

# BETON *express*

Dimensioning Concrete structures  
according to Eurocode 2



**RUNET**<sup>®</sup>  
software & expert systems

## License and copyright

**BETONexpress**, User's guide. Copyright © RUNET@software.

The software BETONexpress, described in this user's manual, is furnished under a license agreement. The software may be used only in accordance with the terms of the license agreement. Information in this document is subject to change without notice.

## 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 **BETONexpress** 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

**BETONexpress**, 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 Norway AS 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. The results of this software must be reviewed and interpreted from experienced licensed engineers, and by no means constitute an acceptable engineering design.

**BETONexpress** 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 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 extent 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.

RUNET NORWAY as, Tennfjord 6264-N, Norway

e-mail: [support@runet-software.com](mailto:support@runet-software.com) Internet: <http://www.runet-software.com>

## Indice

<b>1</b>	<b>Informazioni generali su BETONexpress .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Dopo l'installazione del programma .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Filosofia di base nell'uso del programma .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Oggetti della progettazione .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Finestra del calcolo .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>File .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Unità .....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Uso del programma passo per passo .....</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>Parametri .....</b>	<b>14</b>
9.1	Eurocodice e Annessi Nazionali.....	14
9.2	Classe del CA.....	14
9.3	Regole di calcolo .....	15
9.4	Parametri del cls armato .....	15
9.5	Parametri per le fondazioni.....	16
9.5.1	Progetto secondo l'Eurocodice 7 .....	16
9.6	Progetto con tensioni ammissibili.....	16
9.6.1	Progetto cemento armato .....	16
9.6.2	Progettazione sismica .....	17
9.7	Parametri dei muri di contenimento .....	17
9.7.1	Stabilità del muro secondo EC 7 .....	17
9.7.2	Stabilità muri con tensioni ammissibili.....	17
9.7.3	Muro di contenimento a gravità (progetto secondo l'Eurocodice 6).....	18
9.7.4	Muro di contenimento a gravità (progetto secondo le tensioni ammissibili) .....	18
9.7.5	Progettazione delle strutture in calcestruzzo .....	18
9.7.6	Progettazione sismica .....	18
9.8	Tipo di terreno .....	19
9.9	Materiali fibro-rinforzati.....	19
9.10	Ripristinare tutti i parametri.....	19
<b>10</b>	<b>Input dati generale per componenti in cemento armato.....</b>	<b>20</b>
10.1.1	Nome dell'oggetto.....	20
10.1.2	Classe cls-acciaio.....	20
10.1.3	Diametro della barra di armatura.....	20
10.1.4	Fattori parziali di sicurezza per le azioni (Eurocodice 0, Annesso A1) .....	21
10.1.5	Fattori parziali per i materiali (Eurocodice 2 §2.4.2.4 Tabella 2.1.N).....	21
10.1.6	Copriferro (Eurocodice 2 §4.4.1.2).....	21
10.1.7	Coefficienti di ritiro e viscosità .....	22
10.1.8	Includere la distinta ferri nella relazione. ....	22
<b>11</b>	<b>Solette in calcestruzzo .....</b>	<b>23</b>
11.1	Progetto della sezione della soletta .....	23
11.2	Solette monodimensionali a campata multipla (fino a 8 campate).....	24
11.2.1	Numero di campate.....	25
11.2.2	Spessore della soletta .....	25
11.2.3	Lunghezza campata .....	25
11.2.4	Carichi.....	25
11.2.5	Percentuale di redistribuzione dei momenti .....	25
11.2.6	Larghezza appoggi .....	26
11.3	Solette bidimensionali .....	26
11.3.1	Condizioni agli appoggi.....	27
11.3.2	Resistenza a torsione .....	27
11.3.3	Carichi.....	27
11.4	Solette a mensola.....	28
11.4.1	Spessore della soletta .....	28
11.4.2	Luce libera .....	28
11.4.3	Carichi.....	28
11.5	Solette nervate .....	29
11.6	Sezione soletta, Momento resistente.....	29
11.7	Sezione soletta rinforzata con ricoprimento FRP (portata momento) .....	29
<b>12</b>	<b>Travi.....</b>	<b>31</b>
12.1	Larghezza efficace ala .....	31
12.2	Dati della sezione della trave .....	32
12.3	Sezioni di trave soggette a flessione – taglio e carico assiale.....	32

12.4	Trave semplicemente appoggiata con carico misto.....	32
12.4.1	Luce trave .....	33
12.4.2	Carichi.....	33
12.5	Trave continua a campata multipla .....	33
12.5.1	Sezione trave .....	34
12.5.2	Luce della trave.....	34
12.5.3	Numero di campate.....	34
12.5.4	Carichi.....	34
12.5.5	Percentuale di redistribuzione dei momenti .....	34
12.5.6	Larghezza appoggio .....	35
12.6	Sezione trave soggetta a torsione.....	35
12.7	Portata della trave.....	35
12.8	Sezione trave con armatura FRP (momento resistente) .....	36
<b>13</b>	<b>Pilastri (colonne) .....</b>	<b>37</b>
13.1	Progetto della sezione della colonna in flessione doppia.....	37
13.2	Singolo pilastro in flessione singola o doppia.....	38
13.3	Colonna isolata (verifica di stabilità) - Colonne snelle (effetti del secondo ordine) .....	38
13.4	Resistenza della colonna.....	39
13.5	Resistenza della colonna con FRP .....	40
<b>14</b>	<b>Plinti di fondazione.....</b>	<b>41</b>
14.1	Dimensioni e carichi.....	42
14.2	Proprietà terreno .....	42
14.3	Plinti caricati assialmente .....	43
14.4	Plinti caricati in modo eccentrico .....	43
14.5	Plinti eccentrici (asimmetrici) .....	43
<b>15</b>	<b>Muri di contenimento .....</b>	<b>44</b>
15.1	Spinta del terreno .....	45
15.2	Spinta del terreno laterale .....	45
15.3	Dimensioni .....	45
15.4	Proprietà terreno.....	46
15.4.1	Proprietà degli strati di terreno relative alle spinte laterali della terra .....	46
15.4.2	Terreno di fondazione.....	46
15.5	Progetto della Stabilità .....	47
15.5.1	Verifica di stabilità con Carichi di Esercizio .....	47
15.6	Carico sismico.....	47
15.7	Muri di contenimento a gravità .....	48
15.7.1	Metodo di progetto.....	48
15.7.2	Materiali del muro.....	48
15.8	Muri di contenimento a mensola .....	49
<b>16</b>	<b>Mensole/supporti .....</b>	<b>49</b>
16.1	Carichi .....	50
16.2	Capacità portante nel punto di applicazione del carico .....	50
16.3	Armatura.....	50
<b>17</b>	<b>Travi Tozze.....</b>	<b>51</b>
17.1	Metodo di progetto .....	51
17.2	Armatura.....	52
17.3	Dimensioni .....	52
17.4	Carichi .....	52
<b>18</b>	<b>Calcestruzzo alleggerito (LWAC).....</b>	<b>53</b>
<b>19</b>	<b>Distinta delle barre di armatura .....</b>	<b>54</b>
19.1	Distinta armatura per solette .....	55
19.2	Distinta armatura per travi .....	56
<b>20</b>	<b>Eurocodice 2, Grafico di progetto pilastri .....</b>	<b>57</b>
20.1	Calcestruzzo-Acciaio .....	57
20.1.1	Diagramma sforzo-deformazione del calcestruzzo .....	57
20.1.2	Diagramma Parabolico per il calcestruzzo sottoposto a compressione .....	58
20.1.3	Diagramma sforzo-deformazione dell'acciaio .....	58
20.1.4	Coefficiente di viscosità a tempo infinito .....	59
20.1.5	Deformazione totale da ritiro.....	59
20.1.6	Copriferro .....	60
20.2	Resistenza della sezione .....	60
20.2.1	Resistenza a flessione della sezione della piastra .....	60
20.2.2	Resistenza a flessione della sezione della trave.....	61

20.2.3	Resistenza a flessione della sezione della trave a T .....	62
20.2.4	Resistenza dei pilastri rettangolari .....	62
20.2.5	Resistenza a taglio .....	63
20.3	Diagrammi di utilizzo, Flessione .....	64
20.3.1	Dimensionamento per coeff. di flessione $K_d$ , $k_s$ .....	64
20.3.2	Dimensionamento per coeff. di flessione med, $w$ .....	64
20.4	Diagrammi di utilizzo, Pilastri .....	65
20.4.1	Grafico di progetto pilastri, sezione rettangolare .....	65
20.4.2	Grafico di progetto pilastri, sezione circolare .....	65
20.4.3	Grafico di progetto pilastri, flessione biassiale con compressione .....	66
20.5	Diagrammi di utilizzo, Snellezza e luce di calcolo dei pilastri .....	66
20.5.1	Luce di calcolo, EN 1992-1-1 §5.8.3.2 .....	66
20.5.2	Luce di calcolo elementi vincolati .....	67
20.5.3	Luce di calcolo elementi non vincolati .....	67
20.6	Diagrammi di utilizzo, Controllo della deviazione .....	68
20.6.1	Grafico di progetto pilastri, Momento d'inerzia-rigidezza in flessione.....	68
<b>21</b>	<b>Disegno CAD degli elementi in calcestruzzo .....</b>	<b>69</b>
21.1	Funzionalità del CAD .....	69
21.1.1	Scala disegno .....	70
21.1.2	Zoom-Pan-Quote .....	70
21.1.3	Pannello dei Layers .....	70
21.1.4	Unità di misura delle quote .....	71
21.1.5	Spessore linee, colori e misura caratteri – Pannello proprietà .....	71
21.1.6	Aggiungere quote .....	71
21.2	Stampa e anteprima del disegno .....	72
21.3	Pannello di progetto.....	74
21.4	Esportazione del disegno in formato PDF .....	74
21.5	Esportazione del disegno in formato DXF .....	74
<b>22</b>	<b>Impostazioni del Programma .....</b>	<b>75</b>
22.1	Supporto dei caratteri greci .....	75
22.2	Impostazioni Lingua.....	75
22.3	Impostazione separatore decimale.....	75
22.4	Misure schermo.....	75
22.5	Guida.....	76
<b>23</b>	<b>Relazioni .....</b>	<b>77</b>
23.1	Anteprima relazione.....	77
23.2	Printing report .....	77
23.3	Esportazione relazione .....	78
23.4	Inserisci testo .....	78
23.5	Modificare la relazione.....	79
23.6	Impostazioni di stampa .....	79
23.7	Problematiche .....	79
<b>24</b>	<b>Impostazione parametri della relazione .....</b>	<b>80</b>
24.1	Relazione – impostazione .....	80
24.1.1	Intestazione Relazione.....	80
24.1.2	Main report .....	80
24.1.3	Piè di pagina relazione.....	81
24.2	Impostazione pagina.....	82
24.2.1	Copertina relazione .....	82
24.2.2	Caratteri, paragrafi .....	83
<b>25</b>	<b>Strumenti di ingegneria.....</b>	<b>84</b>
25.1	Conversione delle unità di misura .....	84
25.2	Proprietà delle sezioni .....	85
25.2.1	Calcolo delle proprietà delle sezioni.....	85
25.2.2	Profili in acciaio sagomati a caldo.....	85
25.3	Area calcoli.....	86
25.3.1	Area di regione con coordinate cartesiane $x, y$ .....	86
25.3.2	Area di regione con coordinate polari $r, \theta$ .....	86
25.3.3	Area di regione risultante dalla somma dei triangoli .....	87
25.4	Travi a una campata .....	87
25.5	Rinforzo .....	88
25.5.1	Calcolo del rinforzo .....	88
25.5.2	Aree delle barre del rinforzo .....	88

---

25.5.3	Barre di rinforzo della soletta .....	89
25.5.4	Ancoraggi .....	89
25.6	Coefficienti della pressione del terreno .....	89
25.6.1	Pressione terrestre attiva.....	90
25.6.2	Pressione terrestre passiva .....	90
<b>26</b>	<b>Eurocodici .....</b>	<b>91</b>
26.1	Eurocodice 0 EN 1990:2002, Combinazione di carichi.....	92
26.2	Eurocodice 2, progetto calcestruzzo .....	92
26.2.1	Calcestruzzo (Eurocodice 2 §3.1).....	92
26.2.2	Acciaio armatura Eurocodice 2, §3.2 .....	92
26.2.3	Copriferro, Eurocodice 2 §2.4.1.3.3.....	93
26.3	Coefficienti di viscosità e ritiro.....	94
26.4	Eurocodice 7, Progetto geotecnico .....	95
26.5	Eurocodice 8, Progettazione sismica.....	95
<b>27</b>	<b>Referenze .....</b>	<b>97</b>
<b>28</b>	<b>Annesso 1.....</b>	<b>99</b>
<b>29</b>	<b>BETONexpress Riga di comando (Read command line file).....</b>	<b>99</b>
29.1	Come importare il file di comando .....	99
29.2	Esempio file di comando .....	99
29.2.1	Spiegazione delle righe di comando.....	100

# 1 Informazioni generali su BETONexpress

**BETONexpress** è un software che permette il progetto e l'analisi di elementi strutturali in calcestruzzo secondo l'Eurocodice 2. In un ambiente unificato si possono progettare elementi in c.a. in maniera molto semplice. Il calcolo dei componenti realizzato da BETONexpress copre tutte le necessità di uno studio di progettazione.

BETONexpress semplifica tutti i calcoli ripetitivi e di routine che richiedono molto tempo.

In un comodo ambiente grafico si specificano le dimensioni necessarie, i carichi e i parametri di progetto della Normativa dei componenti in calcestruzzo: il progetto è eseguito immediatamente. I valori di default e i controlli per valori di input errati facilitano il processo d'inserimento dati. I calcoli dettagliati possono essere visualizzati istantaneamente.

La relazione, creata in simultanea, mostra in dettaglio tutti i calcoli e i passaggi del progetto con i riferimenti ai corrispondenti paragrafi del codice usato. In caso di progetto non verificato sono riportati nella relazione degli avvertimenti evidenziati in rosso. Viene prodotta anche la tabella delle armature. Con un editor apposito si possono aggiungere o modificare le armature. La relazione è di alta qualità, con disegni, grafici, formule e con elementi personalizzabili come blocchi, loghi e tipo dei caratteri.

In un progetto l'utente può creare quanti elementi strutturali (oggetti della progettazione) desidera. Tutti i dati sono salvati automaticamente in un file. Una finestra dedicata aiuta l'utente a lavorare con gli oggetti strutturali nel progetto. Ogni elemento strutturale è ben diversificato con un nome e un'icona. Si possono modificare, copiare ed eliminare gli oggetti del progetto con un click del mouse.

L'utente può selezionare gli oggetti della progettazione da includere nella relazione finale e nella tabella delle armature.

Con un doppio click su un oggetto della progettazione si apre la finestra del calcolo relativa all'oggetto. Con il tasto destro su un oggetto del progetto si possono eseguire azioni quali i calcoli, l'anteprima della relazione, l'esportazione del file e il disegno.

L'Help in linea guida l'utente nell'uso del programma e delle disposizioni degli Eurocodici. Il Manuale Utente e le domande frequenti (F.A.Q.) sono inclusi nel programma.

Le proprietà dei materiali e i parametri di progetto del codice possono essere modificati secondo i requisiti nazionali.

Per il progetto del cemento armato è usato l'Eurocodice 2, per i progetti geotecnici l'Eurocodice 7, per il progetto sismico l'Eurocodice 8 e per i muri a gravità l'Eurocodice 6. In più, nel progetto dei plinti e dei muri di contenimento a gravità, può essere usato il metodo delle tensioni ammissibili.

I componenti in calcestruzzo che si possono progettare sono:

## **Solette lisce e nervate**

- Sezioni solette
- Solette monodirezionali continue
- Solette bidirezionali
- Solette a sbalzo
- Portata della soletta
- Portata della soletta con rinforzi FRP

## **Travi rettangolari o a T**

- Sezioni della trave a flessione taglio e torsione
- Travi semplicemente appoggiate con carichi misti
- Travi continue con carichi uniformemente distribuiti
- Portata della trave
- Portata della trave con rinforzi FRP

## **Pilastrì**

- Sezioni pilastrì in flessione deviata
- Pilastrò singolo
- Resistenza della colonna
- Resistenza della colonna con rinforzi FRP

**Plinti di fondazione**

Plinti dritti o svasati  
Carichi eccentrici o assiali  
Plinti eccentrici

**Muri di contenimento**

Tipo a gravità inclinati all'indietro o no  
Muri a sbalzo

**Mensole-supporti****Travi tozze****Calcestruzzo alleggerito (Light Weight Aggregate concrete LWAC) Solette lisce e nervate sezioni solette**

- Solette monodirezionali continue
- Solette bidirezionali
- Solette a mensola
- Travi con aggregato di calcestruzzo alleggerito (LWAC) rettangolari o a sezione T
- Sezioni trave in flessione taglio e torsione
- Campata singola con carichi misti
- Travi continue con carichi uniformemente distribuiti

**Grafico di progetto pilastri tabelle e grafici:**

Tabelle e Grafico di progetto pilastri con l'Eurocodice 2 come:  $K_d$ ,  $\omega$ , luce.

Strumenti con diagrammi e materiale di calcolo per capire e usare l'Eurocodice 2.

Diagrammi d'interazione di resistenza a rottura, flessione deviata e diagrammi di compressione.

In aggiunta, sono inclusi vari **strumenti per l'ingegnere**: conversione unità di misura, proprietà delle sezioni, aree di calcolo, proprietà delle armature, coefficienti della pressione sul terreno.

Dal menu dei parametri l'utente può modificare le dimensioni di default, i parametri del codice e le proprietà dei materiali, secondo le esigenze della propria regione e del documento applicativo dell'Eurocodice Nazionale del proprio Stato (in Italia è il NAD).



## 2 Dopo l'installazione del programma

Il programma è basato sugli Eurocodici strutturali. L'applicazione, così come i parametri degli Eurocodici, possono differire da nazione a nazione.

E' consigliabile consultare i NAD, che definiscono i parametri, gli standard di supporto e forniscono una linea guida nazionale sull'applicazione degli Eurocodici.

Dopo l'installazione del programma, l'utente deve selezionare gli Annessi Nazionali della propria area. Se necessario si possono anche aggiustare vari parametri come le costanti dei materiali, i coefficienti di sicurezza, i valori di default e i requisiti minimi di armatura.

L'utente, se vuole, può definire l'aspetto della relazione modificando: la grafica definita dall'utente, i loghi, i margini della pagina, i caratteri, la misura delle rientranze etc. in modo che la relazione soddisfi le proprie esigenze.



Da **Parametri:**

**Regole di calcolo.** Si può scegliere il codice di progetto che si vuole utilizzare (selezionare l'Eurocodice o la normativa nazionale per il progetto del calcestruzzo, Eurocodice 7 o tensioni ammissibili per il progetto dei plinti e la sismica).

**Classe del CA.** Si può selezionare la classe di default del calcestruzzo e la classe di default dell'armatura.

**Normative applicabili** Si possono selezionare gli Annessi Nazionali da applicare per il progetto.

**Calcestruzzo armato, Caratteristiche dell'acciaio, Tipo di terreno, Materiali fibro-rinforzati.** Si possono adattare le proprietà caratteristiche dei materiali. E' consigliabile consultare il NAD degli Eurocodici 0, 1, 2, 6, 7, 8.

**Parametri del calcestruzzo armato, Parametri delle fondazioni, Parametri dei muri di contenimento.** Si possono selezionare i valori di default per vari parametri di progetto.



Da **Imposta relazione:**

Si può modificare l'aspetto della relazione (margini, caratteri, copertina, logo della ditta, intestazione pagina, piè di pagina, rientranze, aspetto grafico, impaginazione).

Dal menù **[Impostazioni/Simbolo decimale]** si può selezionare il tipo di separatore decimale (punto o virgola).

Si può verificare l'aspetto dei simboli matematici greci nella relazione: se non si visualizzano correttamente i simboli, selezionare la voce di menù **[Impostazioni/Supporto dei caratteri greci]**, e seguire le istruzioni.

Seguendo la notazione usata negli Eurocodici, la relazione contiene molti simboli greci matematici. A seconda dell'installazione di Windows® questi simboli possono essere visualizzati correttamente o no. Se si utilizza Windows® XP o 2000 si può dover aggiungere il supporto per la lingua greca nella propria versione di Windows®. Andare in [Pannello di controllo/Opzioni internazionali e della lingua/Avanzato].

Se la versione di Windows® non supporta i caratteri greci, da [Impostazioni/Supporto dei caratteri greci], nel programma, selezionare "NO". I caratteri greci appariranno scritti nella relazione come alpha, beta etc.

Si può cambiare la lingua del programma da **[Impostazioni/Impostazione della lingua]**. E' necessario ricalcolare gli oggetti della progettazione perché la relazione sia nella nuova lingua.

Da **[Guida/Manuale dell'utente]** si possono consultare e stampare i manuali.

### 3 Filosofia di base nell'uso del programma

Con questo programma si possono calcolare e gestire vari oggetti della progettazione o elementi strutturali. Gli oggetti della progettazione possono essere una serie di elementi di calcestruzzo di una struttura, come ad es.: solette, travi, pilastri, plinti, muri di sostegno, mensole, travi tozze. Tutte le attività del programma sono realizzate all'interno di una finestra principale.

Entro un progetto si possono creare tutti gli oggetti della progettazione che si vogliono. Tutti i dati sono salvati in un file di progetto. Viene creata una relazione comune e una tabella armature comune (oltre a quelle degli oggetti singoli). L'utente può selezionare gli oggetti che vuole includere nella relazione e nella tabella comuni. La finestra principale visualizza e gestisce tutte le informazioni necessarie e le azioni per gli oggetti della progettazione del progetto.

Nuovi oggetti della progettazione si creano dai pulsanti della barra degli strumenti in alto a sinistra nella finestra principale.

Ogni oggetto della progettazione, con il nome specificato e con l'icona caratteristica, è mostrato in una lista nella finestra [Oggetti della progettazione]. Da questa finestra si può regolare il loro aspetto e l'ordine di apparizione nella relazione. La parte destra della finestra mostra i calcoli dell'oggetto della progettazione selezionato.

Con un doppio click sull'oggetto si apre la sua finestra di calcolo, dove si specificano le dimensioni, i carichi e i parametri del codice di progetto. Quando l'oggetto è creato, vengono assegnati ai vari parametri i valori di default. Tutti i dati richiesti sono ben segnati con uno schema indicativo e le dimensioni appropriate. Il programma verifica costantemente che i valori introdotti non siano sbagliati o inseriti impropriamente.

Dal menù contestuale del tasto destro sull'oggetto della progettazione si possono selezionare azioni come il calcolo, l'anteprima della relazione, la stampa, l'esportazione, o il disegno CAD.

In fianco ad ogni oggetto della progettazione c'è una casellina che permette di selezionare gli oggetti da inserire nella relazione comune e nella tabella armature comune.

I passaggi fondamentali per un corretto utilizzo del programma sono:

#### Aprire un File di Progetto dal menu [File].

Selezionare dalla finestra [Oggetti della progettazione] un oggetto della progettazione, o crearne uno nuovo dai pulsanti della barra degli strumenti della finestra principale.

Attivare il calcolo dell'oggetto facendo doppio click su esso oppure selezionandolo e cliccando il pulsante del calcolo. Se è un nuovo oggetto, il calcolo è attivato automaticamente.

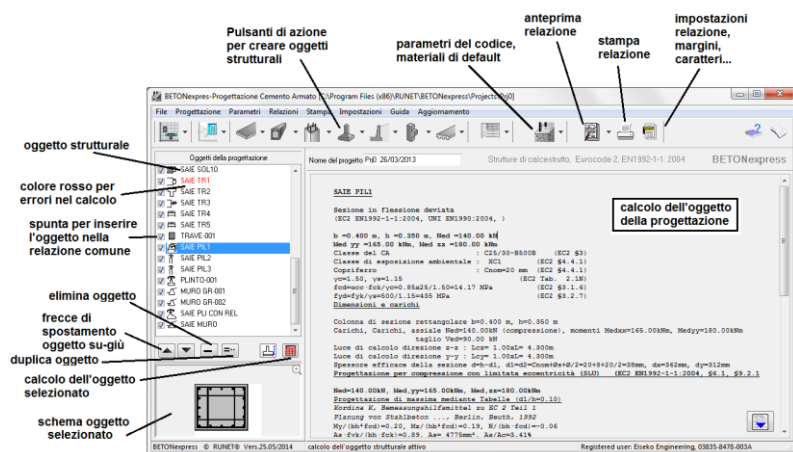
Nella finestra del calcolo dell'oggetto inserire tutti i dati necessari per il particolare progetto ed effettuare il calcolo. In alto a sinistra sono mostrati il disegno dell'oggetto e la disposizione delle armature, inoltre si può vedere l'anteprima di stampa della relazione o stamparla direttamente.

Spuntare gli oggetti che si vogliono vedere nella relazione e sistemare l'ordine di apparizione nella finestra [Oggetti della progettazione].

Visualizzare e stampare la relazione e la tabella delle armature degli oggetti segnati.

Specificare i parametri di codice e di progetto e i valori di default dal menu Parametri.

Sistemare, se necessario, l'aspetto della relazione, i contenuti e le unità di misura usate nella relazione.



## 4 Oggetti della progettazione

Gli oggetti della progettazione possono essere una vasta gamma di elementi di cemento armato di una struttura, as es: solette, travi, pilastri, plinti, muri di contenimento, mensole, travi tozze.




Noi faremo riferimento a questi calcoli come a Oggetti della progettazione o Elementi strutturali di calcestruzzo.

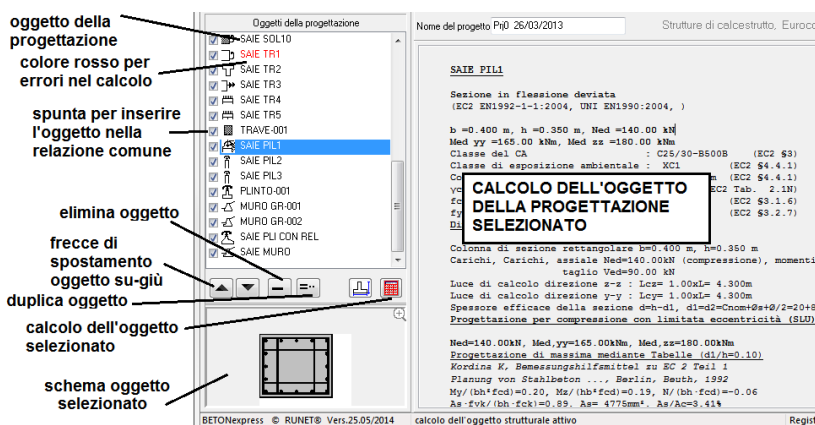
L'utente crea gli Oggetti della progettazione con i pulsanti di azione in alto. In un progetto si possono creare quanti Oggetti della progettazione si vogliono. Automaticamente il programma assegna un nome di default ad ogni oggetto (modificabile) e un'icona caratteristica per riconoscerne il tipo.

Gli Oggetti della progettazione sono autonomi e ognuno ha disegno, proprietà del materiale e calcoli propri. Tutti gli Oggetti della progettazione del progetto sono elencati nella maschera sulla sinistra, che è la finestra principale per lavorare con gli Oggetti della progettazione. Selezionando un oggetto (cliccando sul nome nella lista), i calcoli corrispondenti appaiono nella finestra di destra. Se l'oggetto è evidenziato in rosso, vuol dire che i calcoli hanno errori o non sono verificati. Il disegno schematico dell'elemento è mostrato più sotto.

Facendo doppio click sull'Oggetto della progettazione si apre la finestra del suo calcolo. Facendo click con il tasto destro sull'Oggetto della progettazione si possono selezionare le azioni come il calcolo, l'anteprima di stampa, la stampa, l'esportazione o il disegno.

Se l'oggetto è spuntato  viene incluso nella relazione comune e nella tabella comune delle armature. Nelle impostazioni della relazione si può specificare se iniziare ogni oggetto in una nuova pagina.

L'ordine degli oggetti nella lista (che corrisponde all'ordine di apparizione nella relazione), è regolato con i due pulsanti . Si possono eliminare uno o più oggetti selezionati cliccando sul menu Elimina o sul pulsante . Per la selezione multipla cliccare gli Oggetti della progettazione tenendo premuto [Shift] o [Ctrl], come per i file di Windows®. Si può duplicare un oggetto cliccando .



## 5 Finestra del calcolo

La finestra del calcolo ha un disegno schematico tipico dell'oggetto di calcestruzzo che deve essere progettato. Tutti i dati di input necessari sono siglati con le loro dimensioni. A seconda della velocità del computer l'utente può scegliere se avere il calcolo simultaneo con le modifiche dei dati di input o solo quando si preme l'apposito pulsante [Calcoli].

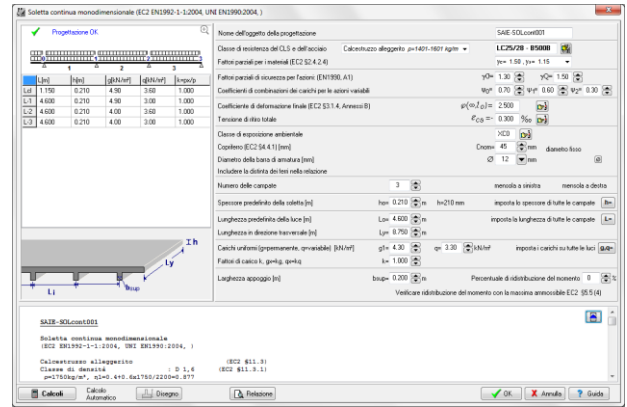
I calcoli appaiono nella parte inferiore della finestra. Questa finestra può essere ingrandita cliccando il

pulsante  sulla destra.

I messaggi di avvertimento e gli errori per valori di progetto inadeguati sono mostrati in rosso nei calcoli.

Si può aprire il disegno CAD del componente in calcestruzzo cliccando [Disegno] o facendo doppio click al centro del disegno schematico dell'oggetto. La misura dei caratteri nel grafico può essere impostata da Impostazioni relazione.

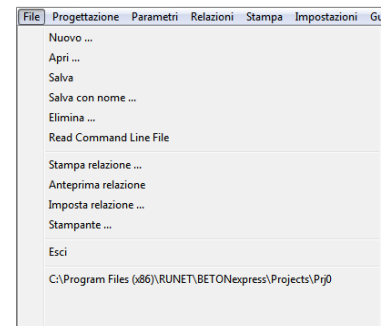
Quando l'oggetto è creato tutti i parametri prendono i valori di default. Viene sempre eseguita una verifica per valori di input non corretti. Dopo il calcolo in alto a sinistra è mostrato "Progettazione OK" se la verifica è soddisfatta, altrimenti è mostrato un messaggio di errore in rosso. Cliccando il pulsante [Disegno] si apre la finestra del disegno dettagliato. Con Anteprima e Stampa si visualizza e stampa la relazione completa dell'oggetto, dall'anteprima è anche possibile esportare la relazione in PDF o Word®.



6 F

## ile

Dal menu File si creano, aprono, salvano i file. I dati sono salvati automaticamente quando vengono cambiati e si fa il calcolo. Tutti gli oggetti strutturali sono salvati in un unico file con estensione [BetonExpressData]. Quando si specifica un nuovo nome per il file non c'è bisogno di digitare anche l'estensione.



## 7 Unità

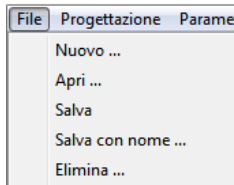
Le unità usate nel programma sono quelle del **SI** (Sistema Internazionale delle unità di misura). Le unità di ogni dato di input sono indicate vicino alla casella di testo per l'introduzione del dato. Anche nella relazione sono indicate tutte le unità di misura.

Unità usate nel programma:

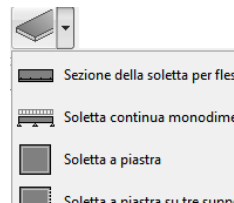
- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [N/mm<sup>2</sup>] = [GPa]
- carichi concentrati [kN]
- carichi distribuiti [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi lineari [kN/m]
- diametro armature [mm]
- copriferro [mm]

Si possono modificare le unità delle armature nella relazione da [Impostazioni/Unità nella relazione].


## 8 Uso del programma passo per passo

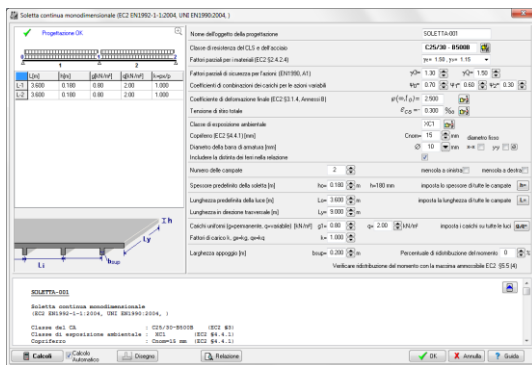


Aprire un file di progetto: "Nuovo.." per creare un nuovo progetto, "Apri.." per aprirne uno esistente. Tutti i dati sono salvati nello stesso file, automaticamente. Oppure lavorare direttamente nel file di default aperto con il programma.




Creare un nuovo oggetto della progettazione: dai pulsanti della barra degli strumenti in alto o dal menu [Progettazione] si entra automaticamente nella finestra di calcolo di quell'oggetto.

Oppure si può selezionare un oggetto esistente dalla lista [Oggetti della progettazione] e attivare il calcolo con un doppio click sull'oggetto o cliccando il pulsante .



Nella finestra dei calcoli, introdurre i dati necessari per il progetto da eseguire e cliccare   Calcolo Automatico.

Quando è spuntato "Calcolo automatico", i calcoli sono eseguiti automaticamente (in simultanea) ogni volta che sono modificati i dati.

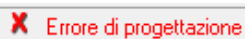
Per vedere tutti i risultati del calcolo a schermo intero cliccare .



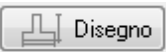
Tutti i calcoli dell'oggetto della progettazione sono eseguiti.



Questa spunta appare se il progetto è verificato e i calcoli e le dimensioni sono adeguate.



Questo errore appare se ci sono problemi nel progetto dovuti a dimensioni inadeguate o verifiche non soddisfatte.



Generazione automatica del disegno CAD.



Anteprima relazione. Dall'anteprima si potrà esportare la relazione in PDF o Word.



Selezionare (mettendo la spunta) gli oggetti che si vogliono includere nella relazione (solo quelli selezionati saranno visualizzati). Con le frecce si può cambiare l'ordine degli oggetti, che sarà l'ordine di apparizione nella relazione.



Impostazione Relazione. Sistemare l'aspetto della relazione secondo le proprie preferenze: dimensioni carattere, margini, intestazione e piè di pagina, distanze lineari, tipo di carattere, nuova pagina per ogni oggetto, spessore linee e rientranza paragrafo.



Stampa Relazione

## 9 Parametri

Il programma si basa sugli Eurocodici strutturali. L'applicazione e i parametri degli Eurocodici possono differire da nazione a nazione.

E' consigliato consultare i NAD, che definiscono i parametri, gli standard di base e forniscono una linea guida nazionale sull'applicazione degli Eurocodici.

Dopo l'installazione del programma, vanno selezionati gli Annessi Nazionali della propria area. Se necessario, adattare anche i parametri come le costanti dei materiali, i fattori di sicurezza, i valori di default e i requisiti minimi per l'armatura.

Menu:

**Classe del CA**, valori di default per le classi del cls e dell'acciaio.

**Eurocodice e Annessi Nazionali**, selezionare gli Annessi Nazionali da applicare nel progetto.

**Regole di calcolo**, selezionare il codice di progetto che si vuole usare, Eurocodice 2 o la normativa nazionale per il progetto del calcestruzzo, Eurocodice 7 o tensioni ammissibili per il progetto delle fondazioni, Eurocodice o tensioni ammissibili per il progetto dei muri a gravità, verifica sismica o no.

**Parametri del cls armato**, per sistemare i fattori dei carichi e impostare i valori di default per il copriferro, diametro di default dei ferri, requisiti minimi e massimi per le armature delle solette, travi, pilastri, plinti e muri di contenimento.

**Parametri delle fondazioni**, per sistemare i fattori di sicurezza per l'Eurocodice 7 e i coefficienti per l'analisi dei plinti con le tensioni ammissibili.

**Parametri dei muri di contenimento**, per sistemare i fattori di sicurezza per l'Eurocodice 7 e i coefficienti per l'analisi della stabilità dei muri alle tensioni ammissibili, il fattore di partecipazione della spinta passiva del terreno, etc.

**Calcestruzzo armato**, **Caratteristiche dell'acciaio**, **Tipo di terreno**, **Materiali fibro-rinforzati**, per sistemare le proprietà caratteristiche secondo i requisiti della propria regione. Per questo è consigliato consultare il NAD degli Eurocodici 2, 7 e 1. Si selezionano anche le proprietà di default per il cls, l'acciaio dell'armatura e il terreno da usare nel programma.

Per modificare le proprietà del materiale o altri parametri di

progetto, cliccare prima il pulsante , per sbloccare le procedure di modifica.

### 9.1 Eurocodice e Annessi Nazionali

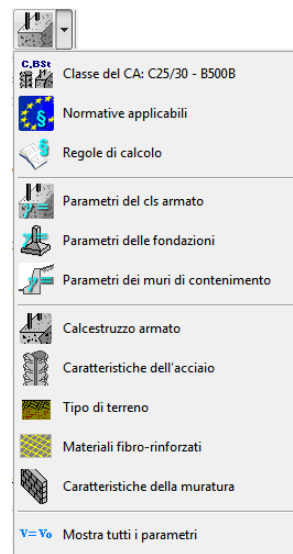
Selezionare l'Eurocodice e gli Annessi Nazionali da applicare nel progetto. I parametri dell'Eurocodice sono impostati secondo gli Standard Nazionali scelti. Dal menu parametri, si possono vedere i valori parametri.

Se si selezionano gli Annessi Nazionali - AN, la prima opzione, Eurocodice EN, anche ENV (la versione prestandard degli Eurocodici) è attivato. Questa preversione degli Eurocodici è scaduta, ma sono stati mantenuti come opzione nel programma se si vuole fare un paragone con i vecchi standard.

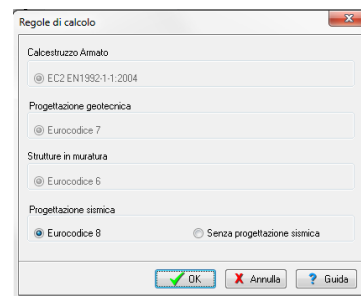
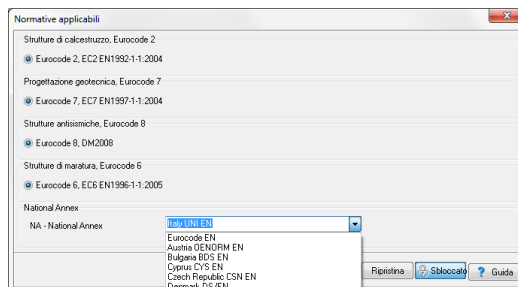
### 9.2 Classe del CA



Seleziona i valori di default per la classe del calcestruzzo e quella dell'acciaio.



6



### 9.3 Regole di calcolo

Opzioni:

#### Calcestruzzo armato

- Secondo l'Eurocodice 2
- Normativa nazionale (se disponibile)

#### Progettazione Geotecnica

- Progetto agli Stati Limite Ultimi, secondo l'Eurocodice 7
- Progetto usando gli Sforzi di Esercizio (tensioni ammissibili)

#### Strutture in muratura

- Progetto agli Stati Limite Ultimi, secondo l'Eurocodice 6
- Progetto usando gli Sforzi di Esercizio (tensioni ammissibili)

#### Progettazione sismica

- Progettazione sismica (per plinti e per muri di contenimento), secondo l'Eurocodice 8
- Senza progettazione sismica.

### 9.4 Parametri del cls armato

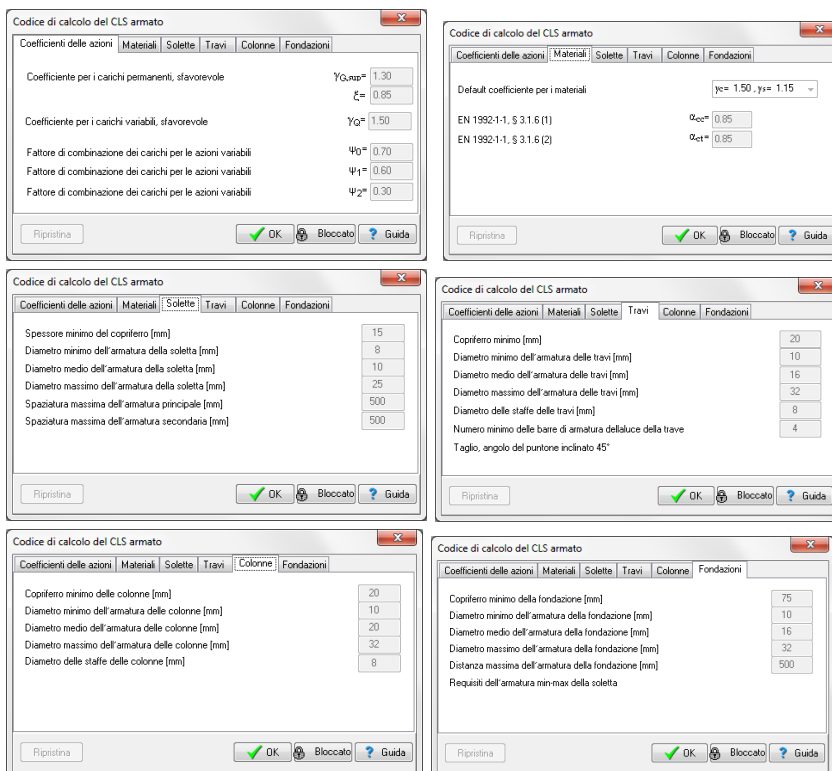
Valori di default per i parametri del progetto del cemento armato.

Valori di default per i coefficienti delle azioni permanenti e accidentali e fattori di combinazioni di carichi per le azioni variabili, Eurocodice 0, EN 1990:2002.

Valori di default per il copriferro, diametri minimi, medi e massimi per le armature e spaziatura per solette, travi, pilastri e plinti.

Questi parametri possono essere sistemati secondo i requisiti del codice di progetto e del NAD per l'Eurocodice 2.


Nel progetto di un elemento di cls il diametro medio dell'armatura è usato come valore di default. I valori minimi e massimi dei diametri dell'armatura sono i limiti inf. e sup. usati nel progetto.

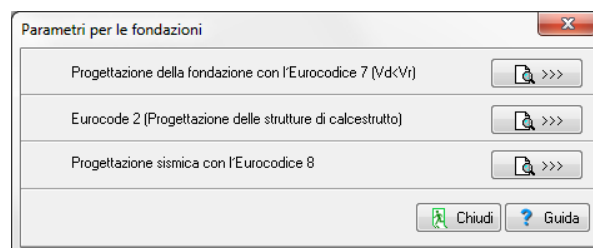




## 9.5 Parametri per le fondazioni

Questi parametri possono essere sistemati secondo i requisiti del codice di progetto e del NAD per l'Eurocodice 7.

Per modificare le proprietà del materiale o altri parametri di progetto, prima cliccare , per sbloccare la procedura di modifica.



### 9.5.1 Progetto secondo l'Eurocodice 7

Si possono modificare i coefficienti di sicurezza (di default come definiti nell'Eurocodice 7 Annessi A, per i casi limite EQU, STR e GEO) secondo i requisiti del NAD.

