

Verifica a pressoflessione e stabilità allo SLU (instabilità di punta e flesso-torsionale)

Normativa: NTC2018 - D.M. 17/01/2018; Circolare 21/1/2019, n. 7 - par. C.4.2.4.1.3.3, Metodo A

Caratteristiche del profilo

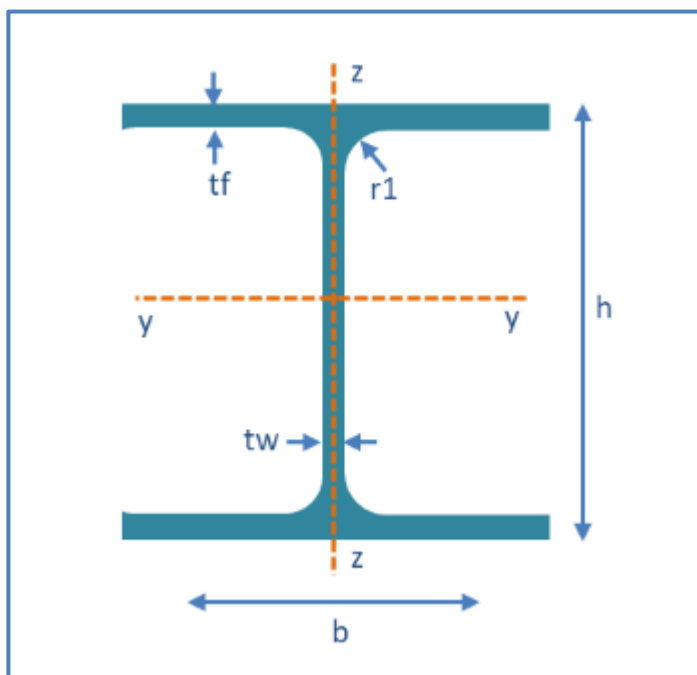
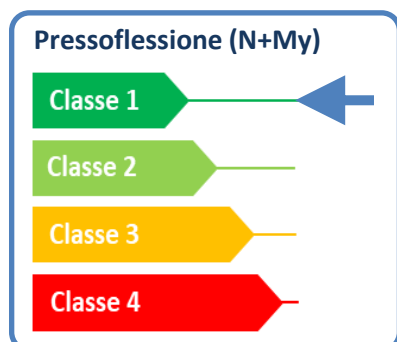
Tipo:	HEB	Tipologia di profilo
Profilo:	HE 180 B	Nome del profilo
Sezione:	Laminata	Opzione per la selezione della curva di stabilità

Dimensioni del profilo

$h =$	180.00	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)
$b =$	180.00	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)
$t_w =$	8.50	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)
$t_f =$	14.00	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)
$r_1 =$	15.00	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)
$r_2 =$	0.00	mm	Dimensione geometrica (vedere figura)

Proprietà dell'acciaio

Acciaio:	S275	Tipologia di acciaio
$f_{yk} =$	275.00	N/mm ² Resistenza caratteristica di snervamento
$E =$	210'000	N/mm ² Modulo elastico
$\gamma_{M1} =$	1.05	Coeff. Parz. di sicurezza dell'acciaio (da Normat.= 1.05)

**Classe del profilo**

Classe per pressoflessione: 1 Resistenza plastica

Costruzioni nuove o esistenti: Nuova costruzione

Elemento/meccanismo (scelta valida solo per costruzioni esistenti)elemento/meccanismo fragile - applica il γ_{M0} per le costruz. esist.**Caratteristiche dell'elemento**

H = 3.00 m Altezza della colonna
 $\beta_y = 0.80$ Coefficiente di vincolo per flessione intorno a y (piano x-z)
 $\beta_z = 1.00$ Coefficiente di vincolo per flessione intorno a z (piano x-y)

Sollecitazioni allo SLU

$N_{Ed} = 300.00$ kN Sforzo normale sollecitante
 Diagr.: non lineare Tipo di diagramma per flessione My
 $M_{y_{eq,Ed}} = 22.50$ kNm Momento equivalente intorno ad y
 Diagr.: lineare Tipo di diagramma per flessione Mz
 $M_{z_{eq,Ed}} = 26.00$ kNm Momento equivalente intorno ad z

