessioni a taglio con pioli
- 4.3.5 Colonne Composte
  - 4.3.5.3.1 Resistenza a compressione della sezione
- 4.3.6 Solette composte con lamiera grecata
- 4.3.7 Verifiche per situazioni progettuali transitorie
- 4.3.8 Verifiche per situazioni progettuali eccezionali
- 4.3.9 Resistenza al fuoco

PARAGRAFO 4.2:
Costruzioni di Acciaio

4.2.3.1 CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

Le sezioni trasversali degli elementi strutturali si classificano in funzione della loro capacità rotazionale C_ϑ definita come:

$$C_\vartheta = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

essendo ϑ_r e ϑ_y le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento.

La classificazione delle sezioni trasversali degli elementi strutturali si effettua in funzione della loro capacità di deformarsi in campo plastico.

E' possibile distinguere le seguenti classi di sezioni:

NTC2018 = NTC2008

classe 1 se la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al § 4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\vartheta \geq 3$;

classe 2 se la sezione è in grado di sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma con capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\vartheta \geq 1{,}5$;

classe 3 se nella sezione le tensioni calcolate nelle fibre estreme compresse possono raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale impedisce lo sviluppo del momento resistente plastico;

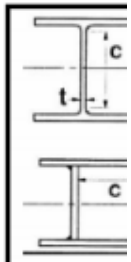
classe 4 se, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una *sezione efficace*.

Le sezioni di classe 1 e 2 si definiscono ***compatte***, quelle di classe 3 ***moderatamente snelle*** e quelle di classe 4 ***snelle***.

Le sezioni di classe 1 si definiscono ***duttili***, quelle di classe 2 ***compatte***, quelle di classe 3 ***semi-compatte*** e quelle di classe 4 ***snelle***.

NTC2018 ≠ NTC2008

Tab. 4.2.III



Classe
1
2
3

Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)

$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$

*) $\psi \leq$

one intorno

one intorno

a

c

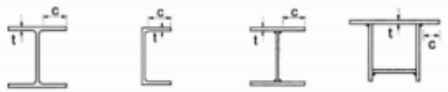
460

0,71

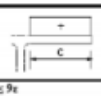
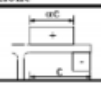
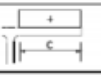
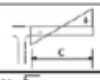
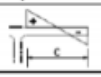
f_{yk}/E

Tab. 4.2.IV - *Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse*

Piattabande esterne



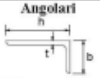
Profilati laminati a caldo — Sezioni saldate

Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione	
		Con estremità in compressione	Con estremità in trazione
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)			
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)			
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21k_\sigma\sqrt{k_\sigma}$ Per k_σ vedere EN 1993-1-5	

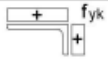
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tab. 4.2.V - *Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse*

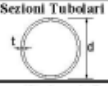
Angolari



Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II)
Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti

Classe	Sezione in compressione
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)	
3	$h/t \leq 15\varepsilon \qquad \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$

Sezioni Tubolari



Classe	Sezione inflessa e/o compressa
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$ (Per $d/t > 90\,\varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)

$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

NTC2018 = NTC2008

4.2.4.1.3 Stabilità delle membrature

4.2.4.1.3.2 TRAVI INFLESSE

Le travi inflesse con la piattabanda compressa non sufficientemente vincolata lateralmente, devono essere verificate nei riguardi dell'instabilità flesso-torsionale secondo la formula

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \qquad [4.2.48]$$

dove:

M_{Ed} è il massimo momento flettente di progetto

$M_{b,Rd}$ è il momento resistente di progetto per l'instabilità.

Nel caso di profilo inflesso secondo l'asse forte (asse y) il momento resistente di progetto per i fenomeni di instabilità di una trave lateralmente non vincolata può essere assunto pari a

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \qquad [4.2.49]$$

dove

W_y è il modulo resistente della sezione, pari al modulo plastico $W_{pl,y}$ per le sezioni di classe 1 e 2, al modulo elastico $W_{el,y}$ per le sezioni di classe 3 e che può essere assunto pari al modulo efficace $W_{eff,y}$ per le sezioni di classe 4.

