

SEZIONI

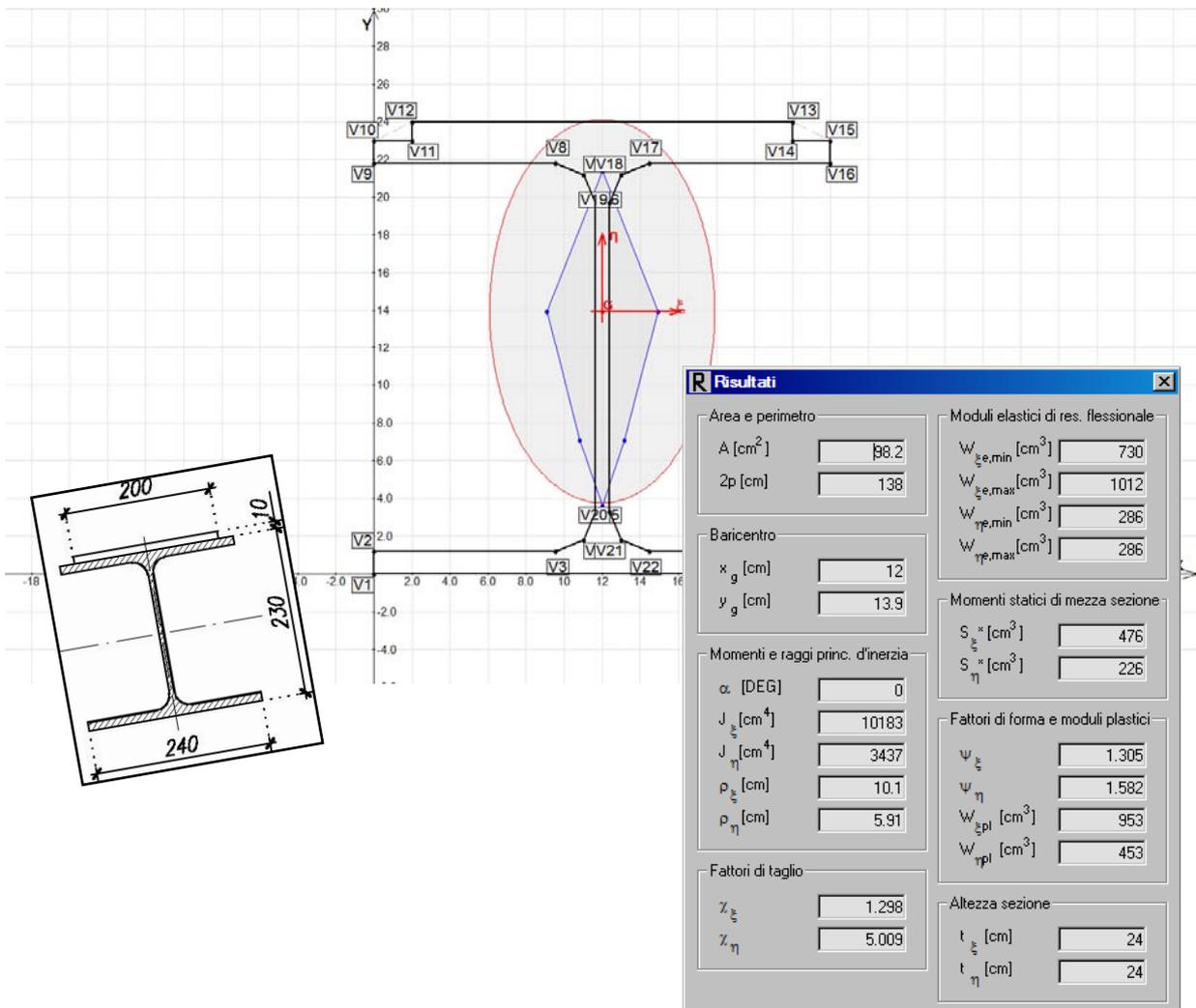
Proprietà geometriche ed inerziali di sezioni generiche



dott. ing. FERRARI Alberto

www.ferrarialberto.it

ESEMPI APPLICATIVI



PREMESSA

Di seguito sono riportati alcuni esempi applicativi che è possibile seguire passo-passo nella definizione di tutti i dati di input; i files di esempio sono distribuiti nella cartella "*Esempi*".

La lettura di questo documento presuppone la conoscenza della "*Guida dell'utente*" in cui si trovano anche utili informazioni per l'utilizzo del programma.

Per ogni dubbio, segnalazione d'errore o consigli, contattare:

dott. ing. FERRARI Alberto

via Montemaderno, 40

25088 Toscolano Maderno (BS)

Cell. 347.5562749, Tel. 0365.548413

E-mail: ferrarialberto@ferrarialberto.it

Pec: ferrarialberto@pec.ferrarialberto.it

Sito internet: www.ferrarialberto.it



SOMMARIO

1. Trave HE 240A con piatto di rinforzo	4
1.1 La definizione della sezione	4
1.1.1 Definizione diretta dei vertici della sezione	4
1.1.2 Definizione della sezione con Autocad	11
1.2 Verifica elastica della sezione	11
1.3 Esportare i risultati in Word ed in Excel	12

1. TRAVE HE 240A CON PIATTO DI RINFORZO

Si vogliono calcolare proprietà geometriche ed inerziali di una trave HE 240A con un piatto saldato su una delle due flange, come indicato nella figura seguente, e successivamente si esportino i risultati in Word ed in Excel.