Fattori parziali e di correlazione (EC7 EN1997-1-1:2004, Annessi A)				
	EQU	STR	GEO	Sismico
Azioni Permanenti Favorevoli	$\gamma_{Gdst} = 1.10$	1.30	1.00	1.00
Azioni Permanenti Favorevoli	$\gamma_{Gstb} = 0.90$	1.00	1.00	1.00
Azioni Variabili Favorevoli	$\gamma_{Qdst} = 1.50$	1.50	1.30	1.00
Azioni Variabili Favorevoli	$\gamma_{Qstb} = 0.00$	0.00	0.00	0.00
Parametri del terreno Angolo di resistenza a taglio	$\gamma_{\varphi} = 1.25$	1.00	1.25	1.25
Parametri del terreno Coesione effettiva	$\gamma_c = 1.25$	1.00	1.25	1.25
Parametri del terreno Resistenza a taglio non drenata	$\gamma_{cu} = 1.40$	1.00	1.40	1.40
Parametri del terreno Resistenza non consolidata	$\gamma_{qu} = 1.40$	1.00	1.40	1.40
Parametri del terreno Peso specifico	$\gamma_y = 1.00$	1.00	1.00	1.00

## 9.6 Progetto con tensioni ammissibili

Quando si progetta con le tensioni ammissibili e i carichi sismici, solo una parte dei carichi accidentali va considerata, definita da un fattore specificato in questi parametri.

### 9.6.1 Progetto cemento armato

Valori di default per i coefficienti delle azioni permanenti e accidentali, coefficienti per le combinazioni di carico accidentali. Valori di default dell'armatura: copriferro, diametri minimi, medi e massimi e passo massimo.

Nel progetto dei plinti il diametro di armatura medio è usato come valore di default. I valori minimi e massimi dei diametri di armatura sono usati come limite inferiore e superiore dei ferri usati nel progetto. Il passo dell'armatura impostato nel progetto non supererà il passo massimo specificato in questi parametri.

Requisiti dell'armatura min-max della soletta. Se spuntata la percentuale minima e massima dell'acciaio sono calcolate secondo l'Eurocodice 2 §9.3.1. (l'Eurocodice 2 non menziona le percentuali min-max dell'acciaio per i plinti).

Eurocode 2 (Progettazione delle strutture di calcestrutto)	
Copriferro minimo del muro [mm]	25
Diametro minimo dell'armatura del muro [mm]	8
Distanza massima dei rinforzi del muro [mm]	400
Quantità minima di rinforzi del muro [l]	2.00
Diametro medio dell'armatura del muro [mm]	10
Diametro massimo dell'armatura del muro [mm]	32
Copriferro minimo della fondazione [mm]	75
Diametro minimo dell'armatura della fondazione [mm]	10
Distanza massima dell'armatura della fondazione [mm]	500
Diametro medio dell'armatura della fondazione [mm]	16
Diametro massimo dell'armatura della fondazione [mm]	32
Requisiti dell'armatura min-max della soletta	<input checked="" type="checkbox"/>



### 9.6.2 Progettazione sismica

La verifica sismica per le fondazioni viene eseguita secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, alcuni fattori però vanno sistemati secondo il NAD dell'Eurocodice 8 o secondo la normativa nazionale per la resistenza sismica delle strutture.

**Verifica sismica.** Specificare se di default eseguire la verifica sismica o no.

**Accelerazione al suolo.** Specificare il valore di default dell'accelerazione al suolo di progetto  $\alpha$ . L'accelerazione sismica orizzontale è presa come  $ah = \alpha xg$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

Fattori aggiuntivi secondo l'Eurocodice 8.

Il coefficiente sismico orizzontale è reso secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2.2 come:  $kv = c x kh$ . Il valore comune del coefficiente  $c$  (Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2) è  $c = 0.50$ .

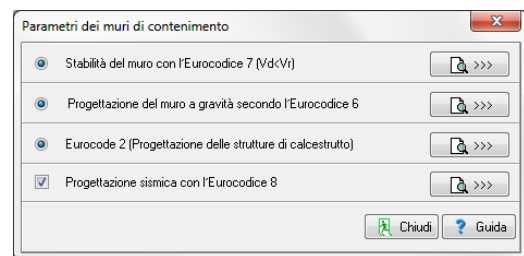
Nel progetto sismico, si può specificare un limite per l'eccentricità dei carichi sulla fondazione. Specificando un valore limite per l'area efficace della fondazione, s'impone anche un limite superiore all'eccentricità del carico. Si può specificare il limite superiore per il rapporto (l'area efficace della fondazione)/(l'area della fondazione), l'area efficace della fondazione considerata è l'area di contatto tra fondazione e terreno. Questo coefficiente ha di solito valore 0.50, che corrisponde a un rapporto di eccentricità di carichi 0.33.

**Fattori d'incremento della pressione ammissibile sul terreno durante l'azione sismica.** Nella progettazione sismica con le tensioni ammissibili, si può aumentare la pressione ammissibile del terreno di questo fattore. In molti codici di progetto questo fattore è tra 1.20 e 1.30.

### 9.7 Parametri dei muri di contenimento

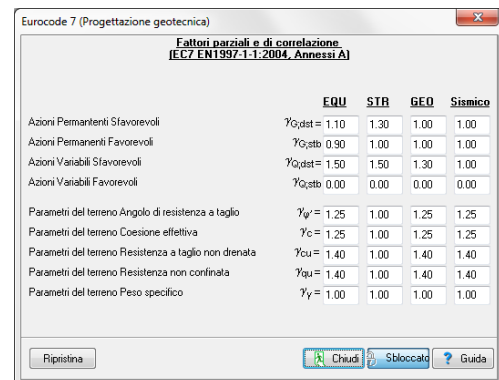
Valori di default per i parametri del progetto dei muri di contenimento.

Questi parametri possono essere modificati secondo i requisiti del codice di progetto e il NAD per l'Eurocodice 2, 7 e 8.



#### 9.7.1 Stabilità del muro secondo EC 7

I coefficienti di sicurezza come definiti nell'Eurocodice 7 Annesso A, per i casi limite EQU STR e GEO, possono essere sistemati secondo i requisiti del NAD.

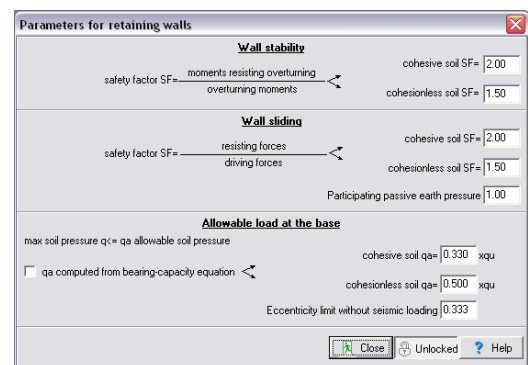


#### 9.7.2 Stabilità muri con tensioni ammissibili

**Coefficienti di sicurezza.** I coefficienti di sicurezza per la stabilità dei muri (ribaltamento) e scorrimento. Il valore in genere è 1.50.

**Fattore di partecipazione della spinta passiva del terreno.** Nel progetto con le tensioni ammissibili si possono ridurre gli effetti favorevoli della pressione del terreno passiva tramite il fattore di riduzione, che si può impostare in questo set di parametri.

**Eccentricità limite.** Limite nel rapporto di eccentricità ( $e/B$ )  $e =$  eccentricità carichi,  $B =$  larghezza fondazione) imposto per il carico sulla fondazione del muro.



### 9.7.3 Muro di contenimento a gravità (progetto secondo l'Eurocodice 6)

Proprietà dei materiali della muratura.

**fk** [N/mm<sup>2</sup>] Resistenza caratteristica a compressione della muratura (Eurocodice 6, §3.6.2)

**fvk0** [N/mm<sup>2</sup>] Resistenza caratteristica a taglio (Eurocodice 6, §4.5.3)

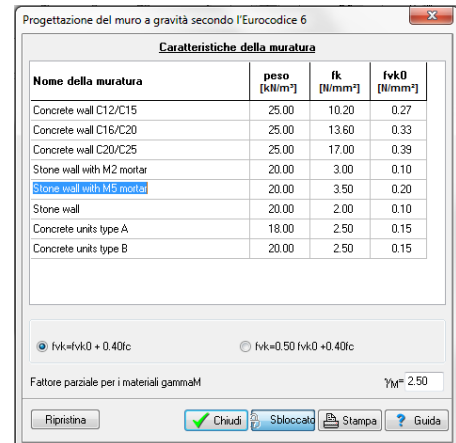
### 9.7.4 Muro di contenimento a gravità (progetto secondo le tensioni ammissibili)

Proprietà dei materiali della muratura.

**fc** [N/mm<sup>2</sup>] tensioni ammissibili a compressione.

**ft** [N/mm<sup>2</sup>] tensioni ammissibili a trazione.

**fv** [N/mm<sup>2</sup>] tensioni ammissibili a taglio.



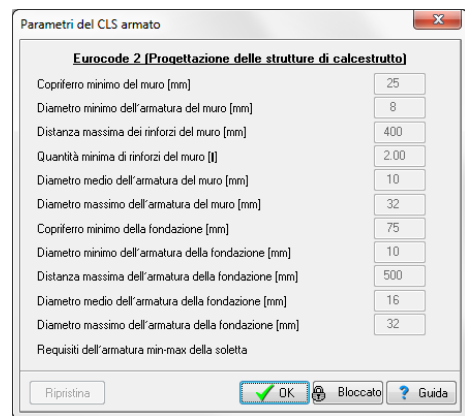
### 9.7.5 Progettazione delle strutture in calcestruzzo

Valori di default del copriferro, diametri minimi, medi e massimi per l'armatura, passo massimo per l'armatura sia per la parete dei muri di contenimento che per il piede e fondazioni.

Nel progetto della parete del muro e della fondazione il diametro medio dell'armatura è usato come valore di default.

I valori minimi e massimi dei diametri dell'armatura sono i limiti inf. e sup. usati nel progetto. Il passo dell'armatura impostato nel progetto non supererà il passo massimo specificato in questi parametri.

Requisiti dell'armatura min-max della soletta. Se spuntata, la percentuale minima e massima dell'acciaio per la fondazione del muro sono calcolate secondo l'Eurocodice 2 §9.3.1. (Eurocodice 2 non menziona le percentuali min-max dell'acciaio per i plinti).



### 9.7.6 Progettazione sismica

La progettazione sismica è eseguita secondo l'Eurocodice 8. Alcuni fattori vanno sistemati secondo il NAD dell'Eurocodice 8 Parte 5 o secondo la normativa nazionale per la resistenza sismica delle strutture.

**Progettazione sismica.** Specificare se effettuare la progettazione di default o no.

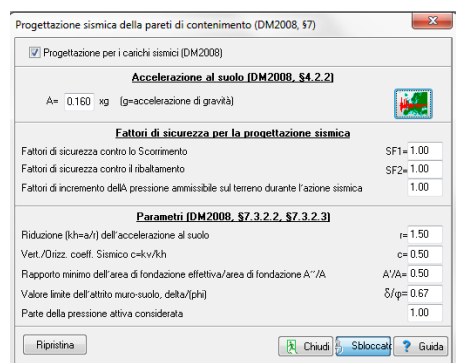
**Accelerazione al suolo.** Specificare il valore di default dell'accelerazione al suolo di progetto  $\alpha$ . L'accelerazione sismica orizzontale è presa come  $ah = \alpha \cdot g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

**Coefficienti di sicurezza.** Nella progettazione sismica secondo le tensioni ammissibili, i coeff. di sicurezza contro lo scorrimento e il ribaltamento possono esser ridotti a 1.00.

**Fattori d'incremento della pressione ammissibile sul terreno durante l'azione sismica.** Nella progettazione sismica con le tensioni ammissibili, si può aumentare la pressione ammissibile del terreno di questo fattore. In molti codici di progetto questo fattore è tra 1.20 e 1.30.

Fattori aggiuntivi secondo l'Eurocodice 8, Parte 5.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali che riguardano tutte le masse sono presi secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2.2 come:  $kh = \alpha / r$  e  $kv = cxkh$ . Il valore usuale per il coefficiente  $r$  secondo l'Eurocodice 8



Parte 5, Tabella 7.1, per muri con possibilità di piccolo scorrimento è da **r=2.00** a **1.50**. Il valore usuale per il coefficiente **c** secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2.2 è **c=0.50**.

Nella progettazione sismica, si può impostare un limite per l'eccentricità del carico sulla fondazione del muro. Specificando un valore limite per l'area efficace della fondazione, s'imposta anche un limite superiore all'eccentricità del carico. Si può specificare il limite superiore per il rapporto (l'area efficace della fondazione)/(l'area della fondazione), l'area efficace della fondazione considerata è l'area di contatto tra fondazione e terreno. Questo coefficiente ha di solito valore 0.50, che corrisponde a un rapporto di eccentricità di carichi 0.33. Secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2 3 (6) la resistenza a taglio tra terreno e muro è limitata a meno di (2/3=0.67) della resistenza a taglio del terreno.

Nei carichi sismici si può applicare un fattore di riduzione sugli effetti favorevoli della forza passiva del terreno. Normalmente ha un valore 0.50.

### 9.8 Tipo di terreno

Si possono modificare i valori delle proprietà del terreno, da [Parametri/Tipo di terreno].



Pulsanti per inserire ed eliminare tipologie.

$\gamma_d$ : peso secco specifico,  $\gamma_s$ : peso saturo specifico

$\phi^\circ$ : angolo di attrito interno, **c**: coesione

$q_a$ : pressione ammissibile,  $q_u$ : portata,

**E<sub>s</sub>**: modulo di elasticità,  $\mu$ : coeff. di Poisson,

**K<sub>s</sub>**: modulo di sottofondo.

Tipo di terreno	$\gamma_d$ [kN/m³]	$\gamma_s$ [kN/m³]	$\phi^\circ$	c [kN/m²]	$q_a$ [kN/m²]	$q_u$ [kN/m²]	<b>E<sub>s</sub></b> [GPa]	$\mu$	<b>K<sub>s</sub></b> [kN/m³]
Ghiaia grossolana	16.00	20.00	45.00	0.00	0.30	0.50	80.00	0.15	200000
Ghiaia media	16.00	20.00	40.00	0.00	0.30	0.40	70.00	0.15	140000
Ghiaia fina	16.00	20.00	35.00	0.00	0.30	0.40	60.00	0.15	100000
Grigio sabbia	17.00	20.00	35.00	0.01	0.25	0.30	50.00	0.20	125000
Sabbia	15.00	19.00	30.00	0.00	0.25	0.30	25.00	0.20	90000
Sabbia sciolta	14.00	18.00	25.00	0.00	0.20	0.25	15.00	0.20	30000
Linea sabbia	21.00	23.00	25.00	0.00	0.15	0.15	10.00	0.25	80000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000

### 9.9 Materiali fibro-rinforzati

I materiali fibro-rinforzati (F.R.P.) sono usati come rivestimento per potenziare i componenti in cemento armato. Sono fatti di carbonio (CFRP), vetro (GFRP) o aramide (AFRP), uniti insieme con una matrice polimerica, come ad esempio resina epossidica, poliestere o vinilestere. Questi materiali hanno un'alta resistenza e rigidità nella direzione delle fibre, peso leggero e resistono alla corrosione.

Per modificare le proprietà dei materiali FRP:

premere per sbloccare le modifiche



pulsanti per inserire ed eliminare materiali.

**E<sub>f</sub>** modulo elastico caratteristico a trazione [Gpa]

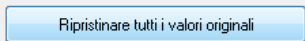
**f<sub>tk</sub>** resistenza caratteristica a trazione [Mpa]

Materiale	Modulo elastico E <sub>f</sub> [GPa]	Resistenza a trazione f <sub>tk</sub> [MPa]
CFRP Carbon fiber-epoxy	140	2000
GFRP Glass fiber-epoxy	35	800
Polyester fiber-epoxy	5	1000
AFRP Aramid fiber-epoxy	50	2000
FRP Fiber-epoxy	100	1000

### 9.10 Ripristinare tutti i parametri

Dal menù [Impostazioni/ Mostra tutti i parametri] si possono vedere i valori di default scelti per le progettazioni. Dalla finestra di calcolo si possono modificare i parametri in qualsiasi momento.

Se si vogliono riportare tutti i parametri ai valori originali del programma, premere il pulsante:



In questo modo TUTTE LE MODIFICHE ai parametri ANDRANNO PERDUTE.

Il programma si chiude e va fatto ripartire.

## 10 Input dati generale per componenti in cemento armato

Molti degli Oggetti della progettazione in calcestruzzo hanno dei dati di base in comune:

- Nome dell'oggetto
- La classe del cls e dell'acciaio
- Coeff. di sicurezza per le azioni
- Classe ambientale
- Coefficienti della combinazione di carichi per le azioni accidentali
- Copriferro
- Diametro armature
- Coefficiente di viscosità a tempo infinito
- Deformazione totale da ritiro
- Includere la distinta ferri nella relazione

The screenshot shows a software window titled 'Progettazione DK'. On the left, there is a diagram of a reinforced concrete beam cross-section with dimensions: width  $b=0.250m$ , height  $h=0.500m$ , and effective depth  $d_1$ . It also shows reinforcement layers  $As_1$  and  $As_2$ , and design loads:  $M_{Ed}=100.00kNm$ ,  $N_{Ed}=10.00kN$ , and  $V_{Ed}=10.00kN$ . On the right, a table lists the following parameters:

Nome dell'oggetto della progettazione	TRAVE-002
Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio	C25/30 - B500B
Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4)	$\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$
Classe di esposizione ambientale	XC1
Copriferro (EC2 §4.4.1) [mm]	Cnom= 20 mm
Diametro della barra di armatura [mm]	staffe $\emptyset$ 8 mm $\emptyset$ 16 mm fisso <input type="checkbox"/>
Coefficiente di deformazione finale (EC2 §3.1.4, Annessi B)	$\varphi(\infty, t_0) = 2.500$
Tensione di ritiro totale	$\epsilon_{CS} = -0.300 \text{ ‰}$
Dimensioni della sezione, larghezza e altezza [m]	b= 0.250 m h= 0.500 m
Ultimate limit state (SLU)	Serviceability limit state (SLE)
(1.30g+0.00q)	(1.00g+0.30q)
Azioni sulla sezione	Momento flettente [kNm] Med= 100.00 kNm Med= 70.00 kNm
	Forza di taglio [kN] Ved= 10.00 kN Ved= 7.00 kN
	Forza assiale [kN] Ned= 10.00 kN Ned= 7.00 kN

### 10.1.1 Nome dell'oggetto

Nome dell'oggetto della progettazione

Ogni oggetto della progettazione ha un nome, che appare nella relazione. Nella creazione di ogni oggetto il programma assegna nome di default, ad es. Soletta-001, Trave-002 che può essere cambiato in ogni momento. I nomi possono essere lunghi fino a 16 caratteri.

### 10.1.2 Classe cls-acciaio

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio

La classe del cls e dell'armatura usate nei calcoli dell'oggetto. Quando un oggetto viene creato sono impostati automaticamente valori di default, impostabili da [Parametri/ Classe del CA].

The dialog box 'materials of reinforced concrete' has two columns: 'Concrete' and 'Reinforcing steel'. Under 'Concrete', several classes are listed with radio buttons, and 'C25/30' is selected. Under 'Reinforcing steel', several grades are listed with radio buttons, and 'S500' is selected. At the bottom, there are buttons for 'Concrete properties', 'Steel properties', 'OK', and 'Help'.

### 10.1.3 Diametro della barra di armatura

Diametro della barra di armatura [mm]   $\emptyset$   mm  $\emptyset$   mm fisso

Si specifica il diametro dei ferri dell'armatura usato per il progetto dell'oggetto in cls.

Se si spunta  fisso allora solo il diametro selezionato sarà usato nel progetto dell'elemento di cls. Se non è spuntato, il diametro dell'armatura che verrà selezionato nel progetto sarà il diametro più economico. Se il diametro selezionato però è fuori dai limiti imposti (minimo e massimo diametro dell'armatura) non verrà usato. I limiti inferiore e superiore dell'armatura per gli oggetti sono specificati in [Parametri/Parametri del cls armato], [Parametri/Parametri delle fondazioni], [Parametri/Parametri dei muri di contenimento].

I valori iniziali dei diametri dell'armatura, quando un oggetto viene creato, sono quelli specificati nei [Parametri/ Parametri del cls armato]. Il diametro delle barre per le staffe delle travi è definito in [Parametri/ Parametri del cls armato].

Per selezionare un altro diametro di barra cliccare la freccia e scegliere dai diametri standard per le barre di armatura.

### 10.1.4 Fattori parziali di sicurezza per le azioni (Eurocodice 0, Annesso A1)

Fattori parziali di sicurezza per l'azioni: (EN1990, A1)  $\gamma_G = 1.30$   $\gamma_Q = 1.50$

Fattori per la combinazione di azioni permanenti e accidentali, Eurocodice 0 Annesso A 1.

I valori definiti negli Eurocodici per questi fattori sono  $\gamma_G=1.35$ , e  $\gamma_Q=1.50$

I valori di progetto per le azioni sono combinati come:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{Q,i} Q_{ki}$$

### 10.1.5 Fattori parziali per i materiali (Eurocodice 2 §2.4.2.4 Tabella 2.1.N)

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4)  $\gamma_c = 1.50$ ,  $\gamma_s = 1.15$



Fattori per tener conto delle differenze tra la resistenza dell'elemento di prova del materiale strutturale e la resistenza in opera. (Eurocodice 2 §2.4.2.4 Tabella 2.1.N)

La resistenza di progetto dei materiali è  $f_d = f_k / \gamma_m$ , dove  $\gamma_m$  è il fattore di materiale,  $\gamma_c$  per il calcestruzzo, e  $\gamma_s$  per l'acciaio dell'armatura.

Table 2.1N

Design situations	$\gamma_c$ concrete	$\gamma_s$ reinforcing steel	$\gamma_s$ prestressing steel
Persistent & Transient	1,5	1,15	1,15
Accidental	1,2	1,0	1,0

### 10.1.6 Copriferro (Eurocodice 2 §4.4.1.2)

Classe di esposizione ambientale XC1   
Copriferro (EC2 §4.4.1) [mm] C<sub>nom</sub>= 75  mm

Cliccando  si può selezionare il copriferro dalle condizioni ambientali secondo le tabelle 4.3N e 4.4N

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev} \quad \Delta C_{dev} = 10 \text{ mm EC } \S 4.4.1$$

Il copriferro **C<sub>nom</sub>** è la distanza tra la superficie più esterna dell'armatura e la superficie del cls più vicina. Il copriferro minimo richiesto a seconda delle condizioni ambientali è data nell'Eurocodice 2 §4.4.1.2.

In generale: Il copriferro minimo per ambiente secco e per l'interno degli edifici è 15 mm, per ambiente umido senza gelo 20 mm e per ambiente umido con gelo 25 mm. Per ambienti più aggressivi come umidi con gelo e sali anti-gelo o ambiente marino, per componenti in cls interni ed esterni il copriferro minimo è 40 mm.

### 10.1.7 Coefficienti di ritiro e viscosità

Il coefficiente di viscosità a tempo infinito è usato nei calcoli degli spostamenti e nelle verifiche sull'apertura delle fessure negli Stati limite di Esercizio (SLE). Si può calcolare il coefficiente di viscosità dai parametri ambientali e dalle dimensioni della sezione secondo EN 1992-1-1:2004, par 3.1.4. e Annesso B.

Coefficiente di deformazione finale (EC2 §3.1.4, Annessi B)	$\varphi(\infty, t_0) =$	2.500	
Tensione di ritiro totale	$\epsilon_{CS} =$	0.300 ‰	

Final creep coefficient (EC2 §3.1.4, AnnexB)	$\varphi(\infty, t_0) =$	2.500	
Total shrinkage strain	$\epsilon_{CS} =$	0.300 ‰	

**Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)**

Calcestruzzo: C25/30

condizioni interne 0%      50%      condizioni esterne 100%

Umidità relativa UR (%): 50 %

Misura ipotetica  $h_0$  ( $h_0=2A_c/u$ ) (mm): 200 mm

Età del calcestruzzo allo sbanco in giorni: 10 giorni

Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)  $\varphi(\infty, t_0) =$  3.222

### 10.1.8 Includere la distinta ferri nella relazione.

Se spuntato, la distinta ferri corrispondente è inclusa alla fine della relazione dell'oggetto di cls.

Includere la distinta dei ferri nella relazione

## 11 Solette in calcestruzzo

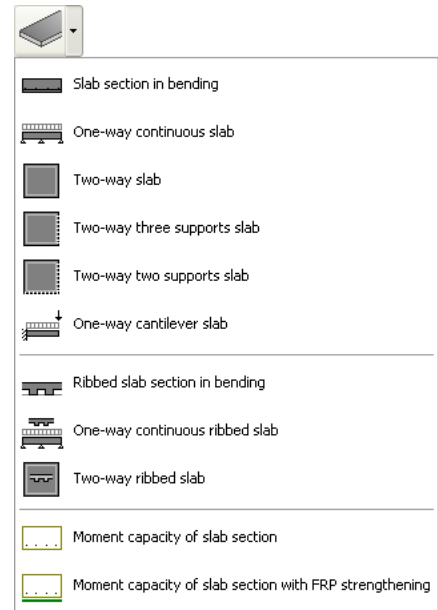
Dimensionamento di solette in calcestruzzo **lisce** o **nervate**. Si possono progettare solette **bidimensionali, monodimensionali a campata multipla**, calcolare la portata ultima delle sezioni delle solette **con e senza rivestimento FRP** (polimeri fibre rinforzati). Sono eseguite tutte le verifiche del codice, secondo l'Eurocodice 2. È prodotta una relazione dettagliata con tutti i calcoli, grafici e riferimenti al codice. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali  $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$ , (Eurocodice 0, EN 1990:2002).

L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 § 6.1, agli Stati Limite Ultimi (ULS).

Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2 §7.3, §7.4 agli Stati limite di Esercizio (SLE).

I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2 §8, §9.3. L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura a flessione e ottiene il passo e il numero dei ferri. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri. Il diametro di default per l'armatura longitudinale è definito in [Parametri/ Parametri del cls armato/Solette].



Si possono progettare le seguenti solette:

**Sezioni delle solette.** Progetto della sezione della soletta liscia o nervata soggetta a momento flettente.

**Solette bidimensionali.** Si considerano tre categorie di solette bidimensionali. Solette appoggiate su tutti e quattro i bordi, solette appoggiate su tre bordi e con un bordo libero oppure solette appoggiate su due bordi adiacenti e gli altri due liberi. Il tipo di appoggio di ogni bordo (semplice appoggio o incastro), può essere specificato per ogni lato della soletta. Per il calcolo del momento flettente sono usate le teorie lineari elastiche. Per il calcolo del momento flettente è usato il metodo di Marcus, o le tabelle di Czerny o Bares dell'analisi lineare.

**Solette monodimensionali a campata multipla.** Progetto di solette continue monodimensionali fino a 8 campate con eventuali sbalzi in testata e carico uniforme suddiviso in carichi permanenti e accidentali sulle campate. Le lunghezze, l'altezza della soletta e i carichi possono essere specificati per ogni campata. Il calcolo statico è eseguito con l'analisi a elementi finiti prendendo in considerazione il posizionamento più sfavorevole dei sovraccarichi sulle campate, per ottenere i massimi o minimi valori di progetto per i momenti flettenti. I momenti all'appoggio sono calcolati a filo netto degli appoggi. I momenti di progetto possono essere modificati da una ridistribuzione dei momenti, Eurocodice 2 §5.5, se la percentuale della ridistribuzione dei momenti è specificata >0. Un fattore di carico  $\leq 1.00$  può essere specificato per ogni campata per introdurre la distribuzione dei carichi nelle solette continue bidimensionali.

**Solette a sbalzo.** Progetto di solette a sbalzo di spessore variabile. Si possono specificare i pesi propri più permanenti e carichi accidentali e concentrati (permanenti e accidentali) alle estremità libere.

**Capacità sezione.** Momento resistente ultimo della sezione della soletta con armatura data.

**Capacità sezione con rivestimento FRP.** Momento resistente ultimo della sezione della soletta con armatura data e rivestita con FRP (polimeri fibre rinforzati).

### 11.1 Progetto della sezione della soletta

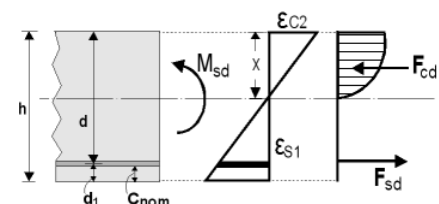
Progetto della sezione della soletta, di tipo liscio o nervato, soggetta a momento flettente.

Stati Limite Ultimi per flessione, Eurocodice 2 §6.1.

Principi basilari.

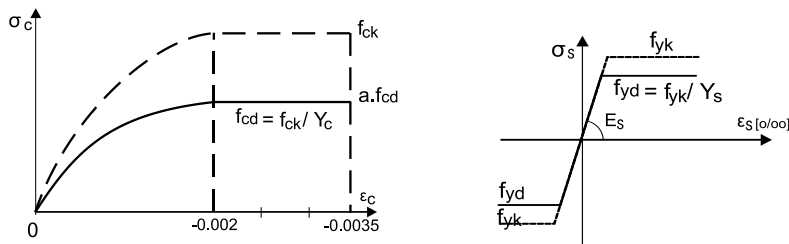
Le sezioni piane rimangono piane

La deformazione nell'armatura piegata è la stessa del calcestruzzo attorno.



La resistenza a trazione del calcestruzzo è trascurata.

Il diagramma sforzo-deformazione per il calcestruzzo e per l'acciaio è nella figura sottostante.



Nome dell'oggetto della progettazione	SOLETTA-001
Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio	C25/30 - B500B
Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4)	$\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$
Coefficiente di deformazione finale (EC2 §3.1.4, Annessi B)	$\varphi(\infty, t_0) = 2.500$
Tensione di ritiro totale	$\epsilon_{cs} = 0.300 \text{ ‰}$
Spessore soletta [m]	$h = 0.180 \text{ m}$ $h=180 \text{ mm}$
Classe di esposizione ambientale	XC1
Copiferio (EC2 §4.4.1) [mm]	$c_{nom} = 15 \text{ mm}$
Diametro della barra di armatura [mm]	$\varnothing = 10 \text{ mm}$ fisso <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Momento flettente (1.30g+1.50q) (Ultimate limit state (SLU))	Med (SLU)= 20.00 kNm/m
Momento flettente (1.00g+0.30q) (Serviceability limit state (SLE))	Med (SLE)= 14.00 kNm/m

Lo spessore della soletta  $h$  in metri [m]. Lo spessore minimo della soletta secondo l'Eurocodice 2 §5.3.1 per solette lisce è 50 mm.

## 11.2 Solette monodimensionali a campata multipla (fino a 8 campate)

Progetto di solette monodimensionali continue a campata multipla fino a 8 campate con eventuali sbalzi alle estremità e carichi permanenti e accidentali sulle campate. Le solette possono avere sezioni lisce o nervate. La lunghezza della campata, L'altezza della soletta e i carichi possono essere specificati singolarmente per ogni campata. Si possono inserire sbalzi sia a sinistra sia a destra. I carichi sono moltiplicati per un coefficiente parziale  $k$  (valore di default 1.00), usato per la distribuzione dei carichi quando si esegue la verifica bidimensionale di un sistema di solette. Nella finestra sulla destra si specificano lo spessore della soletta, la lunghezza della campata e i carichi, premendo poi il pulsante sulla (rispettiva) destra di ogni valore si può impostare tale valore per tutte le campate. Nella finestra sulla sinistra si possono cambiare i valori per ogni campata singolarmente.

Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l'Eurocodice 2. Viene prodotta una relazione dettagliata con tutti i calcoli, grafici e riferimenti al codice. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in EN 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ). Sono analizzate come travi continue con sezione rettangolare di larghezza 1.00 m. Il calcolo statico viene eseguito con l'analisi a elementi finiti prendendo in considerazione il posizionamento più sfavorevole dei carichi accidentali sulle campate, per ottenere i massimi o minimi valori di progetto per i momenti flettenti.

I momenti all'appoggio sono calcolati a filo netto degli appoggi. I momenti di progetto sono ridistribuiti (EC2 §5.5), se la percentuale della ridistribuzione dei momenti è specificata  $>0$ . Nella ridistribuzione dei momenti, i momenti negativi all'appoggio, calcolati usando l'analisi lineare elastica, sono ridotti in base ad un rapporto di ridistribuzione dei momenti, con un aumento corrispondente dei momenti positivi di campata, in modo che i momenti risultanti rimangano in equilibrio.

L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2, §6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2, par. §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2 §8, §9.3.

L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura a flessione e ottiene il passo e il numero dei ferri. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura



partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri. Il diametro di default per l'armatura longitudinale è definito in [Parametri/ Parametri del cls armato/Solette].

### 11.2.1 Numero di campate

Numero delle campate   mensola a sinistra  mensola a destra

Specificare il numero di campate della soletta continua. Spuntando mensola a sinistra o mensola a destra, s'inseriscono gli sbalzi a sinistra e a destra.

Le campate sono automaticamente create di lunghezza uguale a quella di default  $L_0$ , spessore di default  $h_0$  e carichi di default  $g$  e  $q$ . Dalla finestra sulla sinistra si possono modificare questi valori per la lunghezza della campata  $L$ , spessore  $h$  e carichi  $g$  e  $q$ .

### 11.2.2 Spessore della soletta

Spessore predefinito della soletta [m]  $h_0 = 0.180$  m  $h = 180$  mm imposta lo spessore di tutte le campate

Lo spessore predefinito della soletta  $h_0$ , in metri [m], è lo spessore di default della soletta delle campate.

Cliccando  lo spessore di tutte le campate è impostato al valore di default. Per impostare lo spessore per ogni campata cliccare e modificare le celle corrispondenti nella finestra a sinistra sotto il disegno della trave.

### 11.2.3 Lunghezza campata

Lunghezza predefinita della luce [m]  $L_0 = 4.850$  m imposta la lunghezza di tutte le campate   
 Lunghezza in direzione trasversale [m]  $L_y = 9.000$  m

La lunghezza predefinita della luce  $L_0$  in metri [m], è la luce di default. Cliccando  la luce di default è impostata come valore per tutte le campate. Agli sbalzi (se presenti) la luce è impostata a (1/4) del valore di default. Per impostare la luce di ogni campata cliccare e modificare le celle corrispondenti nella finestra a sinistra sotto il disegno della trave.

### 11.2.4 Carichi

Carichi uniformi ( $g$ =permanente,  $q$ =variabile) [kN/m<sup>2</sup>]  $g_1 = 0.80$   $q = 2.00$  kN/m<sup>2</sup> imposta i carichi su tutte le luci   
 Fattori di carico  $k$ ,  $g_x = k_g$ ,  $q_x = k_q$   $k = 1.000$

Carichi di default in [kN/m<sup>2</sup>],  **$g_1$**  per il carico permanente della finitura della soletta,  $q$  per il carico accidentale sulla soletta. Dalla finestra a sinistra sotto il disegno della soletta, si possono cambiare questi valori di default per ogni campata. Il carico permanente totale è calcolato dal programma come  $g = (g_1 + \text{peso proprio})$ .

Cliccando  s'impostano i valori dei carichi di tutte le campate ai valori di default.

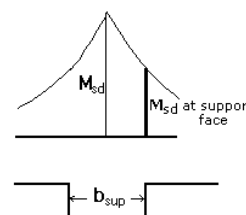
I carichi sono moltiplicati per un coefficiente parziale  $k$  (valore di default 1.00), quando si esegue la verifica bidimensionale in piano di un sistema di solette. Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice EN 1990:2002,  $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ .

Coefficiente parziale  $K$ . I carichi sono moltiplicati per un coefficiente parziale  $k$  (valore di default 1.00). Questo fattore è usato per la distribuzione di carichi quando si esegue la verifica bidimensionale in piano di un sistema di solette.

### 11.2.5 Percentuale di redistribuzione dei momenti

Larghezza appoggio [m]  $b_{sup} = 0.200$  m Percentuale di redistribuzione del momento  %  
 Verificare redistribuzione del momento con la massima ammissibile EC2 §5.5 (4)

I momenti all'appoggio, nella soletta continua, calcolati usando l'analisi lineare elastica, sono ridotti in base a un rapporto di **ridistribuzione dei momenti**, con un aumento corrispondente dei momenti della campata, in modo che i momenti risultanti rimangano in equilibrio (Eurocodice 2, §5.5). Il rapporto tra il momento ridistribuito e il momento prima della redistribuzione è definito dall'utente in percentuale (%).



### 11.2.6 Larghezza appoggi

Larghezza appoggi media in metri (m). I momenti di progetto agli appoggi, per il calcolo dell'armatura agli appoggi, sono calcolati a filo netto degli appoggi ad una distanza  $b=b_{sup}/2$  dall'asse dell'appoggio.

### 11.3 Solette bidimensionali

Sono prese in considerazione tre categorie di solette bidimensionali.

- Solette appoggiate su tutti e quattro i bordi.
- Solette appoggiate su tre bordi e con un bordo libero.
- Solette appoggiate su due bordi adiacenti e gli altri due liberi.

Per il calcolo del momento flettente sono usate le teorie lineari elastiche.

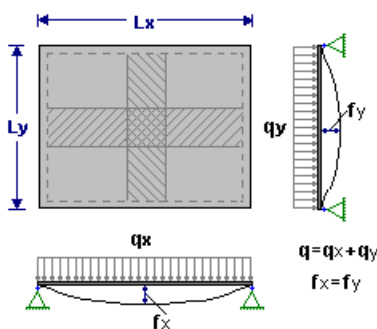
La metodologia di progetto per il calcolo del momento flettente è:

**Tabelle di Czerny** Czerny F., *Tafeln fur vierseitig und dreiseitig gelagerte Rechteckplatten*, Beton Kalender 1983, Berlin, Ernst Sohn, 1983.

- i valori per i momenti flettenti sono  $m_x=q.L_x^2/TV$   $m_y=q.L_y^2/TV$
- per gli sforzi a taglio sono  $v_x:=\pm q.L_x/TV$   $v_y:=\pm q.L_y/TV$
- TV sono coefficienti ottenuti dalle tabelle per vari rapporti  $L_x/L_y$  e condizioni di appoggio.

**Tabelle di Bares** Bares R., *Tables for the Analysis of Plates, Slabs and Diaphragms Based on the Elastic Theory*, Bauverlag GmbH., Wiesbaden und Berlin 1971

- i valori per i momenti flettenti sono  $m_x=q.L_x^2.TV$ ,  $m_y=q.L_y^2.TV$
- per gli sforzi a taglio sono  $v_x:=\pm q.L_x.TV$   $v_y:=\pm q.L_y.TV$
- TV sono coefficienti ottenuti dalle tabelle per vari rapporti  $L_x/L_y$  e condizioni di appoggio



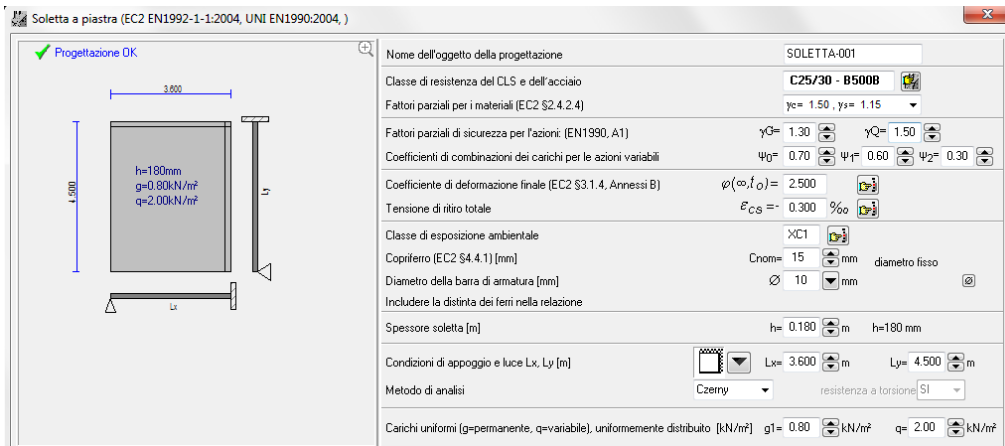
**Metodo di analisi di Marcus.** Marcus H., *"Die vereinfachte Berechnung biegsamer Platten"*, 2nd ed., Springer-verlag, Berlin, 1929.

Il metodo è basato su due strisce ortogonali di larghezza unitaria in mezzera aventi spostamenti uguali nel mezzo. Da questo il carico totale della soletta  $q$  è suddiviso in due parti, nelle due direzioni principali,  $q_x=kq$  e  $q_y=(1-k)q$ . Questo modello semplificato non tiene conto degli sforzi di taglio trasversali lungo i lati delle strisce di soletta. Questi sforzi di taglio, causati dalla continuità tra le strisce individuali della soletta, producono una resistenza a torsione, che riduce gli spostamenti delle strisce. L'effetto della resistenza torsionale della soletta nella riduzione dei momenti di campata, sono presi in considerazione tramite le formule aggiuntive approssimate introdotte da Marcus.

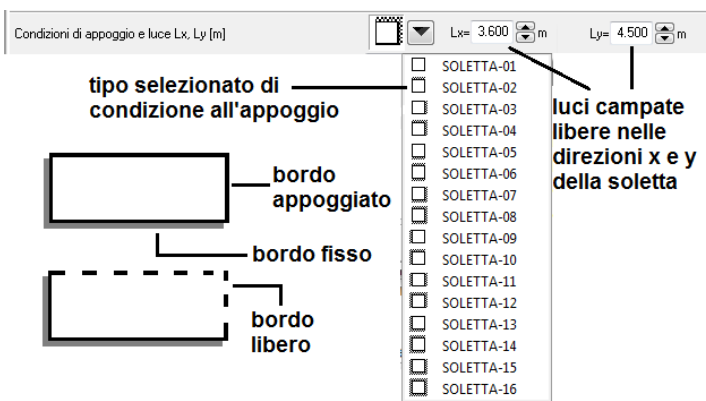
Le due direzioni x-x e y-y della soletta sono progettate separatamente. La direzione con il massimo momento flettente definisce il livello inferiore di armatura. Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l'Eurocodice 2. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri. Le azioni di progetto sono ottenute tramite una combinazione di azioni permanenti e variabili come in Eurocodice 0, EN 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ).

L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2 §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2 §8, §9.3.

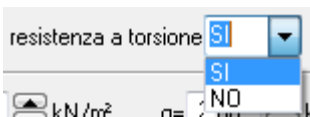
L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura a flessione e ottiene il passo e il numero dei ferri. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri. Il diametro di default per l'armatura longitudinale è definito in [Parametri/ Parametri del cls armato/Solette].



### 11.3.1 Condizioni agli appoggi



### 11.3.2 Resistenza a torsione



Specificare se tener conto o no della riduzione dei momenti delle campate dovuta alla resistenza a torsione della piastra quando si usa il metodo di analisi Marcus.

### 11.3.3 Carichi

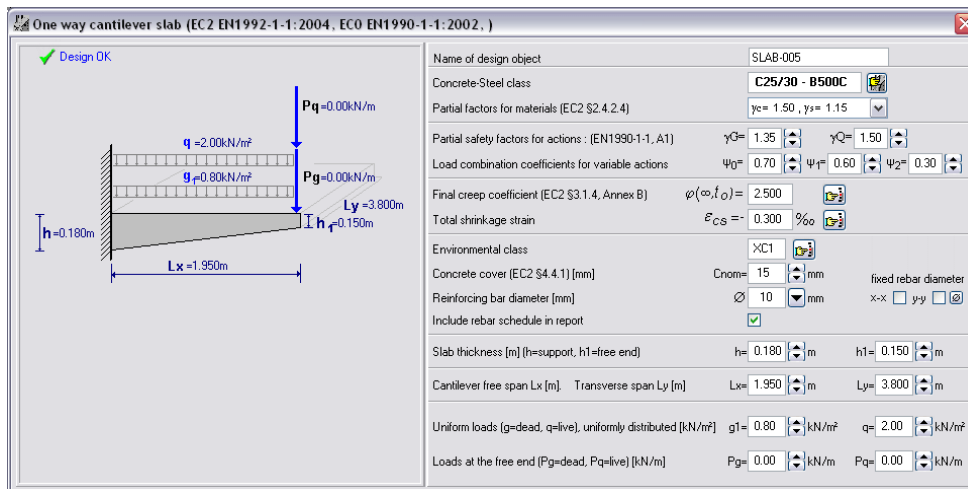


Carichi in [kN/m²].  $g_1$  per il carico permanente della finitura della soletta e  $q$  per il carico accidentale sulla soletta.

Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice 2 EN 1990:2002,  $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$ . Il carico permanente totale è calcolato dal programma come  $g = (g_1 + \text{peso proprio})$ .