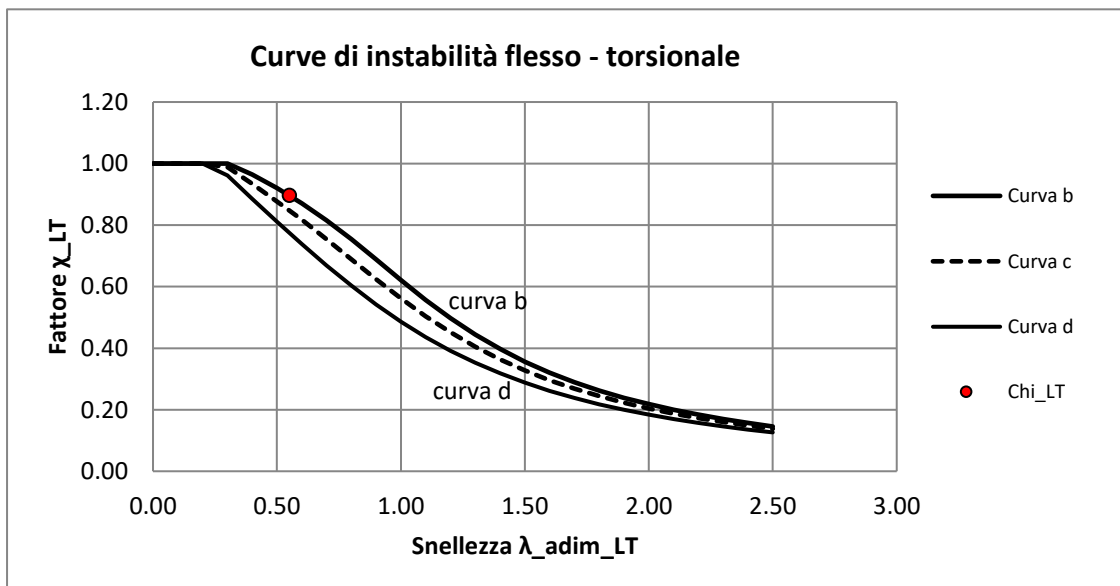
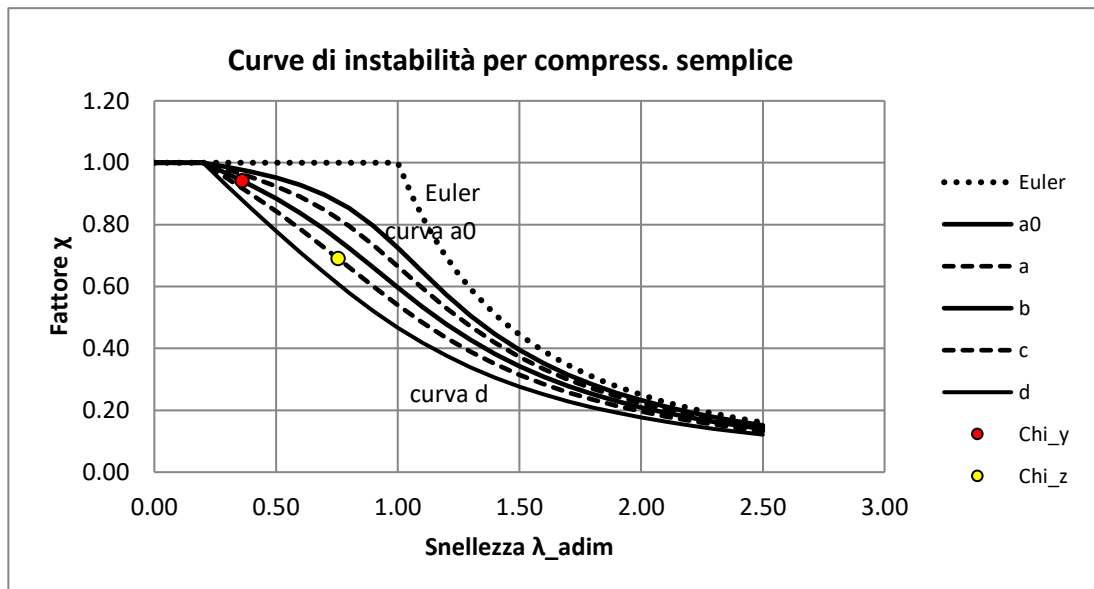
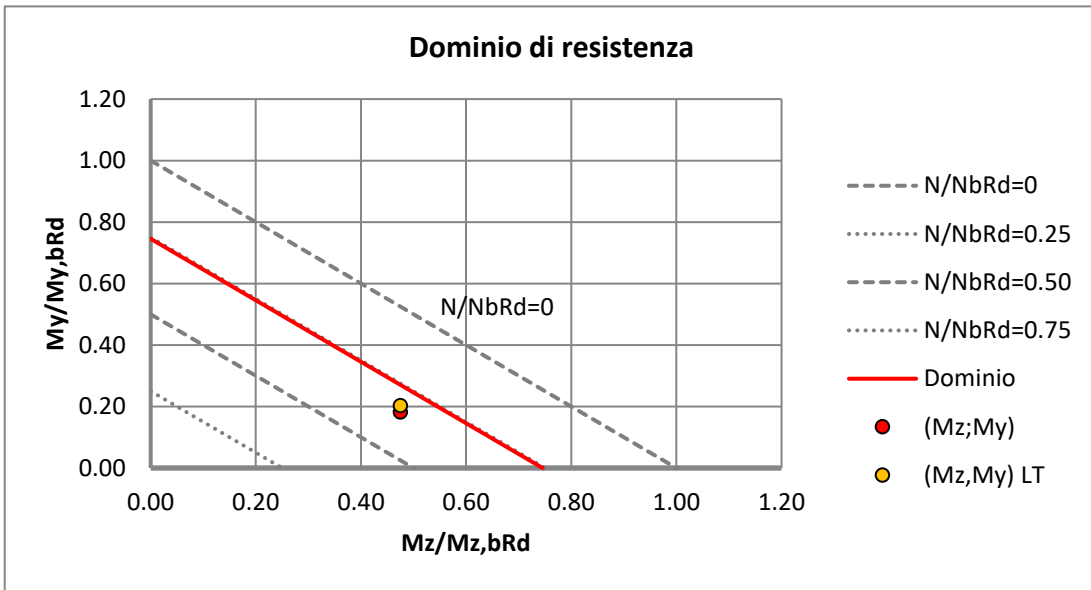
Dati necessari per la verifica a pressoflessione con svergolamento