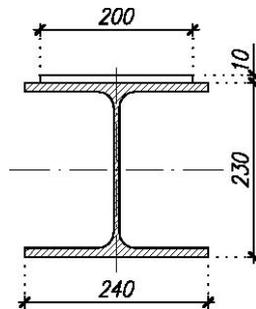


Fig. 1 - HE 240A con piatto di rinforzo.

1.1 La definizione della sezione

La sezione può essere rapidamente definita mediante due diverse procedure:

- definizione diretta dei vertici della sezione, inserendo anzitutto il profilo HE 240A (richiamandolo dal database) e poi definendo i vertici del piatto di rinforzo;
- disegnando la sezione in Autocad, salvarla come file .dxf e importarla successivamente in Sezioni.

Di seguito vengono illustrate dettagliatamente entrambe le procedure di definizione della sezione.

1.1.1 Definizione diretta dei vertici della sezione

Dopo aver avviato Sezioni premere il pulsante **I**, apparirà la finestra per l'importazione di un profilo dal database. E' necessario definire:

- la serie del profilo da inserire (HEA);
- la designazione del profilo (HE 240A);
- le coordinate del punto di inserimento del profilo;

- l'angolo di rotazione del profilo;
- il numero di lati in cui discretizzare i tratti curvi del profilo.

Mentre la sezione viene definita essa viene disegnata in anteprima (colore grigio) per indicare qualitativamente il punto di inserimento e l'orientamento della sezione; sarà comunque possibile spostare o ruotare anche successivamente la sezione inserita.

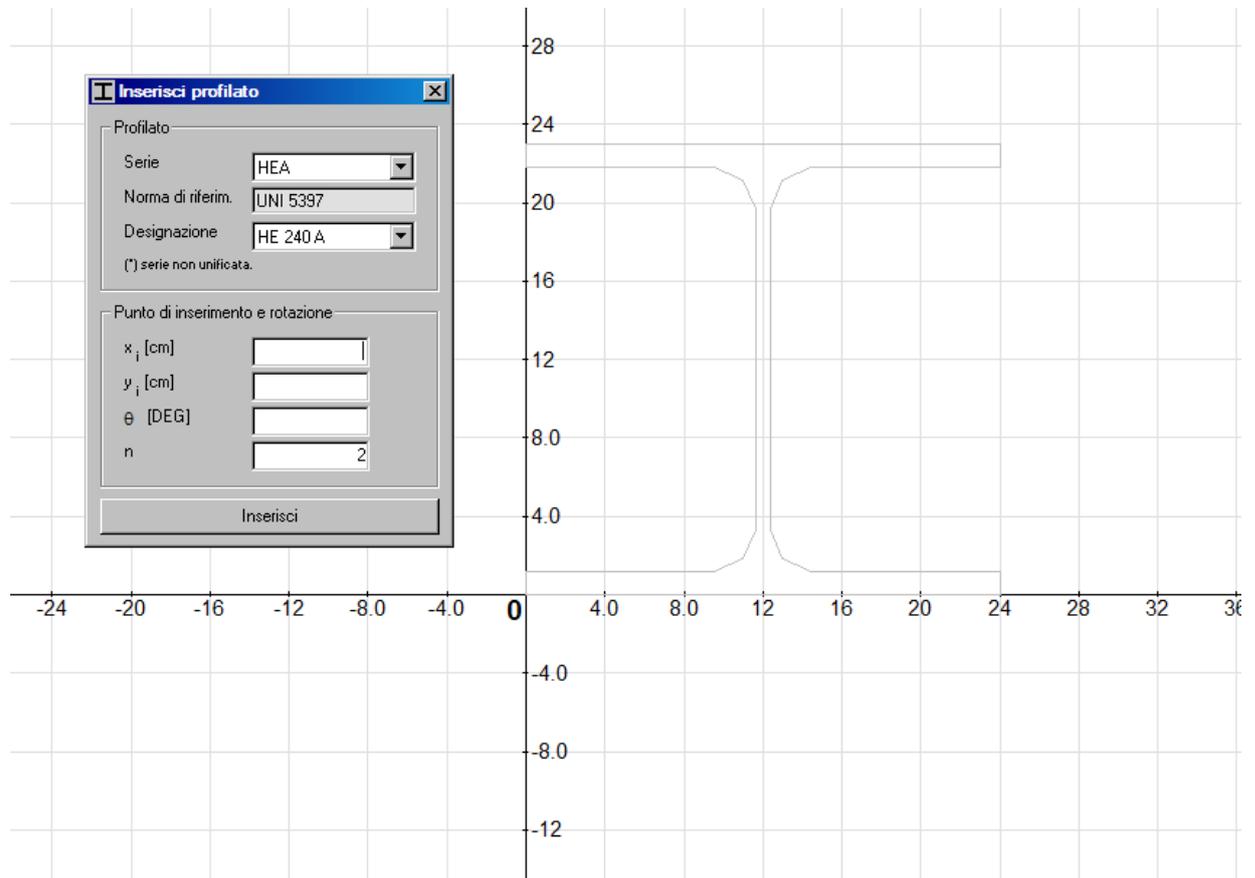


Fig. 2 - Definizione del profilo HE 240A.