Il fattore χ_{LT} è il fattore di riduzione per l'instabilità flessotorsionale, dipendente dal tipo di profilo impiegato e può essere determinato dalla formula

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq K\chi$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1{,}0 \\ \dfrac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \dfrac{1}{f} \end{cases}$$

NTC2018 ≠ NTC2008

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 -}}$$

è dato dalla formula

$$\cdot f_{yk}$$

$$M_{cr}$$

in cui M_{cr} è il momento
lorda del profilo e i rite
fattore di imperfezione
~~$\bar{\lambda}_{LT,0}$ può essere assunt~~
~~sezioni laminate e comp~~
~~1 e comunque mai inferi~~

ando la sezione
nte uniforme. Il
l. ~~Il coefficiente~~
~~(consigliato per~~
~~generale pari ad~~
~~te saldate).~~

Tab. 4.2.X - *Coefficiente correttivo del momento flettente per la verifica a stabilità delle travi inflesse*

Distribuzione del momento flettente	Fattore correttivo k_c
M_{sx} M_{dx} $\psi = M_{dx}/M_{sx} = 1$	1,0
M_{sx} M_{dx} $-1 \le \psi \le 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

Tab. 4.2.IX (a) *Valori raccomandati di α_{LT} per le differenti curve di stabilità.*

Curva di stabilità	a	b	c	d
Fattore di imperfezione α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Tab. 4.2.IX (b) - *Definizione delle curve di stabilità per le varie tipologie di sezione e per gli elementi inflessi*

Sezione trasversale	Limiti	Curva di instabilità da Tab. 4.2.VIII
Sezione laminata ad I	h/b≤2 h/b>2	b c
Sezione composta saldata	h/b≤2 h/b>2	c d
Altre sezioni trasversali	-	d

gni torsionali dell'elemento inflesso ed è definito dalla

$$\Phi_{LT} = 0.5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta \cdot \bar{\lambda}^2\right]$$

colare nel caso di variazione lineare del momento flet-
ed il momento in modulo massimo presi entrambi con

NTC2018 ≠ NTC2008

4.2.4.1.4 STATO LIMITE DI FATICA

Fatica è il nome dato alla rottura in risposta a carichi ciclici Invece di misurare la resistenza alla fatica attraverso un limite superiore di deformazione, la misura tipica della resistenza a fatica è espresso in termini di numero di cicli alla rottura.

4.2.4.1.4 Stato limite di fatica

Per le strutture soggette a carichi ciclici deve essere verificata la resistenza a fatica imponendo che:

$$\Delta_d \leq \Delta_R / \gamma_{Mf} \qquad [4.2.54]$$

essendo

Δ_d l'escursione di tensione (effettiva o equivalente allo spettro di tensione) prodotta dalle azioni cicliche di progetto che inducono fenomeni di fatica con coefficienti parziali $\gamma_{M_f} = 1$;

Δ_R la resistenza a fatica per la relativa categoria dei dettagli costruttivi, come desumibile dalle curve S-N di resistenza a fatica, per il numero totale di cicli di sollecitazione N applicati durante la vita di progetto richiesta,

γ_{Mf} il coefficiente parziale definito nella Tab. 4.2.XI.

Nel caso degli edifici la verifica a fatica delle membrature non è generalmente necessaria, salvo per quelle alle quali sono applicati dispositivi di sollevamento dei carichi o macchine vibranti.

Tabella 4.2.IX *Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica.*

Criteri di valutazione	**Conseguenze della rottura**	
	Conseguenze moderate	Conseguenze significative
Danneggiamento accettabile	$\gamma_M = 1{,}00$	$\gamma_M = 1{,}15$
Vita utile a fatica	$\gamma_M = 1{,}15$	$\gamma_M = 1{,}35$

sforzo medio

NTC2018 = NTC2008

4.2.4.1.4 STATO LIMITE DI FATICA EX NTC2018

Quando si eseguono le verifiche di fatica?

Si eseguono per strutture, elementi strutturali e dettagli sensibili a fenomeno di fatica.

