

Steel Portal Frame EC3



Progettare strutture di tipo Portale di Acciaio secondo l'Eurocodice 3.

Analisi lineare elastica, con ammessi gli effetti del secondo ordine. Sono considerati i carichi a gravità, i carichi imposti, i carichi neve, i carichi vento e i carichi sismici. L'analisi per i carichi sismici usa il metodo delle forze laterali e il metodo della sovrapposizione modale dell'analisi spettrale. Viene eseguita la verifica della resistenza delle sezioni degli elementi agli SLU e la verifica della stabilità degli elementi, la verifica degli spostamenti in SLE, tutte le combinazioni di carichi. Progetto dettagliato di connessioni imbullonate, sistema di arcarecci, sistemi di rinforzo laterali e fondazioni in calcestruzzo. Parametri secondo gli Annessi Nazionali degli Eurocodici.

Manuale d'uso



Indice

1	Progettare strutture di tipo Portale di Acciaio secondo l'Eurocodice 3	5
2	Concept design	5
3	Funzionalità Programma.....	6
4	Eurocodici usati in SteelPortalFrameEC3.....	6
5	Schermata principale	8
5.1	Parti della schermata principale:	8
5.2	Dati della struttura e dati dei carichi	9
6	Come utilizzare il programma in 10 passi	9
7	File.....	10
8	Parametri.....	10
8.1	Annessi Nazionali	10
8.2	Materiali.....	10
8.3	Parametri di progetto.....	11
8.3.1	Parametri NAD.....	11
8.3.2	Parametri dei Portali.....	12
8.4	Parametri di progetto per il controllo della stabilità.	12
8.5	Carico neve al suolo.....	13
8.6	Velocità del vento di base.....	13
8.7	Verifica sismica	13
9	Impostazioni.....	14
9.1	Impostazione della lingua	14
10	Calcoli	14
11	Relazione	14
11.1	Menu Relazione	16
11.2	Imposta relazione.....	16
12	Disegni CAD	17
13	Dati di Input.....	18
13.1	Materiali	18
13.2	Classi di acciaio incluse nel programma	18
13.3	Sezioni	19
13.3.1	Dimensionamento degli elementi.	19
13.3.2	Tipi Standard di profili di sezione inclusi nel programma.	19
13.3.3	Profili costruiti mediante saldatura	20
14	Dati Struttura	21
14.1.1	Dimensioni di base della struttura.	21
14.2	Carichi	22
14.2.1	Carichi Permanenti.....	22
14.2.2	Carichi accidentali.....	22
14.2.3	Carico sismico Eurocodice 8-1:2004	23
14.3	Connessioni	23
14.4	Fondazione.....	23
15	Considerazioni di progetto	25
16	Messaggi di errore.....	25
17	Breve panoramica teorica.....	26
17.1	Carichi di progetto EN1991:2005.....	26
17.1.1	Carichi permanenti EN1991-1:2005.....	26
17.1.2	Carichi imposti EN1991-1:2005	26
17.1.3	Carico neve EN1991-3:2003.....	26
17.1.4	Carico vento di EN1991-4:2005	26
17.1.5	Carico sismico EN1998-1:2004	26
17.2	Combinazioni di carico di progetto EN1990:2002	27
17.2.1	Fattori delle combinazioni di carichi (EN1990 Tab.A1.1)	27
17.2.2	Stati Limite Ultimi (SLU) (EQU).....	27
17.2.3	Stati Limite Ultimi (SLU) (STR)	27
17.2.4	Stati Limite di Esercizio (SLE)	28
17.2.5	Stati Limite Ultimi (SLU) Situazione sismica.....	29
17.3	Modello a elementi finiti.....	29
17.4	Materiali EN 1993-1-1:2005 § 3.2	29
17.5	Fattori Parziali EN 1993-1-1:2005 § 6.1	29
17.6	Effetti del secondo ordine EN1993-1-1 §5.2.1	30
17.7	Imperfezioni EN1993-1-1 §5.3.1	30
17.8	Classificazione delle sezioni EN 1993-1-1:2005 § 5.5	31
17.9	Progetto per SLE EN1993-1-1 § 7.2	33
17.10	Stati Limite Ultimi EN 1993-1-1:2005 § 6.2.....	33

17.10.1	Trazione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.3	33
17.10.2	Compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.2.4	33
17.10.3	Momento Flettente EN 1993-1-1:2005 § 6.2.5.....	34
17.10.4	Flessione biassiale EN1993-1-1:2005 § 6.2.9	35
17.10.5	Per sezioni con fori circolari: $\alpha=2$, $\beta=2$	35
17.10.6	Taglio EN 1993-1-1:2005 § 6.2.6.....	35
17.10.7	Verifica di stabilità di elementi uniformi in compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1	36
17.10.8	Stabilità flesso-torsionale per elementi uniformi EN 1993-1-1:2005 § 6.3.2.....	38
17.10.9	Elementi uniformi in flessione e compressione EN 1993-1-1:2005 § 6.3.4.....	39
17.11	Connessioni Eurocodice 3-1-8:2005	41
17.12	Sistema di rinforzo.....	41
17.13	Fondazioni	42
17.13.1	Progetto delle fondazioni.....	42
17.13.2	Spinta passiva del terreno.....	42
17.14	Sistema di rinforzo.....	42
18	Standard e Bibliografia.....	43

License and Copyright

If you do not agree with the terms of the following Disclaimer and License Agreement, return the program disks 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 **SteelPortalFrameEC3**, 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

SteelPortalFrameEC3, 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.

SteelPortalFrameEC3 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.

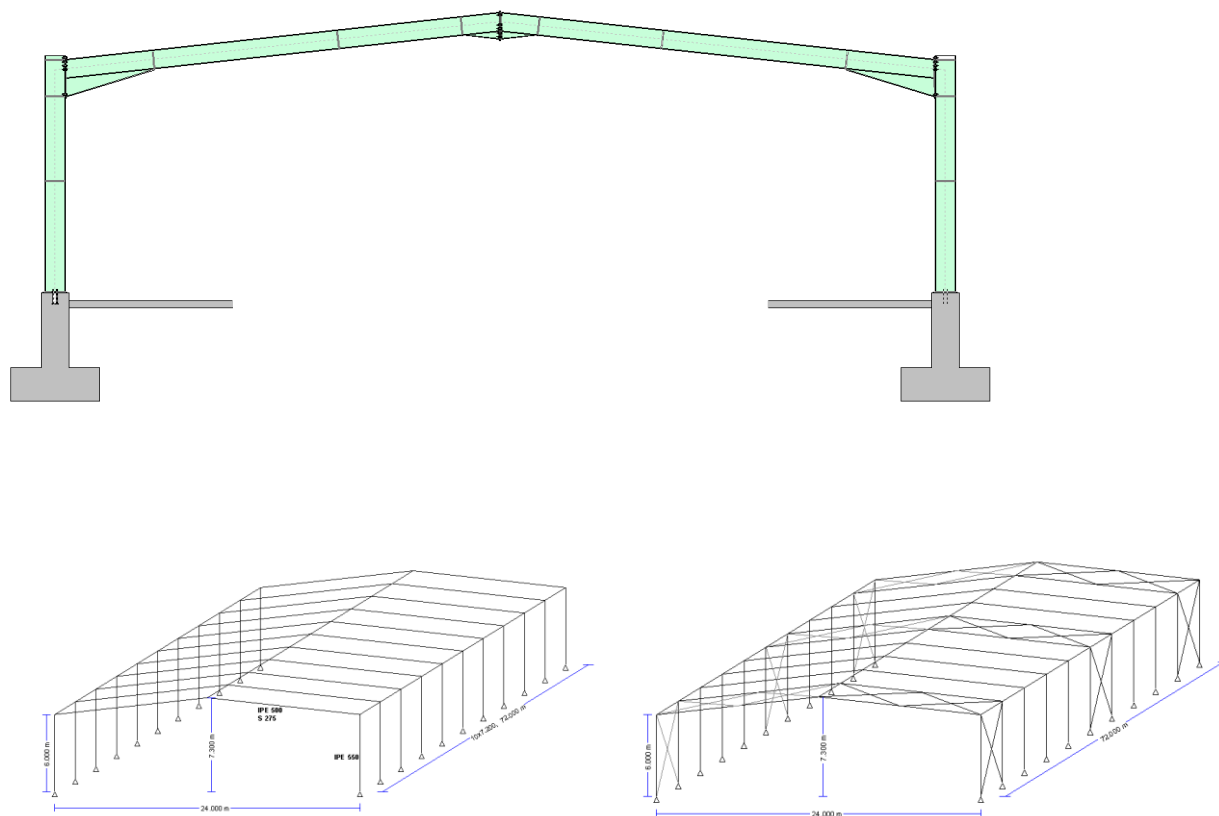
Under no circumstances shall RUNET Norway as and its personal be liable for any direct or indirect, incidental special or consequential damages resulting from the use or inability to use of this software or related documentation, even if RUNET Norway as has been advised of the possibility of such damages.

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.

1 Progettare strutture di tipo Portale di Acciaio secondo l'Eurocodice 3

Strutture a portale mono-piano, a campata singola. Progetto completo secondo l'Eurocodice 3. Tutte le condizioni e le combinazioni di carichi sono secondo l'Eurocodice 0 e l'Eurocodice 1. La verifica sismica è eseguita secondo l'Eurocodice 8. Progetto della struttura di acciaio secondo l'Eurocodice 3-1-1, le unioni di acciaio secondo l'Eurocodice 3-1-8, i sistemi di rinforzo laterali secondo l'Eurocodice 3-1, e le fondazioni in calcestruzzo secondo l'Eurocodice 2-1 e l'Eurocodice 7-1. Disegno CAD completo della struttura e delle connessioni.



2 Concept design

- Analisi lineare elastica, con ammessi gli effetti del secondo ordine (Eurocodice 3-1-1).
- Carichi a gravità, carichi imposti, carichi neve, carichi vento (Eurocodice 1-1, 1-3, 1-4).
- Carichi sismici (Eurocodice 8-1).
- Tutte le combinazioni di carichi (Eurocodice 0).
- L'analisi per i carichi sismici usa il metodo delle forze laterali e il metodo della sovrapposizione modale dell'analisi spettrale (Eurocodice 8-1).
- Verifica degli elementi (punti, pilastri, tratti rastremati) agli stati limite ultimi (SLU) resistenza delle sezioni e stabilità laterale e flessionale degli elementi (Eurocodice 3-1-1, 3-1-3, 3-1-5).
- Verifica degli spostamenti in SLE (Eurocodice 3-1).
- Progetto dettagliato di gronde imbullonate, connessioni alla base e in sommità (Eurocodice 3-1-8).
- Progetto degli ancoraggi alla base (Eurocodice 3-1-1, CEN/TS 1992-4-1)
- Progetto degli arcarecci (Eurocodice 3-1).
- Progetto del sistema di rinforzo laterale verticale e orizzontale (Eurocodice 3-1).
- Progetto della fondazione in calcestruzzo (Eurocodice 2-1, Eurocodice 7-1).
- Disegno CAD completo della struttura e delle connessioni.

3 Funzionalità Programma

- Produzione automatica della geometria della struttura con un minimo input di dati. Tutti i dati necessari sono visibili su schermo.
- Analisi e progetto della struttura aggiornato simultaneamente al cambiamento dei dati. Messaggi di errore per progetti non verificati in una finestra speciale. Gli elementi di progetto sono siglati OK o errore.
- Selezione degli Annessi Nazionali e delle regioni neve-vento-sismica.
- Materiali e parametri di codice possono essere modificati.
- Strumenti per la valutazione del carico neve secondo EN1991-1-3, dei carichi vento secondo EN1991-1-4 e dei carichi sismici secondo EN1991-1-8 dai dati ambientali.
- Tutte le combinazioni di carico per gli Stati Limite Ultimi SLU (EQU, STR), per gli Stati Limite di Esercizio SLE e analisi sismica secondo EN1990-1-1.
- Libreria completa con i profili delle sezioni in acciaio. Possono essere usati profili costruiti mediante saldatura. Editor per i profili costruiti mediante saldatura.
- Analisi Lineare elastica agli elementi finiti con rigidità dell'elemento modificata per l'effetto del tratto rastremato.
- Imperfezioni con carichi equivalenti. Effetti del secondo ordine usando α_{cr} e i fattori di amplificazione EN1993-1-1 §5.2.
- Verifica completa del progetto secondo EN1993-1-1 per classificazione della sezione, resistenza della sezione e stabilità degli elementi in piano, fuori piano e flessione-torsionale.
- Progetto delle connessioni imbullonate per Sommità, Gronda e alla base secondo EN1993-1-8.
- Progetto delle connessioni alla base del pilastro secondo EN1993-1-8. Sistemi di ancoraggio per la resistenza alle forze di sollevamento secondo CEN/TS 1992-4. Le connessioni alla Base possono essere cerniera o incastro.
- Progetto delle fondazioni in calcestruzzo secondo EN1997-1-1 e EN1992-1-1.
- Progetto per i carichi sismici usando sia il metodo delle forze laterali che il metodo della sovrapposizione modale dell'analisi spettrale secondo EN1998-1-1.
- Progetto degli arcarecci. Arcarecci continui o in semplice appoggio, vincolati lateralmente o no. E' valutato il grado di vincolo dovuto al manto di copertura.
- Progetto del sistema di rinforzo laterale verticale e orizzontale.
- Relazione dettagliata con diagrammi delle forze interne, disegno delle connessioni. Riferimento ai paragrafi dell'Eurocodice, formule analitiche e calcoli. Indice dei capitoli.
- Esportazione delle relazioni in formato PDF e DOC.
- I contenuti della relazione e le parti di progetto possono essere selezionati.
- Disegno CAD particolareggiato della struttura e dei dettagli delle connessioni.
- Strumenti CAD per vedere l'anteprima e sistemare i disegni, esportazione in formato dxf, pdf e wmf.

