

# **V**erifiche **CA**



**A**xis **VM**  
Il solutore ad elementi finiti

**A**xis **VM**  
Moduli Aggiuntivi

**N**avigator

**V**erifiche **CA**

**V**erifiche **CA** Esistenti



# Indice

<b>Parte I</b>	<b>Verifiche C.A.</b>	<b>5</b>
	Verifiche C.A. ....	5
	Esecuzione verifiche travi, pilastri e setti .....	6
	Modello 3D .....	9
	<b>Travi c.a.</b> .....	<b>13</b>
	Collegamento con Modello 3D .....	13
	Calcolo travi singole .....	13
	Inserimento geometria.....	13
	L'ambiente di lavoro .....	14
	Presentazione dei dati in tabelle .....	16
	Parametri di calcolo .....	17
	Opzioni previste .....	17
	Calcolo secondo NTC08 .....	18
	Calcolo automatico delle armature .....	18
	Progetto simulato delle armature per le strutture esistenti .....	18
	Completa gestione delle armature .....	19
	Diagrammi di autocontrollo dei risultati .....	20
	Computo automatico dei materiali .....	20
	Sintesi risultati di progetto .....	21
	Disegno delle armature .....	22
	Relazione di calcolo .....	23
	<b>Pilastri c.a.</b> .....	<b>25</b>
	Calcolo e disegno armature di pilastri .....	25
	Sintesi risultati di progetto .....	27
	Parametri di calcolo .....	28
	Disegno delle armature .....	29
	Relazione di calcolo .....	30
	<b>Gerarchia delle resistenze</b> .....	<b>31</b>
	<b>Piastre e setti</b> .....	<b>36</b>
	<b>Verifiche C.A. Setti</b> .....	<b>41</b>
	Definizione dell'ambiente operativo.....	43
	Griglia Setti.....	45
	Griglia Sezioni.....	45
	Visualizzazione Sezione.....	46
	Visualizza 3D.....	46
	Inserimento/Visualizzazione/Modifica geometria.....	47
	Inserimento/Visualizzazione sollecitazioni .....	48
	Gestione armatura.....	49
	Risultati.....	50
	Disegno delle armature.....	51
	Relazione di calcolo.....	52
<b>Parte II</b>	<b>Verifiche C.A. Fondazioni</b>	<b>54</b>
	Travi rovesce/graticci/plinti di fondazione .....	57

<b>Travi rovesce e graticci .....</b>	<b>57</b>
<b>Plinti di fondazione .....</b>	<b>59</b>
<b>Calcolo strutturale .....</b>	<b>67</b>
<b>Calcolo geotecnico .....</b>	<b>69</b>
Calcolo capacità portante.....	70
Calcolo cedimenti.....	73
Metodo Burland-Burbidge.....	73
Metodo Schmertmann.....	75
Metodo edometrico.....	77
Comandi calcolo geotecnico.....	78
Definizione strati di progetto.....	78
Parametri generali cedimenti .....	80
Parametri fondazioni.....	81
Generali.....	82
Capacità portante.....	83
Cedimenti.....	84
<b>Platee di fondazione .....</b>	<b>86</b>
<b>Pali .....</b>	<b>87</b>
<b>Muri di sostegno .....</b>	<b>88</b>
<b>Dati Verifiche C.A. ....</b>	<b>89</b>
<b>Risultati Verifiche C.A. ....</b>	<b>93</b>
<b>Output Verifiche C.A. ....</b>	<b>97</b>

# 1 Verifiche C.A.

## 1.1 Verifiche C.A.

Grazie all'ambiente estremamente preciso che offre Verifiche C.A., è possibile verificare le strutture in calcestruzzo, secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni" - DM 14-1-2008 e relative Istruzioni applicative.

Le verifiche possono essere effettuate per i seguenti elementi strutturali in cemento armato:

- Trave
- Pilastri
- Setti
- Travi di fondazioni
- Plinti di fondazioni
- Platee di fondazioni
- Muro di sostegno

Una volta eseguita l'analisi della struttura è possibile progettare l'armatura e verificare la sezione del singolo elemento strutturale nel rispetto delle NTC 08. Fondamentale è la personalizzazione dell'armatura ottenuta, modificabile in numero, dimensione e disposizione dei ferri.

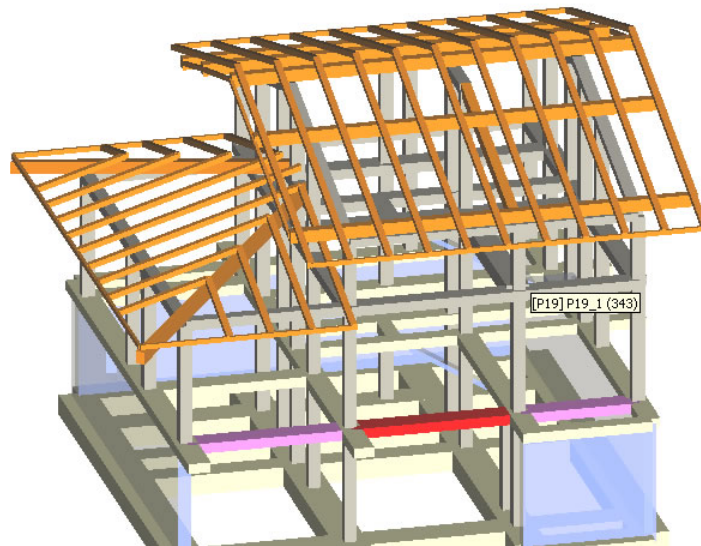
Gli esecutivi delle armature progettate sono esportabili nei formati DXF e IFC.

Inoltre, grazie alla voce Report, presente in tutti gli ambienti di verifica, è possibile la gestione e personalizzazione della relazione di calcolo. Il documento, infatti, può essere modificato da un potente gestore di testi, ottenendo così la stampa diretta o l'esportazione in diversi formati di file, .txt/.rtf/.html/.pdf.

## 1.2 Esecuzione verifiche travi, pilastri e setti

A partire dai dati elaborati da Navigator e Axis VM, il software riconosce automaticamente le travate continue.

Selezionando un elemento trave, viene evidenziata l'intera trave continua.



Cliccando su di una travata, viene lanciata la sezione di verifica della trave continua, calcolando l'involuppo dei valori massimi e minimi che derivano dall'analisi statica e dinamica.

Con Verifiche C.A., è possibile progettare l'armatura delle travi del lavoro in modo che le verifiche, sia statiche che sismiche, a stato limite ultimo e stato limite di esercizio siano soddisfatte. L'armatura è in ogni momento editabile e personalizzabile, può essere modificata in numero, dimensione e disposizione dei ferri. Una volta modificata, la nuova verifica viene effettuata in maniera automatica.

