



Progetto di elementi strutturali secondo l'Eurocodice 3 EN 1993:2005

Classificazione delle sezioni, Resistenza delle sezioni in azioni singole e composte, verifica di stabilità flessione-torsionale degli elementi. Progetto delle connessioni. Progetto delle travi, dei pilastri, dei telai, delle strutture tetto e solaio. Progetto degli arcarecci e sistemi di controvento. Progetto delle fondazioni delle strutture d'acciaio. Parametri secondo gli Annessi Nazionali dell'Eurocodice. Relazioni dettagliate con riferimenti ai paragrafi degli Eurocodici e disegni necessari. Tabelle con tutti i profili in acciaio internazionali con quote, valori di resistenza e di verifica di stabilità. Proprietà delle sezioni d'acciaio definite dall'utente. Sezioni d'acciaio saldate formate dall'utente.

Manuale Utente



License and Copyright

If you do not agree with the terms of the following Disclaimer and License Agreement, return the program before you install and activate it, to RUNET Norway as, within 30 days of purchase for a full refund of software cost and sales tax.

Disclaimer

This software should be used only from experienced and licensed professional engineers. The software must be considered as a helping tool for the designer engineer, and can never replace the knowledge, the experience and the judgment of a professional engineer. The user of this software must understand that no matter how advanced and well checked this software is, he should carefully check the results and take responsibility of their use.

Copyright

This software is owned by RUNET Norway as, and it is protected by EC (European Community) Copyright Laws and International Treaty Provisions. This software and the accompanying materials must be treated like any other copyrighted material (e.g. book). It is allowed although to make one copy of the Software for backup or archive purposes. You may not copy and distribute the accompanying materials. It is strictly prohibited by law unauthorized reproduction or resale of this software product and the accompanying materials.

Software License

This is a legal agreement between the legal user of this software and RUNET Norway as. By installing this software you agree to be bound by the terms of this agreement. If you do not agree to the terms of this agreement then do not install this software and return within 30 days after purchase, for a fully refund of your payment.

Scope of License

Each licensed copy of **STEELexpress**, must be used either on a single computer, or installed on a single workstation used non-simultaneously by multiple people, but not both. This is not a concurrent use license.

You may not rent or lease this software. You may not modify, adapt, translate, reverse engineer, decompose, or disassemble the software. Any violation of this agreement terminates your right to use this software.

Liability Limitations

STEELexpress, in no event shall be liable for any damages whatsoever (including without limitations, damages for loss of business profits, business interruption, or any other loss) arising of the use of this software. RUNET makes no warranties, either expressed or implied, as to the quality or performance of this software, that the results and calculations of this software will meet your requirements, or that the operation of this software will be error free.

This software is a helping tool to aid you in the design of timber structures. The results of this software must be reviewed and interpreted from experienced licensed engineers, and by no means constitute an acceptable engineering design.

STEELexpress and related documentation are provided "AS IS" and without warranties as to performance or merchantability or any other warranties whether expressed or implied. Because of the various hardware and software environment into which this software may be put, no warranty of fitness for a particular purpose is offered.

Under no circumstances shall RUNET Norway as and its personal be liable for any direct or indirect, incidental special or consequential damages resulting from the use or inability to use of this software or related documentation, even if RUNET Norway as has been advised of the possibility of such damages.

This agreement shall be governed by EC (European Community) laws. If for any reason a court or competent jurisdiction finds any provision of this agreement, or portion thereof, to be unenforceable, that provision of the agreement shall be enforced to the maximum extend permissible so as to effect the intent of the parties, and the remainder of this agreement shall continue in full force effect.

If this license is too restrictive with the laws of your country, do not use this software and return within 30 days after purchase, for a fully refund of your payment.



Sommario

1	Introduzione a STEELexpress	5
1.1	Elementi di acciaio inclusi nel programma	5
2	Dopo l'installazione del programma	7
3	Filosofia di base nell'uso del programma	7
3.1	passaggi basilari per l'utilizzo del programma sono:	8
4	Oggetti della progettazione	9
5	Finestra di calcolo	9
6	File	10
7	Utilizzo del programma, passo per passo	10
8	Parametri	12
8.1	Annessi Nazionali	12
8.2	Materiali	12
8.3	Parametri di progetto	13
8.3.1	Parametri NAD	13
8.3.2	Eurocodice 3, parametri di progetto	13
8.3.3	Momento critico elastico per stabilità flesso-torsionale M_{cr}	13
8.3.4	Parametri per le strutture a portale	14
8.4	Carico neve al suolo	15
8.5	Velocità del vento di base	15
8.6	Verifica sismica	16
9	Input generale dei dati per le componenti in acciaio	17
9.1.1	Nome dell'oggetto della progettazione	17
9.1.2	Classe di acciaio strutturale Eurocodice 3 EN1993-1-1:2005 § 3.2	17
9.1.3	Coefficienti di sicurezza parziali per le azioni Eurocodice 0 EN 1990:2002 § 6, Πίv. A1.2, A1.3, A1.4	18
9.1.4	Coefficienti di sicurezza per i materiali Eurocodice 3 EN1993-1-1:2005 § 6.1	18
9.1.5	Azioni Eurocodice 0 EN 1990:2002 § 6.3	19
10	Eurocodice 3, Tabelle e grafici	20
11	Tabelle di progetto per Sezioni Strutturali in Acciaio,	21
	(Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 5.5)	21
11.1	Tabelle con dimensioni e proprietà delle sezioni d'acciaio standard	21
11.2	Classificazione e resistenza di sezioni standard d'acciaio	22
11.2.1	Simboli	23
11.3	Tabelle di sezioni d'acciaio non-standard	24
11.4	Tabelle con dimensioni e proprietà delle sezioni d'acciaio saldate definite dall'utente	24
11.5	Classificazione e resistenza di sezioni d'acciaio (relazione dettagliata)	25
12	Resistenza delle sezioni (Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 6.2)	26
13	Verifica di stabilità degli elementi (Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 6.3)	27
13.1	Verifica di stabilità di elementi uniformi in compressione EN1993-1-1:2005 § 6.3.1	27
13.1.1	Colonne con solo carico assiale	27
13.2	Verifica di stabilità-flessione EN1993-1-1:2005 § 6.3.2	27
13.2.1	Travi con solo carico verticale	27
13.3	Elementi sottoposti a flessione e compressione assiale,	28
	(EN1993-1-1:2005 § 6.3.3)	28
13.3.1	Colonne con compressione assiale e momenti di estremità	28
13.3.2	Travi con carico verticale e compressione assiale	29
14	Connessioni EN1993-1-8:2005	29
14.1	Tipi di connessione	29
14.1.1	Unioni a trazione (progetto e portata)	29
14.1.2	Connessioni trave-trave (progetto e portata)	29
14.1.3	Connessioni trave-pilastro	30
14.1.4	Connessioni dei telai a portale	30
14.1.5	Connessioni con perni (progetto e portata)	31
14.2	Dati dell'unione	32
14.2.1	Carichi della connessione	32
14.3	Bulloni della connessione EN1993-1-8 §3.1	32
14.4	Piastre di connessione	32
14.5	Geometria del nodo	32
15	Progetto di travi in acciaio	33
15.1.1	Trave in generale	33



15.2	Progetto di travi di solaio	33
15.3	Progetto di travi di copertura	34
15.4	Progetto degli arcarecci	34
16	Progetto di pilastri in acciaio	35
16.1	Pilastri in generale	35
16.2	Pilastri in costruzioni semplici	36
17	Progetto di strutture semplici	37
17.1	Dimensioni di base della struttura	37
17.2	Parametri di progetto per il controllo della stabilità	37
17.3	Parametri NAD	38
17.4	Sezioni	39
17.5	Stima delle dimensioni dell'elemento	39
17.6	Connessioni dei telai a portale	39
17.7	Carico su telai a portale	40
17.7.1	Telaio a una campata con carico neve, vento e sismico	40
17.7.2	Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale	41
17.7.3	Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale con carichi concentrati sulle colonne	42
18	Progetto dei sistemi di controvento	42
18.1.1	Example	43
19	Fondamenta della colonna di acciaio	43
19.1	Carico sulla fondazione	43
19.2	Dimensioni della fondazione	44
19.3	Stima delle dimensioni della fondazione (pre-dimensionamento)	44
19.4	Tiranti di acciaio e spinta passive del terreno	44
19.5	Fondazione, Capacità portante	45
20	Progetto della piastra di base	46
20.1	Carico	46
20.2	Anchor type	Errore. Il segnalibro non è definito.
20.3	Capacità portante del basamento in calcestruzzo	47
21	Breve inquadramento teorico	48
21.1	Unità	48
21.2	Sistema di coordinate	48
21.3	Carichi di progetto, EN1991:2005	48
21.3.1	Carichi permanenti, EN1991-1:2005	48
21.3.2	Carichi imposti EN1991-1:2005	48
21.3.3	Carico neve EN1991-3:2003	48
21.3.4	Carico vento EN1991-4:2005	49
21.3.5	Carico sismico EN1998-1:2004	49
21.4	Combinazioni di carico di progetto EN1990:2002	50
21.4.1	Fattori delle combinazioni di carico (EN1990 Tab.A1.1)	50
21.4.2	Stato limite ultimo (SLU) (EQU)	50
21.4.3	Stato limite ultimo (SLU) (STR)	50
21.4.4	Stato limite di esercizio (SLE)	50
21.4.5	Stato limite ultimo (SLU) situazione sismica	50
21.5	Materiali EN 1993-1-1:2005 § 3.2	50
21.5.1	Classi di acciaio incluse nel programma	50
21.6	Fattori parziali EN 1993-1-1:2005 § 6.1	51
21.7	Effetti del secondo ordine EN1993-1-1 §5.2.1	52
21.8	Imperfezioni EN1993-1-1 §5.3.1	52
21.9	Tipi di sezione d'acciaio incluse nel programma	53
21.10	Classificazione delle sezioni EN 1993-1-1:2005 § 5.5	54
21.11	Stati Limite Ultimi EN 1993-1-1:2005 § 6.2	56
21.11.1	Trazione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.3	56
21.11.2	Compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.4	57
21.11.3	Momento Flettente EN 1993-1-1:2005 § 6.2.5	57
21.11.4	Flessione biassiale EN 1993-1-1:2005 § 6.2.9	58
21.11.5	Taglio EN 1993-1-1:2005 § 6.2.6	58
21.11.6	Verifica di stabilità di elementi uniformi in compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1	60
21.11.7	Stabilità flesso-torsionale per elementi uniformi EN 1993-1-1:2005 § 6.3.2	62
21.11.8	Elementi uniformi in flessione e compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.4	63
22	Standard e Bibliografia	66



1 Introduzione a STEELexpress

Il software **STEELexpress** copre la progettazione e l'analisi di elementi strutturali d'acciaio secondo l'Eurocodice 3 EN 1993:2005. In un ambiente unificato si possono progettare elementi d'acciaio in maniera molto semplice. Il progetto delle componenti strutturali d'acciaio comprende molte necessità di un ufficio di progettazione strutturale: esso semplifica tutti i calcoli giornalieri ripetitivi che portano via tanto tempo prezioso. In più, con la relazione analitica e i riferimenti agli Eurocodici, aiuta gli ingegneri e gli studenti di ingegneria ad ottenere una maggiore familiarità con la progettazione secondo l'Eurocodice 3. In ambiente grafico si specificano le quote necessarie, i carichi e i parametri della normativa di calcolo dei componenti di acciaio e il progetto è eseguito immediatamente. I valori di default e le verifiche per i valori di input errati facilitano il processo dell'inserimento dei dati. I calcoli dettagliati possono essere visualizzati immediatamente.

La relazione, che viene creata simultaneamente, mostra in dettaglio tutti i calcoli e i passaggi della progettazione con i riferimenti ai corrispondenti paragrafi del codice di progetto. In caso di progetto non conforme appaiono dei messaggi di avvertimento in rosso nella relazione e nella finestra del calcolo. La qualità della relazione è molto alta, con disegni, grafici e formule, e con intestazione personalizzate per quanto riguarda titoli, loghi e caratteri usati.

In un progetto si possono creare un numero qualsivoglia di elementi strutturali (oggetti della progettazione). Tutti i dati sono salvati automaticamente in un file. Una finestra dedicata aiuta a lavorare con gli oggetti della progettazione in un progetto. Ogni elemento strutturale è ben segnato con un nome e un'icona. Si possono modificare, copiare o eliminare oggetti della progettazione in un progetto con un click del mouse.

Si possono selezionare gli oggetti della progettazione da includere nella relazione finale del progetto.

Con un doppio click del mouse su un oggetto della progettazione si entra nella finestra del calcolo relativo all'oggetto. Con il click del tasto destro del mouse sull'oggetto della progettazione si possono selezionare azioni come il calcolo, la relazione, l'anteprima e l'esportazione o il disegno.

Il sistema di help, guida l'utente nell'uso del programma e sui paragrafi dell'Eurocodice. Il manuale utente on-line e le domande frequenti (F.A.Q.) sono inclusi nel programma.

I parametri della normativa di progetto e le proprietà del materiale seguono i requisiti degli Annessi Nazionali. L'utente può selezionare la regione degli Annessi Nazionali. I parametri e i materiali possono anche essere regolati sulle necessità dell'utente.

1.1 Elementi di acciaio inclusi nel programma

- **Diagrammi e grafici di base del progetto dell'Eurocodice 3**
 - Curva di Stabilità
 - Momento critico elastico per instabilità laterale M_{cr} ,
 - Lunghezza utile degli elementi controventati e non controventati
- **Sezioni d'acciaio**
 - quote, proprietà geometriche
 - classificazione
 - valori della resistenza
 - verifica di stabilità e verifica di stabilità laterale per varie lunghezze libere d'inflessione.
- **Resistenza delle sezioni per varie azioni singole o composte**
- **Instabilità e instabilità laterale degli elementi**
- **Connessioni degli elementi d'acciaio**



- unioni a trazione semplici (taglio singolo o doppio e giunti)
- Connessioni trave-trave (giunto di continuità, connessione Gerber, connessione con coprigiunti dell'anima)
- Connessioni trave-pilastro (con coprigiunti dell'anima o flange)
- Connessioni struttura a portale (connessione sommità, connessioni di gronda semplice o con rinforzi, connessioni di base semplice o a incastro).
- Connessioni con cerniere (elemento con estremità a cerniera, trave Gerber)
- **Progetto trave d'acciaio**
 - Travi singole (in semplice appoggio, a incastro ad una estremità o in entrambe). Combinazione di carichi uniformi triangolari o concentrati. Supporti laterali di variabile.
 - Travi di solaio da una o due campate o una campata e sbalzo. Non vincolata lateralmente, vincolata in uno o due punti intermedi, o totalmente vincolata.
 - Travi di copertura a pendenza singola o doppia pendenza. Neve, pressione del vento e sottopressioni, carichi imposti.
 - Progetto degli arcarecci. Semplicemente appoggiati o continui. Vincolati lateralmente o non vincolati.
- **Progetto pilastro d'acciaio**
 - Elementi singoli in compressione (vincoli di estremità vari e lunghezze libere d'inflessione)
 - Colonne sottoposte a carico assiale, o a carico assiale e flessione singola o doppia.
 - Colonne in strutture semplici (colonne singole, colonne di telai controventati e non controventati)
- **Progetto telaio d'acciaio**
 - Portali a una campata sottoposti a carichi verticali e orizzontali.
 - Portali a una campata sottoposti a carichi verticali e orizzontali, con carichi concentrate sulle colonne.
 - Telai a una campata con carico neve, vento e sismico.
- **Progetto di sistemi di controvento**
 - Sistema di controvento verticale
 - Sistemi di controvento orizzontale
- **Progetto di fondazioni per strutture d'acciaio**
 - Base incernierata sottoposta a carico verticale e orizzontale
 - Base incastrata sottoposta a carico verticale e orizzontale e momento
 - Base resistente a forze orizzontali solo con la spinta passiva del terreno
 - Base con traversi orizzontali per resistere alle forze orizzontali
 - Progetto della piastra di base e del sistema di ancoraggio per connessioni di base semplici e incastrate.



2 Dopo l'installazione del programma

Il programma è basato sugli Eurocodici strutturali. Le applicazioni così come i parametri degli Eurocodici potrebbero variare di Paese in Paese.

E' perciò consigliabile consultare gli Annessi Nazionali, che definiscono i parametri, gli standard di supporto e forniscono una guida nazionale all'applicazione degli Eurocodici.

Dopo l'installazione del programma, bisogna selezionare gli Annessi Nazionali della propria area. Se è necessario bisogna anche sistemare i vari parametri come le costanti del materiale, le opzioni sui fattori di sicurezza dell'Eurocodice3, la suddivisione zonale per vento e neve, e i valori di default.

L'utente può decidere la struttura della relazione personalizzando: la grafica definita dall'utente e il logo, il testo, il margine della pagina, il font, la misura del rientro ecc. Le impostazioni della relazione possono anche essere sistemati per venire incontro alle esigenze dell'utilizzatore del programma.



In **Materiali e Parametri del codice**:

- **NA-Annessi Nazionali**, Seleziona gli Annessi nazionali da applicare nel progetto
- **Parametri di progetto**, controlla e seleziona le opzioni o modifica (se necessario) i vari parametri di progetto dell'Eurocodice.
- **Materiali**, si possono personalizzare le proprietà caratteristiche del materiale. E' consigliare consultare gli Annessi Nazionali degli Eurocodici 0, 1, 2, 6, 7, 8.
- **Carico neve sul territorio** Suddivisione delle regioni e zonizzazione per carichi neve
- **Velocità del vento di base** Regioni di default e zonizzazione per carichi vento
- **Progetto sismico** Regioni di default e zone sismiche



In **Impostazioni parametri della relazione**:

Si può personalizzare la grafica della relazione (margini, font, copertina, logo dell'azienda, dimensioni della pagina, intestazioni a piè di pagina, rientri, grafici, impaginazione)

In **[Impostazioni/Simbolo decimale]** si può selezionare il tipo di separatore delle cifre decimali.

Si può cambiare la lingua del programma in **[Impostazioni/Impostazioni della lingua]** cambiando la lingua e confermandola con [OK]. Bisogna ricalcolare gli elementi di progetto per ottenere la nuova lingua nella relazione.

In **[Guida/Manuale dell'utente]** si può leggere o stampare il Manuale dell'utente.

3 Filosofia di base nell'uso del programma

Con questo programma si possono creare e modificare diversi elementi di progetto o elementi strutturali in acciaio. Gli elementi di progetto possono essere una vasta gamma di parti di lavorazioni in acciaio di una struttura, ad esempio: travi, colonne, connessioni, telai semplici, fondazioni, ecc. Tutte le attività del programma hanno luogo nella finestra principale.

In un unico progetto si può creare un numero a piacere di elementi di progetto. Tutti i dati sono salvati in uno stesso file di progetto. Viene creata un'unica comune relazione. Si possono selezionare gli elementi che si vogliono includere nella relazione. La finestra principale mostra e gestisce tutte le informazioni e le azioni necessarie agli elementi di progetto del progetto stesso.

Si possono creare nuovi oggetti della progettazione con i comandi attivabili nella barra sovrastante la finestra principale.

Ogni oggetto della progettazione, con un nome specificato dall'utente, e una icona che lo caratterizza, è mostrato in una lista nella finestra [Oggetti della progettazione]. Da questa finestra si può modificare la



loro presenza e l'ordine in cui compaiono nella relazione. La finestra a destra del monitor mostra i calcoli eseguiti per l'oggetto della progettazione.

Cliccando due volte su un oggetto della progettazione si accede alla sua finestra di calcolo, dove si possono specificare le dimensioni, i carichi e i parametri della normativa di progetto. Nel momento della creazione dell'oggetto i parametri prendono dei valori di default. Tutti i dati richiesti sono ben evidenziati con uno sfondo grigio, e le dimensioni appropriate. Il programma controlla costantemente i valori inseriti nel caso siano errati o inappropriati.

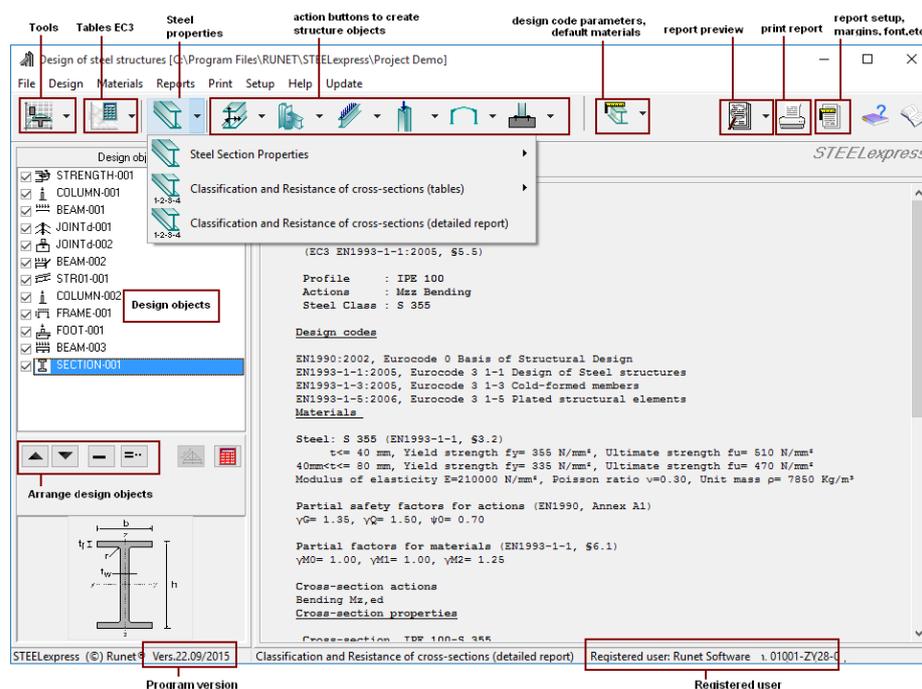
Cliccando col tasto destro del mouse su un oggetto della progettazione si possono selezionare dal menu popup azioni come calcoli, anteprima relazione, stampa, esportazione, o disegni CAD.

In parte ad ogni oggetto della progettazione c'è una casella spuntabile. Solo gli oggetti spuntati saranno inclusi nella relazione globale.

3.1 I passaggi basilari per l'utilizzo del programma sono:

- Apri un File di Progetto dal menu [File].
- Seleziona un oggetto della progettazione, dalla finestra [Oggetti della progettazione], o creane uno nuovo usando i comandi nella barra sovrastante la finestra principale..
- Attiva i calcoli dell'oggetto, cliccando due volte sull'oggetto della progettazione o cliccando sui comandi di calcolo. Se si tratta di un nuovo oggetto, i calcoli vengono attivati automaticamente.
- Nella finestra dei calcoli dell'oggetto, inserisci i dati necessari per il progetto dell'oggetto in questione e lancia i calcoli.
- Nella finestra di calcolo si possono vedere il disegno dell'oggetto, il layout dei rinforzi, e si può vedere un'anteprima della relazione o stampare la relazione dell'oggetto in questione.
- Spunta gli oggetti che vuoi presenti nella relazione, e personalizza l'ordine di apparizione degli stessi nella finestra [Oggetti della progettazione].
- Visualizza l'anteprima e stampa la relazione e le tabelle delle barre di armatura, per gli oggetti selezionati.

Specifica i parametri di progetto e di normative e i valori di default nel menu Parametri .
 Personalizza la grafica della e i contenuti. Personalizza anche le unità di misura utilizzate.
 Personalizza la grafica del programma e i parametri di base.



4 Oggetti della progettazione

Gli oggetti della progettazione possono essere una varietà di parti in acciaio di una struttura come: travi, colonne, connessioni, sistemi di controvento, fondazioni ecc...

Ci riferiamo a questi calcoli come oggetti della progettazione o elementi in acciaio strutturali.

Si creano gli oggetti della progettazione con i pulsanti nella barra multifunzionale superiore. In un progetto si possono creare quanti oggetti della progettazione si vogliono. Automaticamente il programma dà un nome di default ad ogni oggetto, (modificabile), e assegna una piccola icona caratteristica di fianco per riconoscere il tipo di oggetto della progettazione. Si può cambiare il nome dell' oggetto della progettazione. Gli oggetti della progettazione devono avere nomi differenti.