$k_c = 0.91$ Fattore correttivo (Tabella 4.2 VIII NTC08)
 $L_{cr} = 3.00$ m Lunghezza di libera infless. Lat. fra due ritegni tors. successivi

Parametri per il calcolo di χ_{LT}

$\lambda_{LT,0} = 0.20$ fra 0.2 e 0.4
 $\beta = 1.00$ fra 0.75 e 1

Verifica a pressoflessione e stabilità						Ed/Rd	ESITO
Pressofless. e stabilità							
		SF =	0.912	≤	1.00	✓ 0.91	Positivo
Pressofless. e svergolamento							
		SF _{LT} =	0.933	≤	1.00	✓ 0.93	Positivo
Snellezza lim. - elem. primario							
		λ_{max} =	65.64	≤	200.00	✓ 0.33	Positivo
Snellezza lim. - elem. secondario							
		λ_{max} =	65.64	≤	250.00	✓ 0.26	Positivo



Dettaglio dei calcoli**Caratteristiche del profilo**

Profilo:	HE 180 B		Nome del profilo
h =	180.00	mm	Altezza del profilo
b =	180.00	mm	Base
t _f =	14.00	mm	Spessore della flangia
t _w =	8.50	mm	Spessore dell'anima
r =	15.00	mm	Raggio di curvatura dei raccordi
A =	6.53E+03	mm ²	Area del profilo
W _{y,el} =	4.26E+05	mm ³	Modulo di resistenza elastico rispetto all'asse y
W _{z,el} =	1.51E+05	mm ³	Modulo di resistenza elastico rispetto all'asse z
W _{y,pl} =	4.81E+05	mm ³	Modulo di resistenza plastico rispetto all'asse y
W _{z,pl} =	2.31E+05	mm ³	Modulo di resistenza plastico rispetto all'asse z
I _y =	3.83E+07	mm ⁴	Momento di inerzia rispetto all'asse y
I _z =	1.36E+07	mm ⁴	Momento d'inerzia rispetto all'asse z
J _T =	4.22E+05	mm ⁴	Momento di inerzia torsionale
J _w =	9.38E+10	mm ⁶	Momento di inerzia settoriale

Proprietà dell'acciaio

f _{yk} =	275.00	N/mm ²	Resistenza caratteristica di snervamento
γ _{M1} =	1.05		Coefficiente parziale di sicurezza
f _{yd} =	261.90	N/mm ²	Resistenza di progetto dell'acciaio

Resistenza ridotta (solo per strutture esistenti)

LC =	Nuova costruzione		
FC =	1.00		Fattore di confidenza
f _{yd} /FC =	261.90	N/mm ²	Resistenza ridotta dell'acciaio