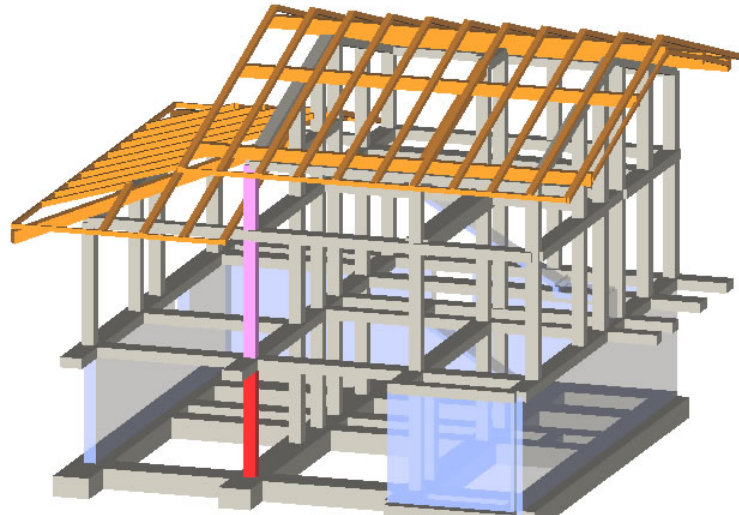
Travi applica in automatico, quando necessario, la gerarchia delle resistenze per il calcolo delle sollecitazioni di progetto.

Nel caso di travi esistenti, consente l'introduzione dell'armatura esistente e la verifica della stessa. Nel caso non si posseggano dei dati di armatura esistente, permette di calcolare l'ipotetica armatura eseguendo un progetto simulato alle tensioni ammissibili.

In output produce gli esecutivi delle armature in formato DXF e IFC, e la relazione di calcolo.

Lo stesso succede per i pilastri.

Dopo aver effettuato la verifica, la sezione riconosce in automatico le pilastrate, evidenziando i pilastri simili.



Questi vengono automaticamente raggruppati in Gruppi (vedi verifica pilastri) ed evidenziati.

Successivamente viene visualizzata la struttura nel suo insieme, con la possibilità di filtrare i dati e presentare la struttura per piani, travi e pilastri.

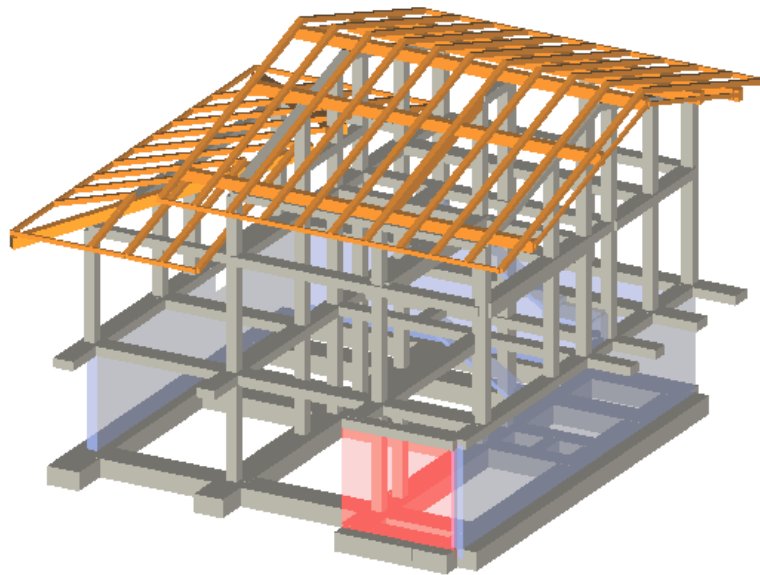
E' possibile progettare l'armatura dei pilastri del lavoro in modo che le verifiche, sia statiche che sismiche, a stato limite ultimo e stato limite di esercizio siano soddisfatte.

Pilastri applica in automatico, quando necessario, la gerarchia delle resistenze per il calcolo delle sollecitazioni di progetto.

Nel caso di pilastri esistenti, consente l'introduzione dell'armatura e la verifica della stessa. È possibile editare i dati dell'armatura in qualsiasi momento, ottenendo la nuova verifica in maniera automatica.

In output produce gli esecutivi delle armature e la relazione di calcolo.

Analogamente si può effettuare la verifica di setti normalmente e debolmente armati.



Viene data la possibilità di progettare setti sismici e non sismici.

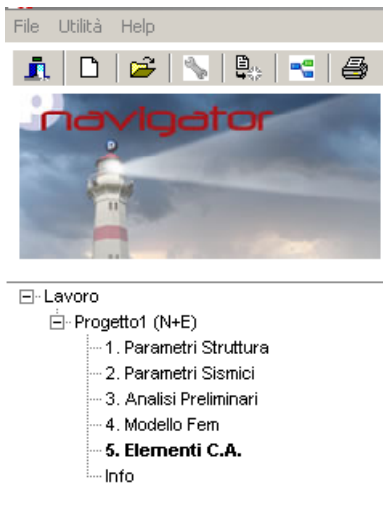
Nel caso di setti esistenti, consente l'introduzione dell'armatura e la verifica della stessa.

In output produce gli esecutivi delle armature e la relazione di calcolo.