Dopo aver definito i dati di cui sopra premere sul pulsante *Inserisci* per inserire il profilo scelto; di default verranno contestualmente visualizzati il baricentro G, la terna principale d'inerzia, l'ellisse ed il nòcciolo principale d'inerzia.

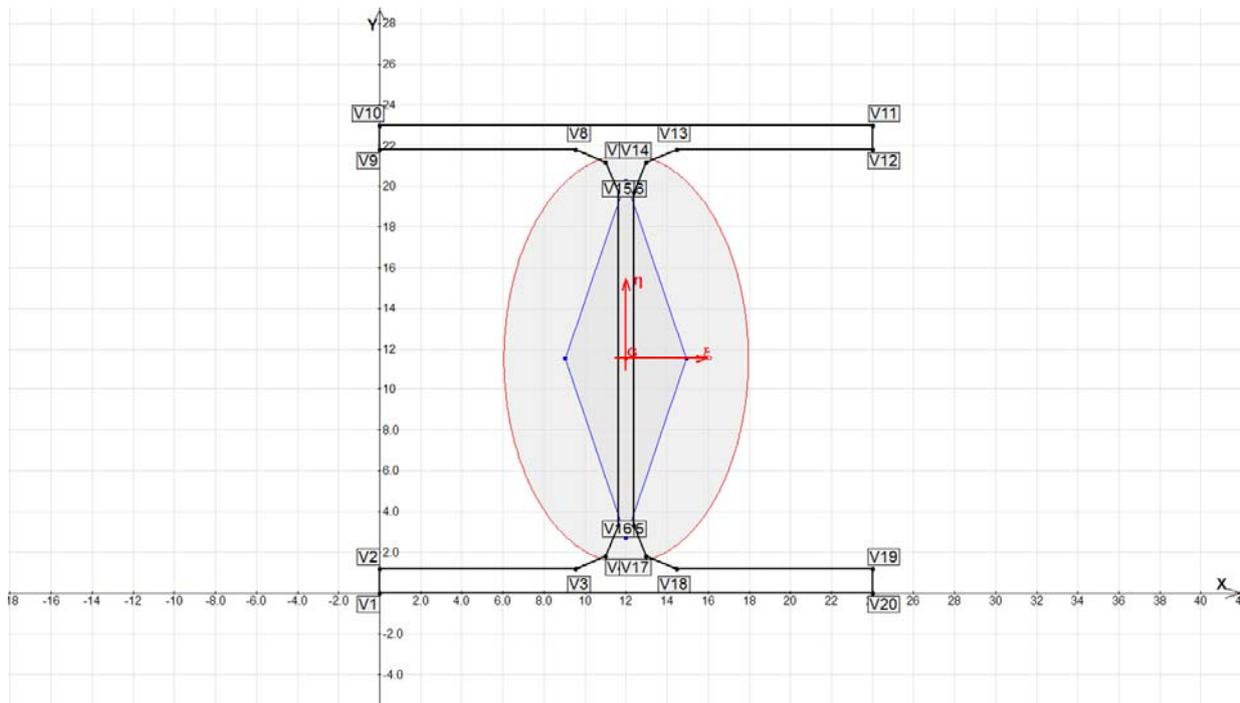


Fig. 3 - Il profilo HE 240A inserito.

La definizione del piatto di rinforzo saldato sulla flangia superiore avviene come segue:

- si individuano i vertici del lato sul quale viene saldato il piatto di rinforzo, nel caso in esame si tratta dei vertici V10 e V11;
- si cercano tali vertici nella tabella dei vertici e si preme 4 volte¹ sul pulsante  a fianco del vertice V11;
- si definiscono le coordinate dei vertici aggiunti per il piatto di rinforzo.



Fig. 4 - Tabella dei vertici e pulsante di inserimento.

Dopo aver inserito le coordinate dei vertici del piatto di rinforzo la sezione apparirà come indicato in seguito.

¹ Tante volte quanti sono i vertici da inserire per la definizione del piatto di rinforzo.