Si definiscono strutture poco sensibili alla rottura per fatica quelle in cui si verifichino tutte le seguenti circostanze:

- dettagli costruttivi, materiali e livelli di tensione tali che le eventuali lesioni presentino bassa velocità di propagazione e significativa lunghezza critica;
- disposizioni costruttive che permettano la ridistribuzione degli sforzi;
- dettagli idonei ad arrestare la propagazione delle lesioni;
- dettagli facilmente ispezionabili e riparabili;
- prestabilite procedure di ispezione e di manutenzione atte a rilevare e riparare le eventuali lesioni.

Si definiscono strutture sensibili alla rottura per fatica quelle che non ricadono nei punti precedenti.

La resistenza a fatica di un dettaglio è individuata mediante una curva caratteristica, detta curva S-N, che esprime il numero di cicli a rottura N in funzione delle variazioni di tensione nel ciclo $\Delta\sigma$ o $\Delta\tau$.

Per indicazioni riguardanti le modalità di realizzazione dei dettagli costruttivi e la loro classificazione, con le rispettive curve S-N si può fare riferimento al documento UNI EN1993-1-9.

NTC2018 ≠ NTC2008

4.2.4.1.4 STATO LIMITE DI FATICA EX NTC2018

Che tipo di verifiche si eseguono?

Le verifiche sono condotte considerando spettri di carico differenziati, a seconda che si conduca:

- ✓ verifica per vita illimitata
- ✓ verifica a danneggiamento

Verifica a danneggiamento

La verifica a danneggiamento si esegue mediante la formula di Palmgren-Miner, controllando che il danneggiamento D risulti:

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \leq 1{,}0 \qquad [4.2.57]$$

dove n_i è il numero dei cicli di ampiezza $\Delta\sigma_{i,d}$ indotti dallo spettro di carico per le verifiche a danneggiamento nel corso della vita prevista per il dettaglio e N_i è il numero di cicli di ampiezza $\Delta\sigma_{i,d}$ a rottura, ricavato dalla curva S-N caratteristica del dettaglio.

La verifica a danneggiamento può essere eseguita anche con il metodo dei coefficienti di danneggiamento equivalente λ. Per l'impiego di tale metodo si deve fare riferimento a normative di comprovata validità, di cui al capitolo 12.

NTC2018 ≠ NTC2008

4.2.4.1.4 STATO LIMITE DI FATICA EX NTC2008

Si possono utilizzare due criteri di valutazione della resistenza a fatica, che si applicano rispettivamente alle strutture poco sensibili alla rottura per fatica ed alle strutture sensibili alla rottura per fatica.

- Il *Criterio del danneggiamento accettabile*, relativo alle strutture poco sensibili alla rottura per fatica, richiede si adottino:
  - dettagli costruttivi, materiali e livelli di tensione tali che le eventuali lesioni presentino bassa velocità di propagazione e significativa lunghezza critica;
  - disposizioni costruttive che permettano la ridistribuzione degli sforzi;
  - dettagli idonei ad arrestare la propagazione delle lesioni;
  - dettagli facilmente ispezionabili;
  - prestabilite procedure di ispezione e di manutenzione atte a rilevare e correggere le eventuali lesioni.
- Il *Criterio della vita utile a fatica*, relativo alle strutture sensibili alla rottura per fatica, richiede si adottino:
  - dettagli costruttivi e livelli di sforzo tali da garantire, per la vita a fatica prevista della costruzione, gli stessi livelli di sicurezza adottati per le altre verifiche agli stati limite ultimi, indipendentemente da procedure di ispezione e manutenzione durante la vita di esercizio.

Per indicazioni riguardanti le modalità di realizzazione dei dettagli costruttivi e la loro classificazione, con le rispettive curve S-N si può fare riferimento al documento UNI EN1993-1-9.

NTC2018 ≠ NTC2008

4.2.4.1.4 STATO LIMITE DI FATICA EX NTC2018

Nel caso di combinazioni di tensioni normali e tangenziali, la valutazione della resistenza a fatica dovrà considerare i loro effetti congiunti adottando idonei criteri di combinazione del danno.

Nella valutazione della resistenza a fatica dovrà tenersi conto dello spessore del metallo base nel quale può innescarsi una potenziale lesione.

Le curve S-N reperibili nella letteratura consolidata sono riferite ai valori nominali delle tensioni.