## 1.3 Modello 3D

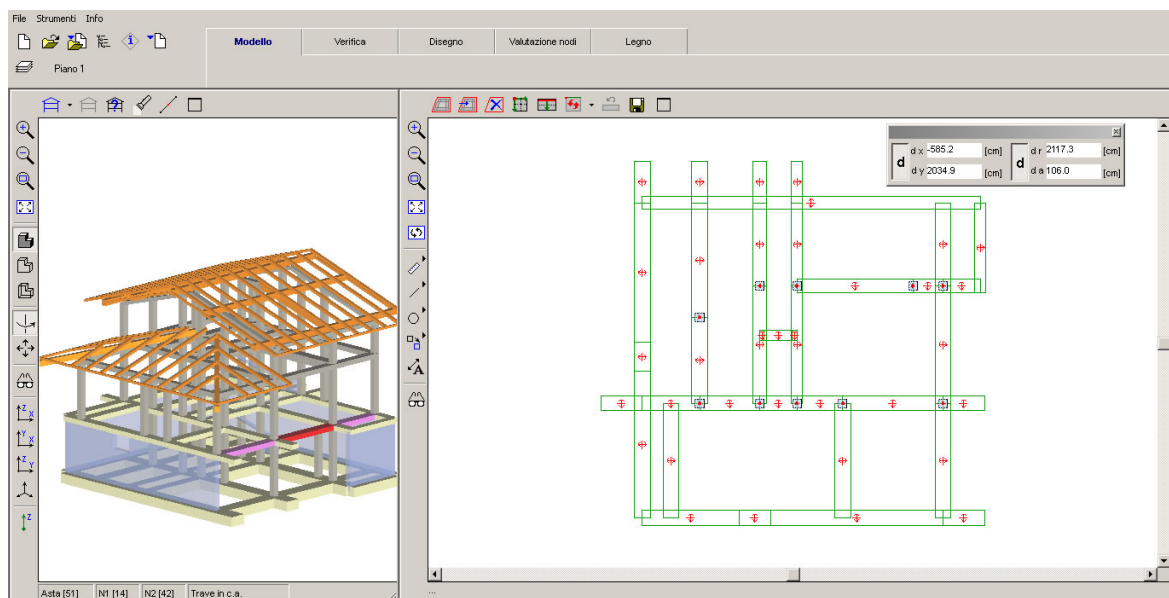
Dopo aver eseguito l'analisi con Navigator e Axis VM è possibile procedere alle verifiche degli elementi strutturali (travi, pilastri, setti e fondazioni) e completare il calcolo con le parti non esaminate da Axis VM, come i solai a travetti in cls e laterizio.

Nel menu principale di Navigator si seleziona il comando Elementi C.A.



Appare quindi il Modello 3D in cui la struttura viene rappresentata complessivamente e da cui inizia il calcolo ed il disegno di travi e pilastri in c.a. in zona sismica e non sismica.

Modello 3D è diviso in due parti: un'area 3D e una 2D.



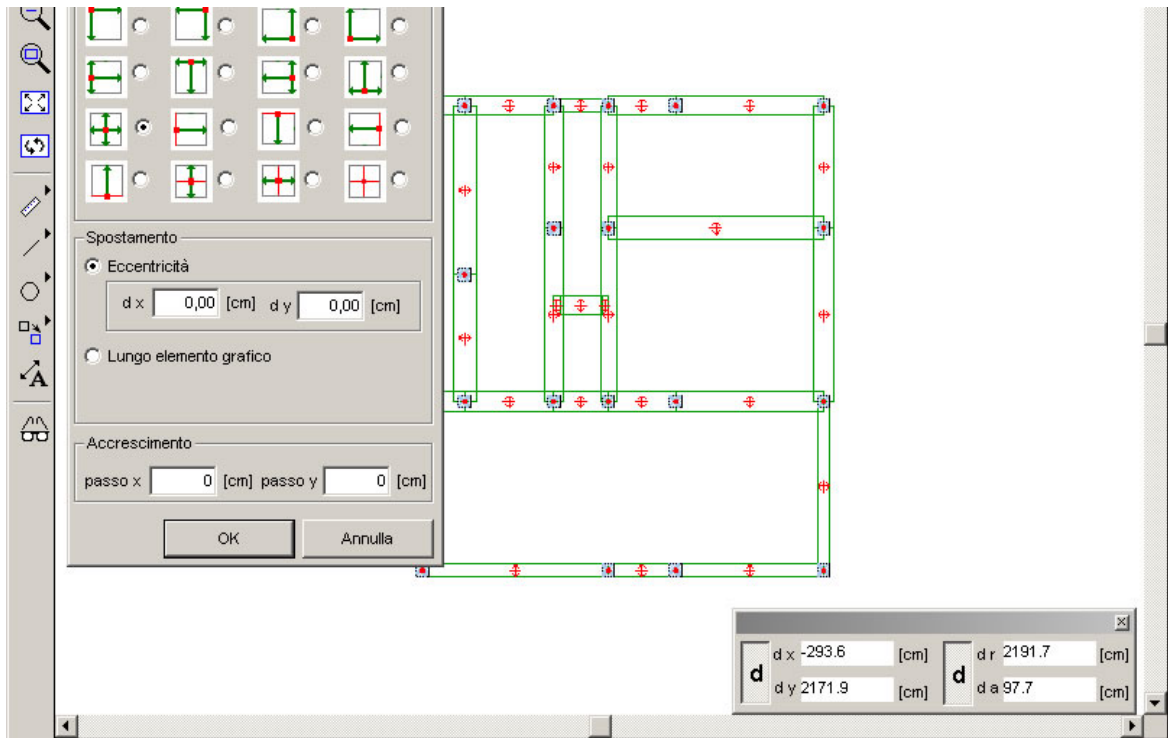
L'area a sinistra presenta il modello in assonometria e consente la selezione degli elementi da calcolare.

L'area a destra riporta la pianta relativa agli elementi selezionati.

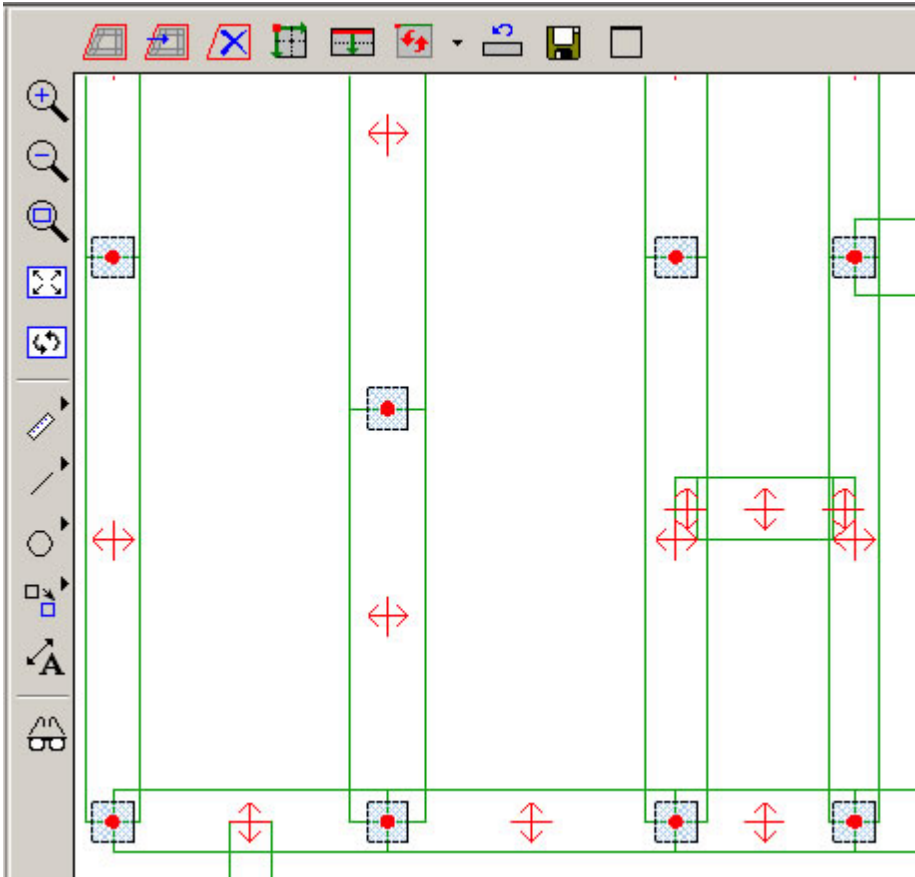
I comandi appaiono sulle toolbar delle rispettive finestre e cambiano a seconda della cartella selezionata (Modello, Verifica, Disegno, Legno).