### 11.4 Solette a mensola

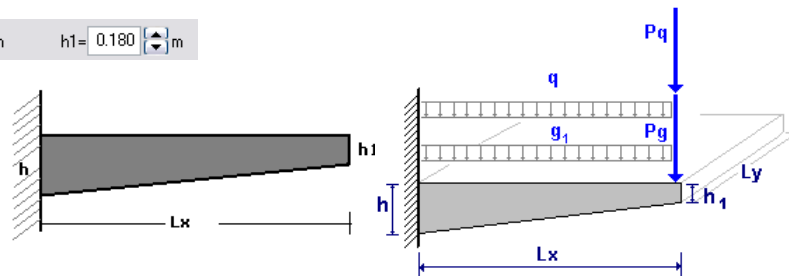
Progetto di solette a sbalzo di spessore variabile. Specificare i carichi uniformemente distribuiti in [kN/m<sup>2</sup>] con componenti permanenti e accidentali, e carichi concentrati in [kN/m] con componenti permanenti e accidentali sul lato libero. Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e variabili, ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ) (EN 1990:2002). Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l'Eurocodice 2. L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2 §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2 §8, §9.3. Viene prodotta una relazione dettagliata con tutti i calcoli, grafici e riferimenti al codice. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.



#### 11.4.1 Spessore della soletta

Slab thickness [m] (h=support, h1=free end)    h= 0.180 m    h1= 0.180 m

Spessore della soletta h sull'estremità incastrata e h1 sull'estremità libera in metri (m).



#### 11.4.2 Luce libera

Luce libera mensola Lx [m]. Luce trasversale Ly [m]    Lx= 1.200 m    Ly= 4.800 m

#### 11.4.3 Carichi

Carichi uniformi (g=permanente, q=variabile), uniformemente distribuito [kN/m<sup>2</sup>]    g1= 0.80 kN/m<sup>2</sup>    q= 2.00 kN/m<sup>2</sup>

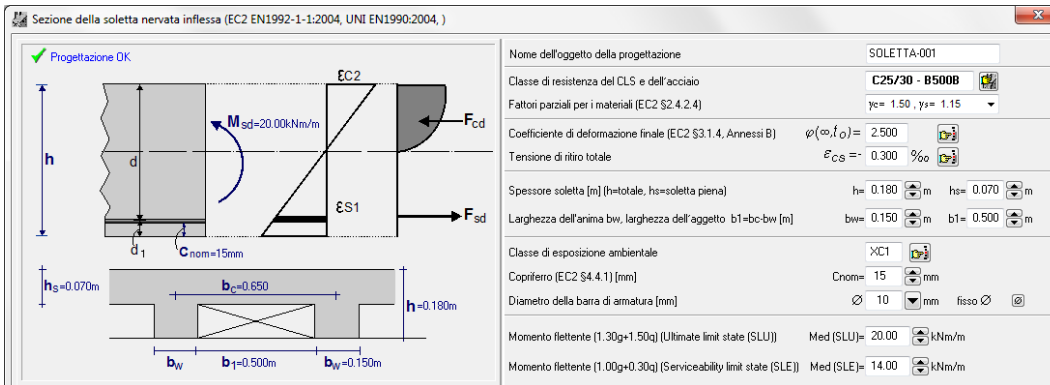
Carichi all'estremità libera (Pg=permanente, Pq=variabile) [kN/m]    Pg= 0.00 kN/m    Pq= 0.00 kN/m

Carichi distribuiti uniformemente in [kN/m<sup>2</sup>], g1 per il carico permanente della finitura della soletta, e q per il carico accidentale sulla soletta. Pg [kN/m] è il carico concentrato permanente all'estremità libera e Pq [kN/m] il carico concentrato accidentale all'estremità libera.

Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice EN 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ).

### 11.5 Solette nervate

Solette con vuoti, allo scopo di ridurre il peso proprio. Sono progettate come solette lisce, ma l'armatura è posizionata nelle nervature. Nel caso di solette nervate bidimensionali la resistenza torsionale è trascurata. Dati aggiuntivi sono la larghezza delle nervature (anima) **bw** e la larghezza del vuoto **b1**. Alcuni requisiti per solette nervate o forate sono nell'Eurocodice 2 §5.3.1 (6).



### 11.6 Sezione soletta, Momento resistente

Calcolo del momento resistente ultimo di una sezione di soletta con una data armatura.

La capacità ultima a flessione della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne agenti sulla sezione. Le forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo e alla trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle armature di rinforzo.

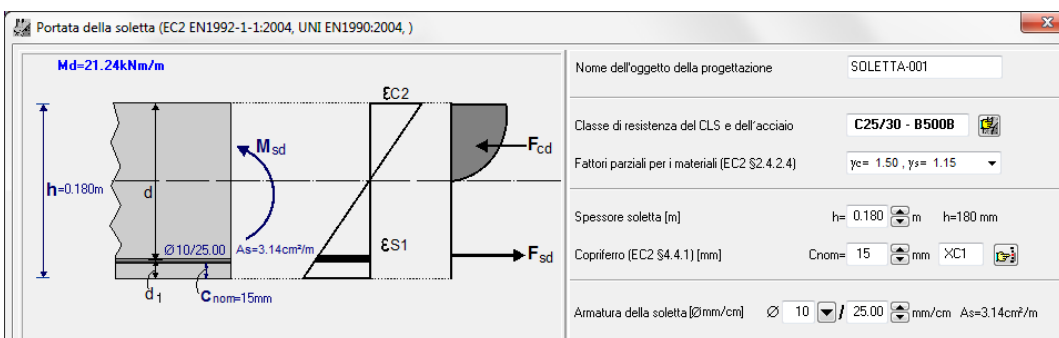
Si usano i seguenti presupposti:

Le sezioni piane rimangono piane.

Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.

Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.

Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.




### 11.7 Sezione soletta rinforzata con ricoprimento FRP (portata momento)

Calcolo del momento resistente ultimo di una sezione di soletta con una data armatura e rinforzata con l'utilizzo di un rivestimento di Polimeri fibro rinforzati (FRP).

Per la sezione specificare:

- La classe del calcestruzzo e dell'acciaio.
- Le dimensioni e l'armatura.
- La proprietà caratteristica (Modulo di Elasticità, resistenza a trazione) del materiale FRP.
- Le dimensioni (larghezza e spessore) del materiale FRP
- Il momento flettente sotto carichi di servizio senza rivestimento FRP.

Cliccando  si seleziona il materiale FRP dalla tabella dei materiali FRP. Si può modificare e aggiornare la tabella dei materiali FRP dal menu [Parametri/Materiali fibro-rinforzati].

La capacità ultima a flessione della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne agenti sulla sezione. Le forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo, alla trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle armature di rinforzo, e alla compressione e trazione del ricoprimento FRP. Le deformazioni iniziali sotto carichi di servizio (momento flettente senza FRP) sono prese in considerazione nel calcolo delle sollecitazioni nel rivestimento FRP.

Si usano i seguenti presupposti:

Le sezioni piane rimangono piane.

Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.

Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.

Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.

Relazione sforzo-deformazione lineare per il materiale FRP.

The screenshot displays the software interface for a beam design. On the left, a diagram shows a cross-section of a beam with height  $h=0.180\text{m}$  and effective depth  $d$ . It includes a parabolic stress-strain diagram for concrete with peak strain  $\epsilon_{c2}$  and a linear stress-strain diagram for FRP with strain  $\epsilon_{s1}$ . Internal forces  $M_{sd}$ ,  $F_{cd}$ ,  $F_{sd}$ , and  $F_f$  are indicated. Reinforcement details include  $\phi 10/25.00$ ,  $A_s=3.14\text{cm}^2/\text{m}$ ,  $t_f=1.00\text{mm}$ , and  $c_{nom}=15\text{mm}$ .

Nome dell'oggetto della progettazione	SOLETTA-001	
Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio	C25/30 - B500B	
Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4)	$\gamma_c = 1.50$ , $\gamma_s = 1.15$	
Spessore soletta [m]	$h = 0.180$ m	$h = 180$ mm
Copriferro (EC2 §4.4.1) [mm]	$c_{nom} = 15$ mm	X C1
Armatura della soletta [Ømm/cm]	Ø 10 / 25.00	mm/cm $A_s = 3.14\text{cm}^2/\text{m}$
Nome del materiale di rinforzo (FRP)	FRP+epoxy	
Modulo elastico dell'FRP [GPa]	$E_f = 100$ GPa	
Resistenza a trazione dell'FRP [MPa]	$\sigma_f = 1000$ MPa	
Dimensioni dell'FRP, $t_f$ =spessore [mm], $w_f$ =larghezza [m]	$t_f = 1.00$ mm	$w_f = 1.000$
Momento sotto i carichi di servizio	$M_o = 0.00$ kNm/m	

## 12 Travi

Dimensionamento di travi in cemento armato, con sezione rettangolare o a T. Si possono progettare travi continue a campata singola o multipla, calcolare la capacità ultima della sezione della trave o della trave rinforzata con rivestimenti FRP (Polimeri fibro rinforzati). Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l'Eurocodice 2. Viene prodotta una relazione dettagliata con tutti i calcoli, grafici e riferimenti al codice. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

I carichi possono avere componente permanente e accidentale. Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice EN 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ).

L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 § 6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. L'armatura a taglio è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §6.2.

Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2 §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2 §9.2. Viene calcolato il numero di barre di armatura e il passo delle staffe. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

Si possono progettare le seguenti travi:

**Sezione della trave.** Progetto di una trave a T o rettangolare soggetta alla combinazione di flessione, taglio e forze assiali, con eccentricità grande o piccola.

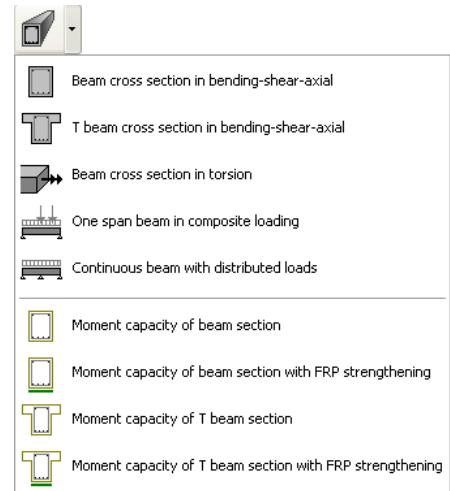
**Torsione.** Progetto di una trave a T o rettangolare soggetta a torsione, taglio e flessione combinati.

**Trave a campata singola con carichi misti.** Dimensionamento di travi a campata unica sottoposta a carichi misti. La sezione della trave può essere rettangolare, a T, o trave di bordo. La larghezza efficace dell'ala è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §5.3.2.1. Le condizioni di appoggio sinistro o destro della trave possono essere specificati come semplice appoggio o incastro. Il carico è la sovrapposizione di carichi uniformemente e triangolarmente distribuiti e carichi concentrati.

**Trave su campata multipla.** Progetto di travi continue, fino a 8 campate, con eventuali sbalzi, carichi uniformi permanenti e accidentali sulle campate. La sezione della trave può essere rettangolare, a T, o trave di bordo. La larghezza efficace dell'ala è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §5.3.2.1. Le lunghezze, i dati della sezione e il carico possono essere specificati per ogni campata. L'analisi statica lineare è eseguita tenendo conto del posizionamento più sfavorevole dei carichi accidentali sulle campate per ottenere i valori di progetto massimi o minimi per i momenti flettenti e gli sforzi di taglio. I momenti all'appoggio sono calcolati a filo netto degli appoggi. I momenti di progetto possono essere ridistribuiti (Eurocodice 2 EC2 §5.5), se la percentuale specificata di redistribuzione dei momenti è >0.

**Portata Momento.** Calcolo della portata ultima della sezione della trave con una data armatura.

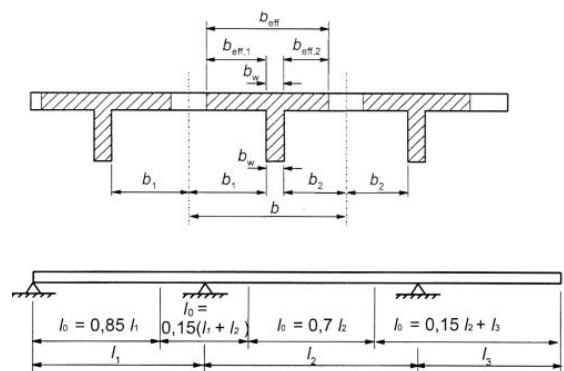
**Portata Momento con rivestimento FRP.** Calcolo della portata ultima della sezione della trave con una data armatura e rinforzata con rivestimento Fiber Reinforced Polymer (FRP).



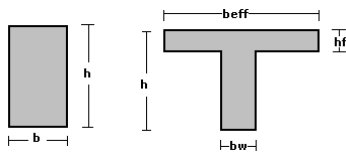
### 12.1 Larghezza efficace ala

La larghezza efficace dell'ala per travi a T simmetriche può essere presa come  $b_{eff} = b_w + (1/5)l_0 < b$  e per travi con ala da un solo lato come  $b_{eff} = b_w + (1/10)l_0 < b_1 + b_w$ . Eurocodice 2 §5.3.2.1(3).

La distanza  $l_0$  è la distanza tra i punti di momenti zero nella campata. In una trave continua  $l_0$  può essere preso come  $0.85l_1$  per la campata finale e  $0.70l_2$  per le campate interne Eurocodice 2 §5.3.2.1(2).



## 12.2 Dati della sezione della trave



Tutte le dimensioni sono in metri (m).

## 12.3 Sezioni di trave soggette a flessione – taglio e carico assiale

Progetto di una trave di sezione rettangolare o a T sotto carichi a flessione e taglio combinati. L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2, § 6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. L'armatura a taglio è calcolata secondo l'Eurocodice 2, § 6.2.

Azioni sulla sezione		Ultimate limit state (SLU) (1.30g+0.00q)	Serviceability limit state (SLE) (1.00g+0.30q)
Momento flettente [kNm]	Med=	100.00	70.00
Forza di taglio [kN]	Ved=	10.00	7.00
Forza assiale [kN]	Ned=	10.00	7.00

Le condizioni di appoggio e le lunghezze sono usate per il progetto del taglio tra anima e ali per le sezioni a T, § 6.2.4.

## 12.4 Trave semplicemente appoggiata con carico misto

Dimensionamento di una trave semplicemente appoggiata con carico misto. La sezione della trave può essere rettangolare, a T, o trave di bordo. La larghezza efficace dell'ala è calcolata secondo l'Eurocodice 2 §5.3.2.1. Le condizioni di appoggio terminali della trave possono essere specificate come semplice appoggio o incastro. Il carico è la sovrapposizione di carichi uniformemente e triangolarmente distribuiti e carichi concentrati. Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l'Eurocodice 2. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

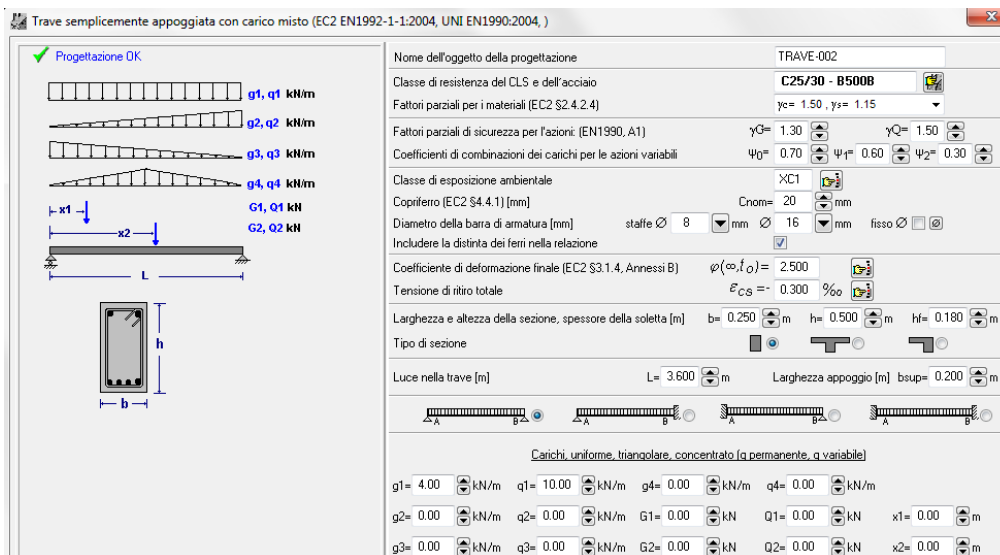
Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice 0, EN 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ).

L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 § 6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. L'armatura a taglio è calcolata secondo l'Eurocodice 2 § 6.2. Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l'Eurocodice 2 §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell'armatura e i requisiti minimi sono secondo l'Eurocodice 2, §9.2.

L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura e ottiene il numero di barre e il passo delle staffe. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

Il diametro di default per l'armatura longitudinale e il diametro per le staffe sono definiti in [Parametri/Parametri del cls armato/Travi].





### 12.4.1 Luce trave

La luce  $L$  della trave in metri (m). Se s’inserisce una larghezza appoggio  $>0$  allora per gli appoggi incastro i momenti negativi sono calcolati a filo netto degli appoggi, che in pratica significa che la luce di calcolo della trave è  $L - bsup/2$  per una trave con incastro da un lato e  $L - bsup$  per una trave con incastro da entrambi i lati. Per una trave in semplice appoggio la luce di calcolo è  $L$ .

### 12.4.2 Carichi

I valori dei carichi sono secondo il diagramma sulla sinistra. I carichi distribuiti sono in [kN/m] e i carichi concentrati in [kN]. La distanza dei carichi concentrati è misurata sempre dall’appoggio sinistro della trave in metri (m). Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice 0, 1990:2002 ( $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$ ).

## 12.5 Trave continua a campata multipla

Progetto di travi continue fino e 8 campate, con eventuali sbalzi, sotto carichi uniformi sulle campate. I carichi possono avere componenti permanenti e accidentali. La sezione della trave può essere rettangolare, a T, o trave di bordo. La larghezza efficace dell’ala è calcolata secondo l’Eurocodice 2 §5.3.2.1. Le lunghezze, i dati della sezione e il carico possono essere specificati per ogni campata. Si possono inserire sbalzi alle estremità sinistra e destra della trave. Viene eseguita la verifica completa del codice, secondo l’Eurocodice 2. Viene prodotta una relazione dettagliata con tutti i calcoli, grafici e riferimenti al codice. L’armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

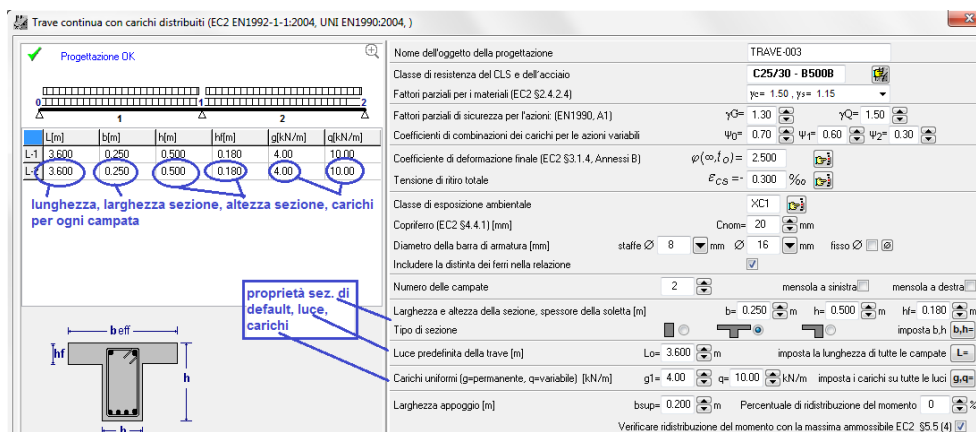
Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice 0 1990:2002 ( $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$ ). Il calcolo statico è eseguito con l’analisi a elementi finiti prendendo in considerazione il posizionamento più sfavorevole dei sovraccarichi sulle campate, per ottenere i massimi o minimi valori di progetto per i momenti flettenti e sforzi di taglio.

I momenti agli appoggi sono calcolati a filo netto degli appoggi degli appoggi. I momenti di progetto possono essere ridistribuiti (Eurocodice 2 §5.5), se la percentuale della ridistribuzione dei momenti è  $>0$ . Nella ridistribuzione dei momenti, i momenti all’appoggio, calcolati usando l’analisi lineare elastica, sono ridotti in base ad un rapporto di ridistribuzione dei momenti, con un aumento corrispondente dei momenti di campata, in modo che i momenti risultanti rimangano in equilibrio.

L’armatura a flessione è calcolata secondo l’Eurocodice 2 § 6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. L’armatura a taglio è calcolata secondo l’Eurocodice 2 § 6.2. Le fessurazioni e gli spostamenti sono calcolati secondo l’Eurocodice 2 §7.3, §7.4 requisiti agli Stati limite di Esercizio (SLE). I dettagli costruttivi dell’armatura e i requisiti minimi per l’armatura sono secondo l’Eurocodice 2, §9.2.

Viene calcolato il numero delle barre di armatura e il passo delle staffe. Si può spuntare l’opzione per l’uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l’armatura partendo dal diametro desiderato. L’armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

Il diametro di default per l'armatura longitudinale e il diametro per le staffe sono definiti in [Parametri/Parametri del cls armato/Travi].



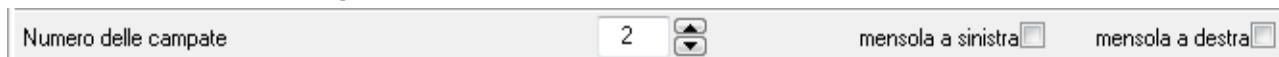
### 12.5.1 Sezione trave

I dati della sezione sono per la sezione di default. Cliccando **h=** i dati della sezione di default sono assegnati a tutte le campate. Dalla tabella nella finestra di sinistra, sotto il disegno della trave si possono assegnare i dati della sezione per ogni campata.

### 12.5.2 Luce della trave

La luce predefinita della trave  $L_0$  in metri [m], è la luce di calcolo di default. Cliccando **L=** la luce di calcolo predefinita è assegnata a tutte le campate. Agli sbalzi (se presenti) la luce è impostata uguale a (1/4) del valore di default. Per inserire la luce di ogni campata cliccare e modificare la corrispondente cella nella finestra di sinistra sotto il disegno della trave.

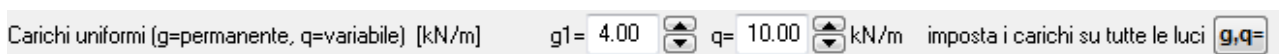
### 12.5.3 Numero di campate



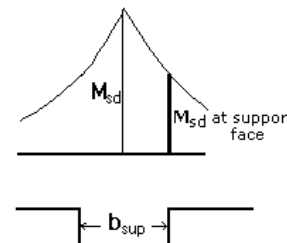
Specificare il numero delle campate della trave continua. Spuntando mensola a sinistra o mensola a destra, s'inseriscono degli sbalzi in testata sinistra e destra.

Le campate sono create automaticamente con le lunghezze di default  $L_0$ , lo spessore di default  $h_0$  e i carichi di default  $g$  e  $q$ . Dalla finestra sulla sinistra si possono cambiare questi valori per le luci  $L$ , lo spessore  $h$  e i carichi  $g$  e  $q$ .

### 12.5.4 Carichi



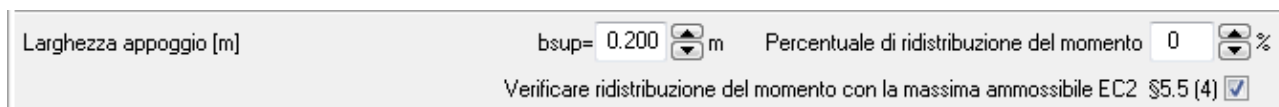
Carichi di default in [kN/m],  $g_1$  per il carico permanente sulla trave e  $q$  per carichi accidentali sulla trave. Dalla finestra di sinistra sotto il disegno della trave, si cambiano questi valori di default per ogni campata. Il carico permanente totale è  $g = \text{peso proprio} + g_1$ , il peso proprio è calcolato dal programma.



Cliccando **g,q=** si assegnano questi valori di default di carico a tutte le campate.

Le azioni di progetto sono ottenute con una combinazione di azioni permanenti e accidentali come in Eurocodice 0 1990:2002 ( $\gamma G G_k + \gamma Q Q_k$ ).

### 12.5.5 Percentuale di redistribuzione dei momenti



I momenti agli appoggi, nelle travi continue, calcolati usando l'analisi lineare elastica, sono ridotti di un rapporto di **ridistribuzione dei momenti**, con un aumento corrispondente dei momenti di campata, in modo che i momenti risultanti rimangano in equilibrio (Eurocodice 2, §5.5). Il rapporto tra il momento ridistribuito e il momento prima della redistribuzione è definito dall'utente in percentuale (%).

### 12.5.6 Larghezza appoggio

La larghezza dell'appoggio media in metri (m). I momenti di appoggio di progetto, per il calcolo dell'armatura all'appoggio, sono calcolati a filo netto degli appoggi a una distanza  $b = b_{sup}/2$  dall'asse dell'appoggio.

## 12.6 Sezione trave soggetta a torsione

Progetto di una trave a sezione rettangolare o a T, sottoposta a torsione, taglio e flessione. Il progetto è secondo l'Eurocodice 2, §6.3.2.

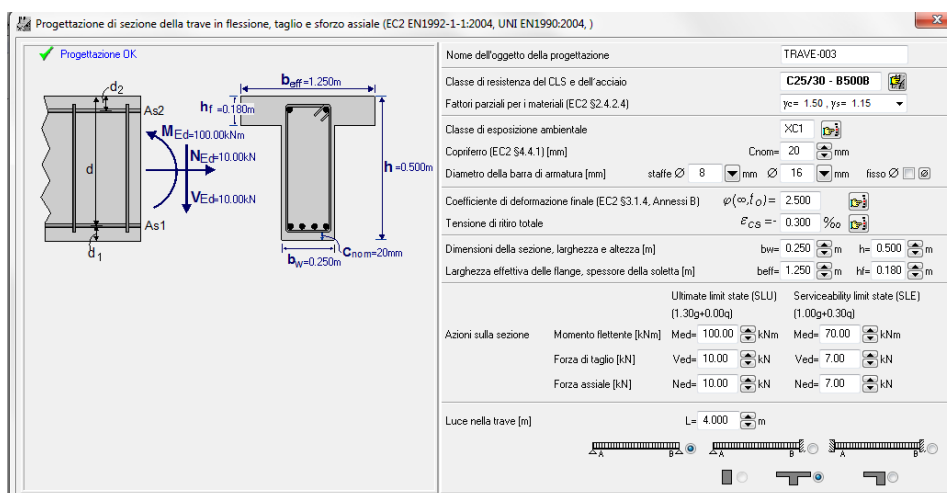
$Trd,max$  è il momento di progetto resistente a trazione Eurocodice 2 §6.3.2.

$Vrd,max$  è la resistenza a taglio di progetto relativa a un puntone inclinato di un angolo di 45°, Eurocodice 2 §6.2.3.

Il calcolo delle staffe necessarie a torsione e taglio è eseguito separatamente.

L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura e ottiene il numero dei ferri e il passo delle staffe. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. Il diametro di default per l'armatura longitudinale e il diametro per le staffe sono definiti in [Parametri/ Parametri del cls armato/Travi].

$$\left(\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}}\right) + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}}\right) \leq 1$$



## 12.7 Portata della trave

Calcolo del momento resistente ultimo della trave a sezione rettangolare o a T, con una data armatura.

La capacità ultima a flessione della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne agenti sulla sezione. Le forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo e alla trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle armature di rinforzo.

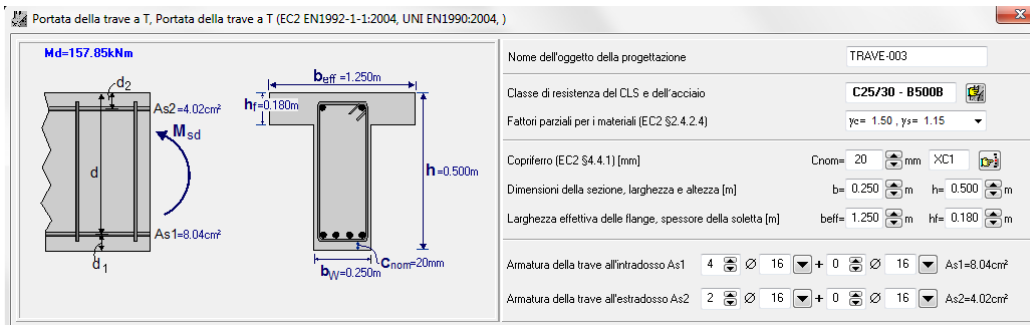
Si usano i seguenti presupposti:

Le sezioni piane rimangono piane.

Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.

Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.

Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.




### 12.8 Sezione trave con armatura FRP (momento resistente)

Calcolo del momento resistente ultimo di una sezione di trave con una data armatura e rinforzata con Polimeri fibro rinforzati (FRP).

Specificare per la sezione:

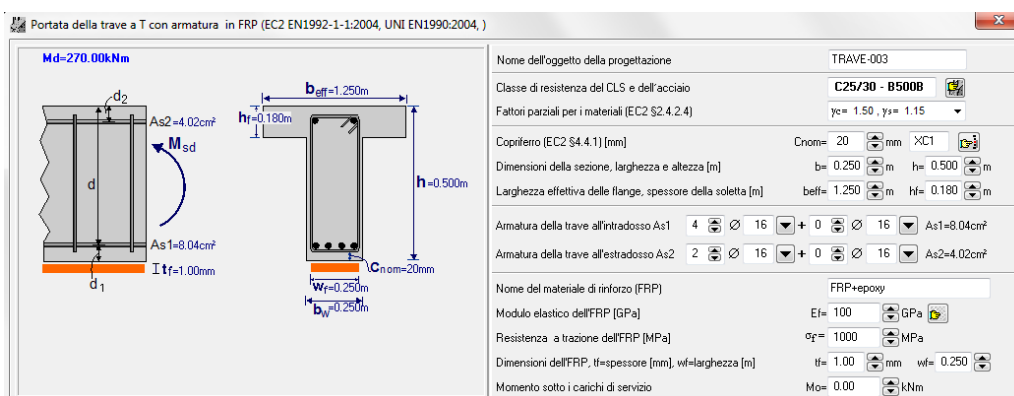
- La classe del calcestruzzo e dell'acciaio.
- Le dimensioni e l'armatura.
- La proprietà caratteristica (Modulo di Elasticità, resistenza a trazione) del materiale FRP
- Le dimensioni (larghezza e spessore) del materiale FRP
- Il momento flettente sotto carichi di servizio senza rivestimento FRP.

Cliccando  si seleziona il materiale FRP dalla tabella dei materiali FRP. Si può modificare e aggiornare la tabella dei materiali FRP dal menu [Parametri/Materiali fibro-rinforzati].

La capacità ultima a flessione della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne agenti sulla sezione. Le forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo, alla trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle armature di rinforzo, e alla compressione e trazione del ricoprimento FRP. Le deformazioni iniziali sotto carichi di servizio (momento flettente senza FRP) sono prese in considerazione nel calcolo delle sollecitazioni nel rivestimento FRP.

Si usano i seguenti presupposti:

- Le sezioni piane rimangono piane.
- Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.
- Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.
- Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.
- Relazione sforzo-deformazione lineare per il materiale FRP.



## 13 Pilastrri (colonne)

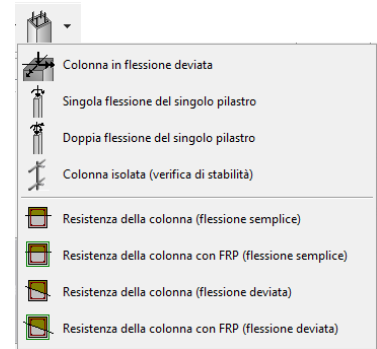
**Colonne di sezione rettangolare o circolare in compressione con flessione biassiale.** Il dimensionamento è secondo i diagrammi d'interazione di flessione biassiale (P-Mx-My) ottenuti usando l'integrazione numerica. Per colonne rettangolari selezionare la disposizione dell'armatura (armatura negli angoli o attorno al perimetro). L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

**Singolo pilastro in flessione singola e doppia.** Il progetto è secondo l'Eurocodice 2 §5.8. Gli effetti della snellezza e gli effetti del secondo ordine sono considerati nel progetto. La lunghezza efficace e le condizioni di vincolo alle estremità sono specificate come §5.8.3.2. Il metodo di analisi è secondo il §5.8.7.3. Coefficiente di amplificazione del momento. I carichi applicati sono carichi assiali e i momenti flettenti nelle direzioni x-x e y-y. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

**Colonna snella in flessione doppia.** Il progetto è eseguito secondo l'Eurocodice 2 §5.8. L'effetto della snellezza e gli effetti del secondo ordine sono considerati nel progetto. Le condizioni di vincolo alle estremità vanno specificate in entrambe le direzioni x e y (incastro, cerniera o libero). Nel caso dei pilastrri, che sono parte del telaio dell'edificio, possono essere specificate anche estremità vincolate elasticamente. I carichi applicati sono assiali e i momenti flettenti sono nelle direzioni x-x e y-y in sommità e alla base. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

**Resistenza colonna di sezione rettangolare o circolare soggetta a compressione e flessione semplice o biassiale.** La portata ultima della sezione della colonna, di date dimensioni e data armatura, è calcolata tramite integrazione numerica delle forze agenti sulla sezione in equilibrio. Le forze interne sono le forze del calcestruzzo (diagramma sforzo-deformazione parabolico a compressione) e le forze (diagramma sforzo-deformazione elasto-plastico) dell'acciaio. I risultati sono i valori presentati in forma tabellare e grafica per la superficie di rottura, i valori Pn-Mn per la flessione semplice, e Pn-Mx-My per la flessione biassiale.

**Resistenza colonna di sezione rettangolare o circolare con rivestimento FRP (polimeri fibro rinforzati) soggetta a compressione e flessione semplice o biassiale.** La portata ultima della sezione della colonna, di date dimensioni, data armatura e dato ricoprimento FRP, è calcolata tramite integrazione numerica delle forze agenti sulla sezione in equilibrio. Le forze interne sono le forze del calcestruzzo (diagramma sforzo-deformazione parabolico a compressione), le forze dell'acciaio (diagramma sforzo-deformazione elasto-plastico) e le forze del rivestimento FRP (diagramma sforzo-deformazione lineare). I risultati sono i valori presentati in forma tabellare e grafica per la superficie di rottura, i valori Pn-Mn per la flessione semplice, e Pn-Mx-My per la flessione biassiale.

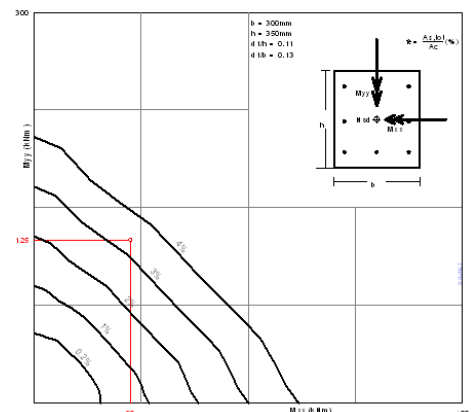


### 13.1 Progetto della sezione della colonna in flessione doppia

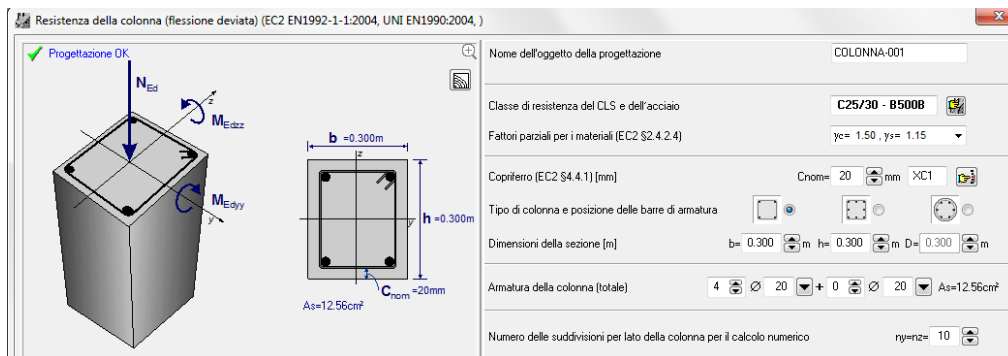
Progetto della colonna di sezione rettangolare o circolare in flessione biassiale con compressione. Il dimensionamento è eseguito con l'integrazione numerica delle forze del calcestruzzo e dell'acciaio sulla sezione della colonna. In aggiunta si ottengono i valori approssimati di progetto, usando i diagrammi d'interazione di flessione biassiale (P-Mx-My) per il copriferro lato colonna /10, *Kordina K, Bemessungshilfsmittel zu EC 2 Teil 1, Planung von Stahlbeton, Berlin, Beuth, 1992.*

Per l'accuratezza dell'integrazione numerica inserire il numero N di suddivisioni per lato colonna. L'integrazione numerica è eseguita con una suddivisione della sezione in NxN elementi. Un valore di N=10 sembra dare un'accuratezza adeguata. Il dimensionamento è fatto usando i diagrammi d'interazione di flessione biassiale (P-Mx-My). L'effetto della snellezza o i momenti secondari dovuti a spostamento laterale sotto il carico sono trascurati.

flessione biassiale con compressione.



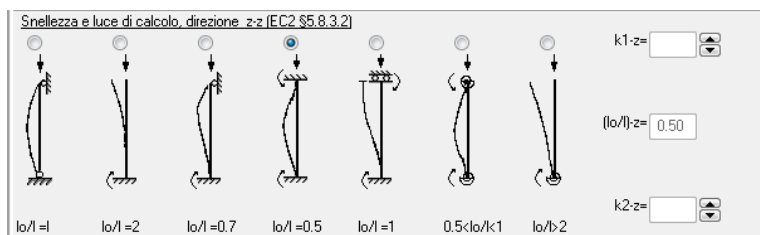
La forza assiale in [kN], positiva per compressione e i momenti flettenti in [kNm]. Specificare se l'armatura è posizionata nei quattro angoli della sezione o se è distribuita lungo il perimetro della sezione. La posizione dell'armatura è importante per il calcolo dell'equilibrio delle forze della sezione.



La lunghezza e il numero delle colonne sono usate per la distinta ferri.

### 13.2 Singolo pilastro in flessione singola o doppia

Il progetto è secondo l'Eurocodice 2 §5.8. Gli effetti della snellezza e gli effetti del secondo ordine sono considerati nel progetto. La luce di calcolo e le condizioni di vincolo alle estremità sono specificate secondo §5.8.3.2.




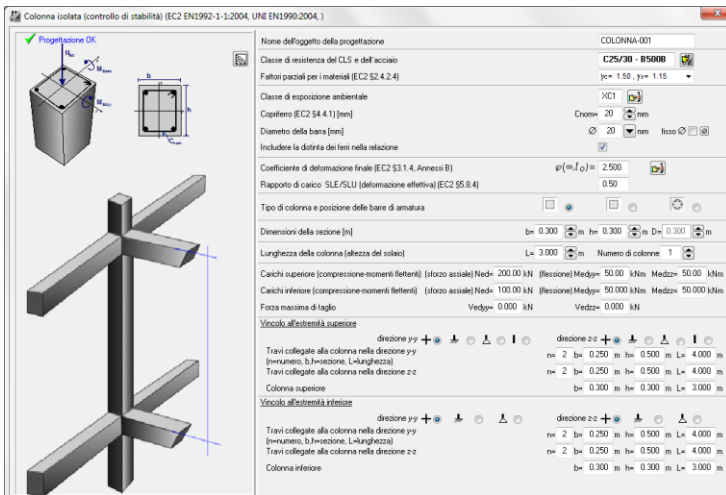
Il metodo di analisi è secondo §5.8.7.3. Coefficiente di amplificazione del momento. I carichi agenti sono carichi assiali e i momenti flettenti in direzione x-x e y-y. Le barre di armatura sono automaticamente inserite nella distinta ferri.

### 13.3 Colonna isolata (verifica di stabilità) - Colonne snelle (effetti del secondo ordine)

Progetto delle colonne snelle in flessione doppia, secondo l'Eurocodice 2, §5.8. Gli effetti della snellezza e gli effetti del secondo ordine sono considerati nel progetto.

I carichi assiali e i momenti flettenti in x-x e y-y possono essere applicati in sommità e alla base del pilastro.

Specificare le condizioni di vincolo delle estremità in entrambe le direzioni x e y (incastro, cerniera o libero). Nel caso dei pilastri, che fanno parte del telaio di una struttura, le estremità vincolate elasticamente sono considerate in una struttura a nodi fissi. In questo caso selezionare , e sotto specificare il numero di travi (n) all'estremità della colonna in direzione x-x o y-y e le dimensioni della trave (b= larghezza sezione, h= altezza sezione, L= lunghezza trave). Specificare inoltre le dimensioni (b= larghezza sezione, h=altezza sezione, L=lunghezza colonna) per i pilastri sopra e sotto. La rigidità del vincolo alle estremità della colonna è calcolata secondo l'Eurocodice 2, §5.8.



### 13.4 Resistenza della colonna

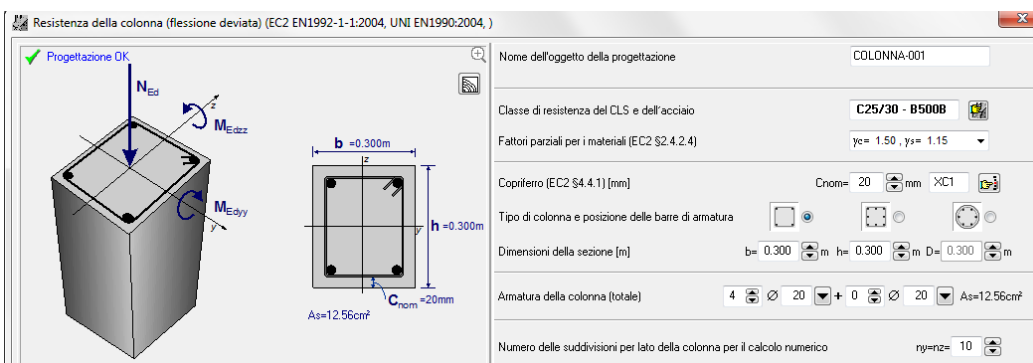
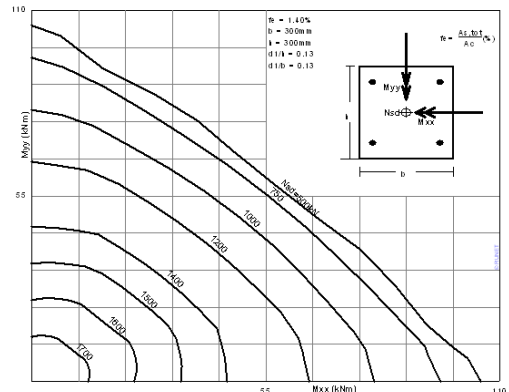
Capacità della sezione di colonna rettangolare o circolare con data armatura e soggetta a carico assiale con flessione semplice o deviata. Le dimensioni e l'armatura della colonna sono specificate. La portata ultima della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne sulla sezione in equilibrio. Queste forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo e dovute a trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle barre di armatura.

Si usano i seguenti presupposti:

- Le sezioni piane rimangono piane.
- Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.
- Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.
- Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.

Per l'accuratezza dell'integrazione numerica inserire il numero N di suddivisioni per lato colonna. L'integrazione numerica è eseguita con una suddivisione della sezione in NxN elementi. Un valore di N=10 sembra dare un'accuratezza adeguata.

I risultati sono i valori presentati in forma tabellare e grafica per la superficie di rottura, i valori Pn-Mn per la flessione semplice, e Pn-Mx-My per la flessione biassiale.





### 13.5 Resistenza della colonna con FRP

Capacità della sezione di colonna rettangolare o circolare rinforzata con rivestimento FRP (polimeri fibro rinforzati) e soggetta a compressione con flessione semplice o deviata.