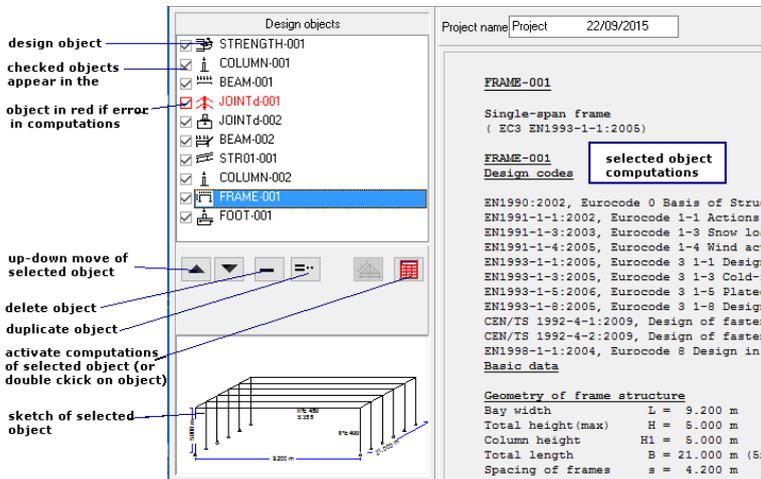
Gli oggetti della progettazione sono autonomi e ognuno ha i propri disegni, proprietà del materiale e calcoli propri. Tutti gli oggetti della progettazione del progetto sono elencati nella finestra alla sinistra, che è la finestra base di lavoro con gli oggetti della progettazione. Selezionando (cliccando su) un oggetto, i calcoli corrispondenti appaiono nella finestra a destra. Se l'oggetto appare di colore rosso, i calcoli presentano errori o non sono soddisfatti. Al di sotto viene visualizzato uno schizzo dell'oggetto della progettazione selezionato.

Con un doppio click del mouse su un oggetto della progettazione si entra nella finestra del calcolo relativo all'oggetto. Con il click del tasto destro del mouse sull'oggetto della progettazione si possono selezionare azioni come il calcolo, la relazione, l'anteprima e l'esportazione o il disegno.

Gli oggetti spuntati davanti, sono inclusi nella relazione. Viene prodotta una relazione complessiva degli oggetti selezionati. In Impostazione parametri della relazione si può impostare che la relazione di ogni oggetto della progettazione inizi in una nuova pagina.

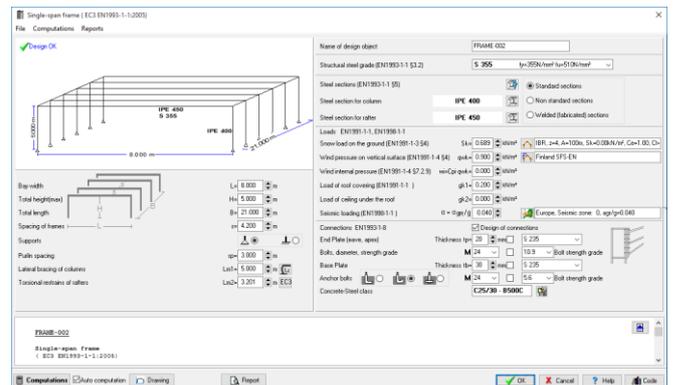
L'ordine degli oggetti, che è anche l'ordine di apparizione nella relazione, è regolabile tramite i due pulsanti  . Si possono eliminare uno o più oggetti selezionati cliccando il tasto Canc o , (selezione multipla di oggetti della progettazione con [Shift] e click del mouse, o [Ctrl] e click del mouse).

Si può copiare un oggetto selezionato cliccando su .



5 Finestra di calcolo

Una finestra di calcolo presenta un disegno tipico dell'oggetto in acciaio che sta per essere progettato. Tutti i dati di input necessari vengono evidenziati con le loro dimensioni. A seconda della velocità del computer, l'utente può scegliere di eseguire il calcolo contemporaneamente all'inserimento/modifica dei dati o solo dopo aver cliccato il [Calcoli].

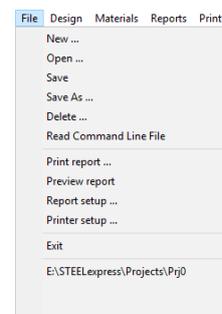


I calcoli appaiono nella finestra sottostante. Si può espandere questa finestra cliccando [Relazione di calcolo zoom in]. I messaggi di avvertimento e gli errori per valori di progetto inadeguati vengono evidenziati in rosso tra i calcoli.

Quando viene creato l'oggetto tutti i parametri prendono i valori di default. Viene sempre eseguito un check per valori di input sbagliati o erronei. Dopo i calcoli un messaggio di OK o Errore (in rosso) compare in alto a sinistra. Con Anteprima si può visualizzare un'anteprima della relazione completa di quell'oggetto della progettazione. Dalla finestra di anteprima si può stampare o esportare la relazione in file PDF o Word.

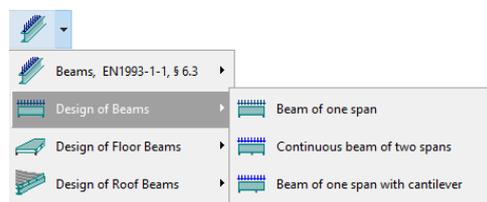
6 File

Vengono creati, aperti e salvati file. TI dati vengono salvati automaticamente nel momento in cui vengono modificati e vengono effettuati i calcoli. Tutti gli oggetti della struttura vengono salvati in uno stesso unico file con estensione [SteelExpressData]. Al momento dell'inserimento del nome di un nuovo file, non serve digitare l'estensione.



7 Utilizzo del programma, passo per passo

Apri un File progetto. Usa Nuovo per creare un nuovo progetto e Apri per aprire un file di progetto esistente. Tutti i dati vengono salvati nello stesso file. I dati sono salvati automaticamente.



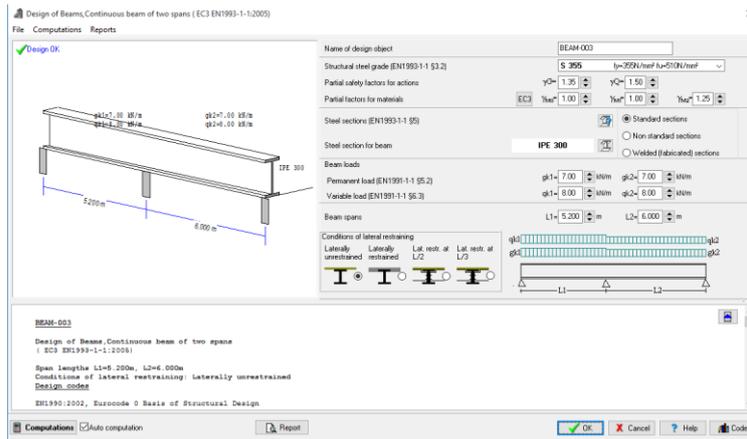
Crea un nuovo Oggetto della progettazione. Dai menu a tendina in alto, si aziona automaticamente alla finestra dei calcoli di un oggetto.

Si può selezionare un oggetto della progettazione, dalla finestra [Oggetti della progettazione], e attivarne i calcoli cliccando due volte sull'oggetto, e.g. BEAM-001, o

cliccando su .

Nella finestra con i calcoli, inserisci i dati necessari per quel particolare oggetto della progettazione e clicca su  **Computations** Auto computation.

Quando la casella relativa a Calcolo automatico è spuntata, i calcoli vengono eseguiti automaticamente nel momento in cui i dati siano modificati.

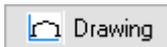


Clicca per visualizzare di più dei calcoli.



✓ Design OK

✗ Error, Inadequate design



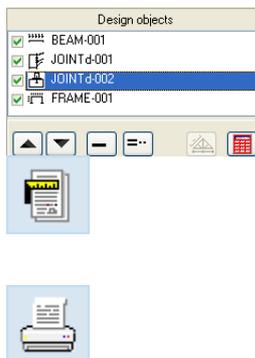
Vengono eseguiti tutti i calcoli per l'oggetto della progettazione.

Un messaggio di OK appare se il progetto va bene, i calcoli e le dimensioni sono adeguate.

Se il progetto presenta problemi dovuti all'inadeguatezza delle dimensioni appare questo messaggio.

Generazione automatica di disegni CAD.

Anteprima della relazione. Da Anteprima relazione si possono esportare i file in formato PDF o Word.



Seleziona (spunta) gli oggetti che vuoi includere nella relazione. Con le frecce si può modificarne l'ordine di apparizione nella relazione. Nella relazione appariranno solo gli oggetti con la spunta davanti.

Impostazione dei parametri della relazione. Personalizza la grafica della relazione. Si possono modificare: dimensioni del carattere, margini, note e intestazioni a piè pagina, interlinee, font, passaggio a nuova pagina dopo la relazione di ciascun oggetto, spessore delle linee e rientro del paragrafo.

Stampa la relazione

8 Parametri

Parametri di base del programma per materiali, parametri di progetto e zonizzazione per neve, vento e carico sismico.



8.1 Annessi Nazionali

Seleziona gli Annessi Nazionali del paese in cui vuoi lavorare. Per farlo, clicca prima su [Bloccato] per sbloccare. I vari parametri di progetto (fattori di carico, parametri di materiale ecc.) vengono impostati secondo gli Annessi Nazionali. Questo non influisce sulle zone neve, vento e sisma, che devono essere selezionate in una riga successiva del menu Parametri.

8.2 Materiali

Acciaio strutturale, calcestruzzo, acciaio per armature e terreno per le. Si possono cambiare (editare) le proprietà del materiale.

Per evitare cambiamenti accidentali dei materiali, la possibilità di modificarle viene bloccata. Per modificare, clicca prima su Locked per sbloccare le caselle. Con si aggiungono o eliminano linee della tabella delle proprietà, con Reset vengono caricati i valori originali del programma.

Reinforcing steel Class	f _{yk} [MPa]	f _{tk,c} [MPa]	E _s [GPa]	euk [%]	L [m]
S220	220.00	220.00	200.00	2.50	14.00
S400	400.00	400.00	200.00	2.50	14.00
S400s	400.00	400.00	200.00	7.50	14.00
S500	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
S500s	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B500A	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
B500B	500.00	500.00	200.00	5.00	14.00
B500C	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B450C	450.00	450.00	200.00	7.50	14.00
S670/800	670.00	800.00	200.00	7.50	14.00
B550A	550.00	550.00	200.00	2.50	14.00
B550B	550.00	550.00	200.00	5.00	14.00

f_{yk}: characteristic yield strength, f_{tk,c}: tensile strength, E_s: modulus of elasticity, euk: maximum strain, L: steel bar length

Class	f _{ck} [MPa]	f _{ck,c} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	f _{ctk0.05} [MPa]	f _{ctm0.95} [MPa]	f _{ct,fl} [MPa]	f _{vck} [MPa]	E _c [GPa]	G _c [GPa]	w [kN/m ³]
C12/15	12.00	15.00	1.60	1.10	2.00	3.20	0.27	27	11	25
C16/20	16.00	20.00	1.90	1.30	2.50	5.00	0.33	29	12	25
C20/25	20.00	25.00	2.20	1.50	2.90	5.80	0.39	30	13	25
C25/30	25.00	30.00	2.60	1.80	3.30	6.60	0.45	31	13	25
C30/37	30.00	37.00	2.90	2.00	3.80	7.80	0.45	33	14	25
C35/45	35.00	45.00	3.20	2.20	4.20	8.40	0.45	34	15	25
C40/50	40.00	50.00	3.50	2.50	4.60	9.20	0.45	35	15	25
C45/55	45.00	55.00	3.80	2.70	4.90	9.60	0.45	36	16	25
C50/60	50.00	60.00	4.10	2.90	5.30	10.40	0.45	37	16	25
C55/67	55.00	67.00	4.20	3.00	5.50	10.40	0.45	38	16	25
C60/75	60.00	75.00	4.40	3.10	5.70	10.40	0.45	39	16	25
C70/85	70.00	85.00	4.60	3.20	6.00	10.40	0.45	41	16	25
C80/95	80.00	95.00	4.80	3.40	6.30	10.40	0.45	42	16	25
C90/105	90.00	105.00	5.00	3.50	6.60	10.40	0.45	44	16	25

f_{ck}: characteristic cylinder compressive strength at 28 days, f_{ck,c}: characteristic cube compressive strength, f_{ctm}: mean axial tensile strength, f_{ctk0.05}: minimum tensile strength, f_{ctm0.95}: maximum tensile strength, f_{ct,fl}: flexural tensile strength, f_{vck}: shear strength, E_c: modulus of elasticity, G_c: Shear modulus, w: unit weight

Soil type	γ _d [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	φ°	c [N/mm ²]	q _a [N/mm ²]	q _{uk} [N/mm ²]	E _s [MPa]	μ	K _s [kN/m ³]
Large gravel	16.00	20.00	45.00	0.00	0.30	0.50	80.00	0.15	200000
Mean gravel	16.00	20.00	40.00	0.00	0.30	0.40	70.00	0.15	140000
Thin gravel	16.00	20.00	35.00	0.00	0.30	0.40	60.00	0.15	100000
Dense sand	17.00	20.00	35.00	0.01	0.25	0.30	50.00	0.20	125000
Sand	15.00	19.00	30.00	0.00	0.25	0.30	25.00	0.20	90000
Loose sand	14.00	18.00	25.00	0.00	0.20	0.25	15.00	0.20	30000
Silty sand	21.00	23.00	25.00	0.00	0.15	0.15	10.00	0.25	80000
Clay	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000
Clay	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000

γ_d: dry unit weight, γ_s: saturated unit weight, φ°: angle of internal friction, c: cohesion, q_a: allowable bearing pressure, q_u: bearing capacity, E_s: modulus of elasticity, μ: Poisson ratio, K_s: modulus of subgrade reaction

8.3 Parametri di progetto

I parametri degli Annessi nazionali sono impostati secondo gli Annessi Nazionali selezionati dall'utente. Si potrebbe comunque voler modificarne alcuni, o specificare alcune considerazioni di progetto che non compaiono negli Annessi nazionali.

8.3.1 Parametri NAD

- **Coefficienti delle azioni per Stati Limite Ultimi EQU e STR.** Secondo l'Eurocodice 0 Tabella A1.2A e Tabella A1.2B.

Clicca Ripristina per ripristinare i valori degli Annessi Nazionali.

- **Fattori di combinazione** secondo l'Eurocodice 0 Tabella A1.1.

Clicca Ripristina per ripristinare i valori degli Annessi Nazionali.

- **Coefficienti parziali di sicurezza per l'acciaio** secondo l'Eurocodice 3 §6.1
- **Coefficienti parziali di sicurezza per il calcestruzzo armato** secondo l'Eurocodice 2 §2.4.2.4., usati per il calcestruzzo armato della fondazione.
- **Coefficienti parziali di sicurezza per il terreno** secondo l'Eurocodice 7 Annesso A. Usati per il progetto delle fondazioni.

8.3.2 Eurocodice 3, parametri di progetto

Stabilità flessio-torsionale, calcoli basati su Eurocodice 3 Eq. 6.56, e Tabelle T 6.3, e T 6.4. (più comune)

Stabilità flessio-torsionale calcoli basati su Eurocodice 3 Eq. 6.57, e Tabella T 6.5.

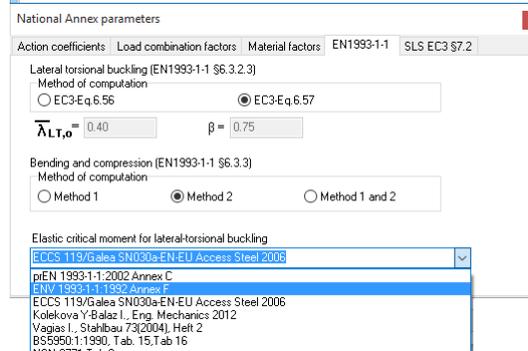
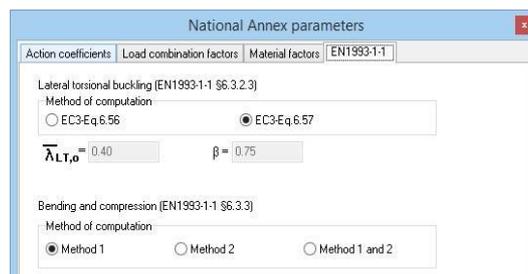
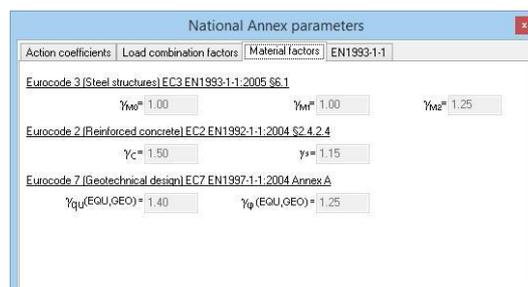
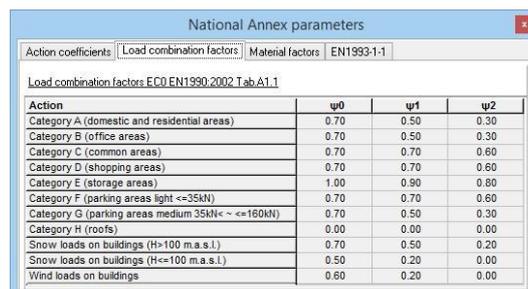
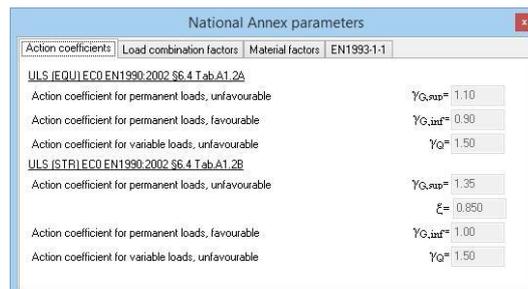
Metodo usato per gli elementi flessio-compresi:

Metodo 1 Annesso A o metodo 2 Annesso B (più comune)

8.3.3 Momento critico elastico per stabilità flessio-torsionale M_{cr}

I valori dei coefficienti C_1, C_2, C_3 , per il calcolo del momento elastico critico M_{cr} possono essere trovati in letteratura. Si può scegliere il metodo di definizione di questi parametri:

- **prEN 1993-1-1:2002 Annesso C** Questa è una pubblicazione intermedia dell'Eurocodice 3 del 2002. Dopo questa l'argomento è stato eliminato dall'Eurocodice 3.
- **ENV 1993-1-1:1992 Annesso F**
- **ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006**
- **Kolekova Y-Balaz I. Engineering Mechanics 2012**
- **Vagias I., Stahlbau 73(2004), Heft 2**
- **BS5958:1:1990 tabelle 15 e 16**



- **NSN 6771 Tabella 9**

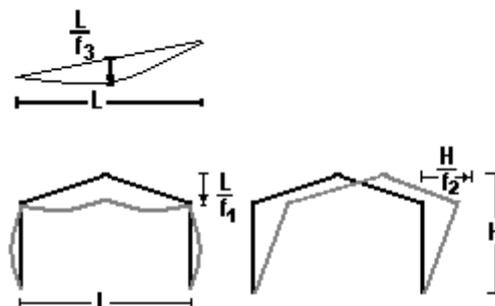
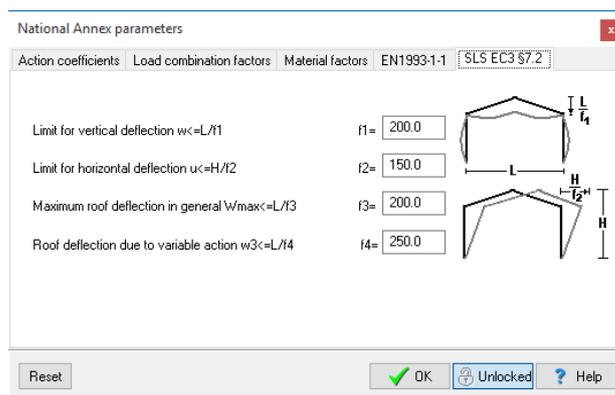
8.3.4 Parametri per le strutture a portale

Specifica alcuni parametri non menzionati negli Annessi Nazionali. Come:

1. Limiti di frecce agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

I limiti per le frecce sono normalmente definiti negli Annessi Nazionali. EN1993-1-1 § 7.2 e EN 1990 Annessi A1.4 Secondo EN1993-1-1 questi limiti dovrebbero essere specifici per ogni progetto e in accordo col cliente.

Valori usuali: freccia verticale $L/200$, freccia orizzontale $H/150$, freccia verticale dovuta alla flessione $L/200$.



2. Parametri di progetto per il controllo della stabilità

Pilastri

(1) (default maggiormente ragionevole)

- Stabilità nel piano, libera d'inflessione critica L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura.
- Stabilità fuori piano e stabilità torsionale, stabilità flesso-torsionale e stabilità critica L_{cr} l'altezza del pilastro fino al tratto rastremato, o la distanza dei vincoli laterali L_{m1} , se è specificato minore della del pilastro.

(2) (conservativamente)

- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura.
- Stabilità fuori piano e stabilità torsionale, stabilità flesso-torsionale, L_{cr} la distanza tra i nodi della struttura o la distanza dei vincoli laterali L_{m1} .

Puntoni

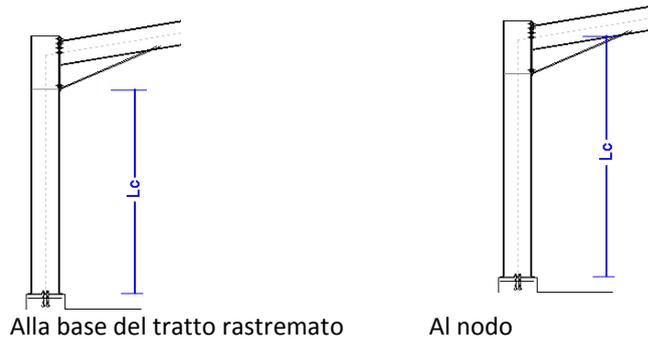
(1) (default maggiormente ragionevole)

- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura. Questa è ricavata dalla luce totale L e dal primo modo d'instabilizzazione.
- libera d'inflessione laterale in campata è l'interasse fra gli arcarecci, la libera d'inflessione flesso-torsionale è la distanza tra i ritegni torsionali L_{m2}

(2) Conservativamente

- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura
- libera d'inflessione flesso-torsionale, la distanza tra vincoli torsionali L_{m2} .





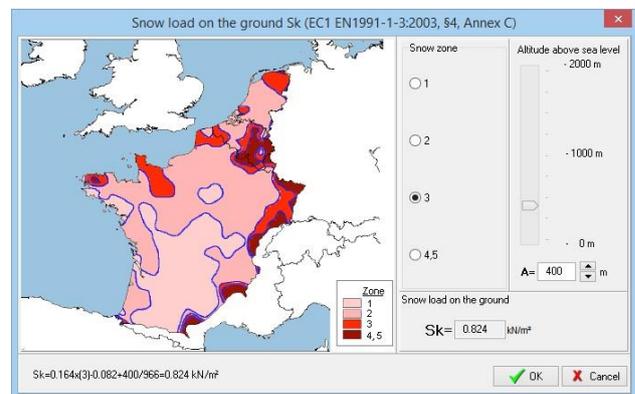
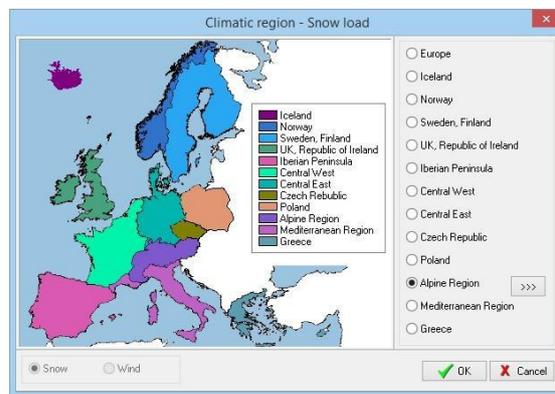
Alla base del tratto rastremato

Al nodo

8.4 Carico neve al suolo

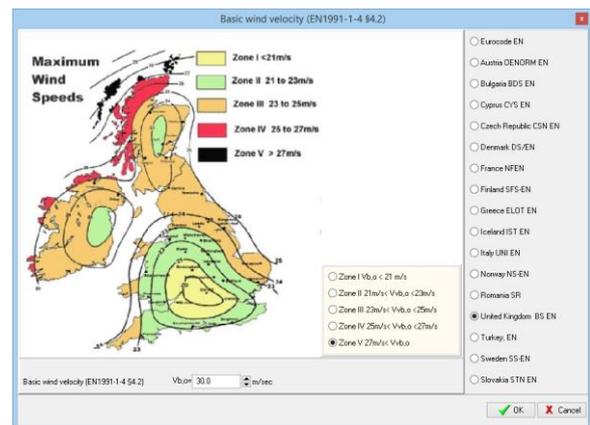
Regione di default e zona climatica.

Clicca per selezionare la zona climatica dell'area e l'altitudine. La caratteristica del carico neve al suolo s_k è impostato secondo l'Eurocodice l'Eurocodice EN1991-1-3:2003.



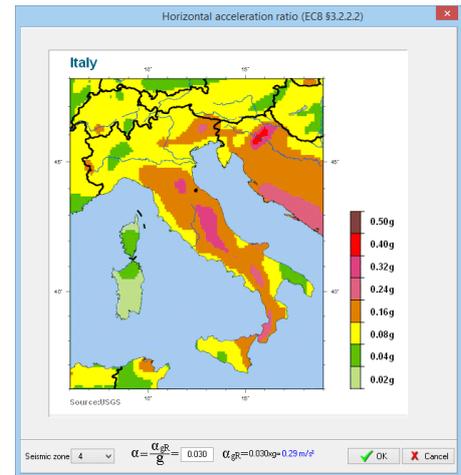
8.5 Velocità del vento di base

Selezionare la zona e la categoria di esposizione del vento. È impostata la velocità di base di default.



