

K+#\$NOVITA'

Novità della versione 7.7

E' stato aggiunto al menu la voce *Normativa* mediante la quale si possono selezionare i valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_m . E' possibile scegliere fra i valori della Normativa Tecnica sulle Costruzioni (NTC – D.M. 2008) dell'Eurocodice 3 (EC3) o impostare propri valori (Altro).

I parametri sono automaticamente salvati nel file Profili.ini e caricati all'avvio del programma.

I richiami all'Eurocodice 3 fanno riferimento all'edizione del 2005, salvo per quanto riguarda le verifiche a Presso-Flessione, a Svergolamento, i Collegamenti, il Giunto Flangiato, l'AcciaioCIs che fanno riferimento all'edizione ENV del 1992.

^K Novità
⁺ 000
[#] IDH_000
^{\$} Novità

^{K+#\$} PRESENTAZIONE DEL PROGRAMMA PROFILI

Il programma contiene un data base completo dei profilati commerciali laminati a caldo per impiego strutturale (DoppioT, L, U). Sono compresi tutti i profili del catalogo ARBED (www.europrofil.lu). Comprende inoltre le travi saldate del prontuario Italsider 1966 e i profili saldati non simmetrici del Prontuario CISIA 1977.

I dati possono essere **ordinati** rispetto al modulo di resistenza a flessione W_y , rispetto al momento di inerzia J_y o rispetto al peso g .

Per ciascun profilo, oltre alle caratteristiche geometriche e statiche, vengono calcolati, con riferimento all'EUROCODICE 3, i seguenti valori:

- resistenze di progetto a compressione $N_{by,Rd}$ e $N_{bz,Rd}$ in base alle lunghezze di libera inflessione e alla tensione di snervamento selezionata;
- resistenze di progetto a flessione $M_{cy,Rd}$ e $M_{cz,Rd}$;
- resistenze di progetto a taglio $V_{ply,Rd}$ e $V_{plz,Rd}$;
- classi della sezione per compressione, per flessione e per presso-flessione;

La sezione scelta può essere disegnata in scala in una form che può essere ingrandita e che contiene un menu per la stampa, per l'esportazione in formato DXF e per il disegno diretto in Autocad 14.

Per i profili a doppio T si può inoltre eseguire la verifica a presso-flessione, sia semplice che deviata, comprendente la verifica di resistenza della sezione, la verifica all'instabilità della membratura e la verifica all'instabilità flesso-torsionale.

Sono implementate inoltre le seguenti funzioni:

- verifica dei collegamenti con **Bulloni**
- verifica delle **Saldature**
- verifica delle **Travi Composte Acciaio-Calcestruzzo**
- verifica e progetto di **Giunti Flangiati** trave-colonna

È disponibile l'aiuto sensibile al contesto tramite il tasto F1

^K sommario; introduzione; aiuto

⁺ 001

[#] IDH_001

^{\$} Presentazione del programma profili

K+#\$ **TIPI DI SEZIONE**

Il menu “Tipo Profilo” permette di selezionare i seguenti tipi:

- Doppio T
- L
- U
- Saldati

I profili a Doppio T comprendono le sigle seguenti:

- Profili della serie europea (i più facilmente reperibili):
 - IPE**: profilati a I con ali parallele (European I-beams)
 - HEA - HEB - HEM**: profilati ad H con ali parallele (European wide flange beams)
 - IPN**: profilati a I con ali rastremate (European standard beams)
- Profili alleggeriti (meno facilmente reperibili):
 - IPEA - HEAA**
- Profili più pesanti:
 - IPEO**
- Profili vari indicati con **IPEX** e **HEX** come l'HE 900 x 471 in cui il secondo numero indica il peso.
- Non facilmente reperibili sono i profili:
 - HD**: Wide flange columns
 - HP**: Wide flange bearing piles
 - HL**: Beams with very wide flanges
- Reperibili sul mercato inglese sono i profili:
 - UB**: British universal beams
 - UC**: British universal columns
- e sul mercato americano i profili:
 - W**: American wide flange beams

I profili a L comprendono:

- L a lati uguali**
- L a lati disuguali**

I profili a U comprendono:

- UPN**: ad ali rastremate
- UAP**: ad ali parallele

I profili Saldati comprendono le seguenti serie di sezioni simmetriche a doppio T:

- ISE**: prosegue la serie IPE, con aumento graduale e costante delle altezze e delle larghezze.
- HSE**: comprende profili di dimensioni uguali od assimilabili a quelle previste per le travi HE nella serie A, B, M.
- HSL**: comprende profili di dimensioni uguali od assimilabili a quelle previste per le travi HEAA.
- HSA**: comprende profili con larghezza delle ali superiore a 300 mm e minore dell'altezza.
- HSH**: comprende profili “quadrati” con larghezza uguale all'altezza. Sono particolarmente adatti all'impiego come colonne.
- HSU**: comprende profili a “T” con altezza maggiore di 1000 mm.