### Modello

Viene presentato il modello 2D ed è possibile definire i fili fissi per travi e pilastri.

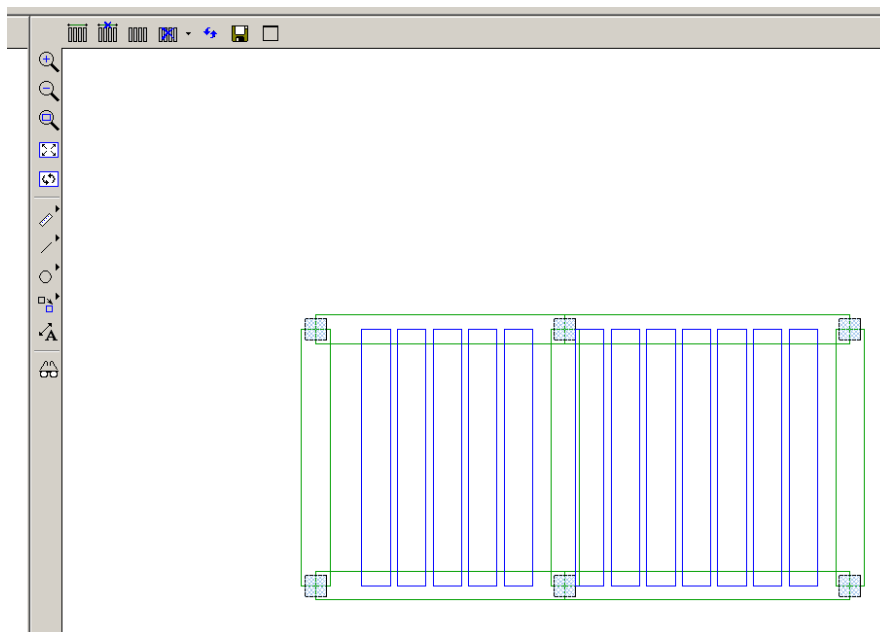


Ad ogni elemento è possibile associare il filo fisso relativo come indicato nella figura seguente.



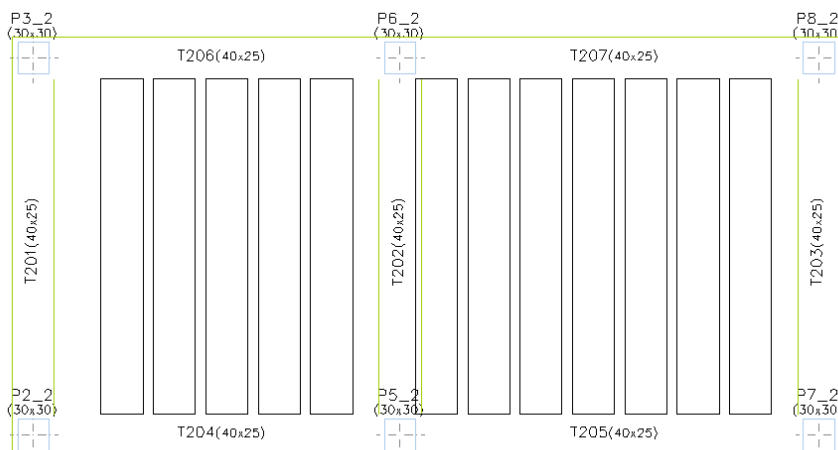
## Verifica

E' possibile lanciare la verifica di travi e pilastri ed inserire gli schemi dei solai con il disegno dei travetti e degli alleggerimenti in laterizio o in altro materiale.



## Disegno

Si ottiene il disegno esecutivo dei solai, esportabile in formato DXF.



## Valutazione nodi

Viene eseguita la verifica dei nodi secondo la gerarchia delle resistenze per le strutture in c.a.

## Legno

In questa cartella è possibile lanciare la sezione specifica per la verifica degli elementi in legno collegata direttamente con Axis VM.

## 1.4 Travi c.a.

Per la progettazione dell'armatura delle travi è importante che le verifiche, sia statiche che sismiche a stato limite ultimo e stato limite di esercizio, siano soddisfatte. Con Verifiche C.A., l'armatura di travi, travetti di solaio e travi di fondazione viene progettata e disegnata partendo dal Modello 3D o direttamente attraverso l'introduzione dei dati, sempre nel rispetto delle limitazioni, in termini di geometria e di quantitativi d'armatura, previste dalle prescrizioni delle NTC.

### 1.4.1 Collegamento con Modello 3D

Le travi, quando sono in continuità, realizzano travi continue (travate) che sono automaticamente riconosciute da parte del programma.

I valori delle sollecitazioni, delle geometrie e dei vincoli sono trasmessi automaticamente e derivano dall'analisi globale realizzata precedentemente con Axis VM, quindi possono comprendere anche le condizioni sismiche oltre alle statiche.

Le sezioni delle travi sono riprese dal Modello 3D e potranno essere ulteriormente adattate se non sufficienti o esuberanti.

### 1.4.2 Calcolo travi singole

In questo caso i dati sono introdotti manualmente, dopo aver scelto la normativa di interesse:



#### 1.4.2.1 Inserimento geometria

Per rendere il più semplice possibile questa fase, il programma consente l'introduzione dei dati e la visualizzazione grafica della struttura nello stesso tempo.

Verifiche C.A. propone una serie di domande che guidano e controllano il flusso dei dati senza possibilità di errore.

Man mano che i dati sono inseriti vengono visualizzati per il controllo, con possibilità di modifica ed integrazione.

Sono previsti tutti i casi che succedono nella pratica professionale: sbalzi, incastri parziali, sezioni variabili.

L'introduzione dei dati geometrici, nel caso di calcolo di trave continua isolata, avviene tramite una finestra in cui sono raccolti tutti i dati per la trave in esame.