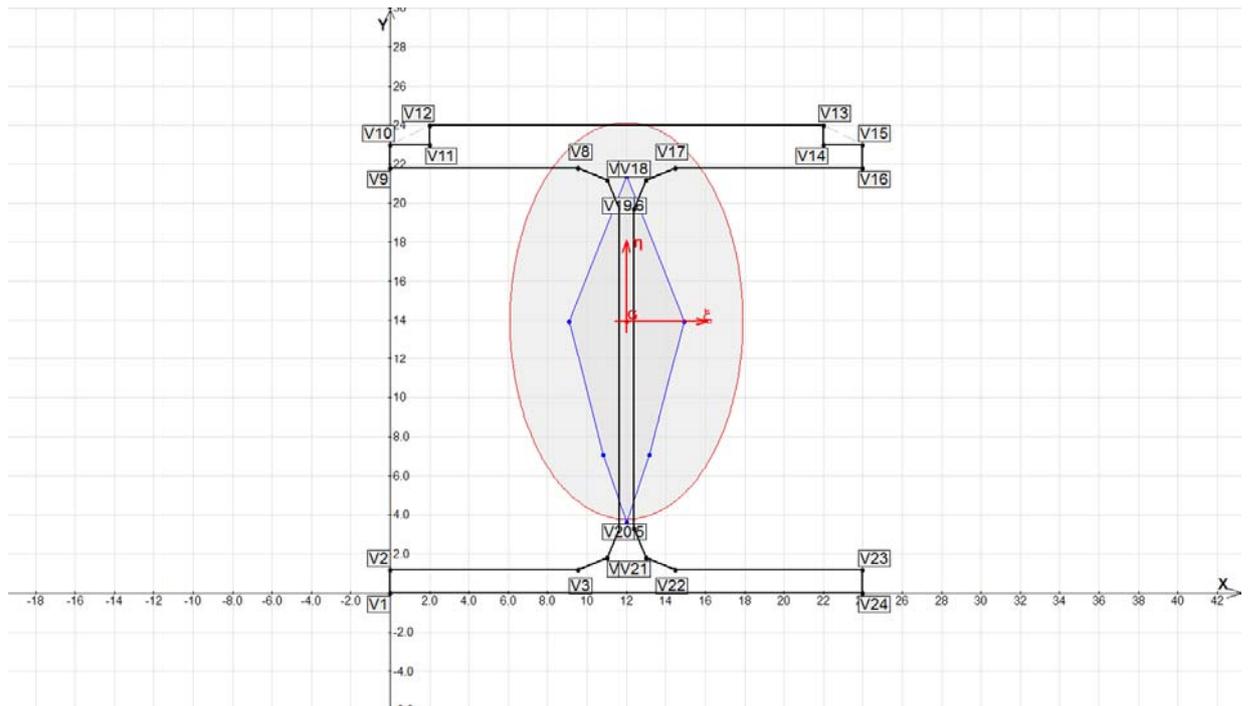


Fig. 5 - Sezione rinforzata.

E' possibile visualizzare le proprietà geometriche ed inerziali della sezione rinforzata (premendo sul pulsante **R** se la finestra non è già visualizzata).