^K sezioni;profili;tipi;Doppio T;L;U;C

+ 002

IDH_002

\$ Tipi di sezione

I profili Saldati comprendono inoltre la serie di sezioni Asimmetriche a doppio T:

HSD: profili a doppio T con ali diverse. La serie è tratta dal “Prontuario per il calcolo delle strutture in acciaio” Parte I - Ed. CISIA, 1977. Comprende profili saldati con anime di altezza 1000, 1200, 1400, 1500, 1550 mm, adatti per sezioni composte in acciaio-calcestruzzo.

Possono inoltre essere inseriti profili a doppio T saldati definiti dall'utente sia ad ali uguali (simmetrici) che ad ali diverse (asimmetrici).

K+#\$ **SIMBOLOGIA**

I simboli principali hanno i seguenti significati:

g	peso al metro (weight per meter)
h	altezza del profilo (depth of section)
b	larghezza del profilo (width of section)
t	spessore (thickness)
t _w	spessore dell'anima (web thickness)
t _f	spessore dell'ala (flange thickness)
r,r ₁	raggio del raccordo fra anima e ala (radius of root fillet)
r ₂	raggio del raccordo d'ala (toe radius)
A	area della sezione (sectional area)
I _y	momento di inerzia intorno all'asse y-y (moment of inertia)
W _y	modulo elastico di resistenza a flessione intorno all'asse y-y (elastic section modulus)
W _{pl,y}	modulo plastico di resistenza a flessione intorno all'asse y-y (plastic section modulus)
i _y	raggio di inerzia intorno all'asse z-z (radius of gyration)
I _z	momento di inerzia intorno all'asse z-z
W _z	modulo elastico di resistenza a flessione intorno all'asse z-z
W _{pl,z}	modulo plastico di resistenza a flessione intorno all'asse z-z
i _z	raggio di inerzia intorno all'asse z-z
I _T	momento di inerzia torsionale (torsional constant)
I _w	momento di inerzia settoriale (warping constant)

Per i profilati a L si hanno inoltre:

I _u	momento di inerzia intorno all'asse u-u di massima inerzia
i _u	raggio di inerzia intorno all'asse u-u
I _v	momento di inerzia intorno all'asse v-v di minima inerzia
i _v	raggio di inerzia intorno all'asse v-v

^K simboli

⁺ 003

[#] IDH_003

[§] Simbologia

^{K+#}NOTA SUI DATI GEOMETRICI E STATICI

I dati geometrici e statici sono ricavati dal catalogo ARBED.

I parametri statici sono anche calcolati dal programma che segnala eventuali incongruenze con i parametri geometrici se le differenze sono superiori all'1%. Fanno eccezione i valori di I_T e I_w per i quali le formule approssimate riportate in letteratura forniscono valori anche molto discordanti, soprattutto per profili ad ali non parallele. In particolare si sono osservate le seguenti differenze, positive se i valori del database sono a sfavore di stabilità:

Tipo Profilo	I_T	I_w
Doppio T ali parallele	+/-1 %	+/- 4 %
IPN	+9.2 %	+5 %
UAP	-6 %	-25 %
UPN	- 11 %	-39 %

Queste differenze, seppure non piccole, sono generalmente irrilevanti nei calcoli perché la torsione è una sollecitazione da evitare nei profili a sezione aperta.

^K differenze;nota sui dati geometrici

+ 004

IDH_004

^S Nota sui dati geometrici e statici

K+#\$ **SCelta DEL PROFILO**

Il menu “Tipo Profilo” permette di selezionare i seguenti tipi:

- Doppio T
- Saldati Simmetrici
- Saldati Asimmetrici
- L
- U

I profili che si vuole inserire nella tabella vanno selezionati cliccando sulle relative caselle di controllo.