Per i dettagli costruttivi dei quali non sia nota la curva di resistenza a fatica, le escursioni tensionali potranno riferirsi alle tensioni geometriche o di picco, cioè alle tensioni principali nel metallo base in prossimità della potenziale lesione, secondo le modalità e le limitazioni specifiche del metodo, nell'ambito della meccanica della frattura.

Nelle verifiche a fatica è consentito tenere conto degli effetti favorevoli di eventuali trattamenti termici o meccanici, purché adeguatamente comprovati.

NTC2018 = NTC2008

4.2.7 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove

La resistenza e la funzionalità di strutture e elementi strutturali può essere misurata attraverso prove su campioni di adeguata numerosità.

I risultati delle prove eseguite su opportuni campioni devono essere trattati con i metodi dell'analisi statistica, in modo tale da ricavare parametri significativi quali media, deviazione standard e fattore di asimmetria della distribuzione, sì da caratterizzare adeguatamente un modello probabilistico descrittore delle quantità indagate (variabili aleatorie).

~~Indicazione più dettagliate al riguardo e metodi operativi completi per la progettazione integrata da prove possono essere reperiti in EN1990.~~

Indicazioni più dettagliate al riguardo e metodi operativi completi per la progettazione integrata da prove possono essere reperiti nella Appendice D della UNI EN 1990:2006.

NTC2018 ≠ NTC2008

PARAGRAFO 4.3:
Costruzioni di Acciaio-Calcestruzzo

4.3.4.3.1.1 CONNESSIONI A TAGLIO CON PIOLI

4.3.4.3.1.2 ***Resistenza dei connettori***

La resistenza di progetto a taglio di un piolo dotato di testa, saldato in modo automatico, con collare di saldatura normale, posto in una soletta di calcestruzzo piena può essere assunta pari al minore dei seguenti valori:

$$P_{Rd,a} = 0{,}8\, f_{tk}\, (\pi\, d^2 / 4) / \gamma_V \qquad [4.3.9]$$

$$P_{Rd,c} = 0{,}29\, \alpha\, d^2\, (f_{ck}\, E_{cm})^{0,5} / \gamma_V \qquad [4.3.10]$$

dove:

γ_V è il fattore parziale definito al § 4.3.3;

f_{tk} è la resistenza caratteristica a rottura dell'acciaio del piolo (comunque $f_{tk} \le 500$ MPa);

f_{ck} è la resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo della soletta;

E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante del calcestruzzo della soletta definito al § 11.2.10.3;

d è il diametro del piolo, compreso tra 16 e 25 mm;

h_{sc} è l'altezza del piolo dopo la saldatura;

$\alpha = 0{,}2\,(h_{sc} / d + 1)$ per $3 \le h_{sc} / d \le 4$, [4.3.11 a]

$\alpha = 1{,}0$ per $h_{sc} / d > 4$. [4.3.11 b]

Nel caso di solette con lamiera grecata la resistenza di progetto dei connettori a piolo, calcolata per la soletta piena, deve essere convenientemente ridotta. Per lamiera disposta con le greche parallelamente all'asse del profilo, la resistenza della connessione a taglio è moltiplicata per il fattore riduttivo:

Nel caso di solette con lamiera grecata la resistenza di calcolo dei connettori a piolo, calcolata per la soletta piena, deve essere convenientemente ridotta.

tro, un dia-
petta le se-

Per lamiera disposta con le greche parallelamente all'asse del profilo, la resistenza della connessione a taglio è moltiplicata per il fattore riduttivo

$$\eta \ge \max\left\{\left[1 - \left(\frac{355}{f_{yk}}\right)\cdot(0{,}75 - 0{,}03\cdot L_e)\right]; 0{,}4\right\} \quad \text{per } L_e \le 25\text{m} \qquad [4.3.8]$$

$\eta \ge 1$ per $L_e > 25$m

Per una casistica più generale, si rimanda a normative di comprovata validità.

NTC2018 ≈ NTC2008

4.3.5.3.1 RESISTENZA DELLA SEZIONE PER TENSIONI NORMALI

In particolare, è possibile fare riferimento a vari modelli di confinamento presenti nelle normative e nella documentazione tecnico/scientifica di comprovata validità. In mancanza di più precise analisi e per elementi strutturali del tipo rappresentato nella Figura 4.3.7 è possibile utilizzare il seguente modello di confinamento.