4 Eurocodici usati in SteelPortalFrameEC3

EN1990:2002, Eurocodice 0 Criteri generali di progettazione strutturale
EN1991-1-1:2002, Eurocodice 1-1 Azioni sulle strutture
EN1991-1-3:2003, Eurocodice 1-3 Carichi da neve
EN1991-1-4:2005, Eurocodice 1-4 Azioni del vento
EN1992-1-1:2004, Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo
CEN/TS 1992-4-1:2009, Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo, Generalità.
CEN/TS 1992-4-2:2009, Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo, Ancoraggi muniti di testa.
EN1993-1-1:2005, Eurocodice 3 1-1 Progettazione delle strutture di acciaio
EN1993-1-3:2005, Eurocodice 3 1-3 Elementi formati a freddo.
EN1993-1-5:2006, Eurocodice 3 1-5 Regole Generali. Elementi strutturali tipo piastra.
EN1993-1-8:2005, Eurocodice 3 1-8 Progettazione dei collegamenti
EN1997-1-1:2004, Eurocodice 7 Progettazione geotecnica
EN1998-1-1:2004, Eurocodice 8 Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

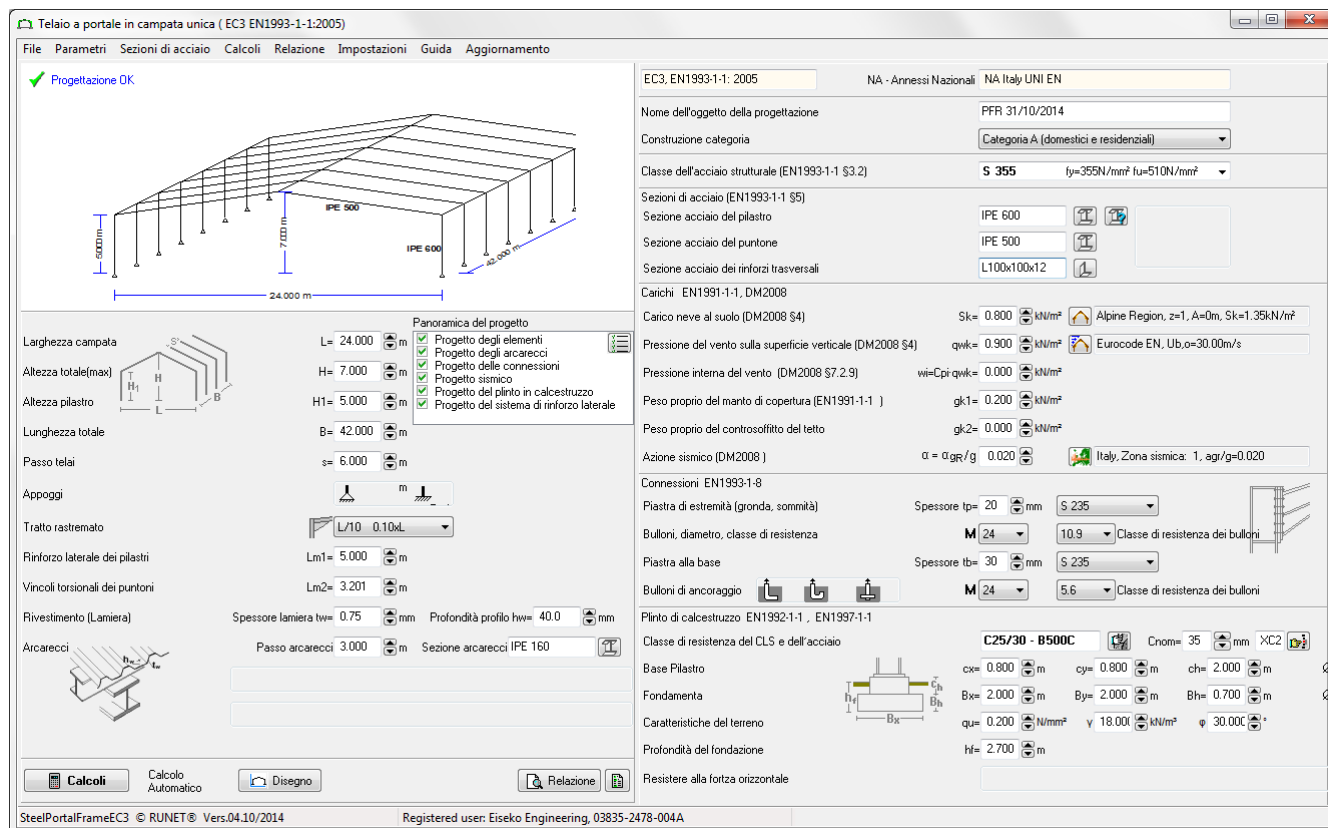
The screenshot shows the SteelPortalFrameEC3 software interface. On the left, a 3D wireframe drawing of a portal frame is displayed with dimensions: height 7.200 m, width 30.000 m, and column height 5.988 m. The main window contains several panels:

- Parameters:** Includes project name (FEF 31/10/2014), category (Libere e resistibili), and material (Libere complete).
- Design Parameters:** Shows design stress (S_d = 0.72), design moment (M_{Ed} = 24), and design shear (V_{Ed} = 5.225).
- Structural Data:** Lists section properties for IPE 600 and IPE 500, including area (A_s = 11000 mm²) and moment of inertia (I_y = 430000000 mm⁴).
- Design Checks:** Displays various limit states and checks, such as buckling (λ = 1.60) and slenderness (λ_{rel} = 0.160).
- Connection Design:** Shows details for column-to-beam and beam-to-column connections, including plate thickness (t_p = 20 mm) and bolt spacing (s = 50 mm).
- Foundation Design:** Provides data for foundation anchors, including embedment depth (h_{ef} = 200 mm) and spacing (s = 200 mm).

Labels on the left side of the image point to specific parts of the software interface:

- Structure wire drawing
- Dimensioni struttura, lunghezze, altezze, campate
- Condizioni all'appoggio cerniera o incastro
- Tratto rastrenato
- Spaziatura per rinforzi laterali per pilastri e vincoli torsionali per puntoni
- Dimensioni coperture, rivestimento, arcarecci
- Arcarecci continui o in semplice appoggio, lateralmente vincolati o non vincolati
- Annassi Nazionali
- Categoria edificio
- Classe acciaio
- Sezioni d'acciaio per pilastri, puntoni e rinforzi Libere complete
- Carichi neve, vento, spinta vento interna, copertura tetto e carico soffitto
- Carico sismico, zona sismica
- Dati connessione
- Bulloni di ancoraggio
- Dati fondazione e suolo

5 Schermata principale



5.1 Parti della schermata principale:


- Menu principale superiore, con comandi di base:
File: gestione dei file, per scrivere e salvare i dati.
Parametri: parametri della normativa di progetto e preferenze per gli annessi nazionali, carico neve e parametri iniziali sismici.
Calcolo-Relazioni: Settaggi delle relazioni, anteprima e stampa.
Impostazioni: per le opzioni di base del programma, la selezione della lingua etc.
Guida e Aggiornamento
- Barra inferiore
Calcoli: realizza tutti i calcoli
Calcolo automatico: se spuntata i calcoli sono eseguiti ad ogni cambiamento dei dati.
Disegno: per il disegno CAD della struttura e i dettagli della connessione.
Relazioni: per mostrare la relazione in anteprima.
Contenuti delle Relazioni: seleziona i capitoli della relazione.
- Finestra con il disegno schematico della struttura.
 Lo schizzo della struttura appare e si modifica dinamicamente con le modifiche se "Calcolo automatico" è spuntata.
- Finestra con l'anteprima di disegno
 Le parti basilari del progetto sono spuntate se il progetto è verificato o no.
- Dati struttura.
 Tutte le strutture, i materiali, la sezione, i carichi e i dati dei dettagli sono indicati nella finestra principale. Inserire i dati e se "Calcolo automatico" è spuntata, i calcoli sono

eseguiti simultaneamente.

5.2 Dati della struttura e dati dei carichi






- Annessi Nazionali
- Categoria dell'edificio
- Dimensioni della struttura, lunghezze, altezze, campate.
- Condizioni di appoggio cerniera o incastro alla base.
- Dimensioni tratto rastremato, L/20, L/10, L/8, L/6.6 o 0 se non usato.
- Dimensioni copertura rivestimenti arcarecci
- Arcarecci continui o in semplice appoggio
- Spaziatura dei rinforzi laterali per i pilastri
- Spaziatura per i vincoli torsionali dei puntoni.
- Classe acciaio
- Sezioni di acciaio per i puntoni e i rinforzi dei pilastri. Selezione dei profili dalla libreria completa.
- Profili Standard o Saldati per pilastri e puntoni
- Carico neve. Può essere selezionato dalla zona climatica e dall'altitudine.
- Carico vento. Può essere selezionato dalla zona vento, dall'altitudine e dalla configurazione del terreno.
- Spinta del vento interna.
- Carico sulla copertura del tetto e carico del controsoffitto appeso.
- Carico sismico. Può essere selezionato dalla zona sismica e dal tipo di terreno.
- Dati connessione, spessore piastra e classe acciaio, caratteristiche bulloneria.
- Caratteristiche bulloneria di ancoraggio.
- Fondazioni in calcestruzzo, dimensioni e materiali.
- Proprietà del suolo di fondazione.
- Le forze orizzontali possono essere contrastate con un tirante in acciaio alla base del pilastro o dalla pressione passiva del terreno.

6 Come utilizzare il programma in 10 passi

1. Togliere la spunta a "Calcolo automatico"  Calcolo Automatico. Se è spuntata, nel momento in cui si cambia qualche dato sono eseguiti i calcoli, cioè il progetto completo. Se il computer non è molto veloce, ci può essere un piccolo ritardo durante l'inserimento dei dati. Perciò, finché non sono stati inseriti tutti i dati basilari per la struttura, è meglio mantenere "Calcolo automatico" senza spunta.
2. In alto a destra controllare che siano selezionati gli Annessi Nazionali appropriati. Se così non fosse impostarli da Parametri/ Annessi Nazionali.
3. Controllare la correttezza delle caselle con le zone climatiche, zone vento e zone sismiche. Se non vanno bene impostare i dati corretti da Parametri.
4. Inserire le dimensioni di base e i carichi della struttura. Se la struttura è piana inserire prima H1 e poi H. Selezionare la connessione alla base, cerniera o incastro:



Specificare la misura del tratto rastremato come rapporto dell'altezza totale. Inserire zero per non usare il tratto rastremato. Selezionare i profili Standard o Saldati per la sezione del pilastro o del puntone. Specificare le sezioni di acciaio.

5. Cliccare  per avere un predimensionamento della sezione.
6. Cliccare "Calcoli" . Se compare una finestra di errore, affinare il modello cambiando le sezioni.
7. Controllare nella finestra con le anteprime di progetto se tutte le parti del progetto sono verificate.
8. Controllare il disegno della struttura e i dettagli. 
9. Cliccare  Relazione per visualizzare l'anteprima delle relazioni di progetto. Si possono stampare direttamente le anteprime.
10. Spuntare "Calcolo automatico"  Calcolo Automatico. Affinare il progetto.

7 File

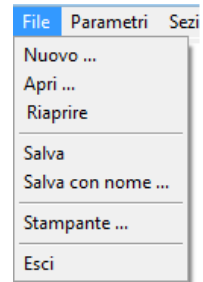
Nuovo, Apri, Recente, Salva, Salva con nome

È visualizzato un tipico menù Windows, dove si può selezionare il nome del file.

Recente, mantiene la lista degli ultimi cinque (5) file aperti e si possono riaprire direttamente.

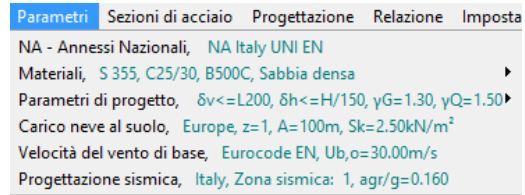
Tutti i dati di un progetto sono salvati in file formato *.SteelPortalFrameEC3.

Dopo aver aperto un file nuovo o vecchio, i cambiamenti sono salvati automaticamente. Nella cartella ../SteelPortalFrameEC3/examples si trovano delle strutture a portale pronte con campate da 15, 20, 25, 30 e 35 metri.



8 Parametri

Parametri di base del programma per i materiali, i parametri di progetto e le zone per neve, vento e sisma.



8.1 Annessi Nazionali

Selezionare gli Annessi Nazionali del paese in cui si vuole lavorare. Per eseguire quest'operazione vanno prima sbloccate le modifiche. I vari parametri di progetto (fattori di carico, fattori dei materiali etc.) sono settati secondo gli Annessi Nazionali. Questo non influisce sulle regioni per neve, vento e sisma, che devono essere selezionate dalla successiva voce di menu del menu parametri.

8.2 Materiali

Acciaio strutturale, Calcestruzzo, acciaio rinforzato e suolo per le fondazioni.

Si possono modificare le proprietà dei materiali. Per evitare cambiamenti accidentali dei materiali la possibilità di cambiare questi dati è bloccata. Per eseguire le modifiche è necessario

prima cliccare Bloccato per sbloccare i cambiamenti. Con si aggiungono o

tolgono righe dalla tabella delle proprietà, con si ricaricano i valori originali del programma.

Classe	f _{ck} [MPa]	f _{ck,c} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	f _{ctm0.05} [MPa]	f _{ctm0.95} [MPa]	f _{ct,fl} [MPa]	f _{vk} [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	26	11	25
C16/20	16.00	20.00	1.90	1.30	2.50	5.00	0.33	28	12	25
C20/25	20.00	25.00	2.20	1.50	2.90	5.90	0.39	29	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	32	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	37	16	25
C70/85	70.00	85.00	4.60	3.20	6.00	10.40	0.45	37	16	25
C80/95	80.00	95.00	4.80	3.40	6.30	10.40	0.45	37	16	25
C90/105	90.00	105.00	5.00	3.50	6.60	10.40	0.45	37	16	25

Tipo di terreno	γ _d [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	φ°	c [N/mm ²]	q _a [N/mm ²]	q _u [N/mm ²]	E _s [MPa]	μ	K _s [kN/m ³]
Ghiaia grossolana	16.00	20.00	45.00	0.00	0.30	0.50	80.00	0.15	20000
Ghiaia media	16.00	20.00	40.00	0.00	0.30	0.40	70.00	0.15	14000
Ghiaia fina	16.00	20.00	35.00	0.00	0.30	0.40	60.00	0.15	10000
Sabbia densa	17.00	20.00	35.00	0.01	0.25	0.30	50.00	0.20	12500
Sabbia	15.00	19.00	30.00	0.00	0.25	0.30	25.00	0.20	9000
Sabbia sciolta	14.00	18.00	25.00	0.00	0.20	0.25	15.00	0.20	3000
Limosa sabbia	21.00	23.00	25.00	0.00	0.15	0.15	10.00	0.25	8000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	5000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	5000

Classe dell'acciaio	f _{yk} [MPa]	f _{tk,c} [MPa]	E _s [GPa]	σ _{uk} [%]	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
S500A	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
S500B	500.00	500.00	200.00	5.00	14.00
S500C	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
S450C	450.00	450.00	200.00	7.50	14.00
S670/600	670.00	600.00	200.00	7.50	14.00

8.3 Parametri di progetto

I parametri degli Annessi Nazionali sono impostati secondo gli Annessi Nazionali che l'utente seleziona. Si può comunque voler cambiare alcuni di essi, o specificare alcune considerazioni di progetto non menzionate negli Annessi Nazionali.

8.3.1 Parametri NAD

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'Eurocodice0 Tabella A1.1. Cliccare Ripristina per ripristinare i valori degli Annessi Nazionali.

The screenshot shows the 'Parametri NAD' dialog box with the 'Coefficients of actions' tab selected. It displays two sections: 'ULS (EQU) UNI EN1990:2004 §6.4 Tab.A1.2A' and 'ULS (STR) UNI EN1990:2004 §6.4 Tab.A1.2B'. Each section lists coefficients for permanent and variable loads, with input fields for $\gamma_{G,sup}$, $\gamma_{G,int}$, and γ_Q .

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.

Suolo secondo l'Eurocodice 7 Annesso A Parametro usato per il progetto delle fondazioni.

The screenshot shows the 'Parametri NAD' dialog box with the 'Partial safety factors for materials' tab selected. It displays a table for 'Fattori di combinazione UNI EN1990:2004 Tab.A1.1' with columns for action categories (A-H) and partial factors ψ_0 , ψ_1 , and ψ_2 .

Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A (domestici e residenziali)	0.70	0.50	0.30
Categoria B (uffici)	0.70	0.50	0.30
Categoria C (aree di congresso)	0.70	0.70	0.60
Categoria D (negozi)	0.70	0.70	0.60
Categoria E (aree di deposito/magazzini)	1.00	0.90	0.80
Categoria F	0.70	0.70	0.60
Categoria G	0.70	0.50	0.30
Categoria H	0.00	0.00	0.00
Carichi da neve sugli edifici (H>100 m.a.s.l.)	0.70	0.50	0.20
Carichi da neve sugli edifici (H<=100 m.a.s.l.)	0.50	0.20	0.00
Carichi da vento sugli edifici	0.60	0.20	0.00

Eurocodice 3, parametri di progetto.

Calcolo della stabilità flesso-torsionale basato su 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.

Si può selezionare il metodo di calcolo dei coefficienti d'interazione per stabilità assiale e laterale combinate secondo l'Eurocodice3 EN1993-1-1 § 6.3.3.

Metodo-1 descritto negli Annessi A dell'Eurocodice3 EN1993-1-1 e Metodo -2 descritto negli Annessi B dell'Eurocodice3 EN1993-1-1.