Per la sezione della colonna specificare:

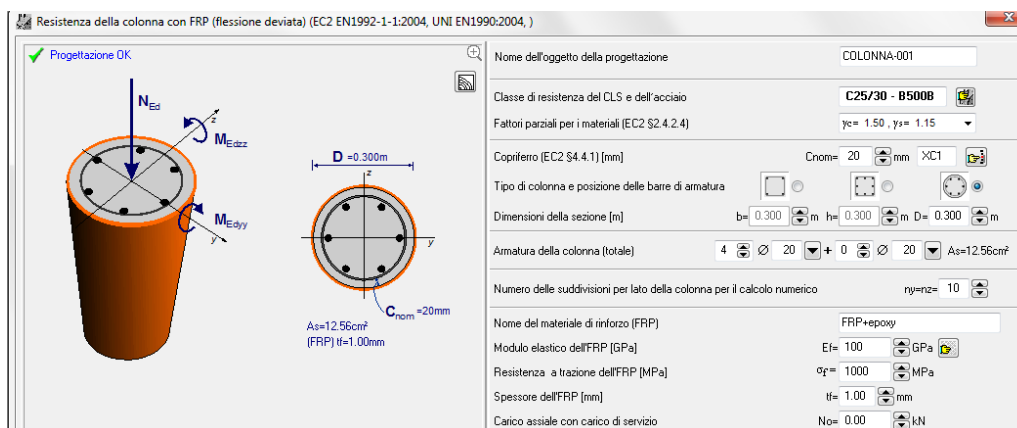
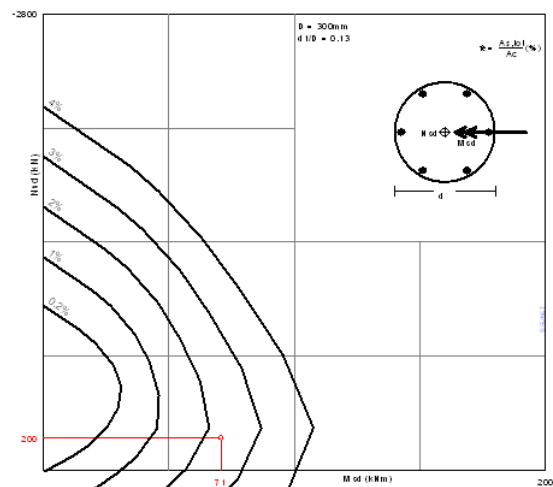
- La classe del calcestruzzo e dell'acciaio.
- Le dimensioni, il copriferro e l'armatura.
- Le proprietà caratteristiche (Modulo di Elasticità, Resistenza a trazione) del materiale FRP
- Le dimensioni (larghezza, spessore) del rivestimento FRP.
- Il carico assiale sotto carico di servizio senza rivestimento FRP.

La portata ultima della sezione è calcolata tramite integrazione numerica delle forze interne sulla sezione in equilibrio. Queste forze interne sono le forze dovute a compressione del calcestruzzo, dovute a trazione e compressione dell'acciaio nelle posizioni delle barre di armatura e dovute a compressione e trazione del rivestimento FRP.

Si usano i seguenti presupposti:

- Le sezioni piane rimangono piane.
- Il diagramma di distribuzione parabolico di sforzo-deformazione per le tensioni a compressione del calcestruzzo.
- Relazione Elasto-plastica dello sforzo-deformazione per l'acciaio.
- Sollecitazioni a trazione del calcestruzzo trascurate.
- Relazione sforzo-deformazione lineare per il materiale FRP.

Per l'accuratezza dell'integrazione numerica inserire il numero N di suddivisioni per lato colonna. L'integrazione numerica è eseguita con una suddivisione della sezione in NxN elementi. Un valore di N=10 sembra dare un'accuratezza adeguata. I risultati sono i valori presentati in forma tabellare e grafica per la superficie di rottura, i valori Pn-Mn per la flessione semplice, e Pn-Mx-My per la flessione biassiale.





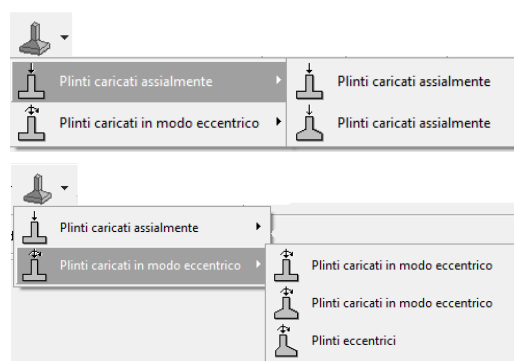
## 14 Plinti di fondazione

Progetto di plinti quadrati o rettangolari, soggetti a carico verticale e momenti di ribaltamento biassiali. I plinti possono essere dritti o svasati, simmetrici o eccentrici.

**Dimensioni.** Le dimensioni del plinto da specificare sono: la lunghezza e la larghezza, lo spessore e la misura dei lati della colonna. In caso di plinti eccentrici va specificata anche l'eccentricità della colonna rispetto al centro del plinto. Tutte le dimensioni sono in metri.



**Pre-dimensionamento.** Dopo aver assegnato i carichi cliccando questo pulsante, si ottiene una prima stima delle dimensioni del plinto. In questo predimensionamento le dimensioni spuntate (nel disegno sulla sinistra: la spunta è in fianco al rispettivo valore) restano invariate.



**Carichi.** Il carico è sulla sommità del plinto. Il carico verticale, inserito dall'utente, non include il peso proprio del plinto. In caso di plinti caricati centralmente il carico è permanente e accidentale verticale in [kN]. Il carico verticale è positivo verso il basso. Per specificare un carico (permanente o accidentale) verso l'alto inserire un valore negativo. In caso di plinti caricati eccentricamente inserire in aggiunta anche i momenti  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  in [kNm] per le componenti permanente, accidentale e sismica dei carichi sulla sommità del plinto.

Le combinazioni dei carichi di progetto sono secondo EN 1990:2002 ed Eurocodice 7, Annesso A.

**Combinazione -1**  $\gamma G_x(\mathbf{P.pr.} + \mathbf{Perm.}) + \gamma Q_x \mathbf{Accid.}$ ,

**Combinazione -2**  $(\mathbf{P.pr.} + \mathbf{Perm.}) + \psi 2x \mathbf{Accid.} + \mathbf{Sismico x-x}$ ,

**Combinazione -3**  $(\mathbf{P.pr.} + \mathbf{Perm.}) + \psi 2x \mathbf{Accid.} + \mathbf{Sismico y-y}$

$\gamma G$ , e  $\gamma Q$  sono secondo EN 1990:2002 ed Eurocodice 7, Annesso A, per azioni sfavorevoli e favorevoli permanenti e accidentali per Stati limite EQU, STR e GEO.


Il progetto per carico sismico è attivato/disattivato da [Parametri/Regole di calcolo]

Proprietà Terreno.

Specificare :

la capacità portante del terreno in [N/mm<sup>2</sup>] (GPa) quando il progetto geotecnico è secondo l'Eurocodice 7.

la pressione sul terreno in [N/mm<sup>2</sup>] (GPa) quando il progetto geotecnico è con le tensioni ammissibili.

Cliccando  si apre la finestra con la tabella delle caratteristiche del terreno.

Dal menu [Parametri/Tipo di terreno] si possono modificare le caratteristiche del terreno nella tabella (cambiare le proprietà o aggiungere nuove tipologie).

**Progetto Geotecnico.** Il programma determina la distribuzione esatta della pressione sotto il plinto usando l'integrazione numerica, anche quando solo una parte del plinto è in contatto con il terreno.

Il progetto geotecnico può essere eseguito:

Secondo l'Eurocodice 7 §6.5.2. La resistenza di progetto del plinto  $R_d$  è 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 del plinto come è definita in Annesso B, Eurocodice 7. I fattori parziali per le proprietà del terreno  $\gamma_M$  sono usati per i valori di progetto dei parametri geotecnici secondo l'Eurocodice 7 Annesso A. Stati limite EQU, STR e GEO.

Secondo la teoria della pressione ammissibile. La massima pressione sotto il plinto, come calcolata dalla distribuzione esatta della pressione, è minore della capacità portante del terreno  $q_u$ .

Da [Parametri/Regole di calcolo], si può scegliere se lavorare con l'Eurocodice 7 o con le tensioni ammissibili per il progetto geotecnico.

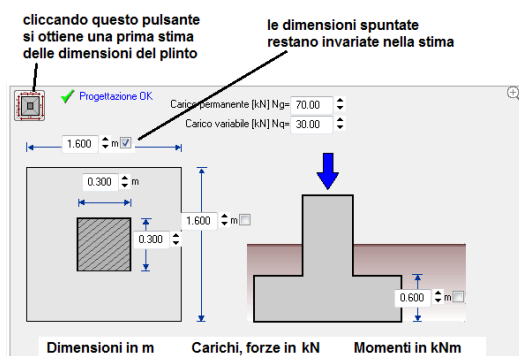
**Progetto calcestruzzo.** L'armatura a flessione è calcolata secondo l'Eurocodice 2 § 6.1, agli Stati Limite Ultimi per flessione. La resistenza a taglio è verificata secondo l'Eurocodice 2 §6.2.2. Il punzonamento a taglio è verificato secondo l'Eurocodice 2 §6.4.3. L'utente specifica il diametro desiderato per l'armatura a flessione e ottiene il passo e il numero dei ferri. Si può spuntare l'opzione per l'uso di uno specifico diametro di ferro oppure il programma ottimizza l'armatura partendo dal diametro desiderato. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri. In [Parametri/ Parametri del calcestruzzo armato/Fondazioni] specificare i limiti per i diametri dell'armatura e il passo dell'armatura da applicare nel progetto. Inoltre si può indicare se si vogliono applicare per la min e max area di acciaio i requisiti per le piastre §9.3.1. L'Eurocodice 2 non è chiaro in questo particolare.

**Parametri di progetto.** Da [Parametri/Parametri delle fondazioni] si possono sistemare i vari fattori di codice di progetto, come i coefficienti parziali di sicurezza, i limiti ammissibili, i coefficienti di sicurezza, i limiti di eccentricità con o senza carico sismico, i requisiti minimi di armatura, i coefficienti sismici etc. Da [Parametri/Tipo di terreno] modificare e tenere aggiornato il database con i materiali del terreno usati nel programma.

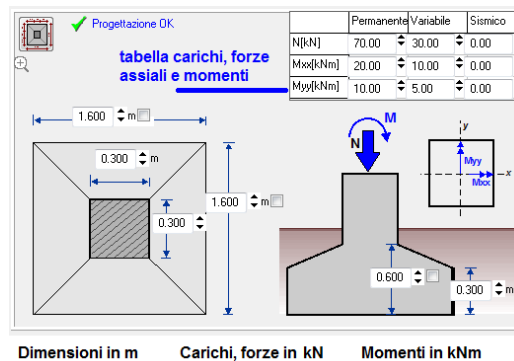
**Relazione.** La relazione mostra in dettaglio tutti i calcoli della pressione del terreno, le combinazioni di carico, il calcolo delle forze interne, le verifiche di stabilità e il progetto della resistenza. Indica i riferimenti ai relativi paragrafi degli Eurocodici e mostra i disegni in fianco ai testi, che spiegano i simboli, inoltre mostra le distribuzioni delle tensioni e le posizioni dei ferri.

### 14.1 Dimensioni e carichi

Fondazioni caricate centralmente



Fondazioni caricate eccentricamente



### 14.2 Proprietà terreno


Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²] 0.200 N/mm²

←Cliccare qui per la finestra Proprietà terreno

Specificare:

- la pressione ammissibile sul terreno in [N/mm²] (GPa) quando il progetto geotecnico è secondo l'Eurocodice 7.
- la Pressione sul terreno in [N/mm²] (GPa) quando il progetto geotecnico è secondo le tensioni ammissibili.

Da [Parametri/Regole di calcolo] scegliere se lavorare con l'Eurocodice 7 o con le tensioni ammissibili per il progetto geotecnico.

Cliccando  si può selezionare un terreno dalla tabella con le caratteristiche del terreno.

Da [Parametri/Tipo di terreno] si possono modificare le caratteristiche o aggiungere nuove tipologie di terreno alla tabella.

Specificando l'infissione del plinto si tiene conto nel progetto del peso extra del terreno sopra il plinto. Questo è molto utile in caso di carico verticale verso l'alto della fondazione.

Tipo di terreno	$\gamma_d$ [kN/m³]	$\gamma_s$ [kN/m³]	$\phi^0$	c [N/mm²]	$q_a$ [N/mm²]	$q_b$ [N/mm²]	$E_s$ [MPa]	$\mu$	$K_s$ [N/mm²]
Ghiaia grossolana	16.00	20.00	45.00	0.00	0.30	0.50	80.00	0.15	200000
Ghiaia media	16.00	20.00	40.00	0.00	0.30	0.40	70.00	0.15	140000
Ghiaia fina	16.00	20.00	35.00	0.00	0.30	0.40	60.00	0.15	100000
Sabbia densa	17.00	20.00	35.00	0.01	0.25	0.30	50.00	0.20	125000
Sabbia	15.00	19.00	30.00	0.00	0.25	0.30	25.00	0.20	90000
Sabbia sciolta	14.00	18.00	25.00	0.00	0.20	0.25	15.00	0.20	30000
Limosa sabbia	21.00	23.00	25.00	0.00	0.15	0.15	10.00	0.25	80000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000
Argilla	20.00	21.00	20.00	0.02	0.15	0.15	5.00	0.30	50000

$\gamma_d$ : peso secco specifico  $\gamma_s$ : peso saturo specifico  $\phi^0$ : angolo di attrito interno c: coesione  
 $q_a$ : pressione ammissibile  $q_b$ : portata  $E_s$ : modulo elastico  
 $\mu$ : coefficiente di Poisson  $K_s$ : modulo di sottofondo

### 14.3 Plinti caricati assialmente

Plinto simmetrico con carico centrale (EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990:2004, EC7 EN1997-1-1:2004, )

Progettazione OK

Carico permanente [kN]  $N_k = 70.00$

Carico variabile [kN]  $N_k = 30.00$

Nome dell'oggetto della progettazione: PLINTO-002

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio: C25/30 - B500B

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4):  $\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Fattori parziali di sicurezza per l'azione (EN1990, A1):  $\gamma_G = 1.30, \gamma_Q = 1.50$

Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili:  $\psi_{01} = 0.70, \psi_{11} = 0.60, \psi_{21} = 0.30$

Classe di esposizione ambientale: XC1

Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]:  $C_{nom} = 75$

Diametro della barra di armatura [mm]:  $\varnothing = 16$

Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²]: 0.200

Angolo di attrito interno del terreno [°]: 30.000

Peso del terreno [kN/m³]: 17.000

Profondità della fondazione [m]: 1.200

Plinto simmetrico con carico centrale (EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990:2004, EC7 EN1997-1-1:2004, )

Progettazione OK

Carico permanente [kN]  $N_k = 70.00$

Carico variabile [kN]  $N_k = 30.00$

Nome dell'oggetto della progettazione: PLINTO-002

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio: C25/30 - B500B

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4):  $\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Fattori parziali di sicurezza per l'azione (EN1990, A1):  $\gamma_G = 1.30, \gamma_Q = 1.50$

Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili:  $\psi_{01} = 0.70, \psi_{11} = 0.60, \psi_{21} = 0.30$

Classe di esposizione ambientale: XC1

Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]:  $C_{nom} = 75$

Diametro della barra di armatura [mm]:  $\varnothing = 16$

Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²]: 0.200

Angolo di attrito interno del terreno [°]: 30.000

Peso del terreno [kN/m³]: 17.000

Profondità della fondazione [m]: 1.200

### 14.4 Plinti caricati in modo eccentrico

Plinto simmetrico con carico eccentrico (EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990:2004, EC7 EN1997-1-1:2004, )

Progettazione OK

	Permanente	Variabile	Sismico
$N_k$ [kN]	70.00	30.00	0.00
$M_{xk}$ [Nm]	20.00	10.00	0.00
$M_{yk}$ [Nm]	10.00	5.00	0.00

Nome dell'oggetto della progettazione: PLINTO-002

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio: C25/30 - B500B

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4):  $\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Fattori parziali di sicurezza per l'azione (EN1990, A1):  $\gamma_G = 1.30, \gamma_Q = 1.50$

Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili:  $\psi_{01} = 0.70, \psi_{11} = 0.60, \psi_{21} = 0.30$

Classe di esposizione ambientale: XC1

Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]:  $C_{nom} = 75$

Diametro della barra di armatura [mm]:  $\varnothing = 16$

Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²]: 0.200

Angolo di attrito interno del terreno [°]: 30.000

Peso del terreno [kN/m³]: 17.000

Profondità della fondazione [m]: 1.200

Plinto simmetrico con carico eccentrico (EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990:2004, EC7 EN1997-1-1:2004, )

Progettazione OK

	Permanente	Variabile	Sismico
$N_k$ [kN]	70.00	30.00	0.00
$M_{xk}$ [Nm]	20.00	10.00	0.00
$M_{yk}$ [Nm]	10.00	5.00	0.00

Nome dell'oggetto della progettazione: PLINTO-002

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio: C25/30 - B500B

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4):  $\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Fattori parziali di sicurezza per l'azione (EN1990, A1):  $\gamma_G = 1.30, \gamma_Q = 1.50$

Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili:  $\psi_{01} = 0.70, \psi_{11} = 0.60, \psi_{21} = 0.30$

Classe di esposizione ambientale: XC1

Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]:  $C_{nom} = 75$

Diametro della barra di armatura [mm]:  $\varnothing = 16$

Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²]: 0.200

Angolo di attrito interno del terreno [°]: 30.000

Peso del terreno [kN/m³]: 17.000

Profondità della fondazione [m]: 1.200

### 14.5 Plinti eccentrici (asimmetrici)

Plinto asimmetrico con carico eccentrico (EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990:2004, EC7 EN1997-1-1:2004, )

Progettazione OK

	Permanente	Variabile	Sismico
$N_k$ [kN]	70.00	30.00	0.00
$M_{xk}$ [Nm]	0.00	0.00	0.00
$M_{yk}$ [Nm]	0.00	0.00	0.00

Nome dell'oggetto della progettazione: PLINTO-003

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio: C25/30 - B500B

Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4):  $\gamma_c = 1.50, \gamma_s = 1.15$

Fattori parziali di sicurezza per l'azione (EN1990, A1):  $\gamma_G = 1.30, \gamma_Q = 1.50$

Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili:  $\psi_{01} = 0.70, \psi_{11} = 0.60, \psi_{21} = 0.30$

Classe di esposizione ambientale: XC1

Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]:  $C_{nom} = 75$

Diametro della barra di armatura [mm]:  $\varnothing = 16$

Pressione ammissibile sul terreno [N/mm²]: 0.200

Angolo di attrito interno del terreno [°]: 30.000

Peso del terreno [kN/m³]: 17.000

Profondità della fondazione [m]: 1.200

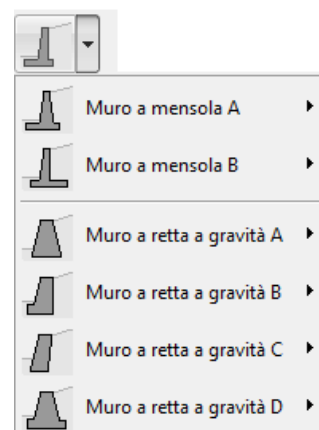
## 15 Muri di contenimento

I tipi basilari di muro di contenimento che si possono progettare con il programma sono:

**Muri a Gravità.** La loro stabilità dipende interamente dal peso della muratura e del terreno che grava sul muro, devono quindi avere uno spessore sufficiente per assorbire le spinte senza sviluppare tensioni a trazione. Nel programma sono inclusi quattro tipi di muri a gravità (a paramenti inclinati o no), che coprono la maggior parte dei muri a gravità incontrati nella pratica.

**Muri a mensola.** Consistono in una parete su una soletta di base, entrambe armate con l'armatura necessaria ad assorbire interamente i momenti flettenti e gli sforzi di taglio cui sono soggetti. La parte più importante per la loro stabilità è il peso del terreno agente sulla sporgenza a monte del basamento e le grandi dimensioni del basamento. Nel programma sono inclusi due tipi di muri a mensola, uno con sporgenza a monte corta e l'altro con sporgenza a monte lunga.

**Dimensioni e materiali.** Per ogni tipo di muro i dati di input richiesti (dimensioni muro, pendenza del terreno a monte, proprietà del materiale del muro, proprietà del terreno a monte, proprietà terreno fondazione) sono mostrati graficamente nelle posizioni corrispondenti della sezione del muro. Si possono specificare fino a due strati di terreni diversi a monte, ognuno con differenti proprietà, inoltre si può specificare se uno o entrambi gli strati di terreno sono sott'acqua. A valle del muro si può specificare uno strato di terreno diverso dagli altri. Si può applicare un carico supplementare, suddiviso tra quota permanente ed accidentale, sulla superficie libera del terreno a monte; sulla sommità del muro si può applicare un carico concentrato lineare suddiviso tra quota permanente ed accidentale. Questo è utile nel progetto delle spalle dei ponti. Le proprietà del terreno sono definite in [Parametri/Tipo di terreno].



**Spinta del terreno.** Il calcolo delle spinte attive e passive del terreno è eseguito secondo le teorie di Coulomb o Rankine. Per i muri a gravità e i muri a mensola senza, o con molto piccola sporgenza di monte, la spinta del terreno attiva è calcolata sulla superficie a monte del muro usando la teoria di Coulomb. Per i muri a mensola con sporgenza di monte la spinta del terreno attiva è calcolata sulla verticale che passa per la punta del basamento usando la teoria di Rankine. Le forze sismiche aggiuntive, dovute alla spinta del terreno, sono calcolate usando la teoria di Mononobe-Okabe (Eurocodice 8-Parte 5).

**Verifiche di Stabilità,** eseguite basandosi o sul progetto agli Stati Limite Ultimi secondo l'Eurocodice 7, Annesso A per gli Stati limite EQU, STR e GEO oppure sul metodo delle Sollecitazioni di Esercizio, a scelta dell'utente. I fattori di sicurezza parziali e i fattori delle combinazioni di carichi hanno valori come definito nell'Eurocodice 7 Annesso A per gli Stati limite EQU, STR e GEO, ma possono essere modificati dall'utente da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento]. In caso di metodo delle Sollecitazioni di Esercizio, i fattori di sicurezza per ribaltamento e slittamento, (valori di default 2.00 e 1.50), possono essere definiti dall'utente. I fattori di sicurezza possono avere valori differenti nei carichi sismici. Il contributo della resistenza passiva del terreno è tenuto in considerazione come definito nell'Eurocodice 7. In caso di metodo delle Sollecitazioni di Esercizio e analisi sismica, si tiene conto dell'effetto della spinta del terreno passiva tramite un fattore che può essere definito dall'utente.

### Progetto della resistenza.

Il progetto di muri di tipo a gravità in muratura o calcestruzzo è basato o sul progetto agli Stati Limite Ultimi secondo l'Eurocodice 6 oppure sul metodo delle Sollecitazioni di Esercizio. Le proprietà del materiale del muro sono definite in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento].

Il progetto di muri di tipo a mensola è basato sul progetto agli Stati Limite Ultimi del calcestruzzo secondo l'Eurocodice 2.

Le verifiche di progetto sono eseguite a passi di un decimo dell'altezza della parete e per i muri a mensola l'armatura della parete è ottimizzata. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.

**Progetto sismico.** Le forze sismiche dovute alla spinta del terreno sono calcolate usando la teoria di Mononobe-Okabe (Eurocodice 8, parte 5). Altri carichi sismici aggiuntivi sono forze sismiche orizzontali e verticali dovute alla massa della struttura secondo l'Eurocodice 8 part 5.

**Parametri di progetto.** Da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento], e [Parametri/Parametri del cls armato/Muri di contenimento], si possono regolare i vari parametri del codice, come:

- fattori di sicurezza parziali
- limiti tensioni ammissibili

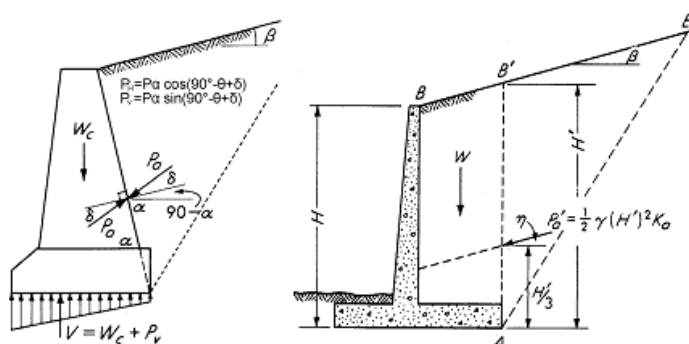
- fattori di sicurezza (ribaltamento e scorrimento)
- coefficienti di partecipazione per spinta passiva del terreno con o senza carico sismico
- limiti eccentricità con o senza carico sismico
- requisiti minimi di armatura
- coefficienti sismici.

Da [Parametri/Tipo di terreno] le proprietà del materiale per i tipi di terreno inclusi nel programma possono essere modificati.

**Relazione.** La relazione mostra in dettaglio tutti i calcoli delle spinte del terreno, le combinazioni di carichi delle forze sismiche, il calcolo delle forze interne, la verifica di stabilità e il progetto della resistenza. Inoltre mostra il progetto dettagliato dell'armatura. Sono indicati anche i riferimenti ai relativi paragrafi degli Eurocodici. Oltre ai testi sono inclusi degli schizzi per spiegare la notazione, mostrare le distribuzioni delle tensioni e le posizioni dei ferri.

### 15.1 Spinta del terreno

Il calcolo delle forze del terreno passive e attive viene eseguito usando la teoria di Coulomb. Per i muri a gravità e per i muri a mensola con piccola sporgenza di monte (Tipo A) la spinta del terreno attiva è calcolata sulla superficie a monte del muro usando la teoria di Coulomb. For muri a mensola con sporgenza di monte (Tipo B) la spinta del terreno attiva è calcolata nella superficie verticale che passa per la punta del basamento, (vedi disegni sotto) usando la teoria di Rankine. Le forze sismiche aggiuntive, dovute alla spinta del terreno, sono calcolate usando la teoria di Mononobe-Okabe (Eurocodice 8, Parte 5, Annesso E).



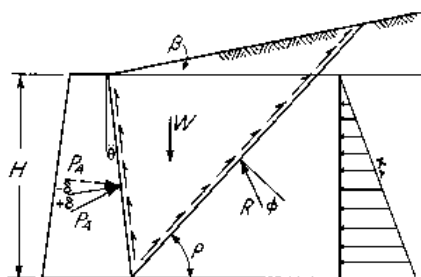
### 15.2 Spinta del terreno laterale

Spinta del terreno attiva è la forza sviluppata su una superficie da un materiale granulare, quando quest'ultimo si allontana per un piccolo spostamento dal materiale granulare.

Spinta del terreno passiva è la spinta risultante sviluppata da un materiale granulare contro una superficie, quando quest'ultimo trasla per 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).

Le forze sismiche aggiuntive, dovute alla spinta del terreno secondo la teoria di Mononobe-Okabe [rif], (Eurocodice 8, part 5, Annesso E).



**spinta terr. attiva**  $P_A = \frac{\gamma H^2}{2} K_A$

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

**spinta terr. passiva**  $P_B = \frac{\gamma H^2}{2} K_B$

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

$\varphi$  angle of internal friction of soil  
 $\delta$  angle of wall friction

### 15.3 Dimensioni

Inserire le dimensioni del muro secondo il disegno. Cliccare  per aprire il disegno.

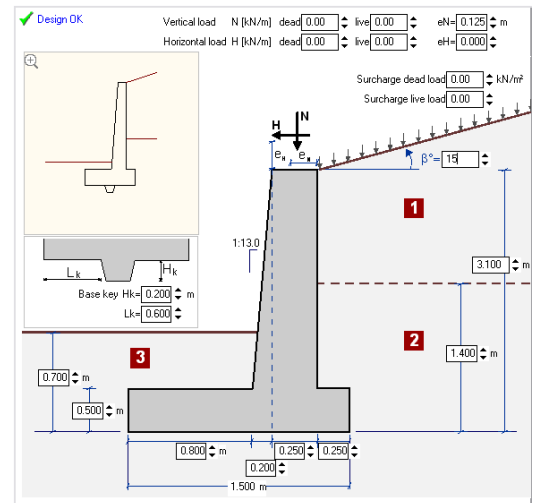
Tutte le dimensioni sono in metri [m] e gli angoli (pendenza superficie del terreno, svasatura muro) in gradi.

Per dare un'inclinazione alla superficie frontale o posteriore del muro bisogna spuntare vicino all'angolo per attivarla, altrimenti si può dare la proiezione orizzontale della superficie e l'inclinazione è calcolata.

Si possono fornire fino a 3 strati del terreno, siglati con numeri nel disegno del muro. Due livelli di terreno (1 e 2) sono a monte del muro e uno (3) a valle. I livelli 2 e 3 esistono se le loro altezze sono >0. Se si ha un livello dell'acqua alto a monte del muro, usare due terreni. In quel caso l'altezza del terreno 2 è l'altezza del livello dell'acqua, e nelle proprietà del terreno per il terreno 2 spuntare livello sott'acqua.

Insieme alle dimensioni del muro vanno dati anche i sovraccarichi distribuiti, se esistono (permanenti e accidentali) in [kN/m<sup>2</sup>]. Si assume che questi ultimi agiscano su tutta la superficie del terreno a monte.


In aggiunta si possono specificare, nel caso delle spalle dei ponti, carichi lineari (verticali o orizzontali, permanenti e accidentali), agenti sulla sommità del muro. Per migliorare il comportamento del muro rispetto allo scorrimento, si può specificare un dente sotto il basamento (la sua altezza e la sua distanza dall'estremità a valle).



## 15.4 Proprietà terreno

### 15.4.1 Proprietà degli strati di terreno relative alle spinte laterali della terra


L'utente specifica le proprietà del terreno per i tre livelli del terreno come mostrato nel disegno del muro. I due livelli 1 e 2 sono dietro al muro, il livello 3 è davanti. I livelli 2 e 3 esistono se l'altezza specificata è >0. Se dietro al muro si ha un livello dell'acqua usare due livelli. In tal caso l'altezza del livello 2 è l'altezza del livello dell'acqua, nelle proprietà del terreno 2 spuntare [Terreno sotto il

livello della falda]. Cliccando  si apre la tabella con i tipi di terreno da cui si può selezionare il tipo di terreno e le sue proprietà sono caricate.

La tabella può essere modificata (cambiare i valori o aggiungere nuove tipologie) dal menu [Parametri/Tipo di terreno].

### 15.4.2 Terreno di fondazione

Caratteristiche del terreno di fondazione	
Angolo di attrito interno tra terreno e fondazione [°]	$\tan(\varphi) = 0.70$ $\varphi^\circ = 35.00$
Coesione tra terreno e fondazione [N/mm <sup>2</sup> ]	$c = 0.010$
Pressione ammissibile sul terreno (fondazione) [N/mm <sup>2</sup> ]	$q_u = 0.300$

Le proprietà del terreno di fondazione sono definite sotto il disegno del muro. Cliccando  si apre la tabella con i tipi di terreno e si può selezionarne il tipo. Per la resistenza a taglio tra muro e terreno, specificare l'angolo di attrito in gradi e il coefficiente di attrito (resistenza a taglio) è calcolato come la tangente di quest'angolo. Specificare la capacità portante del terreno quando il progetto geotecnico è secondo l'Eurocodice 7, o la pressione ammissibile sul terreno quando il progetto geotecnico è con le tensioni ammissibili. Scegliere se lavorare con l'Eurocodice 7 o con le tensioni ammissibili, per il progetto geotecnico, dal menu [Parametri/Regole di calcolo].



## 15.5 Progetto della Stabilità

Il progetto dei muri di contenimento si basa o sul metodo del Progetto della resistenza a rottura secondo l'Eurocodice 7 oppure sul Metodo delle Sollecitazioni di Esercizio. Da [Parametri/Regole di calcolo] selezionare quale di questi usare.

Verifica di stabilità usando il progetto agli Stati Limite Ultimi, Eurocodice 7, **§6.5 e §9.7.**

Stabilità contro il ribaltamento  **$M_{sd} < M_{rd}$** ,

**$M_{sd}$**  sono tutti i momenti di ribaltamento (spinta del terreno attiva, forze sismiche).

**$M_{rd}$**  sono i momenti resistenti al ribaltamento (peso proprio, peso del terreno a monte).

Momenti di Ribaltamento calcolati rispetto all'estremità di valle del muro.

Stabilità contro lo scorrimento  **$H_d <= S_d + E_{pd}$**

**$H_d$**  è la componente orizzontale delle forze attive (spinta del terreno attiva, forze sismiche).

**$S_d$**  è la resistenza a taglio di progetto tra la fondazione e il terreno.  $S_d = V_d \tan \phi_d + A' C_u$ , dove  $V_d$  è il carico verticale di progetto sulla superficie della fondazione,  $\phi_d$  è la resistenza a taglio di progetto tra fondazione e terreno.  $A'$  è l'area efficace del plinto (EC7 Annesso B).  $C_u$  è la coesione tra fondazione e terreno.

**$E_{pd}$**  è la forza passiva del terreno.

Stabilità contro lo schiacciamento  **$V_d < R_d$**

**$V_d$**  è il carico di progetto alla base del muro (peso proprio, peso del terreno, spinta terreno, sovraccarichi).

**$R_d$**  è la resistenza di calcolo della fondazione  $R_d = A' q_u$ . Dove  $A'$  è l'area efficace del plinto (EC7 Annesso D), e  $q_u$  è la capacità portante del terreno (EC7 Annesso C).

Eccentricità del carico nella fondazione secondo EC7 §6.5.4.

Le azioni sono moltiplicate per il fattore parziale dei carichi dato nell'Eurocodice 7, Annesso A. Questi fattori sono per condizioni di carico sfavorevoli (momenti di ribaltamento, forze di scorrimento), o favorevoli (momenti ribaltanti, resistenza a taglio della fondazione, resistenza passiva del terreno). I fattori di carico per carichi favorevoli o sfavorevoli vanno impostati da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Stabilità del muro con Eurocodice 7]. I parametri del terreno sono divisi dai fattori parziali per i parametri del terreno dati nell'Eurocodice 7 Annesso A.

Sono considerati gli stati limite EQU (equilibrio), STR (strutturale) e GEO (geotecnico).

### 15.5.1 Verifica di stabilità con Carichi di Esercizio

#### Stabilità contro ribaltamento

(somma dei momenti resistenti al ribaltamento)/(somma dei momenti di ribaltamento)  $\geq$  Cf ribaltamento.

Il coefficiente Cf per il ribaltamento è generalmente = 1.50, ma può essere gestito da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Stabilità del muro con fattori di sicurezza]. Nella progettazione sismica questo coefficiente è generalmente 1.00 ma può essere gestito da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Progettazione sismica].

#### Stabilità contro lo scorrimento

(Somma delle forze resistenti)/(somma di forze agenti)  $\geq$  Cf scorrimento

Il coefficiente Cf per lo scorrimento è generalmente = 1.50, ma può essere gestito da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Stabilità del muro con fattori di sicurezza]. Nella progettazione sismica questo coefficiente è generalmente 1.00 ma può essere gestito da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Progettazione sismica]. Da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento] si possono impostare il fattore di partecipazione della spinta passiva del terreno (coefficiente che moltiplica la spinta passiva del terreno, di default=0.50).

#### Capacità portante ammissibile del terreno

La pressione massima sul terreno sotto il plinto non deve superare la tensione ammissibile di compressione del terreno.

#### Eccentricità carichi nella fondazione.

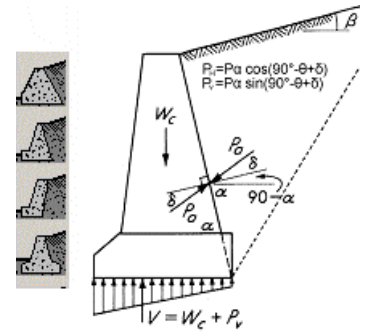
I limiti dell'eccentricità sono definiti in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Stabilità del muro con fattori di sicurezza], e per il progetto sismico in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento/Progettazione sismica].

## 15.6 Carico sismico

Spuntare l'opzione per eseguire o no il progetto per il carico sismico, quindi specificare l'accelerazione di progetto del suolo (Eurocodice 8, parte-1, §4.2.2). Le forze sismiche, dovute alla spinta del terreno attiva, sono calcolate secondo la teoria Mononobe-Okabe (Eurocodice 8, parte-5, Annesso E).

## 15.7 Muri di contenimento a gravità

Si possono progettare quattro differenti tipi di muri a gravità, a paramenti inclinati o no. Il calcolo delle forze del terreno attive o passive è eseguito usando la teoria di Coulomb. La spinta del terreno attiva è calcolata sulla superficie a monte del muro. Il progetto di muri a gravità in muratura o calcestruzzo si basa o sul progetto agli Stati Limite Ultimi secondo l'Eurocodice 6, oppure sul metodo dei Carichi di Esercizio. Le proprietà dei materiali dei muri sono definite in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento].



### 15.7.1 Metodo di progetto

**Il progetto secondo l'Eurocodice 6** si basa sulle seguenti verifiche:

Verifica a rottura per carico normale verticale **Nsd < Nrd**, (Eurocodice 6 §4.4.1).

Nrd = resistenza di progetto al carico verticale, Nsd carico di progetto verticale.

$$Nrd = \Phi_{i,m} t f_k / \gamma_M$$

$\Phi_{i,m}$  è il fattore di riduzione della portata, che tiene conto degli effetti della snellezza e dell'eccentricità dei carichi in ogni sezione del muro, secondo l'Eurocodice 6 §4.4.3.

**t** : è lo spessore del muro

**f<sub>k</sub>**: è il valore caratteristico della resistenza a compressione della muratura secondo l'Eurocodice 6, §3.6.2.

$\gamma_M$ : è il fattore parziale di sicurezza per il materiale ed è ottenuto secondo l'Eurocodice 6 tabella 2.3.

Verifica rottura a taglio, **Vsd < Vrd**. Eurocodice 6, §4.5.3

$$Vrd = f_{vk} t L_c / \gamma_M$$

**Vsd** è il carico a taglio applicato, che è calcolato come forza orizzontale per unità di lunghezza in ogni sezione del muro.

**f<sub>vk</sub>** è il valore caratteristico della resistenza a taglio.

Il progetto alle tensioni ammissibili si basa sulle seguenti verifiche:


**$\sigma_{nsd} < \sigma_n$  (ammissibile)** La tensione normale nella sezione del muro deve essere minore di quella ammissibile. La tensione normale  **$\sigma_{nsd}$**  è calcolata tenendo conto dell'eccentricità dei carichi in ogni sezione del muro, senza permettere alcuna tensione a trazione.

**$\tau_{sd} < \tau$  ( ammissibile)** Le sollecitazioni a taglio in ogni sezione  **$\tau_{sd} = Vsd / b x L$** , dove **b** è la larghezza della sezione del muro, ed **L** è la lunghezza (L=1.00m).

Scegliere se progettare il muro a gravità secondo l'Eurocodice 6 o secondo le tensioni ammissibili da **[Parametri/Regole di calcolo]**.

Le proprietà del materiale sono definite in **[Parametri/Parametri dei muri di contenimento]**.

### 15.7.2 Materiali del muro

Specifica le proprietà del materiale. Cliccando  si può scegliere da una lista si materiali (modificabile da [Parametri/Parametri dei muri di contenimento]).

Se si seleziona il progetto della resistenza secondo l'Eurocodice 6, allora per le proprietà del materiale del muro va specificato il peso proprio in [kN/m<sup>3</sup>], la resistenza a compressione e la resistenza a taglio in [kN/m<sup>2</sup>].

Se si seleziona il progetto della resistenza secondo le tensioni ammissibili, allora per le proprietà del materiale del muro va specificato il peso proprio in [kN/m<sup>3</sup>], la sollecitazione a compressione ammissibile e la sollecitazione a taglio ammissibile in [kN/m<sup>2</sup>].



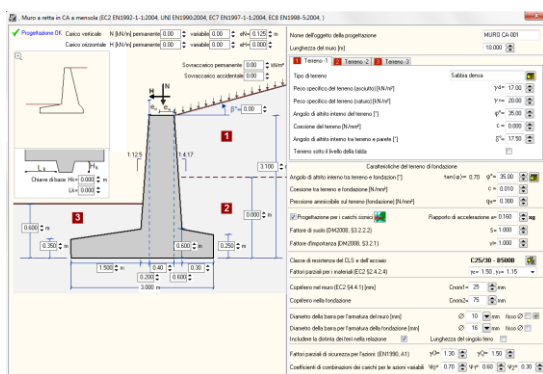
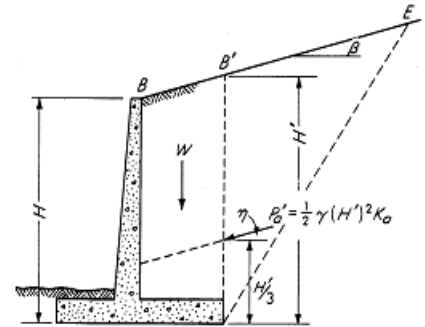
### 15.8 Muri di contenimento a mensola



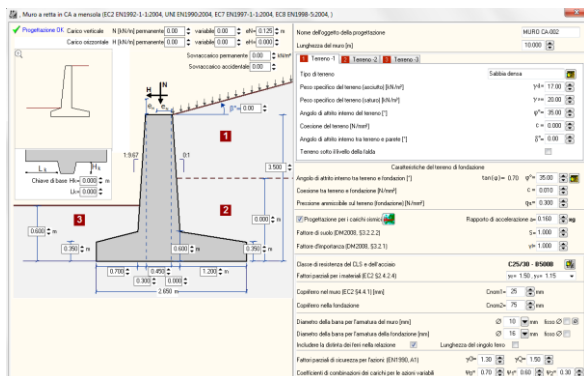
Si possono progettare due tipi differenti di muri a mensola. La differenza tra questi due è la misura della punta sul lato a monte del muro. Il calcolo delle forze passive e attive del terreno è eseguita usando la teoria di Coulomb.

Per muri con punta corta la spinta del terreno attiva è calcolata sulla superficie di monte del muro, mentre per muri con punta lunga la spinta del terreno attiva è calcolata sulla superficie verticale all'estremità della punta.

Il progetto di muri a mensola si basa sul progetto agli Stati Limite Ultimi del calcestruzzo secondo l'Eurocodice 2. Le verifiche di progetto sono eseguite a ogni decimo dell'altezza della parete. L'armatura della parete è ottimizzata, a seconda della sua altezza l'armatura è ridotta verso la sommità del muro. L'armatura di rinforzo è inserita automaticamente nella distinta ferri.



Muro con punta corta sul lato a monte.



Muro con punta lunga sul lato a monte.

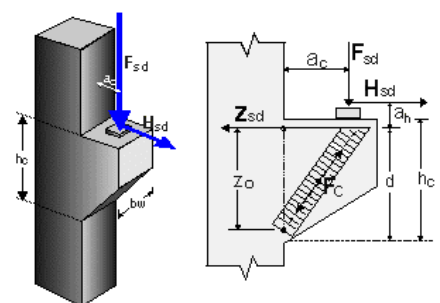
### 16 Mensole/supporti

Mensole e supporti sono usati per sorreggere travi e vie di corsa. Sono mensole uscenti dai lati della colonna. Quando  $ac/hc \leq 1$  dovrebbero essere progettate con la teoria delle travi tozze piuttosto che con la teoria delle trav. Sono progettate per carichi concentrati verticale e orizzontale permanente e accidentale, secondo l'Eurocodice 2 §5.6.4, §6.5, sul Metodo Tirante e Puntone.

Mensole e supporti sono progettati secondo l'Eurocodice 2 §5.6.4, §6.5 e Annesso j.

Mensole con  $0.40 \leq ac/hc \leq 1$  sono progettate usando semplicemente il Modello Tirante e Puntone

Mensole con  $ac/hc < 0.40$  sono progettate usando  $hc = 2ac$ .