8.6 Verifica sismica

Regione sismica di default e zona sismica di default.
L'accelerazione al suolo impostata è $\alpha = \alpha_{gr}/g$.



9 Input generale dei dati per le componenti in acciaio

La maggior parte degli oggetti della progettazione in acciaio hanno alcuni dati di base in comune, come i seguenti:

- Nome dell'oggetto della progettazione
- Classe dell'acciaio strutturale
- Fattori di sicurezza parziali per le azioni
- Coefficienti di sicurezza per i materiali
- Azioni
- Sezione d'acciaio

Name of design object	STRENGTH-002		
Structural steel grade (EN1993-1-1 §3.2)	S 355 M/ML $f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=470\text{N/mm}^2$		
Partial safety factors for actions	$\gamma_G=$ 1.35	$\gamma_Q=$ 1.50	
Partial factors for materials	EC3 $\gamma_{Mo}=$ 1.00	$\gamma_{M1}=$ 1.00	$\gamma_{M2}=$ 1.25

9.1.1 Nome dell'oggetto della progettazione

Ogni oggetto della progettazione ha un nome, che appare nella relazione. Durante la creazione di ciascun oggetto il programma assegna un nome di default e.g. Beam-001, Beam-002 ecc. che può essere cambiato in ogni momento. (nomi fino a 16 caratteri). I nomi degli oggetti della progettazione devono essere univoci. Due oggetti della progettazione non possono avere lo stesso nome.

9.1.2 Classe di acciaio strutturale Eurocodice 3 EN1993-1-1:2005 § 3.2

Seleziona la classe di acciaio strutturale dalla lista di possibili materiali. Nel programma è inclusa la maggior parte delle classi di acciaio utilizzate, e vengono caricate a seconda degli Annessi Nazionali selezionati. Si possono aggiungere classi di acciaio, o cambiarne le proprietà nel menu Parametri/Materiali/Acciaio. Il programma configura automaticamente sets le proprietà relative (f_{yk} , f_{uk} , E_s ecc.).

9.1.2.1 Classi di acciaio presenti nel programma

S 235	EN 10025-2	$f_y40:235;f_u40:360$
S 275	EN 10025-2	$f_y40:275;f_u40:430$
S 355	EN 10025-2	$f_y40:355;f_u40:510$
S 450	EN 10025-2	$f_y40:440;f_u40:550$
S 275 N/NL	EN 10025-3	$f_y400:275;f_u4:390$
S 355 N/NL	EN 10025-3	$f_y40:355;f_u40:490$
S 420 N/NL	EN 10025-3	$f_y40:420;f_u40:520$
S 460 N/NL	EN 10025-3	$f_y40:460;f_u40:540$
S 275 M/ML	EN 10025-4	$f_y40:275;f_u40:370$
S 355 M/ML	EN 10025-4	$f_y40:355;f_u40:470$
S 420 M/ML	EN 10025-4	$f_y40:420;f_u40:520$
S 460 M/ML'	EN 10025-4	$f_y40:460;f_u40:540$
S 235 W	EN 10025-5	$f_y40:235;f_u40:360$

S 275	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=430\text{N/mm}^2$
S 235	$f_y=235\text{N/mm}^2$ $f_u=360\text{N/mm}^2$
S 275	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=430\text{N/mm}^2$
S 355	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$
S 450	$f_y=440\text{N/mm}^2$ $f_u=550\text{N/mm}^2$
S 275 N/NL	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=390\text{N/mm}^2$
S 355 N/NL	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=490\text{N/mm}^2$
S 420 N/NL	$f_y=420\text{N/mm}^2$ $f_u=520\text{N/mm}^2$
S 460 N/NL	$f_y=460\text{N/mm}^2$ $f_u=540\text{N/mm}^2$
S 275 M/ML	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=370\text{N/mm}^2$
S 355 M/ML	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=470\text{N/mm}^2$
S 420 M/ML	$f_y=420\text{N/mm}^2$ $f_u=520\text{N/mm}^2$
S 460 M/ML	$f_y=460\text{N/mm}^2$ $f_u=540\text{N/mm}^2$
S 235 W	$f_y=235\text{N/mm}^2$ $f_u=360\text{N/mm}^2$
S 355 W	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$
S 460 Q/QL	$f_y=460\text{N/mm}^2$ $f_u=570\text{N/mm}^2$
S 235 H	$f_y=235\text{N/mm}^2$ $f_u=360\text{N/mm}^2$
S 275 H	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=430\text{N/mm}^2$
S 355 H	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$
S 275 NH/N	$f_y=275\text{N/mm}^2$ $f_u=390\text{N/mm}^2$
S 355 NH/N	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=490\text{N/mm}^2$
S 420 NH/N	$f_y=420\text{N/mm}^2$ $f_u=540\text{N/mm}^2$
S 460 NH/N	$f_y=460\text{N/mm}^2$ $f_u=560\text{N/mm}^2$



S 355 W	EN 10025-5	fy40:355;fu40:510
S 460 Q/QL	EN 10025-6	fy40:460;fu40:570
S 235 H	EN 10210-1	fy40:235;fu40:360
S 275 H	EN 10210-1	fy40:275;fu40:430
S 355 H	EN 10210-1	fy40:355;fu40:510
S 275 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:275;fu40:390
S 355 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:355;fu40:490
S 420 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:420;fu40:540
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:460;fu40:560
S 220GD+Z	EN 10147	fy40:220;fu40:300
S 250GD+Z	EN 10147	fy40:250;fu40:330
S 280GD+Z	EN 10147	fy40:280;fu40:360
S 320GD+Z	EN 10147	fy40:320;fu40:390
S 350GD+Z	EN 10147	fy40:350;fu40:420
H240LA	EN 10268	fy40:240;fu40:340
H280LA	EN 10268	fy40:280;fu40:370
H320LA	EN 10268	fy40:320;fu40:400
H360LA	EN 10268	fy40:360;fu40:430
H400LA	EN 10268	fy40:400;fu40:460
H260LAD	EN 10292	fy40:240;fu40:340
H300LAD	EN 10292	fy40:280;fu40:370
H340LAD	EN 10292	fy40:320;fu40:400
H380LAD	EN 10292	fy40:360;fu40:430
H420LAD	EN 10292	fy40:400;fu40:460
220GD+ZA	EN 10214	fy40:220;fu40:300
250GD+ZA	EN 10214	fy40:250;fu40:330
280GD+ZA	EN 10214	fy40:280;fu40:360
320GD+ZA	EN 10214	fy40:320;fu40:390
350GD+ZA	EN 10214	fy40:350;fu40:420

Sono incluse le classi di acciaio per sezioni formate a freddo C, Z e U.

9.1.3 Coefficienti di sicurezza parziali per le azioni Eurocodice 0 EN 1990:2002 § 6, Pív. A1.2, A1.3, A1.4

I coefficienti di sicurezza parziali γ_G , $\gamma_{G,sup}$ (carichi permanenti sfavorevoli), $\gamma_{G,inf}$ (carichi permanenti favorevoli), γ_Q (carichi variabili), e i coefficienti ψ_0 , ψ_1 , ψ_2 per le combinazioni delle azioni, vengono impostati secondo gli Annessi Nazionali selezionati. Possono essere modificati nel menu Parametri/Parametri di progetto/Coefficienti delle azioni e Parametri/Parametri di progetto/Fattori di combinazione.

I valori comuni sono $\gamma_G=1.35$, $\gamma_{G,inf}=1.00$, $\gamma_Q=1.50$, $\psi_0=0.70$.

9.1.4 Coefficienti di sicurezza per i materiali Eurocodice 3 EN1993-1-1:2005 § 6.1

I coefficienti di sicurezza per i materiali γ_{M0} , γ_{M1} , γ_{M2} , vengono impostati secondo gli Annessi Nazionali selezionati. Possono essere modificati nel menu Parametri/Parametri di progetto/Coefficienti parziali di sicurezza sui materiali.

Valori usuali:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.00$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$



9.1.5 Azioni

Eurocodice 0 EN 1990:2002 § 6.3

In alcuni casi (come il caso della valutazione della resistenza della sezione) viene specificato un valore di progetto per le azioni Ned (forza assiale), Medy Medz (momenti flettenti), ecc. che è il risultato della combinazione di azioni permanenti e variabili.

$$Ned = \gamma G \cdot Ng + \gamma Q \cdot Nq1 + \gamma Q \cdot \psi_0 \cdot Nq2 \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$Med = \gamma G \cdot Mq + \gamma Q \cdot Mq1 + \gamma Q \cdot \psi_0 \cdot Mq2$$

Nella maggior parte dei casi l'utente inserisce le azioni permanenti e variabili e il programma calcola le azioni di progetto.

Nel caso della progettazione di parti strutturali come solai o coperture, vengono specificati i carichi ambientali permanenti e variabili sulla struttura.

9.1.5.1 Carichi permanenti sui solai

Peso proprio delle finiture del solaio, il peso proprio delle finiture del solaio (nervature ecc.)

Peso proprio della struttura del solaio, cioè il peso proprio della struttura del solaio. Se vengono selezionate lastre di calcestruzzo sottili (70mm) o solaio in legno, le travi del solaio vengono impostate come non vincolate lateralmente. Per lastre di calcestruzzo più spesse vengono considerate vincolate lateralmente, mentre per solai in acciaio (piastre in acciaio ecc.) vengono considerate vincolate lateralmente in mezzera. La selezione del tipo di vincolo laterale può comunque essere modificata a posteriori.

9.1.5.2 Carichi variabili sui solai

Carichi variabili Si possono selezionare dalla tabella del EN1991-1-1 6.3).

Floors	2.00 kN/m²
Floors	2.00 kN/m²
Stairs	3.50 kN/m²
Balconies	5.00 kN/m²
Category B (office areas)	2.00 kN/m²
C1 -Areas with Tables	3.00 kN/m²
C2 -Areas with Fixed seats	5.00 kN/m²
C3 -Areas without obstacles for	5.00 kN/m²
C4 -Areas with possible physical	5.00 kN/m²
C5 -Areas susceptible to large c	7.50 kN/m²
D1 -Areas in general retail shop	5.00 kN/m²
D2 -Areas in department stores	5.00 kN/m²
E1 -Storage areas	7.50 kN/m²
F -Traffic and parking areas<=35	2.50 kN/m²
G -Traffic and parking areas>35k	5.00 kN/m²

9.1.5.3 Carichi permanenti sulla copertura

- Peso proprio dei rivestimenti della copertura [kN/m²].
- Il peso del soffitto sotto la copertura [kN/m²]
- Il peso proprio degli elementi della cornice, calcolati dal programma a partire dalla sezione dell'elemento e con un peso specifico $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

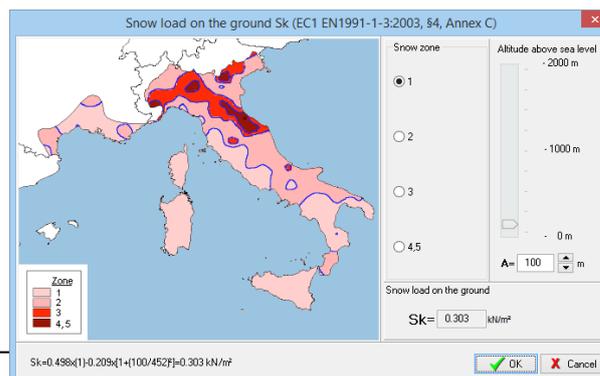
Concrete floor 100mm	2.50 kN/m²
Concrete floor 70mm	1.75 kN/m²
Concrete floor 100mm	2.50 kN/m²
Concrete floor 150mm	3.75 kN/m²
Concrete floor 200mm	5.00 kN/m²
Concrete floor 250mm	6.25 kN/m²
Concrete floor 300mm	7.50 kN/m²
Timber floor	0.30 kN/m²
Steel floor	0.70 kN/m²

9.1.5.4 Carichi variabili sulla copertura

- Carico imposto secondo EN1990-1-1 Tab 6.1, calcolato dal programma secondo gli Annessi Nazionali selezionati
- Carico neve secondo l'Eurocodice 1-3:2004

Il carico neve al suolo caratteristico s_k è espresso in kN/m².

Clicca , e apparirà una finestra di dialogo speciale. In questa finestra si impostano la zona climatica e l'altitudine di riferimento. Il carico neve al suolo caratteristico è calcolato secondo l'Eurocodice 1-3:2004, e gli Annessi Nazionali. La zona climatica può essere selezionata da Parametri/Carico neve. Il carico neve in copertura



calcolato l'Eurocodice 1-3:2003.

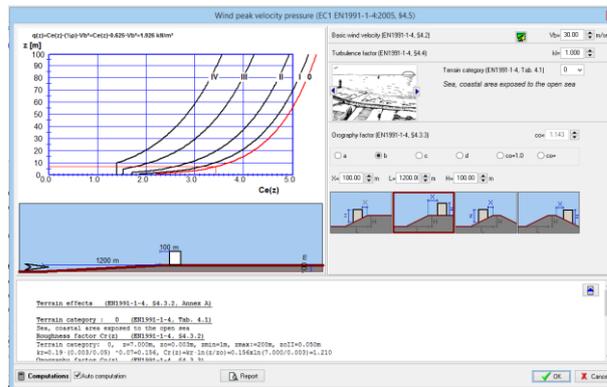
- Carico vento, secondo l'Eurocodice 1-4:2005

La pressione del vento su una superficie verticale viene espresso in kN/m². Clicca  e in questa finestra viene calcolata la pressione del vento partendo dalla velocità del vento e dalla topografia della zona secondo l'Eurocodice 1-4:2005.

Il carico del vento è calcolato per diverse posizioni della copertura e delle pareti verticali secondo l'Eurocodice 1-4:2005 §7.2.5 e Tab 7.4a e Tab. 7.1.

La regione climatica, che determina la velocità del vento, viene selezionata in Parametri/Velocità del vento di base.

Pressione interna del vento w_i espressa in kN/m². E' la pressione interna e agisce dall'interno verso l'esterno su pareti e copertura. E' ottenuta direttamente (senza una precedente moltiplicazione per i coefficienti di pressione) da un innalzamento della pressione del vento sulle superfici esterne.

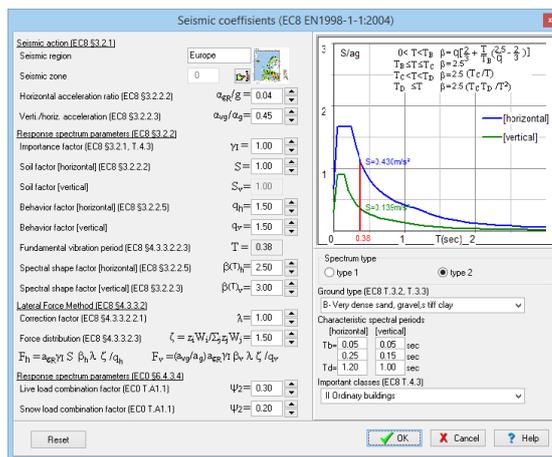


9.1.5.5 Carico sismico Eurocodice 8-1:2004

Il programma esegue una verifica della struttura sottoposta a carichi sismici, usando sia il metodo delle forze laterali sia il metodo della sovrapposizione modale dell'analisi spettrale. $\alpha = \alpha_{GR} / g$ 

Il valore di base usato nel progetto sismico è il rapporto dell'accelerazione sismica orizzontale.

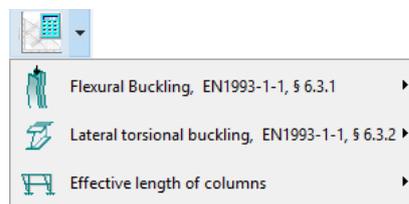
Clicca  e appare una speciale finestra di dialogo dove si possono specificare in dettaglio tutti i parametri sismici necessari (fattori di suolo, periodi di spettro, fattori di struttura, ecc.) per lo spettro di progetto, secondo l'Eurocodice 8-1:2004.

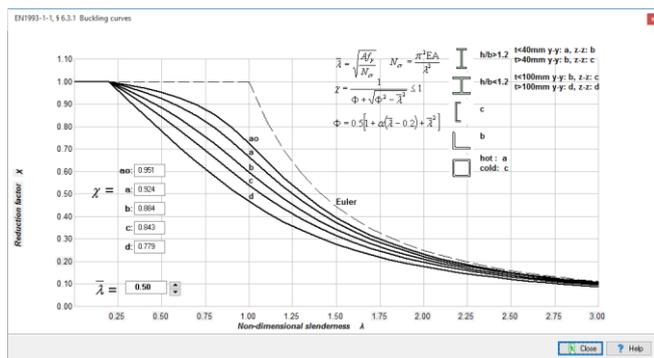


10 Eurocodice 3, Tabelle e grafici

Dal menu si possono vedere diverse Grafici e tabelle guida dell'Eurocodice 3.

- Stabilità flessionale
- Stabilità flessio-torsionale
- di inflessione di colonne di telai controventati o non controventati.

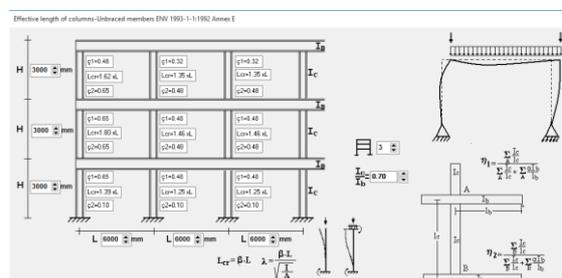
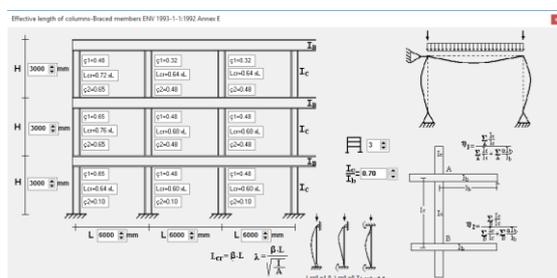




Elastic critical moment for lateral-torsional buckling EN1993-1-1:2005 Annex C

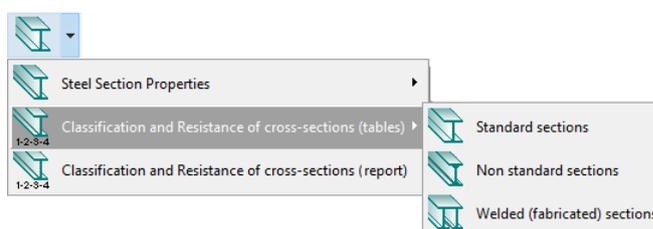
$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(\lambda L)^2} \left[\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_y}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 Z_e - C_3 Z_2)^2 - (C_2 Z_e - C_3 Z_2) \right]$$

Bending moment diagram	k	C1	C2	C3
	1.00	1.000		1.000
	0.50	1.137		1.010
	1.00	1.141		1.000
	0.50	1.285		1.017
	1.00	1.320		1.000
	0.50	1.452		1.000
	1.00	1.551		1.000
	0.50	1.730		1.000
	1.00	1.847		1.000
	0.50	2.027		1.000
	1.00	2.207		1.000
	0.50	2.341		1.000
	1.00	2.591		1.000
	0.50	2.579		0.950
	1.00	2.852		1.000
	0.50	2.696		0.850
	1.00	2.733		0.850
	0.50	2.390		0.825
	1.00	1.132	0.459	0.525
	0.50	0.997	0.407	0.478
	1.00	1.363	0.553	0.411
	0.50	1.087	0.449	0.338
	1.00	1.640	0.431	0.362
	0.50	0.960	0.404	0.539
	1.00	2.608	1.562	-0.859
	0.50	1.515	0.900	-0.516
	1.00	1.726	1.388	-0.716
	0.50	0.955	0.763	-0.406



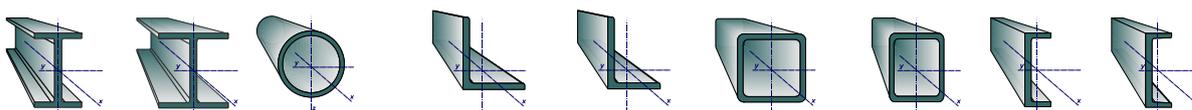
11 Tabelle di progetto per Sezioni Strutturali in Acciaio, (Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 5.5)

Tabelle con tutte le sezioni d'acciaio, con i loro valori di **dimensioni, proprietà, classificazione, resistenza e verifica di stabilità** secondo l'Eurocodice 3



Tre (3) gruppi di sezioni sono incluse nel programma.

- Sezioni standard. Tutti i profili internazionali.
- Sezioni non-standard. Sezioni con dimensioni date dall'utente.
- Sezioni saldate. Sezioni saldate create da piastre rettangolari, con dimensioni date dall'utente.

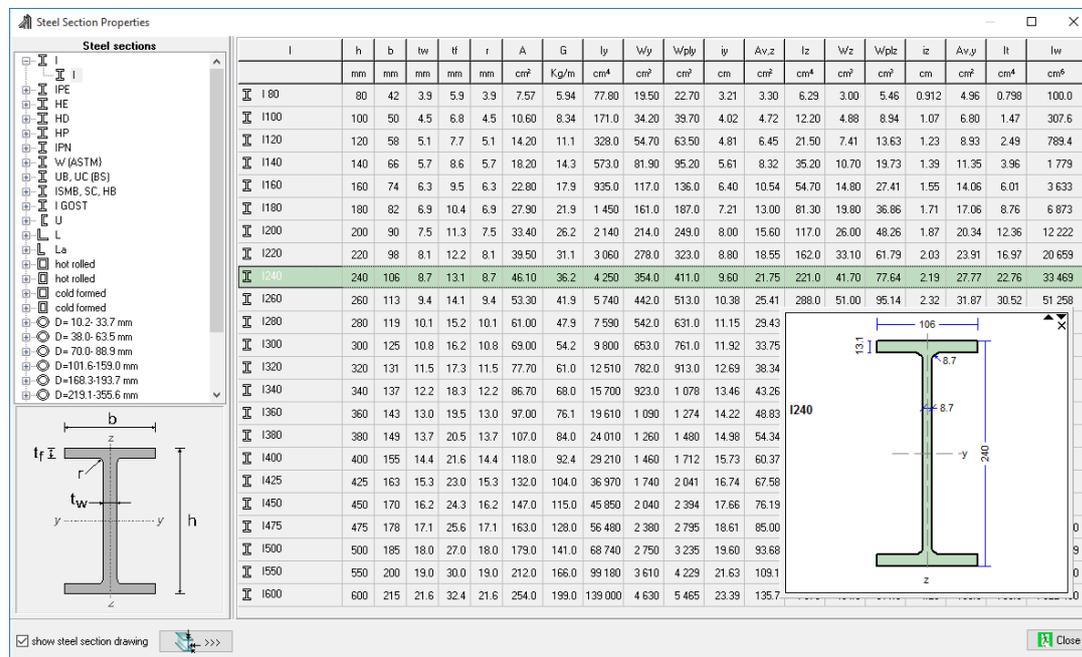


11.1 Tabelle con dimensioni e proprietà delle sezioni d'acciaio standard

Dall'albero sulla sinistra si può selezionare il tipo di sezione, as es. IPE, HE ecc. Sulla destra la tabella mostra tutte le sezioni standard di quel gruppo con le loro dimensioni e proprietà. Spostando su e giù la tabella sulla destra, il disegno della sezione è mostrato in scala (si può prendere e spostare la sezione nella

finestra e renderla più grande o più piccola a piacimento con le frecce).

Cliccare  o fare doppio click su una sezione per ottenere la relazione analitica con la classificazione, i valori di resistenza e stabilità della sezione selezionata.