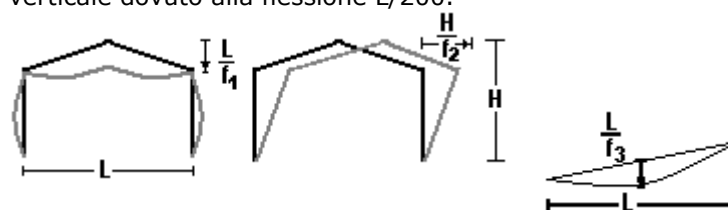
The screenshot shows the 'Parametri NAD' dialog box with the 'Interaction coefficients for stability' tab selected. It displays three sections: 'Eurocode 3 (Progettazione delle strutture di acciai) EC3 EN1993-1-1:2005 §6.1', 'Eurocode 2 (Progettazione delle strutture di calcestrutto) EC2 EN1992-1-1:2004 §2.4.2.4', and 'Eurocode 7 (Progettazione geotecnica) EC7 EN1997-1-1:2004 Annessi A'. Each section shows input fields for interaction coefficients like γ_{M0} , γ_{M1} , γ_{M2} , γ_c , and γ_{ϕ} .

8.3.2 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 $L/200$.



Parametri per Telai a Portale

Limite per la freccia verticale $w \leq L/i_1$	i1= 200.0	
Limite per la freccia orizzontale $u \leq H/i_2$	i2= 150.0	
Massima freccia della copertura in generale $W_{max} \leq L/i_3$	i3= 200.0	
Freccia della copertura dovuta al carico accidentale $w_3 \leq L/i_4$	i4= 250.0	
Pendenza limite del tetto per considerare il carico neve come per i tetti piani	a <= 2.0	

Stabilità pilastro

Lunghezza stabilità laterale e torsionale alla base del tratto rastremato, o distanza tra vincoli torsionali

Lunghezza stabilità laterale e torsionale lungo il sistema o distanza tra vincoli torsionali (conservativamente)

Stabilità puntone

Lunghezza libera d'inflessione flessio-torsionale alla base del tratto rastremato, o distanza tra vincoli torsionali

Lunghezza libera d'inflessione flessio-torsionale lungo il sistema o distanza tra vincoli torsionali (conservativamente)

8.4 Parametri di progetto per il controllo della stabilità.

Pilastri

(1) (default maggiormente ragionevole)

- Stabilità nel piano, lunghezza libera d'inflessione critica L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura.
- Stabilità fuori piano e stabilità torsionale, stabilità flessio-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 lunghezza del pilastro.

(2) (conservativamente)

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

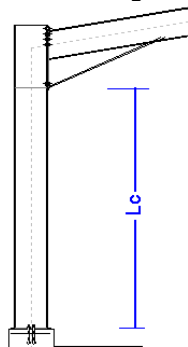
Puntoni

(1) (default maggiormente ragionevole)

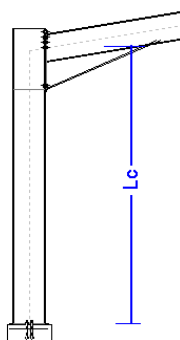
- Stabilità nel piano L_{cr} = distanza tra i nodi della struttura. Questa è ricavata dalla luce totale L e dal primo modo d'instabilizzazione.
- Lunghezza libera d'inflessione laterale in campata è l'interasse fra gli arcarecci, la lunghezza libera d'inflessione flessio-torsionale è la distanza tra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

(2) Conservativamente

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




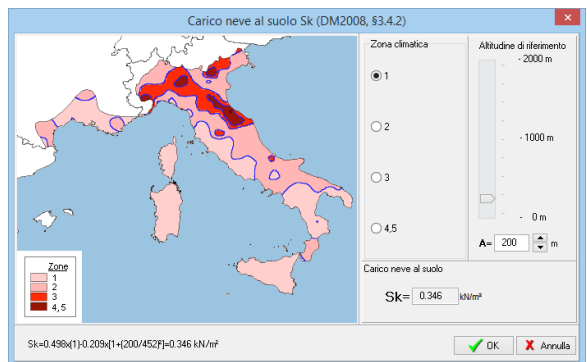
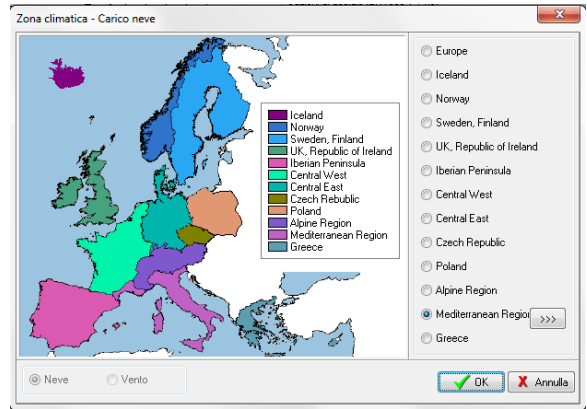
Alla base del tratto rastremato



Al nodo

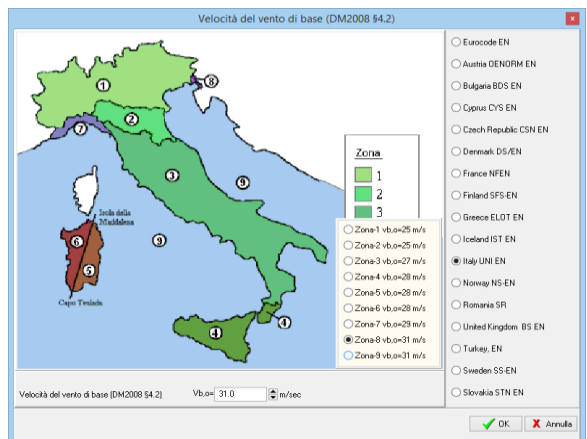
8.5 Carico neve al suolo

Regione di default e zona climatica. Clicca per selezionare la zona climatica dell'area e l'altitudine. La caratteristica del carico neve al suolo sk è impostata secondo l'Eurocodice EN1991-1-3:2003 Questi valori di default appaiono quando si clicca .



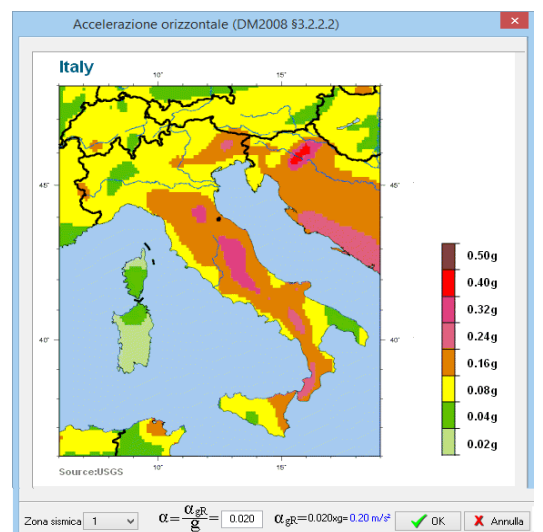
8.6 Velocità del vento di base

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



8.7 Verifica sismica

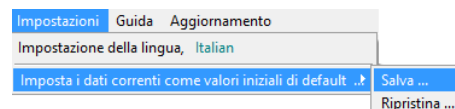
Regione sismica di default e zona sismica di default. L'accelerazione al suolo impostata è $a = a_{gR}$.



9 Impostazioni

9.1 Impostazione della lingua


Imposta la lingua del programma, Inglese o quella del sistema.



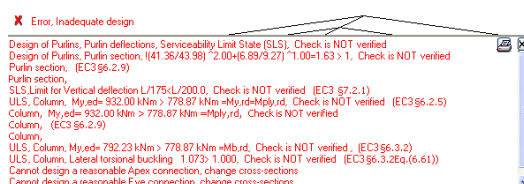
Imposta i dati correnti come valori iniziali di default.

Salva i dati della struttura corrente. Quando s'inizia il programma nuovamente saranno caricati questi dati. Se invece di cliccare *Salva* si clicca *Ripristina* i valori iniziali caricati sono quelli di default del programma.

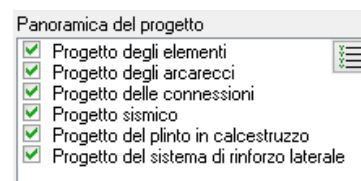
10 Calcoli

Cliccare  **Calcoli** per eseguire tutti i calcoli, se è spuntata **Auto computation** i calcoli sono eseguiti nello stesso momento in cui sono cambiati i dati. In questo modo alcune volte (se il computer è lento) si ritarda il cambiamento del dato. Si raccomanda di togliere la spunta da "Calcolo automatico" quando s'imposta il modello e si eseguono molti aggiustamenti nei dati.


Se le sezioni, gli spessori della piastra o diametri dei bulloni non sono adeguati, appare una finestra di errore con un messaggio esplicativo sul calcolo che non è verificato. In più, se si visualizza l'anteprima della relazione, si possono vedere in rosso messaggi di errore estesi nel punto delle verifiche non soddisfatte.



In aggiunta nella finestra dell'anteprima del progetto si possono vedere se sono soddisfatte le verifiche delle varie parti del progetto. Il programma aumenta automaticamente gli spessori delle piastre, i diametri dei bulloni o la larghezza della fondazione per ottenere la verifica del progetto.



11 Relazione

Cliccare  **Relazione** per visualizzare la relazione del progetto completo con l'analisi dettagliata, i disegni e i riferimenti agli Eurocodici.

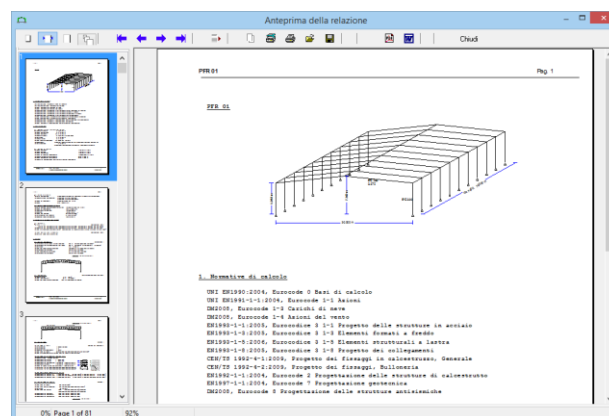
I messaggi di avvertimento, in rosso, appaiono nella relazione per le parti di progetto in cui le verifiche non sono soddisfatte. La relazione è organizzata in capitoli numerati. Alcuni dei capitoli basilari iniziano in una nuova pagina. Dal menu Relazioni/Impostazioni Relazioni si può scegliere di iniziare ogni capitolo in una nuova pagina.

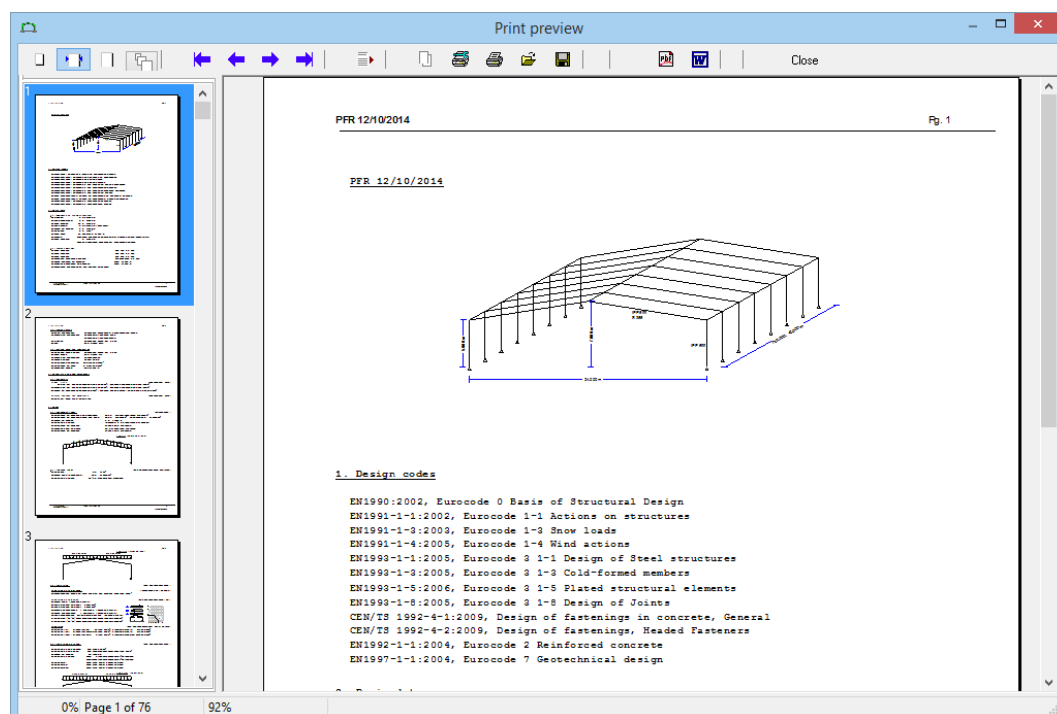
Alla fine del report è presente l'indice dei capitoli.


Si può andare avanti e indietro nelle pagine della relazione o saltare a una pagina specifica con



Dall'anteprima si possono **stampare** tutte le parti della relazione o solo alcune, **esportare** in PDF e Word.





Per stampare solo un intervallo di pagine a scelta dell'utente cliccare .

L'aspetto, il piè di pagina, l'intestazione, i caratteri, i margini etc. possono essere cambiati dal menù Calcolo- Relazioni / Impostazioni Relazioni. Si consiglia di non cambiare i caratteri usati nelle relazioni, perché quello impostato di default (Courier new) supporta certi caratteri necessari (greco e i simboli matematici) e ha larghezza fissa, in questo modo le varie formule e tabelle sono allineate correttamente.

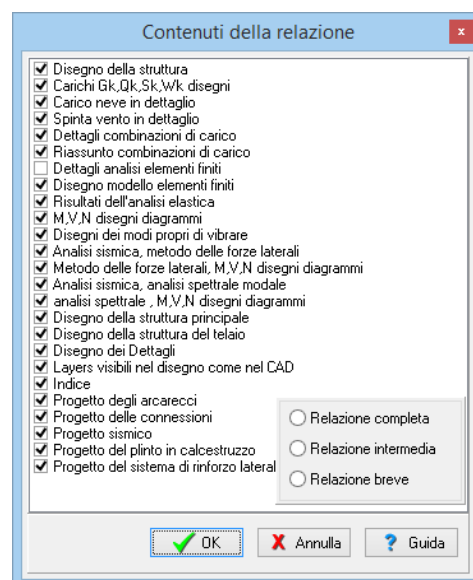
I capitoli della relazione sono personalizzabili con .

Si possono selezionare i disegni e i capitoli da includere nella relazione.

Spuntando relazione completa, intermedia o ridotta si possono selezionare velocemente delle configurazioni di relazione.

Opzioni:

- **Disegno della struttura:** è il primo diagramma della struttura, con lo schema grafico e le dimensioni.
- **Dettagli analisi elementi finiti:** forniscono una descrizione dettagliata, il modello a elementi finiti e le matrici e si consiglia di non spuntarla.
- **Disegno della struttura del telaio, Disegno della struttura principale e Disegno dei dettagli,** sono disegni in scala alla fine della relazione.
- **Layers visibili nel disegno come nel CAD:** se è spuntata i layers visibili nei disegni alla fine della relazione sono gli stessi visibili nel disegno CAD, altrimenti tutti i layers saranno visibili.
- **Indice.** Se puntata un indice completo è incluso alla fine della relazione.



Le ultime cinque (5) opzioni, *Progetto degli arcarecci*, *Progetto delle connessioni*, *Progetto sismico*, *Progetto del plinto in calcestruzzo*, *Progetto del sistema di rinforzo laterale*, sono parti di progetto che possono essere incluse (se spuntate) o no (se non spuntate) a piacimento.

11.1 Menu Relazione

Calcola esegue tutti i calcoli del progetto.

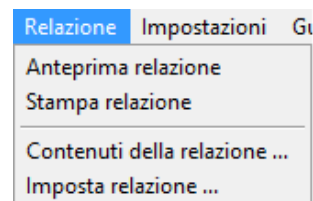
Anteprima relazione mostra la relazione a video.

Contenuti della relazione permette di selezionare i disegni e i capitoli da visualizzare nella relazione.