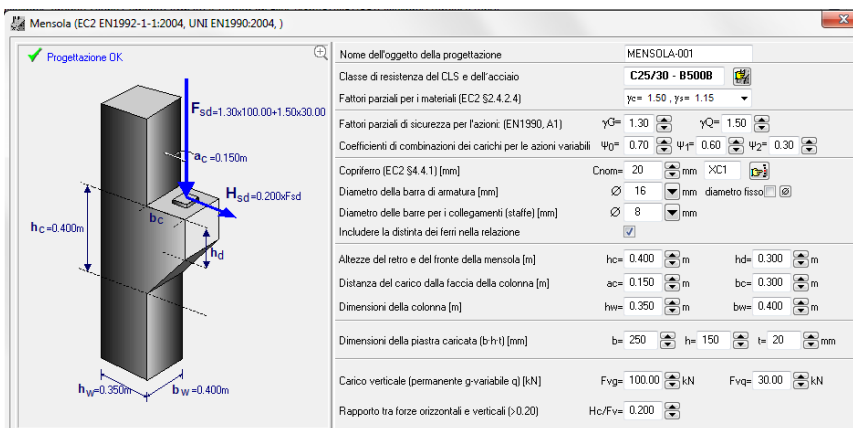
Mensele con  $ac/hc > 1$  sono progettate usando la teoria flessionale, come travi a sbalzo. È verificata anche la tensione di compressione del calcestruzzo sotto la piastra di appoggio.

### 16.1 Carichi

Carico concentrato verticale sulla mensola, permanente  $F_{gk}$  e accidentale  $F_{qk}$ , in [kN].

Il carico verticale di progetto è preso come:  $F_{sd} = \gamma G x F_{gk} + \gamma Q x F_{qk}$

Va specificato anche il rapporto della forza orizzontale sulla forza verticale.  $H_{sd}/F_{sd}$ . Secondo l'Eurocodice 2 Annesso J, la mensola dovrebbe essere progettata per forza orizzontale almeno  $H_{sd} > 0.20 H_{sd}$ .

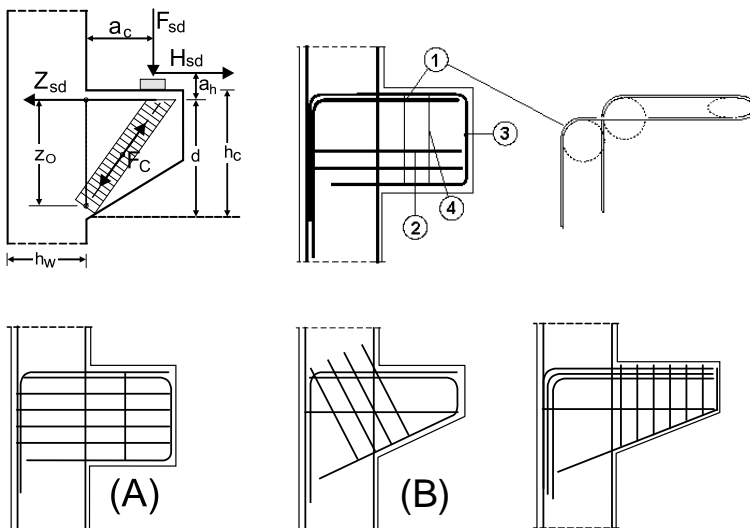


### 16.2 Capacità portante nel punto di applicazione del carico

La tensione di compressione del calcestruzzo sotto la piastra di appoggio, è verificata in modo che non superi  $0.60 \nu \cdot f_{cd}$  Eurocodice 2 §6.5.4.b. L'area della piastra di appoggio deve essere adeguata in modo che la verifica della resistenza di progetto del calcestruzzo sia soddisfatta.

### 16.3 Armatura

Eurocodice 2 § 5.4.4. L'armatura principale dovrebbe essere ancorata al di là della piastra portante usando delle staffe ad U. Il diametro minimo a flessione della staffa è calcolato secondo Tabella 8.1.N dell'Eurocodice 2.

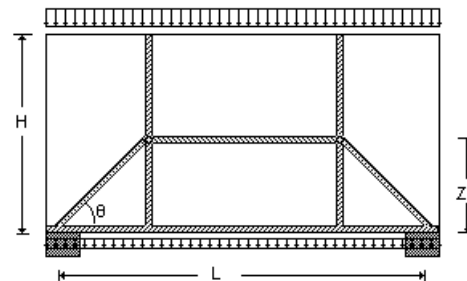
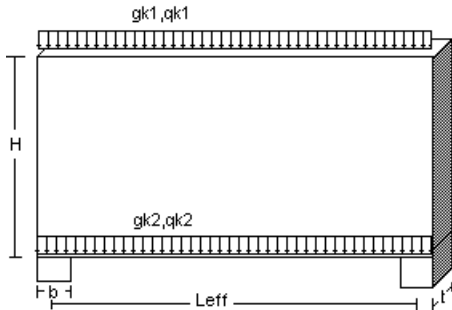


In mensele molto tozze, con  $ac/hc \leq 0.50$ , le staffe orizzontali o inclinate chiuse sono distribuite sull'altezza utile per assorbire gli sforzi trasversali di trazione nel puntone, con area totale  $As_w \geq 0.25 A_s$ , Annesso J.3.

In mensele poco profonde, con  $ac/hc > 0.50$ , le staffe verticali sono distribuite lungo la larghezza della mensola con area totale  $As_w \geq 0.50 F_{sd}/f_{yd}$ , Annesso J.3.

## 17 Travi Tozze

Quando  $Leff/H < 2$  la distribuzione della deformazione non è più lineare e la deformazione a taglio diventa significativa. La teoria flessionale non può essere usata. In questo caso il progetto della trave è eseguito secondo l'Eurocodice 2 §5.6.4, §6.5, usando il modello Tirante Puntone. Si possono progettare travi tozze soggette a carichi permanenti e accidentali uniformemente distribuiti sulla superficie superiore e inferiore della trave.



### 17.1 Metodo di progetto

Travi con  $Leff/H < 2$ . Il metodo di progetto si basa sul comportamento elasto-plastico del materiale: è un semplice modello a traliccio equivalente, che combina l'azione tirante e puntone (Eurocodice 2, §5.6.4, §6.5). [Schlaich, J Schafer, K, Konstruieren im Stahlbetonnbau, Betonkalender 82,1993 Teil 2,313-458, Berlin, Ernst&Son,1993].

Il braccio della leva  $Z_f$  delle forze interne è preso come:

$Z_f = 0.30H(3 - H/Leff)$ , quando  $0.5 < H/Leff < 1.0$

$Z_f = 0.60H$ , quando  $H/Leff > 1.0$

Dalla tensione nel tirante si calcola l'armatura orizzontale inferiore, che dovrebbe essere completamente ancorata piegando le barre o usando staffe a U. La tensione a compressione del calcestruzzo nel puntone non deve superare  $0.60 \cdot f_{cd}$ , secondo l'Eurocodice 2, §6.5.

L'armatura orizzontale va distribuita lungo l'altezza  $Z_f$ , per assorbire gli sforzi trasversali di trazione nei puntoni di calcestruzzo.

Uno strato di armatura va posizionato su entrambe le facce della trave tozza, in entrambe le direzioni, secondo l'Eurocodice 2, Annesso J.

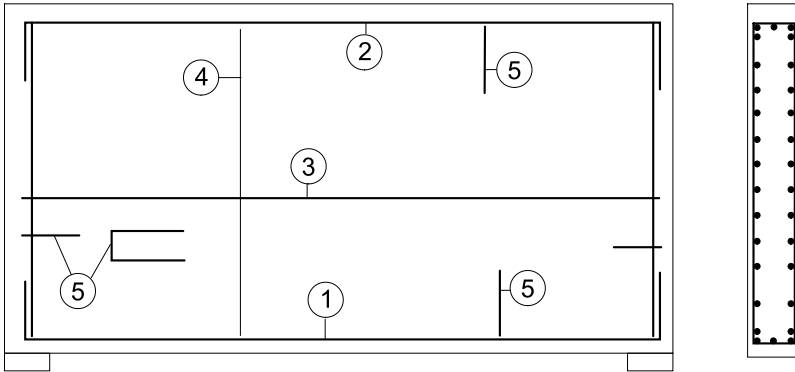
Nome dell'oggetto della progettazione		TRAVE T.-001	
Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio		C25/30 - B500B	
Fattori parziali per i materiali (EC2 §2.4.2.4)		$\gamma_c = 1.50$ , $\gamma_s = 1.15$	
Fattori parziali di sicurezza per le azioni: (EN1990, A1)		$\gamma_Q = 1.30$	$\gamma_Q = 1.50$
Coefficienti di combinazioni dei carichi per le azioni variabili		$\psi_0 = 0.70$	$\psi_1 = 0.60$ , $\psi_2 = 0.30$
Coprifero (EC2 §4.4.1) [mm]		$c_{nom} = 20$	mm
Diametro della barra di armatura [mm]		$\varnothing 16$	mm
Diametro delle barre per l'armatura secondaria [mm]		$\varnothing 8$	mm
Includere la distinta dei ferri nella relazione		<input checked="" type="checkbox"/>	
Dimensione delle travi tozze, luce e altezza [m]		$Leff = 6.000$	$H = 4.200$
Spessore dell'anima [m]		$t = 0.300$	m
Larghezza dell'appoggio [m]		$b = 0.600$	m
Carico superiore (permanente-variabile) [kN/m]		$gk1 = 200.00$	$qk1 = 100.00$
Carico inferiore (permanente-variabile) [kN/m]		$gk2 = 50.00$	$qk2 = 25.00$

### 17.2 Armatura

L'armatura principale a trazione sulla parte inferiore della trave, dev'essere completamente ancorata piegando le barre o usando staffe a U.

L'armatura orizzontale va distribuita lungo l'altezza Zf, per assorbire gli sforzi trasversali di trazione nel puntone di calcestruzzo.

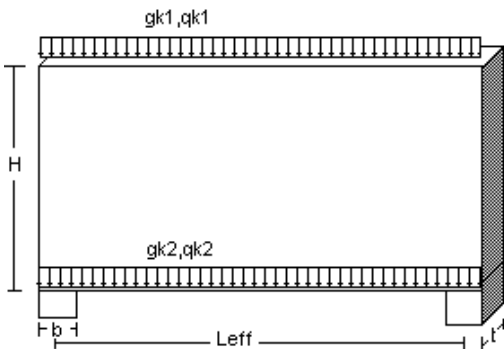
Uno strato di armatura va posizionato su entrambe le facce della trave tozza, in entrambe le direzioni, secondo l'Eurocodice 2, Annesso J.



### 17.3 Dimensioni

Dimensione delle travi tozze, luce e altezza [m]	Leff= 6.000 m	H= 4.200 m
Spessore dell'anima [m]	t= 0.300 m	
Larghezza dell'appoggio [m]	b= 0.600 m	

Indicare le dimensioni in metri [m] secondo questo disegno:



### 17.4 Carichi

Carico superiore (permanente-variabile) [kN/m]	gk1= 200.00 kN/m	qk1= 100.00 kN/m
Carico inferiore (permanente-variabile) [kN/m]	gk2= 50.00 kN/m	qk2= 25.00 kN/m

Indicare il carico verticale sulle facce superiore e inferiore della trave tozza, permanente gk1 e gk2 e variabile qk1 e qk2, in [kN/m].


Il carico di progetto verticale è preso come:  $Fsd = \gamma G x gk + \gamma Q x qk$

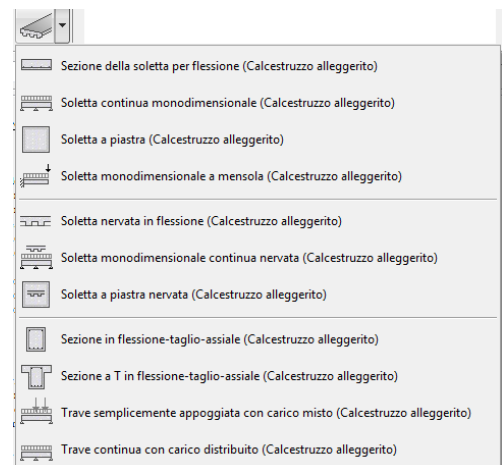
## 18 Calcestruzzo alleggerito (LWAC)

Disegno di solette e travi realizzate in calcestruzzo alleggerito (light weight aggregate concrete - LWAC).

Le proprietà del calcestruzzo alleggerito sono calcolate secondo EC 2 § 11.3 usando la classe di densità. La densità (peso) de calcestruzzo è specificata dall'utente.


**Tutti gli altri dati sono uguali a quelli del calcestruzzo normale.**

Classe di resistenza del CLS e dell'acciaio  LC25/28 - B500B 



## 19 Distinta delle barre di armatura

Il programma produce una distinta di armature dettagliata. Gli Oggetti della progettazione che vengono inseriti nella distinta sono quelli con la spunta nella finestra "Oggetti della progettazione", dove può essere

cambiato il loro ordine di apparizione con i pulsanti 

Per gli appoggi delle solette bidimensionali l'utente può selezionare, dal menu [Edita la distinta delle barre di armatura], il modo in cui le barre sono mostrate nella tabella: in lunghezza doppia simmetrica sul centro di appoggio o metà lunghezza.

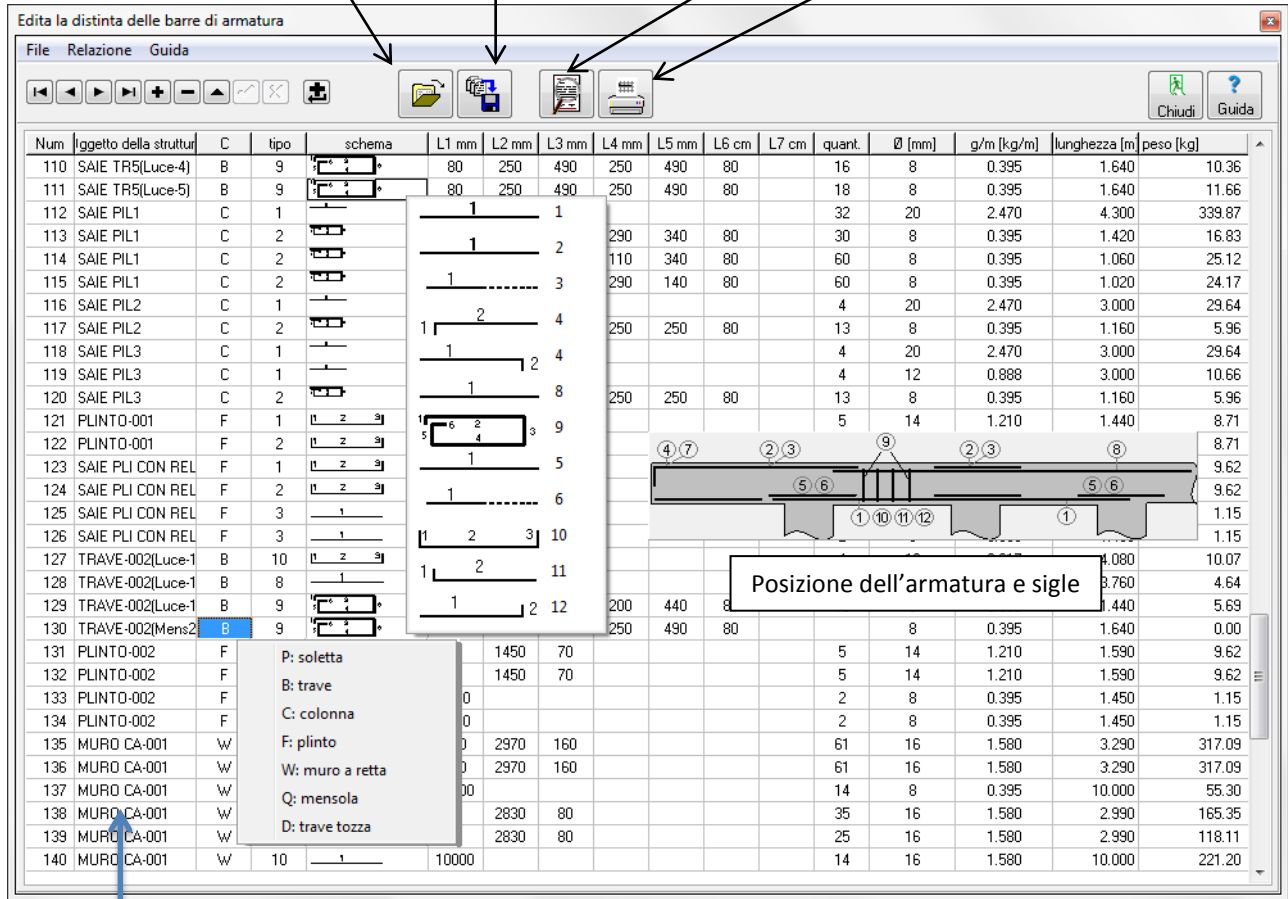
La tabella può essere editata. Notare che se sono effettuati dei cambiamenti la tabella va salvata in un file esterno. Cliccando la colonna C, il tipo di elemento di calcestruzzo (soletta, trave, etc..) può essere selezionato. Cliccando [schema], si può selezionare il tipo di armatura.

Aprire un file esistente

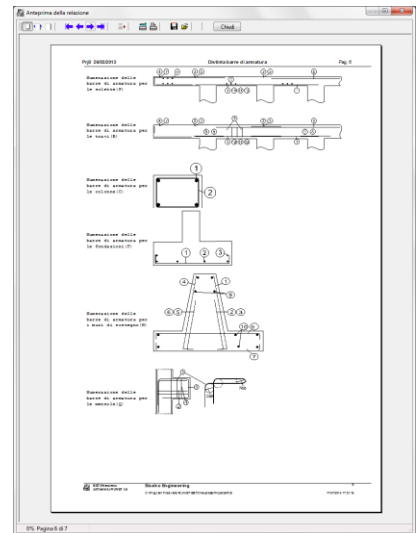
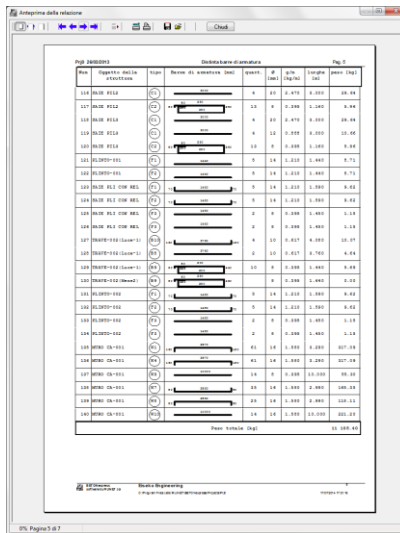
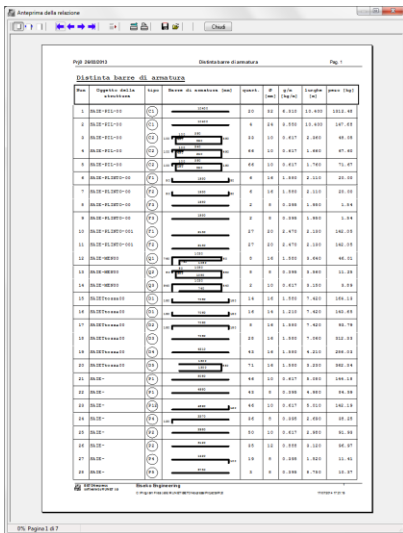
Salvare una distinta modificata

anteprima

stampa



Num	oggetto della struttura	C	tipo	schema	L1 mm	L2 mm	L3 mm	L4 mm	L5 mm	L6 cm	L7 cm	quant.	Ø [mm]	g/m [kg/m]	lunghezza [m]	peso [kg]
110	SAIE TR5(Luce-4)	B	9		80	250	490	250	490	80		16	8	0.395	1.640	10.36
111	SAIE TR5(Luce-5)	B	9		80	250	490	250	490	80		18	8	0.395	1.640	11.66
112	SAIE PIL1	C	1									32	20	2.470	4.300	339.87
113	SAIE PIL1	C	2					290	340	80		30	8	0.395	1.420	16.83
114	SAIE PIL1	C	2					110	340	80		60	8	0.395	1.060	25.12
115	SAIE PIL1	C	2					290	140	80		60	8	0.395	1.020	24.17
116	SAIE PIL2	C	1									4	20	2.470	3.000	29.64
117	SAIE PIL2	C	2					250	250	80		13	8	0.395	1.160	5.96
118	SAIE PIL3	C	1									4	20	2.470	3.000	29.64
119	SAIE PIL3	C	1									4	12	0.888	3.000	10.66
120	SAIE PIL3	C	2					250	250	80		13	8	0.395	1.160	5.96
121	PLINTO-001	F	1									5	14	1.210	1.440	8.71
122	PLINTO-001	F	2													8.71
123	SAIE PLI CON REL	F	1													9.62
124	SAIE PLI CON REL	F	2													9.62
125	SAIE PLI CON REL	F	3													1.15
126	SAIE PLI CON REL	F	3													1.15
127	TRAVE-002(Luce-1)	B	10													10.07
128	TRAVE-002(Luce-1)	B	8													4.64
129	TRAVE-002(Luce-1)	B	9					200	440	80					1.440	5.69
130	TRAVE-002(Mens2)	B	9					250	490	80				0.395	1.640	0.00
131	PLINTO-002	F				1450	70					5	14	1.210	1.590	9.62
132	PLINTO-002	F				1450	70									
133	PLINTO-002	F										2	8	0.395	1.450	1.15
134	PLINTO-002	F										2	8	0.395	1.450	1.15
135	MURO CA-001	W				2970	160					61	16	1.580	3.290	317.09
136	MURO CA-001	W				2970	160					61	16	1.580	3.290	317.09
137	MURO CA-001	W										14	8	0.395	10.000	55.30
138	MURO CA-001	W				2830	80					35	16	1.580	2.990	165.35
139	MURO CA-001	W				2830	80					25	16	1.580	2.990	118.11
140	MURO CA-001	W	10		10000							14	16	1.580	10.000	221.20



### 19.1 Distinta armatura per solette

Prij 26/03/2013

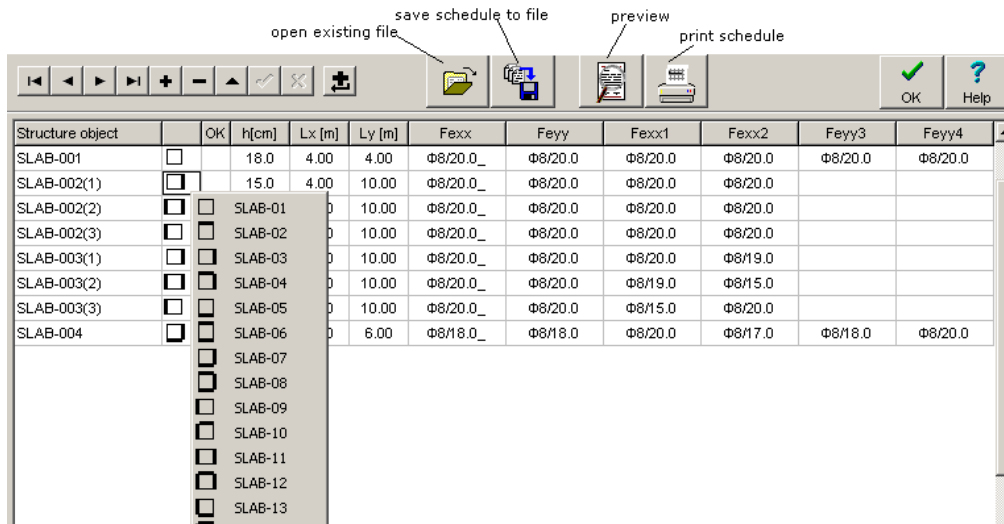
Distinta di armature della soletta

Pag. 1

nome della soletta	h [cm]	Lx [m]	Ly [m]	armatura in luce		armatura all'appoggio				
				x-x	y-y	□	□	□	□	
SAIE-SOLcont001	21.0	1.15	8.75		Ø 8/45.0:		Ø 8/24.0			
SAIE-SOLcont001	21.0	4.60	8.75	Ø10/19.0_	Ø 8/45.0	Ø 8/24.0	Ø10/17.5			
SAIE-SOLcont001	21.0	4.60	8.75	Ø 8/20.5_	Ø 8/45.0	Ø10/17.5	Ø12/25.0			
SAIE-SOLcont001	21.0	4.60	8.75	Ø10/19.0_	Ø 8/45.0	Ø12/25.0	Ø 8/45.0			
SAIE SOL1 (Mens1)	23.0	1.02	8.75		Ø 8/45.0:		Ø10/32.0			
SAIE SOL8 (1)	20.0	4.10	12.00	2Ø14/66.0_	2Ø14/205.0	Ø 8/32.0	Ø10/15.5			
SAIE SOL8 (2)	20.0	4.10	12.00	3Ø10/66.0_	2Ø10/205.0	Ø10/15.5	Ø10/20.5			
SAIE SOL8 (3)	20.0	4.10	12.00	3Ø10/66.0_	2Ø10/205.0	Ø10/20.5	Ø10/16.0			
SAIE SOL8 (4)	20.0	4.10	12.00	4Ø10/66.0_	2Ø10/205.0	Ø10/16.0	Ø10/32.0			
SAIE SOL8 (Mens2)	20.0	1.02	12.00		Ø 8/45.0:	Ø10/32.0				
SAIE SOL9	20.0	6.60	5.25	1Ø 8/65.0_	1Ø 8/65.0	Ø 8/45.0	Ø 8/37.5	Ø 8/45.0	Ø 8/40.0	

( \_=strato inferiore dell'armatura, ^=armatura in luce all'estradosso, :=armatura

Si può modificare la distinta armature per le solette. Notare che se sono effettuati dei cambiamenti la tabella va salvata in un file esterno. Gli Oggetti della progettazione che sono inseriti nella distinta sono quelli con la spunta nella finestra "Oggetti della progettazione", dove può essere cambiato il loro ordine di apparizione.



## 19.2 Distinta armatura per travi

Prj0 26/03/2013

Distinta delle travi

Pag. 1

nome della trave	Luce		Supporto-A		Supporto-B		Staffe
	basso	alto	alto	basso	alto	basso	
SAIE TR4 Luce-1 L=3.60 [m] B=0.25m h=0.50m	4Ø10	2Ø10					Ø
SAIE TR5 Luce-1 L=3.60 [m] B=0.30m h=0.55m	4Ø16	2Ø14			2Ø16 2Ø18		Ø
SAIE TR5 Luce-2 L=3.60 [m] B=0.30m h=0.55m	3Ø14 1Ø12	2Ø14	2Ø16 2Ø18		3Ø16 1Ø14		Ø
SAIE TR5 Luce-3 L=3.60 [m] B=0.30m h=0.55m	5Ø14	2Ø14	3Ø16 1Ø14		3Ø16 1Ø14		Ø
SAIE TR5 Luce-4 L=3.60 [m] B=0.30m h=0.55m	3Ø14 1Ø12	2Ø14	3Ø16 1Ø14		2Ø16 2Ø18		Ø
SAIE TR5 Luce-5 L=3.60 [m] B=0.30m h=0.55m	4Ø16	2Ø14	2Ø16 2Ø18				Ø

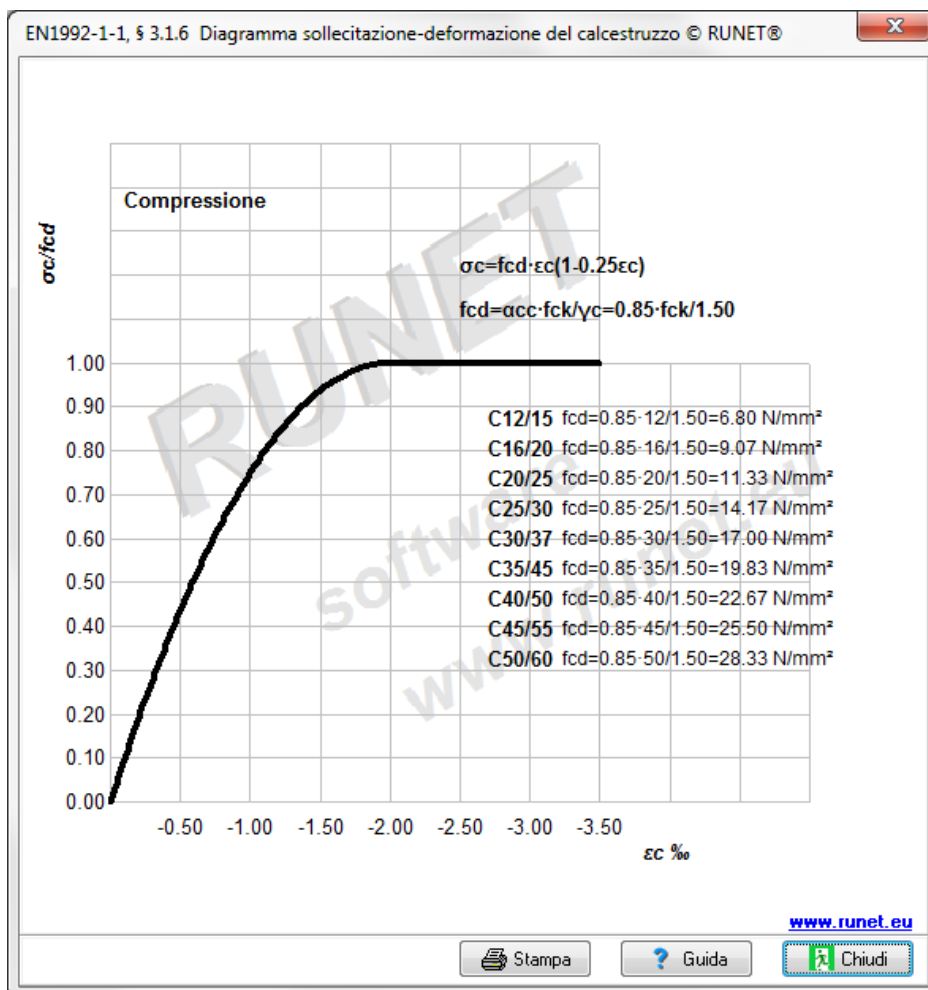


## 20 Eurocodice 2, Grafico di progetto pilastri

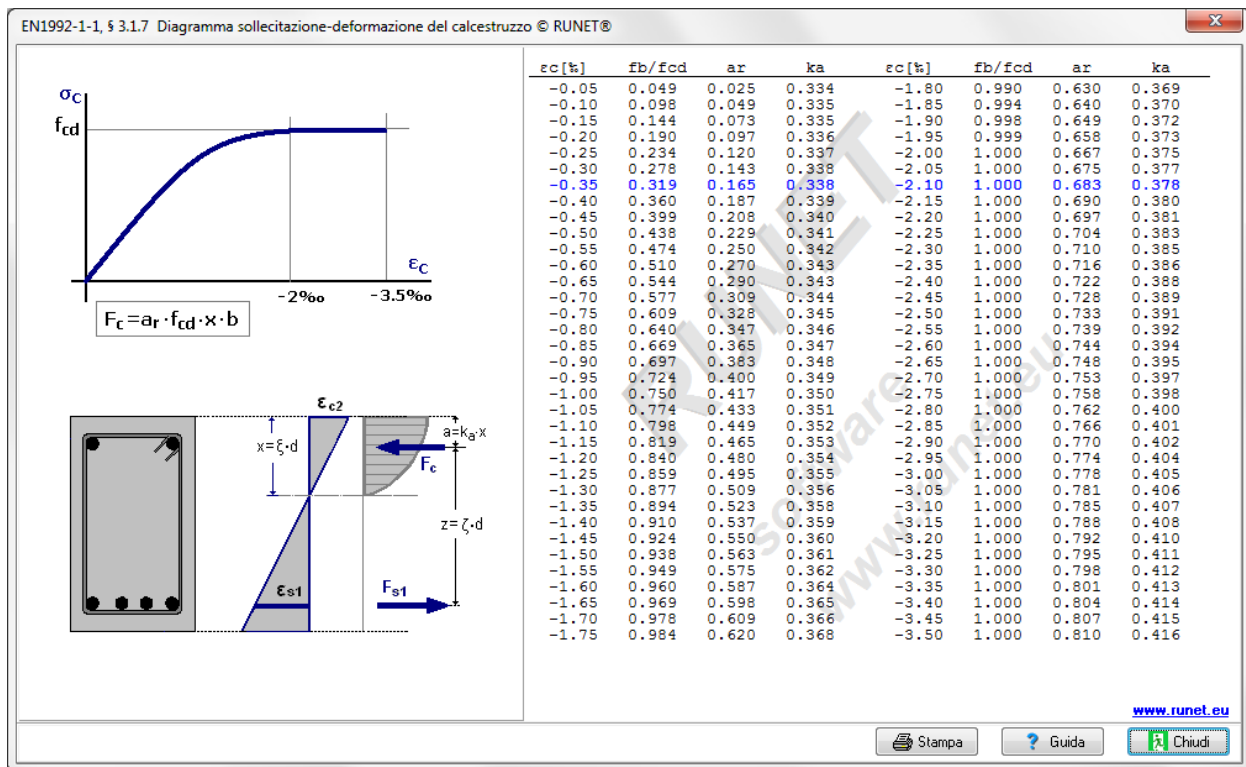
Calcestruzzo-Acciaio	▶	Diagramma sollecitazione-deformazione del calcestruzzo, EN1992-1-1, § 3.1.6
Resistenza della sezione	▶	Parabola diagram for concrete under compression, EN1992-1-1, § 3.1.7
Diagramma di utilizzo, Flessione	▶	Diagramma sollecitazione-deformazione dell'acciaio, EN1992-1-1, § 3.2.7
Diagramma di utilizzo, Pilastri	▶	Coefficiente di deformazione, EN1992-1-1, § 3.1.4
Grafico di progetto, Snellezza e luce di calcolo dei pilastri	▶	Tensione di ritiro, EN1992-1-1, § 3.1.4
Diagramma di utilizzo, Controllo della deviazione	▶	Copriferro, EN1992-1-1, § 4.4.1

### 20.1 Calcestruzzo-Acciaio

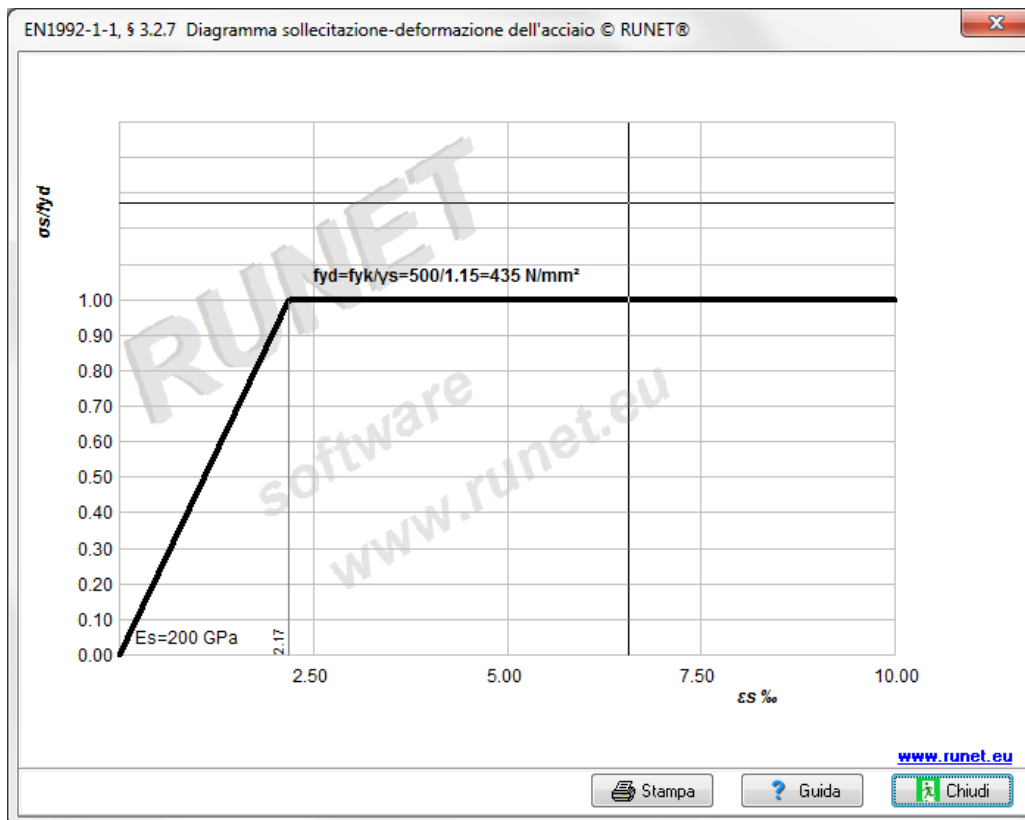
#### 20.1.1 Diagramma sforzo-deformazione del calcestruzzo



### 20.1.2 Diagramma Parabolico per il calcestruzzo sottoposto a compressione



### 20.1.3 Diagramma sforzo-deformazione dell'acciaio



**20.1.4 Coefficiente di viscosità a tempo infinito**

**Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)**

Calcestruzzo: C25/30

Umidità relativa UR (%): 50 %

Misura ipotetica  $h_0$  ( $h_0=2A_c/u$ ) (mm): 200 mm

Età del calcestruzzo allo sbanco in giorni: 10 giorni

Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)  $\varphi(\infty, t_0) = 3.222$

condizioni interne 0%      50%      condizioni esterne 100%

? Guida    Chiudi

**20.1.5 Deformazione totale da ritiro**

**Tensione di ritiro totale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)**

Calcestruzzo: C25/30

Umidità relativa UR (%): 50 %

Misura ipotetica  $h_0$  ( $h_0=2A_c/u$ ) (mm): 200 mm

Classe cemento:  S     N     R

Tensione di ritiro totale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)  $\epsilon_{CS} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = - 0.467 \text{ ‰}$

condizioni interne 0%      50%      condizioni esterne 100%

? Guida    Chiudi

### 20.1.6 Copriferro

EN1992-1-1, § 4.4.1. Copriferro minimo dell'armatura C <sub>min</sub>		
Classe di esposizione ambientale	vita nominale 50 anni	vita nominale 100 anni
XD0 Corrosione indotta da carbonatazione. Interni edifici con poca umidità	C <sub>min</sub> = 10 mm	C <sub>min</sub> = 10 mm
XC1 Corrosione indotta da carbonatazione. Interni edifici con bassa umidità	C <sub>min</sub> = 15 mm	C <sub>min</sub> = 25 mm
XC2 Corrosione indotta da carbonatazione. Fondazioni e calcpestuozzi in contatto con acqua	C <sub>min</sub> = 25 mm	C <sub>min</sub> = 35 mm
XC3 Corrosione indotta da carbonatazione. Interni esterni, esterni protetti da pioggia	C <sub>min</sub> = 25 mm	C <sub>min</sub> = 35 mm
XC4 Corrosione indotta da carbonatazione. Sottoposto a cicli acqua-pioggia	C <sub>min</sub> = 25 mm	C <sub>min</sub> = 35 mm
XD1 Corrosione indotta da ioni cloro. Esposti ad atmosfera salina	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XD2 Corrosione indotta da ioni cloro. Piscine ed esposte ad acqua	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XD3 Corrosione indotta da ioni cloro. Cicli acqua salina-asciutto	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XS1 Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Prossimità costa non in contatto acqua	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XS2 Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Permanentemente sotto il mare	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XS3 Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Cyclicamente sotto il mare	C <sub>min</sub> = 50 mm	C <sub>min</sub> = 60 mm

C<sub>min</sub> = max{C<sub>min,b</sub>, C<sub>min,dur</sub>, 10mm} C<sub>min,b</sub> = Ø C<sub>nom</sub> = C<sub>min</sub> + ΔC<sub>dev</sub> ΔC<sub>dev</sub> = 10 mm EC2 §4.4.1

## 20.2 Resistenza della sezione

### 20.2.1 Resistenza a flessione della sezione della piastra

EN1992-1-1, § 6.1 Momento resistente della sezione della piastra © RUNET®

H = 200 mm

C<sub>nom</sub> 25 mm

Calcestruzzo C25/30 Classe dell'acciaio B500C

Armatura Ø 10 / 100 mm

**Resistenza alla flessione (ε<sub>c</sub>/ε<sub>s</sub>=3.50/16.47) M<sub>d</sub>=54.00kNm**

Calcestruzzo: C25/30, Classe dell'acciaio: B500C  
 B=1000 mm, H=200 mm, Ø10 / 100 mm  
 f<sub>cd</sub>=0.85x25/1.50=14.17 N/mm², f<sub>yd</sub>=500/1.15=435 N/mm²  
 A<sub>c</sub>=1000x200=200000 mm², A<sub>s</sub>1=79x1000/100=785 mm²/m  
 d=H-(C<sub>nom</sub>+Ø/2)=200-(25+10/2)=170 mm  
 Armatura minima  
 =min(0.26·b·d·f<sub>ctm</sub>/f<sub>yk</sub>=0.26x1000x170x2.60/500, 0.0013·b·h=0.0013x1000x200)= mm²/m  
 ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=16.47‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.00462(0.462%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+16.47)=0.175, x=29.8mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=341.69kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=786mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.175=0.927, z=157.6mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.175·0.927·14.17)=0.537 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.733  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.537=54.00kNm  
**Resistenza alla flessione (ε<sub>c</sub>/ε<sub>s</sub>=3.50/16.47) Mr =54.00kNm**

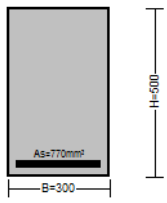
ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=4.28‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.01187(1.187%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+4.28)=0.450, x=76.5mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=877.32kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=2018mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.450=0.813, z=138.2mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.450·0.813·14.17)=0.238 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.488  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.238=122.00kNm  
 ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=7.50‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.00839(0.839%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+7.50)=0.318, x=54.1mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=620.33kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=1427mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.318=0.868, z=147.5mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.318·0.868·14.17)=0.316 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.562  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.316=92.00kNm  
 ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=10.00‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.00684(0.684%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+10.00)=0.259, x=44.1mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=505.45kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=1163mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.259=0.892, z=151.7mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.259·0.892·14.17)=0.377 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.614  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.377=77.00kNm  
 ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=15.00‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.00499(0.499%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+15.00)=0.189, x=32.2mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=368.84kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=848mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.189=0.921, z=156.6mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.189·0.921·14.17)=0.500 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.707  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.500=58.00kNm  
 ε<sub>c2</sub>=-3.50‰, ε<sub>s1</sub>=20.00‰, A<sub>s</sub>1/b·d=0.00393(0.393%)  
 x/d=ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>)=3.50/(3.50+20.00)=0.149, x=25.3mm  
 ar=0.810, ka=0.416, F<sub>c</sub>=ar·b·x·f<sub>cd</sub>=F<sub>s</sub>1=290.37kN, A<sub>s</sub>1=F<sub>s</sub>1/f<sub>yd</sub>=668mm²/m  
 z=d-ka·x=(1-ka·ε<sub>c2</sub>/(ε<sub>c2</sub>+ε<sub>s1</sub>))d, z/d=1.0-0.416x0.149=0.938, z=159.5mm,  
 K<sub>d</sub>²=1/(0.810·0.149·0.938·14.17)=0.624 mm²/N, K<sub>d</sub>=0.790  
 Resistenza alla flessione Mr=b·d²/K<sub>d</sub>²=0.000001x1000x170²/0.624=47.00kNm

www.runet.eu

Stampa Guida Chiudi

### 20.2.2 Resistenza a flessione della sezione della trave

EN1992-1-1, § 6.1 Momento resistente della sezione della trave © RUNET®



B= 300 mm H= 500 mm

Cnom 25 mm

Calcestruzzo C25/30 Classe dell'acciaio B500C

Armatura 5 Ø 14 + 0 Ø 8

**Resistenza alla flessione (ec/es1=3.50/12.96) Md =140.00kNm**

Calcestruzzo: C25/30, Classe dell'acciaio: B500C

B=300 mm, H=500 mm, 5 Ø14 mm

$f_{cd} = 0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd} = 500 / 1.15 = 435 \text{ N/mm}^2$

$A_c = 300 \times 500 = 150000 \text{ mm}^2$ ,  $A_{s1} = 5 \times 154 = 770 \text{ mm}^2$

$d = H - (C_{nom} + \phi_s + \phi/2) = 500 - (25 + 10 + 14/2) = 458 \text{ mm}$

Armatura minima

$= \min(0.26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0.26 \times 300 \times 458 \times 2.60 / 500, 0.0013 \cdot b \cdot h = 0.0013 \times 300 \times 500) = \text{mm}^2$