Cliccando sul pulsante di comando “Aggiorna tabella”, il database viene aggiornato con tutti i profili selezionati, ordinati secondo la scelta effettuata tramite i pulsanti di opzione della cornice “Ordina per”.

È previsto l’ordinamento crescente rispetto al modulo di resistenza a flessione W_y , rispetto al momento di inerzia J_y e rispetto al peso g .

L’esplorazione della tabella avviene usando le barre di scorrimento. L’ampiezza delle colonne può essere variata agendo col mouse.

Per il profilo selezionato, nella parte inferiore della finestra vengono riportati tutti i dati geometrici e statici ed inoltre i seguenti valori delle resistenze di progetto:

- $N_{by,Rd}$ e $N_{bz,Rd}$ resistenze a compressione calcolate in base alle lunghezze di libera inflessione inserite nelle due caselle presenti nell’angolo superiore destro del form e alla tensione di snervamento selezionata.
- $M_{Cy,Rd}$ e $M_{Cz,Rd}$ resistenze a flessione
- $V_{ply,Rd}$ e $V_{plz,Rd}$ resistenze a taglio

Vengono anche indicate le classi della sezione sia per compressione semplice che per flessione e presso-flessione. I valori delle resistenze sopra elencati sono calcolati adottando le caratteristiche statiche plastiche per le sezioni di classe 1 e 2, quelle elastiche per le sezioni di classe 3 e quelle elastiche della sezione efficace per le sezioni di classe 4.

Cliccando sulle caselle contrassegnate dal simbolo {bmc puntodomanda.bmp} viene visualizzato il dettaglio dei calcoli delle resistenze e delle classi, con riferimento ai simboli e ai paragrafi dell’Eurocodice 3.

{bmc Instab.bmp}

Nella parte inferiore del form è possibile calcolare il coefficiente χ per una data snellezza ed una data curva di stabilità.

Il simbolo {bmc PuntoEsclamativo.bmp} accanto alla resistenza plastica a taglio indica che è necessario eseguire la verifica di stabilità dell’anima.

Cliccando sul bottone **plotta** viene disegnata la sezione in scala in una form che può essere ingrandita e che contiene un menu per la stampa, per l’esportazione in formato DXF e per il disegno diretto in Autocad 14.

Cambiando i valori delle lunghezze di libera inflessione o della tensione di snervamento, vengono automaticamente aggiornati i valori delle **resistenze** e delle **classi**.

Il valore dell’azione assiale di progetto N_{sd} viene usato per le verifiche a presso-flessione e all’instabilità flesso-torsionale.

^K scelta del profilo;ordinamento;scorrimento

+ 010

IDH_010

§ Scelta del profilo

^{K+#}\$ **SCELTA DEL TIPO DI ACCIAIO**

La casella combinata “Acciaio” permette di scegliere uno dei tre tipi di acciaio previsti dall’Eurocodice 3. Automaticamente viene aggiornata la casella di testo contenente il valore della tensione caratteristica di snervamento f_y .

Si può comunque inserire qualsiasi valore di f_y ; vengono automaticamente aggiornati i valori delle **resistenze** e delle **classi**.

^K snervamento;acciaio, tipo

+ 011

IDH_011

\$ Scelta del tipo di acciaio

^{K+#}**LUNGHEZZE DI LIBERA INFLESSIONE**

Nell'omonima cornice vanno inserite le lunghezze di libera inflessione (in m) ℓ_{0y} e ℓ_{0z} ,
rispettivamente per inflessione rispetto all'asse y-y e all'asse z-z.
L'inserimento dei valori implica l'aggiornamento automatico delle resistenze a compressione $N_{by,Rd}$ e
 $N_{bz,Rd}$.

^K lunghezze di libera inflessione

⁺ 012

[#] IDH_012

[§] Lunghezze di libera inflessione

^{K+#}\$ **AZIONE ASSIALE**

L'azione assiale sollecitante di progetto N_{sd} (positiva se di compressione) viene utilizzata nelle verifiche a presso-flessione.

^K azione assiale;assiale, azione

⁺ 013

[#] IDH_013

^{\$} Azione assiale

^{K+#}\$ **PLOTTAGGIO DELLA SEZIONE**

{bmc plotta.bmp}

Cliccando sul bottone **plotta** viene disegnata la sezione in scala in una form che può essere ingrandita e che contiene un menu per la stampa, per l'esportazione in formato DXF e per il disegno diretto in Autocad 14.