Imposta relazione impostazione caratteri, etichette, note, etc., per la relazione.

Stampante. Finestra di dialogo standard per selezionare la stampante e le sue proprietà.

Disegno **Apri il disegno CAD.**

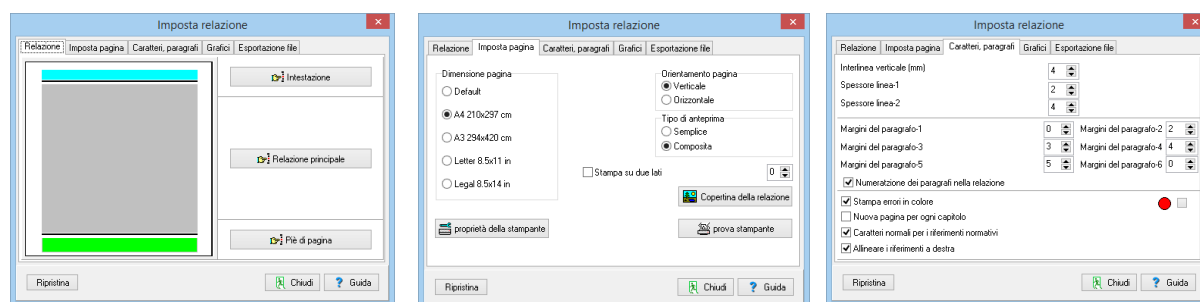


11.2 Imposta relazione

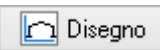
Relazione. Per impostare l'aspetto e i contenuti dell'instestazione, piè di pagina, margini e caratteri.

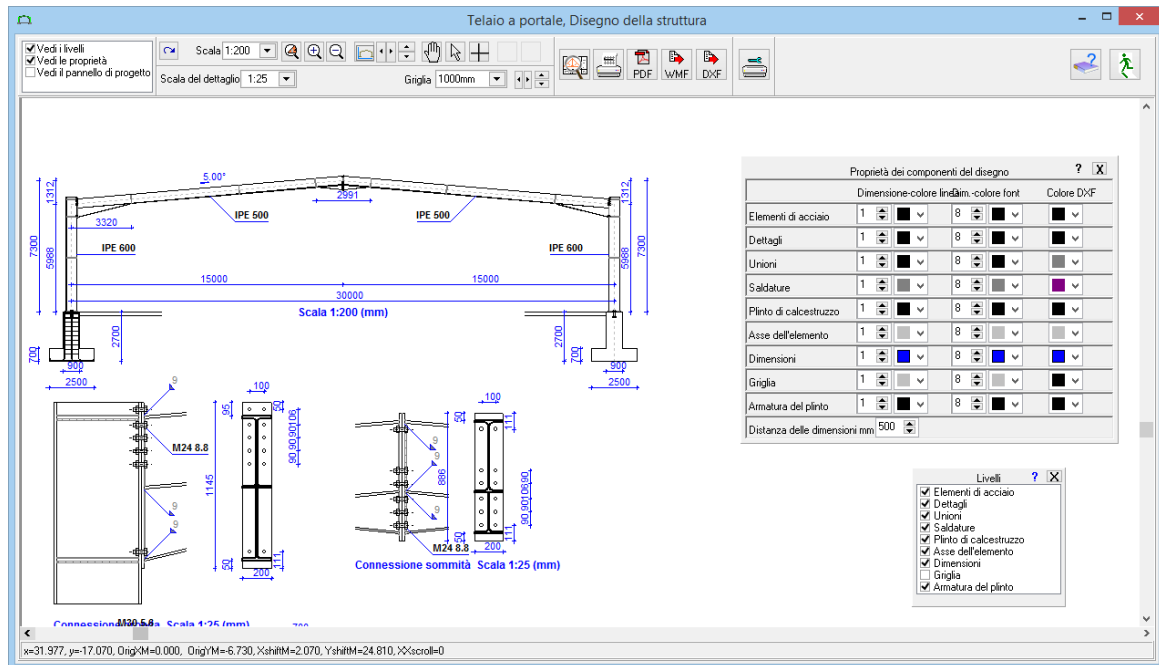
Imposta pagina. Per impostare la dimensione della pagina e la stampa su due lati.

Caratteri, Paragrafi: per impostare la distanza tra le righe della relazione (in genere per un aspetto migliore s'impostano 4 mm). Si può scegliere di avere ogni paragrafo che inizia in una nuova pagina e il colore dei messaggi di errore.



12 Disegni CAD

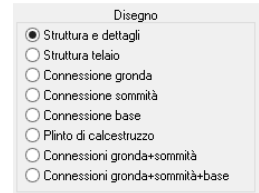
Cliccare  per ottenere il disegno CAD della struttura e i dettagli strutturali per le connessioni.



Con gli strumenti CAD si possono impostare l'aspetto dei disegni, stampare il disegno in vari formati e misure, esportare in DXF, PDF, WMF.

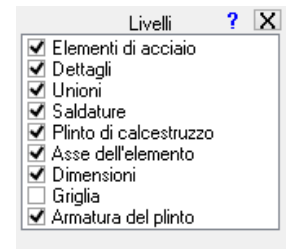
Selezionare il tipo di disegno che si vuole.

- Struttura e dettagli
- Struttura telaio
- Connessione Gronda
- Connessione Sommità
- Connessione Base




I layers visibili sono spuntati nella finestra dei layer.


Il colore e lo spessore della linea, l'altezza e il colore del carattere, i colori dei layer DXF sono impostati nella finestra delle proprietà.

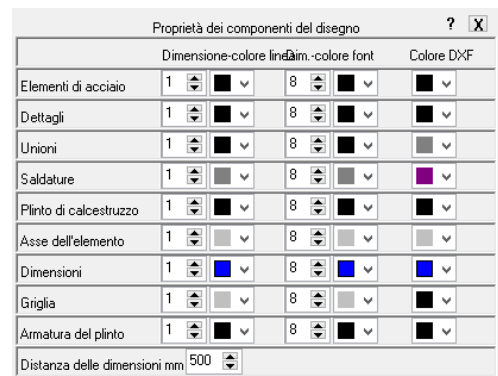


Cliccare sullo schermo. Quando il puntatore è a forma di mano, tenendo premuto il mouse, si può spostare e trascinare il disegno in varie posizioni su, giù, a destra, a sinistra.

Scale Scala del dettaglio imposta la scala di disegno o dei dettagli.

 trasla il disegno, abilita il trascinamento. Il trascinamento è abilitato cliccando nel disegno principale.

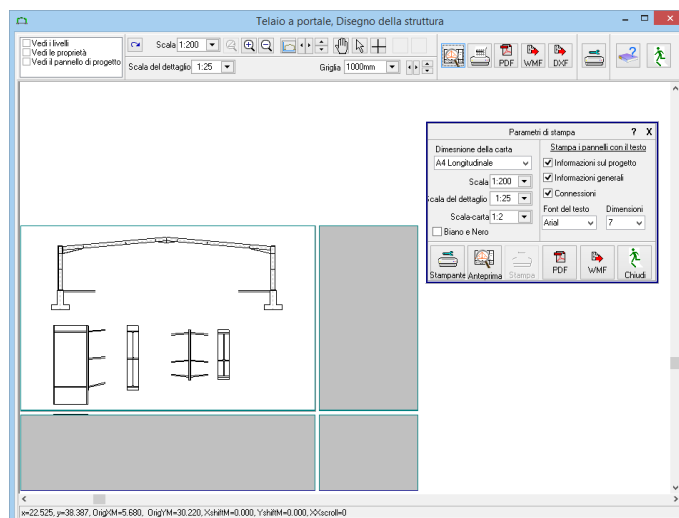
 Opzioni dei cursori e misura delle distanze.





Anteprima, stampa, esportazione in PDF, WMF, o DXF per AutoCAD o altri programmi di disegno.

Si entra in una nuova finestra. Dalla finestra di dialogo si scelgono le opzioni per le misure del foglio e quali pannelli visualizzare a lato del disegno. Cliccando sul disegno (quando il puntatore è a forma di mano) si trascina il disegno nella posizione voluta all'interno del foglio di stampa. Per avere l'aspetto corretto, la stampante deve supportare le opzioni di pagina. Nel caso ci siano problemi con la visualizzazione provare la selezione del foglio con dimensioni. Ad es invece di A2 Orizzontale provare A2L 420x594. I layer del DXF sono impostati nella finestra proprietà. Tutti i layer sono salvati nel file DXF.



13 Dati di Input

13.1 Materiali

Selezionare la classe di acciaio dai materiali di acciaio disponibili. La maggior parte delle classi di acciaio usate sono incluse nel programma e sono caricate secondo gli Annessi Nazionali selezionati. Si possono aggiungere classi di acciaio, o cambiarne le proprietà dal menu Parametri/materiali/Acciaio Strutturale. Il programma automaticamente imposta le rispettive proprietà dell'acciaio (f_{yk} , f_{uk} , E_s etc.) I coefficienti di sicurezza del materiale γ_{M0} , γ_{M1} , γ_{M2} , sono impostati secondo gli Annessi Nazionali selezionati.

S 355	$f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$
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	$f_y=420\text{N/mm}^2$ $f_u=520\text{N/mm}^2$


13.2 Classi di acciaio incluse 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	$f_{y40}:275;f_{u40}:390$
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 355 W	EN 10025-5	$f_{y40}:355;f_{u40}:510$
S 460 Q/QL	EN 10025-6	$f_{y40}:460;f_{u40}:570$
S 235 H	EN 10210-1	$f_{y40}:235;f_{u40}:360$
S 275 H	EN 10210-1	$f_{y40}:275;f_{u40}:430$
S 355 H	EN 10210-1	$f_{y40}:355;f_{u40}:510$
S 275 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:275;f_{u40}:390$
S 355 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:355;f_{u40}:490$
S 420 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:420;f_{u40}:540$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:460;f_{u40}:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:460;f_{u40}:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:460;f_{u40}:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_{y40}:460;f_{u40}:560$

13.3 Sezioni

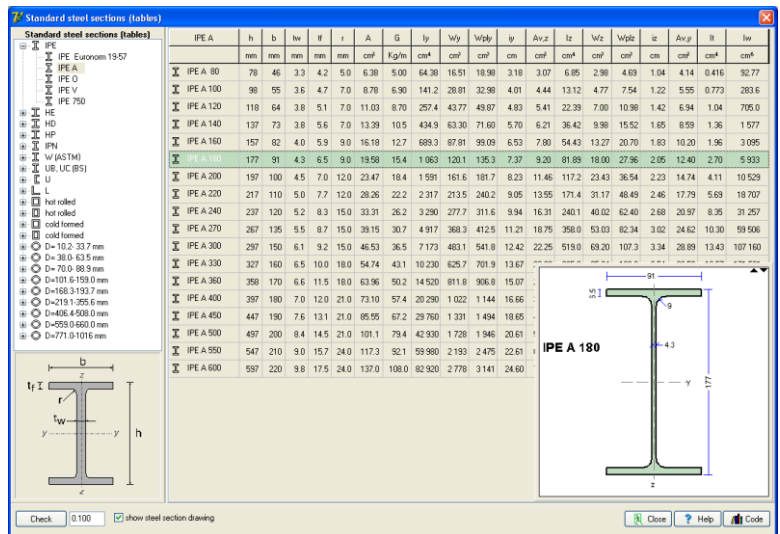
Specifica la sezione per i pilastri, i puntoni, gli arcarecci e i rinforzi trasversali.

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

Cliccare  per aprire la libreria con le sezioni standard.


Selezionare il tipo di sezione dall'albero a sinistra e allo stesso tempo tutte le sezioni di questo gruppo con le loro proprietà geometriche sono visualizzate nella finestra di destra insieme al disegno della sezione in scala.

Le proprietà geometriche della sezione sono calcolate precisamente, incluso i raccordi.

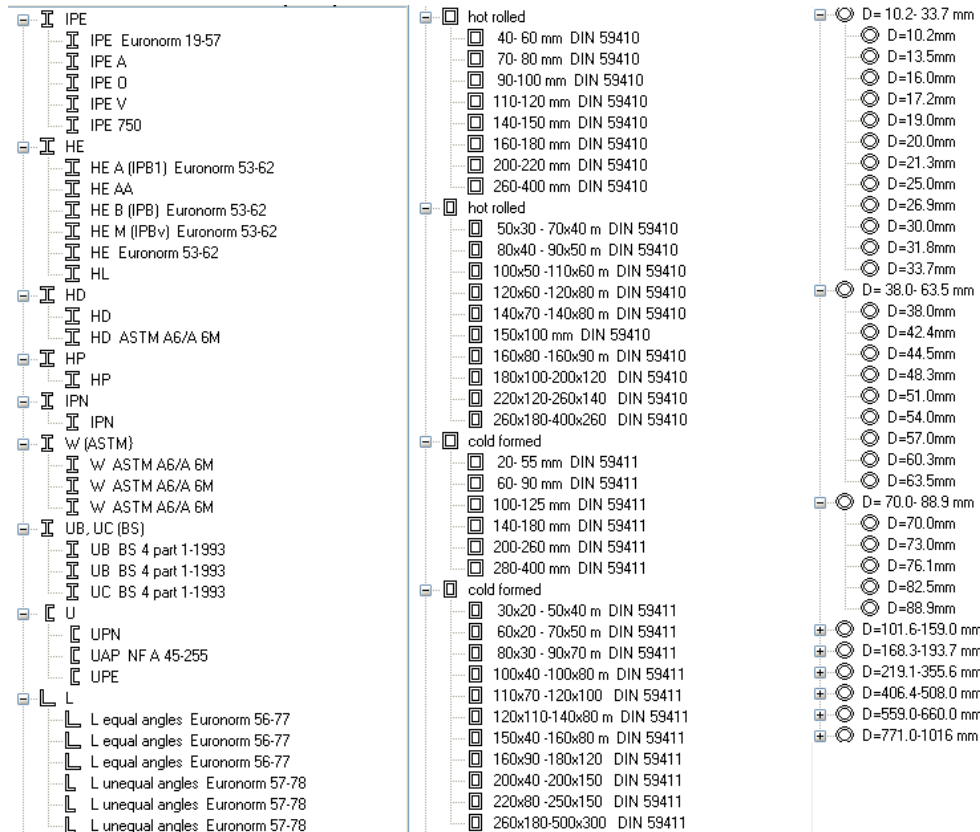


La notazione è mostrata nel disegno nella finestra inferiore sinistra.

13.3.1 Dimensionamento degli elementi.

Cliccare  per ottenere una stima delle dimensioni degli elementi della struttura con le dimensioni che sono state specificate. Si può iniziare con questa stima e poi continuare per un progetto più preciso.

13.3.2 Tipi Standard di profili di sezione inclusi nel programma.



13.3.3 Profili costruiti mediante saldatura

Se l'utente specifica (spunta) sezioni saldate allora appare la libreria con le sezioni definite dall'utente per selezionare la sezione per i pilastri e i puntoni. Questa libreria è aggiornata dal menu Sezioni di acciaio /Sezioni saldate.

	h	b	tw	tf	a	A	G	Iy	Wy	Wplp	Iz	Wz	Wplz	iz	Avy	It	Iw		
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁶		
user I100	100	50	6.0	8.0	5.0	13.04	10.2	199.3	39.87	47.38	3.91	5.52	16.82	6.73	10.76	1.14	8.00	2.29	352.7
user I200	200	100	6.0	8.0	5.0	27.04	21.2	1787	178.7	204.4	8.13	11.52	133.7	26.73	41.66	2.22	16.00	4.72	12288
user I300	300	150	8.0	10.0	5.0	52.40	41.2	7773	518.2	591.8	12.18	23.20	563.7	75.16	117.0	3.28	30.00	14.78	118266
user I420	420	265	8.0	10.0	5.0	85.00	66.8	26544	1264	1407	17.67	32.80	3103	234.2	357.5	6.04	53.00	24.49	1303449
user I500	500	250	10.0	10.0	7.0	98.00	77.0	39233	1569	1801	20.01	49.00	2608	208.7	324.5	5.16	50.00	32.95	1563151
user I600	600	300	10.0	10.0	7.0	118.0	92.7	68479	2283	2611	24.09	59.00	4505	300.3	464.5	6.18	60.00	39.62	3916125
user I700	700	350	12.0	12.0	8.0	165.1	129.7	130304	3723	4261	28.09	82.56	8585	490.6					
user I900	800	400	20.0	20.0	8.0	312.0	245.1	316576	7914	9128	31.85	156.0	21384	1069					
user I900	900	450	30.0	30.0	10.0	522.0	410.0	659286	14651	17037	35.54	261.0	45752	2033					
user I824c	824	250	6.0	12.0	6.0	108.0	84.8	124509	3022	3396	33.95	48.72	3126	250.1					
user I824r	824	240	6.0	12.0	6.0	105.6	82.9	120552	2926	3299	33.79	48.72	2766	230.5					

Cliccare Modifica per aggiornare o cambiare le proprietà. Cliccare per aggiungere o eliminare sezioni. Nella finestra che compare, inserire il nome del profilo e i valori di altezza totale h in mm, larghezza totale bmm, spessore anima tw mm, spessore ala tf mm, e saldatura a mm.