La resistenza plastica di progetto della colonna circolare riempita di calcestruzzo, tenendo conto del confinamento, assume la seguente forma:

$$N_{pl,Rd} = \eta_a \frac{A_a \cdot f_{yk}}{\gamma_A} + \frac{A_c \cdot f_{ck}}{\gamma_C}\left(1 + \eta_c \cdot \frac{t}{d} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{ck}}\right) + \frac{A_s \cdot f_{sk}}{\gamma_S} \qquad [4.3.22]$$

dove t è lo spessore del tubo di acciaio e d è il diametro esterno della colonna. Tale formula è valida nel caso in cui $\bar{\lambda} \le 0,5$ e l'eccentricità massima del carico, $e = M_{Ed}/N_{Ed}$, sia minore di 0,1. I coefficienti η_a ed η_c sono dati dalle seguenti espressioni

$$\eta_a = \begin{cases} 0,25\left(3 + 2 \cdot \bar{\lambda}\right) \le 1,0 & e = 0 \\ 0,25\left(3 + 2 \cdot \bar{\lambda}\right) + 10 \cdot \left(0,25 - 0,5 \cdot \bar{\lambda}\right) \cdot \frac{e}{d} & 0 < e/d \le 0,1 \\ 1,0 & e > 0,1 \end{cases} \qquad [4.3.23]$$

$$\eta_c = \begin{cases} \left(4,9 - 18,5\bar{\lambda} + 17 \cdot \bar{\lambda}^2\right) \ge 0 & e = 0 \\ \left(4,9 - 18,5\bar{\lambda} + 17 \cdot \bar{\lambda}^2\right) \cdot \left(1 - 10\frac{e}{d}\right) & 0 < e/d \le 0,1 \\ 0 & e > 0,1 \end{cases} \qquad [4.3.24]$$

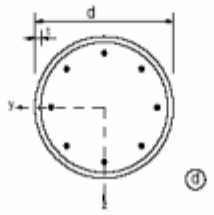


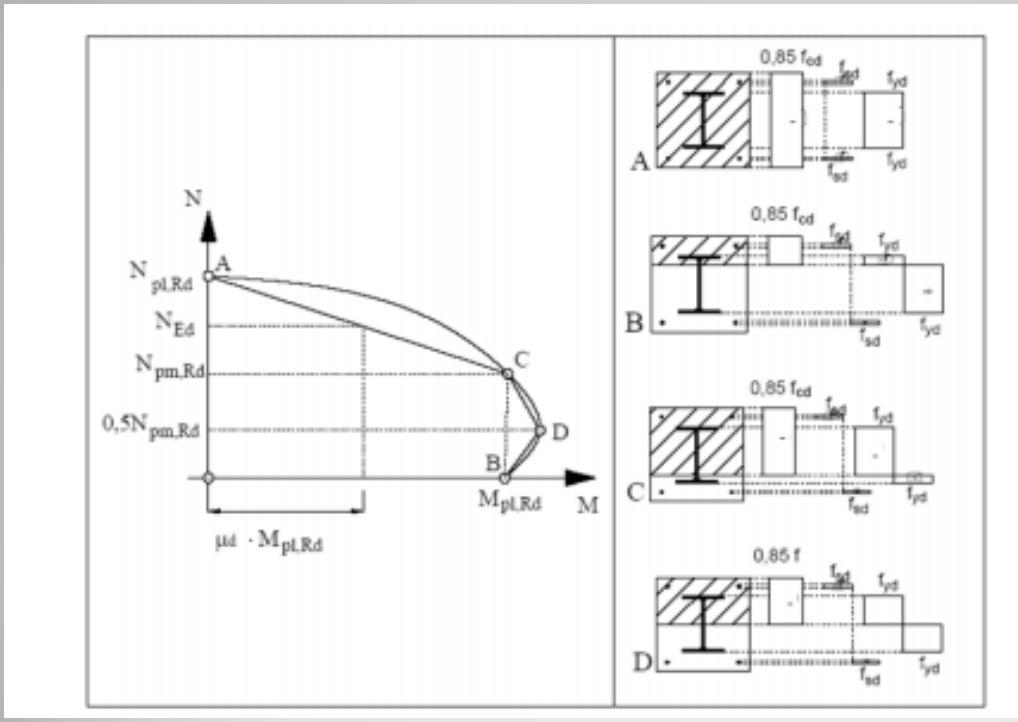
Figura 4.3.7 - *Sezione tipo di colonna composta circolare riempita di calcestruzzo in cui è possibile considerare il confinamento del calcestruzzo*