$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 12.96\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.00561 (0.561\%)$

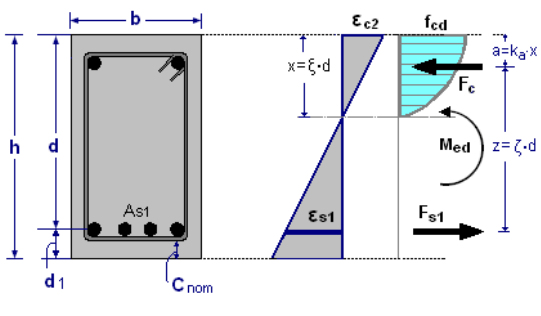
$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 12.96) = 0.213$ ,  $x = 97.4 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 335.06 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 771 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.213 = 0.912$ ,  $z = 417.5 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.213 - 0.912 - 14.17) = 0.450 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.671$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.450 = 140.00 \text{ kNm}$

**Resistenza alla flessione (ec2/es1=3.50/12.96) Mr = 140.00kNm**



$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 4.28\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.01187 (1.187\%)$

$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 4.28) = 0.450$ ,  $x = 206.1 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 709.08 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 1631 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.450 = 0.813$ ,  $z = 372.3 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.450 - 0.813 - 14.17) = 0.238 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.488$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.238 = 264.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 7.50\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.00839 (0.839\%)$

$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 7.50) = 0.318$ ,  $x = 145.7 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 501.37 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 1153 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.318 = 0.868$ ,  $z = 397.4 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.318 - 0.868 - 14.17) = 0.316 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.562$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.316 = 200.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 10.00\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.00684 (0.684\%)$

$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 10.00) = 0.259$ ,  $x = 118.7 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 408.52 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 940 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.259 = 0.892$ ,  $z = 408.6 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.259 - 0.892 - 14.17) = 0.377 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.614$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.377 = 167.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 15.00\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.00499 (0.499\%)$

$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 15.00) = 0.189$ ,  $x = 86.6 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 298.11 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 686 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.189 = 0.921$ ,  $z = 422.0 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.189 - 0.921 - 14.17) = 0.500 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.707$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.500 = 126.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_{c2} = -3.50\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 20.00\%$ ,  $A_{s1}/b \cdot d = 0.00393 (0.393\%)$

$x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 3.50 / (3.50 + 20.00) = 0.149$ ,  $x = 68.2 \text{ mm}$

$a_r = 0.810$ ,  $k_a = 0.416$ ,  $F_c = a_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 234.68 \text{ kN}$ ,  $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 540 \text{ mm}^2$

$z = d - k_a \cdot x = ([1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})] \cdot d)$ ,  $z/d = 1.0 - 0.416 \times 0.149 = 0.938$ ,  $z = 429.6 \text{ mm}$ ,  $K_d^2 = 1 / (0.810 - 0.149 - 0.938 - 14.17) = 0.624 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 0.790$

Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 300 \times 458^3 / 0.624 = 101.00 \text{ kNm}$

[www.runet.eu](http://www.runet.eu)

Stampa Guida Chiudi

Manuale Utente

61

### 20.2.3 Resistenza a flessione della sezione della trave a T

EN1992-1-1, § 6.1 Momento resistente della sezione della trave a T © RUNET®

B= 250 mm Beff= 1000 mm  
 H= 500 mm Hf= 150 mm  
 Cnom 25 mm  
 Calcestruzzo C25/30 Classe dell'acciaio B500C  
 Armatura 4 Ø 8 + 0 Ø 8

**Resistenza alla flessione (ec/es1=0.80/19.88) Md = 40.00kNm**  
 Calcestruzzo: C25/30, Classe dell'acciaio: B500C  
 B=250mm, Beff=1000mm, H=500mm, Hf=150mm 4 Ø 8 mm  
 $f_{cd}=0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=500 / 1.15 = 435 \text{ N/mm}^2$   
 $A_c=250 \times 500 = 125000 \text{ mm}^2$ ,  $A_s=4 \times 50 = 201 \text{ mm}^2$   
 $d=H-(C_{nom}+\phi_s+\phi/2)=500-(25+10+8/2)=461 \text{ mm}$   
 Armatura minima  
 $=\min(0.26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0.26 \times 250 \times 461 \times 2.60 / 500, 0.0013 \cdot b \cdot h = 0.0013 \times 250 \times 500) = \text{mm}^2$   
 $\epsilon_{c2} = -0.80\%$ ,  $\epsilon_{s1} = 19.88\%$ ,  $A_s / b \cdot d = 0.00044 (0.044\%)$   
 $x/d = \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}) = 0.80 / (0.80 + 19.88) = 0.039$ ,  $x = 17.8 \text{ mm}$   
 $\alpha_r = 0.347$ ,  $k_a = 0.346$ ,  $F_c = \alpha_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 87.58 \text{ kN}$ ,  $A_s = F_{s1} / f_{yd} = 201 \text{ mm}^2$   
 $z = d - k_a \cdot x = [(1 - k_a \cdot \epsilon_{c2} / (\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1})) \cdot d]$ ,  $z/d = 1.0 - 0.346 \times 0.039 = 0.987$ ,  $z = 454.8 \text{ mm}$ ,  
 $K_d^2 = 1 / (0.347 - 0.039 - 0.987 \cdot 14.17) = 5.335 \text{ mm}^2/\text{N}$ ,  $K_d = 2.310$   
 Resistenza alla flessione  $M_r = b \cdot d^3 / K_d^2 = 0.000001 \times 1000 \times 461^3 / 5.335 = 40.00 \text{ kNm}$   
 $x = 17.8 \text{ mm} < H_f = 150 \text{ mm}$  asse neutro nell'ala  
**Resistenza alla flessione (ec2/es1=0.80/19.88) Mr = 40.00kNm**

[www.runet.eu](http://www.runet.eu)

Stampa Guida Chiudi

### 20.2.4 Resistenza dei pilastri rettangolari

EN1992-1-1, § 6.1 Resistenza della sezione del pilastro © RUNET®

B= 250 mm H= 250 mm  
 Cnom 25 mm  
 Calcestruzzo C25/30 Classe dell'acciaio B500C  
 Armatura 4 Ø 16 + 0 Ø 16

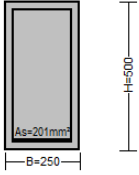
**Resistenza Nd = 1223.59 kN**  
 Calcestruzzo: C25/30, Classe dell'acciaio: B500C  
 B=250 mm, H=250 mm, 4 Ø16 mm  
 $f_{cd}=0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=500 / 1.15 = 435 \text{ N/mm}^2$   
 $A_c=250 \times 250 = 62500 \text{ mm}^2$ ,  $A_s=4 \times 201 = 804 \text{ mm}^2$   
 Armatura minima  
 $=\max(0.01 A_c, 0.20 A_c \cdot f_{cd} / f_{yd}) = \max(0.01 \times 62500, 0.20 \times 62500 \times 14.17 / 435) = 625 \text{ mm}^2$   
 $N_r = f_{cd} \cdot (A_c - A_s) + f_{yd} \cdot A_s = 14.17 \times (62500 - 804) + 435 \times 804 = 1223592 \text{ N} = 1223.59 \text{ kN}$

[www.runet.eu](http://www.runet.eu)

Stampa Guida Chiudi

### 20.2.5 Resistenza a taglio

EN1992-1-1, § 6.2 Resistenza a Taglio © RUNET®



B= 250 mm H= 500 mm  
 Cnom 25 mm  
 Calcestruzzo C25/30 Classe dell'acciaio B500C  
 Armatura 4 Ø 8 + 0 Ø 8  
 Collegamenti 1 Ø 10 / 150

**Resistenza a Taglio senza armatura a taglio Vrd,c = 31.24 kN**  
**Resistenza a Taglio dell'armatura a taglio Vrd,s = 188.81 kN**  
**Resistenza a compressione del puntone compresso Vrd,max= 304.02 kN**  
**Resistenza a Taglio Vrd = 188.81 kN**

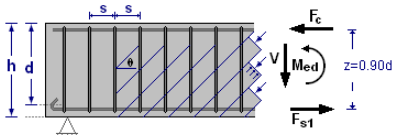
Calcestruzzo: C25/30, Classe dell'acciaio: B500C  
 B=250 mm, H=500 mm, 4 Ø8 mm  
 $f_{cd}=0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=500 / 1.15 = 435 \text{ N/mm}^2$   
 $A_c=250 \times 500 = 125000 \text{ mm}^2$ ,  $A_s1=4 \times 50 = 201 \text{ mm}^2$   
 $d=H-(C_{nom}+\varnothing_s+\varnothing/2)=500-(25+10+8/2)=461 \text{ mm}$

**Resistenza a Taglio senza armatura a taglio Vrd,c**  
 $V_{rd,c}=[C_{rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33}] \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d$   
 $f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$ ,  $k=1+(100/461.0)^{1/4} \leq 2$ ,  $k=1.66$   
 $A_s1=4 \cdot \varnothing 8=201 \text{ mm}^2$   
 $\rho_1=A_s1/(b_w \cdot d)=201/(250 \times 461)=0.0017$   
 $C_{rd,c}=0.15/1.50=0.100$   
 $V_{rd,c}=0.0017 \times [0.10 \times 1.66 \times (100 \times 0.0017 \times 25)^{0.33}] \times 250 \times 461 = 31.24 \text{ kN}$   
 $V_{rd,c}(\min)=0.035 \cdot k^{1.5} \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot b_w \cdot d = 0.0017 \times 0.035 \times 1.66^{1.5} \times 250 \times 461 = 43.08 \text{ kN}$   
**Vrd,c=31.24 kN**

**Resistenza a Taglio dell'armatura a taglio Vrd,s**  
 $A_{sw}=2 \times 79 = 157 \text{ mm}^2$ ,  $s=150 \text{ mm}$   
 $V_{rd,s}=(A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$   
 $V_{ed}=440.83 \text{ kN}$ ,  $(V_{ed}/\max(V_{rd,max}))=1.00$ ,  $\theta=45.00^\circ$ ,  $V_{rd,s}=0.0017 \times (157/150) \times 0.90 \times 461 \times 435 \times 1.00 = 188.81 \text{ kN}$   
 $V_{ed}=402.72 \text{ kN}$ ,  $(V_{ed}/\max(V_{rd,max}))=0.91$ ,  $\theta=33.00^\circ$ ,  $V_{rd,s}=0.0017 \times (157/150) \times 0.90 \times 461 \times 435 \times 1.54 = 290.74 \text{ kN}$   
 $V_{ed}=304.01 \text{ kN}$ ,  $(V_{ed}/\max(V_{rd,max}))=0.69$ ,  $\theta=21.80^\circ$ ,  $V_{rd,s}=0.0017 \times (157/150) \times 0.90 \times 461 \times 435 \times 2.50 = 472.06 \text{ kN}$   
 $\theta$  - angolo tra puntone compresso e l'asse della trave  
**Vrd,s=188.81 kN**

**Resistenza a compressione del puntone compresso Vrd,max**  
 $V_{rd,max}=\alpha_c w \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$ ,  $\theta=21.80^\circ$ ,  $\cot \theta=2.50$ ,  $\tan \theta=0.40$   
 $\alpha_c w=1.00$ ,  $z=0.9d$ ,  $f_{ck}=25.00 \leq 60 \text{ MPa}$ ,  $v_1=0.60$   
 $V_{rd,max}=0.0017 \times 1.00 \times 250 \times 0.9 \times 461 \times 0.60 \times 14.17 / (2.50 + 0.40) = 304.02 \text{ kN}$   
**Vrd,max=304.02 kN**

Armatura minima di collegamento  
 $\rho_w=0.1(f_{ck})^{1/2}/f_{yk}$ ,  $\rho_w=0.1 \times (25)^{1/2}/500=0.0010$   
 $\min A_{sw}/s \geq \rho_w \cdot b_w = 0 \times 1000.0000 \times 250 = 0.25 \text{ mm}^2/\text{mm}$ ,  
 $\varnothing 8/400 \text{ mm}$



[www.runet.eu](http://www.runet.eu)

Stampa Guida Chiudi



## 20.3 Diagrammi di utilizzo, Flessione

### 20.3.1 Dimensionamento per coeff. di flessione Kd, ks

EN1992-1-1, § 6.1 Dimensionamento per coeff. di flessione Kd, ks © RUNET®

εc2/εs1	x/d	z/d	Ks	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
0.50/20.0	0.024	0.992	2.32	16.29	14.11	12.62	11.28	10.30	9.54	8.92	8.41	7.98
0.75/20.0	0.036	0.988	2.33	11.24	9.70	8.68	7.76	7.09	6.56	6.14	5.79	5.49
1.00/20.0	0.048	0.983	2.34	8.68	7.52	6.72	6.01	5.49	5.08	4.76	4.48	4.25
1.25/20.0	0.059	0.979	2.35	7.18	6.22	5.56	4.98	4.54	4.21	3.93	3.71	3.52
1.50/20.0	0.070	0.975	2.36	6.20	5.37	4.80	4.30	3.92	3.63	3.40	3.20	3.04
1.75/20.0	0.080	0.970	2.37	5.51	4.77	4.27	3.82	3.49	3.23	3.02	2.85	2.70
2.00/20.0	0.091	0.966	2.38	5.04	4.34	3.88	3.47	3.17	2.93	2.75	2.59	2.46
2.25/20.0	0.101	0.961	2.39	4.64	4.02	3.59	3.21	2.93	2.71	2.54	2.39	2.27
2.50/20.0	0.111	0.957	2.40	4.34	3.76	3.36	3.01	2.75	2.54	2.38	2.24	2.13
2.75/20.0	0.121	0.952	2.42	4.11	3.56	3.18	2.85	2.60	2.41	2.25	2.12	2.01
3.00/20.0	0.130	0.947	2.43	3.91	3.39	3.03	2.71	2.47	2.29	2.14	2.02	1.92
3.25/20.0	0.140	0.943	2.44	3.75	3.25	2.90	2.60	2.37	2.19	2.05	1.94	1.84
3.50/20.0	0.149	0.938	2.45	3.61	3.12	2.79	2.50	2.28	2.11	1.98	1.86	1.77
<b>3.50/19.0</b>	<b>0.156</b>	<b>0.935</b>	<b>2.46</b>	<b>3.53</b>	<b>3.06</b>	<b>2.74</b>	<b>2.45</b>	<b>2.23</b>	<b>2.07</b>	<b>1.94</b>	<b>1.82</b>	<b>1.73</b>
3.50/18.0	0.163	0.932	2.47	3.46	3.00	2.68	2.40	2.19	2.03	1.89	1.79	1.69
3.50/17.0	0.171	0.929	2.48	3.38	2.93	2.62	2.34	2.14	1.98	1.85	1.75	1.66
3.50/16.0	0.179	0.925	2.49	3.31	2.86	2.56	2.29	2.09	1.94	1.81	1.71	1.62
3.50/15.0	0.189	0.921	2.50	3.23	2.80	2.50	2.24	2.04	1.89	1.77	1.67	1.58
3.50/14.0	0.200	0.917	2.51	3.15	2.73	2.44	2.18	1.99	1.84	1.72	1.63	1.54
3.50/13.0	0.212	0.912	2.52	3.06	2.65	2.37	2.12	1.94	1.79	1.68	1.58	1.50
3.50/12.0	0.226	0.906	2.54	2.98	2.58	2.31	2.06	1.88	1.74	1.63	1.54	1.46
3.50/11.0	0.243	0.900	2.56	2.89	2.50	2.24	2.00	1.83	1.69	1.58	1.49	1.42
3.50/10.0	0.259	0.892	2.58	2.80	2.43	2.17	1.94	1.77	1.64	1.53	1.45	1.37
3.50/ 9.5	0.269	0.888	2.59	2.76	2.39	2.14	1.91	1.74	1.61	1.51	1.42	1.35
3.50/ 9.0	0.280	0.884	2.60	2.71	2.35	2.10	1.89	1.71	1.59	1.48	1.40	1.33
3.50/ 8.5	0.292	0.879	2.62	2.66	2.31	2.06	1.84	1.68	1.56	1.46	1.37	1.30
3.50/ 8.0	0.304	0.873	2.63	2.61	2.26	2.02	1.81	1.65	1.53	1.43	1.35	1.28
3.50/ 7.5	0.318	0.868	2.65	2.57	2.22	1.99	1.78	1.62	1.50	1.41	1.32	1.26
3.50/ 7.0	0.333	0.861	2.67	2.52	2.18	1.95	1.74	1.59	1.47	1.38	1.30	1.23
3.50/ 6.5	0.350	0.854	2.69	2.46	2.13	1.91	1.71	1.56	1.44	1.35	1.27	1.21
3.50/ 6.0	0.368	0.847	2.72	2.41	2.09	1.87	1.67	1.53	1.41	1.32	1.25	1.18
3.50/ 5.5	0.389	0.838	2.74	2.36	2.04	1.83	1.64	1.49	1.38	1.29	1.22	1.16
3.50/ 5.0	0.412	0.829	2.78	2.31	2.00	1.79	1.60	1.46	1.35	1.26	1.19	1.13
3.50/ 4.3	0.450	0.813	2.83	2.23	1.93	1.73	1.54	1.41	1.31	1.22	1.15	1.09
3.50/ 4.0	0.467	0.806	2.85	2.20	1.90	1.70	1.52	1.39	1.29	1.20	1.13	1.08
3.50/ 3.5	0.500	0.792	2.90	2.14	1.85	1.66	1.48	1.35	1.25	1.17	1.11	1.05
3.50/ 3.0	0.538	0.776	2.96	2.09	1.81	1.62	1.44	1.32	1.22	1.14	1.08	1.02
3.50/ 2.5	0.583	0.757	3.04	2.03	1.76	1.57	1.40	1.28	1.19	1.11	1.05	0.99

$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{ed}}{b}}}$  [cm]       $A_s [\text{mm}^2] = k_s \frac{M_{ed}}{d}$  [kNm] [cm]  
 $M_{ed} = M_d - N_d(d-h/2)$

www.runet.eu

Stampa Guida Chiudi

### 20.3.2 Dimensionamento per coeff. di flessione med, w

EN1992-1-1, § 6.1 Dimensionamento per coeff. di flessione med, w © RUNET®

-εc2/εs1	x/d	z/d	ω	med
0.50/10.00	0.048	0.984	0.0109	0.011
0.75/10.00	0.070	0.976	0.0229	0.022
1.00/10.00	0.091	0.968	0.0379	0.037
1.25/10.00	0.111	0.961	0.0550	0.053
1.50/10.00	0.130	0.953	0.0734	0.070
1.75/10.00	0.149	0.945	0.0923	0.087
2.00/10.00	0.167	0.938	0.1111	0.104
<b>2.25/10.00</b>	<b>0.184</b>	<b>0.930</b>	<b>0.1293</b>	<b>0.120</b>
2.50/10.00	0.200	0.922	0.1467	0.135
2.75/10.00	0.216	0.914	0.1634	0.149
3.00/10.00	0.231	0.907	0.1795	0.163
3.25/10.00	0.245	0.899	0.1950	0.175
3.50/10.00	0.259	0.892	0.2099	0.187
3.50/ 9.50	0.269	0.888	0.2179	0.194
3.50/ 9.00	0.280	0.884	0.2267	0.200
3.50/ 8.50	0.292	0.879	0.2361	0.207
3.50/ 8.00	0.304	0.873	0.2464	0.215
3.50/ 7.50	0.318	0.868	0.2576	0.223
3.50/ 7.00	0.333	0.861	0.2698	0.232
3.50/ 6.50	0.350	0.854	0.2833	0.242
3.50/ 6.00	0.368	0.847	0.2982	0.253
3.50/ 5.50	0.389	0.838	0.3148	0.264
3.50/ 5.00	0.412	0.829	0.3333	0.276
3.50/ 4.28	0.450	0.813	0.3642	0.296
3.50/ 4.00	0.467	0.806	0.3778	0.304
3.50/ 3.50	0.500	0.792	0.4048	0.321
3.50/ 3.00	0.538	0.776	0.4359	0.338
3.50/ 2.50	0.583	0.757	0.4722	0.358

$m_{ed} = \frac{M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$        $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 f_{ck}}{1.50}$   
 $A_s = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$        $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{ed} = M_d - N_d(d-h/2)$

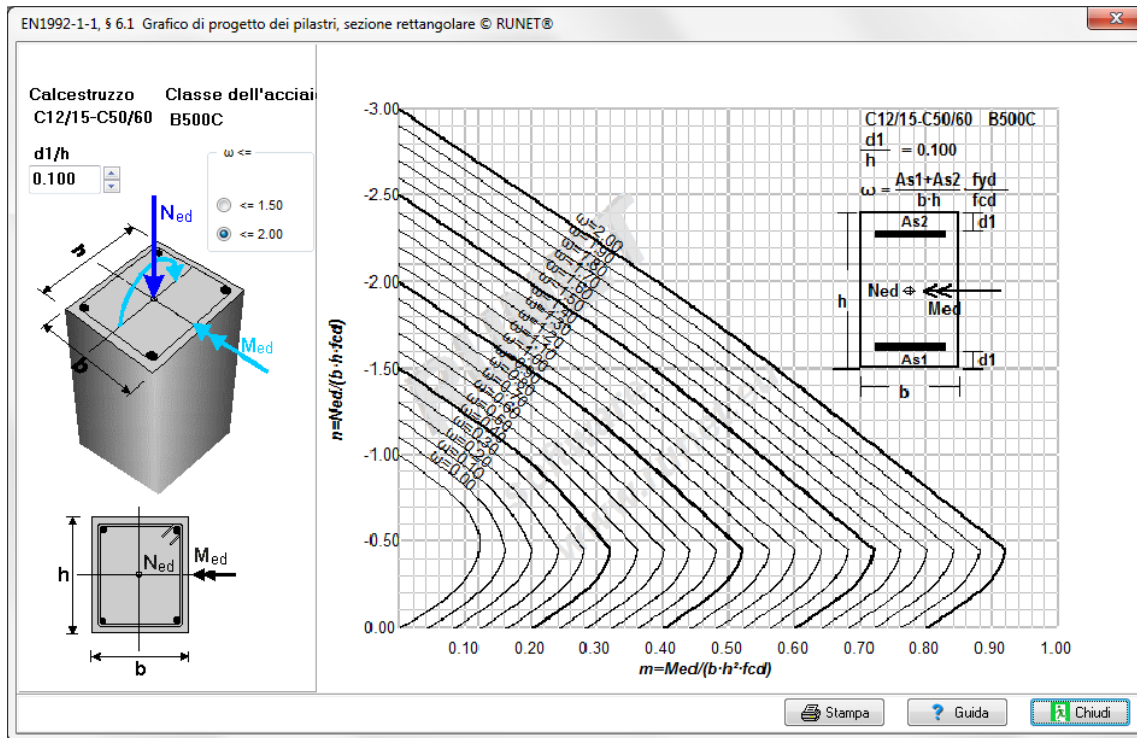
www.runet.eu

Stampa Guida Chiudi

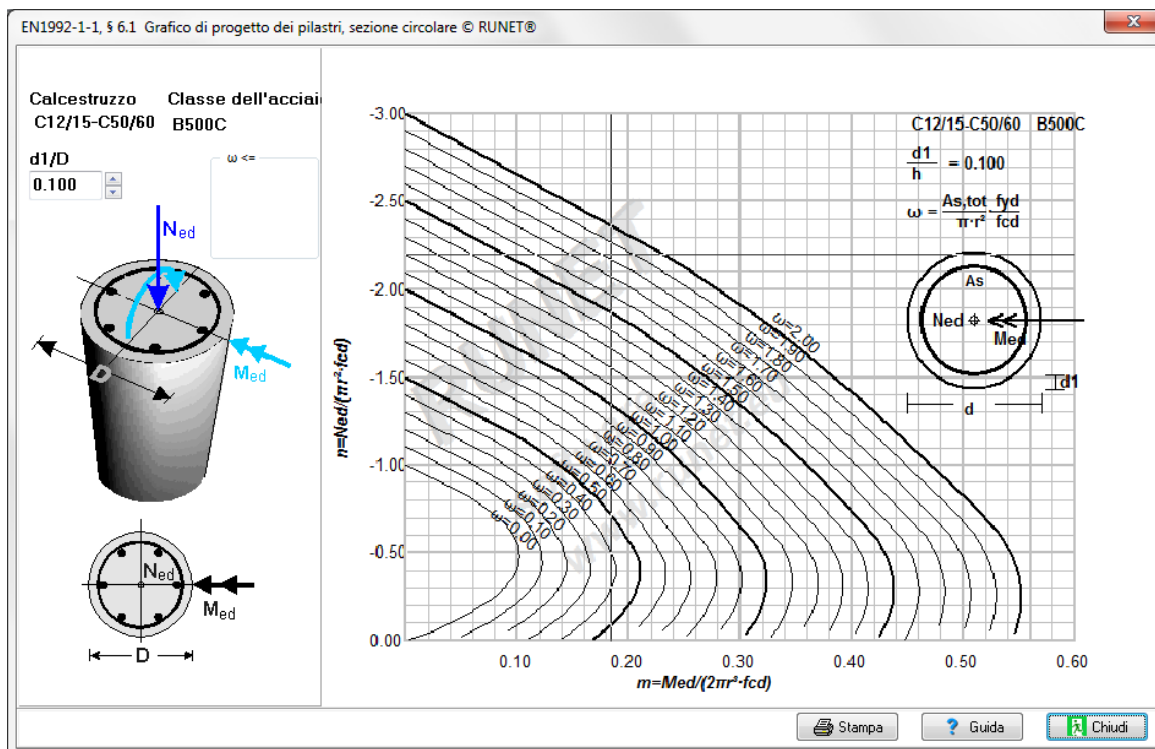


## 20.4 Diagrammi di utilizzo, Pilastri

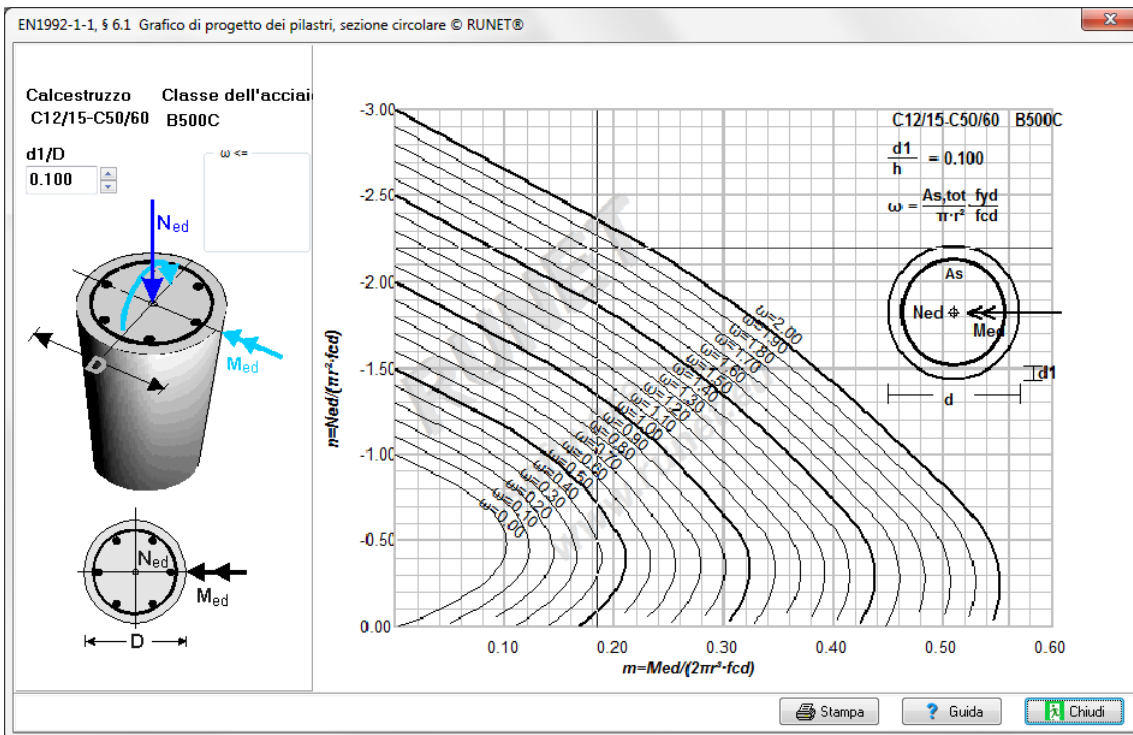
### 20.4.1 Grafico di progetto pilastri, sezione rettangolare



### 20.4.2 Grafico di progetto pilastri, sezione circolare

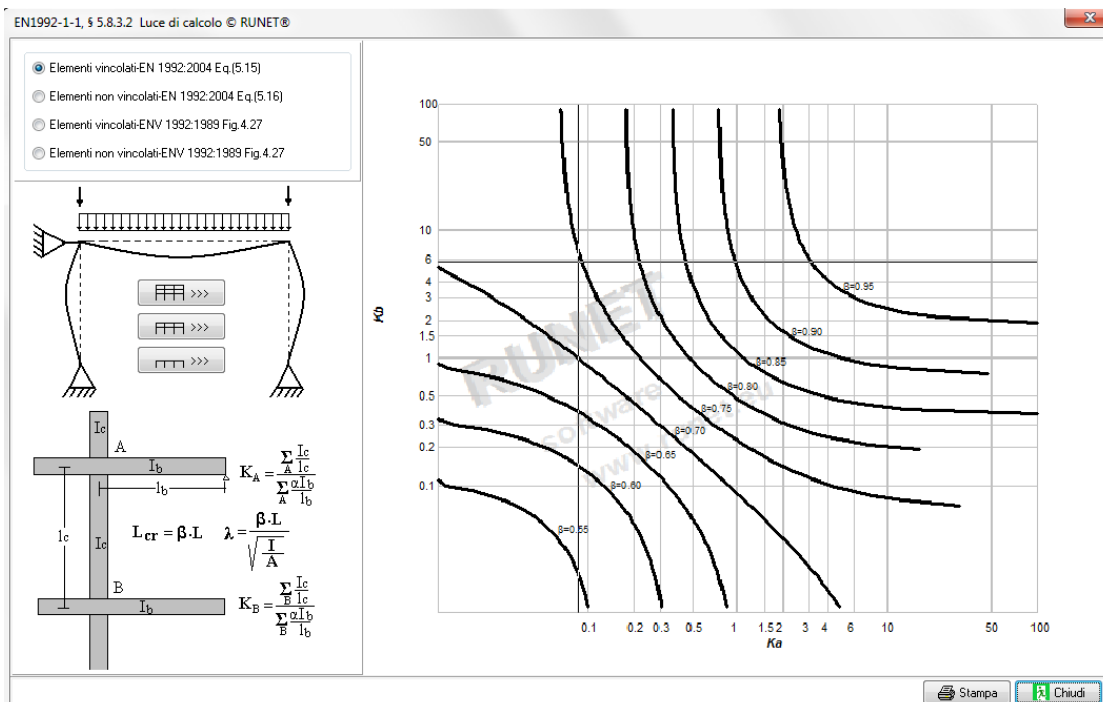


### 20.4.3 Grafico di progetto pilastri, flessione biassiale con compressione

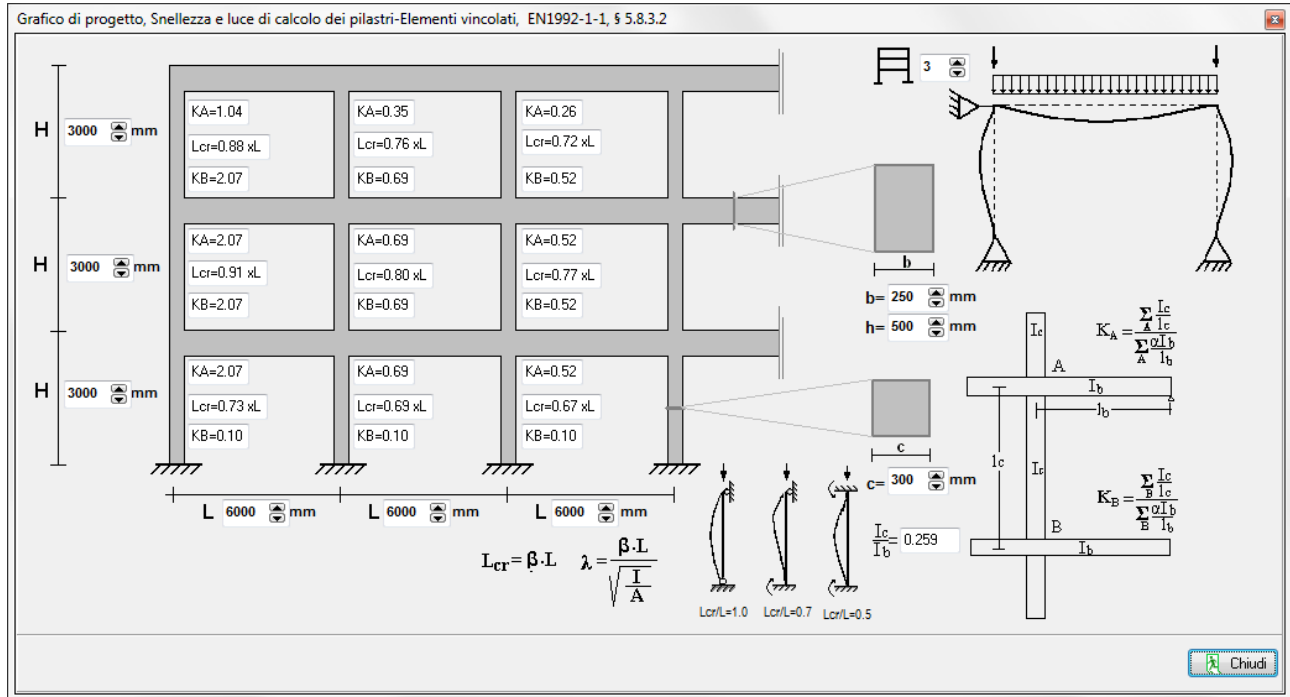


### 20.5 Diagrammi di utilizzo, Snellezza e luce di calcolo dei pilastri

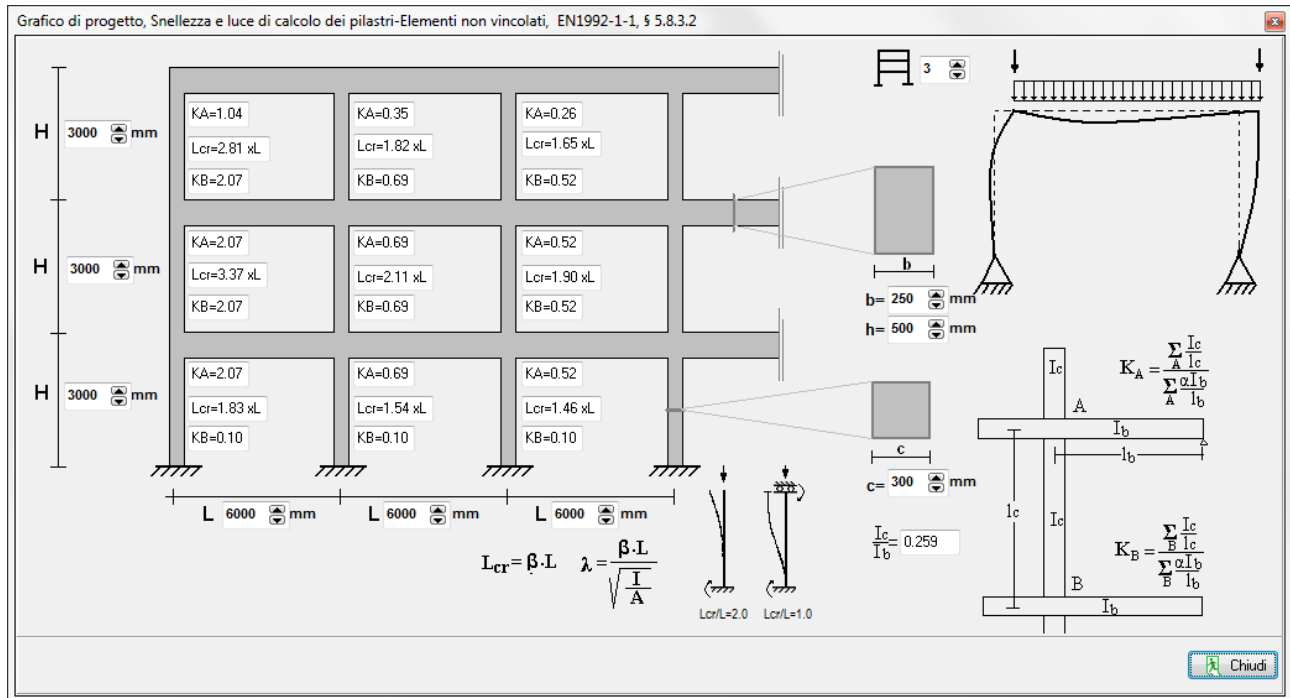
#### 20.5.1 Luce di calcolo, EN 1992-1-1 §5.8.3.2



### 20.5.2 Luce di calcolo elementi vincolati

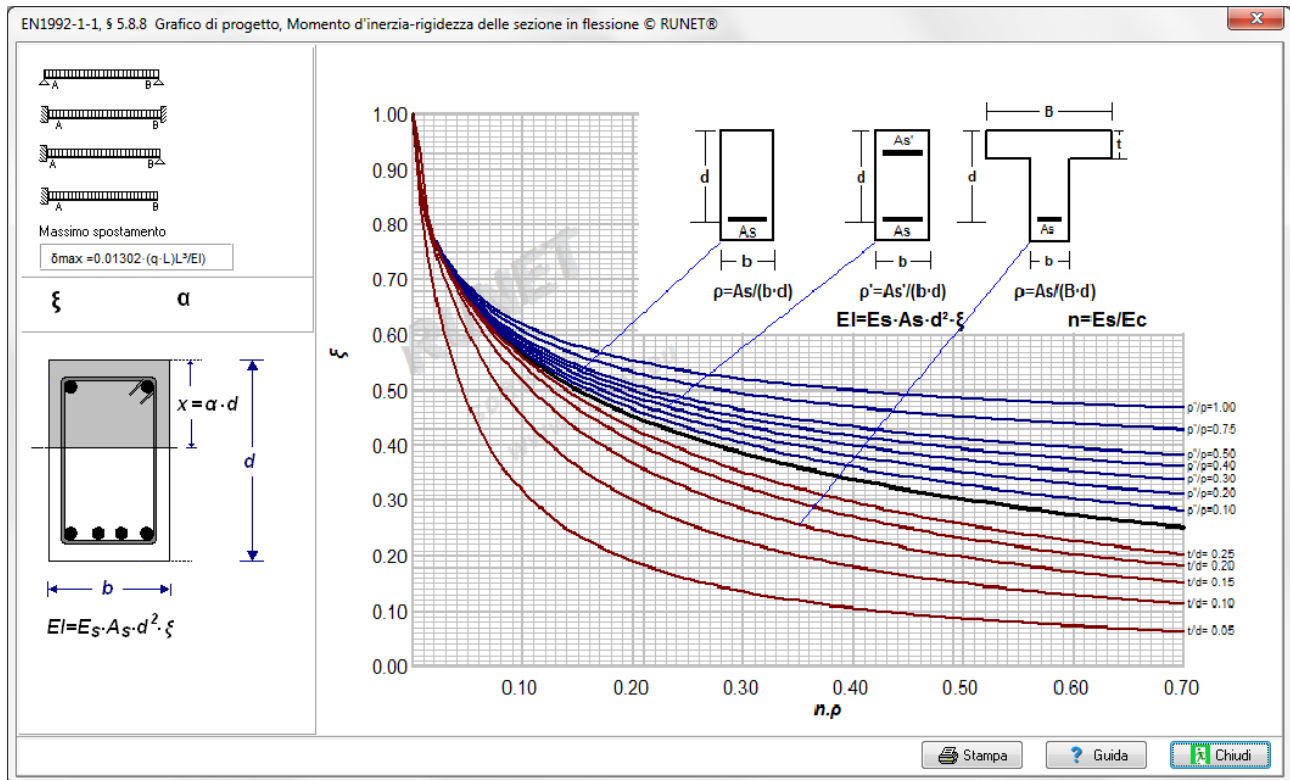


### 20.5.3 Luce di calcolo elementi non vincolati



## 20.6 Diagrammi di utilizzo, Controllo della deviazione

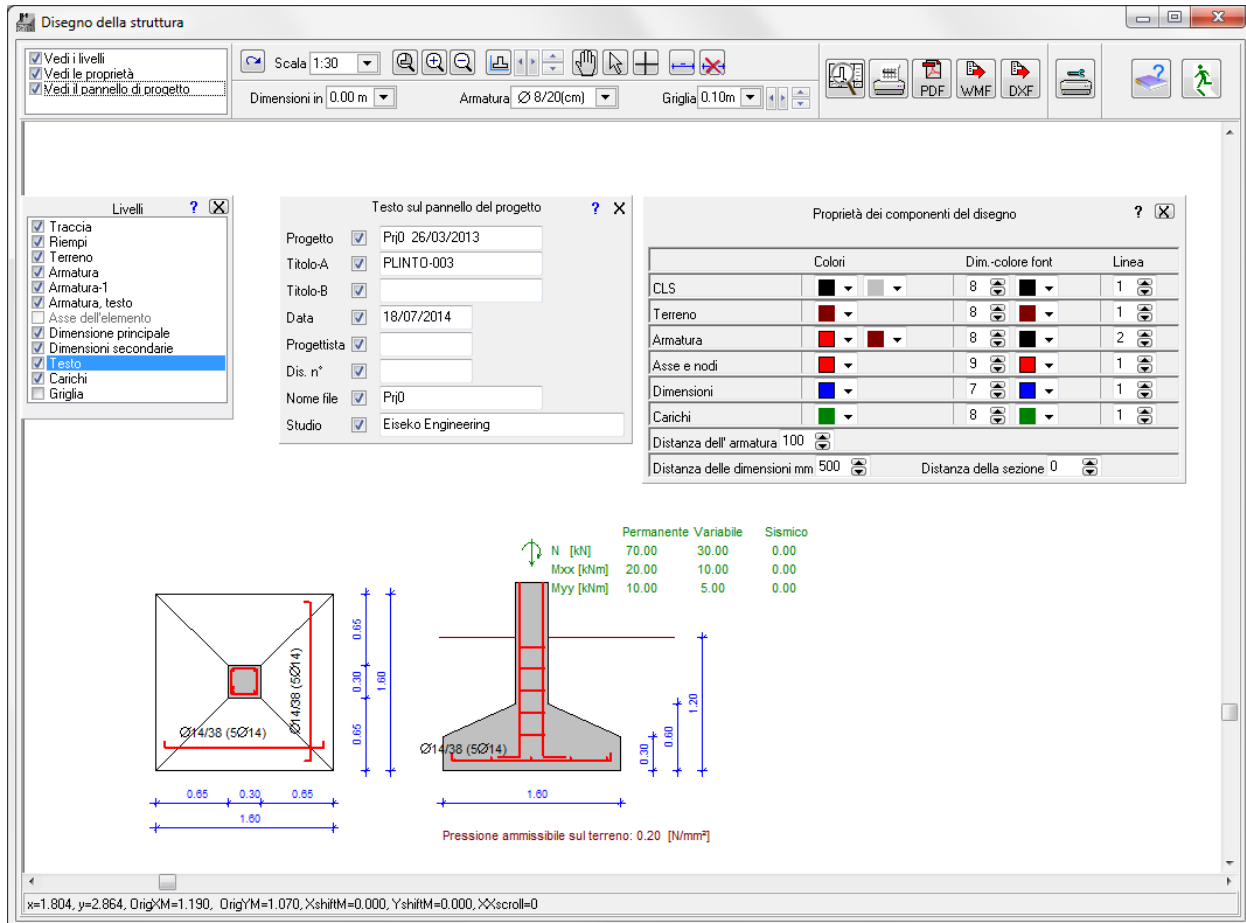
### 20.6.1 Grafico di progetto pilastri, Momento d'inerzia-rigidezza in flessione



## 21 Disegno CAD degli elementi in calcestruzzo

Il modulo CAD del programma crea automaticamente i disegni dettagliati dei plinti di fondazione, dei muri di contenimento, delle mensole e delle travi tozze. Si possono personalizzare le scale dei disegni e le proprietà dei componenti del disegno (spessore linea, colore, dimensioni dei testi), inoltre è possibile selezionare i layers visibili, le unità di misura delle quote e la dimensione del foglio.