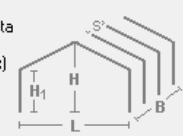
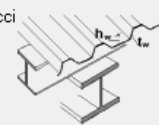
welded I200

Section depth h [mm]: 200.00
 Section width b [mm]: 100.00
 Section web thickness tw [mm]: 6.00
 Section flange thickness tf [mm]: 8.00
 Weld a [mm]: 5.00

Welded section
Cross-section welded I200-S 355
Dimensions of cross section
 Depth of cross section h= 200.00 mm
 Width of cross section b= 100.00 mm
 Web depth hw= 184.00 mm
 Depth of straight portion of web dw= 169.86 mm
 Web thickness tw= 6.00 mm
 Flange thickness tf= 8.00 mm
 Radius of root fillet r= 5.00 mm
 Mass = 21.24 Kg/a

Properties of cross section
 Area A= 2704 mm²
 Second moment of area Iy=1.7869E007 mm⁴
 Iz=1.3366E006 mm⁴
 Section modulus Wy= 178689 mm³
 Wz= 26733 mm³
 Plastic section modulus Wpy= 204384 mm³
 Wpz= 41656 mm³
 Radius of gyration iy= 81 mm
 iz= 22 mm
 Shear area Avz= 1152 mm²
 Avy= 1600 mm²
 Torsional constant It= 47169 mm⁴
 ip= 84 mm
 Warping constant Iw=1.2288E010 mm⁶
 Weld a= 5 mm

14 Dati Struttura

Larghezza campata		L= 30.000 m	Panoramica del progetto	
Altezza totale(max)		H= 7.300 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto degli elementi
Altezza pilastro		H1= 5.988 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto degli arcarecci
Lunghezza totale		B= 72.000 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto delle connessioni
Passo telai		s= 7.200 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto sismico
Appoggi			<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto del plinto in calcestruzzo
Tratto rastremato			<input checked="" type="checkbox"/>	Progetto del sistema di rinforzo laterale
Rinforzo laterale dei pilastri		Lm1= 3.000 m		
Vincoli torsionali dei puntoni		Lm2= 6.000 m		
Rivestimento (Lamiera)		Spessore lamiera tw= 0.70 mm	Profondità profilo hw= 40.0 mm	
Arcarecci		Passo arcarecci 3.000 m	Sezione arcarecci IPE 200	
		<input type="radio"/> Arcareccio lateralmente non vincolato <input checked="" type="radio"/> Arcareccio lateralmente vincolato		
		<input type="radio"/> Arcareccio in semplice appoggio <input checked="" type="radio"/> Arcareccio continuo		

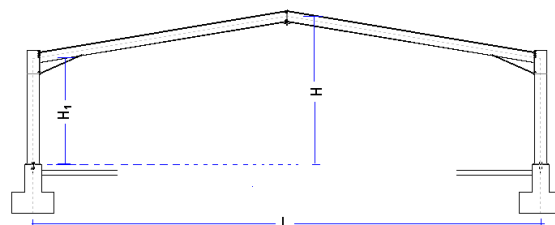
14.1.1 Dimensioni di base della struttura.

Larghezza campata L [m]: la distanza tra gli assi dei pilastri.

Altezza totale H [m] e altezza pilastro H1 [m] negli assi.

Lunghezza totale trasversale B [m]: è necessaria per valutare i carichi sul sistema di rinforzo laterale.

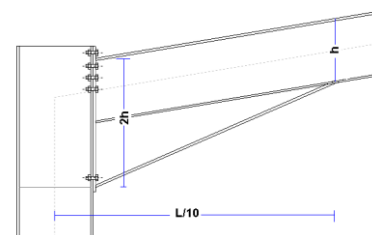
Passo s [m] dei telai: distanza trasversale degli assi dei pilastri, è usata come luce per gli arcarecci.



Per n telai $B=(n-1)s$.

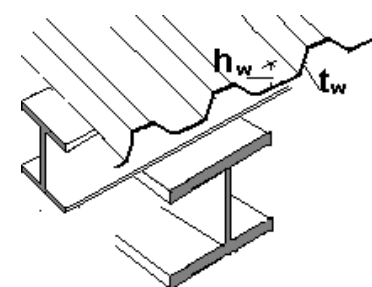
Tipo di appoggio. Cerniera o incastro. Il più comune è la cerniera. La connessione di base e ancoraggio è più semplice e la fondazione è più piccola. In caso di appoggio a incastro il momento flettente di base può essere abbastanza elevato per il sistema di ancoraggio di base o la fondazione.

La misura del tratto rastremato è specificata selezionando uno dei rapporti (1/20, 1/10, 1/8, 1/6.6). Questo rappresenta la dimensione orizzontale del tratto rastremato misurato dall'asse del pilastro al punto iniziale (h =altezza puntone). L'altezza del tratto rastremato nel punto di giunzione con la flangia del pilastro è sempre impostata pari a 2 volte l'altezza del puntone ($2xh$). Se non si vuole un tratto rastremato (come nei telai piani) selezionare l'opzione 0xL.



Il rivestimento è appoggiato sugli arcarecci. Lo spessore della lamiera t_w [mm] e l'altezza del profilo h_w [mm] sono usati per stimare il grado di vincolo laterale degli arcarecci.

Il rivestimento è appoggiato sugli arcarecci. Lo spessore della lamiera t_w [mm] e l'altezza del profilo h_w [mm] sono usati per stimare il grado di vincolo laterale degli arcarecci.



Il passo degli arcarecci è la distanza tra gli assi degli arcarecci. La sezione degli arcarecci deve essere simmetrica. Se si seleziona *arcareccio non vincolato lateralmente* il possibile effetto vincolante dovuto alla lamiera non è considerato. Se si seleziona *arcareccio vincolato lateralmente* il vincolo dovuto alla lamiera è calcolato e usato per la spinta del vento (assestamento verticale

centrale), e l'arcareccio è considerato non vincolato lateralmente per la spinta verso l'alto del vento (assestamento verticale laterale). Per la valutazione dei momenti flettenti e delle forze di taglio si può scegliere *arcareccio in semplice appoggio* o *Arcareccio continuo*. Nel secondo caso l'arcareccio è considerato continuo lungo molte campate.

Il passo del rinforzo laterale per i pilastri e il rinforzo a torsione per i puntoni è usato per il progetto della stabilità flesso-torsionale.

Controllare il modo in cui sono applicati nel menu Parametri/Parametri di progetto.

14.2 Carichi

Il programma automaticamente forma e calcola tutte le combinazioni di carico agli stati limite ultimi SLU (EQU, STR) e agli stati limite di esercizio SLE. I coefficienti di sicurezza per i carichi e i coefficienti delle combinazioni di carico sono presi in accordo con l'Eurocodice 0 e gli Annessi Nazionali. I carichi di base sono:

Carichi EN1991-1-1, DM2008			
Carico neve al suolo	Sk= 0.772	kN/m ²	Alpine Region, z=1, A=300m, Sk=0.35kN/m ²
Pressione del vento sulla superficie verticale	qwk= 0.911	kN/m ²	Eurocode EN, Ub,α=31.00m/s
Pressione interna del vento	wi=Cpi*qwk= 0.400	kN/m ²	
Peso proprio del manto di copertura	gk1= 0.230	kN/m ²	
Peso proprio del controsoffitto del tetto	gk2= 0.000	kN/m ²	
Azione sismico	α = α _R /g 0.160		Europe, Zona sismica: 0, agr/g=0.160


14.2.1 Carichi Permanenti

- *Carico della copertura* [kN/m²] include il peso della lamiera, gli arcarecci e i materiali per l'isolamento.
- *Carico del soffitto sotto il tetto* [kN/m²]
- peso proprio degli elementi del telaio, ricavati dal programma dalle sezioni degli elementi con Massa unitaria $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$.


14.2.2 Carichi accidentali

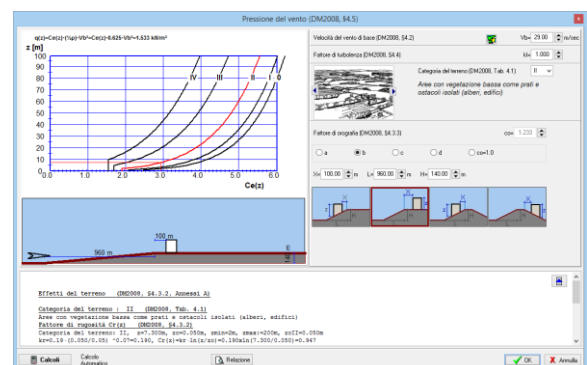
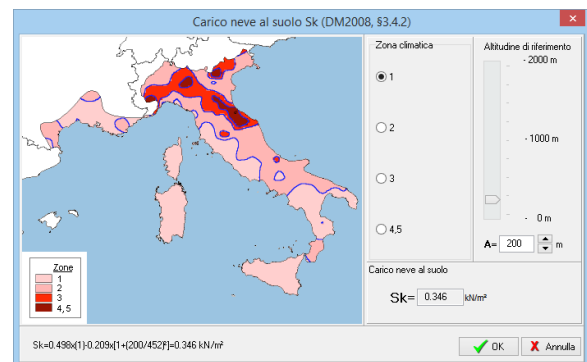
- Carichi imposti secondo EN1990-1-1 Tab 6.1, calcolati dal programma secondo gli Annessi Nazionali selezionati.
- Carichi neve secondo l'Eurocodice 1-3:2004

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

Cliccare  e appare una finestra speciale dove inserire la zona climatica e l'altezza sul livello del mare. 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 al suolo. Il carico neve sulla copertura è calcolato secondo l'Eurocodice 1-3:2003.

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

La spinta del vento sulle superfici verticali è specificata in kN/m². Cliccare  e appare una



speciale finestra di dialogo dove è possibile calcolare la spinta del vento dalla sua velocità e dalla topografia della regione secondo l'Eurocodice 1-4:2005.

Il carico vento è calcolato in vari punti della copertura e dei pannelli verticali secondo l'Eurocodice 1-4:2005 §7.2.5 e Tab 7.4a e Tab. 7.1.

La regione di vento, che specifica la velocità del vento, è selezionata da Parametri/Velocità di base del vento.


Spinta vento interna w_i in kN/m². Questa è la pressione interna e agisce dall'interno verso l'esterno sui pannelli e sulla copertura. E' sottratta direttamente (senza ulteriori moltiplicazioni per i coefficienti di pressione) da qualsiasi spinta verso l'alto del vento sulle superfici esterne.

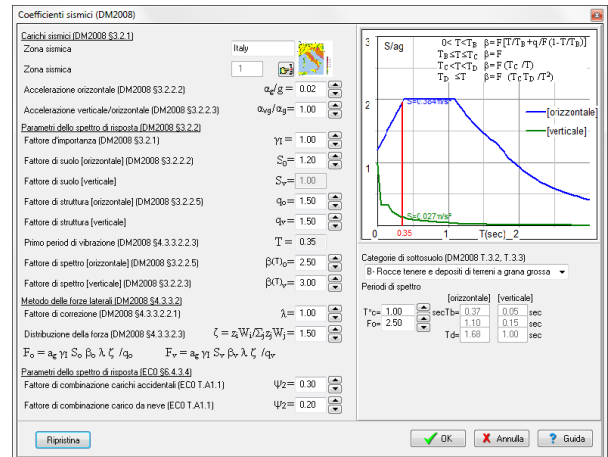
14.2.3 Carico sismico Eurocodice 8-1:2004

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.

$$\alpha = \alpha_{GR}/g \quad 0.160$$

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

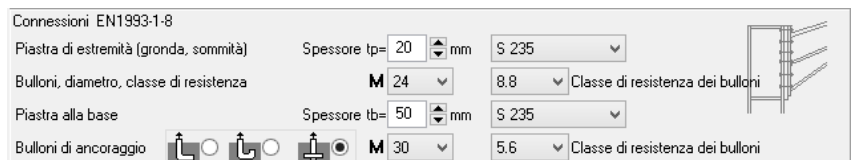
Cliccare  e appare una speciale finestra di dialogo dove si possono specificare in dettaglio tutti i parametri sismici necessari (fattori di suolo, periodi di spettro, fattori di struttura, etc.) per lo spettro di progetto, secondo l'Eurocodice 8-1:2004.



14.3 Connessioni

Le connessioni di Sommità e di Gronda imbullonate con piastra terminale sono progettate per assorbire il momento e le forze di taglio. Per le connessioni di

sommità e di gronda la piastra terminale (spessore e classe di acciaio) e i bulloni (diametro, classe) sono uguali. Lo spessore della piastra terminale di sommità e di gronda dovrebbe essere almeno pari allo spessore della flangia della sezione del puntone e del pilastro. Alla base del tratto rastremato, è progettato un rinforzo per assorbire le forze aumentate di compressione.



Per il pilastro sopra la fondazione in calcestruzzo, è progettata una connessione con piastra imbullonata alla base. I bulloni di ancoraggio sono progettati per assorbire il taglio e le forze di estrazione dovute alla spinta verso l'alto del vento o alle forze sismiche. Per il progetto dei fissaggi in calcestruzzo sono usati CEN/TS 1992-4-1:1992 e CEN/TS 1992-4-2:1992.

I *bulloni di ancoraggio* di tenuta della piastra alla base sono estesi con ancoraggi. Il sistema di ancoraggio può essere gancio semplice, gancio piegato o con rondella. L'ancoraggio tipo gancio (prime due scelte) non può essere selezionato per classi di bulloni con $f_y > 300\text{N/mm}^2$ ($M > 5.6$), secondo l'Eurocodice 1993-1-8:2005, 6.2.6.12 (6).


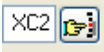
Il programma, se necessario, aumenta il diametro dei bulloni o lo spessore della piastra della connessione per verificare il progetto. Le connessioni sono progettate secondo EN1993-1-8.

14.4 Fondazione

La fondazione in calcestruzzo deve essere progettata per assorbire la pressione del suolo per il

carico massimo verticale, e deve avere un peso sufficiente da contrastare la spinta verso l'alto (del vento o del sisma).

- Proprietà del cemento armato

Cliccare  e selezionare la classe di acciaio e calcestruzzo. Cliccare  per selezionare il copriferro del calcestruzzo C_{nom} [mm].

- *Dimensioni della fondazione* Specifica le dimensioni c_x , c_y e altezza c_h del pilastro tozzo sopra la fondazione, e a seguire il diametro dell'armatura principale del pilastro per il disegno CAD.