I	h	b	t _w	t _f	r	A	G	I _y	W _y	W _{ply}	i _y	Av _z	I _z	W _z	W _{plz}	i _z	Av _y	I _t	I _w
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ²	cm ²	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁶
IPE 180	80	42	3.9	5.9	3.9	7.57	5.94	77.80	19.50	22.70	3.21	3.30	6.29	3.00	5.46	0.912	4.96	0.798	100.0
IPE 1100	100	50	4.5	6.8	4.5	10.60	8.34	171.0	34.20	39.70	4.02	4.72	12.20	4.88	8.94	1.07	6.80	1.47	307.6
IPE 1120	120	58	5.1	7.7	5.1	14.20	11.1	328.0	54.70	63.50	4.81	6.45	21.50	7.41	13.63	1.23	8.93	2.49	789.4
IPE 1140	140	66	5.7	8.6	5.7	18.20	14.3	573.0	81.90	95.20	5.61	8.32	35.20	10.70	19.73	1.39	11.35	3.96	1 779
IPE 1160	160	74	6.3	9.5	6.3	22.80	17.9	935.0	117.0	136.0	6.40	10.54	54.70	14.80	27.41	1.55	14.06	6.01	3 633
IPE 1180	180	82	6.9	10.4	6.9	27.90	21.9	1 450	161.0	187.0	7.21	13.00	81.30	19.80	36.86	1.71	17.06	8.76	6 873
IPE 1200	200	90	7.5	11.3	7.5	33.40	26.2	2 140	214.0	249.0	8.00	15.60	117.0	26.00	48.26	1.87	20.34	12.36	12 222
IPE 1220	220	98	8.1	12.2	8.1	39.50	31.1	3 060	278.0	323.0	8.80	18.55	162.0	33.10	61.79	2.03	23.91	16.97	20 659
IPE 1240	240	106	8.7	13.1	8.7	46.10	36.2	4 250	354.0	411.0	9.60	21.75	221.0	41.70	77.64	2.19	27.77	22.76	33 469
IPE 1260	260	113	9.4	14.1	9.4	53.30	41.9	5 740	442.0	513.0	10.38	25.41	288.0	51.00	95.14	2.32	31.87	30.52	51 258
IPE 1280	280	119	10.1	15.2	10.1	61.00	47.9	7 590	542.0	631.0	11.15	29.43							
IPE 1300	300	125	10.8	16.2	10.8	69.00	54.2	9 800	653.0	761.0	11.92	33.75							
IPE 1320	320	131	11.5	17.3	11.5	77.70	61.0	12 510	782.0	913.0	12.69	38.34							
IPE 1340	340	137	12.2	18.3	12.2	86.70	68.0	15 700	923.0	1 078	13.46	43.26							
IPE 1360	360	143	13.0	19.5	13.0	97.00	76.1	19 610	1 090	1 274	14.22	48.83							
IPE 1380	380	149	13.7	20.5	13.7	107.0	84.0	24 010	1 260	1 480	14.98	54.34							
IPE 1400	400	155	14.4	21.6	14.4	118.0	92.4	29 210	1 460	1 712	15.73	60.37							
IPE 1425	425	163	15.3	23.0	15.3	132.0	104.0	36 970	1 740	2 041	16.74	67.58							
IPE 1450	450	170	16.2	24.3	16.2	147.0	115.0	45 850	2 040	2 394	17.66	76.19							
IPE 1475	475	178	17.1	25.6	17.1	163.0	128.0	56 480	2 380	2 795	18.61	85.00							
IPE 1500	500	185	18.0	27.0	18.0	179.0	141.0	68 740	2 750	3 235	19.60	93.68							
IPE 1550	550	200	19.0	30.0	19.0	212.0	166.0	99 180	3 610	4 229	21.63	109.1							
IPE 1600	600	215	21.6	32.4	21.6	254.0	199.0	139 000	4 630	5 465	23.39	135.7							

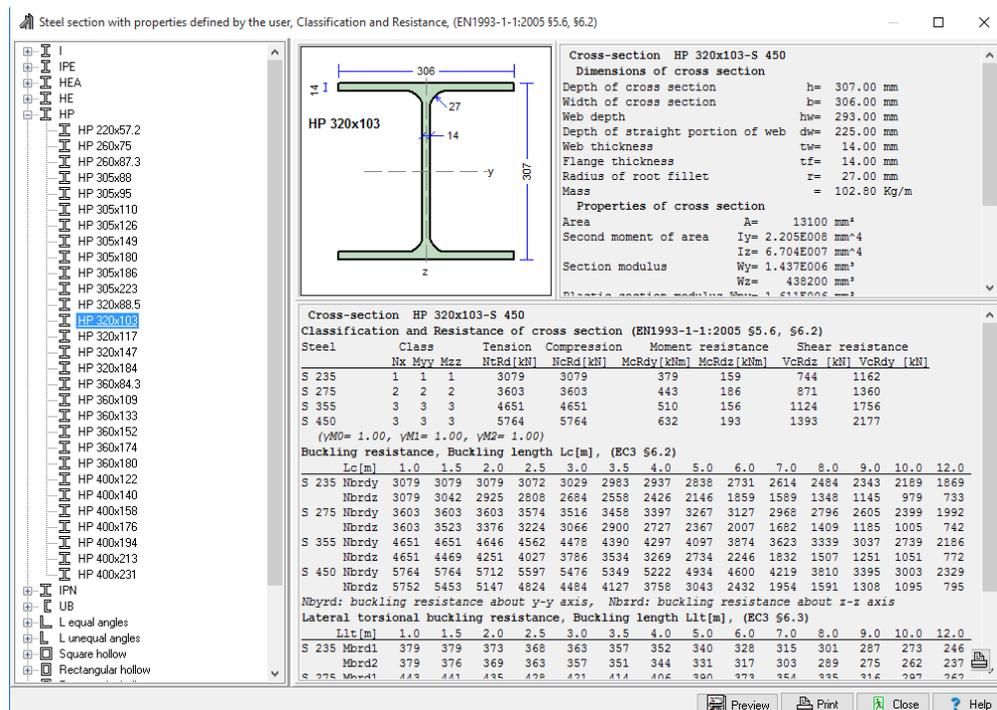
11.2 Classificazione e resistenza di sezioni standard d'acciaio

Classificazione della sezione secondo EN1993-1-1:2005 §5.5.
 Valore di resistenza della sezione secondo EN1993-1-1:2005 §6.2.
 Verifica di stabilità e stabilità laterale secondo EN1993-1-1:2005 §6.3

Dall'albero sulla sinistra selezionare la sezione con la propria designazione. Sulla destra verrà visualizzato un disegno del profilo della sezione insieme alle dimensioni e proprietà.

Nella finestra sulla destra sono inoltre specificate:

- **Classificazione** (1,2,3,4) secondo EN1993-1-1:2005 §5.5 per carichi assiali e carichi con momento flettente.
- **Resistenza** della sezione in compressione, flessione nell'asse y-y e z-z, e taglio secondo EN1993-1-1:2005 §6.2
- **Verifica di stabilità** per varie lunghezze libere d'inflexione (L_c) secondo EN1993-1-1:2005 §6.3.1
- **Verifica di stabilità flessio-torsionale** per varie lunghezze libere d'inflexione (L_{lt}) secondo EN1993-1-1:2005 §6.3.2



11.2.1 Simboli

-  **NtRd [kN]:** Resistenza a Trazione EN1993-1-1:2005 §6.2.3
-  **NcRd [kN]:** Resistenza a Compressione EN1993-1-1:2005 §6.2.4
-  **Mcrdy [kNm]:** Resistenza a Flessione attorno all'asse forte y-y EN1993-1-1:2005 §6.2.5
-  **Mcrdz [kNm]:** Resistenza a Flessione attorno all'asse debole z-z EN1993-1-1:2005 §6.2.5
-  **Vcrdz [kN]:** Resistenza a Taglio nell'asse z-z parallelo all'anima EN1993-1-1 §6.2.6
-  **Vcrdy [kN]:** Resistenza a Taglio nell'asse y-y parallelo alle ali EN1993-1-1:2005 §6.2.6
- Nbrdy [kN]:** Verifica Stabilità in compressione attorno all'asse forte y-y o debole z-z, per varie lunghezze libere d'inflessione Lc (1.00,1.50...15 m) EN1993-1-1:2005 §6.3.1
- Nbrdz [kN]:** Verifica di stabilità flessione-torsionale per varie lunghezze tra vincoli Llt (1.00,1.5015 m) EN1993-1-1:2005 §6.3.2
- Mbrd1 [kNm]:** Verifica di stabilità flessione-torsionale per diagramma di momento flettente costante (uniforme) lungo la trave
- Mbrd2:** Verifica di stabilità flessione-torsionale per diagramma di momento flettente parabolico lungo la trave

h [mm]: Altezza sezione

b [mm]: Larghezza sezione

hw [mm]: Altezza anima

dw [mm]: Altezza del tratto rettilineo dell'anima

tw [mm]: Spessore dell'anima

tf [mm]: Spessore dell'ala

r [mm]: Raggio del raccordo

G [Kg/m]: Volume

A [cm²]: Area

Iy [cm⁴]: Momento dell'area attorno y-y

Iz [cm⁴]: Secondo Momento dell'area attorno all'asse z-z



- Wy [cm³]: Modulo Sezione attorno all'asse y-y
- Wz [cm³]: Modulo Sezione attorno all'asse z-z
- Wpy [cm³]: Modulo Plastico sezione attorno all'asse y-y
- Wpz [cm³]: Modulo Plastico sezione attorno all'asse z-z
- iy [cm]: Raggio di rotazione attorno all'asse y-y
- iz [cm]: Raggio di rotazione attorno all'asse z-z
- Avz [cm²]: Area di taglio parallela all'anima
- Avy [cm²]: Area di taglio parallela all'ala
- It [cm⁴]: Costante torsionale
- Iw [cm⁶]: Costante di deformazione

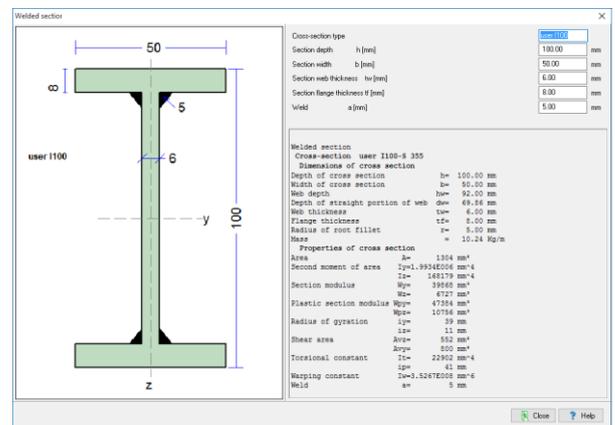
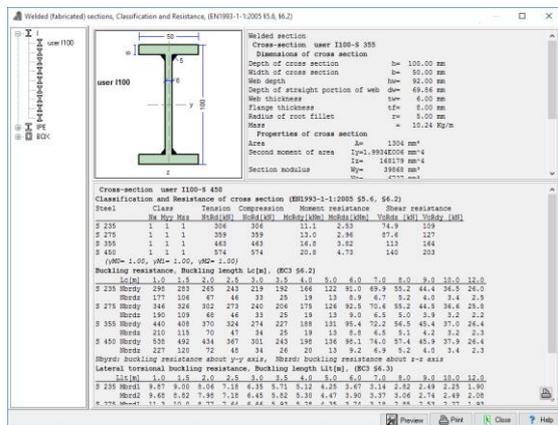
11.3 Tabelle di sezioni d'acciaio non-standard

Tabelle con sezioni d'acciaio organizzate come quelle per le sezioni standard, in cui però l'utente può cambiare le dimensioni principali. Le modifiche vengono attivate con [Modifica]. Nel momento in cui vengono cambiate le dimensioni, il programma lavora con le nuove proprietà geometriche e di resistenza. Queste sezioni possono ora essere utilizzate come sezioni standard.

11.4 Tabelle con dimensioni e proprietà delle sezioni d'acciaio saldate definite dall'utente

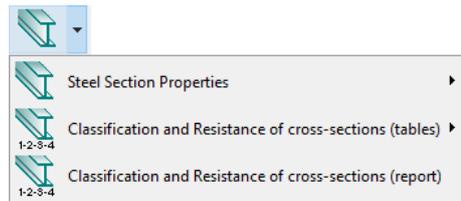
Clicca [Modifica] per visualizzare la maschera dove inserire le dimensioni della sezione d'acciaio saldata. Sono elencate contemporaneamente le proprietà di resistenza della sezione.

Per aggiungere una nuova sezione o eliminarne una esistente clicca  . Clicca [Fine Modifica] per terminare le modifiche.



11.5 Classificazione e resistenza di sezioni d'acciaio (relazione dettagliata)

1. Seleziona il tipo di sezione (standard, non- standard, saldata)
2. Dall'albero sulla sinistra seleziona la sezione.
3. Seleziona la combinazione di azioni sulla sezione. Se è una combinazione con forze assiali e momento flettente specifica le azioni.



Si ottiene una relazione dettagliata della classificazione della sezione secondo EN1993-1-1:2005 §5.5. Si possono anche personalizzare la classe dell'acciaio e il coefficiente parziale di sicurezza.

Cross-section Class 1

Diagram showing dimensions: b , t_f , r , t_w , h , y , z .

Diagram showing dimensions for HE 260 A: t_s , 260, 24, 7.5, 260, y , z .

Tree view: IPE, HE, HE A (IPB1) Euronorm 53-62, HE 100 A, HE 120 A, HE 140 A, HE 160 A, HE 180 A, HE 200 A, HE 220 A, HE 240 A, **HE 260 A**, HE 280 A, HE 300 A, HE 320 A, HE 340 A, HE 360 A, HE 400 A, HE 450 A, HE 500 A, HE 550 A, HE 600 A, HE 650 A, HE 700 A, HE 800 A, HE 900 A, HE 1000 A, HE AA, HE B (IPB) Euronorm 53-62, HE M (IPBv) Euronorm 53-62, HE Euronorm 53-62, HL, HD.

Name of design object: SECTION-001

Structural steel grade (EN1993-1-1 §3.2): S 275 $f_y=275N/mm^2$ $f_u=430N/mm^2$

Partial safety factors for actions: $\gamma_G=1.35$, $\gamma_Q=1.50$, $\psi=0.90$

Partial factors for materials: $\gamma_{M0}=1.00$, $\gamma_{M1}=1.00$, $\gamma_{M2}=1.25$

Section actions: Nc,ed, Mz,ed

Selected section: HE 260 A

Properties of cross section:

- Area: $A=8682$ mm²
- Second moment of area: $I_y=1.045E008$ mm⁴, $I_z=3.668E007$ mm⁴
- Web thickness: $t_w=7.50$ mm
- Flange thickness: $t_f=12.50$ mm
- Radius of root fillet: $r=24.00$ mm
- Mass: $m=68.20$ Kg/m

12 Resistenza delle sezioni (Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 6.2)

Progetto della sezione agli Stati Limite Ultimi, per diverse combinazioni di azioni

Combinazioni del carico di progetto

• Carico singolo

- Tensione N_t
- Compressione N_c
- Flessione M_{yy}

- Flessione M_{zz}
- Taglio V_z
- Taglio V_y

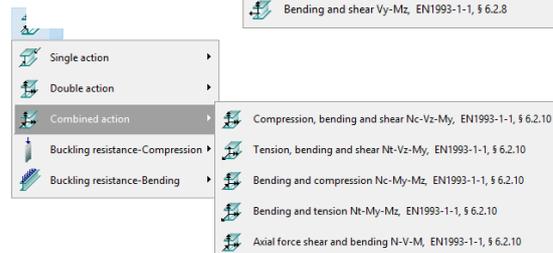
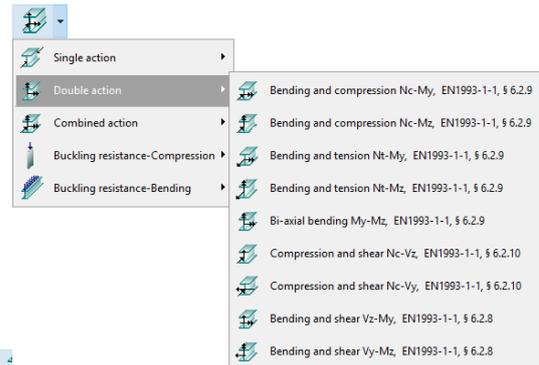
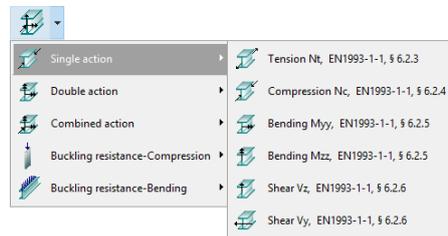
• Carichi doppi

- Flessione e compressione N_c-M_{yy}
- Flessione e compressione N_c-M_{zz}
- Flessione biassiale $M_{yy}-M_{zz}$
- Compressione e taglio N_c-V_z
- Compressione e taglio N_c-V_y

• Carichi combinati

- Compressione, flessione e taglio $N_c-V_z-M_y$

- Tensione, flessione e taglio $N_t-V_z-M_y$
- Flessione e compressione $N_c-M_{yy}-M_{zz}$
- Flessione e tensione $N_t-M_{yy}-M_{zz}$
- Forza assiale taglio e flessione $N-V-M$



1. Seleziona il tipo di sezione (standard, non- standard, saldata)
2. Dall'albero a sinistra seleziona la sezione.
3. Specifica le azioni di progetto sulla sezione.

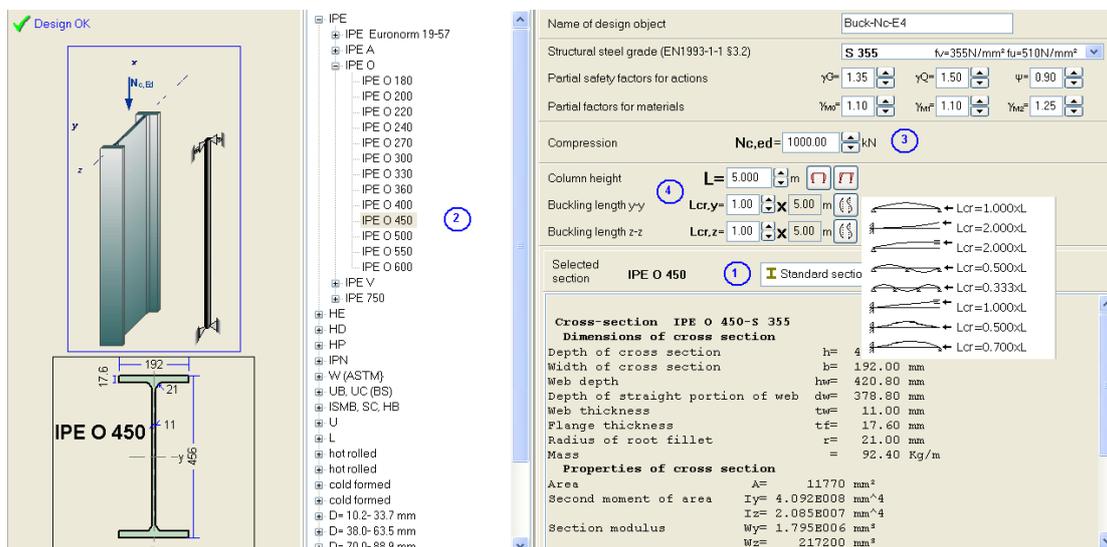
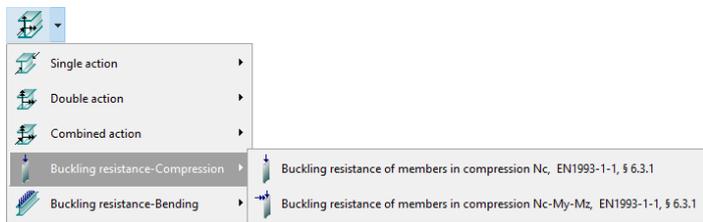
Si ottiene una relazione dettagliata per il progetto della sezione selezionato sotto I carichi specificati. Se la sezione non è appropriata a resistere al carico, vengono visualizzati dei messaggi di errore.

13 Verifica di stabilità degli elementi (Eurocodice 3, EN1993-1-1:2005 § 6.3)

13.1 Verifica di stabilità di elementi uniformi in compressione EN1993-1-1:2005 § 6.3.1

13.1.1 Colonne con solo carico assiale

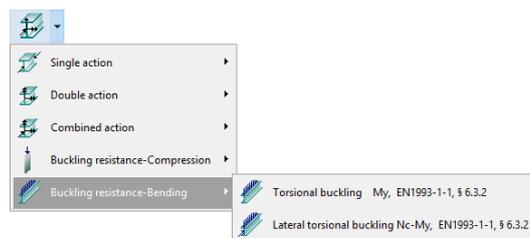
1. Seleziona il tipo di sezione
2. Dall'albero a sinistra seleziona la sezione.
3. Specifica le azioni di progetto. Carico assiale $N_{c,ed}$ [kN].
4. Specifica la L dell'elemento in metri, e le lunghezze libere d'inflessione in direzione y -y e z -z. Le lunghezze libere d'inflessione vengono inserite come rapporto con la L dell'elemento. I rapporti possono essere selezionati a partire dalle lunghezze libere d'inflessione standard cliccando su  o dalle lunghezze libere d'inflessione delle colonne di telaio cliccando su   nei casi di portali controventati o non controventati secondo l'Eurocodice 3.

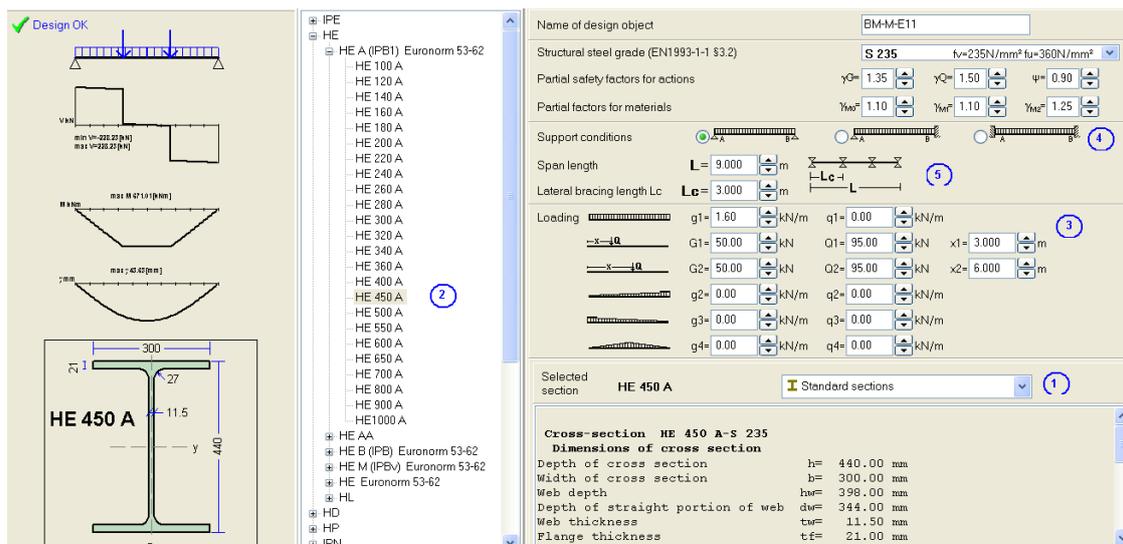


13.2 Verifica di stabilità-flessione EN1993-1-1:2005 § 6.3.2

13.2.1 Travi con solo carico verticale

1. Seleziona un tipo di sezione
2. Dall'albero a sinistra seleziona la sezione.
3. Specifica il carico sulla trave come una combinazione di carichi uniformemente distribuiti [kN/m] e concentrati [kN]. Per i carichi concentrati specifica la distanza x [m] dall'appoggio sinistro. I carichi sono per condizione di carico permanente e accidentale.
4. Specifica il tipo di appoggi laterali della trave (semplicemente appoggiata, incastrate ad un'estremità, o incastrata ad entrambe le estremità).
5. Specifica la L dell'elemento in metri, e la libera d'inflessione laterale L_c [m]. La libera d'inflessione laterale è la distanza tra i supporti laterali.