Nel disegno sono riportati anche tutti i dati geometrici e statici della sezione.

^K plottaggio sezione;sezione, plottaggio;autocad
⁺ 014
[#] IDH_014
^{\$} Plottaggio della sezione

^{K+#}\$ **CLASSE SEZIONE**

Cliccando sul simbolo {bmc puntodomanda.bmp} si apre una form del tipo:

{bmc ClasseSezione.bmp}

Se la sezione è di classe 4 compaiono i pulsanti “Aeff Comp.” eccetera per plottare la sezione efficace.

^K classe
⁺ 015
[#] IDH_015
^{\$} Classe sezione

^{K+#\$} **PROFILI UTENTE**

Per i profili saldati è possibile l'inserimento di profili definiti dall'utente. Il database è in formato Excel nel file ProfiliUtente.xls, che è diviso nei due fogli "DoppioT Simmetrico" e "DoppioT Asimmetrico". I dati possono essere inseriti direttamente con Excel (solo utenti esperti) con le seguenti avvertenze:

- conservare una copia del file
- inserire solo designation e dati geometrici da h a r, gli altri dati verranno inseriti dal programma al primo utilizzo. Inserire 0 (zero) negli altri campi. r rappresenta il lato del cordone di saldatura e non entra nel calcolo delle caratteristiche statiche della sezione.
- "eliminare" (non cancellare) eventuali righe vuote
- non cancellare o modificare l'intestazione delle colonne (prima riga)

E' consigliabile comunque inserire i profili da programma:

{bmc ProfiliUtente1.bmp}

Selezionare una delle opzioni di editing:

- Aggiungi: aggiunge un nuovo profilo
- Modifica: modifica un profilo esistente; le modifiche possono essere usate anche per aggiungere un nuovo profilo
- Elimina: non è possibile eliminare un record da programma. Si deve eliminare la riga da Excel. E' consigliabile modificare il profilo invece di eliminarlo.

{bmc ProfiliUtente2.bmp}

Inserire i dati e selezionare uno dei comandi.

^K tipo profilo; utente
⁺ 016
[#] IDH_016
^{\$} Profili utente

K+#\$ VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE

{bml PressFless1.bmp}

Per i profili a doppio T è implementata la verifica a presso-flessione alla quale si accede cliccando l'omonimo bottone.

La verifica comprende:

1. verifica di resistenza della sezione
2. verifica della membratura all'instabilità flesso-torsionale
3. verifica della membratura all'instabilità per flessione e compressione assiale

Le tre verifiche sono espresse da formule di interazione che devono dare valori ≤ 1 .

Le verifiche soddisfatte sono indicate dal colore nero e dal simbolo OK.

Le verifiche non soddisfatte sono indicate dal colore rosso e dal simbolo **NO**.

Nella videata sono riportati in dettaglio i calcoli relativi alla verifica 3. Per le altre due verifiche si accede ai dettagli cliccando su {bmc puntodomanda.bmp}

K+#\$ Verifica di resistenza della sezione

{bml PressFless2.bmp}

La verifica di resistenza per compressione e flessione deviata per le sezioni di classe 1 e 2 viene eseguita secondo EC3 #5.4.8.1. con la formula di interazione approssimata (EC3 #5.4.8.1. [5.35]):

$$\left[\frac{M_{y,Sd}}{M_{Ny,Rd}} \right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Sd}}{M_{Nz,Rd}} \right]^{\beta} \leq 1$$

nella quale $M_{Ny,Rd}$ e $M_{Nz,Rd}$ sono i momenti resistenti plastici di progetto ridotti per la presenza della forza assiale.

Per i profilati laminati di comune impiego ad I o H, con sezione di classe 1 o 2, si possono usare le seguenti approssimazioni (EC3 #5.4.8.1. (4)):

$$M_{Ny,Rd} = M_{pl,y,Rd} \frac{1-n}{1-0.5a} \quad \text{con la limitazione} \quad M_{Ny,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \quad [5.25]$$

$$\text{per } n \leq a: \quad M_{Nz,Rd} = M_{pl,z,Rd}$$

$$\text{per } n = a: \quad M_{Nz,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \quad [5.26]$$

$$\text{dove:} \quad n = N_{Sd}/N_{pl,Rd} \quad a = (A - 2bt_f)/A \leq 0.5$$

Per i profilati ad I e H le costanti α e β valgono (EC3 #5.4.8.1. (11)):

$$\alpha = 2; \quad \beta = 5n \leq 1$$

{bml PressFless3.bmp}

Per le sezioni di classe 3 si usa la classica formula di interazione (EC3 #5.4.8.2. [5.38]):

$$\frac{N_{Sd}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd}} \leq 1$$

$$\text{con} \quad N_{pl,Rd} = Af_{yd} \quad M_{cy,Rd} = W_{el,y}f_{yd} \quad M_{cz,Rd} = W_{el,z}f_{yd}$$