Plinto di calcestruzzo EN1992-1-1, EN1997-1-1

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio **C25/30 - B500C**  $C_{nom} = 35$ mm 

Base Pilastro  $c_x = 0.800$ m $c_y = 0.800$ m $c_h = 0.700$ m $\varnothing 25$

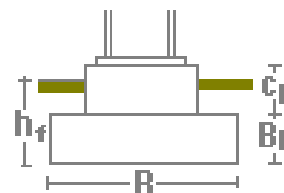
Fondamenta  $B_x = 2.000$ m $B_y = 2.000$ m $B_h = 0.700$ m $\varnothing 16$


Caratteristiche del terreno  $q_u = 0.200$ N/mm² $\gamma = 18.00$ kN/m³ $\varphi = 30.00$ °

Profondità del fondazione $h_f = 2.700$ m

Resistere alla forza orizzontale Sistema d'ancoraggio alla base del pilastro Resistenza passiva del terreno

Dimensioni della fondazione: B_x larghezza longitudinale, B_y larghezza trasversale, B_h altezza, e il diametro dell'armatura. Il programma può cambiare le dimensioni del plinto scelte dall'utente per soddisfare i criteri di progetto della fondazione. Se non si vuole lasciare al programma la possibilità di cambiare le dimensioni del plinto spuntare la casella vicina alle dimensioni.



- *Proprietà del suolo*: la portata q_u [N/mm²], il peso saturo specifico γ KN/m³ e l'angolo d'attrito interno φ possono essere selezionate cliccando .
- *Profondità del plinto* h_f è la profondità del fondo della fondazione, usata per il calcolo della resistenza passiva del terreno.

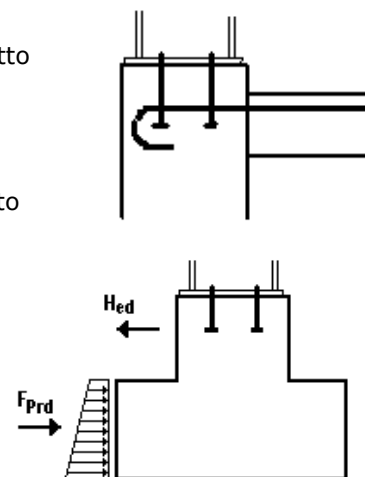
Le forze orizzontali agenti alla base sono quelle agenti verso l'esterno come risultante della flessione nei pilastri dovuta al carico verticale sulla copertura. Questo resiste in due modi.

1. Catena alla base del pilastro. Una catena predisposta nel getto della piastra di fondazione collegata al piede dei pilastri. Questo dovrebbe essere considerato il sistema più sicuro per assorbire le azioni orizzontali al piede dei pilastri.

2. Resistenza passiva del terreno a lato della fondazione. In questo caso il riempimento ed il compattamento del terreno sul lato

della fondazione deve essere eseguito con cura in modo da non ridurre l'effetto della resistenza passiva del terreno. La larghezza e l'altezza della fondazione sono usate per calcolare l'area su cui insiste la resistenza passiva del terreno.

E' consigliato spuntare l'altezza voluta della fondazione B_h sul lato e lasciare che le dimensioni B_x e B_y siano regolate dal programma. B_x e B_y sono calcolate in modo che il peso del plinto sia sufficiente per resistere alla spinta verso l'alto (la fondazione è anch'essa un fattore importante). B_y è regolata inoltre per fare in modo che la resistenza passiva del terreno assorba le forze orizzontali alla base verso l'esterno.




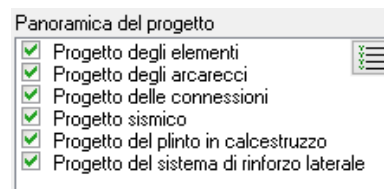
15 Considerazioni di progetto

Parti attive del progetto.

- Progetto degli elementi (sempre attivo.)
- Progetto degli arcarecci
- Progetto delle connessioni
- Verifica sismica
- Progetto del plinto in calcestruzzo
- Progetto del sistema di rinforzo laterale

Nell'anteprima di progetto si possono vedere le varie parti del progetto. Il check verde OK indica che quella parte di progetto è verificata, una croce rossa indica un progetto non verificato. Se non c'è alcun segno vuol dire che quella parte di progetto non è attiva. Le parti di progetto attive si selezionano cliccando

o dai contenuti delle relazioni, .



16 Messaggi di errore

Quando la verifica non è soddisfatta, appaiono dei messaggi di errore in rosso nella relazione e in una speciale finestra che appare sulla schermata principale. Questi errori sono:

- $acr = F_{cr} / F_{ed} < 3$, Cambiare le sezioni, o eseguire un'analisi del secondo ordine §5.2.2.1
- Gli effetti del secondo ordine sono significanti nell'analisi dinamica EC8 §4.4.2.2(2), $\theta > 0.2$ e gli effetti P-D del secondo ordine devono essere presi in considerazione con un'analisi del secondo ordine. Se $\theta < 0.2$ il programma usa il moltiplicatore $1/(1 - \theta)$ per prendere in considerazione gli effetti del secondo ordine.
- Il limite per lo spostamento verticale è superato (SLE stato limite di esercizio EC3 §7.2.1). Il valore limite può essere impostato nel menu Parametri/progetto parametri.
- Il limite per lo spostamento orizzontale è superato (SLE stato limite di esercizio EC3 §7.2.2). Il valore limite può essere impostato nel menu Parametri/progetto parametri.
- La verifica della resistenza della sezione $N_{ed} < N_{rd}$, $V_{ed} < V_{rd}$, $M_{ed} < M_{rd}$ non è soddisfatta, (EC3 §6.2.4, §6.2.5, §6.2.6) e $N_{ed} + V_{ed} + M_{ed}$ combinati (EC3 §6.2.9, §6.2.10). Se non è verificata, vanno cambiate le sezioni dei pilastri o puntoni.
- La verifica della stabilità a compressione, $N_{c,ed} < N_{b,rd}$ (EC3 §6.3.1)
- La verifica della stabilità a flessione, $M_{y,ed} < M_{r,rd}$ (EC3 §6.3.2)
- La verifica delle equazioni per la stabilità flesso-torsionale 6.61 e 6.62, EC3 §6.3.2. Se la verifica a stabilità non è soddisfatta, si devono selezionare sezioni più rigide per il pilastro o per il puntone o bisogna ridurre la distanza tra i vincoli laterali.

17 Breve panoramica teorica

17.1 Carichi di progetto EN1991:2005

17.1.1 Carichi permanenti EN1991-1:2005

Peso del sistema di copertura (lamiera + arcarecci + isolante)

Peso della struttura del soffitto (se esistente)

Peso proprio degli elementi del portale (calcolato dal programma)

17.1.2 Carichi imposti EN1991-1:2005

Un carico imposto distribuito q_k secondo l'Eurocodice 1 EN1991-1-1 Tab. 6.1 è considerato sulla sommità del tetto.

17.1.3 Carico neve EN1991-3:2003

Il carico neve è calcolato secondo l'Eurocodice 1-3 EN1991-3:2003, dal carico neve caratteristico al suolo e dalla pendenza del tetto.

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

Le disposizioni dei tre carichi caratteristici dell'EN1991-3:2003 §5.3.3 sono considerati nei casi di carico. Se il telaio è piatto ($\alpha=0^\circ$) è considerata una disposizione di carico $s = 0.80 C_e C_t s_k$.

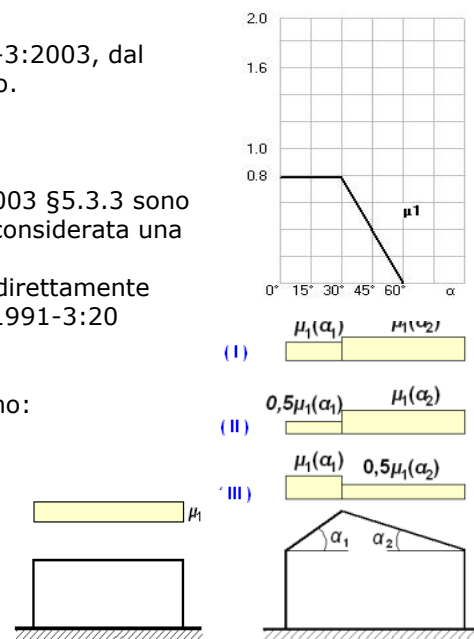
Il carico neve caratteristico al suolo s_k può essere definito direttamente selezionando zona climatica, area e altitudine, secondo EN1991-3:20 Annesso C.

Le disposizioni del carico neve secondo l'Eurocodice 1-3 sono:

Coperture piane. Caso di carico (I)

Tetti spioventi Casi di carico (I) (II) (III)

Se la pendenza del tetto è bassa è necessario solo il caso di carico neve (I). La pendenza limite per quest'angolo è $\alpha=2^\circ$. Si può impostare quest'angolo ad un valore maggiore in Parametri/ Parametri di progetto/ Parametri per telai a portale.



17.1.4 Carico vento di EN1991-4:2005

Il carico vento è calcolato secondo EN1991-1-4:2005 §7.2.5 dal valore di picco della spinta del vento $q(z)$.

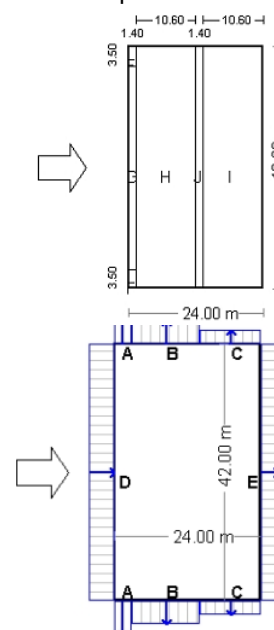
La spinta vento sulle superfici $w_e = q(z) \cdot C_{pe}$ $[\text{kN/m}^2]$

I coefficienti della spinta vento C_{pe} sono calcolati da EN1991-4:2005 Tab.74a per le superfici del tetto e EN1991-1-4:2005 Tab 7.1 per le superfici delle pareti verticali.

Il valore di picco della spinta vento $q(z)$, può essere definito direttamente dalla velocità del vento, dalla rugosità del terreno e dall'orografia. Secondo EN1991-1-4:2005 §4.5 e Annesso A.

La pressione o la depressione del vento sulla superficie della parete è calcolata secondo l'Eurocodice 1-4. Per pendenze del tetto $\alpha \leq 8$ gradi si considera un caso di carico vento. Per pendenze maggiori si considerano due casi di carico vento secondo i coefficienti di pressione della Tabella 7.4a dell'Eurocodice 1-4.

La pressione interna specificata è sempre aggiunta (incremento dovuto alla depressione) alla situazione di pressione del vento esterna.



17.1.5 Carico sismico EN1998-1:2004

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

17.2 Combinazioni di carico di progetto EN1990:2002

Tutte le combinazioni di carico necessarie definite nell'Eurocodice0 EN1990:2002 sono considerate e le forze di progetto risultanti sono verificate nella verifica della resistenza.

17.2.1 Fattori delle combinazioni di carichi (EN1990 Tab.A1.1)

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

17.2.2 Stati Limite Ultimi (SLU) (EQU)

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

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

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

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

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

Combinazioni di carico (ULSSLU) (EQU),

Carico permanente G_k , Carico imposto Q_k , Carico neve Q_{s1}, Q_{s2}, Q_{s3} , Carico vento Q_{w1}, Q_{w2}

$$\text{L.C. 101: } 1.10G_k + 1.50Q_k \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 102: } 1.10G_k + 1.50Q_{s1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 103: } 1.10G_k + 1.50Q_{s2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 104: } 1.10G_k + 1.50Q_{s3} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 105: } 1.10G_k + 1.50Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 106: } 1.10G_k + 1.50Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 111: } 0.90G_k + 1.50Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 121: } 1.10G_k + 1.50Q_{s1} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s1} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 122: } 1.10G_k + 1.50Q_{s1} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s1} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 123: } 1.10G_k + 1.50Q_{s2} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s2} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 124: } 1.10G_k + 1.50Q_{s2} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s2} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 125: } 1.10G_k + 1.50Q_{s3} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s3} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 126: } 1.10G_k + 1.50Q_{s3} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.10xG_k + 1.50Q_{s3} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 127: } 1.10G_k + 1.50Q_{w1} + 0.50 \times 1.50Q_{s1} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w1} + 0.75Q_{s1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 128: } 1.10G_k + 1.50Q_{w1} + 0.50 \times 1.50Q_{s2} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w1} + 0.75Q_{s2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 129: } 1.10G_k + 1.50Q_{w1} + 0.50 \times 1.50Q_{s3} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w1} + 0.75Q_{s3} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 130: } 1.10G_k + 1.50Q_{w2} + 0.50 \times 1.50Q_{s1} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w2} + 0.75Q_{s1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 131: } 1.10G_k + 1.50Q_{w2} + 0.50 \times 1.50Q_{s2} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w2} + 0.75Q_{s2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 132: } 1.10G_k + 1.50Q_{w2} + 0.50 \times 1.50Q_{s3} = 1.10xG_k + 1.50Q_{w2} + 0.75Q_{s3} \quad (\text{Eq.6.10})$$

17.2.3 Stati Limite Ultimi (SLU) (STR)

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

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

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

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

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

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

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

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

Combinazioni di carico (SLU) (STR),

Carico permanente G_k , Carico imposto Q_k , Carico neve Q_{s1}, Q_{s2}, Q_{s3} , Carico vento Q_{w1}, Q_{w2}

$$\text{L.C. 201: } 1.35G_k + 1.50Q_k \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 202: } 1.35G_k + 1.50Q_{s1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 203: } 1.35G_k + 1.50Q_{s2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 204: } 1.35G_k + 1.50Q_{s3} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 205: } 1.35G_k + 1.50Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 206: } 1.35G_k + 1.50Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 211: } 1.35G_k + 1.50Q_{s1} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s1} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 212: } 1.35G_k + 1.50Q_{s1} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s1} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 213: } 1.35G_k + 1.50Q_{s2} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s2} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 214: } 1.35G_k + 1.50Q_{s2} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s2} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 215: } 1.35G_k + 1.50Q_{s3} + 0.60 \times 1.50Q_{w1} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s3} + 0.90Q_{w1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 216: } 1.35G_k + 1.50Q_{s3} + 0.60 \times 1.50Q_{w2} = 1.35xG_k + 1.50Q_{s3} + 0.90Q_{w2} \quad (\text{Eq.6.10})$$

$$\text{L.C. 217: } 1.35G_k + 1.50Q_{w1} + 0.50 \times 1.50Q_{s1} = 1.35xG_k + 1.50Q_{w1} + 0.75Q_{s1} \quad (\text{Eq.6.10})$$