NTC2018 ≈ NTC2008

4.3.5.3.1 RESISTENZA DELLA SEZIONE PER TENSIONI NORMALI

METODO DI BERGMAN

In tale metodo si assume il modello dello stress-block per il calcestruzzo, si trascura la resistenza a trazione del conglomerato e si adotta un metodo di calcolo plastico in cui le barre d'armatura sono assunte completamente snervate, così come il profilo in acciaio. Il dominio non è rappresentato completamente, ma approssimato secondo una poligonale passante per quattro punti: A, B, C e D. con Nd=Nc/2



1) $N_A = N_{pl}$
2) $M_B = M_{pl}$
3) $N_C = N_{pm.Rd}$
4) M_D

NTC2018 ≈ NTC2008

4.3.5.3.1 RESISTENZA DELLA SEZIONE PER TENSIONI NORMALI
METODO DI BERGMAN

I punti A e B corrispondono, rispettivamente, alle sollecitazioni di forza normale centrata e flessione pura.

I punti C e D sono ottenuti fissando lo sforzo normale al valore $N_{pm,Rd}$ e 0,5 $N_{pm,Rd}$, essendo $N_{pm,Rd}$ lo sforzo normale resistente di progetto della sola porzione di calcestruzzo della sezione composta:

$$N_{pm,Rd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot A_c \qquad [4.3.25]$$

dove A_c è l'area complessiva di calcestruzzo della sezione composta.

Dal dominio resistente si ricava il momento resistente plastico di progetto associato allo sforzo normale N_{Ed} della combinazione di calcolo come:

$$M_{pl,Rd}(N_{Ed}) = \mu_d \cdot M_{pl,Rd} \qquad [4.3.26]$$

dove $M_{pl,Rd}$ è il momento resistente plastico di progetto e μ_d è un coefficiente di progetto a presso-flessione uniassiale.

Nel caso in cui la colonna sia soggetta a sollecitazioni di presso-flessione deviata, la verifica della colonna composta è condotta calcolando i coefficienti di progetto μ_{dy} e μ_{dz} indipendentemente per i due piani di flessione delle colonne, secondo il metodo presentato nella Figura 4.3.8, e controllando che:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} \le \alpha_{M,y} \qquad \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \le \alpha_{M,z}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \le 1,0 \qquad [4.3.27]$$

dove $M_{pl,y,Rd}$ e $M_{pl,z,Rd}$ sono i momenti resistenti plastici rispetto ai due piani di flessione, mentre $M_{y,Ed}$ ed $M_{z,Ed}$ sono i momenti sollecitanti derivanti dalle analisi strutturali, incrementati per tenere conto dei fenomeni del II ordine, come esposto in § 4.3.5.4.3 oppure calcolati secondo uno schema di calcolo in cui le imperfezioni dell'elemento sono state considerate utilizzando opportuni fattori di imperfezione. I coefficienti $\alpha_{M,y}$ e $\alpha_{M,z}$ sono quelli riportati in § 4.3.5.4.3.

NTC2018 ≈ NTC2008

4.3.10 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove

La resistenza e la funzionalità di strutture e elementi strutturali può essere misurata attraverso prove su campioni di adeguata numerosità.

I risultati delle prove eseguite su opportuni campioni devono essere trattati con i metodi dell'analisi statistica, in modo tale da ricavare parametri significativi quali media, deviazione standard e fattore di asimmetria della distribuzione, sì da caratterizzare adeguatamente un modello probabilistico descrittore delle quantità indagate (variabili aleatorie).

Indicazioni più dettagliate al riguardo e metodi operativi completi per la progettazione integrata da prove possono essere reperiti nella Appendice D della UNI EN 1990:2006.

NTC2018 ≠ NTC2008

Grazie per l’attenzione !