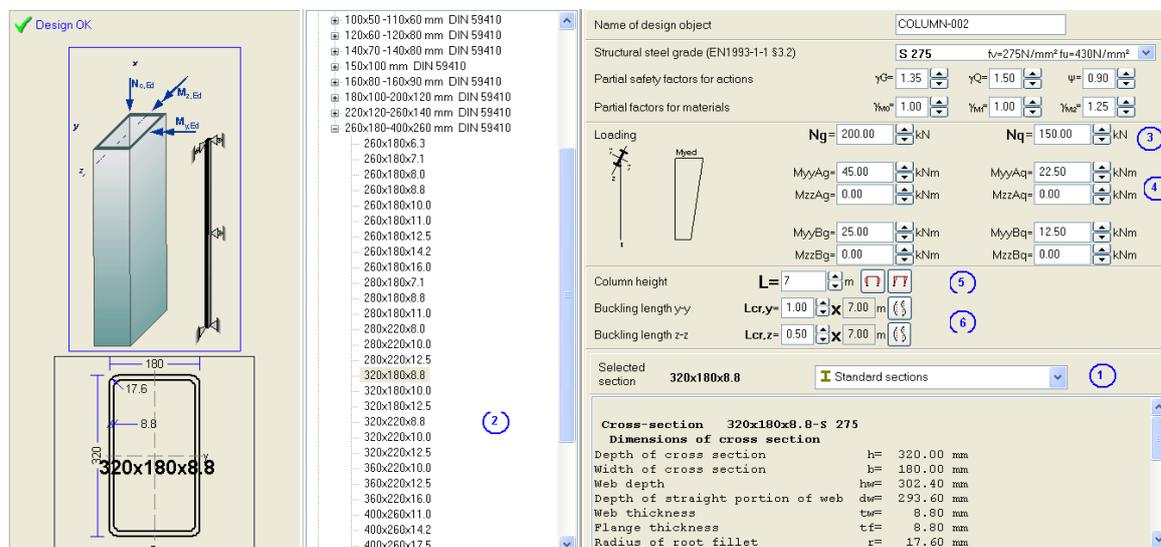




13.3 Elementi sottoposti a flessione e compressione assiale, (EN1993-1-1:2005 § 6.3.3)

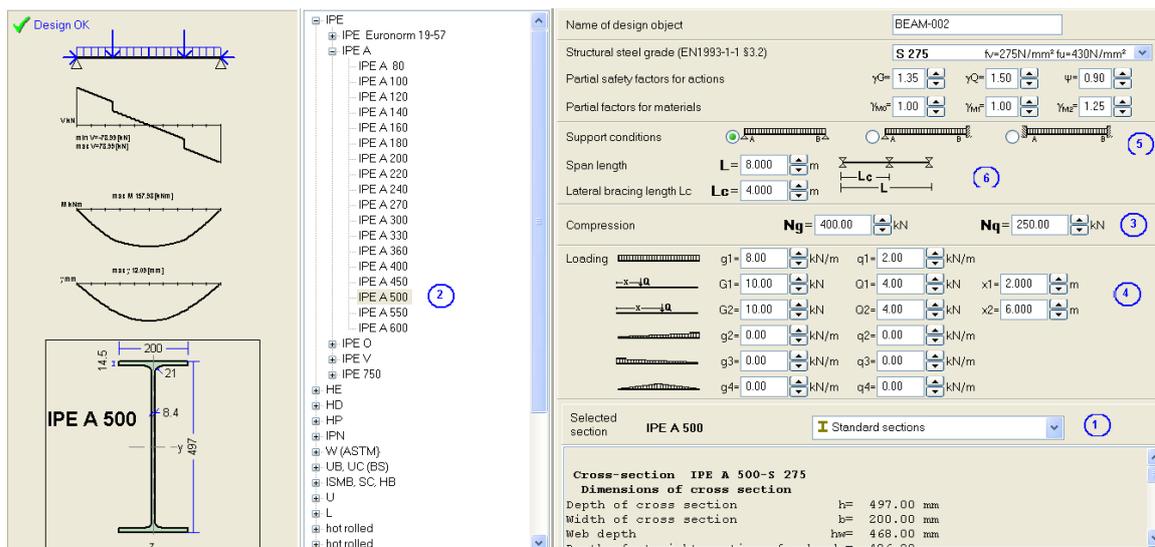
13.3.1 Colonne con compressione assiale e momenti di estremità

1. Seleziona il tipo di sezione
2. Dall'albero a sinistra seleziona la sezione.
3. Specifica il carico assiale sulla colonna N_g [kN] (permanente) e N_q [kN] (accidentale).
4. Specifica i momenti di estremità della colonna nel punto più alto A e in quello inferiore B. I momenti M_{yy} [kNm] per la flessione attorno all'asse principale e M_{zz} [kNm] per la flessione attorno all'asse secondario. I momenti M_{yyAg} , M_{zzAg} , M_{yyBg} , M_{zzBg} per i carichi permanenti e M_{yyAq} , M_{zzAq} , M_{yyBq} , M_{zzBq} per carichi accidentali.
5. Specifica la L in metri.
6. Specifica le lunghezze libere d'inflessione nelle direzioni y-y e z-z. Le lunghezze libere d'inflessione vengono inserite come rapporto con la dell'elemento. I rapporti possono essere selezionati a partire dalle lunghezze libere d'inflessione standard cliccando su  o dalle lunghezze libere d'inflessione delle colonne di telaio cliccando su  nei casi di portali controventati o non controventati secondo l'Eurocodice 3.



13.3.2 Travi con carico verticale e compressione assiale

1. Seleziona il tipo di sezione
2. Dall'albero a sinistra seleziona la sezione.
3. Specifica il carico assiale sulla trave permanente N_g [kN], N_q e quello accidentale [kN].
4. Specifica il carico sulla trave come combinazione di carichi uniformi [kN/m] e carichi concentrati [kN]. Per i carichi concentrati specifica la distanza x [m] dall'appoggio sinistro. I carichi sono per condizioni permanenti e accidentali.
5. Specifica il tipo di vincoli di estremità della trave.
6. Specifica la dell'elemento L in metri, e la libera d'inflessione laterale L_c [m]. La libera d'inflessione laterale è la distanza tra i supporti laterali.



14 Connessioni EN1993-1-8:2005

Progetto di diverse connessioni. Per molti tipi di connessioni si hanno quindi:

1. Progetto della connessione, specificando i carichi sulla connessione, il programma seleziona il tipo di geometria ottimale e la disposizione dei bulloni per soddisfare il progetto del nodo.
2. Portata della connessione, l'utente specifica la geometria della connessione e la disposizione dei bulloni, e viene quindi valutata la capacità dell'unione.

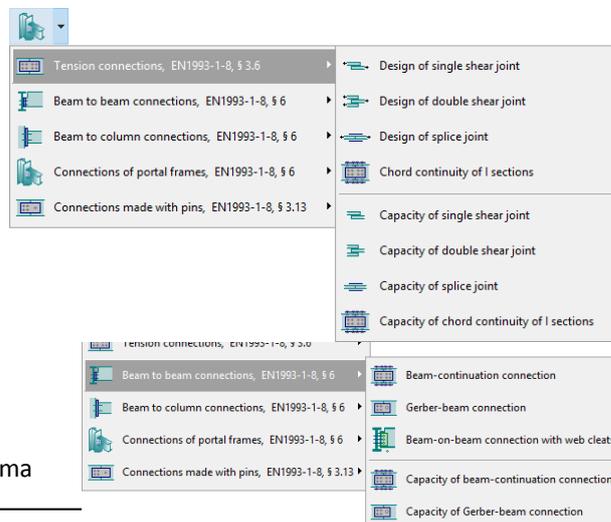
14.1 Tipi di connessione

14.1.1 Unioni a trazione (progetto e portata)

- Unione a taglio singolo
- Unione a taglio doppio
- Giunto
- Continuità dei correnti con sezione a I

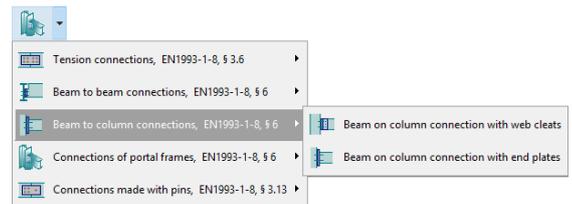
14.1.2 Connessioni trave-trave (progetto e portata)

- Connessione trave-continuazione
- Connessione del tipo a sella Gerber tra travi
- Connessione trave-trave con coprigiunti d'anima

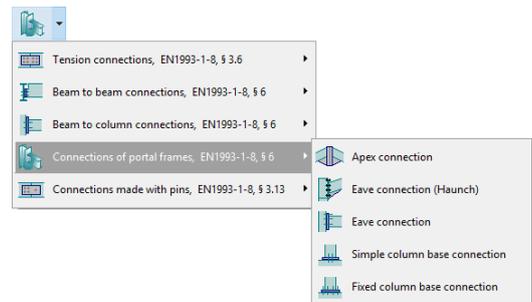
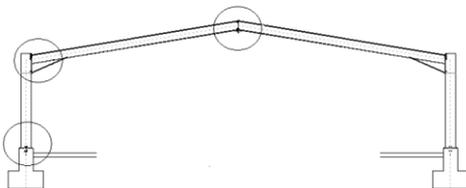


14.1.3 Connessioni trave-pilastro

- Connessione trave pilastro-con coprigiunti d'anima
- Connessione trave-pilastro con flange



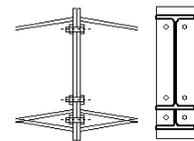
14.1.4 Connessioni dei telai a portale



Connessioni bullonate con flange o piastre di base.

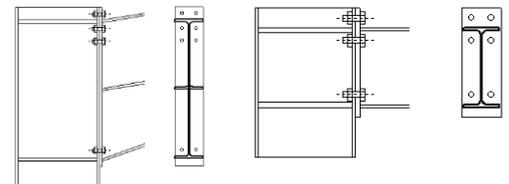
• **Connessione di sommità**

Sotto il solito carico con momento flettente positive, la parte bassa della connessione è tesa. E' previsto un piccolo tratto rastremato in basso per aumentare il braccio per calcolare la trazione nei bulloni.



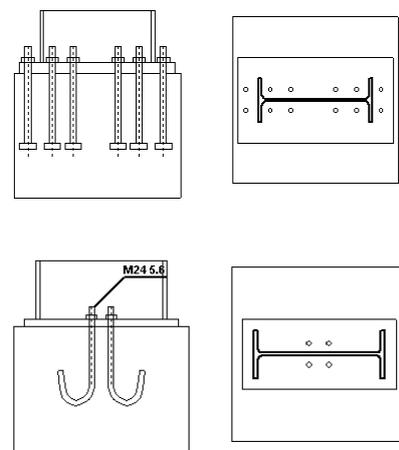
- **Connessione gronda con tratto rastremato**
- **Connessione gronda senza tratto rastremato**

Per connessioni con elevati momenti flettenti è previsto un tratto rastremato per aumentare il braccio per calcolare la trazione nei bulloni. L'altezza del tratto rastremato è supposta pari a quella della trave. E' previsto un rinforzo a compressione nella colonna, nella parte bassa della connessione per sopportare l'aumento di forze di compressione.



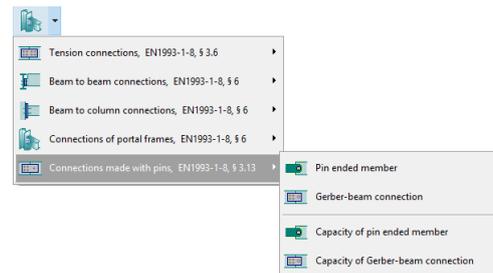
- **Connessione semplice base pilastro**
- **Connessione incastro base pilastro**

La connessione ha una piastra di base connessa a Colonna tramite saldature ad angolo. Vengono progettati gli ancoraggi. I bulloni sono ancorati nel calcestruzzo con uncini o rondelle. Se la connessione è una connessione semplice, non è progettata per sopportare il momento flettente. (unione a cerniera). Nel caso di unione a cerniera, I bulloni sono collocati nel centro della colonna. Se la connessione è progettata per sopportare il momento flettente (connessione incernierata), i bulloni sono collocati all'esterno e vicino al bordo della colonna.



14.1.5 Connessioni con perni (progetto e portata)

- Elementi terminanti con perni
- Collegamenti del tipo a sella Gerber tra travi



14.2 Dati dell'unione

14.2.1 Carichi della connessione

Forze e momenti di progetto sugli elementi connessi seguendo i disegni mostrati.

14.3 Bulloni della connessione EN1993-1-8 §3.1

- Diametro dei bulloni in mm M (from 8 to 30 mm)
- Classe dei bulloni. (From 4.6 to 10.9) secondo EN1993-1-8 Tab3.1.
- Bulloni standard o precompressi (solo per bulloni di classi 8.8 e 10.9) EN1993-1-8 §3.1.2. In caso di bulloni precompressi dare u valori di K_s , μ , γ_{M3} secondo EN1993-1-8 §3.9.1
- Piano di taglio lungo la parte filettata oppure no EN1993-1-8 Tab 3.4.

Bolts [EN1993-1-8 §3.1]		<input type="radio"/> Regular bolts <input checked="" type="radio"/> Preloaded bolts	
Bolts, diameter, strength grade	M 22 Grade 10.9		
Shear plane of bolt (EN1993-1-8 §3.5)			
Slip-resistance connection	$k_{ss} = 1.00$	$\mu = 0.50$	$\gamma_{M3} = 1.25$

Loading Nc,ed = 400.00 kN

14.4 Piastre di connessione

Le dimensioni delle piastre di connessione sono date in mm.

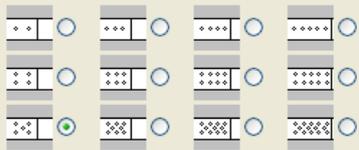
Connected plates	
Plate-1, width b and thickness t	b1 = 240 mm t1 = 10 mm
Plate-2, width b and thickness t	b2 = 240 mm t2 = 8 mm

14.5 Geometria del nodo

Nel caso in cui si valuti la capacità del nodo, bisogna scegliere il numero e la posizione dei bulloni. Devono essere specificate le distanze tra i bulloni.

Nel caso di progetto della connessione sotto un dato carico, il programma sceglie la geometria ottimale e il numero di bulloni necessario.

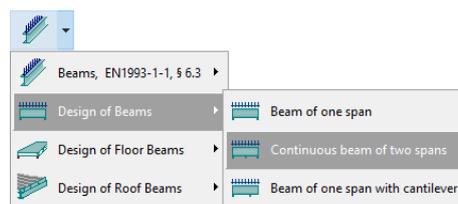
Le distanze dai bordi e tra i bulloni sono quelle secondo EN1993-1-8 Tab 3.3 e Fig. 3.1

Joint type				
Edge distances of bolts	e1=ex= 55 mm	e2=ey= 50 mm		
Spacing of bolts	p1=px= 113 mm	p2=py= 140 mm		

15 Progetto di travi in acciaio

15.1.1 Trave in generale

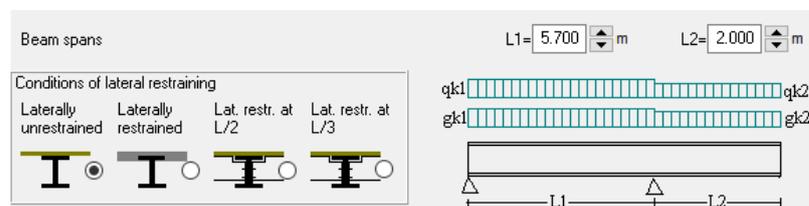
- Trave di una campata,
- Trave continua a due campate,
- Trave con una campata e sbalzo.



Carichi sulla trave

Carichi permanenti e variabili uniformemente distribuiti in Kn/m. Il programma aggiunge il peso proprio della trave.

Beam loads			
Permanent load (EN1991-1-1 §5.2)	gk1=	7.00	kN/m
Variable load (EN1991-1-1 §6.3)	qk1=	8.00	kN/m
	gk2=	7.00	kN/m
	qk2=	8.00	kN/m



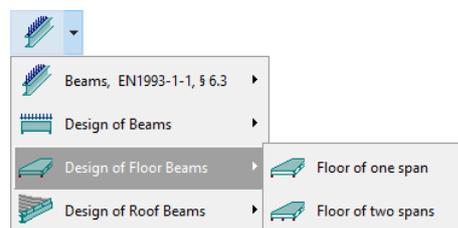
Luci della trave e condizioni di vincolo laterale

Luce della trave L in metri

Condizioni di vincolo laterale, non vincolato lateralmente, totalmente vincolato lateralmente, e vincolato lateralmente in mezzeria o a un terzo della luce.

15.2 Progetto di travi di solaio

- Solaio a una campata
- Solaio a due campate



Carichi sul solaio

- Peso dei materiali di finitura del solaio, il peso delle finiture del solaio (piastrelle ecc.)
- Peso della struttura del solaio cioè il peso della struttura del solaio. Se si selezionano piastre di calcestruzzo sottili (70mm) o solai in legno, le travi del solaio vengono spuntate come non vincolate lateralmente, mentre per solai in acciaio (piastre in acciaio ecc.) le travi vengono selezionate come vincolate in un punto in mezzeria. I vincoli laterali possono comunque essere successivamente modificati.
- Carico variabile. Si possono selezionare dalla tabella delle EN1991-1-1 6.3).

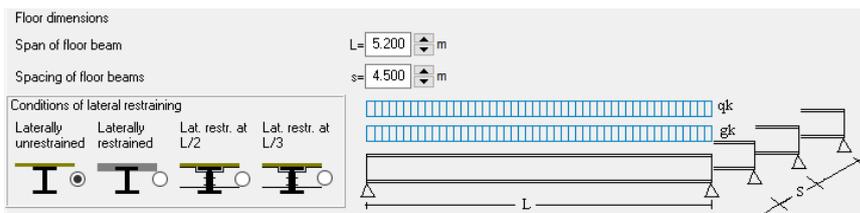
Steel floor	0.70 kN/m ²
Concrete floor 70mm	1.75 kN/m ²
Concrete floor 100mm	2.50 kN/m ²
Concrete floor 150mm	3.75 kN/m ²
Concrete floor 200mm	5.00 kN/m ²
Concrete floor 250mm	6.25 kN/m ²
Concrete floor 300mm	7.50 kN/m ²
Timber floor	0.30 kN/m ²
Steel floor	0.70 kN/m ²

Luci delle travi e vincoli laterali

Le luci delle travi (L) delle travi principali del solaio e l'interasse tra le travi (s) in metri.

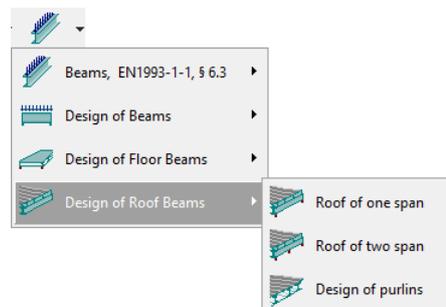
Condizioni di vincolo laterale, non vincolato lateralmente, totalmente vincolato lateralmente, e vincolato lateralmente in mezzeria o a un terzo della luce.





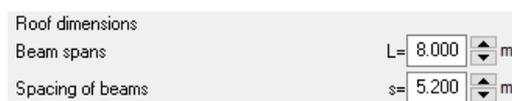
15.3 Progetto di travi di copertura

- Travi di copertura ad una o due campate
- Arcarecci



Dimensioni

Solaio principale, luci delle travi e interasse. La luce dell'arcareccio è uguale all'interasse tra le travi.



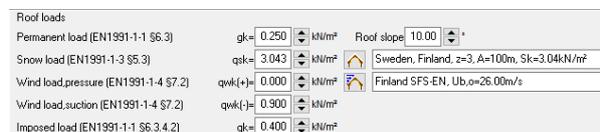
Carichi

Carichi permanenti

- Peso proprio dei rivestimenti della copertura [kN/m²]

Esso include il peso della lamiera, degli arcarecci e quello del materiale isolante.

- Peso del soffitto sotto la copertura [kN/m²]
- Il peso proprio delle travi, è calcolato dal programma a partire dalla sezione dell'elemento e con un peso specifico $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

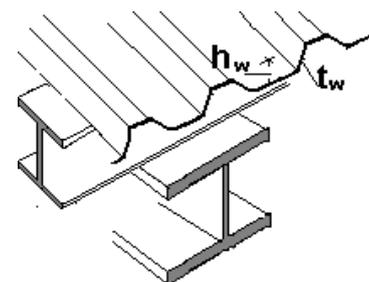


Carichi variabili

- Carico imposto secondo EN1990-1-1 Tab 6.1, calcolato dal programma secondo gli Annessi Nazionali selezionati
- Carico neve, secondo l'Eurocodice 1-3:2004
- Carico vento, secondo l'Eurocodice 1-4:2005

15.4 Progetto degli arcarecci

Il rivestimento è supportato dagli arcarecci. Lo spessore della lamiera t_w [mm] e l'altezza h_w [mm] vengono utilizzati per stimare il grado di vincolo laterale degli arcarecci.



Purlins

Purlin spacing mm

Cladding(Sheeting) Sheeting thickness $t_w =$ mm

Profile depth $h_w =$ mm

Simply supported purlin
 Continuous purlin
 Purlin laterally unrestrained
 Purlin laterally restrained

L'interasse tra gli arcarecci è la distanza tra gli assi degli arcarecci. La sezione degli arcarecci può essere una sezione simmetrica (I) o una non simmetrica Z, C o U. Nel caso di sezione di arcareccio non simmetrica, l'arcareccio è considerato completamente vincolato lateralmente per carichi verso il basso (curvatura verso il basso).

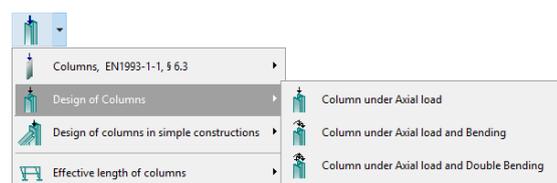
Selezionando *arcareccio non vincolato lateralmente*, il possibile vincolo dell'arcareccio dovuto alla lamiera, viene trascurato. Selezionando *arcareccio vincolato lateralmente* viene valutato il vincolo dovuto alla lamiera e utilizzato per la pressione del vento (curvatura verso il basso). L'arcareccio è considerato non vincolato lateralmente per il sollevamento da vento (curvatura verso l'alto).

Per la valutazione del momento flettente e le forze di taglio di progetto si può scegliere tra *Arcareccio semplicemente appoggiato* o *Arcareccio continuo*. Nel secondo caso l'arcareccio è considerato continuo su più campate.

16 Progetto di pilastri in acciaio

16.1 Pilastri in generale

- Pilastro sottoposto a carico assiale
- Pilastro sottoposto a carico assiale e flessione
- Pilastro sottoposto a carico assiale e flessione doppia



Carichi

Loading

Permanent load (EN1991-1-1 §5.2) $N_g =$ kN $M_{yg} =$ kNm $M_{zg} =$ kNm

Variable load (EN1991-1-1 §6.3) $N_q =$ kN $M_{yq} =$ kNm $M_{zq} =$ kNm

Carico assiale in (kN) e momenti flettenti in (kNm) nelle due direzioni. Y-y è la direzione principale, z-z è la direzione secondaria. Carichi permanenti e variabili.

Altezza dei pilastri e lunghezze libere d'inflessione

Column height $L =$ m

Buckling length y-y $L_{cr,y} =$ \times $\left[\frac{6.80}{m} \right]$

Buckling length z-z $L_{cr,z} =$ \times $\left[\frac{3.40}{m} \right]$

EC3 (§6.3.2) EC3-Eq.6.56 EC3-Eq.6.57

EC3 (§6.3.3) Method 1 Method 2 Method 1 and 2

Buckling lengths, In-plane buckling

Buckling lengths, Out-of-plane buckling

Altezza dei pilastri e lunghezze libere d'inflessione nelle due direzioni di flessione, y-y e z-z. Le lunghezze libere d'inflessione vengono specificate tramite rapporto con l'altezza della colonna. I rapporti possono

essere selezionati dalle lunghezze libere d'inflessione standard cliccando su  o dalle lunghezze libere d'inflessione delle colonne di un portale cliccando su   per telai controventati o non controventati secondo l'Eurocodice 3.

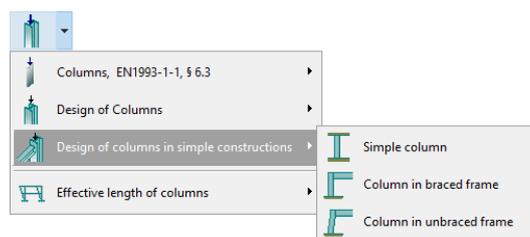
Opzioni Eurocodice 3

Si possono selezionare le Curve di stabilità delle Eq 6.56 o Eq. 6.57.

Si può selezionare il metodo (1 o 2 o entrambi) per il calcolo dei fattori di interazione K_{yy}, k_{yz}, k_{zy} e k_{zz} .

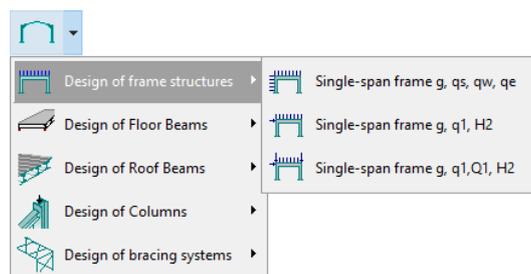
16.2 Pilastri in costruzioni semplici

- Pilastri semplici
- Pilastri in telai controventati
- Pilastri in telai non controventati



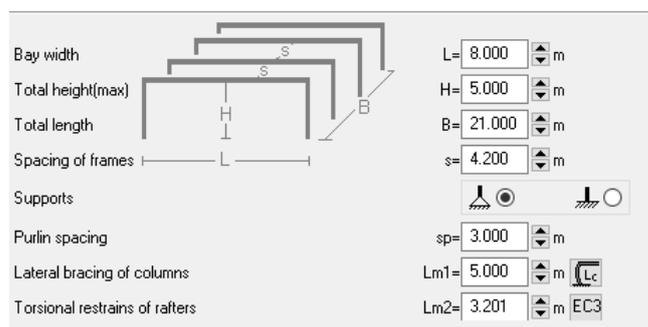
17 Progetto di strutture semplici

- **Telaio a una campata con neve, vento e carico sismico** (comune nei telai a portale di edifici industriali)
- **Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale.** (comune nei telai a portale di edifici a un piano)
- **Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale con carichi concentrati sui pilastri.** (comune nei telai a portale di edifici pluripiano)



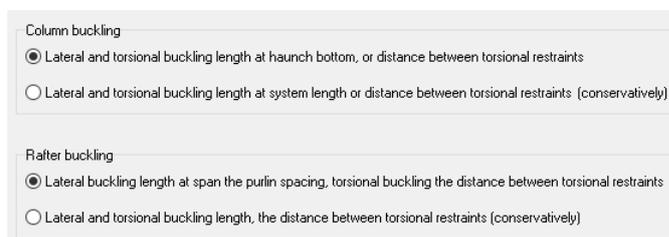
17.1 Dimensioni di base della struttura

- Larghezza della campata L [m], la distanza tra gli assi dei pilastri.
- Altezza totale H [m] altezza del pilastro in corrispondenza del punto dell'asse.
- totale B [m].
- Interasse s [m] tra i telai, distanza trasversale tra gli assi dei pilastri.
- Tipo di supporto. Incernierato o incastrato.
- L'interasse del rinforzo laterale dei pilastri e i vincoli torsionali dei puntoni usati per il progetto della stabilità flessio-torsionale.