Le sezioni di classe 4 si usa la classica formula di interazione (EC3 #5.4.8.3. [5.40]):

$$\frac{N_{Sd}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Sd} + N_{Sd}e_{Ny}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}e_{Nz}}{M_{cz,Rd}} \leq 1$$

$$\text{con} \quad N_{pl,Rd} = A_{eff}f_{yd} \quad M_{cy,Rd} = W_{eff,y}f_{yd} \quad M_{cz,Rd} = W_{eff,z}f_{yd}$$

$W_{eff,y}$ è il modulo di resistenza efficace a flessione quando è presente solo M_y ; analogamente $W_{eff,z}$.

e_{Ny} e_{Nz} sono le eccentricità dell'azione assiale dovute al fatto che il baricentro della sezione efficace (quando agisce solo N) non coincide col baricentro della sezione lorda. Per sezioni doppiamente simmetriche tali eccentricità sono sempre nulle.

Nota: La formula [5.35] cade in difetto se i valori dei momenti sono nulli. Essa fornisce inoltre risultati sempre inferiori alle altre due verifiche a presso-flessione. Può essere usata come criterio di verifica, ignorando gli altri due criteri, nel caso di aste tozze.

^K resistenza sezione; presso-flessione deviata; flessione deviata;deviata, presso-flessione

+ 021

IDH_021

§ Verifica di resistenza della sezione

K+#\$ Verifica di resistenza della membratura all'instabilità flesso-torsionale

{bml PressFless4.bmp}

La verifica all'instabilità flesso-torsionale (svergolamento) per aste soggette ad azione assiale di compressione e a flessione deviata viene eseguita secondo EC3 #5.5.4. (2) con la formula di interazione [5.52] per le sezioni di classe 1 e 2:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{bz,Rd}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{M_{b,Rd}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} \leq 1 \quad [5.52]$$

nella quale :

$$N_{bz,Rd} = \chi_z A f_y / \gamma_{M1}$$

$$M_{cz,Rd1} = W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1} \quad (\text{momento resistente della sezione con } \gamma_{M1} \text{ anzich\`e } \gamma_{M0})$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1} \quad (\text{momento resistente all'instabilit\`a flesso-torsionale [5.48]})$$

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N_{Sd}}{N_{bz,Rd} \gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_z \beta_{MLT} - 0.15 \leq 0.9$$

Il valore di β_{MLT} (coefficiente di momento equivalente uniforme per l'instabilità flesso-torsionale) coincide con il valore di β_{My} corrispondente all'andamento del diagramma del momento flettente M_y . Per il calcolo del valore del momento resistente di progetto all'instabilità flesso-torsionale $M_{b,Rd}$ vedi: VERIFICA ALL'INSTABILITÀ FLESSO-TORSIONALE

I valori dei coefficienti k , k_w , C_1 , C_2 , z_g , L sono calcolati automaticamente dal programma a favore di stabilità per carichi applicati al baricentro. Per un calcolo più rigoroso possono essere modificati scegliendoli cliccando su una delle opzioni:

{bmc Coefficienti.bmp}

Per le sezioni di classe 3 (EC3 #5.5.4. (4)) si usa la formula di interazione [5.54] che coincide con la [5.52] sostituendo W_{pl} con W_{el} .

Per le sezioni di classe 4 (EC3 #5.5.4. (6)) si usa la formula di interazione [5.57] che coincide con la [5.52] sostituendo le proprietà efficaci della sezione e le eccentricità e_N come per la verifica di resistenza della sezione.