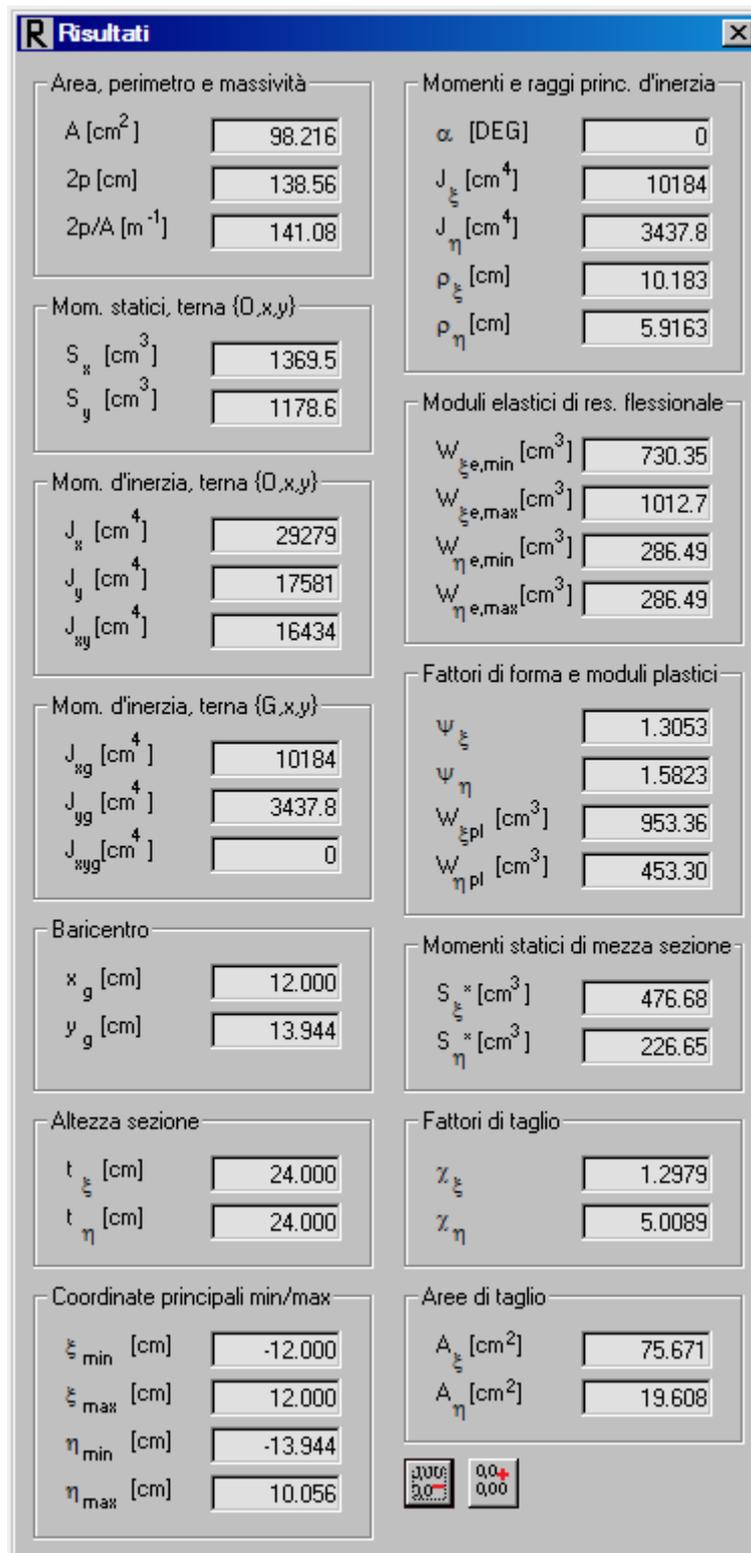


Fig. 6 - Finestra dei risultati.

Il momento d'inerzia massimo della sezione rinforzata è pari a 10183 cm⁴; si ipotizzi di voler aumentare lo spessore del piatto di rinforzo affinché tale valore non sia inferiore a 10500. Per farlo è possibile "stirare" le posizioni dei vertici V12 e V13; si selezionino i due vertici V12 e V13 col mouse dopo aver premuto il pulsante *Seleziona i vertici* (📍), mantenendo premuto il pulsante

CTRL (Control) per effettuare la selezione multipla². Dopo aver selezionato i vertici premere sul pulsante *Sposta*³ (📏) e definire il vettore spostamento.

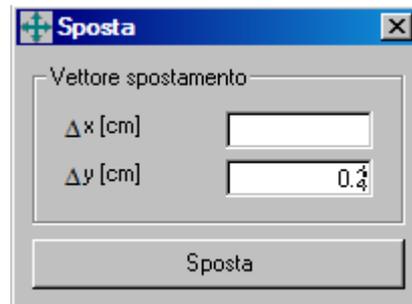


Fig. 7 - Definizione dello spostamento dei vertici V12 e V13.

Dopo aver premuto il pulsante *Sposta* controllare l'inerzia della sezione modificata; in questo caso l'inerzia della sezione con piatto di rinforzo da 12 mm è passata a 10580 cm⁴, maggiore del valore minimo di progetto.

² In alternativa è possibile selezionare più vertici trascinando il mouse mentre si mantiene premuto il pulsante sinistro.

³ Tale pulsante appare solo dopo aver selezionato almeno un vertice della sezione.

R Risultati	
Area, perimetro e massività	
A [cm ²]	102.22
2p [cm]	138.96
2p/A [m ⁻¹]	135.95
Mom. statici, terna {0,x,y}	
S _x [cm ³]	1465.9
S _y [cm ³]	1226.6
Mom. d'inerzia, terna {0,x,y}	
J _x [cm ⁴]	31603
J _y [cm ⁴]	18290
J _{xy} [cm ⁴]	17591
Mom. d'inerzia, terna {G,x,y}	
J _{xg} [cm ⁴]	10580
J _{yg} [cm ⁴]	3571.2
J _{xyg} [cm ⁴]	0
Baricentro	
x _g [cm]	12.000
y _g [cm]	14.341
Altezza sezione	
t _ξ [cm]	24.000
t _η [cm]	24.200
Coordinate principali min/max	
ξ _{min} [cm]	-12.000
ξ _{max} [cm]	12.000
η _{min} [cm]	-14.341
η _{max} [cm]	9.8590
Momenti e raggi princ. d'inerzia	
α [DEG]	0
J _ξ [cm ⁴]	10580
J _η [cm ⁴]	3571.2
ρ _ξ [cm]	10.174
ρ _η [cm]	5.9108
Moduli elastici di res. flessionale	
W _{ξe,min} [cm ³]	737.76
W _{ξe,max} [cm ³]	1073.2
W _{ηe,min} [cm ³]	297.60
W _{ηe,max} [cm ³]	297.60
Fattori di forma e moduli plastici	
ψ _ξ	1.3365
ψ _η	1.5904
W _{ξpl} [cm ³]	986.02
W _{ηpl} [cm ³]	473.30
Momenti statici di mezza sezione	
S _ξ [*] [cm ³]	493.01
S _η [*] [cm ³]	236.65
Fattori di taglio	
χ _ξ	1.2865
χ _η	5.1599
Aree di taglio	
A _ξ [cm ²]	79.456
A _η [cm ²]	19.810

Fig. 8 - Caratteristiche della sezione rinforzata.

1.1.2 Definizione della sezione con Autocad

E' possibile importare la sezione da Autocad, esportarla in .dxf e successivamente importarla in Sezioni; per farlo è necessario definire una polilinea 2D chiusa, composta da soli segmenti di retta (no tratti curvi).

Dopo aver creato la polilinea chiusa in Autocad⁴ è necessario salvare il file in formato .dxf, quindi importarlo in Sezioni dopo aver selezionato il menù *File / Importa / Sezione da file .dxf*.