Classificazione del profilo per flessione My

Anima =	1	Classe dell'anima
Ala =	1	Classe dell'ala
Profilo =	1	Classe del profilo per fless. (classe più alta fra ala e anima)

Classificazione del profilo per compressione

Anima =	1	Classe dell'anima
Ala =	1	Classe dell'ala
Profilo =	1	Classe del profilo per compress. (classe più alta fra ala e anima)

Calcolo della classe a pressoflessione (Metodo semplificato)

N _{Rd,w} =	388.93	kN	Resistenza plastica a compressione dell'anima
N _{Rd,pl} =	1708.93	kN	Resistenza plastica a compressione
N _{lim1} =	194.46	kN	Metà della resistenza a compressione dell'anima
N _{lim2} =	427.23	kN	Un quarto della resistenza a compressione del profilo
N _{lim} =	194.46	kN	Limite minore fra i due precedenti

$N_{Ed} = 300.00$ kN Sforzo normale sollecitante

Metodo semplificato per la classe a pressoflessione

Se lo sforzo normale sollecitante è minore dello sforzo normale limite calcolato (N_{lim}) allora si adotta la classe a flessione. Altrimenti la classe a compressione.

Classe a flessione	1
Classe a compressione	1
Classe a pressoflessione	1

Calcolo della snellezza

H =	3000	mm	Altezza della colonna
$i_y =$	76.62	mm	Raggio d'inerzia
$i_z =$	45.70	mm	Raggio d'inerzia
$\lambda_y =$	31.32		Snellezza
$\lambda_z =$	65.64		Snellezza
$\lambda_{crit} =$	88.96		Snellezza critica Euleriana
$\lambda_{max} =$	65.64		Snellezza massima