^K instabilità flesso-torsionale; svergolamento

+ 022

IDH_022

^S Verifica di resistenza della membratura all'instabilità flesso-torsionale

K+#\$ Verifica di resistenza della membratura all'instabilità per flessione e compressione

{bml PressFless5.bmp}

La verifica viene eseguita secondo EC3 #5.5.4. (1) con la formula di interazione [5.51] per le sezioni di classe 1 e 2:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} \leq 1 \quad [5.51]$$

nella quale :

$$N_{b,Rd,min} = \chi_{min} A f_y / \gamma_{M1}$$

$$M_{cy,Rd1} = W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1} \quad (\text{momento resistente della sezione con } \gamma_{M1} \text{ anzichè } \gamma_{M0})$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Sd}}{N_{by,Rd} \gamma_{M1}} \leq 1.5 \quad \text{ove} \quad N_{by,Rd} = \chi_y A f_y / \gamma_{M1}$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4) + \left(\frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right) \leq 0.9$$

idem sostituendo y con z.

Per le sezioni di classe 3 si usa la stessa formula con i seguenti parametri (EC3 #5.5.4. (3) [5.53]):

$$M_{cy,Rd1} = W_{el,y} f_y / \gamma_{M1} \quad (\text{momento resistente della sezione con } \gamma_{M1} \text{ anzichè } \gamma_{M0})$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4) \leq 0.9$$

idem sostituendo y con z.

Per le sezioni di classe 4 (EC3 #5.5.4. (5)) si usa la formula di interazione [5.56] che coincide con la [5.53] sostituendo le proprietà efficaci della sezione e le eccentricità e_N come per la verifica di resistenza della sezione.

La verifica dipende dalla scelta dell'andamento del diagramma del momento flettente, dalla quale discende il valore del parametro β_M (vedi EC3 #5.5.4. (7) fig. 5.5.3.).

Si può scegliere fra i tre gruppi di diagramma seguenti:

{bmc PressFless6.bmp}

Scelto il gruppo si dovrà selezionare lo specifico diagramma cliccando sul relativo schizzo, che viene ingrandito come mostra la figura seguente:

{bml PressFless7.bmp}

Nell'esempio visualizzato l'asta è soggetta ai momenti di estremità $M_{1y}=10$ kNm, $M_{2y}=0$ kNm e ad un carico concentrato (che si suppone applicato in mezzzeria) che genera, da solo, un momento $M_Q=30$ kNm. Il momento da usare per la verifica è il valore massimo lungo l'asta che nell'esempio vale:

$$M_{Sd}=30-(10+0)/2 =25 \text{ kNm}$$

Gli schemi dei diagrammi per il terzo gruppo sono stati modificati rispetto a quelli della figura 5.5.3. dell'EC3 in modo, a parere dello scrivente, da renderli più comprensibili.

^K instabilità per flessione e compressione;carico critico;critico, carico

+ 023

IDH_023

^S Verifica di resistenza della membratura all'instabilità per flessione e compressione

I valori dei parametri che intervengono nel calcolo sono riportati nella videata.

K+#\$ VERIFICA ALL'INSTABILITÀ FLESSO-TORSIONALE

{bml PressFless8.bmp}

La verifica della membratura all'instabilità flesso-torsionale (instabilità di una trave inflessa intorno all'asse di massima inerzia e non controventata sulla lunghezza L), in assenza di azione assiale, viene eseguita secondo EC3 #5.5.2.

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{cy,RdI} \quad [5.48]$$

con :

$$M_{cy,RdI} = W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1} \quad (\text{momento resistente della sezione con } \gamma_{M1} \text{ anzichè } \gamma_{M0})$$

Il valore di χ_{LT} coincide col valore del coefficiente di riduzione χ per il calcolo della resistenza all'instabilità delle membrature compresse (EC3 #5.5.1.2.) corrispondente alla curva a per le sezioni laminare e alla curva c per le sezioni saldate.

La snellezza adimensionale è data dalla formula seguente:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{M_{c,R}}{M_{cr}}}$$

nella quale compare al numeratore il momento resistente della sezione a meno del coefficiente parziale di sicurezza γ_{M0} :

$$M_{c,R} = \gamma_{M0} M_{c,Rd}$$

e al denominatore il momento critico elastico per instabilità flesso torsionale M_{cr} .