17.2 Parametri di progetto per il controllo della stabilità

Seleziona il modo in cui viene verificato l'ingobbamento laterale. Cliccando su  vengono definiti i supporti laterali dei pilastri e i puntoni.



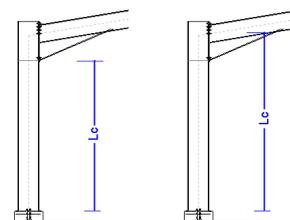
Stabilità pilastro

(1): (default più ragionevole)

- Stabilità nel piano, libera d'inflessione critica L_{cr} = tra i punti dell'asse.
- Stabilità fuori piano, torsionale, flessio-torsionale, stabilità critica L_{cr} l'altezza della Colonna fino al rinforzo, o la distanza tra i vincoli laterali L_{m1} , se specificata inferiore alla della colonna.

(2): (conservativo)

- Stabilità nel piano L_{cr} = tra i punti dell'asse.
- Stabilità fuori piano, torsionale e flessio-torsionale, L_{cr} distanza tra i nodi o distanza tra vincoli torsionali L_{m1} .



Stabilità puntone

(2) (default più ragionevole)

- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi. Questa è calcolata dalla totale L e the first buckling mode.
- libera d'inflessione laterale at span the purlin space, torsional buckling the distance between torsional restraints L_{m2}

(2) (conservativo)

- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi
- libera d'inflessione flessio-torsionale, la distanza tra i vincoli torsionali L_{m2} .



17.3 Parametri NAD

Cliccare **EC3** per visualizzare e sistemare (se necessario) i parametri dell'Eurocodice 3 e degli Annessi Nazionali.

Coefficienti delle azioni per gli Stati Limite Ultimi EQU e STR.
Secondo l'Eurocodice 0 Tabelle A1.2A e TA1.2B.

Cliccare Ripristina per ripristinare i valori degli Annessi Nazionali.

Coefficienti delle Combinazioni di carico secondo l'Eurocodice 0 Tabella A1.1.

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Category A (domestic and residential areas)	0.70	0.50	0.30
Category B (office areas)	0.70	0.50	0.30
Category C (common areas)	0.70	0.70	0.60
Category D (shopping areas)	0.70	0.70	0.60
Category E (storage areas)	1.00	0.90	0.60
Category F (parking areas light $\leq 35kN$)	0.70	0.70	0.60
Category G (parking areas medium $35kN < \leq 160kN$)	0.70	0.50	0.30
Category H (roofs)	0.00	0.00	0.00
Snow loads on buildings (H>100 m.a.s.l.)	0.70	0.50	0.20
Snow loads on buildings (H<=100 m.a.s.l.)	0.50	0.20	0.00
Wind loads on buildings	0.60	0.20	0.00

Coefficienti parziali di sicurezza sui Materiali per l'acciaio secondo l'Eurocodice 3 §6.1

Cemento armato secondo l'Eurocodice 2 §2.4.2.4., usato per il cemento armato delle fondazioni.

Eurocodice 3, parametri di progetto.

Calcolo della stabilità flesso-torsionale basato sull'Eurocodice 3 Eq. 6.56, e Tabelle T 6.3 e T 6.4 (le più comuni).

Calcolo della stabilità flesso-torsionale basato su Eurocodice 3 Eq. 6.57, e Tabella T 6.5.

Metodo per Flessione e compressione.

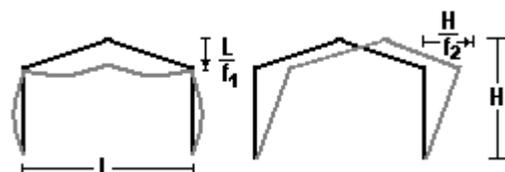
Metodo 1 Annesso A o metodo 2 Annesso B (più comuni)
Sorgente per il calcolo del momento elastico critico per instabilità laterale.

Parametri dei Portali

Specifica alcuni parametri che non sono coperti dagli Annessi Nazionali, come:

Limiti degli spostamenti per Stati limite di Esercizio (SLE).

I limiti per questi spostamenti sono generalmente definiti negli Annessi Nazionali. EN1993-1-1 § 7.2 e EN 1990 Annesso A1.4 Secondo l'EN1993-1-1 questi limiti possono essere specificati per ogni progetto e in accordo con il cliente. Valori comuni: spostamento verticale L/200, spostamento orizzontale H/150, spostamento verticale dovuto alla flessione L/200.



U.LS (EQU) EC0 EN1990:2002 §6.4 Tab.A1.2A	$\gamma_{G, sup} = 1.10$
Action coefficient for permanent loads, unfavourable	$\gamma_{G, inf} = 0.90$
Action coefficient for permanent loads, favourable	$\gamma_Q = 1.50$
U.LS (STR) EC0 EN1990:2002 §6.4 Tab.A1.2B	$\gamma_{G, sup} = 1.35$
Action coefficient for permanent loads, unfavourable	$\xi = 0.850$
Action coefficient for permanent loads, favourable	$\gamma_{G, inf} = 1.00$
Action coefficient for variable loads, unfavourable	$\gamma_Q = 1.50$

Eurocode 3 (Steel structures) EC3 EN1993-1-1:2005 §6.1	$\gamma_{M0} = 1.00$	$\gamma_{M1} = 1.00$	$\gamma_{M2} = 1.25$
Eurocode 2 (Reinforced concrete) EC2 EN1992-1-1:2004 §2.4.2.4	$\gamma_c = 1.50$	$\gamma_s = 1.15$	
Eurocode 7 (Geotechnical design) EC7 EN1997-1-1:2004 Annex A	$\gamma_{qU}(EQU, GEO) = 1.40$	$\gamma_{\phi}(EQU, GEO) = 1.25$	

Lateral torsional buckling [EN1993-1-1 §6.3.2.3]
 Method of computation:
 EC3-Eq.6.56 EC3-Eq.6.57
 $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0.40$ $\beta = 0.75$

Bending and compression [EN1993-1-1 §6.3.3]
 Method of computation:
 Method 1 Method 2 Method 1 and 2

Limit for vertical deflection $w \leq L/11$ $f1 = 200.0$

Limit for horizontal deflection $u \leq H/12$ $f2 = 150.0$

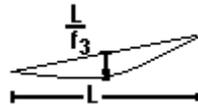
Maximum roof deflection in general $w_{max} \leq L/13$ $f3 = 200.0$

Floor deflection due to variable action $w3 \leq L/14$ $f4 = 250.0$

Limit roof slope, to consider snow and wind load as for flat frame $\alpha \leq 2.0$ $f5 = 2.0$

Column buckling
 Lateral and torsional buckling length at haunch bottom, or distance between torsional restraints
 Lateral and torsional buckling length at system length or distance between torsional restraints (conservatively)

Rafter buckling
 Lateral buckling length at span the purlin spacing, torsional buckling the distance between torsional restraints
 Lateral and torsional buckling length, the distance between torsional restraints (conservatively)



17.4 Sezioni

Steel Section Properties

I	h	b	tw	tf	r	A	G	ly	Wy	Wply	iy	Av.z	Iz	Wz	Wplz	iz	Av.y	It	Iw
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁶
I 80	80	42	3.9	5.9	3.9	7.57	5.94	77.80	19.50	22.70	3.21	3.30	6.29	3.00	5.46	0.912	4.96	0.798	100.0
I 100	100	50	4.5	6.8	4.5	10.60	8.34	171.0	34.20	39.70	4.02	4.72	12.20	4.88	8.94	1.07	6.80	1.47	307.6
I 120	120	58	5.1	7.7	5.1	14.20	11.1	328.0	54.70	63.50	4.81	6.45	21.50	7.41	13.63	1.23	8.93	2.49	789.4
I 140	140	66	5.7	8.6	5.7	18.20	14.3	573.0	81.90	95.20	5.61	8.32	35.20	10.70	19.73	1.39	11.35	3.96	1 779
I 160	160	74	6.3	9.5	6.3	22.80	17.9	935.0	117.0	136.0	6.40	10.54	54.70	14.80	27.41	1.55	14.06	6.01	3 633
I 180	180	82	6.9	10.4	6.9	27.90	21.9	1 450	161.0	187.0	7.21	13.00	81.30	19.80	36.86	1.71	17.06	8.76	6 873
I 200	200	90	7.5	11.3	7.5	33.40	26.2	2 140	214.0	249.0	8.00	15.60	117.0	26.00	48.26	1.87	20.34	12.36	12 222
I 220	220	98	8.1	12.2	8.1	39.50	31.1	3 060	278.0	323.0	8.80	18.55	162.0	33.10	61.79	2.03	23.91	16.97	20 659
I 240	240	106	8.7	13.1	8.7	46.10	36.2	4 250	354.0	411.0	9.60	21.75	221.0	41.70	77.64	2.19	27.77	22.76	33 469
I 260	260	113	9.4	14.1	9.4	53.30	41.9	5 740	442.0	513.0	10.38	25.41	288.0	51.00	95.14	2.32	31.87	30.52	51 258
I 280	280	119	10.1	15.2	10.1	61.00	47.9	7 590	542.0	631.0	11.15	29.43							
I 300	300	125	10.8	16.2	10.8	69.00	54.2	9 900	653.0	761.0	11.92	33.75							
I 320	320	131	11.5	17.3	11.5	77.70	61.0	12 510	782.0	913.0	12.69	38.34							
I 340	340	137	12.2	18.3	12.2	86.70	68.0	15 700	923.0	1 078	13.46	43.26							
I 360	360	143	13.0	19.5	13.0	97.00	76.1	19 610	1 090	1 274	14.22	48.83							
I 380	380	149	13.7	20.5	13.7	107.0	84.0	24 010	1 260	1 480	14.98	54.34							
I 400	400	155	14.4	21.6	14.4	118.0	92.4	29 210	1 460	1 712	15.73	60.37							
I 425	425	163	15.3	23.0	15.3	132.0	104.0	36 970	1 740	2 041	16.74	67.58							
I 450	450	170	16.2	24.3	16.2	147.0	115.0	45 850	2 040	2 394	17.66	76.19							
I 475	475	178	17.1	25.6	17.1	163.0	128.0	56 480	2 380	2 795	18.61	85.00							
I 500	500	185	18.0	27.0	18.0	179.0	141.0	68 740	2 750	3 235	19.60	93.68							
I 550	550	200	19.0	30.0	19.0	212.0	166.0	99 180	3 610	4 229	21.63	109.1							
I 600	600	215	21.6	32.4	21.6	254.0	199.0	139 000	4 630	5 465	23.39	135.7							

show steel section drawing

Specifica la sezione per i pilastri e i puntoni. Selezionare se si desidera usare i profili delle sezioni Standard, Non-standard o sezioni fabbricate (sezioni saldate). Le sezioni sono quelle della libreria di sezioni del the programma. In essa vanno specificate le proprietà per le sezioni non-standard e vengono create le sezioni saldate.

Steel sections (EN1993-1-1 §5)

Steel section for column: **IPE 300**

Steel section for rafter: **IPE 400**

Standard sections
 Non standard sections
 Welded (fabricated) sections

Sono incluse tutte le sezioni standard formate a caldo o a freddo.

Clicca per far apparire la libreria delle sezioni e selezionare il profilo. Si seleziona il tipo di sezione nell'albero a sinistra e nello stesso tempo vengono stampate nella finestra a destra le proprietà di tutte le alter sezioni di quel gruppo, assieme con il disegno della sezione in scala. Le proprietà geometriche della sezione sono calcolate precisamente tenendo anche conto degli smussi. L'annotazione viene riportata nel disegno nella finestra in basso a sinistra.

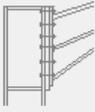
17.5 Stima delle dimensioni dell'elemento

Cliccando si ottiene una stima delle dimensioni delle dimensioni di un elemento. Si può partire da questa stima per poi continuare con un progetto più accurato.

17.6 Connessioni dei telai a portale

Le connessioni bullonate di sommità e di gronda tramite flangia sono progettate per resistere al momento e al taglio. Per le connessioni di sommità e di gronda la flangia (spessore e classe di acciaio) e i bulloni (diametro, classe) sono gli stessi. Lo spessore della flangia di sommità e di gronda deve essere almeno pari a quello delle sezioni della Colonna e della trave. Alla base del rinforzo, viene progettato un irrigiditore per resistere alle forze di compressione compressive.

Connections: EN1993-1-8	<input checked="" type="checkbox"/> Design of connections	
End Plate (eave, apex)	Thickness tp= 20 mm	S 235
Bolts, diameter, strength grade	M 20	10.9 Bolt strength grade
Base Plate	Thickness tb= 30 mm	S 235
Anchor bolts	M 20	5.6 Bolt strength grade
Concrete-Steel class	C25/30 - B500C	



La piastra di base bullonata è progettata per una Colonna su blocco di calcestruzzo. I bulloni di ancoraggio sono progettati per resistere alle forze di taglio e di sfilamento dovute al vento o alle forze sismiche. CEN/TS 1992-4-1:1992 e CEN/TS 1992-4-2:1992 vengono usate per il progetto delle viti nel calcestruzzo.

I tirafondi di ancoraggio della piastra di base sono prolungati con dispositivi di ancoraggio. Il sistema di ancoraggio può essere (uncino semplice, uncino inflesso o rondelle). I tipi di ancoraggio a uncino (prime due scelte) non possono essere selezionati per classi di bulloni grade con $f_y > 300 \text{ N/mm}^2$ ($M > 5.6$), secondo l'Eurocodice 1993-1-8:2005, 6.2.6.12 (6). I bulloni di ancoraggio con uncino hanno molto meno capacità degli ancoraggi con rondelle.

Il progetto delle connessioni viene saltato se Progetto delle connessioni non è spuntato.
 Il progetto delle connessioni viene saltato automaticamente se viene selezionata una sezione cava.

Se durante il processo di progettazione lo spessore della piastra di base o il diametro dei bulloni non è adeguato, il programma li adatta (se possibile) a nuovi valori maggiori se le caselle a fianco di essi non sono spuntate. Le connessioni sono progettate secondo EN1993-1-8.

17.7 Carico su telai a portale

17.7.1 Telaio a una campata con carico neve, vento e sismico

Il programma crea e valuta automaticamente tutte le combinazioni di carico agli stati limite ultimo SLU (EQU, STR), e di esercizio state SLE. I fattori parziali dei carichi e quelli delle combinazioni di carico vengono presi secondo l'Eurocodice 0 e Annessi Nazionali. I carichi base sono:

Loads: EN1991-1-1, EN1998-1-1		
Snow load on the ground (EN1991-1-3 §4)	Sk= 0.689 kN/m²	IBR, z=4, A=100m, Sk=0.00kN/m², Ce=1.00, Ct=
Wind pressure on vertical surface (EN1991-1-4 §4)	qwk= 0.900 kN/m²	Finland SFS-EN
Wind internal pressure (EN1991-1-4 §7.2.9)	wi=Cpi qwk= 0.000 kN/m²	
Load of roof covering (EN1991-1-1)	gk1= 0.200 kN/m²	
Load of ceiling under the roof	gk2= 0.000 kN/m²	
Seismic loading (EN1998-1-1)	$\alpha = \alpha_{gr}/g$ 0.040	Europe, Seismic zone: 0, agr/g=0.040

Carichi permanenti

- Peso proprio dei rivestimenti della copertura [kN/m²].
- Il peso del soffitto sotto la copertura [kN/m²]
- Il peso proprio degli elementi della cornice, calcolati dal programma a partire dalla sezione dell'elemento e con un peso specifico $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

17.7.1.1 Carichi variabili sulla copertura

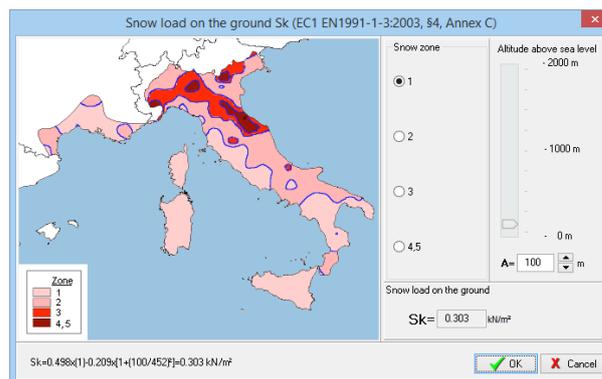
- Carico imposto secondo EN1990-1-1 Tab 6.1, calcolato dal programma secondo gli Annessi Nazionali selezionati
- Carico neve secondo l'Eurocodice 1-3:2004

Concrete floor 100mm	2.50 kN/m²	▼
Concrete floor 70mm	1.75 kN/m²	
Concrete floor 100mm	2.50 kN/m²	
Concrete floor 150mm	3.75 kN/m²	
Concrete floor 200mm	5.00 kN/m²	
Concrete floor 250mm	6.25 kN/m²	
Concrete floor 300mm	7.50 kN/m²	
Timber floor	0.30 kN/m²	
Steel floor	0.70 kN/m²	



Il carico neve al suolo caratteristico s_k è espresso in kN/m^2 .

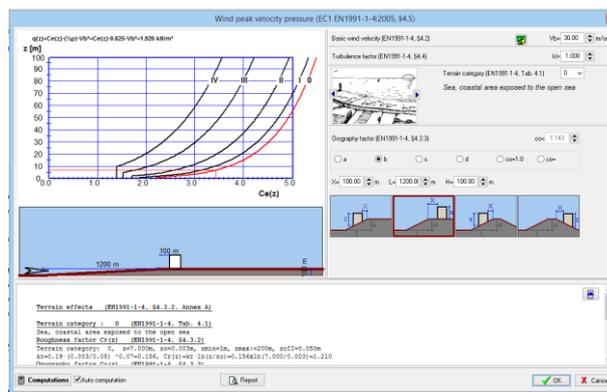
Clicca , e apparirà una finestra di dialogo speciale. In questa finestra si impostano la zona climatica e l'altitudine di riferimento. Il carico neve al suolo caratteristico è calcolato secondo l'Eurocodice 1-3:2004, e gli Annessi Nazionali. La zona climatica può essere selezionata da Parametri/Carico neve. Il carico neve in copertura calcolato l'Eurocodice 1-3:2003.



• Carico vento, secondo l'Eurocodice 1-4:2005

La pressione del vento su una superficie verticale viene espresso in kN/m^2 . Clicca  e in questa finestra viene calcolata la pressione del vento partendo dalla velocità del vento e dalla topografia della zona secondo l'Eurocodice 1-4:2005.

Il carico del vento è calcolato per diverse posizioni della copertura e delle pareti verticali secondo l'Eurocodice 1-4:2005 §7.2.5 e Tab 7.4a e Tab. 7.1. La regione climatica, che determina la velocità del vento, viene selezionata in Parametri/Velocità del vento di base.



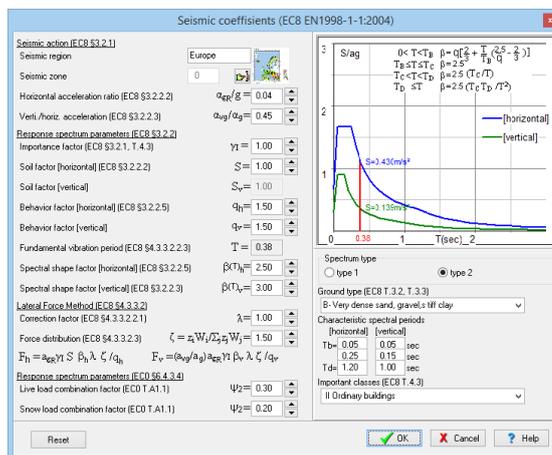
Pressione interna del vento w_i espressa in kN/m^2 . E' la pressione interna e agisce dall'interno verso l'esterno su pareti e copertura. E' ottenuta direttamente (senza una precedente moltiplicazione per i coefficienti di pressione) da un innalzamento della pressione del vento sulle superfici esterne.

17.7.1.2 Carico sismico Eurocodice 8-1:2004

Il programma esegue una verifica della struttura sottoposta a carichi sismici, usando sia il metodo delle forze laterali sia il metodo della sovrapposizione modale dell'analisi spettrale. $\alpha = \alpha_{gR}/g$ 

Il valore di base usato nel progetto sismico è il rapporto dell'accelerazione sismica orizzontale.

Clicca  e appare una speciale finestra di dialogo dove si possono specificare in dettaglio tutti i parametri sismici necessari (fattori di suolo, periodi di spettro, fattori di struttura, ecc.) per lo spettro di progetto, secondo l'Eurocodice 8-1:2004.



17.7.2 **Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale**

- Carico permanente g_k kN/m (carico totale a parte il peso proprio degli arcarecci)
- Carico variabile-1 carico verticale q_k kN/m (carico imposto sul solaio o carico neve ecc.)
- Carico variabile-2 carico orizzontale concentrato H_k kN (carico vento o sismico)
- I due carichi variabili q_k e H_k sono combinati se agiscono assieme con fattore $\psi_0=0.70$
- I carichi di progetto sono ottenuti dalle combinazioni di carico come:

SLU (Stato limite ultimo):

L.C. 201: $1.35gk+1.50qk$ (Eq.6.10)

L.C. 202: $1.35gk+1.50Hk$ (Eq.6.10)

L.C. 221: $1.35gk+1.50qk+0.70 \times 1.50Hk = 1.35 \times gk + 1.50qk + 1.05Hk$ (Eq.6.10)

L.C. 222: $1.35gk+1.50Hk+0.70 \times 1.50qk = 1.35 \times gk + 1.50Hk + 1.05qk$ (Eq.6.10)

SLE (Stato limite di esercizio)

L.C. 301: $Gk+Qk$ (Eq.6.14a)

L.C. 302: $Gk+Hk$ (Eq.6.14a)

L.C. 311: $G + Qk + 0.70Hk$ (Eq.6.14a)

L.C. 312: $G + Hk + 0.70Qk$ (Eq.6.14a)

17.7.3 Telaio a una campata sotto carico verticale e orizzontale con carichi concentrati sulle colonne

Carico permanente g_k kN/m (carico totale eccetto il peso proprio della trave)

Carico vertical variabile q_k kN/m (carichi imposti sul solaio o carico neve ecc.)

Carico permanente concentrato G_k kN (carico dai piani più alti)

Carico variabile vertical concentrato Q_k kN (carico dai piani più alti)

Carico orizzontale variabile concentrato H_k kN (carico vento o sismico)

18 Progetto dei sistemi di controvento

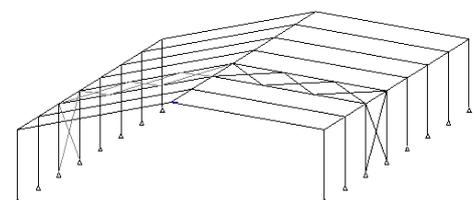
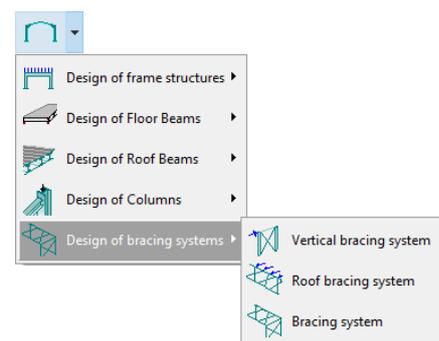
Sistemi di controvento sono necessari per resistere alle azioni trasversali, dovute al vento e al terremoto.

Per questo sono forniti due sistemi di controvento.

Sistema di controvento verticale nelle pareti laterali tra le colonne. Questo sistema trasmette i carichi orizzontali laterali dal solaio al terreno e dà stabilità temporanea durante la costruzione.

Sistema di controvento di piano. Sulla copertura per trasmettere i carichi trasversali dalla copertura agli elementi verticali e per fornire stabilità temporanea durante la costruzione.

Per il sistema di controvento i dati basilari sono le dimensioni della (L_y) e dell'altezza H in metri, e il carico concentrato in sommità del sistema di controvento Q_{ed2} . Per una struttura con N elementi nella direzione trasversale e pressione del vento w_k (kN/m²), e coefficienti di pressione del vento C_{pe}, D



(pressione) sulla superficie sopravento e $C_{pe,E}$ (sottopressione) sulla superficie sottovento ,
 $Q_{ed2} = (\frac{1}{4}) \gamma_q x (C_{pe,D} + C_{pe,E}) x w_k x A / N$.