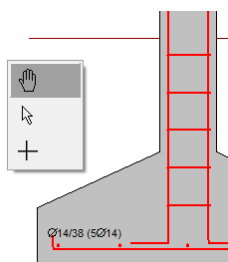
Prima di stampare è possibile spostare il disegno nella posizione desiderata nella pagina.



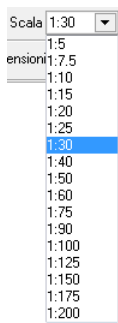
### 21.1 Funzionalità del CAD

Se non si riesce a vedere tutto o parte del disegno dell'oggetto, si può cambiare la scala o traslare la posizione del disegno nella schermata. Si possono attivare e disattivare il comando "Muovi" (il mouse ha l'aspetto in una mano) con un doppio click sul disegno.

Con il tasto destro sul disegno è possibile cambiare cursore (e quindi il comando e la funzionalità attiva).














### 21.1.1 Scala disegno



Selezionare la scala del disegno desiderata dal menu a tendina. E' possibile modificare la scala anche muovendo la rotellina del mouse.

### 21.1.2 Zoom-Pan-Quote



-  Ingrandisce una zona del disegno
-  Ingrandisce/riduce lo zoom
- 
-  Sposta il disegno nell'origine (in basso a sinistra)
- 
-  Muove il disegno nella direzione delle frecce
-  Pan
-  Disabilita il trascinamento del disegno
-  Visualizza il cursore come croce di assi lungo tutto il foglio
-  Aggiunge dimensioni al disegno (cliccare il mouse nella posizione iniziale e finale della quota)
-  Elimina tutte le quote aggiunte

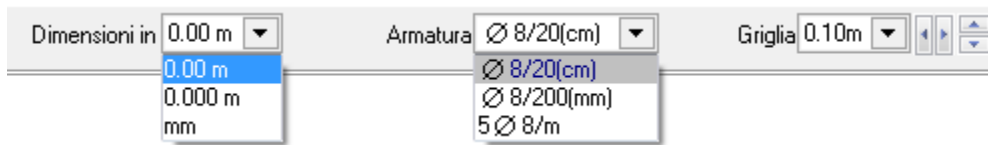
### 21.1.3 Pannello dei Layers



Selezionare i layers visibili nel disegno tramite la spunta sulla sinistra. Solo i layers visibili saranno stampati.

Le proprietà dei layers sono definite nelle Proprietà dei componenti del disegno.

### 21.1.4 Unità di misura delle quote



**Dimensioni.** Scegliere le unità e la precisione per le quote del disegno. Saranno le quote di default finché non sono cambiate.

**Armatura.** Scegliere le unità, la visualizzazione e la precisione per le quote del disegno

**Griglia.** Se si visualizza la griglia (da abilitare dal pannello dei livelli), scegliere la misura dei passi dal menu a tendina o dalle frecce.

### 21.1.5 Spessore linee, colori e misura caratteri – Pannello proprietà

Usando questo pannello si può modificare l'aspetto del disegno e dei suoi componenti.



Per la riga **Assi e nodi**, scegliere lo spessore di linea **1 per linee tratteggiate**, lo spessore 2 per le linee continue sottili etc.

Ci sono tre livelli di quote. Cambiando la distanza della quota si sposta la linea più vicina o più lontana dall'oggetto quotato.

Cambiando la distanza dei testi, questi si spostano più vicino o più lontano dall'oggetto quotato.

I valori inseriti sono automaticamente salvati. Cliccando **Resetta** si ripristinano i valori di default originali del programma.

### 21.1.6 Aggiungere quote

Se si vogliono aggiungere ulteriori quote nel disegno, usare il pulsante . Cliccare sul punto iniziale della quota e poi sul punto finale. Si annulla il comando cliccando con il tasto destro.

Per eliminare tutte le dimensioni aggiunte, usare il pulsante .

Per le quote standard, usare la spunta nel pannello dei layer per visualizzarle tutte o nessuna.

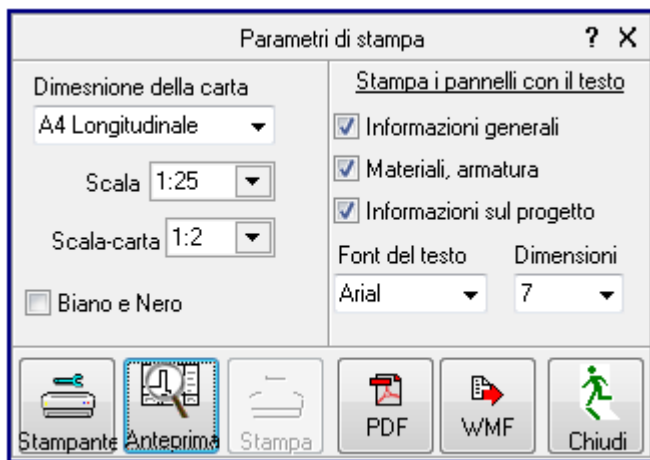
Le quote aggiuntive non sono mantenute.

## 21.2 Stampa e anteprima del disegno

Prima di stampare il disegno è consigliato visualizzare e sistemare i contenuti del disegno.



Cliccare questo pulsante per visualizzare i parametri di stampa.



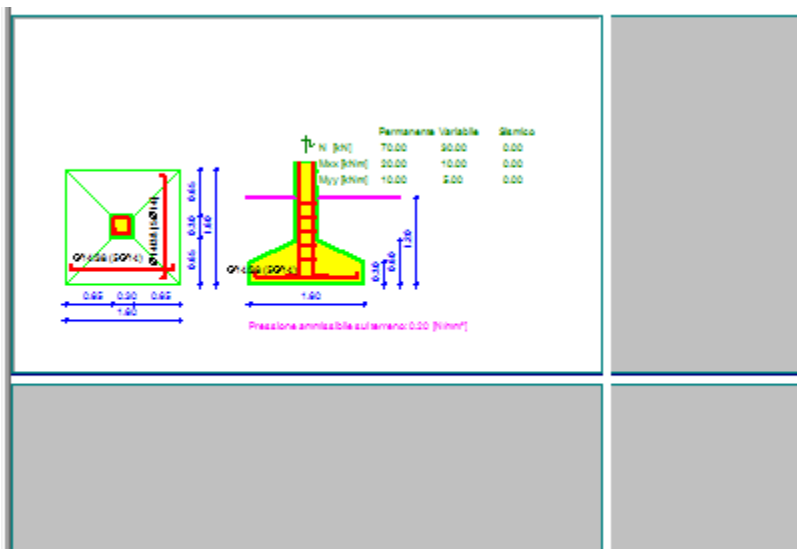
Scegliere Dimensione della carta e l'orientamento, Scala e spuntare Bianco e Nero secondo le necessità e **secondo le caratteristiche della propria stampante**.

Spostare il disegno (cliccando sul disegno e spostando il mouse, tenendo premuto il tasto sinistro) per posizionarlo nel punto desiderato del foglio.

Nel caso in cui le misure dello schermo non permettano di vedere tutto il foglio di disegno scegliendo un'altra Scala del foglio si può scalare l'immagine.

Scegliere dal pannello i testi da inserire nel disegno (Informazioni generali, Materiali, armatura, Informazioni sul progetto). Spuntando i valori, l'area disponibile per il disegno cambia.

Si possono modificare la misura e il carattere dei testi. Attenzione quando si aumenta la dimensione su una pagina A4, spesso sono poi troppo larghi.



Scegliere l'orientamento della pagina: a seconda dei casi il disegno verrà sistemato in modo da adattarsi a tutta l'area di stampa (come si può vedere dalle seguenti immagini).



Anteprima della relazione

Chiudi

Volume di calce del pillo (m³): 1.29 [m³]  
Peso dell'armatura (kg): 21.54 [kg]

**Resistenza ammissibile sul terreno: 0.00 [N/mm²]**

Materiali e barre di armatura						
#	Barre di armatura (mm)	quant.	ϕ/mm	g/m (kg/m)	lunghezza (m)	integrata (kg)
1	T0 L $\varnothing 14$	5	14	1.210	1.590	9.62
2	T0 L $\varnothing 14$	5	14	1.210	1.590	9.62
3	T0 L $\varnothing 8$	2	8	0.395	1.450	1.15
4	T0 L $\varnothing 8$	2	8	0.395	1.450	1.15
<b>Peso totale (kg)</b>						<b>21.54</b>

**Informazioni generali**  
Pilino armato con calce accretiva  
Classe di resistenza del C/S e dell'acciaio: C25/30 - B500E  
Copertura: C=40/3 mm  
Resistenza ammissibile sul terreno: 0.00 [N/mm²]

**Condizioni di calcolo**  
Eurocode 2 (EN 1992-1-1): Criteri generali di progettazione  
Eurocode 1 (EN 1991-1-1): Azioni sulle strutture  
Eurocode 2 (EN 1992-1-1): Progettazione delle strutture di calce  
Eurocode 7 (EN 1997-1-1): Progettazione geotecnica  
Eurocode 5 (EN 1995-5): Progettazione delle strutture per la

**Carichi**

	Permanente	Variable	Seismico
N [kN]	70.00	30.00	0.00
Mx [kNm]	20.00	10.00	0.00
My [kNm]	10.00	5.00	0.00

Progetto: Prj0 26/03/2013

PLINTO-003  
Scala: 1:40 Data: 18/07/2014  
Progettista: Dis. n°:  
Nome file: PIP Firma:  
Eiseko Engineering

BETONexpress  
www.rune1-software.com

0% Page 1 of 1 62%

Anteprima della relazione

Chiudi

Volume di calce del pillo (m³): 1.29 [m³]  
Peso dell'armatura (kg): 21.54 [kg]

**Resistenza ammissibile sul terreno: 0.00 [N/mm²]**

Materiali e barre di armatura						
#	Barre di armatura (mm)	quant.	ϕ/mm	g/m (kg/m)	lunghezza (m)	integrata (kg)
1	T0 L $\varnothing 14$	5	14	1.210	1.590	9.62
2	T0 L $\varnothing 14$	5	14	1.210	1.590	9.62
3	T0 L $\varnothing 8$	2	8	0.395	1.450	1.15
4	T0 L $\varnothing 8$	2	8	0.395	1.450	1.15
<b>Peso totale (kg)</b>						<b>21.54</b>

**Informazioni generali**  
Pilino armato con calce accretiva  
Classe di resistenza del C/S e dell'acciaio: C25/30 - B500E  
Copertura: C=40/3 mm  
Resistenza ammissibile sul terreno: 0.00 [N/mm²]

**Condizioni di calcolo**  
Eurocode 2 (EN 1992-1-1): Criteri generali di progettazione  
Eurocode 1 (EN 1991-1-1): Azioni sulle strutture  
Eurocode 2 (EN 1992-1-1): Progettazione delle strutture di calce  
Eurocode 7 (EN 1997-1-1): Progettazione geotecnica  
Eurocode 5 (EN 1995-5): Progettazione delle strutture per la

**Carichi**

	Permanente	Variable	Seismico
N [kN]	70.00	30.00	0.00
Mx [kNm]	20.00	10.00	0.00
My [kNm]	10.00	5.00	0.00

Progetto: Prj0 26/03/2013

PLINTO-003  
Scala: 1:40 Data: 18/07/2014  
Progettista: Dis. n°:  
Nome file: PIP Firma:  
Eiseko Engineering

BETONexpress  
www.rune1-software.com

0% Page 1 of 1 45%

## 21.3 Pannello di progetto

<input checked="" type="checkbox"/>	Vedi i livelli
<input checked="" type="checkbox"/>	Vedi le proprietà
<input checked="" type="checkbox"/>	Vedi il pannello di progetto

Per visualizzare il pannello dei testi del progetto spuntare "Vedi pannello di progetto" in alto a sinistra.

Il pannello permette di scegliere i testi da includere nel disegno.

Testo sul pannello del progetto		?	X
Progetto	<input checked="" type="checkbox"/> Prj0 26/03/2013		
Titolo-A	<input checked="" type="checkbox"/> PLINTO-003		
Titolo-B	<input checked="" type="checkbox"/>		
Data	<input checked="" type="checkbox"/> 18/07/2014		
Progettista	<input checked="" type="checkbox"/>		
Dis. n°	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nome file	<input checked="" type="checkbox"/> Prj0		
Studio	<input checked="" type="checkbox"/> Eiseko Engineering		

Progetto: titolo del progetto, prende automaticamente il nome del progetto, ma è modificabile.

Titolo-A: preso automaticamente dal nome dell'Oggetto della progettazione.

Titolo-B: a scelta dell'utente

Progettista: a scelta dell'utente

Data: a scelta dell'utente

Dis. N°: a scelta dell'utente

Nome file: a scelta dell'utente


Studio: nome della ditta-studio preso automaticamente dalle impostazioni dei parametri della relazione, vedi paragrafo 24.1.3.

## 21.4 Esportazione del disegno in formato PDF

Dal modulo CAD del programma è possibile esportare il disegno in formato PDF premendo il pulsante evidenziato:

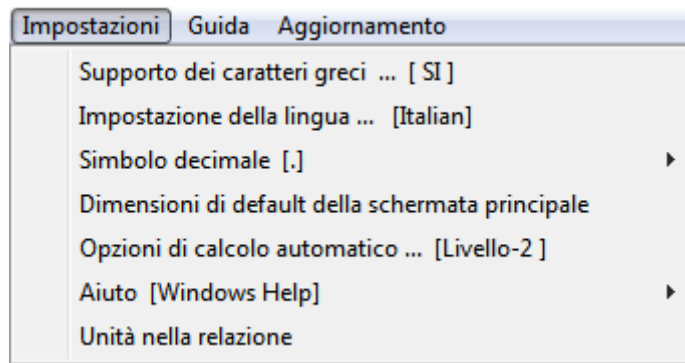


## 21.5 Esportazione del disegno in formato DXF

Dal modulo CAD del programma è possibile esportare il disegno in formato PDF premendo il pulsante . Questo tipo di file può essere letto da Autocad e molti altri Editor di Disegni. Una volta premuto il pulsante appare una finestra per specificare non solo il nome ma anche la dimensione dei testi (in mm) e i simboli decimali (punto o virgola) nel nuovo file.

Salva in formato DXF		?	X
Nome del file	C:\Program Files (x86)\RUNET\BETONexpress\Projects\		
Dimensione del testo mm	5		
Simbolo decimale	Punto (.)		
		Salva come DXF	

## 22 Impostazioni del Programma



### 22.1 Supporto dei caratteri greci

Secondo la notazione usata negli Eurocodici, la relazione contiene molti caratteri greci che servono come simboli matematici. A seconda dell'installazione di Windows® i simboli greci possono apparire correttamente o no. Se ciò non avviene, se si utilizza Windows® XP o 2000 si può aggiungere il supporto per la lingua greca in Windows®. Andare in [Impostazioni /Pannello di Controllo/Impostazioni Internazionali e della Lingua/Avanzate].

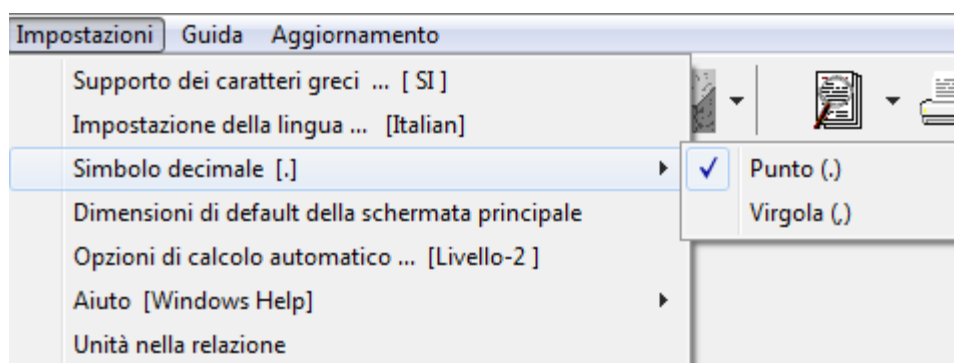
r

Se la versione di Windows® che si sta utilizzando non supporta i simboli greci, allora andare in [Impostazioni/Supporto per i caratteri greci] e selezionare "NO". I caratteri appariranno come lettere: alpha, beta, etc. nella relazione.

### 22.2 Impostazioni Lingua

L'interfaccia del programma e le relazioni sono possibili in varie lingue. Si può scegliere la lingua voluta del programma dal menu [Impostazioni/Impostazione della lingua]. Cambiando la lingua, il programma si chiuderà e una volta riaperto userà la nuova lingua impostata.

### 22.3 Impostazione separatore decimale



Specificare il punto (.) o la virgola (,) come separatore decimale per l'input dei dati e per la visualizzazione dei numeri nelle relazioni.

### 22.4 Misure schermo

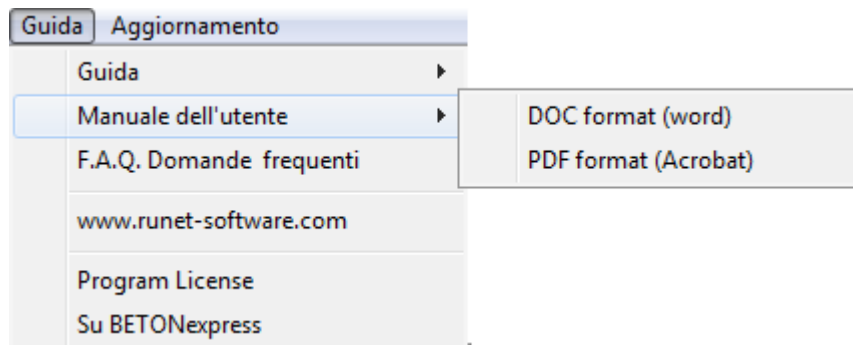
La misura di ogni finestra è stata ottimizzata.

Si può ridimensionare la schermata principale, e la misura viene mantenuta (ogni volta che si apre il programma la schermata principale è impostata automaticamente alla misura dell'ultima volta che è stata utilizzata). Si può rimettere la misura di default cliccando [Impostazioni/Dimensioni di default della schermata principale].

La finestra di calcolo prende un'altezza circa uguale alla finestra principale, e non può superarla.

## 22.5 Guida

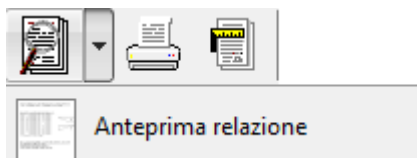
Si può visualizzare l'anteprima o stampare il manuale utente del programma. Sono disponibili due formati, Word® (doc) o Acrobat (pdf).



## 23 Relazioni

Dopo aver progettato l'oggetto di calcestruzzo desiderato, si può generare la relazione completa di alta qualità, che contiene tutti gli oggetti spuntati nella finestra [Oggetti della progettazione]. L'ordine di apparizione nella relazione può essere sistemato con le frecce nella parte inferiore della finestra [Oggetti della progettazione]. In [Impostazioni Relazione] si possono gestire i caratteri, i margini, il logo dell'intestazione o piè di pagina, etc.

### 23.1 Anteprima relazione



L'anteprima della relazione contiene tutti gli oggetti spuntati nella finestra [Oggetti della progettazione]. L'ordine di apparizione nella relazione può essere sistemato con le frecce nella parte inferiore della finestra [Oggetti della progettazione].

**Per visualizzare l'anteprima è necessario aver installato una stampante valida nel computer.** Se si lavora in rete, ci dev'essere una stampante di rete. Altrimenti il sistema darà un messaggio di errore come "Stampante non valida". In tal caso basta semplicemente aggiungere una stampante o collegarsi ad una stampante, oppure selezionare un'altra stampante predefinita.



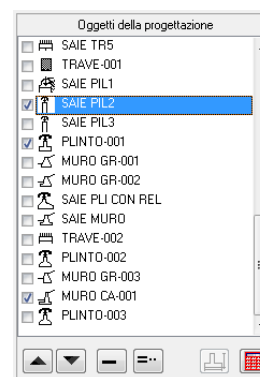
Da [Impostazioni Relazione] si può cambiare l'aspetto della relazione come i caratteri, i margini, il logo dell'intestazione o piè di pagina, etc. In [Impostazioni Relazione/Caratteri, paragrafi], si può spuntare l'opzione "Nuova pagina per ogni capitolo" per iniziare la relazione di ogni singolo oggetto con una nuova pagina.

### 23.2 Printing report

La relazione contiene tutti gli oggetti spuntati nella finestra [Oggetti della progettazione]. L'ordine di apparizione nella relazione può essere sistemato con le frecce nella parte inferiore della finestra [Oggetti della progettazione].

Spuntare gli oggetti da inserire nella relazione

Cambiare l'ordine degli oggetti



**Per visualizzare l'anteprima è necessario aver installato una stampante valida nel computer.** Se si lavora in rete, ci dev'essere una stampante di rete. Altrimenti il sistema darà un messaggio di errore come "Stampante non valida". In tal caso basta semplicemente aggiungere una stampante o collegarsi ad una stampante, oppure selezionare un'altra stampante predefinita.

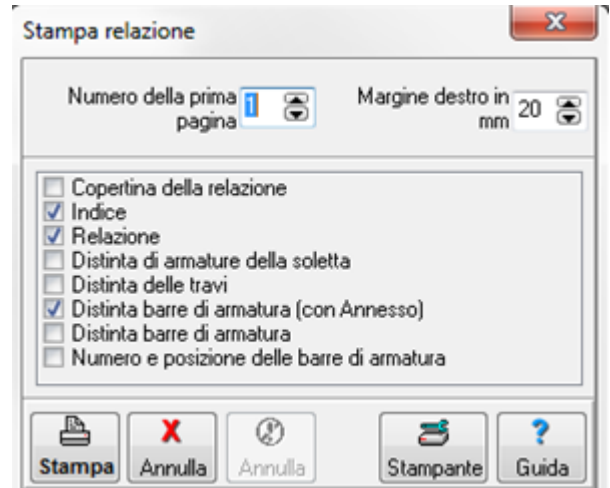


Da [Impostazioni Relazione] si può cambiare l'aspetto della relazione come i caratteri, i margini, il logo dell'intestazione o piè di pagina, etc. In [Impostazioni

Relazione/Caratteri, paragrafi], si può spuntare l'opzione "Nuova pagina per ogni capitolo" per iniziare la relazione di ogni singolo oggetto con una nuova pagina.



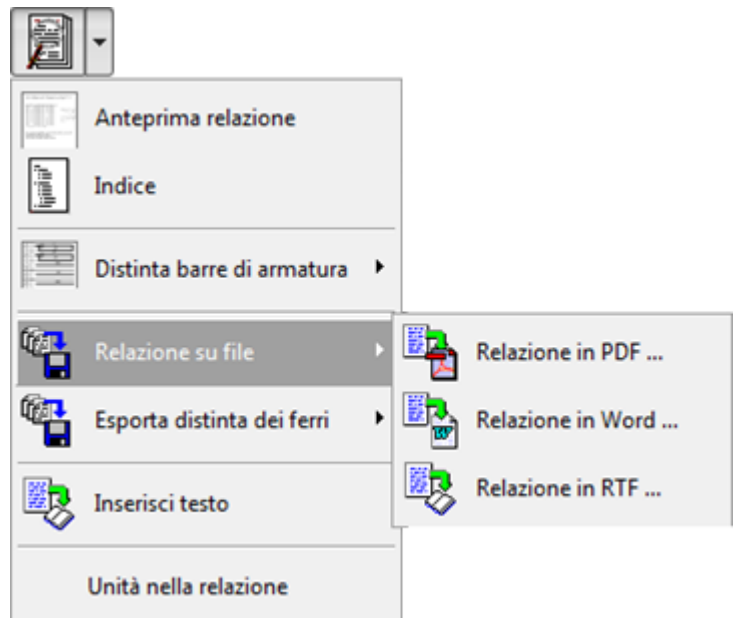
Dalla finestra di dialogo STAMPA si possono cambiare il numero di pagina per la prima pagina e il margine sinistro in mm. Altri parametri possono essere modificati per la relazione.



### 23.3 Esportazione relazione

E' possibile esportare la relazione (solo i testi) in un file RTF, che può essere aperto con Microsoft Word®. Perché le relazioni appaiano ben ordinate in Word®, aprire Word®, selezionare tutto il testo, espandere i margini e impostare il carattere Courier New di misura 10.

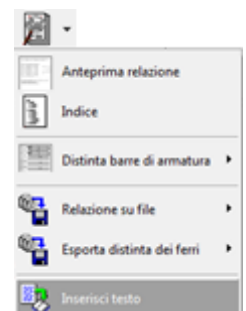
Se la propria versione di Windows® non supporta il set di caratteri greci, i simboli matematici possono non apparire correttamente, a seconda dell'installazione di Windows®. Se ciò non avviene, se si utilizza Windows® XP o 2000 si può aggiungere il supporto per la lingua greca in Windows®. Andare in [Impostazioni /Pannello di Controllo/Impostazioni Internazionali e della Lingua/Avanzate]. Se la versione di Windows® che si sta utilizzando non supporta i simboli greci, allora andare in [Impostazioni/Supporto per i caratteri greci] e selezionare "NO". I caratteri appariranno come lettere: alpha, beta, etc. nella relazione.

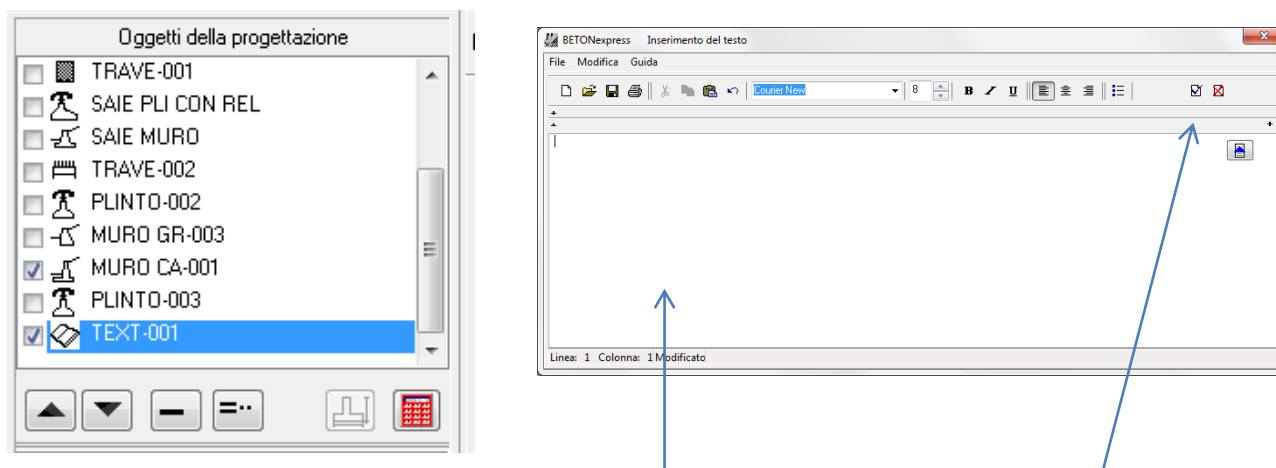


### 23.4 Inserisci testo

Si possono inserire dei testi propri nella relazione, con il comando [Anteprima/Inserisci testo].

Scrivere il testo nella finestra che si apre, o leggerlo da un file \*.rtf. Quest'oggetto di testo sarà trattato come qualsiasi altro oggetto del programma. Può essere salvato come file RTF esterno. Il testo è incluso nella lista della finestra degli Oggetti della Progettazione. Si può spuntare o no per inserirlo o no nella relazione.





### EDITOR DI TESTO

Pulsanti per salvare il testo nella relazione o uscire senza salvare

## 23.5 Modificare la relazione

Per modificare la relazione esportarla nel formato Word® o RTF ed utilizzare Microsoft Word® o qualsiasi editor a vostra disposizione.

## 23.6 Impostazioni di stampa

Selezionare la stampante e selezionare le proprietà come desiderato, la finestra di dialogo è la finestra standard di Windows®.

## 23.7 Problematiche

Simboli matematici, greci.

Secondo la notazione usata negli Eurocodici, la relazione contiene molti caratteri greci che servono come simboli matematici. A seconda dell'installazione di Windows® i simboli greci possono apparire correttamente o no. Se ciò non avviene, se si utilizza Windows® XP o 2000 si può aggiungere il supporto per la lingua greca in Windows®. Andare in [Impostazioni /Pannello di Controllo/Impostazioni Internazionali e della Lingua/Avanzate].

Se la versione di Windows® che si sta utilizzando non supporta i simboli greci, allora andare in [Impostazioni/Supporto per i caratteri greci] e selezionare "NO". I caratteri appariranno come lettere: alpha, beta, etc. nella relazione

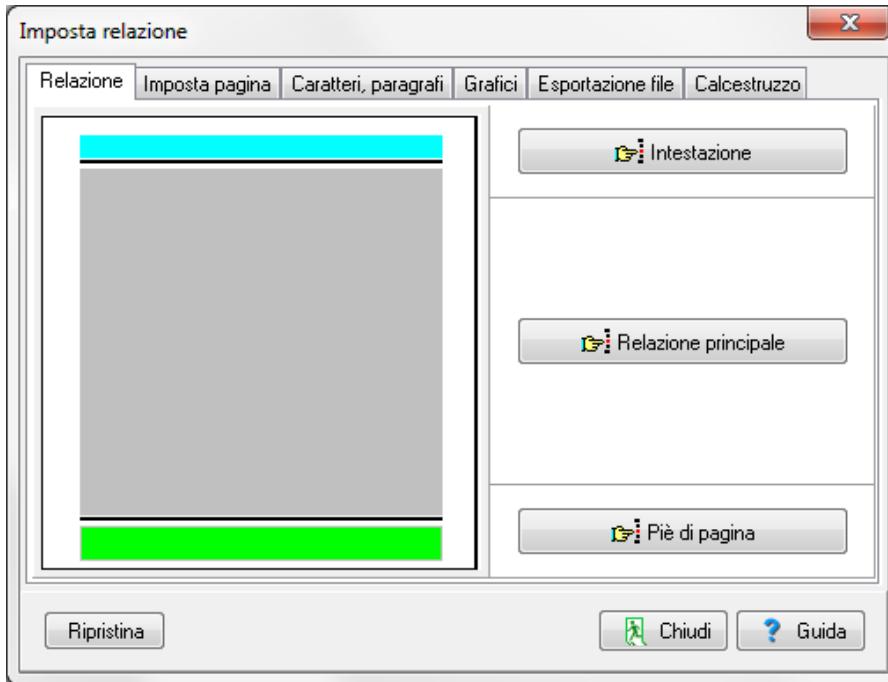
**Per visualizzare l'anteprima è necessario aver installato una stampante valida nel computer.** Se si lavora in rete, ci dev'essere una stampante di rete. Altrimenti il sistema darà un messaggio di errore come "Stampante non valida". In tal caso basta semplicemente aggiungere una stampante o collegarsi ad una stampante, oppure selezionare un'altra stampante predefinita.

**E' consigliato selezionare caratteri non proporzionali per la relazione, come Courier, Courier new, Lucida Console, in modo che la relazione mantenga le formule e le tabelle allineate correttamente.**

## 24 Impostazione parametri della relazione



Dal menu principale selezionare [Impostazione parametri della relazione] per modificare l'aspetto e la stampa della relazione.



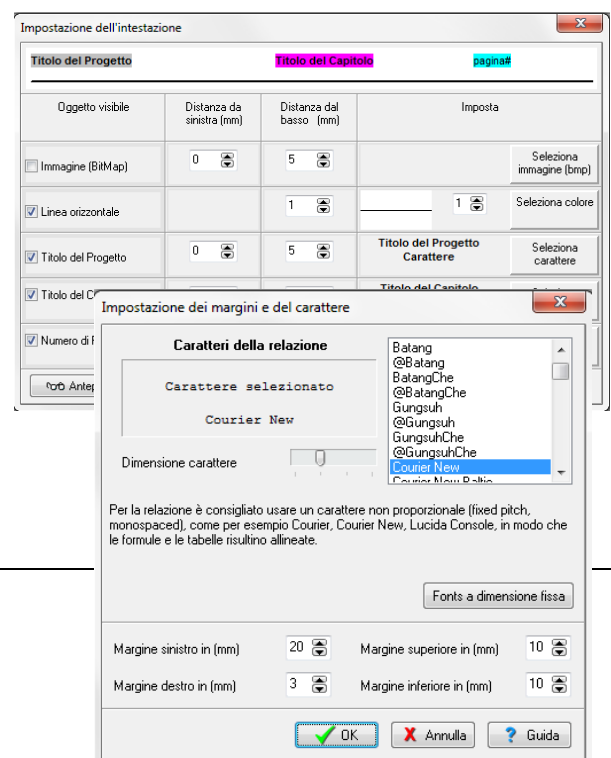
### 24.1 Relazione – impostazione

Intestazione, piè di pagina, misura del foglio, orientamento, distanza righe, margini etc.

#### 24.1.1 Intestazione Relazione

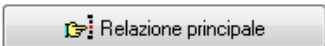


Nell'intestazione si può inserire una piccola immagine (bitmap), una linea orizzontale, un titolo di progetto, il titolo del capitolo, il numero di pagina. Cliccando il quadratino di spunta corrispondente si può scegliere se far apparire o no tutto questo nell'intestazione. La posizione di questi oggetti è regolata dai numeri in mm specificati nelle caselle della colonna 2 e 3. Nell'ultima colonna si possono impostare i caratteri, selezionare una bitmap come icona, o lo spessore e colore della linea. Prima del numero di pagina si può inserire un testo (es: Pag.). Con i pulsanti in basso si può vedere l'anteprima o stampare un esempio d'intestazione della relazione.



#### 24.1.2 Main report

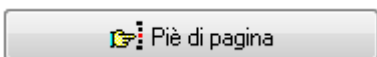




Si selezionano il tipo del carattere e la sua dimensione. **E' consigliato selezionare caratteri non proporzionali, come Courier, Courier new, Lucida Console, in modo che la relazione mantenga le formule e le tabelle allineate correttamente.**

Si possono anche specificare i margini (sinistro, destro, superiore, inferiore) in millimetri (mm).

### 24.1.3Piè di pagina relazione



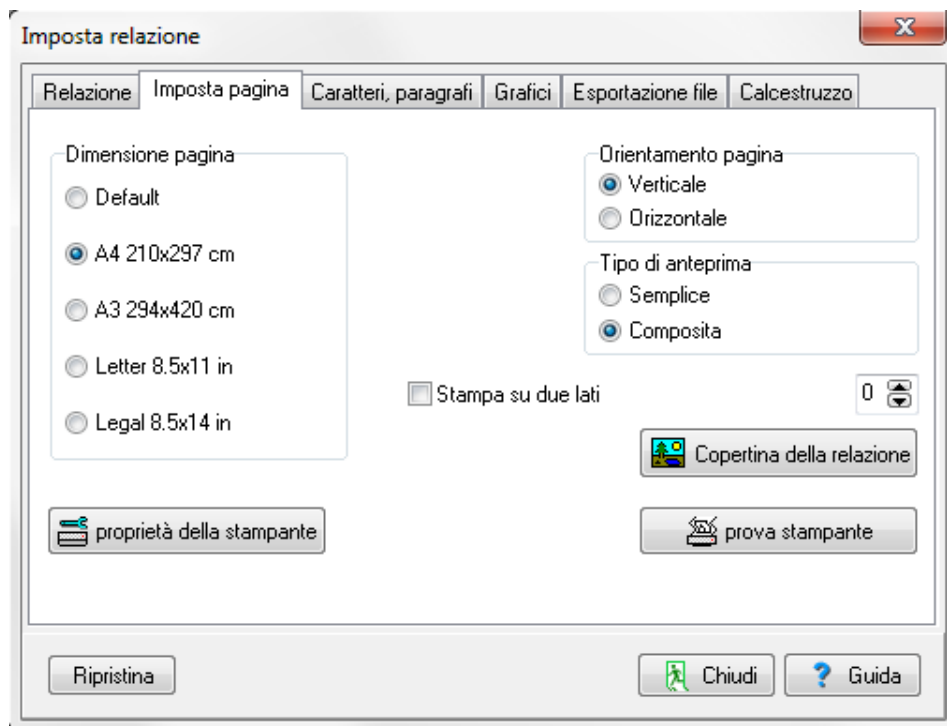
Nel piè di pagina Nel piè di pagina Npossono essere inseriti il logo della ditta, il nome del file del progetto, il sottotitolo della relazione o il titolo del capitolo, la data e una linea orizzontale divisoria. Cliccando il quadratino di spunta corrispondente si può scegliere se far apparire o no tutto questo. La posizione di questi oggetti è regolata dai numeri in mm specificati nelle caselle della colonna 2 e 3. Nell'ultima colonna si possono impostare i caratteri, lo spessore e colore della linea. Prima del numero di pagina si può inserire un testo (es: Pag.). Con i pulsanti in basso si può vedere l'anteprima o stampare un esempio di piè di pagina.

Impostazione del piè di pagina

Logo della società	Eiseko Engineering		
Oggetto visibile	Distanza da sinistra (mm)	Distanza dall'alto (mm)	Imposta
<input checked="" type="checkbox"/> Linea orizzontale		0	_____ 1 Selezione colore
<input checked="" type="checkbox"/> Logo della società	50	0	<b>Logo della società</b> Carattere Selezione carattere
<input checked="" type="checkbox"/> Nome file	50	5	Nome file Carattere Selezione carattere
<input checked="" type="checkbox"/> Data della relazione	130	5	Data della relazione Carattere Selezione carattere
<input checked="" type="checkbox"/> Sottotitolo della relazione	130	0	Sottotitolo della relazione Carattere Selezione carattere

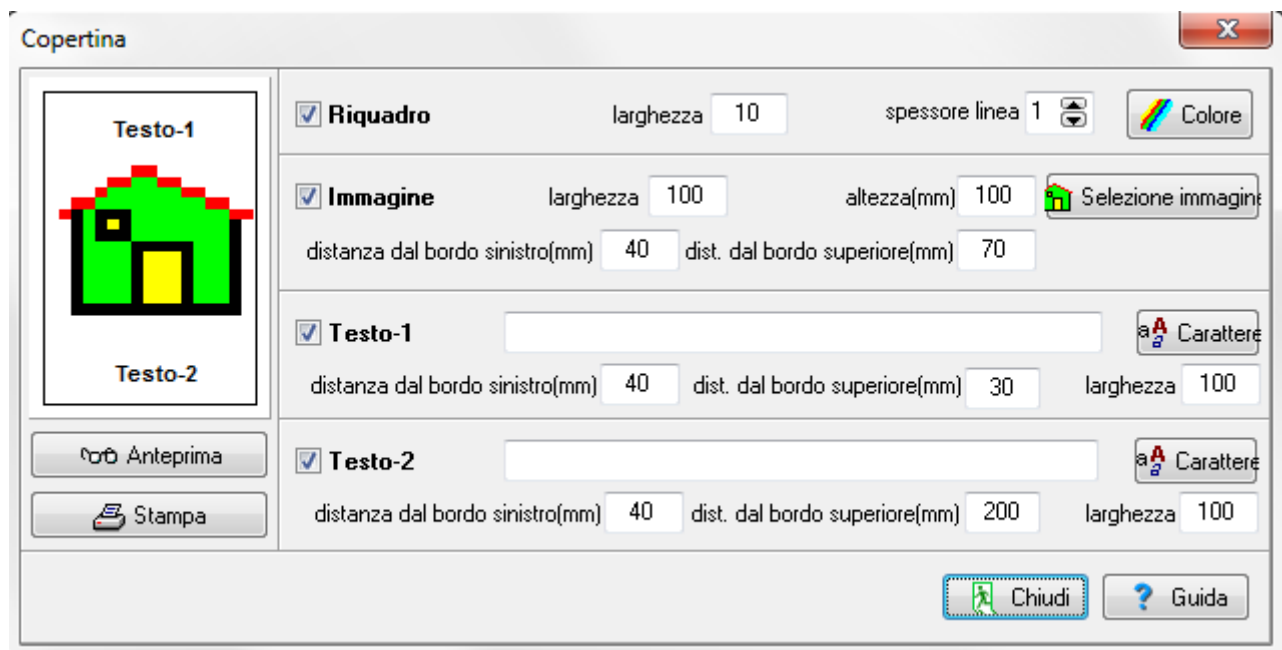
Logo della società
Sottotitolo della relazione  
Nome file
Data della relazione

## 24.2 Impostazione pagina



### 24.2.1 Copertina relazione

Si può progettare la propria copertina della relazione: si può inserire un riquadro (contorno), definendone spessore, larghezza e colore; un'immagine (da file bitmap), definendone posizione e dimensioni; infine due linee di testo, definendone carattere, posizione e ovviamente il testo.



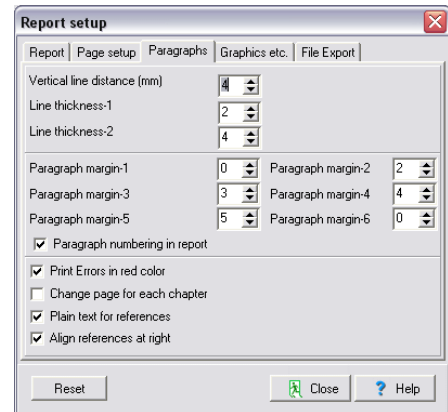
### 24.2.2 Caratteri, paragrafi

Definizione interlinea.

Se si spunta **[Nuova pagina per ogni capitolo]**, i calcoli di ogni Oggetto della progettazione inizieranno in una nuova pagina.

Se si spunta **[Stampa errori in colore]**, gli avvertimenti saranno stampati nel colore selezionato (cliccando sul quadratino in fianco al pallino colorato è possibile scegliere i colori dalla palette di Windows®).

Si possono sistemare gli spessori delle linee e i margini dei paragrafi (la rientranza rispetto ai margini della pagina già impostati in [Imposta Relazione/Relazione/Relazione principale]), espressi in caratteri (non in mm).



```

paragraph margin-1 —————| Computations of structure object : COLUMN-001
paragraph margin-2 —————| Column cross section in biaxial bending
                               |
                               | EC 2, Table 2.3 (ac=1.50, as=1.15)
paragraph margin-3 —————| Concrete-Steel class: C25/30-S500, Concrete cover (EC 2, §4.1.3.3)
                               |
                               | Column of rectangular cross section b=0.300 m, h=0.300 m
paragraph margin-3 —————| Loads, axial Nsd=100.00 kN, moments Msdxx=0.00 kNm, Msdyy=0.00 kNm
                               |
                               | Msdxx= 0.0 kNm isdxx=(Msdxx/bh2fc'd)= 0.0/(0.300x0.3002x16700
                               | Msdyy= 0.0 kNm isdyy=(Msdyy/hb2fc'd)= 0.0/(0.300x0.3002x16700
                               | Nsd =- 100.0 kN vd=(Id/(bhfc'd)) =- 100.0/(0.300x0.300 x16700
                               | from biaxial bending with compression diaqrans utot=0.10
    
```

## 25 Strumenti di ingegneria

### 25.1 Conversione delle unità di misura

Selezionare in alto la scheda con il tipo di unità di misura da convertire, inserire il valore nella prima casella di testo e selezionare dalla tendina delle unità l'unità di partenza. Selezionare poi nell'ultimo menu a tendina l'unità in cui si vuole avere il risultato e il programma calcola il valore inserendolo nella casella in grassetto (la terza).