- L.C. 218: $1.35Gk+1.50Qw1+0.50x1.50Qs2= 1.35xGk+1.50Qw1+0.75Qs2$ (Eq.6.10)
 L.C. 219: $1.35Gk+1.50Qw1+0.50x1.50Qs3= 1.35xGk+1.50Qw1+0.75Qs3$ (Eq.6.10)
 L.C. 220: $1.35Gk+1.50Qw2+0.50x1.50Qs1= 1.35xGk+1.50Qw2+0.75Qs1$ (Eq.6.10)
 L.C. 221: $1.35Gk+1.50Qw2+0.50x1.50Qs2= 1.35xGk+1.50Qw2+0.75Qs2$ (Eq.6.10)
 L.C. 222: $1.35Gk+1.50Qw2+0.50x1.50Qs3= 1.35xGk+1.50Qw2+0.75Qs3$ (Eq.6.10)
 L.C. 231: $1.35Gk+1.50x0.50Qs1 +1.50x0.60Qw1= 1.35xG+0.75Qs1+0.90Qw1$ (Eq.6.10a)
 L.C. 232: $1.35Gk+1.50x0.50Qs1 +1.50x0.60Qw2= 1.35xG+0.75Qs1+0.90Qw2$ (Eq.6.10a)
 L.C. 233: $1.35Gk+1.50x0.50Qs2 +1.50x0.60Qw1= 1.35xG+0.75Qs2+0.90Qw1$ (Eq.6.10a)
 L.C. 234: $1.35Gk+1.50x0.50Qs2 +1.50x0.60Qw2= 1.35xG+0.75Qs2+0.90Qw2$ (Eq.6.10a)
 L.C. 235: $1.35Gk+1.50x0.50Qs3 +1.50x0.60Qw1= 1.35xG+0.75Qs3+0.90Qw1$ (Eq.6.10a)
 L.C. 236: $1.35Gk+1.50x0.50Qs3 +1.50x0.60Qw2= 1.35xG+0.75Qs3+0.90Qw2$ (Eq.6.10a)
 L.C. 251: $0.850x1.35Gk+1.50Qs1+1.50x0.60Qw1= 1.15xG+1.50Qs1+0.90Qw1$ (Eq.6.10b)
 L.C. 252: $0.850x1.35Gk+1.50Qs1+1.50x0.60Qw2= 1.15xG+1.50Qs1+0.90Qw2$ (Eq.6.10b)
 L.C. 253: $0.850x1.35Gk+1.50Qs2+1.50x0.60Qw1= 1.15xG+1.50Qs2+0.90Qw1$ (Eq.6.10b)
 L.C. 254: $0.850x1.35Gk+1.50Qs2+1.50x0.60Qw2= 1.15xG+1.50Qs2+0.90Qw2$ (Eq.6.10b)
 L.C. 255: $0.850x1.35Gk+1.50Qs3+1.50x0.60Qw1= 1.15xG+1.50Qs3+0.90Qw1$ (Eq.6.10b)
 L.C. 256: $0.850x1.35Gk+1.50Qs3+1.50x0.60Qw2= 1.15xG+1.50Qs3+0.90Qw2$ (Eq.6.10b)
 L.C. 257: $0.850x1.35Gk+1.50Qw1+1.50x0.50Qs1= 1.15xG+1.50Qw1+0.75Qs1$ (Eq.6.10b)
 L.C. 258: $0.850x1.35Gk+1.50Qw1+1.50x0.50Qs2= 1.15xG+1.50Qw1+0.75Qs2$ (Eq.6.10b)
 L.C. 259: $0.850x1.35Gk+1.50Qw1+1.50x0.50Qs3= 1.15xG+1.50Qw1+0.75Qs3$ (Eq.6.10b)
 L.C. 260: $0.850x1.35Gk+1.50Qw2+1.50x0.50Qs1= 1.15xG+1.50Qw2+0.75Qs1$ (Eq.6.10b)
 L.C. 261: $0.850x1.35Gk+1.50Qw2+1.50x0.50Qs2= 1.15xG+1.50Qw2+0.75Qs2$ (Eq.6.10b)
 L.C. 262: $0.850x1.35Gk+1.50Qw2+1.50x0.50Qs3= 1.15xG+1.50Qw2+0.75Qs3$ (Eq.6.10b)

17.2.4 Stati Limite di Esercizio (SLE)

$E_d = G_k + Q_k1 + \psi_0 \cdot Q_k2 + \psi_0 \cdot Q_k3$ (Combinazione Caratteristica) (Eq.6.14b)

$E_d = G_k + \psi_1 \cdot Q_k1 + \psi_2 \cdot Q_k2 + \psi_2 \cdot Q_k3$ (Combinazione Frequente) (Eq.6.15b)

$E_d = G_k + \psi_2 \cdot Q_k1 + \psi_2 \cdot Q_k2 + \psi_2 \cdot Q_k3$ (Combinazione Quasi-permanente) (Eq.6.16b)

Combinazioni di carico (SLE)

Carico permanente G_k , Carico imposto Q_k , Carico neve $Qs1, Qs2, Qs3$, Carico vento $Qw1, Qw2$

- L.C. 301: G_k+Q_k (Eq.6.14a)
 L.C. 302: G_k+Qs1 (Eq.6.14a)
 L.C. 303: G_k+Qs2 (Eq.6.14a)
 L.C. 304: G_k+Qs3 (Eq.6.14a)
 L.C. 305: G_k+Qw1 (Eq.6.14a)
 L.C. 306: G_k+Qw2 (Eq.6.14a)
 L.C. 311: $G + Qs1 + 0.60Qw1$ (Eq.6.14a)
 L.C. 312: $G + Qs1 + 0.60Qw2$ (Eq.6.14a)
 L.C. 313: $G + Qs2 + 0.60Qw1$ (Eq.6.14a)
 L.C. 314: $G + Qs2 + 0.60Qw2$ (Eq.6.14a)
 L.C. 315: $G + Qs3 + 0.60Qw1$ (Eq.6.14a)
 L.C. 316: $G + Qs3 + 0.60Qw2$ (Eq.6.14a)
 L.C. 317: $G + Qw1 + 0.50Qs1$ (Eq.6.14a)
 L.C. 318: $G + Qw1 + 0.50Qs2$ (Eq.6.14a)
 L.C. 319: $G + Qw1 + 0.50Qs3$ (Eq.6.14a)
 L.C. 320: $G + Qw2 + 0.50Qs1$ (Eq.6.14a)
 L.C. 321: $G + Qw2 + 0.50Qs2$ (Eq.6.14a)
 L.C. 322: $G + Qw2 + 0.50Qs3$ (Eq.6.14a)
 L.C. 331: $G + 0.50Qs1 + 0.30Qw1$ (Eq.6.15a)
 L.C. 332: $G + 0.50Qs1 + 0.30Qw2$ (Eq.6.15a)
 L.C. 333: $G + 0.50Qs2 + 0.30Qw1$ (Eq.6.15a)
 L.C. 334: $G + 0.50Qs2 + 0.30Qw2$ (Eq.6.15a)
 L.C. 335: $G + 0.50Qs3 + 0.30Qw1$ (Eq.6.15a)
 L.C. 336: $G + 0.50Qs3 + 0.30Qw2$ (Eq.6.15a)
 L.C. 337: $G + 0.20Qw1 + 0.00Qs1$ (Eq.6.15a)
 L.C. 338: $G + 0.20Qw1 + 0.00Qs2$ (Eq.6.15a)
 L.C. 339: $G + 0.20Qw1 + 0.00Qs3$ (Eq.6.15a)
 L.C. 340: $G + 0.20Qw2 + 0.00Qs1$ (Eq.6.15a)
 L.C. 341: $G + 0.20Qw2 + 0.00Qs2$ (Eq.6.15a)
 L.C. 342: $G + 0.20Qw2 + 0.00Qs3$ (Eq.6.15a)
 L.C. 351: $G + 0.00Qs1 + 0.30Qw1$ (Eq.6.16a)
 L.C. 352: $G + 0.00Qs1 + 0.30Qw2$ (Eq.6.16a)
 L.C. 353: $G + 0.00Qs2 + 0.30Qw1$ (Eq.6.16a)
 L.C. 354: $G + 0.00Qs2 + 0.30Qw2$ (Eq.6.16a)
 L.C. 355: $G + 0.00Qs3 + 0.30Qw1$ (Eq.6.16a)
 L.C. 356: $G + 0.00Qs3 + 0.30Qw2$ (Eq.6.16a)

17.2.5 Stati Limite Ultimi (SLU) Situazione sismica

$$Ed = Gk + Aed + \psi_2 \cdot Qk1 + \psi_2 \cdot Qk2 + \psi_2 \cdot Qk3 \quad (\text{Eq.6.12b})$$

Carico neve Q_s , Carico vento Q_w , Carico sismico Aed

L.C. 601: $Gk + 0.30Qs1 + Aed$ (Eq.6.14a)

17.3 Modello a elementi finiti

Lo spostamento della struttura e le forze interne e i momenti nella struttura sono calcolati con il programma a elementi finiti FRAME2Dexpress® (©RUNET).

Il modello a elementi finiti usa elementi trave-bidimensionali. Gli assi degli elementi passano per il baricentro delle sezioni delle travi e dei pilastri. La luce di calcolo del telaio a portale è la distanza tra gli assi dei pilastri.

L'aumento della rigidità degli elementi puntone dovuta ai tratti rastremati è presa in considerazione modificando la matrice di rigidità dell'elemento puntone.

Viene eseguita l'analisi lineare statica e dinamica elastica.

Le connessioni di gronda e sommità sono modellate come connessioni rigide.

La connessione di base è considerata connessione a cerniera. La forza orizzontale agente verso l'esterno è contrastata o dalla forza passiva del terreno o da un tirante di acciaio posizionato nel solaio.

17.4 Materiali EN 1993-1-1:2005 § 3.2

Nel programma sono incluse le classi di acciaio elencate nella Tabella 3.1 dell'Eurocodice.

Le proprietà dell'acciaio (snervamento f_y resistenza ultima f_u) possono essere cambiate da Parametri / Materiali.

Valori di progetto per: Modulo di elasticità $E=210000 \text{ N/mm}^2$, Rapporto di Poisson $\nu=0.30$, Unità massa $\rho= 7850 \text{ Kg/m}^3$

Classi di acciaio

S 235	EN 10025-2	$f_y:235$	$f_u:360$
S 275	EN 10025-2	$f_y:275$	$f_u:430$
S 355	EN 10025-2	$f_y:355$	$f_u:510$
S 450	EN 10025-2	$f_y:440$	$f_u:550$
S 275 N/NL	EN 10025-3	$f_y:275$	$f_u:390$
S 355 N/NL	EN 10025-3	$f_y:355$	$f_u:490$
S 420 N/NL	EN 10025-3	$f_y:420$	$f_u:520$
S 460 N/NL	EN 10025-3	$f_y:460$	$f_u:540$
S 275 M/ML	EN 10025-4	$f_y:275$	$f_u:370$
S 355 M/ML	EN 10025-4	$f_y:355$	$f_u:470$
S 420 M/ML	EN 10025-4	$f_y:420$	$f_u:520$
S 460 M/ML'	EN 10025-4	$f_y:460$	$f_u:540$
S 235 W	EN 10025-5	$f_y:235$	$f_u:360$
S 355 W	EN 10025-5	$f_y:355$	$f_u:510$
S 460 Q/QL	EN 10025-6	$f_y:460$	$f_u:570$
S 235 H	EN 10210-1	$f_y:235$	$f_u:360$
S 275 H	EN 10210-1	$f_y:275$	$f_u:430$
S 355 H	EN 10210-1	$f_y:355$	$f_u:510$
S 275 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:275$	$f_u:390$
S 355 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:355$	$f_u:490$
S 420 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:420$	$f_u:540$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:460$	$f_u:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:460$	$f_u:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:460$	$f_u:560$
S 460 NH/NLH	EN 10210-1	$f_y:460$	$f_u:560$

17.5 Fattori Parziali EN 1993-1-1:2005 § 6.1

I fattori parziali γ_M sono applicati a diversi valori di resistenza caratteristica. Sono definiti nel programma dagli Annessi Nazionali selezionati e possono essere sovrascritti in Parametri /

Parametri Annessi Nazionali.

Valori comuni per le strutture di acciaio sono:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.00$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Valori comuni per le strutture in calcestruzzo sono (EN1992-1-1 Tab. 2.1N):

$$\gamma_c = 1.50 \text{ (calcestruzzo)}$$

$$\gamma_s = 1.15 \text{ (armatura)}$$

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

Il comportamento del materiale è lineare elastico. Gli effetti del secondo ordine sono effetti geometrici (P- Δ e P- δ). La conseguenza pratica degli effetti (P- Δ) è quella di ridurre la rigidezza della struttura, con un risultante aumento degli spostamenti e delle forze interne oltre a quelle calcolate dall'analisi del primo ordine.

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

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

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

F_{cr} : è il carico d'instabilità critica elastica per il modo d'instabilità globale basato sulla rigidezza iniziale elastica.

La struttura è considerata sufficientemente rigida e gli effetti del secondo ordine possono essere trascurati nell'analisi del primo ordine se $a_{cr} \geq 10$.

Per le strutture a portali con pendenze basse secondo EN1993-1-1 §5.2.1 (4) a_{cr} possono essere valutate come

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

H_{ed} : carico orizzontale totale di progetto

V_{ed} : carico verticale totale di progetto

δ_{hed} è lo spostamento orizzontale alla sommità del pilastro

h è l'altezza del pilastro.

Si possono considerare significative le forze assiali nei puntoni se

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

Secondo EN1993-1-1 §5.2.2 (5) nei portali ad un solo piano calcolati con l'analisi elastica l'analisi globale degli effetti del secondo ordine dovuti ai carichi verticali può essere effettuata incrementando i carichi orizzontali H_{ed} e i carichi equivalenti ϕV_{ed} , dovuti alle imperfezioni e ad altri effetti simili, con la teoria del primo ordine usando un coefficiente di amplificazione

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}} \text{ a condizione che } a_{cr} \geq 3 \quad \text{EN1993-1-1 Eq (5.4)}$$

Se $a_{cr} < 3$, è necessaria l'analisi del secondo ordine.

17.7 Imperfezioni EN1993-1-1 §5.3.1

Effetto delle imperfezioni globale iniziale: $\phi = \phi_0 * a_h * \phi_m$

ϕ_0 : Valore iniziale = 1/200

a_h : fattore di riduzione per l'altezza del pilastro = $2/\sqrt{h}$ ($2/3 \leq a_h \leq 1$) (h : altezza struttura)

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

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

Il progetto di elementi di 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		
				Axis of bending		
Class	Part subject to bending	Part subject to compression	Part subject to bending and compression			
1						
			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						
			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						
			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

Angles						
Refer also to "Outstand flanges" (see sheet 2 of 3)				Does not apply to angles in continuous contact with other components		
Class	Section in compression					
Stress distribution across section (compression positive)						
3	$h/t \leq 15\epsilon; \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
Tubular sections						
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

17.9 Progetto per SLE EN1993-1-1 § 7.2

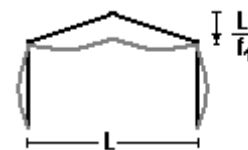
L'analisi per gli Stati Limite di Esercizio (SLE) è eseguita controllando gli spostamenti per tutti i casi di carico SLE dopo l'analisi del primo ordine.

Combinazioni di carico (SLE)

$$Ed = Gk + Qk1 + \psi_0 \cdot Qk2 + \psi_0 \cdot Qk3 \text{ (Combinazione Caratteristica)} \quad (\text{Eq.6.14b})$$

$$Ed = Gk + \psi_1 \cdot Qk1 + \psi_2 \cdot Qk2 + \psi_2 \cdot Qk3 \text{ (Combinazione Frequente)} \quad (\text{Eq.6.15b})$$

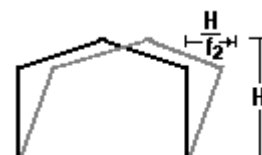
$$Ed = Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + \psi_2 \cdot Qk2 + \psi_2 \cdot Qk3 \text{ (Combinazione Quasi-permanente)} \quad (\text{Eq.6.16b})$$



Le verifiche degli spostamenti di base sono per gli spostamenti massimi verticali in sommità e gli spostamenti massimi orizzontali in cima al pilastro. I limiti per questi spostamenti sono generalmente definiti negli Annessi Nazionali. EN1993-1-1 § 7.2 e EN 1990 Annesso A1.4 Secondo EN1993-1-1 questi limiti possono essere specificati per ogni progetto e concordati con il cliente.

I limiti per gli spostamenti nel programma possono essere specificati in Parametri/ Parametri di progetto.

Valori comuni: spostamento verticale $L/200$, spostamento orizzontale $H/150$, spostamento verticale dovuto a flessione $L/200$.



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

17.10.1 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.

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

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

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

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

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

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

A area della sezione

A_{eff} area effettiva della sezione

f_y 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.

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

17.10.3 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).

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

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

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

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

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

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

$W_{pl,y}$ $W_{pl,z}$ 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 effettivo 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.