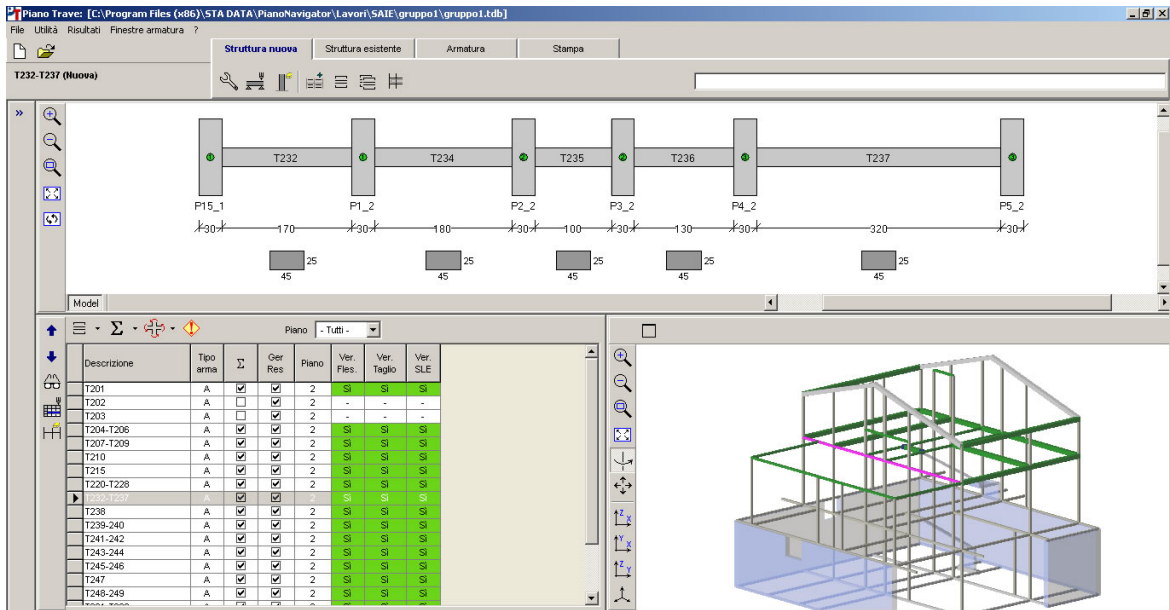
### 1.4.3 L'ambiente di lavoro

Anche in questo caso per facilitare e suddividere le diverse attività previste, sono presenti cartelle specifiche per ogni categoria.



La cartella **Struttura nuova** riporta i dati relativi alle travate continue inserite in modelli da realizzare o per travi continue isolate e introdotte in modo manuale. Per rendere il più semplice possibile il controllo dei dati, l'ambiente di lavoro è diviso in tre aree.

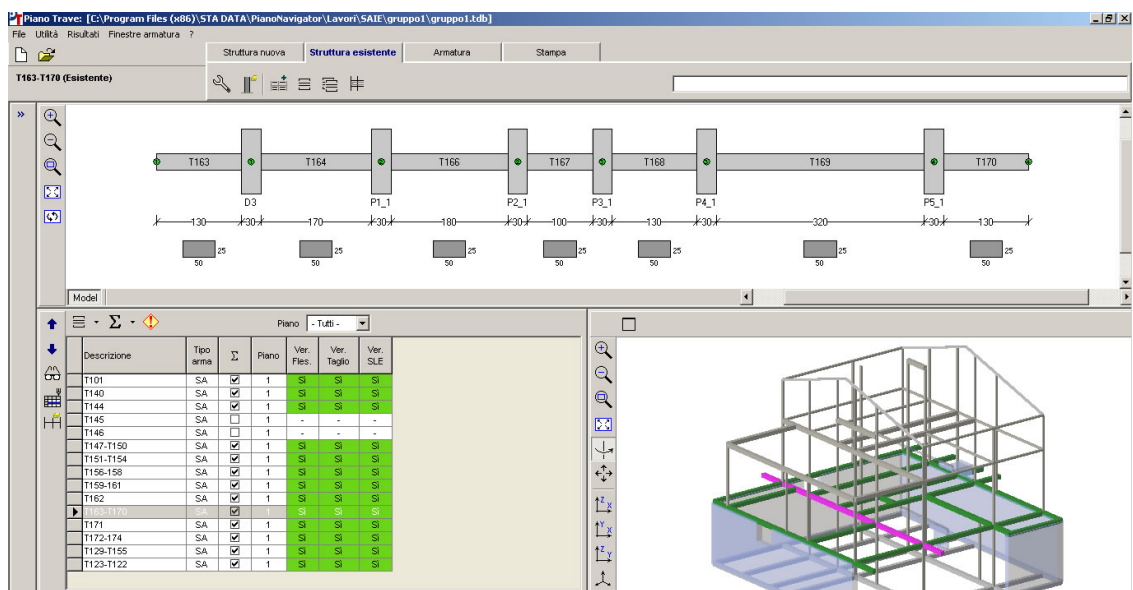
Nella superiore è riportato lo schema della travata in esame; nell'area inferiore a sinistra la tabella riporta l'elenco di tutte le travate da verificare con evidenziata la riga che corrisponde alla travata in esame, le ultime tre colonne sono inizialmente vuote e diventeranno verdi o rosse a seguito della verifica a significare se questa è positiva o negativa.



Ancora nell'area inferiore a destra, il Modello 3D evidenzia in modo più marcato ed in verde le travi di nuova realizzazione ed in rosso la trave in esame, mentre le travi esistenti, se presenti, sono in grigio e più sottili.



La cartella **Struttura esistente** riporta i dati relativi alle travi esistenti, e di cui si desidera effettuare le verifiche relativamente alle sollecitazioni calcolate per il modello complessivo.



In questo caso nella finestra in basso a destra sono evidenziate le strutture esistenti con la stessa simbologia di quella utilizzata per le strutture nuove.

La divisione tra strutture nuove ed esistenti si rende necessaria in quanto le regole di verifica sono sensibilmente diverse, infatti per le nuove valgono le regole riportate nel capitolo 4 e 7, mentre per le strutture esistenti valgono le regole del capitolo 8 delle NTC 08.

#### **1.4.4 Presentazione dei dati in tabelle**

Nella finestra inferiore, in alternativa alla presentazione grafica, si possono controllare i dati in una tabella. É possibile quindi apportare modifiche ai dati presenti ed effettuare il ricalcolo.

### 1.4.5 Parametri di calcolo

Con Travi tutti i parametri di calcolo sono personalizzabili, ottenendo ciò che effettivamente serve: ferri dritti o sagomati, sezioni in spessore o ribassate, staffe aperte o chiuse, ecc. Modificando questi parametri si possono controllare varie ipotesi di calcolo, ottimizzare la struttura, decidere la soluzione migliore per ogni calcolo.