(A è l'area della superficie esposta al carico vento)

Per il sistema di controvento di piano, I dati basilari sono la Lx e la larghezza Ly e il carico sui nodi Qed1.
 Per un sistema di controvento come sopra con k nodi

$$Q_{ed1} = (\frac{1}{2}) \gamma_q x (C_{pe,D} + C_{pe,E}) x w_k x A / (N x (k-1))$$

Per un sistema di controvento generico (verticale e orizzontale) il carico è il carico uniformemente distribuito sul solaio di piano qed.

$$q_{ed} = (\frac{1}{2}) \gamma_q x (C_{pe,D} + C_{pe,E}) x w_k x A / (N x L)$$

18.1.1 Example

$w_k = 0.91 \text{ kN/m}^2$, $C_{pe,D} = 0.80$, $C_{pe,E} = -0.50$, $L = 24 \text{ m}$, $H = 6 \text{ m}$, $L_x = 6 \text{ m}$, $L_y = 8 \text{ m}$, $N = 3$, $k = 24/6 + 1 = 5$.

$$q_{ed} = (\frac{1}{2}) 1.50 x (0.80 + 0.50) x 0.91 x (24 x 6) / (3 x 24) = 1.78 \text{ kN/m}$$

$$Q_{ed1} = (\frac{1}{2}) 1.50 x (0.80 + 0.50) x 0.91 x (24 x 6) / (3 x 4) = q_{ed} x L_x = 10.68 \text{ kN}$$

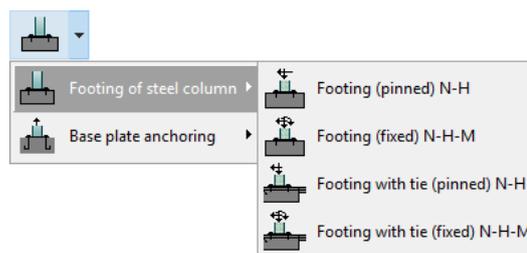
$$Q_{ed2} = (\frac{1}{4}) 1.50 x (0.80 + 0.50) x 0.91 x (24 x 6) / 3 = q_{ed} x L / 2 = 21.36 \text{ kN}$$

Viene calcolato il numero di bulloni necessario alla connessione per connettere gli elementi di controvento a quelli della struttura. Va specificato il diametro desiderato dei bulloni e la classe di acciaio.

19 Fondamenta della colonna di acciaio

Il basamento in calcestruzzo della struttura in acciaio deve essere progettato per resistere alla pressione del suolo per il massimo carico verticale, e deve essere pesante abbastanza da resistere al sollevamento (dal vento o dalle forze sismiche)

- Fondazione della colonna incernierata (N-H) e incastrata (N-H-M).
- Si può anche specificare se la fondazione ha un rinforzo orizzontale per sopportare le forze orizzontali esterne oppure no



19.1 Carico sulla fondazione

Le azioni di progetto finali, dopo la moltiplicazione dei carichi permanenti e variabili per i fattori di sicurezza (γ_G e γ_Q), Eurocodice 0-19990-1-1, Tabl.A1.2.

$$N_{ed} = \gamma_G \cdot N_{gk} + \gamma_Q \cdot N_{qk}$$

$N(-)_{ed}$ Carico assiale verso il basso.

$N(+)_{ed}$, Carico assiale verso l'alto (sollevamento)

$H_{,ed}$ Forza orizzontale in sommità della Colonna di base. L'altezza sopra la fondazione della colonna di base ch deve essere specificata per un corretto punto di applicazione della forza orizzontale

$M_{,ed}$ Momento in sommità della colonna di base

Per carico verso il basso i valori usuali sono $\gamma_G = 1.35$ (sfavorevole), $\gamma_Q = 1.50$.

Per carico verso l'alto i valori usuali sono $\gamma_G = 0.90$ (favorevole), $\gamma_Q = 0.00$.

Structural steel grade (EN1993-1-1 §3.2)	S 355 $f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$		
Partial safety factors for actions	$\gamma_G=1.35$	$\gamma_Q=1.50$	$\gamma_{G,inf}=1.00$
Partial factors for materials	EC3 $\gamma_{M0}=1.00$	$\gamma_{M1}=1.00$	$\gamma_{M2}=1.25$
Loading			
$N(-),ed=$	175.00 kN	$H,ed=$	125.00 kN
$N(+),ed=$	75.00 kN		
Concrete-Steel class	C25/30 - B500C Concrete cover $C_{nom}=35$ mm XC2		
Column Base	$c_x=0.800$ m	$c_y=0.800$ m	$ch=2.000$ m
Footing	$B_x=2.000$ m	$B_y=2.000$ m	$B_h=0.700$ m <input checked="" type="checkbox"/> $\varnothing 16$
Soil properties	$q_{uk}=0.200$ N/mm ²	$\gamma_k=20.000$ kN/m ³	$\phi_k=35.000$ °
Footing depth	$h_f=2.700$ m		

19.2 Dimensioni della fondazione

Le dimensioni della fondazione sono B_x (lunghezza), B_y (larghezza) e B_h altezza. Le dimensioni della colonna di base sono c_x, c_y e ch . Seleziona la classe di cemento e di acciaio, il copriferro e il diametro preferito delle barre di armatura. Clicca per selezionare il copriferro a seconda delle condizioni ambientali seguendo l'Eurocodice 2 4.2.

Per il terreno specifica la capacità del terreno q_{uk} il peso specifico del terreno γ_k e l'angolo di resistenza a taglio ϕ_k .

Si possono ottenere le proprietà del terreno dalla tabella con le proprietà dei terreni .

La capacità portante del terreno può essere stimata cliccando su .

19.3 Stima delle dimensioni della fondazione (pre-dimensionamento)

Clicca  per ottenere un pre-dimensionamento e una prima stima delle dimensioni della fondazione.

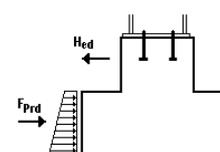
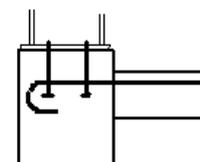
Se la casella di fianco ai valori B_x, B_y o B_h è selezionata $B_h=0.700$ m allora quella dimensione non cambierà valore durante il pre-dimensionamento. Durante il pre-dimensionamento le dimensioni delle fondazioni vengono adattate dal programma cosicché il peso della fondazione sia sufficiente a resistere alle forze di sollevamento. La larghezza B_y e l'altezza sono anch'esse adattate per essere adeguate in modo che la spinta passiva del terreno resista alle forze di base orizzontali esterne.

19.4 Tiranti di acciaio e spinta passiva del terreno

Le forze orizzontali elevate del terreno che agiscono alla base stanno agendo verso l'esterno come risultato della flessione nelle colonne dovute al carico verticale sui solai.

A questo si resiste in due modi:

- **Tiranti in acciaio alla base della colonna** Un tirante in acciaio posto nella lastra di solaio connessa alla base delle colonne. Questo può essere considerato il metodo più sicuro per resistere alle forze orizzontali alla base delle colonne.
- **Spinta passiva del terreno sul lato della fondazione.** In questo caso il terreno compattato sul lato della fondazione deve essere posto con attenzione, in modo che la spinta passiva non venga ridotta. La larghezza trasversale della fondazione B_y e l'altezza B_h vengono usate per calcolare l'area utile alla resistenza passiva del terreno.



19.5 Fondazione, Capacità portante

La base per il progetto delle fondazioni è la capacità portante del terreno. La capacità portante di progetto può essere calcolata utilizzando metodi analitici o semi empirici. L'Annesso D dell'Eurocodice 7 EN1997:2004 descrive un metodo per ottenere la capacità portante di progetto del terreno.

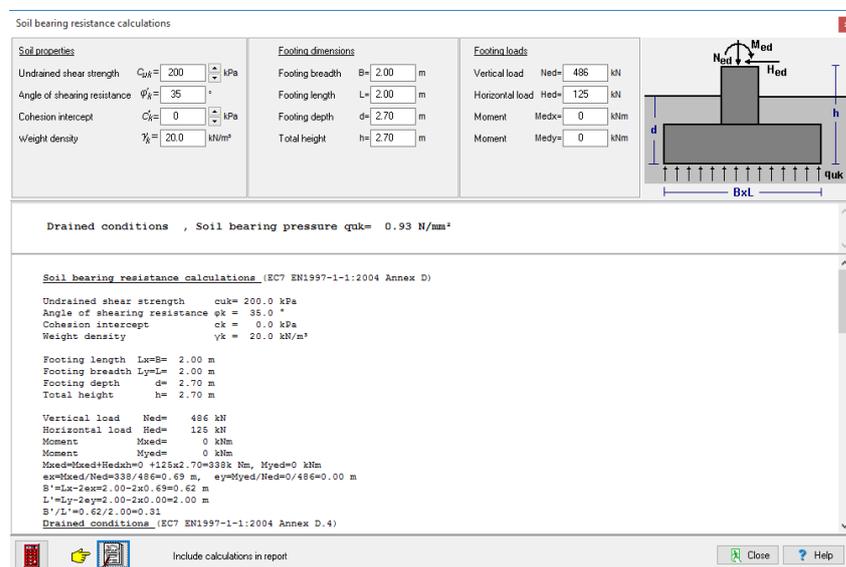
I metodi dell' Annesso D per condizioni drenate o non drenate sono implementate nel programma. La capacità portante di progetto del terreno è calcolata per le condizioni EQU, STR e GEO. Il calcolo della capacità portante di progetto può avvenire in condizioni drenate o non drenate. In condizioni di terreno drenato la proprietà del terreno importunate è l'angolo di resistenza a taglio ϕ_k [°] e il parametro di coesione c_k [kPA]. In condizioni di terreno non drenato la proprietà più importante del terreno è il coefficiente di coesione non drenata c_u [kPa].

Per il calcolo della capacità portante di progetto altri parametri utili sono le dimensioni e la profondità delle fondazioni, così come i carichi con le relative eccentricità.

Nel progetto della fondazione da parte del programma viene usata la capacità portante del terreno q_{uk} (N/mm²). Questa è una resistenza del terreno corrispondente alla pressione sopportabile dal terreno stesso. Nel progetto della fondazione si usa come capacità portante di progetto del terreno $Q_{ud} = Q_{uk} / \gamma_{qu}$, dove γ_{qu} è il fattore parziale per la resistenza non confinata. (Eurocodice 7, Annesso A). Così per convertire la resistenza di progetto stimata dall'Annesso D dell'Eurocodice 7 nella capacità portante del terreno usata nel programma il valore di progetto deve essere moltiplicato per γ_{qu} .

Dove $\gamma_{qu} = 1.40$ per EQU e 1.00 e 1.4 per (STR-GEO).

Clicca , nel progetto delle fondazioni o dei muri di sostegno, e si aprirà una finestra di calcolo per la capacità portante di progetto.

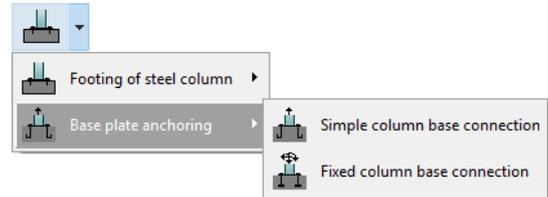


Qui vi è una stima della resistenza del terreno Q_{uk} che si può usare nel programma, calcolata a partire dai parametri del terreno e della fondazione.

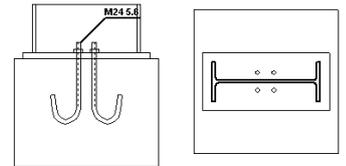
Spuntando Includi i calcoli nella relazione, allora la capacità portante di progetto del terreno verrà posta pari alla minima calcolata e i calcoli verranno inseriti nella relazione della fondazione. (Ricorda che se si alterano le dimensioni o il carico è necessario ricalcolare Q_{uk}).

20 Progetto della piastra di base

La piastra di base viene progettata per la Colonna poggianti su una fondazione in calcestruzzo. I bulloni di ancoraggio vengono progettati per resistere alle forze di taglio e di sfilamento dovute al vento o alle forze sismiche. Vengono usate le CEN/TS 1992-4-1:1992 e CEN/TS 1992-4-2:1992 per il progetto degli inserti nel calcestruzzo. La connessione è progettata secondo EN1993-1-8



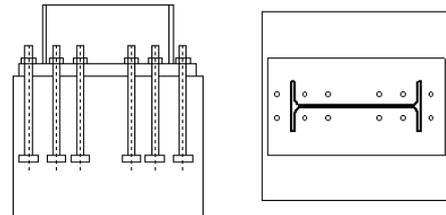
- Connessione semplice a base pilastro. Connessione che resiste solo alle forze verticali e orizzontali. Connessione tipica per le connessioni a cerniera dei telai a portale.
- Connessione incastro a base pilastro. Connessione che resiste alle forze orizzontali, verticali e al momento. Connessione tipica per i vincoli a incastro dei telai a portale.



La connessione comprende una piastra di base connessa alla Colonna tramite saldature d'angolo. Vengono poi progettati i tirafondi. I bulloni sono ancorati nel calcestruzzo con uncini o rondelle.

Se la connessione è una connessione semplice allora non è progettata per resistere al momento flettente (connessione a cerniera). Nel caso di connessione a cerniera i bulloni sono localizzati nel centro della colonna.

Se la connessione viene progettata per resistere al momento flettente (connessione a incastro), i bulloni sono situati all'esterno e vicini al bordo della colonna.



20.1 Carico

Le azioni di progetto finali, dopo la moltiplicazione dei carichi permanenti e variabili per i fattori di sicurezza (γ_G e γ_Q), Eurocodice 0-1990-1-1, Tabl.A1.2.

$$N_{ed} = \gamma_G \cdot N_{gk} + \gamma_Q \cdot N_{qk}$$

$N(-)_{ed}$ Carico assiale verso il basso.

$N(+)_{ed}$, Carico assiale verso l'alto (sollevamento)

H_{ed} Forza orizzontale in sommità della Colonna di base. L'altezza sopra la fondazione della colonna di base che deve essere specificata per un corretto punto di applicazione della forza orizzontale

M_{ed} Momento in sommità della colonna di base

Per carico verso il basso i valori usuali sono $\gamma_G = 1.35$ (sfavorevole), $\gamma_Q = 1.50$.

Per carico verso l'alto i valori usuali sono $\gamma_G = 0.90$ (favorevole), $\gamma_Q = 0.00$.

20.2 Tipo di ancoraggio

I tirafondi di ancoraggio della piastra di base sono prolungati con dispositivi di ancoraggio. Il sistema di ancoraggio può essere (uncino semplice, uncino inflesso o rondelle).

I tirafondi sono solitamente ancorati nella fondazione per attrito o per taglio e attrito. Quando ci sono forze di trazione moderate (di solito in connessioni di tipo cerniera) il sistema di ancoraggio può essere con semplici uncini. Il tipo di ancoraggio con uncini (prime due scelte) non può essere selezionato per classi di acciaio $f_y > 300 \text{ N/mm}^2$ ($M > 5.6$), secondo l'Eurocodice 1993-1-8:2005, 6.2.6.12 (6). I tirafondi con uncino hanno capacità molto inferiore rispetto a quelli con rondelle. Nel caso di forze di trazione elevate devono essere forniti tirafondi speciali.

Se durante la progettazione lo spessore della piastra di base o il diametro degli ancoraggi non fosse adeguato, il programma li modificherebbe (se possibile) con nuovi valori più elevate se la casella di fianco



ad essi non è spuntata.

20.3 Capacità portante del basamento in calcestruzzo

L'area di base parzialmente caricata sviluppa fratture locale e forze trasversali. La capacità portante è calcolata secondo l'Eurocodice 2 6.7. Si assume (in maniera conservativa), che la massima area di distribuzione di progetto abbia dimensioni maggiori del 50% rispetto all'area caricata A_o , $A_{c1}=1.50 \times 1.50 \times A_{co}$, $A_{c1}/A_{co}=2.25$, $(A_{c1}/A_{co})=1.5$.

21 Breve inquadramento teorico

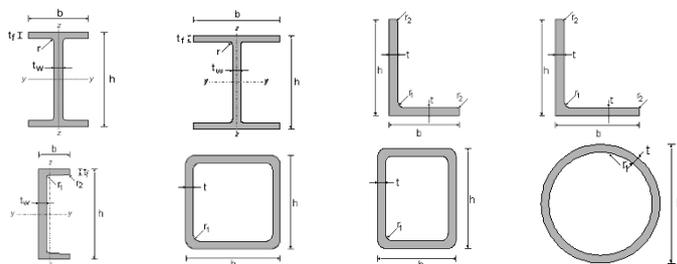
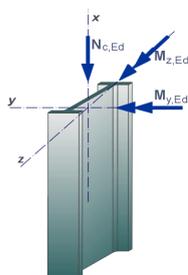
21.1 Unità

Le unità utilizzate nel programma sono quelle del **SI** (System International Metric). L'unità di ogni valore di input è segnata di fianco alla casella dove vengono inseriti i dati. Anche nella relazione viene riportata ogni unità di misura.

Unità utilizzate nel programma:

- lunghezza [m] . e [mm]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [N/mm²] = [GPa]
- carichi concentrati [kN]
- carichi distribuiti [kN/m²]
- carichi lineari [kN/m]

21.2 Sistema di coordinate



21.3 Carichi di progetto, EN1991:2005 :

21.3.1 Carichi permanenti, EN1991-1:2005

Peso degli elementi strutturali.

21.3.2 Carichi imposti EN1991-1:2005

Viene considerata un carico distribuito imposto qk secondo l'Eurocodice 1 EN1991-1-1 Tab 6.1 su ciascun solaio.

21.3.3 Carico neve EN1991-3:2003

Il carico neve viene calcolato secondo l'Eurocodice 1-3 EN1991-3:2003, a partire dal valore caratteristico del carico neve al terreno e dalla pendenza della copertura.

$$s = \mu_i C_e C_t S_k \text{ (EN1991-3:2003 §5.2) [kN/m}^2\text{]}$$

Le tre configurazioni di carico caratteristiche dell'EN1991-3:2003 §5.3.3 vengono considerate tra i casi di carico. Se il telaio è piano ($\alpha=0^\circ$) viene considerata una sola configurazione di carico $s = 0.80 C_e C_t S_k$.

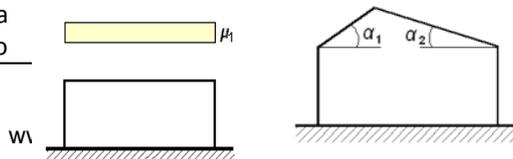
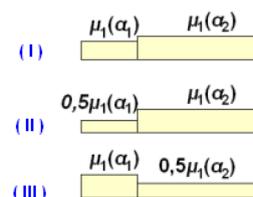
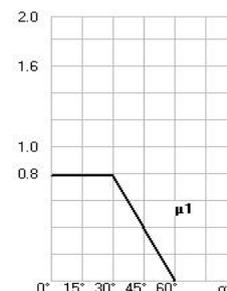
Il carico neve al terreno caratteristico S_k può essere definito direttamente selezionando la regione climatica, la zona neve e l'altitudine, secondo EN1991-3:20 Annesso C.

Le configurazioni di carico neve secondo l'Eurocodice 1-3 sono

Copertura piana. Caso di carico (I)

Copertura a due falde. Casi di carico (I) (II) (III)

Se la pendenza della copertura è bassa, è necessaria solo la configurazione di carico (I). La pendenza limite per questo



angolo è $\alpha=2^\circ$. Si può modificare questo parametro in un valore maggiore in Parametri/Parametri di progetto/ parametri per telai a portale.

21.3.4 Carico vento EN1991-4:2005

Il carico vento è calcolato EN1991-4:2005 §7.2.5 a partire dalla pressione di riferimento del vento $q(z)$.

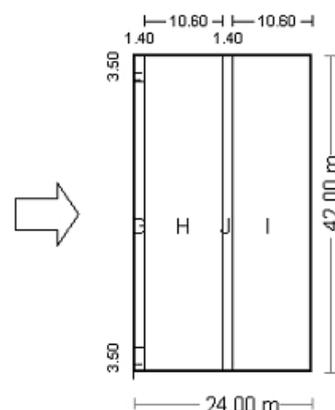
La pressione del vento sulle superfici $w_e=q(z)\cdot C_{pe}$ [kN/m²]

I coefficienti di pressione del vento C_{pe} vengono calcolati dal EN1991-4:2005 Tab.74a per superfici di copertura e EN1991-4:2005 Tab 7.1 per the le superfici delle pareti verticali.

La pressione di riferimento del vento $q(z)$, può essere definita direttamente dalla velocità del vento, la rugosità del terreno e l'orografia secondo EN1991-4:2005 §4.5 e Annesso A.

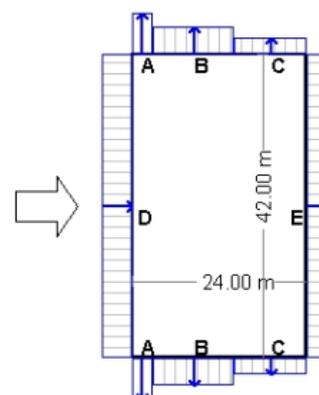
La pressione del vento o la sottopressione sulla copertura e le pareti vengono calcolate l'Eurocodice 1-4. Per pendenze di falda ($\alpha \leq 8^\circ$) viene considerato una sola configurazione di carico. Per valori di pendenza maggiori vengono considerati due casi di carico vento a seconda dei coefficienti di pressione della Tabella 7.4a dell'Eurocodice 1-4.

La pressione interna specificata viene sempre aggiunta (aumentando la sottopressione) alla situazione di pressione esterna del vento.



21.3.5 Carico sismico EN1998-1:2004

Il carico sismico è definite dall'accelerazione al suolo e dallo spettro di progetto secondo Eurocodice 8 EN1998-1:2004.



21.4 Combinazioni di carico di progetto EN1990:2002

Vengono considerate tutte le combinazioni di carico necessarie definite da Eurocodice0 EN1990:2002 e vengono verificate le forze di progetto risultanti nelle verifiche di resistenza.

21.4.1 Fattori delle combinazioni di carico (EN1990 Tab.A1.1)

Categoria H (coperture)	$Q_k \psi_0=0.00, \psi_1=0.00, \psi_2=0.00$
Carichi neve sugli edifici	$Q_s \psi_0=0.50, \psi_1=0.20, \psi_2=0.00$
Carichi vento sugli edifici	$Q_w \psi_0=0.60, \psi_1=0.20, \psi_2=0.00$

21.4.2 Stato limite ultimo (SLU) (EQU)

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\gamma_{G,\text{sup}}=1.10 \text{ (Sfavorevole)}$$

$$\gamma_{G,\text{inf}}=0.90 \text{ (Favorevole)}$$

$$\gamma_Q = 1.50 \text{ (Sfavorevole)}$$

$$\gamma_Q = 0.00 \text{ (Favorevole)}$$

21.4.3 Stato limite ultimo (SLU) (STR)

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Eq.6.10a})$$

$$E_d = \xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Eq.6.10b})$$

$$\gamma_{G,\text{sup}}=1.35 \text{ (Sfavorevole)}$$

$$\gamma_{G,\text{inf}}=1.00 \text{ (Favorevole)}$$

$$\gamma_Q = 1.50 \text{ (Sfavorevole)}$$

$$\gamma_Q = 0.00 \text{ (Favorevole)}$$

$$\xi=0.850, \xi \cdot \gamma_G=0.850 \times 1.35=1.15$$

21.4.4 Stato limite di esercizio (SLE)

$$E_d = G_k + Q_{k1} + \psi_0 \cdot Q_{k2} + \psi_0 \cdot Q_{k3} \text{ (combinazione caratteristica)} \quad (\text{Eq.6.14b})$$

$$E_d = G_k + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \text{ (combinazione frequente)} \quad (\text{Eq.6.15b})$$

$$E_d = G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \text{ (combinazione quasi permanente)} \quad (\text{Eq.6.16b})$$

21.4.5 Stato limite ultimo (SLU) situazione sismica

$$E_d = G_k + A_{ed} + \psi_2 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \quad (\text{Eq.6.12b})$$

Carico neve Q_s , Carico vento Q_w , Carico sismico A_{ed}

$$L.C. 601: G_k + 0.30Q_{s1} + A_{ed} \quad (\text{Eq.6.14a})$$

21.5 Materiali EN 1993-1-1:2005 § 3.2

Sono incluse nel programma le classi di acciaio elencate nell'Eurocodice EN 1993-1-1 Tabella 3.1 e EN 1993-1-3.

Le proprietà dell'acciaio (tensione di snervamento f_y e tensione ultima f_u) possono essere cambiate da Parametri/Materiale.