Conversione delle unità di misura © RUNET®

Lunghezza Area Volume Forza Tensione Massa Massa volumica

**Lunghezza**

12.3 m = 40.36 ft

	m	cm	mm	ft	in
m	1.000	100.00	1000.00	3.281	39.37
cm	0.01000	1.000	10.00	0.03281	0.39370
mm	0.00100	0.10000	1.000	0.00328	0.03937
ft	0.30480	30.48	304.80	1.000	12.00
in	0.02540	2.540	25.40	0.08333	1.000

Chiudi Guida

RISULTATO

Conversione delle unità di misura © RUNET®

Lunghezza Area Volume Forza Tensione Massa Massa volumica

**Tensione**

1.3 N/m²=Pa = 1.326E-005 kgf/cm²

	N/m²=Pa	N/mm²	kgf/cm²	psf	psi
N/m²=Pa	1.000	1.000E-006	1.020E-005	0.02088	1.450E-004
N/mm²	1.000E+006	1.000	10.20	2.088E+004	145.01
kgf/cm²	9.810E+004	0.09810	1.000	2.048E+003	14.22
psf	47.89	4.789E-005	4.882E-004	1.000	0.00695
psi	6.896E+003	0.00690	0.07030	144.00	1.000

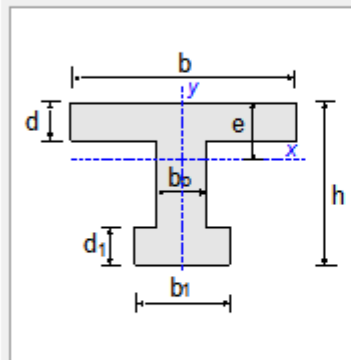
Chiudi Guida

## 25.2 Proprietà delle sezioni

### 25.2.1 Calcolo delle proprietà delle sezioni

Proprietà delle sezioni: inserendo le dimensioni  $b$ ,  $h$ , etc., sono calcolate le proprietà quali area, momenti d'inerzia, moduli di resistenza.

Proprietà della sezione © RUNET®



$b = 120$        $b_o = 25$   
 $h = 60$          $d = 15$   
 $b1 =$              $d1 =$

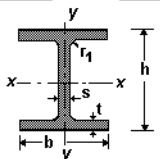
$A = 2.9250E+003$        $e = 19.0385$   
 $I_{xx} = 8.4667E+005$        $I_{yy} = 2.2186E+006$   
 $W_{xx1} = 4.4472E+004$        $W_{yy} = 3.6977E+004$   
 $W_{xx2} = 2.0670E+004$        $I_t = 3.1630E+005$

A: Area della sezione, e: distanza del centroide,  $I_{xx}$ ,  $I_{yy}$ : momenti d'inerzia,  $W_{xx}$ ,  $W_{yy}$ : Modulo di resistenza della sezione,  $I_t$ : Momento di inerzia torsionale

Chiudi Guida

### 25.2.2 Profili in acciaio sagomati a caldo

Profili in acciaio sagomati a caldo



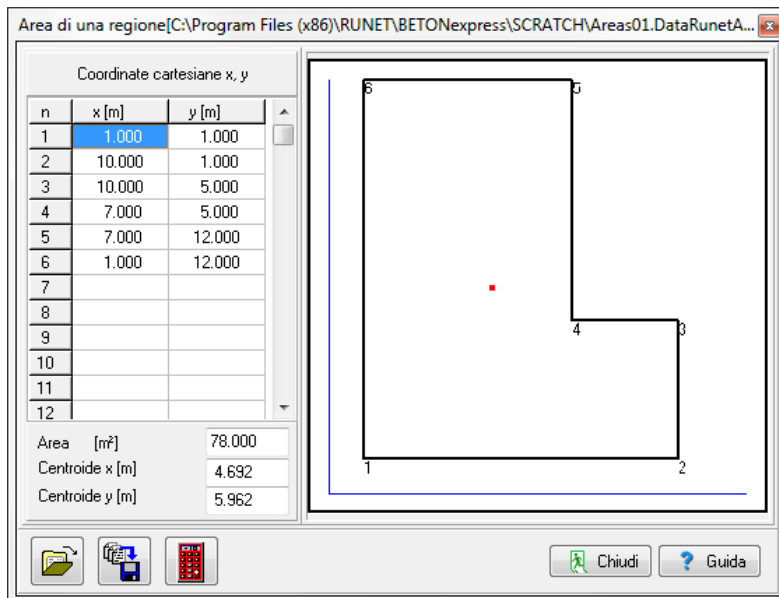
Geometrical characteristics of prototype rolled steel shapes (DIN 1025 - October 1963)

section number	h	b	s	t	r <sub>1</sub>	F	G	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>
IPB	mm					cm <sup>2</sup>	Kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
100	100	100	6	10	12	26.0	20.4	450	89.9	4.16	167	33.5	2.53
120	120	120	6.5	11	12	34.0	26.7	864	144	5.04	318	52.9	3.06
140	140	140	7	12	12	43.0	33.7	1510	216	5.93	550	76.5	3.58
160	160	160	8	13	15	54.3	42.6	2490	311	6.78	889	111	4.05
180	180	180	8.5	14	15	65.3	51.2	3830	426	7.66	1360	151	4.57
200	200	200	9	15	18	78.1	61.3	5700	570	8.54	2000	200	5.07
220	220	220	9.5	16	18	91.0	71.5	8090	736	9.43	2840	258	5.59
240	240	240	10	17	21	106.0	83.2	11260	938	10.30	3920	327	6.08
260	260	260	10	17.5	24	118.0	93.0	14920	1150	11.20	5130	395	6.58
280	280	280	10.5	18	24	131.0	103.0	19270	1380	12.10	6590	471	7.09
300	300	300	11	19	27	149.0	117.0	25170	1680	13.00	8560	571	7.58
320	320	300	11.5	20.5	27	161.0	127.0	30820	1930	13.80	9240	616	7.57
340	340	300	12	21.5	27	171.0	134.0	36560	2160	14.60	9690	648	7.53
360	360	300	12.5	22.5	27	181.0	142.0	43190	2400	15.50	10140	676	7.49
400	400	300	13.5	24	27	198.0	155.0	57680	2880	17.10	10820	721	7.40
450	450	300	14	26	27	218.0	171.0	79890	3550	19.10	11720	781	7.33
500	500	300	14.5	28	27	239.0	187.0	107200	4290	21.20	12620	842	7.27
550	550	300	15	29	27	254.0	199.0	136700	4970	23.20	13060	872	7.17
600	600	300	15.5	30	27	270.0	212.0	171000	5700	25.20	13530	902	7.06
650	650	300	16	31	27	286.0	225.0	210600	6480	27.10	13980	932	6.99
700	700	300	17	32	27	306.0	241.0	258900	7340	29.00	14440	963	6.87
800	800	300	17.5	33	30	334.0	262.0	359100	8980	32.80	14900	994	6.68
900	900	300	18.5	35	30	371.0	291.0	494100	10980	36.50	15820	1050	6.53
1000	1000	300	19	36	30	400.0	314.0	644700	12890	40.10	16280	1090	6.36

Chiudi Guida

## 25.3 Area calcoli

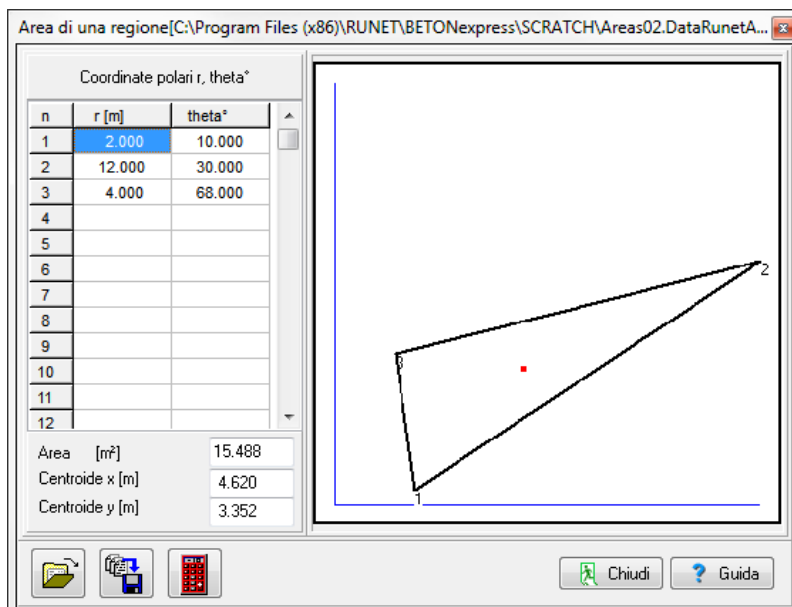
### 25.3.1 Area di regione con coordinate cartesiane x,y



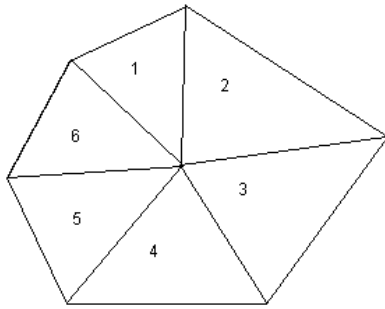
Per trovare l'area e il baricentro di una sezione più o meno complicata, dare i punti dei vertici della sezione con coordinate cartesiane x,y. Sulla destra appare il disegno della sezione, il baricentro è indicato come un punto rosso. Con i pulsanti in basso si possono salvare i dati in un file o caricare un file salvato.

### 25.3.2 Area di regione con coordinate polari r, theta

Per trovare l'area e il baricentro di una sezione più o meno complicata, dare i punti dei vertici della sezione con coordinate polari r, theta. Sulla destra appare il disegno della sezione, il baricentro è indicato come un punto rosso. Con i pulsanti in basso si possono salvare i dati in un file o caricare un file salvato.



### 25.3.3 Area di regione risultante dalla somma dei triangoli



Area di una regione[C:\Program Files (x86)\RUNET\BETONexpress\SCRATCH\Are...]

Lunghezza dei lati del triangolo [m]

triangolo	lato AB [m]	lato BC [m]	lato CA [m]	area ABC [m²]
1	3.000	4.000	5.000	6.000
2	3.000	4.000	5.000	6.000
3	4.000	4.000	4.000	6.928
4	3.000	2.000	2.500	2.480
5	5.000	7.000	8.000	17.321
6	3.000	7.000	5.000	6.495
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Area [m²] 45.224

Chiudi Guida

### 25.4 Travi a una campata

Statico Travi a una campata © RUNET®

Forza di taglio, momento flettente, Spostamenti

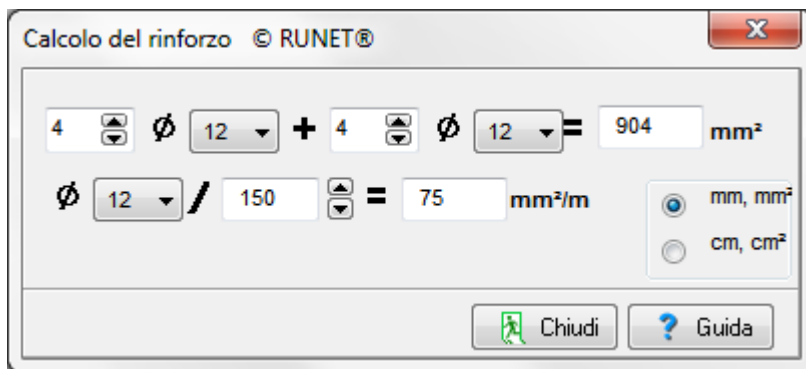
x [m]	V [kN]	M [kNm]	y [Nmm²/EI]
0.000	118.50	0.00	y:=0.00E+000
1.000	111.03	118.26	y:=1.29E+015
2.000	97.60	220.07	y:=2.46E+015
3.000	78.22	308.48	y:=3.41E+015
4.000	52.90	374.53	y:=4.05E+015
4.000	52.90	374.53	y:=4.05E+015
5.000	21.63	412.29	y:=4.32E+015
5.000	19.63	412.29	y:=4.32E+015
5.555	-1.64	417.76	y:=4.28E+015
6.000	-16.60	414.13	y:=4.17E+015
7.000	-56.77	377.77	y:=3.60E+015
8.000	-100.90	299.27	y:=2.66E+015
9.000	-148.98	174.66	y:=1.41E+015
10.000	-201.00	0.00	y:=0.00E+000

www.runet.eu

Stampa Guida Chiudi

## 25.5 Rinforzo

### 25.5.1 Calcolo del rinforzo



### 25.5.2 Aree delle barre del rinforzo

Aree delle barre di rinforzo [mm<sup>2</sup>] © RUNET®

Ø [mm]	G kg/m	n= 1	n= 2	n= 3	n= 4	n= 5	n= 6	n= 7	n= 8	n= 9	n=10
4	0.099	13	25	38	50	63	76	88	101	113	126
5	0.154	20	39	59	78	98	118	137	157	176	196
6	0.222	28	57	85	113	141	170	198	226	255	283
7	0.302	38	77	115	154	192	231	269	308	346	385
8	0.395	50	101	151	201	252	302	352	402	453	503
10	0.617	79	157	236	314	393	471	550	628	707	785
12	0.888	113	226	339	452	565	678	791	904	1017	1130
14	1.210	154	308	462	616	770	924	1078	1232	1386	1540
16	1.580	201	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	2010
18	2.000	254	508	762	1016	1270	1524	1778	2032	2286	2540
20	2.470	314	628	942	1256	1570	1884	2198	2512	2826	3140
22	2.980	380	760	1140	1520	1900	2280	2660	3040	3420	3800
24	3.550	452	904	1356	1808	2260	2712	3164	3616	4068	4520
25	3.850	491	982	1473	1964	2455	2946	3437	3928	4419	4910
26	4.170	531	1062	1593	2124	2655	3186	3717	4248	4779	5310
28	4.830	616	1232	1848	2464	3080	3696	4312	4928	5544	6160
30	5.550	707	1414	2121	2828	3535	4242	4949	5656	6363	7070
32	6.310	804	1608	2412	3216	4020	4824	5628	6432	7236	8040

mm, mm<sup>2</sup> (selected)    cm, cm<sup>2</sup>

Aree delle barre di rinforzo [mm<sup>2</sup>]

Buttons: Chiudi, Guida



### 25.5.3 Barre di rinforzo della soletta

Rinforzo della soletta [mm<sup>2</sup>/m] © RUNET®

∅ [mm]/d[mm]	d= 50	d= 75	d= 100	d= 125	d= 150	d= 175	d= 200	d= 225	d= 250	d= 275	d= 300	d= 325	d= 350	d= 375	d= 400	d= 425	d= 450
∅ = 4	252	168	126	101	84	72	63	56	50	46	42	39	36	34	32	30	28
∅ = 5	392	261	196	157	131	112	98	87	78	71	65	60	56	52	49	46	44
∅ = 6	566	377	283	226	189	162	141	126	113	103	94	87	81	75	71	67	63
∅ = 7	770	513	385	308	257	220	192	171	154	140	128	118	110	103	96	91	86
∅ = 8	1006	671	503	402	335	287	252	224	201	183	168	155	144	134	126	118	112
∅ =10	1570	1047	785	628	523	449	393	349	314	285	262	242	224	209	196	185	174
∅ =12	2260	1507	1130	904	753	646	565	502	452	411	377	348	323	301	282	266	251
∅ =14	3080	2053	1540	1232	1027	880	770	684	616	560	513	474	440	411	385	362	342
∅ =16	4020	2680	2010	1608	1340	1149	1005	893	804	731	670	618	574	536	502	473	447
∅ =18	5080	3387	2540	2032	1693	1451	1270	1129	1016	924	847	782	726	677	635	598	564
∅ =20	6280	4187	3140	2512	2093	1794	1570	1396	1256	1142	1047	966	897	837	785	739	698
∅ =22	7600	5067	3800	3040	2533	2171	1900	1689	1520	1382	1267	1169	1086	1013	950	894	844
∅ =24	9040	6027	4520	3616	3013	2583	2260	2009	1808	1644	1507	1391	1291	1205	1130	1064	1004
∅ =25	9820	6547	4910	3928	3273	2806	2455	2182	1964	1785	1637	1511	1403	1309	1227	1155	1091
∅ =26	10620	7080	5310	4248	3540	3034	2655	2360	2124	1931	1770	1634	1517	1416	1327	1249	1180
∅ =28	12320	8213	6160	4928	4107	3520	3080	2738	2464	2240	2053	1895	1760	1643	1540	1449	1369
∅ =30	14140	9427	7070	5656	4713	4040	3535	3142	2828	2571	2357	2175	2020	1885	1768	1664	1571
∅ =32	16080	10720	8040	6432	5360	4594	4020	3573	3216	2924	2680	2474	2297	2144	2010	1892	1787

mm, mm<sup>2</sup>    cm, cm<sup>2</sup>    Rinforzo della soletta [mm<sup>2</sup>/m]    Chiudi    Guida

### 25.5.4 Ancoraggi

Lunghezze di ancoraggio [cm] (EN1992-1-1, §8.4.2) © RUNET®

	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
∅ ->	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
I	19	26	32	38	45	51	57	64	70	76	83	89	95	102
II	28	37	46	55	64	73	82	91	100	109	118	127	136	145

S220    S400    S400s    S500    S500s    B500A    B500B    B500C    B450C    S670/800

I condizioni di aderenza buone, II condizioni di aderenza scarse (EC2 EN1992-1-1:2004, §8.4.2, fig.8.2)    Chiudi    Guida

### 25.6 Coefficienti della pressione del terreno

### 25.6.1 Pressione terrestre attiva

Coefficienti di spinta attiva di Coulomb © RUNET®

	$\beta = -20^\circ$	$\beta = -10^\circ$	$\beta = 0^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 20^\circ$	$\beta = 30^\circ$
$\theta = 20^\circ$	0.391	0.441	0.498	0.572	0.687	1.169
$\theta = 10^\circ$	0.331	0.366	0.407	0.461	0.548	0.925
$\theta = 0^\circ$	0.279	0.304	0.333	0.374	0.441	0.750
$\theta = -10^\circ$	0.232	0.249	0.270	0.301	0.353	0.614
$\theta = -20^\circ$	0.185	0.197	0.212	0.234	0.274	0.498

$\delta = 0^\circ$	$\delta = 5^\circ$	$\delta = 10^\circ$	$\delta = 15^\circ$	$\delta = 20^\circ$	$\delta = 25^\circ$	$\delta = 30^\circ$
$\varphi = 10^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 20^\circ$	$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi = 35^\circ$	$\varphi = 40^\circ$
$\varphi = 45^\circ$						

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

Chiudi Guida

### 25.6.2 Pressione terrestre passiva

Coefficienti di spinta passiva di Coulomb © RUNET®

	$\beta = -20^\circ$	$\beta = -10^\circ$	$\beta = 0^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 20^\circ$	$\beta = 30^\circ$
$\theta = 20^\circ$	1.169	1.698	2.274	2.952	3.809	4.988
$\theta = 10^\circ$	1.325	1.890	2.535	3.343	4.450	6.154
$\theta = 0^\circ$	1.548	2.204	3.000	4.080	5.737	8.743
$\theta = -10^\circ$	1.883	2.717	3.815	5.482	8.497	15.736
$\theta = -20^\circ$	2.413	3.596	5.338	8.466	15.967	49.727

$\delta = 0^\circ$	$\delta = 5^\circ$	$\delta = 10^\circ$	$\delta = 15^\circ$	$\delta = 20^\circ$	$\delta = 25^\circ$	$\delta = 30^\circ$
$\varphi = 10^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 20^\circ$	$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi = 35^\circ$	$\varphi = 40^\circ$
$\varphi = 45^\circ$						

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

Chiudi Guida

## 26 Eurocodici

Gli Eurocodici sono normative standard per il progetto strutturale e geotecnico di edifici e di opere d'ingegneria civile. Queste normative standard sono un insieme di regole tecniche armonizzate per le opere d'ingegneria civile, per i membri della Comunità Europea.

I Documenti Applicativi Nazionali (NAD in Italia) sono gli standard nazionali per adattare gli Eurocodici alle singole nazioni.

Gli Eurocodici strutturali sono:

Eurocodice 0	1990:2002	Criteri generali di progettazione strutturale
Eurocodice 1	EN 1991-1-1:2002	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
	EN 1991-1-2:2002	Azioni sulle strutture - Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
	EN 1991-1-3:2003	Azioni sulle strutture- Azioni in generale – Carichi da neve
	EN 1991-1-4:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni del vento
	EN 1991-1-5:2003	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni termiche
	EN 1991-1-6:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni durante la costruzione
	EN 1991-1-7:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni eccezionali
Eurocodice 2	EN 1992-1-1:2004	Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Regole generali e regole per gli edifici
	EN 1992-1-2:2004	Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 3	EN 1993-1-1:2005	Progettazione delle strutture di acciaio
Eurocodice 4	EN 1994-1-1:2004	Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, Regole generali e regole per gli edifici
Eurocodice 5	EN 1995-1-1:2003	Progettazione delle strutture in legno- General – Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici
	EN 1995-1-2:2003	Progettazione delle strutture in legno – Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 6	EN 1996-1-1:2005	Progettazione delle strutture in muratura, Regole generali per strutture di muratura armata e non armata
	EN 1996-1-2:2005	Progettazione delle strutture in muratura, Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 7	EN 1997-1:2004	Progettazione geotecnica – Regole generali
Eurocodice 8	EN 1998-1:2004	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
	EN 1998-5:2004	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
Eurocodice 9	EN 1999-1-1	Progettazione delle strutture in alluminio, Regole generali

## 26.1 Eurocodice 0 EN 1990:2002, Combinazione di carichi

Secondo l'Eurocodice EN 1990:2002 i valori di progetto per le azioni dovrebbero essere combinati come  $\Sigma\gamma G_{j,j} G_{k,j} + \gamma Q_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma\gamma Q_{i,i} \psi Q_{i,i} Q_{ki}$

Fattori per combinazioni permanenti e accidentali, Eurocodice 0 Annesso A1.

Valori comuni per questi fattori sono  $\gamma_G=1.35$ , and  $\gamma_Q=1.50$ .

## 26.2 Eurocodice 2, progetto calcestruzzo

### 26.2.1 Calcestruzzo (Eurocodice 2 §3.1)

La classe di resistenza del calcestruzzo è classificata dalla resistenza cilindrica o cubica Eurocodice 2 §3.1.2.4.

**fck**: Resistenza caratt. Cilindrica a 28gg

**fck,c**: Resistenza caratt. cubica

**fctm**: Resistenza media Traz. assiale

**fctk0.05**: resistenza a trazione minima

**fctm0.95**: resistenza a trazione max

**fct,fl**: resistenza a trazione e flessione

**fvck**: resistenza a taglio

**Ec**: modulo di elasticità

**Gc**: modulo a taglio

**w**: peso specifico

Il coeff. di Poisson può essere preso=0.20

Coefficiente di espansione termica 0.00001 /°C

Viscosità e ritiro del calcestruzzo

Densità per calcestruzzo a peso normale tra 2000 e 2888 kg/m<sup>3</sup> (valore comune 2400 kg/m<sup>3</sup>).

Classe	fck [MPa]	fck,c [MPa]	fctm [MPa]	fctk0.05 [MPa]	fctm0.95 [MPa]	fct,fl [MPa]	fvck [MPa]	Ec [GPa]	Gc [GPa]	w [kN/m <sup>3</sup> ]
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	5.80	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

fck: resistenza caratteristica a compressione cilindrica a 28 days, fck,c: resistenza caratteristica a compressione cubica, fctm: resistenza a trazione media assiale, fctk0.05: resistenza a trazione minima, fctm0.95: resistenza a trazione massima, fct,fl: resistenza a trazione in flessione, fvck: resistenza a taglio, Ec: modulo elastico, Gc: modulo di elasticità tangenziale, w: peso specifico

### 26.2.2 Acciaio armatura Eurocodice 2, §3.2

L'acciaio dell'armatura è classificato secondo il valore caratteristico della tensione di snervamento **fyk**.

**fyk**: valore caratteristico della tensione di snervamento

**ftk,c**: resistenza a trazione

**Es**: modulo di elasticità

**euk**: allungamento per carico massimo.

**L**: lunghezza barra

Valore medio della densità 7885 kg/m<sup>3</sup>

Coefficiente di espansione termica 0.00001 /°C

Valore caratteristico duttilità


Alta duttilità  $euk > 5\%$  valore di  $(ft/fy)_k > 1.08$


Duttilità Normale  $euk > 2.5\%$ , valore di  $(ft/fy)_k > 1.05$


Classe dell'acciaio	fyk [MPa]	ftk,c [MPa]	Es [GPa]	euk [%]	L [m]
S220	220.00	220.00	200.00	2.50	14.00
S400	400.00	400.00	200.00	2.50	14.00
S400e	400.00	400.00	200.00	7.50	14.00
S500	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
S500e	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B500A	500.00	500.00	200.00	2.50	14.00
B500B	500.00	500.00	200.00	5.00	14.00
B500C	500.00	500.00	200.00	7.50	14.00
B450C	450.00	450.00	200.00	7.50	14.00
S670/800	670.00	800.00	200.00	7.50	14.00

fyk: resistenza caratteristica di snervamento, ftk,c: resistenza a trazione, Es: modulo elastico, euk: deformazione massima, L: lunghezza della barra in acciaio

### 26.2.3 Copriferro, Eurocodice 2 §2.4.1.3.3

Cliccando  si può selezionare il copriferro dalle condizioni ambientali secondo la tabella 4.3N e 4.4N

Classe di esposizione ambientale  

Copriferro (EC2 §4.4.1) [mm]   mm

$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$   $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm EC2 §4.4.1}$

Copriferro è la distanza tra la superficie esterna dell'armatura e la superficie più vicina del calcestruzzo. Il copriferro minimo richiesto a seconda dalle condizioni ambientali è dato in Eurocodice 2 §4.4.1.2.

In generale:

Il copriferro minimo per ambiente secco e per l'interno degli edifici è 15 mm, per ambiente umido senza gelo 20 mm e per ambiente umido con gelo 25 mm. Per ambienti più aggressivi come umidi con gelo e sali anti-gelo o ambiente marino, per componenti in calcestruzzo interni ed esterni il copriferro minimo è 40 mm.

Classe di esposizione ambientale	vita nominale 50 anni	vita nominale 100 anni
XC0: Corrosione indotta da carbonatazione. Interno edifici con poca umidità	C <sub>min</sub> = 10 mm	C <sub>min</sub> = 10 mm
XC1: Corrosione indotta da carbonatazione. Interno edifici con bassa umidità	C <sub>min</sub> = 15 mm	C <sub>min</sub> = 25 mm
XC2: Corrosione indotta da carbonatazione. Fondazioni e calcestruzzo in contatto con acqua	C <sub>min</sub> = 25 mm	C <sub>min</sub> = 35 mm
XC3: Corrosione indotta da carbonatazione. Interni umidi, esterni protetti da pioggia	C <sub>min</sub> = 25 mm	C <sub>min</sub> = 35 mm
XC4: Corrosione indotta da carbonatazione. Sottoposto a cicli acqua-pioggia	C <sub>min</sub> = 30 mm	C <sub>min</sub> = 40 mm
XD1: Corrosione indotta da ioni cloro. Esposti ad atmosfera salina	C <sub>min</sub> = 35 mm	C <sub>min</sub> = 45 mm
XD2: Corrosione indotta da ioni cloro. Piscine ed esposto ad acqua	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XD3: Corrosione indotta da ioni cloro. Cicli acqua salina-asciutto	C <sub>min</sub> = 45 mm	C <sub>min</sub> = 55 mm
XS1: Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Prossimità costa non in contatto acqua	C <sub>min</sub> = 35 mm	C <sub>min</sub> = 45 mm
XS2: Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Permanentemente sotto il mare	C <sub>min</sub> = 40 mm	C <sub>min</sub> = 50 mm
XS3: Corrosione indotta da ioni cloro da acqua marina. Ciclicamente sotto il mare	C <sub>min</sub> = 45 mm	C <sub>min</sub> = 55 mm

$C_{min} = \max\{C_{min,b}, C_{min,dur}, 10\text{mm}\}$   $C_{min,b} = \emptyset$   $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$   $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm EC2 §4.4.1}$  ✖ Annulla

**Altre referenze:**

Stati Limite Ultimi per flessione Eurocodice 2 § 6.1

Taglio Eurocodice 2 § 6.2

Punzonamento, Eurocodice 2 § 6.4

Torsione Eurocodice 2 § 6.3.

### 26.3 Coefficienti di viscosità e ritiro

Il coefficiente di viscosità a tempo infinito è usato nei calcoli degli spostamenti e nelle verifiche sull'apertura delle fessure negli Stati limite di Esercizio (SLE). Si può calcolare il coefficiente di viscosità dai parametri ambientali e dalle dimensioni della sezione secondo EN 1992-1-1:2004, par 3.1.4. e Annesso B.

Coefficiente di deformazione finale (EC2 §3.1.4, Annessi B)	$\varphi(\infty, t_0) =$	2.500	
Tensione di ritiro totale	$\epsilon_{CS} =$	0.300 ‰	

**Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)** X

Calcestruzzo C25/30

condizioni interne 50% condizioni esterne  
 0% 100%

Umidità relativa UR (%) 50 %

Misura ipotetica  $h_0$  ( $h_0=2A_c/u$ ) (mm) 200 mm

Età del calcestruzzo allo sbanco in giorni 10 giorni

Coefficiente di deformazione finale (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1.4, Annessi B)  $\varphi(\infty, t_0) =$  3.222

## 26.4 Eurocodice 7, Progetto geotecnico

Eurocodice 7, EN 1997-1:2004, Progetto geotecnico – Regole Generali, Annesso A, per casi limite EQU STR e GEO.

Fattori parziali per la verifica allo stato limite di equilibrio (EQU), agli stati limite strutturali (STR) e geotecnica (GEO):

**Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

## 26.5 Eurocodice 8, Progettazione sismica

La progettazione sismica è inclusa nel calcolo dei plinti e dei muri di contenimento, Eurocodice 8 Parte 5.

### Nei plinti:

Specificare il carico aggiuntivo verticale e i momenti  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  sulla sommità del plinto dovuti al sisma.

Due combinazioni di carichi di progetto aggiuntive sono trattate secondo l'Eurocodice 8.

\_\_\_\_\_ Carichi -2 P.pr. + perm. +  $\psi_2 \times \text{Accid}$  + Sismico x-x,

\_\_\_\_\_ Carichi -3 P.pr. + perm. +  $\psi_2 \times \text{Accid}$  + Sismico y-y

Una restrizione nella progettazione sismica è data dal rapporto (area plinto efficace)/(area plinto) < coefficiente, definito in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento]. Questo coefficiente ha valore di default 0.50.

### Nei muri di contenimento:

Specificare l'accelerazione al suolo di progetto  $\alpha$ . L'accelerazione orizzontale sismica è presa  $ah = \alpha \times g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

I coefficienti sismici finali orizzontali e verticali che riguardano tutte le masse sono presi secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2:  $kh = \alpha / r$ , e  $k_v = c \times kh$ . I coefficienti  $r$  e  $c$  sono definiti in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento], e i valori usuali sono  $r = 1.50$ ,  $c = 0.50$ .

Nei carichi sismici, l'effetto della forza passiva del terreno è presa in considerazione con un fattore ridotto definito in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento] e ha valore usuale 0.50.

Una restrizione nella progettazione sismica il rapporto (area plinto efficace)/(area plinto) < coefficiente, definito in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento]. Questo coefficiente ha valore di default 0.50.

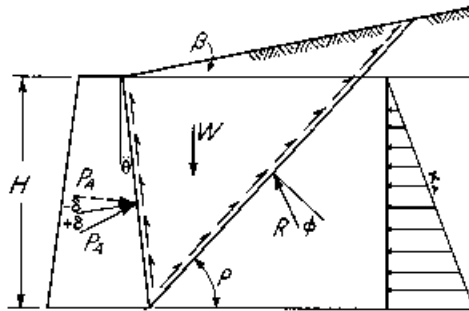
Una restrizione aggiuntiva è che secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, § 7.3.2 3 (6) la resistenza a taglio tra suolo e muro dev'essere minore del rapporto (generalmente  $2/3 = 0.67$ ) della resistenza a taglio del suolo. Questo rapporto è definito in [Parametri/Parametri dei muri di contenimento].

Le forze sismiche aggiuntive, dovute alla spinta del terreno attiva, sono calcolate secondo l'Eurocodice 8 Parte 5, Annesso E, usando la formula di Mononobe-Okabe [ref.]. Perciò la spinta del terreno attiva aumentata con il carico sismico è calcolata come:

$$P_A = \frac{\gamma H^2}{2} K_E$$

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

$\varphi$  angle of internal friction of soil  
 $\delta$  angle of wall friction  
 $\omega = \arctan\left(\frac{a_h}{1 - a_v}\right)$   $a_h, a_v$  horizontal and vertical seismic coefficient



In aggiunta le forze orizzontali e verticali agiscono nel baricentro del muro a causa della sua massa. Queste forze sono uguali a  $F_h = k_h \cdot W$  e  $F_v = k_v \cdot W$ . Dove  $k_h$  e  $k_v$  sono i coefficienti sismici orizzontali e verticali.



## 27 Referenze

Eurocodice 0	1990:2002	Criteri generali di progettazione strutturale
Eurocodice 1	EN 1991-1-1:2002	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
	EN 1991-1-2:2002	Azioni sulle strutture - Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
	EN 1991-1-3:2003	Azioni sulle strutture- Azioni in generale – Carichi da neve
	EN 1991-1-4:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni del vento
	EN 1991-1-5:2003	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni termiche
	EN 1991-1-6:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni durante la costruzione
	EN 1991-1-7:2005	Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni eccezionali
Eurocodice 2	EN 1992-1-1:2004	Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Regole generali e regole per gli edifici
	EN 1992-1-2:2004	Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 3	EN 1993-1-1:2005	Progettazione delle strutture di acciaio
Eurocodice 4	EN 1994-1-1:2004	Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, Regole generali e regole per gli edifici
Eurocodice 5	EN 1995-1-1:2003	Progettazione delle strutture in legno- General – Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici
	EN 1995-1-2:2003	Progettazione delle strutture in legno – Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 6	EN 1996-1-1:2005	Progettazione delle strutture in muratura, Regole generali per strutture di muratura armata e non armata
	EN 1996-1-2:2005	Progettazione delle strutture in muratura, Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
Eurocodice 7	EN 1997-1:2004	Progettazione geotecnica – Regole generali
Eurocodice 8	EN 1998-1:2004	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
	EN 1998-5:2004	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
Eurocodice 9	EN 1999-1-1	Progettazione delle strutture in alluminio, Regole generali

Eurocodice 1 (EC1) ENV 1991  
 Eurocodice 2 (EC2) ENV 1992  
 Eurocodice 6 (EC6) ENV 1996  
 Eurocodice 7 (EC7) ENV 1997

Basi della progettazione e Azioni sulle strutture  
 Progettazione delle strutture di calcestruzzo.  
 Progettazione delle strutture in muratura.  
 Progettazione geotecnica.

Eurocodice 8 (EC8) " *Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 5, Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici*" Draft, January 1991.

Bares R. and Massonet Ch., "*Analysis of beam grids and orthotropic plates*", Frederic Ungar Publishing Co. Inc., New York, 1968,

Marcus H., "*Die vereinfachte Berechnung biegsamer Platten*", 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin, 1929.

Czerny, F., "*Tafeln für vierseitig gelagerte Rechteckplatten*", Beton Kalender, Vol1, W. Ernst und Sohn, Berlin, 1965, pp 233-261.

Mononobe N, "*Earthquake proof construction of masonry dams*", Proceedings, World Engineering Conference, Volume 9, p275, 1929.

Okabe S "*General Theory of Earth Pressure*", Journal of Japanese Society of Civil Engineers, volume 12, No 1, 1926.

Gipson, R. F. "*Principles of Composite Material Mechanics*", McGraw-Hill, New York, 1994

## 28 Annesso 1

### 29 BETONexpress Riga di comando (Read command line file)

BETONexpress può anche funzionare come post-processore per vari Programmi a Elementi Finiti (ANSYS, SAP2000) per eseguire il progetto dell'elemento in calcestruzzo. Il passaggio dei dati tra il BETONexpress e gli altri programmi va eseguito con un file di righe di comando in semplice formato testo. Ogni riga di questo Command line file descrive un oggetto che sarà creato in BETONexpress. I comandi e i dati possono essere letti in BETONexpress e gli Oggetti della progettazione sono creati automaticamente. Il formato del file di righe di comando è spiegato nel paragrafo seguente.

#### 29.1 Come importare il file di comando

1. Cliccare nel menu File/ Read Command Line File
  2. Aprire il file con le righe di comando (.TXT)
  3. Inserire il nome del nuovo file di progetto (\*.BetonExpress).
- ... e gli Oggetti della progettazione sono creati dai comandi e i dati del file di testo.

#### 29.2 Esempio file di comando

MATER BI=4, SI=5, gG=1.35, gQ=1.50

PLATE-1 NM=Slab-1, H=0.20, Cb=15, D=10, Mb=12.10

PLATE-1 NM=Slab-2, H=0.25, Cb=15, D=10.1, Mb=12.30

PLATE-2 NM=Slab-7, TP=0011, H=0.20, Cb=15, D=10, Lx=3.60, Ly=4.00, G=0.80, Q=2.00

PLATE-2 NM=Slab-8, TP=1010, H=0.20, Cb=15, D=10, Lx=3.90, Ly=4.50, G=0.80, Q=2.00

BEAM-1 NM=BeamA-1, BW=0.20, H=0.50, Cb=25, D=14, Mb=48.65, Vs=56.80, Na=12.56

BEAM-1 NM=BeamA-2, BW=0.20, H=0.60, Cb=25, D=14.1, Mb=58.65, Vs=66.80, Na=22.56

BEAM-2 NM=BeamT-5, TP=1, BW=0.20, Bf=1.25, H=0.50, Hf=0.07, Cb=25, D=14, Mb=48.65, Vs=56.80, Na=12.56, L=6.47, SP=0

BEAM-2 NM=BeamT-6, TP=2, BW=0.20, Bf=1.25, H=0.60, Hf=0.07, Cb=25, D=14.1, Mb=58.65, Vs=66.80, Na=22.56, L=7.47, SP=1

MATER BI=5, SI=5, gG=1.35, gQ=1.50

COLUMN-1 NM=Column-1, TP=0, Bx=0.35, By=0.35, Cb=25, D=20, Mx=48.65, My=56.70, Na=-812.16, H=3.50

COLUMN-1 NM=Column-2, TP=1, Bx=0.36, By=0.36, Cb=26, D=22.1, Mx=48.75, My=56.80, Na=-812.26, H=3.60

FOOT-1 NM=Foot-1, Lx=1.50, Ly=1.40, Cx=0.30, Cy=0.40, H=0.70, H1=0.40, Cb=30, D=12, Ng=148.61, Nq=156.71, Qu=0.21, Ws=1.91, Hs=2.1

FOOT-1 NM=Foot21, Lx=1.60, Ly=1.50, Cx=0.40, Cy=0.50, H=0.70, H1=0.40, Cb=30, D=12.1, Ng=128.62, Nq=186.72, Qu=0.22, Ws=1.92, Hs=2.2

### 29.2.1 Spiegazione delle righe di comando

Ogni parte di un comando deve essere separata da virgole ( , )

Le parole di codice (prima parola e parole con =) devono essere esattamente le stesse

Non si fa distinzione tra lettere maiuscole e minuscole

MATER	<b>Materiali e fattori di sicurezza parziali</b>
BS=C16/20	Classe calcestruzzo
SS=S500	Classe acciaio
gG=1.35	$\gamma_G$ Fattore parziale per carichi permanenti
gQ=1.50	$\gamma_Q$ Fattore parziale per carichi accidentali




Se il Comando relativo ai Materiali manca, si impostano i valori di default impostati nel programma nel momento in cui è importato il file.

Possono essere incluse molte carte dei materiali, ognuna riguarda il set dei comandi seguenti.

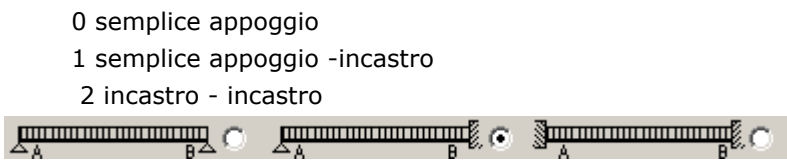
PLATE-1	Sezione della piastra
NM=SLAB-1	Nome dell'oggetto soletta (qualsiasi, fino a 16 caratteri) *** NB. Ogni nome dev'essere unico e non è ripetibile *****
H=0.20	Spessore della soletta in [m].
Cb=15	Copriferro in [mm]
D=10	Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale. Se si usa D=10.1 ->SOLO il diametro 10 mm sarà usato
Mb=12.10	Momento flettente in [kNm/m] per la sezione della soletta.
PLATE-2	Soletta bidimensionale
NM=SLAB-1	Nome dell'oggetto soletta (fino a 16 caratteri)
H=0.20	Spessore della soletta in [m].
Cb=15	Copriferro in [mm]
<b>D=10</b>	Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale. Se si usa D=10.1 ->SOLO il diametro 10 mm sarà usato
TP=0011	Condizioni all'appoggio. 0=semplice appoggio 1=incastro Numeri in ordine appoggio Sx, Basso, Dx, Alto
Lx=3.60	Campata x in [m]
Ly=4.00	Campata y in [m]
g=0.80	Carico permanente uniformemente distribuito in aggiunta al peso proprio in [kN/m <sup>2</sup> ]
q=2.00	Carico accidentale uniformemente distribuito in [kN/m <sup>2</sup> ]
BEAM-1	Sezione trave di sezione ortogonale
NM=BEAMA-1	Nome dell'oggetto (qualsiasi, fino a 16 caratteri).
Cb=25	Copriferro in [mm]

**D=14** Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale.  
 Se si usa D=14.1 ->SOLO il diametro 14 mm sarà usato  
 BW=0.20 Larghezza trave in [m]  
 H=0.50 Altezza trave in [m]  
 Mb=48.65 Momento flettente trave in [kNm]  
 Vs=56.80 Sforzo di taglio trave in [kN]  
 Na=12.56 Forza assiale trave in [kN]

BEAM-2 Sezione trave T  
 NM=BEAMT-5 Nome dell'oggetto (fino a 16 caratteri).  
 Cb=25 Copriferro in [mm]  
**D=14** Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale.  
 Se si usa D=14.1 ->SOLO il diametro 14 mm sarà usato

TP=1 Tipo trave  
 0= ortogonale     
 1=T  
 2=L

BW=0.20 Larghezza trave in [m]  
 Bf=1.25 Larghezza trave efficace in [m]  
 H=0.50 Altezza trave in [m]  
 Hf=0.07 Spessore ala in [m]  
 Mb=48.65 Momento flettente trave in [kNm]  
 Vs=56.80 Sforzo di taglio trave in [kN]  
 Na=12.56 Forza assiale trave in [kN]  
 L=6.47 Luce trave  
 SP=1 Tipo



COLUMN-1 Sezione pilastro corto  
 NM=Column-1 Nome dell'oggetto(fino a 16 caratteri).  
 Cb=25 Copriferro in [mm]  
**D=20** Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale.  
 Se si usa D=20.1 ->SOLO il diametro 20 mm sarà usato

TP=0 Tipo Sezione  
 0, 1 Sezione quadrata  
 2 Sezione circolare (in questo caso Bx=By=D)



Bx=0.35 x lato pilastro in [m]  
 By=0.35 y lato pilastro in [m]  
 Mx=48.65 Momento flettente Mxx in [kNm]

My=56.70	Momento flettente Myy in [kNm]
Na=-812.16	Carico assiale in [kN]
H=3.50	Altezza colonna in [m]
FOOT-1	Sezione
NM=Foot-1	Nome dell'oggetto (fino a 16 caratteri).
<b>Cb=25</b>	Copriferro in [mm]
<b>D=12</b>	Diametro armatura (ottimale). Il programma parte da questo per il diametro ottimale. Se si usa D=12.1 ->SOLO il diametro 12 mm sarà usato
Lx=1.50	Dimensione Plinto x in [m]
Ly=1.40	Dimensione Plinto y in [m]
Cx=0.30	Dimensione Colonna x in [m]
Cy=0.40	Dimensione Colonna y in [m]
H=0.70	Altezza totale plinto in [m]
H1=0.40	Altezza base plinto in [m]
Ng=148.61	Carico permanente verticale in sommità in [kN]
Nq=156.71	Carico accidentale verticale in sommità in [kN]
Qu=0.21	Pressione sul terreno in [N/mm <sup>2</sup> ]
Ws=1.91	Peso specifico terreno in [kN/m <sup>3</sup> ]
Hs=2.1	Altezza Fondazione in [m]