The screenshot shows the 'Parametri trave [T101]' window with the 'Ferri longitudinali' tab selected. The window is divided into several sections:

- Ferri piegati a 45°:** Includes checkboxes for 'Ferri tesi sugli appoggi', 'Luce min. I ferro a 45°' (150 [cm]), 'Luce min. II ferro a 45°' (600 [cm]), 'Area II ferro a 45°' (6 [cm<sup>2</sup>]), and 'Percentuale Ferro Negativo' (0 %).
- Copriferro:** Includes 'Calcolo' (3 [cm]) and 'Disegno' (3 [cm]).
- Tabella ferri:** Includes 'Travi' (NTC08) and 'Minimi' (SISMAN08 MIN).
- Percentuale minima armatura:** Includes a field for '0,15 %' and a checkbox for 'Per tutte le sezioni'.
- Ancoraggio:** Includes radio buttons for 'Aree reali' and 'Aree nulle', and a checkbox for 'Valutazione ancoraggio nodi esterni'.

Buttons on the right side include 'Salva per Selezione corrente', 'Salva come default', and 'Esci'.

I parametri di calcolo consentono di controllare il calcolo delle sezioni e delle armature di ferro necessarie. I Parametri di Disegno controllano il disegno delle armature, la quantità di sagome, i diametri, il posizionamento della sagome.

### 1.4.6 Opzioni previste

In elenco sono riportate le diverse opzioni che consentono di personalizzare le analisi:

- Scelta di variazione dimensione (base, altezza) nel caso di sezione insufficiente
- Valore massimo larghezza trave
- Scelta dei diametri da utilizzare per la determinazione delle armature
- Scelta dei valori minimi per ogni sagoma
- Scelta tipo di calcolo (TA o SL)
- Scelta tipologia staffe con passo fisso a variabile
- Utilizzo di ferri piegati con doppia tipologia di armature
- Distribuzione dei ferri agli appoggi
- Controllo % minimo di armatura
- Gestione del modo di calcolo dell'ancoraggio per le armature
- Caratteristiche del materiale

#### **1.4.7 Calcolo secondo NTC08**

Il calcolo delle sollecitazioni per le travi singole viene eseguito dopo aver creato automaticamente le combinazioni di carico, a partire dai carichi (peso proprio, permanente, variabile), disponendoli a scacchiera per individuare la condizione più gravosa per ogni punto.

In questo caso vengono adottati i coefficienti di combinazione richiesti dalla normativa sia per i valori per il calcolo allo stato limite ultimo e di esercizio.

Viene quindi calcolato l'involuppo delle sollecitazioni da cui ricavare i dati per le verifiche delle varie sezioni.

#### **1.4.8 Calcolo automatico delle armature**

Verifiche C.A. Travi dimensiona automaticamente le singole campate proponendo l'armatura. É possibile scegliere i diametri da usare e la sagomatura dei ferri.

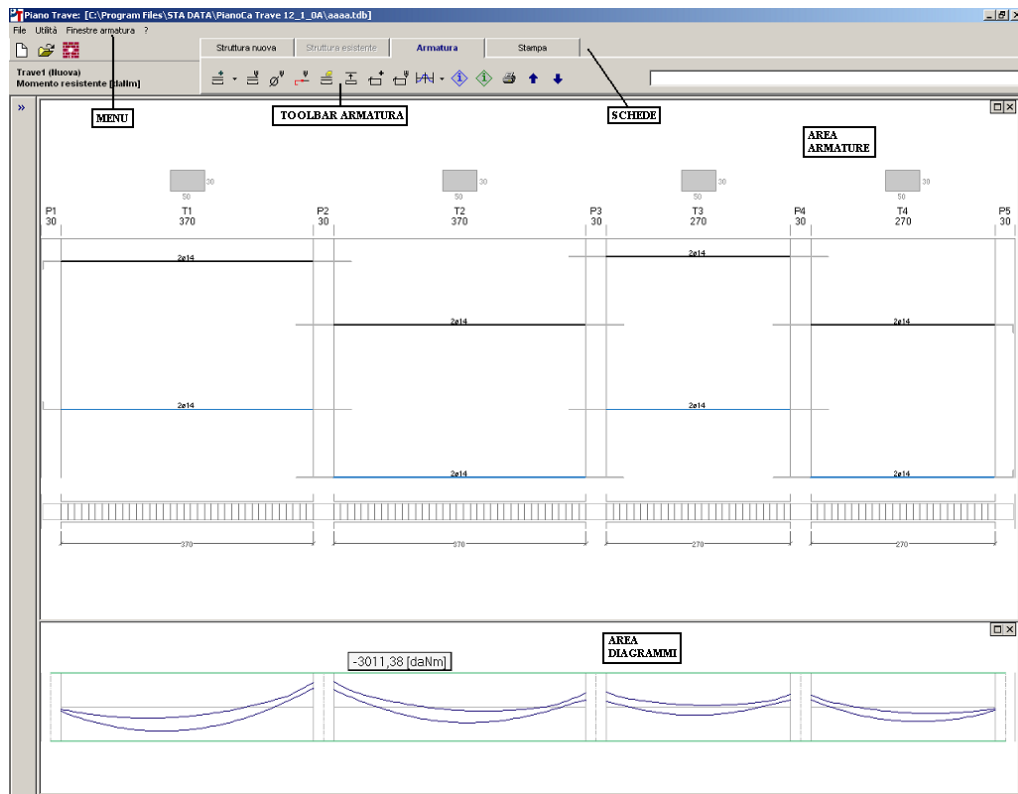
#### **1.4.9 Progetto simulato delle armature per le strutture esistenti**

Per le strutture esistenti è possibile definire ed introdurre in modo grafico le armature esistenti se note. Nel caso non ci siano informazioni in merito, è possibile calcolare le armature tramite il progetto simulato, cioè imponendo i parametri presunti dell'epoca di realizzazione della struttura e verificando quindi i valori così calcolati.

### 1.4.10 Completa gestione delle armature

Le armature sono ricavate da un sagomario che prevede tutte le possibili soluzioni, oppure possono essere introdotte manualmente.