Si noti che l'espressione della snellezza adimensionale è del tutto analoga a quella per il calcolo della resistenza all'instabilità delle membrature compresse:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,R}}{N_{cr}}}$$

La verifica dipende quindi dalla determinazione del momento critico elastico per instabilità flesso torsionale M_{cr} , per la quale si può ricorrere alle formule riportate nell'Appendice F dell'Eurocodice 3. Si usa la formula generale valida per sezioni trasversali simmetriche rispetto all'asse minore:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_T}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g - C_3 z_j)^2} - (C_2 z_g - C_3 z_j) \right] \quad [F2]$$

Il significato dei nuovi parametri è il seguente:

- L lunghezza della trave tra i punti che hanno vincolo laterale.
- k coefficiente di lunghezza efficace; kL è la lunghezza di libera inflessione per inflessione intorno all'asse z-z.
- k_w coefficiente di lunghezza efficace riferito al vincolo all'ingobbamento degli estremi della trave; può assumere i valori 1.0 (entrambi gli estremi liberi di ingobbarsi), 0.7 (un estremo vincolato all'ingobbamento), 0.5 (entrambi gli estremi con vincolo all'ingobbamento). Se non si è posto un vincolo apposito per l'ingobbamento (difficile da realizzare), si raccomanda di assumere $k_w = 1$.
- z_g distanza del punto di applicazione del carico dal centro di taglio, positiva se il carico è applicato verso l'alto, cioè verso l'ala compressa (situazione più instabilizzante).

^K Verifica all'instabilità flesso-torsionale;instabilità flesso-torsionale;svergolamento

+ 030

IDH_030

\$ Verifica all'instabilità flesso-torsionale

z_j distanza calcolata con le formule [F 8] e [F 9] dell'EC3 (=0 per sezioni doppiamente simmetriche).

C_1, C_2, C_3

coefficienti che dipendono dalle condizioni di carico e dalle condizioni di vincolo agli estremi, queste ultime espresse dai valori di k . I valori dei coefficienti, per vari casi di carico, sono riportati nei prospetti F 1.1 e F 1.2 dell'Eurocodice, che possono essere richiamati direttamente dal programma. In particolare i valori di C_1 per i casi con $k=1$ e momenti agli estremi vengono calcolati direttamente dal programma, quando si accede alla verifica dalla finestra presso-flessione, con la formula approssimata:

$$C_1 = 1.88 - 1.40\psi + 0.52\psi^2 \leq 2.70 \quad [F3]$$

K+#\$ COLLEGAMENTI CON BULLONI

La verifica dei collegamenti bullonati viene eseguita secondo EC3 #6.5.5.

La resistenza di progetto viene calcolata secondo il prospetto 6.5.3.:

Resistenza a *taglio* per piano di taglio :

-se il piano di taglio passa attraverso la porzione filettata del bullone :

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}} \quad \text{per classi di resistenza 4.6, 5.6 e 8.8}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}} \quad \text{per classi di resistenza 4.8, 5.8, 6.8 e 10.9}$$

-se il piano di taglio passa attraverso la porzione non filettata del bullone :

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub}A}{\gamma_{Mb}} \quad \text{per tutte le classi di resistenza}$$

con :

A = area della sezione lorda

A_s = area della sezione resistente

f_{ub} = resistenza ultima del bullone, pari alla parte intera della sigla della classe per 100

γ_{Mb} = coeff. parziale di sicurezza = 1.25

Si noti che la tensione di snervamento del bullone f_{yb} si ricava moltiplicando la parte decimale della sigla della classe per la resistenza ultima; ad esempio per un bullone classe 5.6 si ha:

$$f_{ub} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yb} = 0.6 \cdot 500 = 300 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a *rifollamento* :

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5\alpha f_u d t}{\gamma_{Mb}} \quad \text{dove } \alpha \text{ è il minore fra : } \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1$$

con :

d = diametro del bullone; d₀ = diametro del foro; f_u = resistenza ultima materiale piastre

Resistenza a *trazione* :

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}}$$

Il pulsante osservazioni suggerisce eventuali modifiche alle distanze fra i bulloni necessarie per massimizzare la resistenza a rifollamento e per rispettare le prescrizioni di cui al #6.5.1. dell'EC3.

^K Verifica collegamenti bullonati;bulloni;rifollamento

⁺ 040

[#] IDH_040

^{\$} Verifica bulloni

K+#\$ COLLEGAMENTI SALDATI

Secondo EC3 #6.6.5.3.