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

17.10.4 Flessione biassiale EN1993-1-1:2005 § 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: $\alpha=2, \beta=5n, \beta \geq 1$ ($n=N_{Ed}/N_{pl,Rd}$)

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

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

17.10.6 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} area a taglio parallele all'anima o alle ali della sezione,

f_y snervamento dell'acciaio

γ_{M0} coefficienti di sicurezza per il materiale

17.10.7 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 $\bar{\lambda}$

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

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

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

$\bar{\lambda}$ snellezza non-dimensionale,

N_{cr} carico d'instabilità elastica critico,

l_{cr} lunghezza libera d'inflessione equivalente,

λ snellezza,

i raggio di rotazione

Il fattore d'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 d'imperfezione α	0.13	0.21	0.34	0.49	0.76

Lunghezza libera d'inflessione equivalente l_{cr}/L

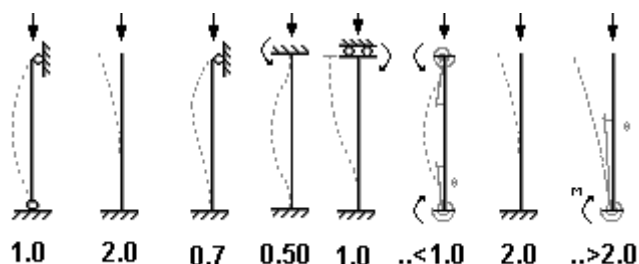
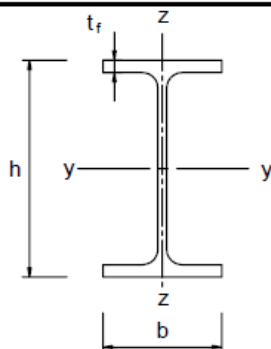
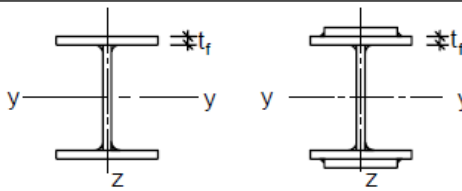

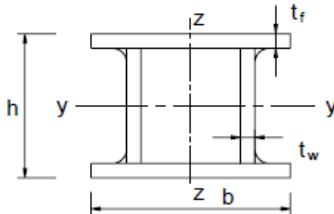
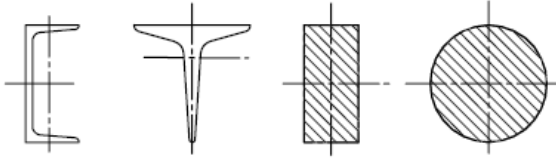
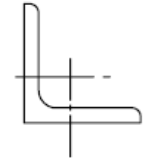


Tabella 6.2 EN 1993-1-1:2005 Selezione della curva di stabilità della sezione

Cross section	Limits	Buckling about axis	Buckling curve		
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460	
Rolled sections 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a b	a ₀ a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	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	

17.10.8 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 χ_{LT} d'imperfezione è determinato dalla snellezza non-dimensionale $\bar{\lambda}_{LT}$

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

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

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

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).

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

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 lunghezza 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

17.10.9 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	$C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
		$\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
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	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
	RHS-sections	$\leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$\leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
			$C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
			$\leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$


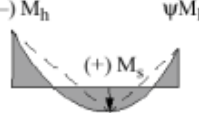
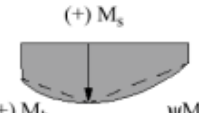
For I- and H-sections and rectangular hollow sections under axial compression and uniaxial bending $M_{y,Ed}$ the coefficient k_{zy} may be $k_{zy} = 0$.

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	Punti rinforzati in direzione
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	$-1 \leq \psi \leq 1$		$0,6 + 0,4 \psi \geq 0,4$	
 $\alpha_s = M_s / M_h$	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$
	$-1 \leq \alpha_s < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,1 - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$-0,8 \alpha_s \geq 0,4$
$-1 \leq \psi < 0$		$0,1(1 - \psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	$0,2(-\psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$	
 $\alpha_h = M_h / M_s$	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \alpha_h$
	$-1 \leq \alpha_h < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \alpha_h$
$-1 \leq \psi < 0$		$0,95 + 0,05 \alpha_h(1 + 2\psi)$	$0,90 - 0,10 \alpha_h(1 + 2\psi)$	

17.11 Connessioni Eurocodice 3-1-8:2005

Le tre connessioni progettate sono Gronda, Sommità e Base, secondo Eurocodice 3 1-8 Progettazione delle connessioni.

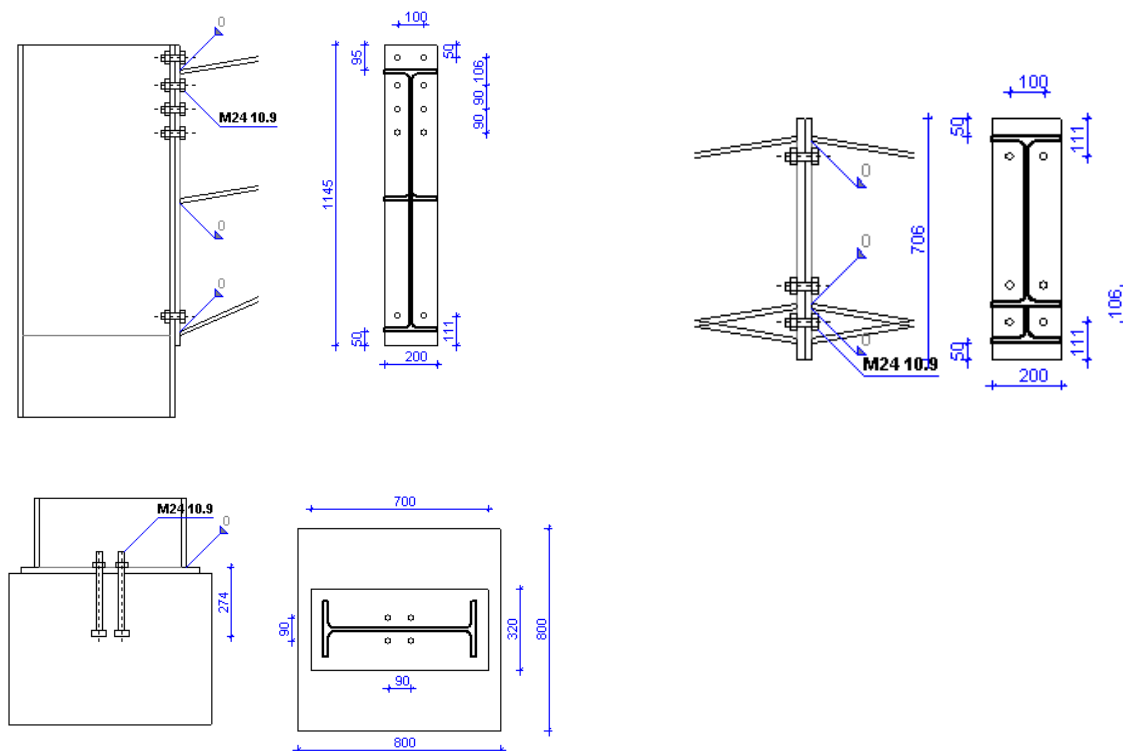
Le connessioni Gronda e Sommità sono progettate con piastre terminali e bulloni. Sono eseguite tutte le verifiche per il momento e il taglio.

La connessione di Base è una piastra di appoggio, con vincolo cerniera o incastro con la fondazione. I bulloni di ancoraggio sono progettati per contrastare il taglio e le spinte verso l'alto (vento e forze sismiche). Nel caso di connessione di base a incastro, i bulloni di ancoraggio sono progettati per contrastare le forze di tensione verso l'alto dovute a flessione. Il sistema di ancoraggio è progettato secondo l'Eurocodice 3-1-8 §6.2.6.12 e CEN/TS 1992-4-1:2009, Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo, Generalità e CEN/TS 1992-4-2:2009, Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo, Ancoraggi muniti di testa. Il calcestruzzo della base è progettato per contrastare le forze di compressione secondo l'Eurocodice 3-1-8 §6.2.5(7) e l'Eurocodice 2-1-1:2004.

$$F_{C,Rd} = f_{jd} \cdot b_{eff} \cdot l_{eff}$$

$$f_{jd} = \beta_j F_{RdU} / (b_{eff} l_{eff}) \quad \beta_j = 2/3$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c \quad \alpha_{cc} = 1.0, \gamma_c = 1.5 \text{ definito negli Annessi Nazionali}$$



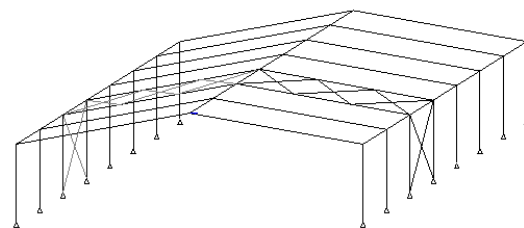
17.12 Sistema di rinforzo

I sistemi di rinforzo sono richiesti per contrastare le azioni trasversali dovute a vento e sisma.

I sistemi sono forniti per queste due.

Sistemi di rinforzo verticali nelle pareti laterali tra i pilastri. Il sistema trasmette i carichi trasversali orizzontali dalla copertura a terra e una temporanea stabilità durante il montaggio.

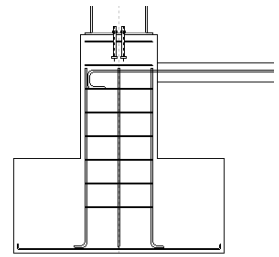
Sistemi di rinforzo orizzontali di copertura. Sulla copertura, per trasmettere i carichi trasversali dal tetto ai rinforzi verticali e per fornire una temporanea stabilità durante il montaggio.



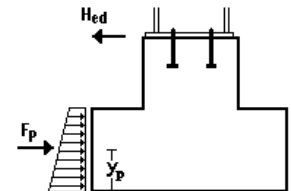
17.13 Fondazioni

La reazione orizzontale che agisce verso l'esterno è contrastata in due modi.

1. Spinta passiva del terreno sul lato della fondazione. In questo caso il terreno che riempie e compatta il lato della fondazione deve essere messo a regola d'arte, in modo che la spinta passiva del terreno non sia ridotta.
2. Un tirante gettato nella soletta del solaio connessa alla base dei pilastri. Questo dovrebbe essere considerato il metodo più sicuro per contrastare le forze orizzontali alla base dei pilastri.



Le fondazioni sono progettate secondo l'Eurocodice 7 EN1997-1-1:2004, Eurocodice 7 Progetto geotecnico, per stabilità con forze verticali di scarico così come forze verso l'alto dovute al vento o al carico sismico. Il progetto del cemento armato è secondo EN1992-1-1:2004, Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo.



17.13.1 Progetto delle fondazioni

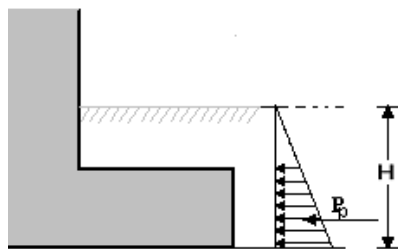
Secondo l'Eurocodice 7 §6.5.2. La resistenza di progetto della fondazione R_d deve essere maggiore del carico di progetto V_d , $R_d > V_d$. La resistenza di progetto $R_d = q_u A' / \gamma_q$, dove q_u è la capacità portante del terreno e A' è l'area efficace di progetto della fondazione come definito nell'Annesso D dell'Eurocodice 7. Il fattore parziale per le proprietà del suolo γ_q è usato per i valori di progetto dei parametri geotecnici secondo l'Eurocodice 7 Annesso A. Stati limite EQU STR e GEO e può essere modificato in Parametri/ Parametri di progetto/ Parametri NAD /Coefficienti parziali di sicurezza sui materiali.

Solo carico verticale $A' = B \times L$

Carico verticale N e momento M , $A' = B \times L'$. $L' = \text{luce fondazione}$
 $L' = L - 2xe$, $e = M/N$ (eccentricità)

17.13.2 Spinta passiva del terreno

La spinta passiva del terreno è la pressione risultante sviluppata da un materiale granulare contro alcune superfici, quando quest'ultimo fa un piccolo spostamento verso il materiale. I presupposti basilari per la spinta laterale del terreno, usando la teoria semplificata del cuneo sono impostati da Coulomb (1736-1806).



$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} K_p$$

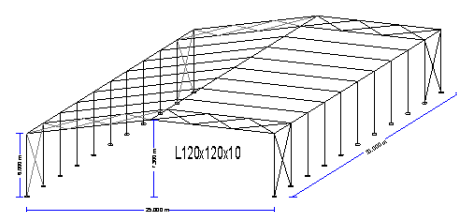
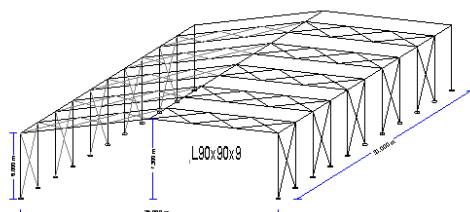
$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

φ angle of internal friction of soil

δ angle of wall friction

17.14 Sistema di rinforzo

Se si seleziona un profilo leggero L per il sistema di rinforzo, allora si potrebbero avere molte più strutture di rinforzo lungo l'edificio rispetto a quando si seleziona un profilo più pesante.



18 Standard e Bibliografia

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

Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale

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

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici

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

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco

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

Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Part 1-3: Azioni in generale – Carichi da neve

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

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento

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

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento

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

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 1-5: Azioni in generale – Azioni termiche

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

Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture Part 1-6: Azioni in generale – Azioni durante la costruzione

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

Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Part 1-7: Azioni in generale – Azioni eccezionali

EN 1991-2:2003/AC:2010

Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Part 2: Carichi da traffico sui ponti

EN 1991-3:2006/AC:2012

Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Part 3: Azioni indotte da gru e da macchinari.

EN 1991-4:2006/AC:2012

Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Part 4: Silos e serbatoi

EN 1992-1-1:2004

Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Part 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

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

Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo- Part 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

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

Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Part 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

EN 1992-2:2005/AC:2008

Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi

EN 1992-3:2006

Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Part 3: Strutture di contenimento liquidi

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

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

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

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-3: Regole Generali Regole supplementari per lamiere ed elementi profilati a freddo

EN 1993-1-4:2006

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-4 Regole Generali Regole supplementari per elementi in acciaio inossidabile

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-5: Regole Generali Elementi strutturali tipo piastra

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-6: Resistenza e stabilità di strutture a guscio

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-7: Resistenza e stabilità di strutture planari tipo piastre soggette a carichi fuori dal piano

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

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-8: Progettazione dei collegamenti

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

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-9: Fatica

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

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-11: Progettazione di strutture costituite da componenti soggetti a trazione

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

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Part 1-12: Generale Acciaio di alta resistenza

EN 1997-1:2004/AC:2009

Eurocodice 7: Progettazione geotecnica - Part 1: Regole Generali

EN 1997-2:2007/AC:2010

Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Part 2: Indagini e prove nel sottosuolo

EN 1998-1:2004/A1:2013

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 1: Regole Generali, azione sismica e regole per gli edifici

EN 1998-1:2004/AC:2009

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 1: Regole Generali, azione sismica e regole per gli edifici.

EN 1998-2:2005/A1:2009

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 2: Ponti

EN 1998-2:2005/A2:2011

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 2: Ponti

EN 1998-2:2005/AC:2010

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 2: Ponti

EN 1998-3:2005/AC:2013

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 3: Valutazione e adeguamento degli edifici

EN 1998-4:2006

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 4: Silos, serbatoi e condotte

EN 1998-5:2004

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

EN 1998-6:2005

Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Part 6: Torri, pali e camini

Altri riferimenti Standard

CEN/TS 1992-4-1:2009

Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Part 4-1: Generalità.

CEN/TS 1992-4-2:2009

Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Part 4-2: Ancoraggi muniti di testa.

CEN/TS 1992-4-3:2009

Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Part 4-3: Ancoraggi con barre canale.

CEN/TS 1992-4-4:2009

Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Part 4-4: Ancoraggi post-installati - Ancoraggi meccanici.

CEN/TS 1992-4-5:2009

Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Part 4-5: Ancoraggi post-installati - Ancoraggi chimici.

EN 13391:2004

Prove meccaniche per dispositivi di precompressione a cavi post-tesi.

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, *Il comportamento e la Progettazione delle strutture di acciaio EC3*, Taylor and Francis 2008
- Access Steel documents.
- Pubblicazioni dell'Istituto di Costruzioni in Acciaio.