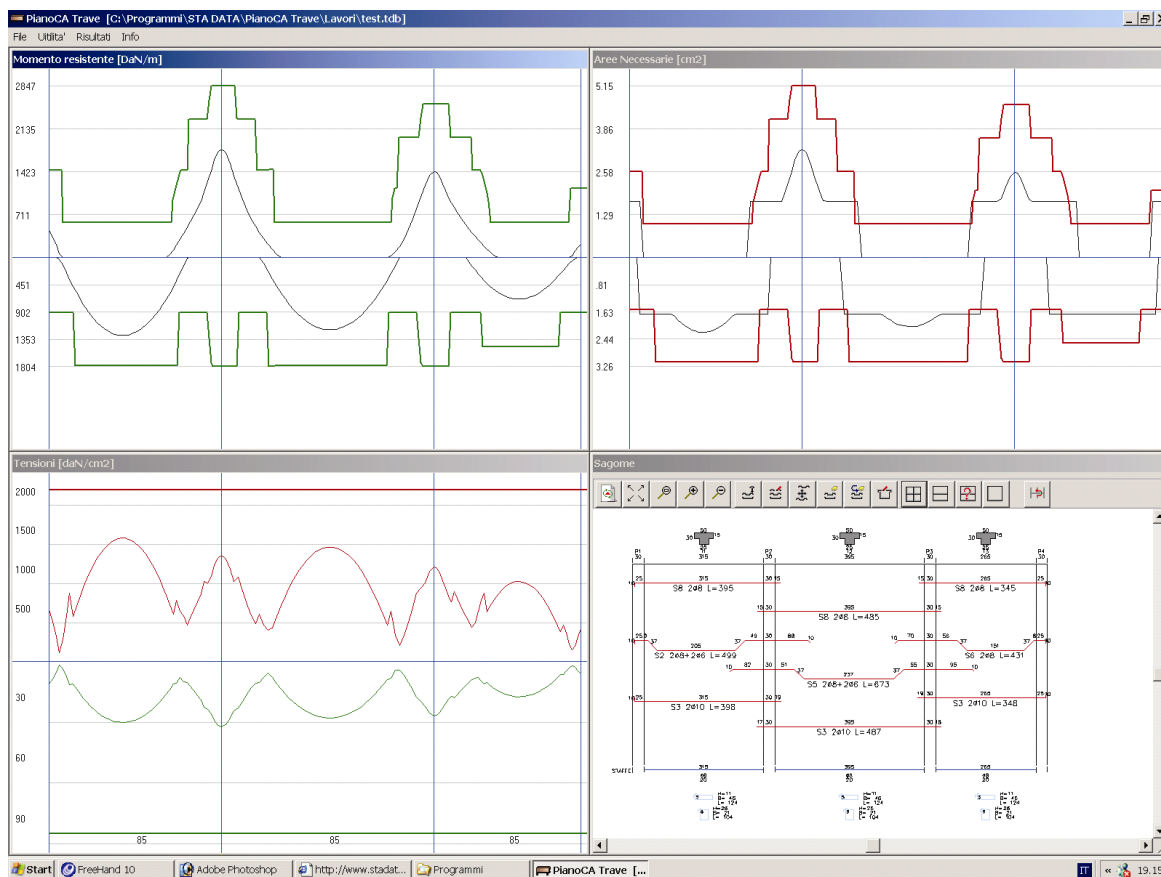
Inoltre, ogni ferro inserito può essere modificato controllando i risultati mediante il diagramma del momento resistente e delle armature necessarie.



### 1.4.11 Diagrammi di autocontrollo dei risultati

Per ogni campata è possibile visualizzare il dettaglio dei risultati.

Nelle diverse finestre sono presentati sollecitazioni, tensioni, deformata, momento resistente e area dell'acciaio necessario. Questa videata fornisce una sintesi di tutta l'analisi effettuando l'autocontrollo dell'affidabilità dei risultati.



### 1.4.12 Computo automatico dei materiali

Dopo aver eseguito il calcolo, viene prodotta una tabella che contiene le quantità di materiale previsto: mc. per il calcestruzzo e il quantitativo di ferro suddiviso in diametri.

### 1.4.13 Sintesi risultati di progetto

La finestra presenta la sintesi dei dati di input e dei risultati per ogni campata per le sezioni estreme e in campata.

Sono evidenziati i coefficienti di sicurezza sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio. Questo consente l'immediata verifica dei risultati ed il rapido controllo per individuare anomalie ed errori.

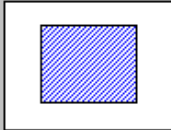
Trave: t2\_1

Campata 1

**Sezione trasversale**

PRIMA della verifica [cm]

Altezza 0  
Base 0



DOPO la verifica [cm]

Altezza 30  
Base 50

**Flessione**

	sinistro		campata		destra	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
Msd (+/-) [daNm]	0	0	1838	0	0	-2115
Mrd (+/-) [daNm]	4387	-6674	5406	-5660	8537	-11280
Msd / Mrd <= 1	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,19
Af teorica [cm <sup>2</sup> ]	1,80	1,76	1,80	3,08	1,80	2,11
Af disp. [cm <sup>2</sup> ] (*)	4,62	7,16	5,75	6,03	9,24	12,32

(\*) Aree reali

**Taglio**

Tmax [daN] 4005

Staffe

Campo	Diam [mm]	Passo [cm]	Lungh [cm]	Bracci
Centrale	8	10	270	2

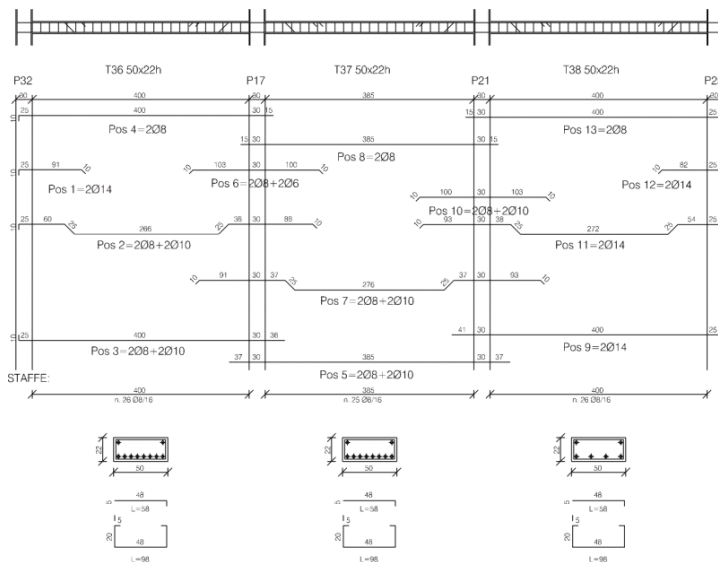
Vrcd zona centrale [daN] 23947    Vryd zona centrale [daN] 23682