1.2 Verifica elastica della sezione

E' possibile effettuare una verifica elastica della sezione (interamente reagente) in presso/tensoflessione deviata; le sollecitazioni di progetto possono essere riferite ad un generico punto che può essere definito sia nella terna di riferimento globale (quella utilizzata durante da definizione delle coordinate dei vertici della zezione) che nella terna principale d'inerzia.

Le tre sollecitazioni di verifica sono:

- l'azione assiale N (positiva la trazione);
- il momento rispetto l'asse x o ξ , M_x o M_ξ (positivo se tende le fibre con ordinata y o η positiva);
- il momento rispetto l'asse y o η , M_y o M_η (positivo se tende le fibre con ordinata x o ξ negativa).

Vertice	Sforzo [MPa]
1	1.6474
2	4.8798
3	-28.993
4	-32.618
5	-30.805
6	13.372
7	19.559
8	26.497
9	60.370
10	63.603
Minimo	-83.702
Massimo	63.603

Fig. 9 - Finestra per la definizione del punto di carico e delle sollecitazioni di verifica elastica.

⁴ Disegnandola in centimetri, diversamente la sezione andrà "scalata" in Sezioni dopo averla importata.

⁵ A seconda della terna di riferimento utilizzata.

Quando sono state definite e visualizzate le azioni sollecitanti con verifica elastica, spostando il mouse in corrispondenza di un vertice della sezione verrà visualizzato il valore di sforzo in quel vertice⁶.

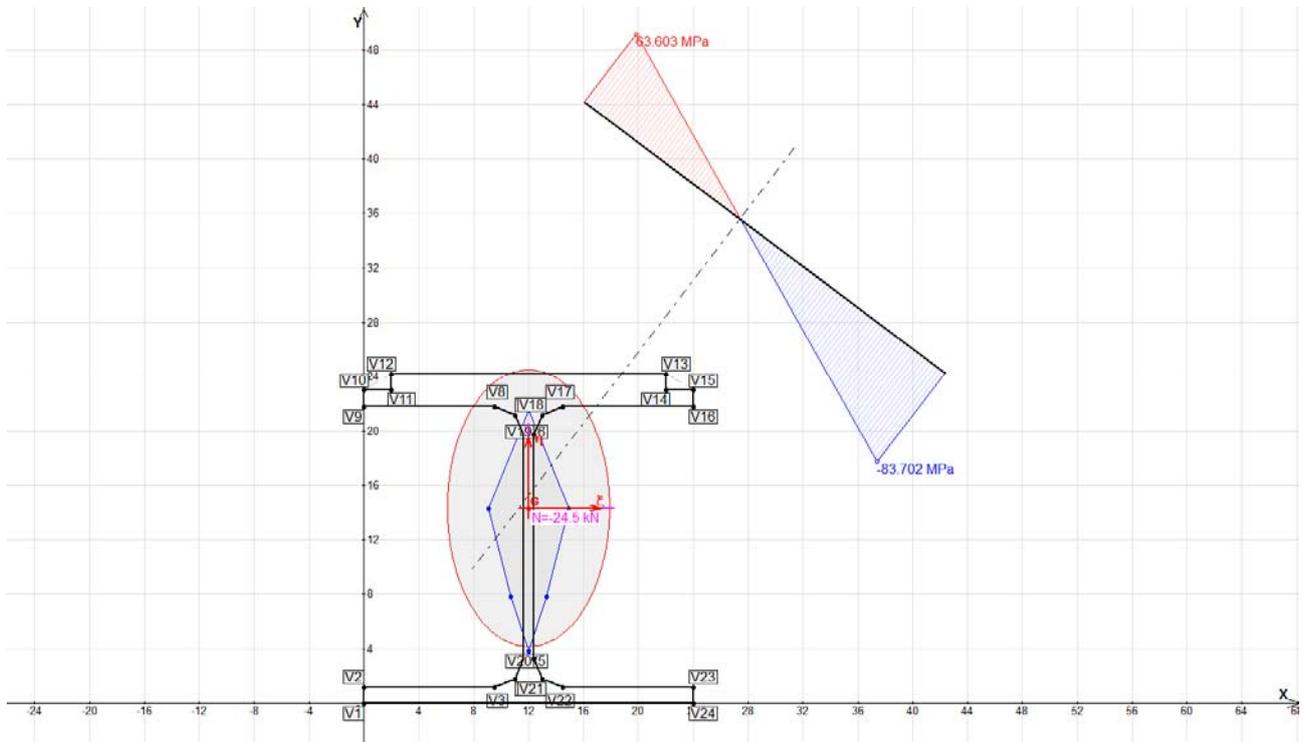


Fig. 10 - Verifica elastica della sezione, diagramma degli sforzi ed asse neutro.

1.3 Esportare i risultati in Word ed in Excel

E' possibile esportare rapidamente i risultati in Word ed in Excel⁷ premendo rispettivamente sui pulsanti  e .

⁶ Gli sforzi sono positivi (in colore rosso) se di trazione, negativi se di compressione (in colore blu).