- (2) la resistenza di una saldatura a cordoni d'angolo risulta adeguata se, in ciascun punto della sua lunghezza, la risultante di tutte le forze per unità di lunghezza trasmesse dalla saldatura non supera la sua resistenza di progetto $F_{w,Rd}$
- (3) indipendentemente dall'orientamento della saldatura, la resistenza di progetto per unità di lunghezza $F_{w,Rd}$ deve essere determinata dall'equazione:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a \quad (a = \text{altezza di gola})$$

Il programma calcola la resistenza di progetto a taglio $f_{vw,d}$

$$F_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}}$$

con :

f_u = resistenza ultima materiale piastre

β_w = *coefficiente di correlazione*

γ_{Mw} = *coefficiente parziale di sicurezza* = 1.25

K+#\$ TRAVI COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO

La verifica della sezione composta acciaio-calcestruzzo è eseguita secondo EC4 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

Si accede alla verifica dal menu AcciaioCls presente per le sezioni a doppio T e per le sezioni saldate.
{bmc AcciaioCls1.bmp}

Il menu "File" permette di salvare o richiamare i dati della sezione composta.

Lo schema della sezione con l'indicazione dei parametri può essere ingrandito cliccando su "Zoom".

Il programma prevede tre tipi di soletta: piena oppure con lamiera grecata a nervature trasversali o parallele rispetto alla trave.

Il profilo viene ciclato fra quelli selezionati nel form di partenza. Le proprietà dei materiali (f_y per l'acciaio del profilo, f_{sk} per le barre da c.a., f_{ck} per il calcestruzzo) possono essere cambiate per materiali particolari. Si ricorda che la resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo si ricava dalla resistenza cubica con la relazione $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$.

I valori di f_{sk} , di f_{ck} e di E_s/E_c vengono salvati anche nel file Profili.ini.

I coefficienti parziali di sicurezza per i materiali sono quelli dell'EC3 e dell'EC4:

$$\gamma_s = 1.15 - \gamma_c = 1.5$$

Il cambiamento di qualsiasi dato modifica automaticamente i risultati del calcolo secondo il metodo di calcolo selezionato:

S.L.U M+ calcola il momento resistente plastico di progetto $M_{pl,Rd}$ (momento positivo)

S.L.U M- idem per momento negativo

Metodo n M+ calcola le tensioni corrispondenti al momento sollecitante di progetto M_{sd} (momento positivo) con calcolo elastico e conservazione sezioni piane

Metodo n M- idem per momento negativo

Per le sezioni di classe 3 e 4 si può eseguire solo la verifica col metodo n.

Viene inoltre calcolata la forza di scorrimento totale V_l , pari alla risultante delle σ nella soletta, da affidare ai connettori compresi fra la sezione in esame e la sezione di momento nullo.

Il pulsante "Plotta in form" plotta la sezione in un form che può essere ridimensionato e nel quale è presente il menu File per la stampa, il disegno diretto in Autocad o l'esportazione in DXF.

Il form (come tutti i form di Windows) può essere copiato negli appunti (Alt+PrintScreen) e incollato in Word. Il comando Ctrl+ PrintScreen copia invece tutto lo schermo.

Nel plottaggio viene tratteggiata la sezione reagente, in rosso la parte compressa, in blu quella tesa.

{bmc AcciaioCls2.bmp}

Premere F1 per help.

Quando il mouse sosta su un controllo, appare una breve descrizione.

I calcoli dettagliati delle verifiche di due esempi (Esdep-1.Sco e Esdep-2.Sco) sono riportati nei seguenti files scaricabili da internet:

<http://civserv.ing.unibs.it/utenti/gelfi/didattica/appunticorso/pdf/travecomposta1.PDF>

<http://civserv.ing.unibs.it/utenti/gelfi/didattica/appunticorso/pdf/travecomposta2.PDF>

^K Travi composte acciaio-calcestruzzo; acciaio-calcestruzzo; composte

⁺ 060

[#] IDH_060

^{\$} Travi composte acciaio-calcestruzzo

^{K+#}**PROGETTO CONNESSIONE**

Il programma prevede connettori a piolo muniti di testa (pioli Nelson). Il progetto è eseguito secondo EC4.

{bmc Connessione1.bmp}

Nel caso di progetto allo stato limite ultimo si può scegliere fra connessione a completo ripristino e a parziale ripristino. Nel caso di progetto a parziale ripristino è bene assumere un numero di connettori non inferiore a quello fornito dal Metodo n.

Il significato dei dati si ottiene posizionando il mouse su ciascun controllo.

La casella combinata del diametro contiene i valori commerciali, ma si può introdurre un diametro qualsiasi.

^K connessione; pioli; Nelson
⁺ 070
[#] IDH_070
^{\$} Progetto connessione