I valori di progetto per: Modulo elastico $E=210000 \text{ N/mm}^2$, coefficiente di Poisson $\nu=0.30$, massa unitaria $\rho=7850 \text{ Kg/m}^3$

21.5.1 Classi di acciaio incluse nel programma

S 235	EN 10025-2	fy40:235;fu40:360
-------	------------	-------------------



S 275	EN 10025-2	fy40:275;fu40:430
S 355	EN 10025-2	fy40:355;fu40:510
S 450	EN 10025-2	fy40:440;fu40:550
S 275 N/NL	EN 10025-3	fy400:275;fu4:390
S 355 N/NL	EN 10025-3	fy40:355;fu40:490
S 420 N/NL	EN 10025-3	fy40:420;fu40:520
S 460 N/NL	EN 10025-3	fy40:460;fu40:540
S 275 M/ML	EN 10025-4	fy40:275;fu40:370
S 355 M/ML	EN 10025-4	fy40:355;fu40:470
S 420 M/ML	EN 10025-4	fy40:420;fu40:520
S 460 M/ML'	EN 10025-4	fy40:460;fu40:540
S 235 W	EN 10025-5	fy40:235;fu40:360
S 355 W	EN 10025-5	fy40:355;fu40:510
S 460 Q/QL	EN 10025-6	fy40:460;fu40:570
S 235 H	EN 10210-1	fy40:235;fu40:360
S 275 H	EN 10210-1	fy40:275;fu40:430
S 355 H	EN 10210-1	fy40:355;fu40:510
S 275 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:275;fu40:390
S 355 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:355;fu40:490
S 420 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:420;fu40:540
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	fy40:460;fu40:560
S 220GD+Z	EN 10147	fy40:220;fu40:300
S 250GD+Z	EN 10147	fy40:250;fu40:330
S 280GD+Z	EN 10147	fy40:280;fu40:360
S 320GD+Z	EN 10147	fy40:320;fu40:390
S 350GD+Z	EN 10147	fy40:350;fu40:420
H240LA	EN 10268	fy40:240;fu40:340
H280LA	EN 10268	fy40:280;fu40:370
H320LA	EN 10268	fy40:320;fu40:400
H360LA	EN 10268	fy40:360;fu40:430
H400LA	EN 10268	fy40:400;fu40:460
H260LAD	EN 10292	fy40:240;fu40:340
H300LAD	EN 10292	fy40:280;fu40:370
H340LAD	EN 10292	fy40:320;fu40:400
H380LAD	EN 10292	fy40:360;fu40:430
H420LAD	EN 10292	fy40:400;fu40:460
220GD+ZA	EN 10214	fy40:220;fu40:300
250GD+ZA	EN 10214	fy40:250;fu40:330
280GD+ZA	EN 10214	fy40:280;fu40:360
320GD+ZA	EN 10214	fy40:320;fu40:390
350GD+ZA	EN 10214	fy40:350;fu40:420

Sono incluse le classi di acciaio per sezioni formate a freddo C Z e U.

21.6 Fattori parziali EN 1993-1-1:2005 § 6.1

I fattori parziali γ_M sono applicati a diversi valori di resistenza caratteristica. I fattori parziali vengono definiti nel programma a seconda degli Annessi Nazionali selezionati, e possono essere sovrascritti in Parametri/Annessi Nazionali parametri.

I valori usuali per le strutture in acciaio sono

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.00$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

I valori usuali per strutture in calcestruzzo (EN1992-1-1 Tab. 2.1N)



$\gamma_c = 1.50$ (calcestruzzo)
 $\gamma_s = 1.15$ (acciaio per armature)

21.7 Effetti del secondo ordine EN1993-1-1 §5.2.1

Il comportamento del materiale viene considerato lineare elastico. Gli effetti del secondo ordine sono effetti geometrici (P-Δ e P-δ). La conseguenza pratica degli effetti (P-Δ) è la riduzione della rigidità del solaio, con conseguente aumento delle inflessioni e delle forze interne rispetto a quelle calcolate in un'analisi del primo ordine.

Gli effetti della geometria deformata sono quantificati usando il fattore α_{cr} EN1993-1-1 §5.2.1

$$\alpha_{cr} = F_{cr} / F_{ed} \quad \text{EN1993-1-1 Eq. (5.1)}$$

F_{ed} : è il carico di progetto della struttura

F_{cr} : è il carico d'instabilità elastica critica per il modello di instabilità globale basato sulla rigidità elastica iniziale.

Il telaio viene considerato sufficientemente rigido e si possono trascurare gli effetti del secondo ordine nell'analisi di primo ordine se $\alpha_{cr} \geq 10$

Per i telai a portale con basse pendenze secondo EN1993-1-1 §5.2.1 (4) α_{cr} si può stimare come

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \quad \text{EN1993-1-1 Eq (5.2)}$$

H_{ed} : carico orizzontale di progetto totale

V_{ed} : carico verticale di progetto totale

δ_{hed} : spostamento orizzontale in sommità alle colonne

h : altezza della colonna

La forza assiale nelle travi è considerata significativa se

$$\bar{\lambda} < 0.5 \sqrt{\frac{A_f}{N_{Ed}}} \quad \text{EN1993-1-1 Eq (5.3)}$$

Secondo EN1993-1-1 §5.2.2 (5), per i telai a portale a un solo piano progettati basandosi su un'analisi elastica, l'analisi globale degli effetti di secondo ordine dovuti al carico verticale può essere eseguita incrementando i carichi orizzontali H_{ed} di un carico equivalente ϕV_{ed} dovuto a imperfezioni e altri possibili effetti oscillatori secondo la teoria del primo ordine per un fattore di amplificazione

$$\frac{1}{1 - 1/\alpha_{cr}} \quad \text{nel caso in cui } \alpha_{cr} \geq 3 \quad \text{EN1993-1-1 Eq (5.4)}$$

Se $\alpha_{cr} < 3$, è necessaria un'analisi del secondo ordine

21.8 Imperfezioni EN1993-1-1 §5.3.1

L'imperfezione globale iniziale: $\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \phi_m$

ϕ_0 : valore iniziale = 1/200

α_h : Fattore di riduzione per l'altezza della colonna = $2/\sqrt{h}$ ($2/3 \leq \alpha_h \leq 1$) (h : altezza della struttura)

ϕ_m : Fattore di riduzione per numero di colonne in una riga $\alpha_m = \sqrt{0.5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$



21.9 Tipi di sezione d'acciaio incluse nel programma

- I IPE
 - I IPE Euronorm 19-57
 - I IPE A
 - I IPE O
 - I IPE V
 - I IPE 750
- I HD
 - I HD-1
 - I HD-2 ASTM A6/A 6M
- I HP
- I IPN
- I UB, UC (BS)
 - I UB-1 BS 4 part 1-1993
 - I UB-2 BS 4 part 1-1993
 - I UC BS 4 part 1-1993
- I I GOST
 - I No10..No60 GOST 8239-89
 - I 10B1..45B2 GOST 26020-83
 - Russian standards I 50B1..100B4 GOST 26020-83
 - I 20SH1..70SH1 GOST 26020-83
 - I 20K1..40K5 GOST 26020-83
 - I 24DB1..50DH1 GOST 26020-83
- I HE
 - I HE A (IPB1) Euronorm 53-62
 - I HE AA
 - I HE B (IPB) Euronorm 53-62
 - I HE M (IPBv) Euronorm 53-62
 - I HE Euronorm 53-62
 - I HL
- I W (ASTM)
 - I W-1 ASTM A6/A 6M
 - I W-2 ASTM A6/A 6M
 - I W-3 ASTM A6/A 6M
- I ISMB, SC, HB
 - I ISMB Indian Standard
 - I ISSC Indian Standard
 - I ISHB Indian Standard
- I U
 - I UPN
 - I UAP NFA 45-255
 - I UPE
 - I 5Y..40Y GOST 8240-89
 - I 5P..40P GOST 8240-89
- L L
 - L L20x20x3..80x80x8 Euronorm 56-77
 - L L100x100x8..160x160x19 Euronorm 56-77
 - L L180x180x16..250x250x28 Euronorm 56-77
- L La
 - L L30x20x3..80x40x8 Euronorm 57-78
 - L L90x60x6..130x40x12 Euronorm 57-78
 - L L150x75x9..250x90x16 Euronorm 57-78
- hot rolled
- cold formed
- D= 10.2 – 1016 mm
- C
 - C Steadman C140-C300
 - C Ruukki C100-C350
 - C Albion C125-Z226
 - C Albion C246-Z401
 - C Dimond DHS150-DHS400
- Z
 - Z Steadman Z140-Z300
 - Z Ruukki Z100-Z350
 - Z Albion Z125-Z226
 - Z Albion Z246-Z401
 - Z Metsec Z142-Z202
 - Z Metsec Z232-Z342
 - Z ICS Z152-Z254



21.10 Classificazione delle sezioni EN 1993-1-1:2005 § 5.5

Il progetto di elementi in acciaio può essere eseguito con l'analisi elastica o plastica a seconda della classe della sezione.

Il progetto di sezioni di classe 1 e 2 è basato sulla resistenza plastica, il progetto di sezioni di classe 3 è basato sulla resistenza elastica e il progetto di sezioni di classe 4 è basato sulla resistenza elastica e sulle effettive proprietà della sezione.

La classificazione delle sezioni in classi 1, 2, 3 e 4 dipende dal rapporto dello spessore / larghezza della parte di sezione che è in compressione secondo le tabelle 5.2 dell'EN 1993-1-1:2005.

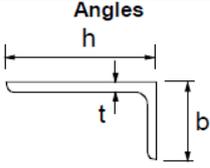
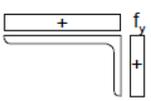
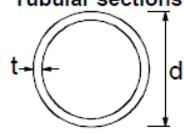
Tabella 5.2 EN 1993-1-1:2005 – Parti compressione interna

Internal compression parts						
						Axis of bending
Class	Part subject to bending	Part subject to compression		Part subject to bending and compression		
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$		when $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$		
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$		when $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$		
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$		when $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ when $\psi \leq -1^{\circ}$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$		
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tabella 5.2 EN 1993-1-1:2005 – Ali sporgenti

Outstand flanges						
Rolled sections			Welded sections			
Class	Part subject to compression	Part subject to bending and compression				
		Tip in compression		Tip in tension		
Stress distribution in parts (compression positive)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Stress distribution in parts (compression positive)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ For k_σ see EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tabella 5.2 EN 1993-1-1:2005 - Angoli

<p>Refer also to "Outstand flanges" (see sheet 2 of 3)</p> <div style="text-align: center;">  <p>Angles</p> </div> <p>Does not apply to angles in continuous contact with other components</p>						
Class	Section in compression					
Stress distribution across section (compression positive)						
3	$h/t \leq 15\epsilon; \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
<p>Tubular sections</p> <div style="text-align: center;">  </div>						
Class	Section in bending and/or compression					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$					
NOTE For $d/t > 90\epsilon^2$ see EN 1993-1-6.						
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	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

21.11 Stati Limite Ultimi EN 1993-1-1:2005 § 6.2

21.11.1 Trazione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.3

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.5})$$

Progetto di resistenza plastica della sezione.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.6})$$

Progetto di resistenza ultima della sezione netta nei fori per i fissaggi.

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.7})$$

A area della sezione

A_{net} area della sezione netta (meno i fori)

f_y snervamento dell'acciaio

f_u resistenza ultima dell'acciaio

γ_{M0}, γ_{M2} coefficienti di sicurezza per il materiale



21.11.2 Compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.4

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.9})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 1, 2, 3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.10})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.11})$$

A area della sezione

A_{eff} area utile della sezione

fy snervamento dell'acciaio

γ_{M0} coefficienti di sicurezza per il materiale

Nel caso in cui il valore di progetto del taglio sia $V_{Ed} > 0.50 V_{pl,Rd}$ è usato lo snervamento ridotto.

$$(1 - \rho)fy, \quad \text{dove } \rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.29})$$

21.11.3 Momento Flettente EN 1993-1-1:2005 § 6.2.5

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.12})$$

Resistenza di progetto della sezione per flessione attorno all'asse principale (y-y) o all'asse secondario (z-z).

$$M_{y,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 1, 2} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.13})$$

$$M_{z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 1, 2}$$

$$M_{y,Rd} = M_{el,y,Rd} = \frac{W_{el,y} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.14})$$

$$M_{z,Rd} = M_{el,z,Rd} = \frac{W_{el,z} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 3}$$

$$M_{y,Rd} = M_{c,y,Rd} = \frac{W_{eff,y} \cdot fy}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.15})$$



$$M_{z,Rd} = M_{c,z,Rd} = \frac{W_{eff,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{per sezioni classe 4}$$

$W_{pl,y}$ $W_{pl,z}$ modulo plastico della sezione attorno all'asse principale e secondario,

$W_{el,y}$ $W_{el,z}$ modulo elastico della sezione attorno all'asse principale e secondario,

$W_{eff,y}$ $W_{eff,z}$ modulo utile della sezione attorno all'asse principale e secondario,

f_y snervamento dell'acciaio

γ_{M0} coefficienti di sicurezza per il materiale

Quando il momento flettente agisce insieme alla forza assiale la verifica di progetto è effettuata secondo :

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.31})$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.32})$$

Nel caso in cui il valore di progetto del taglio sia $V_{Ed} > 0.50 V_{pl,Rd}$ è usato lo snervamento ridotto.

$$(1 - \rho) f_y, \quad \text{dove } \rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.29})$$

21.11.4 Flessione biassiale EN 1993-1-1:2005 § 6.2.9

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^\beta \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.41})$$

Per sezioni I e H: $\alpha=2$, $\beta=5n$, $\beta \geq 1$ ($n=N_{Ed}/N_{pl,Rd}$)

Per sezioni con fori circolari: $\alpha=2$, $\beta=2$

Per sezioni con fori rettangolari $\alpha=\beta=1.66/(1-1.13 n^2)$

21.11.5 Taglio EN 1993-1-1:2005 § 6.2.6

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.17})$$

Resistenza a taglio plastica parallela all'anima della sezione.

$$V_{z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.18})$$

Resistenza a taglio plastica parallela alle ali della sezione.



$$V_{y,Rd} = V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.18})$$

A_{vy} A_{vz} Aree a taglio parallele all'anima o alle ali della sezione,

f_y snervamento dell'acciaio

γ_{M0} coefficienti di sicurezza per il materiale

21.11.6 Verifica di stabilità di elementi uniformi in compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1

Verifica di stabilità dovuta alla compressione.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.46})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{per sezioni classe 1, 2, 3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.47})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{per sezioni classe 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.48})$$

Il fattore di riduzione χ è determinato dalla snellezza non-dimensionale $\bar{\lambda}$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.49})$$

$$\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}; N_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2}; \lambda = \frac{l_{eff}}{i}; i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

- $\bar{\lambda}$ snellezza non-dimensionale,
- N_{cr} carico d'instabilità elastica critico,
- l_{cr} libera d'inflessione equivalente,
- λ snellezza,
- i raggio di rotazione.

Il fattore di imperfezione α che corrisponde alla curva di stabilità appropriata a0,a,b,c,d sarà ottenuto dalla Tabella 6.2 dell'Eurocodice 3, EN 1993-1-1:2005:

Curva di Stabilità	a ₀	a	b	C	d
Fattore di imperfezione α	0.13	0.21	0.34	0.49	0.76

Lunghezze libere d'inflessione equivalenti l_{cr}/L

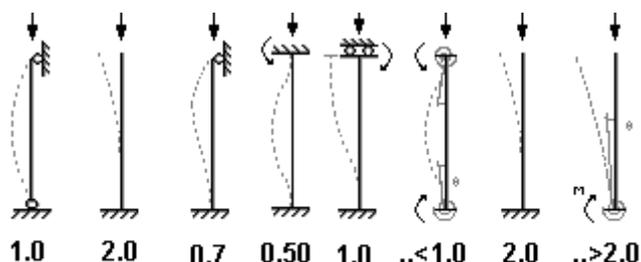
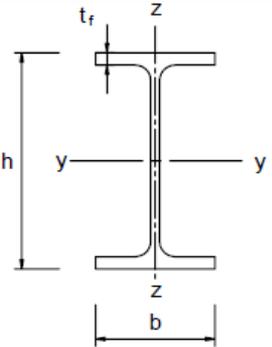
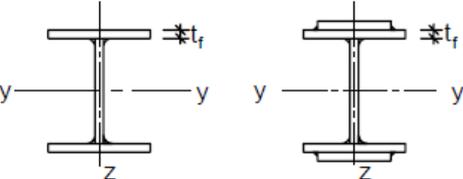
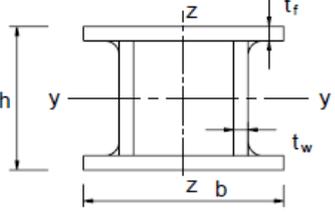
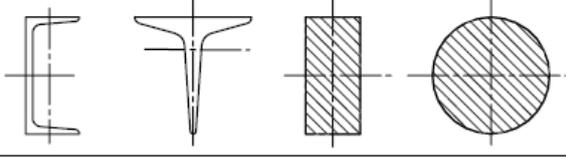
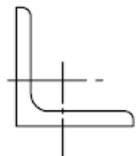


Tabella 6.2 EN 1993-1-1:2005 Selezione della curva di stabilità della sezione

Cross section	Limits	Buckling about axis	Buckling curve		
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460	
Rolled sections 	$h/b > 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	a b	a ₀ a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	b c	a a
			$t_f > 100 \text{ mm}$	d d	c c
Welded I-sections 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	b c	
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	c d	
Hollow sections 	hot finished	any	a	a ₀	
	cold formed	any	c	c	
Welded box sections 	generally (except as below)	any	b	b	
	thick welds: $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	any	c	c	
U-, T- and solid sections 		any	c	c	
L-sections 		any	b	b	

21.11.7 Stabilità flessio-torsionale per elementi uniformi EN 1993-1-1:2005 § 6.3.2

Verifica di stabilità flessio-torsionale di elementi uniformi in flessione.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.54})$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.55})$$

$W_y = W_{pl,y}$ per sezioni classe 1, 2,

$W_y = W_{el,y}$ per sezioni classe 3,

$W_y = W_{eff,y}$ per sezioni classe 4.

Il fattore di riduzione χ_{LT} è determinato dalla snellezza non-dimensionale $\bar{\lambda}_{LT}$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.56})$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

Il fattore d'imperfezione α che corrisponde alla curva di stabilità appropriata a,b,c,d:

Curva di Stabilità	a	b	C	d
Fattore d'imperfezione α_{LT}	0.21	0.34	0.49	0.76

Valori raccomandati per le curve di stabilità torsionale:

Sezioni laminare $h/b < 2$ curva di stabilità a, $h/b > 2$ curva di stabilità b

Sezioni saldate $h/b < 2$ curva di stabilità c, $h/b > 2$ curva di stabilità d

Il momento critico elastico per stabilità flessio-torsionale è calcolato secondo gli Annessi F dell'Eurocodice 3-1-1 (1992).

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 Z_g - C_3 Z_j)^2} - (C_2 Z_g - C_3 Z_j) \right]$$

C_1, C_2, C_3 , coefficienti che dipendono dalle condizioni di carico e dalle condizioni di appoggio, per una trave con diagramma di momento flettente uniforme $C_1=1.000, C_2=0.000, C_3=1.000$ per una trave con diagramma di momento flettente parabolico $C_1=1.132, C_2=0.459, C_3=0.525$

I_t costante torsionale di St. Venant,

I_w costante di deformazione,

I_z secondo momento d'inerzia attorno all'asse debole,

L trave tra i punti di appoggio,

k, k_w coefficienti che dipendono dalle condizioni di appoggio,



Z_g distanza del centro di taglio dal punto di applicazione del carico

21.11.8 Elementi uniformi in flessione e compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.4

$$\frac{N_{Ed}}{x_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{Y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.61})$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{Y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.62})$$

$$N_{Rk} = A f_y$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} f_y \text{ per sezioni classe 1, 2}$$

$$M_{y,Rk} = W_{el,y} f_y \text{ per sezioni classe 3,}$$

$$M_{y,Rk} = W_{eff,y} f_y \text{ per sezioni classe 4,}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} f_y \text{ per sezioni classe 1, 2}$$

$$M_{z,Rk} = W_{el,z} f_y \text{ per sezioni classe 3,}$$

$$M_{z,Rk} = W_{eff,z} f_y \text{ per sezioni classe 4.}$$

I coefficienti d'interazione $k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$ sono determinati dalle Tabelle B.1 e B.2

Tabella B.1 coefficienti d'interazione $k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$

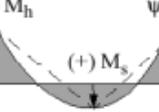
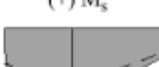
Interaction factors	Type of sections	Design assumption	
		elastic cross-sectional properties class 3, class 4	plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k_{yy}	I-sections RHS-sections	$C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
k_{yz}	I-sections RHS-sections	k_{zz}	$0,6 k_{zz}$
k_{zy}	I-sections RHS-sections	$0,8 k_{yy}$	$0,6 k_{yy}$
k_{zz}	I-sections	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
	RHS-sections	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
For I- and H-sections and rectangular hollow sections under axial compression and uniaxial bending $M_{y,Ed}$ the coefficient k_{zy} may be $k_{zy} = 0$.			

Tabella B.2

Interaction factors	Design assumptions	
	elastic cross-sectional properties class 3, class 4	plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k_{yy}	k_{yy} from Table B.1	k_{yy} from Table B.1
k_{yz}	k_{yz} from Table B.1	k_{yz} from Table B.1
k_{zy}	$\left[1 - \frac{0,05\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$	$\left[1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ <p>for $\bar{\lambda}_z < 0,4$:</p> $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$
k_{zz}	k_{zz} from Table B.1	k_{zz} from Table B.1

Fattore	Asse Flessione	Points braced in direction
C _{my}	y-y	z-z
C _{mz}	z-z	y-y
C _{mLT}	y-y	y-y

Tabella B.3

Moment Diagram	Range		C _{my} , C _{mz} и C _{mLT} under loading	
			Distributed	Concentrated
M  ψM	$-1 \leq \psi \leq 1$		$0,6 + 0,4 \psi \geq 0,4$	
(-) M _h  ψM_h	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$
 (+) M _s	$-1 \leq \alpha_s < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,1 - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$-0,8 \alpha_s \geq 0,4$
$\alpha_s = M_s / M_h$		$-1 \leq \psi < 0$	$0,1(1 - \psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$0,2(-\psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$
(+) M _s  ψM_h	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \alpha_h$
(+) M _h  ψM_h	$-1 \leq \alpha_h < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \alpha_h$
$\alpha_h = M_h / M_s$		$-1 \leq \psi < 0$	$0,95 + 0,05 \alpha_h(1 + 2\psi)$	$0,90 - 0,10 \alpha_h(1 + 2\psi)$

22 Standard e Bibliografia

EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010

Eurocode - Basis of structural design

EN 1991-1-1:2002/AC:2009

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings

EN 1991-1-2:2002/AC:2013

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire

EN 1991-1-3:2003/AC:2009

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads

EN 1991-1-4:2005/A1:2010

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

EN 1991-1-4:2005/AC:2010

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

EN 1991-1-5:2003/AC:2009

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-5: General actions - Thermal actions

EN 1991-1-6:2005/AC:2013

Eurocode 1 - Actions on structures Part 1-6: General actions - Actions during execution

EN 1991-1-7:2006/AC:2010

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions

EN 1991-2:2003/AC:2010

Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges

EN 1991-3:2006/AC:2012

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery

EN 1991-4:2006/AC:2012

Eurocode 1 - Actions on structures - Part 4: Silos and tanks

EN 1992-1-1:2004

Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

EN 1992-1-1:2004/AC:2010

Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

EN 1992-1-2:2004/AC:2008

Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

EN 1992-2:2005/AC:2008

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules

EN 1992-3:2006

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures

EN 1993-1-1:2005/AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

EN 1993-1-2:2005/AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

EN 1993-1-3:2006/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules for cold-formed members and sheeting

EN 1993-1-4:2006

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-4: General rules - Supplementary rules for stainless steels

EN 1993-1-5:2006/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-5: Plated structural elements

EN 1993-1-6:2007/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures

EN 1993-1-7:2007/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints

EN 1993-1-9:2005/AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-9: Fatigue

EN 1993-1-10:2005/AC:2009

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

EN 1993-1-11:2006/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-11: Design of structures with tension components

EN 1993-1-12:2007/AC:2009

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700

EN 1997-1:2004/AC:2009

Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules

EN 1997-2:2007/AC:2010

Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing

EN 1998-1:2004/A1:2013

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings

EN 1998-1:2004/AC:2009

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

EN 1998-2:2005/A1:2009

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

EN 1998-2:2005/A2:2011

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

EN 1998-2:2005/AC:2010

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

EN 1998-3:2005/AC:2013

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

EN 1998-4:2006

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines

EN 1998-5:2004

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects

EN 1998-6:2005

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys

Altri riferimenti Standard

CEN/TS 1992-4-1:2009

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-1: General

CEN/TS 1992-4-2:2009

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners

CEN/TS 1992-4-3:2009

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-3: Anchor channels

CEN/TS 1992-4-4:2009

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-4: Post-installed fasteners - Mechanical systems

CEN/TS 1992-4-5:2009

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-5: Post-installed fasteners - Chemical systems

EN 13391:2004

Mechanical tests for post-tensioning systems

Altra Bibliografia

- Timoshenko, S.P. and Gere, J.M. *Theory of Elastic Stability*, Mc-Graw-Hill, 1961.
- Lawrence M. *Structural Design to Steelwork to EN1993 and EN1994*, Elsevier 2008
- Trahair NS, Branford MA, Nethercot DA, Gardner L, *The behaviour and Design of Steel Structures to EC3*, Taylor and Francis 2008
- Access Steel documents.
- Steel Construction Institute publications.