⁷ L'esportazione non funziona con OpenOffice.



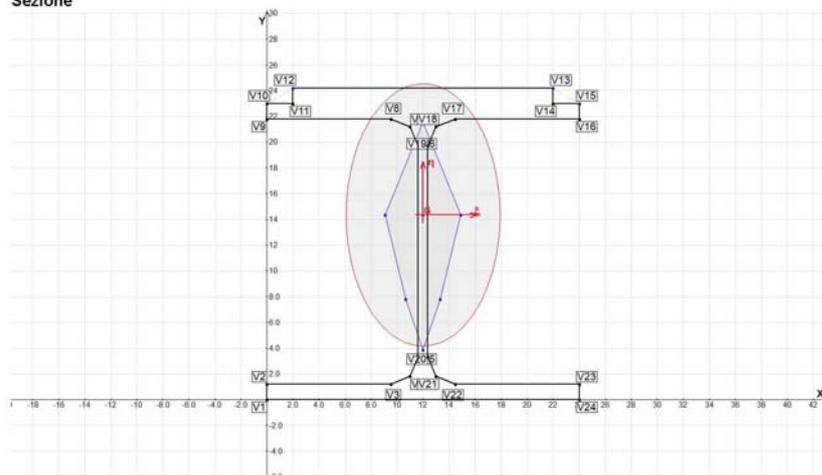
SEZIONI
by FERRARI ing. Alberto
www.ferrari-alberto.it

Versione 2.00.41 del 30/09/2011
Edizione Professional
Rilasciata a Pc2009 - FERRARI ing. Alberto
via Montemaderno, 40 25088 Toscolano Maderno (BS) Tel. 0365.548413
Fax 0365.548413 Cell. 347.5562749 E-mail ferrari-alberto@ferrari-alberto.it

Coordinate vertici sezione

Vertice	Sistema di riferimento globale		Sistema di riferimento principale d'inerzia	
	x [cm]	y [cm]	ξ [cm]	η [cm]
V1	0	0	-12	-14.3
V2	0	1.2	-12	-13.1
V3	9.525	1.2	-2.47	-13.1
V4	11.01	1.815	-0.98	-12.5
V5	11.625	3.3	-0.37	-11.0
V6	11.625	19.7	-0.37	5.35
V7	11.01	21.185	-0.98	6.84
V8	9.525	21.8	-2.47	7.45
V9	0	21.8	-12	7.45
V10	0	23	-12	8.65
V11	2	23	-9.99	8.65
V12	2	24.2	-9.99	9.85
V13	22	24.2	10	9.85
V14	22	23	10	8.65
V15	24	23	12	8.65
V16	24	21.8	12	7.45
V17	14.475	21.8	2.47	7.45
V18	12.99	21.185	0.99	6.84
V19	12.375	19.7	0.37	5.35
V20	12.375	3.3	0.37	-11.0
V21	12.99	1.815	0.99	-12.5
V22	14.475	1.2	2.47	-13.1
V23	24	1.2	12	-13.1
V24	24	0	12	-14.3

Sezione



Area e perimetro

Area	A [cm ²]	102	Perimetro	2p [cm]	138
------	----------------------	-----	-----------	---------	-----

Baricentro

Ascissa	x_s [cm]	12	Ordinata	y_s [cm]	14.3
---------	------------	----	----------	------------	------

Orientamento terna principale d'inerzia

Angolo antiorario formato dall'asse ξ con l'asse x	α [DEG]	0
--	----------------	---

Momenti e raggi principali d'inerzia

Asse ξ			Asse η		
Momento d'inerzia	J_{ξ} [cm ⁴]	10580	Momento d'inerzia	J_{η} [cm ⁴]	3571
Raggio d'inerzia	ρ_{ξ} [cm]	10.1	Raggio d'inerzia	ρ_{η} [cm]	5.91

Moduli elastici di resistenza a flessione

Asse ξ			Asse η		
Valore minimo	$W_{\xi,el,min}$ [cm ³]	737	Valore minimo	$W_{\eta,el,min}$ [cm ³]	297
Valore massimo	$W_{\xi,el,max}$ [cm ³]	1073	Valore massimo	$W_{\eta,el,max}$ [cm ³]	297

Momenti statici di mezza sezione

Asse ξ	S_{ξ}^* [cm ²]	493	Asse η	S_{η}^* [cm ²]	236
------------	--------------------------------	-----	-------------	---------------------------------	-----

Fattori di forma e moduli plastici di resistenza a flessione

Asse ξ			Asse η		
Fattore di forma	ψ_{ξ}	1.33	Fattore di forma	ψ_{η}	1.59
Modulo plastico	$W_{\xi,pl}$ [cm ³]	1.33	Modulo plastico	$W_{\eta,pl}$ [cm ³]	1.59

Fattori di taglio

Taglio in direz. ξ	Z_{ξ}	1.28	Taglio in direz. η	Z_{η}	5.15
------------------------	-----------	------	-------------------------	------------	------

Altezza della sezione

Altezza in direz. ξ	t_{ξ}	24	Altezza in direz. η	t_{η}	24.2
-------------------------	-----------	----	--------------------------	------------	------

Coordinate vertici nocciolo centrale d'inerzia

Vertice	Sistema di riferimento globale		Sistema di riferimento principale d'inerzia	
	x [cm]	y [cm]	ξ [cm]	η [cm]
N1	14.9	14.3	2.91	0
N2	13.3	7.81	1.32	-6.52
N3	12	3.84	0	-10.4
N4	10.6	7.81	-1.32	-6.52
N5	9.08	14.3	-2.91	0
N6	12	21.5	0	7.21

Fig. 11 - Esportazione in Word.