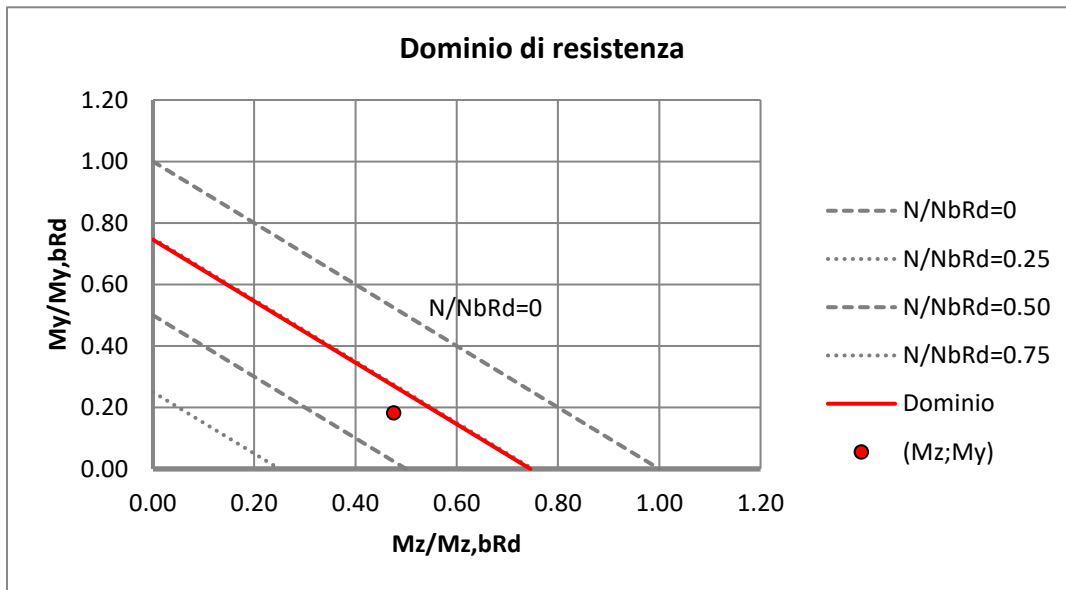
Verifica a pressoflessione e stabilità

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{yeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{zeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$H_{0,y} =$	2400	mm	Lunghezza di libera inflessione per momento My
$H_{0,z} =$	3000	mm	Lunghezza di libera inflessione per momento Mz
$N_{cr,y} =$	13785.06	kN	Carico critico Euleriano per inflessione intorno a y
$N_{cr,z} =$	3138.86	kN	Carico critico Euleriano per inflessione intorno a z
$\lambda_{y_ad} =$	0.361		Snellezza adimensionale per inflessione intorno a y
$\lambda_{z_ad} =$	0.756		Snellezza adimensionale per inflessione intorno a z
$h/b =$	1.00		Rapporto h/b per calcolo del fattore di imperfezione
Sezione:	Laminata		Opzione per la selezione della curva di stabilità
curva y-y:	b		Curva di stabilità per flessione intorno ad asse y - Tabella 4.2.VIII
curva z-z:	c		Curva di stabilità per flessione intorno ad asse z - Tabella 4.2.VIII
$\alpha_y =$	0.34		Fattore d'imperfezione
$\alpha_z =$	0.49		Fattore d'imperfezione
$\Phi_y =$	0.592		
$\Phi_z =$	0.922		
$\chi_y =$	0.9414		Fattore di riduzione per instabilità a compressione
$\chi_z =$	0.6897		Fattore di riduzione per instabilità a compressione
$N_{b,Rd,y} =$	1608.70	kN	Resistenza all'instabilità per inflessione intorno a y
$N_{b,Rd,z} =$	1178.69	kN	Resistenza all'instabilità per inflessione intorno a z
$N_{b,Rd} =$	1178.69	kN	Resistenza all'instabilità
$W_y =$	4.81E+05	mm ³	Modulo di resistenza (elastico o plastico a seconda della classe)

$W_z =$	2.31E+05	mm ³	Modulo di resistenza (elastico o plastico a seconda della classe)
$M_{y,bRd} =$	123.34	kNm	Momento resistente ridotto per effetto dello sforzo normale
$M_{z,bRd} =$	54.72	kNm	Momento resistente ridotto per effetto dello sforzo normale
$N_{Ed} =$	300.00	kN	Sforzo normale
$M_{y,eq,Ed} =$	22.50	kNm	Momento equivalente intorno ad y
$M_{z,eq,Ed} =$	26.00	kNm	Momento equivalente intorno ad z
$SF =$	0.912		Fattore di sicurezza (se ≤ 1 verifica soddisfatta)

VERIFICA						Ed/Rd	ESITO
Pressofless. e stabilità							
		SF =	0.912	\leq	1.00	0.91	Positivo



Verifica a pressoflessione con svergolamento (instabilità flesso-torsionale)

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$\Psi =$	1.00		Ipotesi di diagramma uniforme del momento flettente
$I_z =$	1.36E+07	mm ⁴	Momento di inerzia intorno all'asse debole
$\nu =$	0.30		Coefficiente di Poisson
$G =$	80769	N/mm ²	Modulo elastico di taglio
$L_{cr} =$	3000	mm	Lunghezza di libera infless. lat. fra due ritegni tors. successivi
Fatt.1 =	1.05E-03		Fattore del momento critico
Fatt.2 =	3.12E+11		Fattore del momento critico
Fatt.3 =	1.28E+00		Fattore del momento critico

$$M_{cr} = \Psi \cdot \frac{\pi}{L_{cr}} \cdot \sqrt{EJ_y \cdot GJ_T} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{L_{cr}}\right)^2 \cdot \frac{EJ_{\omega}}{GJ_T}}$$

$M_{cr} =$	417.91	kNm	Momento critico elastico di instabilità torsionale
$\lambda_{LT_ad} =$	0.549		Snellezza adimensionale per instabilità flesso-torsionale
Curva:	b		Curva di stabilità - Tabella 4.2.IX(a)
$\alpha_{LT} =$	0.34		Fattore di imperfezione
$\Phi_{LT} =$	0.710		
f =	0.961		fattore funzione della distribuzione del mom. flett.
$\chi_{LT,calc} =$	0.897		Fattore di riduzione per instabilità flesso-torsionale
$\chi_{LT,max1} =$	1.000		Valore massimo 1
$\chi_{LT,max2} =$	3.450		Valore massimo 2
$\chi_{LT} =$	0.897		Fattore di riduzione per instabilità flesso-torsionale
$M_{y,bRd,LT} =$	110.63	kNm	Momento resistente per instabilità flessotorsionale
$N_{Ed} =$	300.00	kN	Sforzo normale
$M_{y,eq,Ed} =$	22.50	kNm	Momento equivalente intorno ad y
$M_{z,eq,Ed} =$	26.00	kNm	Momento equivalente intorno ad z
$SF_{LT} =$	0.933		Fattore di sicurezza (se ≤ 1 verifica soddisfatta)

VERIFICHE						Ed/Rd	ESITO
Pressofless. e svergolamento							
		$SF_{LT} =$	0.933	\leq	1.00	✓ 0.93	Positivo