Sezioni by FERRARI ing. Alberto www.ferrarialberto.it

Versione: 2.00.41 del 30/09/2011
 Edizione: Professional
 Rilasciata a: Pc2009 - FERRARI ing. Alberto via Montemademo, 40 25088
 Toscolano Maderno (BS) Tel. 0365.548413 Fax 0365.548413 Cell.
 c:\ed\software\fdi\sezioni\semp\the 240 a rinforzata.sez
 File:
 Data e ora: 30/12/2011 15:24

Coordinate vertici sezione				
Vertice	Sistema di riferimento globale		Sistema di riferimento principale d'inerzia	
	x [cm]	y [cm]	ξ [cm]	η [cm]
V1	0.00	0.00	-12.00	-14.34
V2	0.00	1.20	-12.00	-13.14
V3	9.52	1.20	-2.47	-13.14
V4	11.01	1.82	-0.99	-12.53
V5	11.63	3.30	-0.37	-11.04
V6	11.63	19.70	-0.37	5.36
V7	11.01	21.18	-0.99	6.84
V8	9.52	21.80	-2.47	7.46
V9	0.00	21.80	-12.00	7.46
V10	0.00	23.00	-12.00	8.66
V11	2.00	23.00	-10.00	8.66
V12	2.00	24.20	-10.00	9.86
V13	22.00	24.20	10.00	9.86
V14	22.00	23.00	10.00	8.66
V15	24.00	23.00	12.00	8.66
V16	24.00	21.80	12.00	7.46
V17	14.48	21.80	2.48	7.46
V18	12.99	21.18	0.99	6.84
V19	12.38	19.70	0.38	5.36
V20	12.38	3.30	0.38	-11.04
V21	12.99	1.82	0.99	-12.53
V22	14.48	1.20	2.48	-13.14
V23	24.00	1.20	12.00	-13.14
V24	24.00	0.00	12.00	-14.34

Area e perimetro			
A [cm ²]	102.2	2p [cm]	139

Coordinate baricentro			
x_b [cm]	12.0	y_b [cm]	14.3

Orientamento tema principale d'inerzia			
Angolo antiorario formato dall'asse ξ con l'asse x			α [DEG]
			0.00

Momenti e raggi principali d'inerzia			
Asse ξ		Asse η	
I_{ξ} [cm ⁴]	10580	I_{η} [cm ⁴]	10
i_{ξ} [cm]	3571.18	i_{η} [cm]	5.91

Moduli elastici di resistenza a flessione			
Asse ξ		Asse η	
$W_{\xi,el,min}$ [cm ³]	737.8	$W_{\eta,el,min}$ [cm ³]	297.6
$W_{\xi,el,max}$ [cm ³]	1073.2	$W_{\eta,el,max}$ [cm ³]	297.6

Momenti statici di mezza sezione			
Asse ξ		Asse η	
S_{ξ} [cm ³]	493	S_{η} [cm ³]	237

Fattori di forma e moduli plastici di resistenza a flessione			
Asse ξ		Asse η	
ψ_{ξ}	1.34	ψ_{η}	1.59
$W_{\xi,p}$ [cm ³]	966.0	$W_{\eta,p}$ [cm ³]	473.3

Fattori di taglio			
Taglio agente in direzione ξ		Taglio agente in direzione η	
k_{ξ}	1.29	k_{η}	5.16

Altezza della sezione			
Altezza in direzione ξ		Altezza in direzione η	
h_{ξ}	24.00	h_{η}	24.20

Coordinate vertici nocciolo centrale d'inerzia				
Vertice	Sistema di riferimento globale		Sistema di riferimento principale d'inerzia	
	x [cm]	y [cm]	ξ [cm]	η [cm]
N1	14.91	14.34	2.91	0.00
N2	13.32	7.81	1.32	-6.53
N3	12.00	3.84	0.00	-10.50
N4	10.68	7.81	-1.32	-6.53
N5	9.09	14.34	-2.91	0.00
N6	12.00	21.56	0.00	7.22

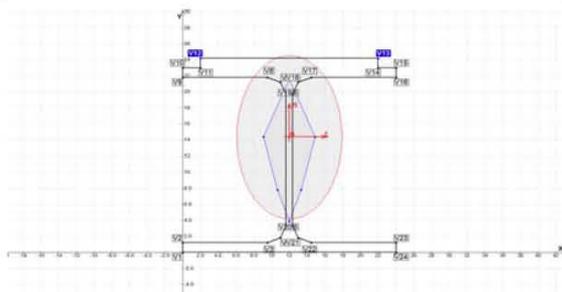


Fig. 12 - Esportazione in Excel.