OK

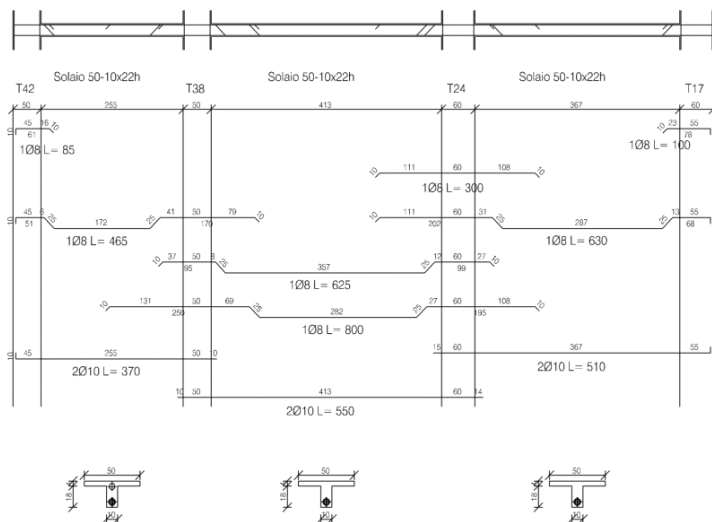
### 1.4.14 Disegno delle armature

Dopo aver dimensionato la struttura, vengono prodotte le tavole esecutive, esportandole in un file in formato DXF e IFC.

Un impaginatore permette di definire l'impaginazione personalizzata delle tavole.



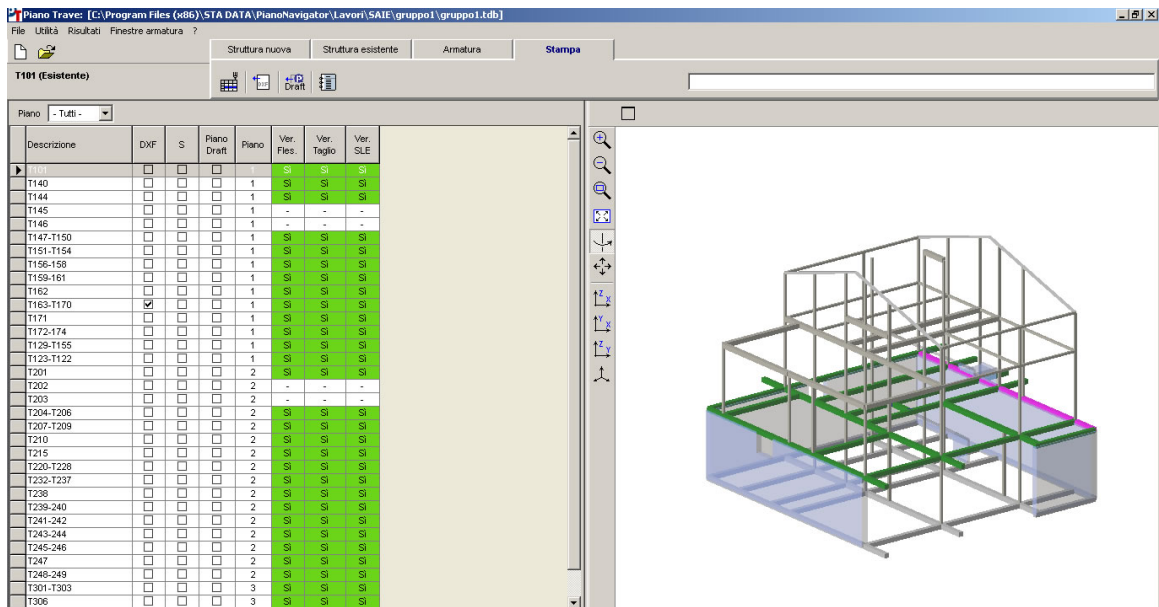
TPC	SAG.	NUM. DIAM.	LUNG.	PESO
Pos. 1		2014	136	3.29
Pos. 2		208+2010	577	11.7
Pos. 3		208+2010	501	10.16
Pos. 4		208	480	3.79
Pos. 5		208+2010	518	10.5
Pos. 6		208+208	293	3.12
Pos. 7		208+2010	664	13.46
Pos. 8		208	475	3.75
Pos. 9		2014	506	12.26
Pos. 10		208+2010	253	5.13
Pos. 11		2014	582	14.1
Pos. 12		2014	127	3.07
Pos. 13		208	480	3.79



### 1.4.15 Relazione di calcolo

Dopo aver effettuato tutti i calcoli è possibile ottenere la relazione di calcolo, selezionando le travi che si vogliono stampare nella tabella seguente.

Le travi indicate in verdi sono verificate.



The screenshot displays the 'Piano Trave' software interface. On the left, a table lists various beams with their descriptions and verification status. The 'Ver. SLE' column indicates which beams are verified (green). On the right, a 3D model of a structure is shown, with the selected beams highlighted in green.

Descrizione	DXF	S	Piano Draft	Piano	Ver. Fles.	Ver. Taglio	Ver. SLE
T140	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T144	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T145	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	-	-	-
T146	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	-	-	-
T147-T150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T151-T154	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T156-158	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T159-181	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T162	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T163-T170	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T171	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T172-T174	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T128-T155	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T123-T122	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SI	SI	SI
T201	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T202	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	-	-	-
T203	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	-	-	-
T204-T206	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T207-T209	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T210	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T215	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T220-T228	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T232-T237	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T238	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T239-240	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T241-242	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T243-244	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T245-246	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T247	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T248-249	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SI	SI	SI
T301-T303	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	SI	SI	SI
T306	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	SI	SI	SI

L'applicativo produce anche un documento di stampa in formato rtf, apribile e modificabile con qualsiasi editor di testo.

Reporter XML Page : 5 / 13

288,00	33.301,80	0,00	-2511,00
294,00	17.066,70	0,00	-2.643,00
300,00	0,00	0,00	-2.775,00

**REAZIONI SUGLI APPOGGI**

Nodo	Fy [daN]	M [daNm]
1	2775	0,0
2	7530	0,0
3	7530	0,0
4	2775	0,0

**VERIFICHE FLESSIONE**

	CAMPATE	1	2	3
SX	A.tesa [cm <sup>2</sup> ]	5,15	10,30	10,30
	A.comp [cm <sup>2</sup> ]	4,62	9,24	9,24
C	A.tesa [cm <sup>2</sup> ]	4,02	4,02	4,02
	A.comp [cm <sup>2</sup> ]	5,75	5,75	5,75
DX	A.tesa [cm <sup>2</sup> ]	10,30	10,30	5,15
	A.comp [cm <sup>2</sup> ]	9,24	9,24	4,62

**VERIFICHE FLESSIONE**

	CAMPATE	1	2	3
SX+	Msd [daNm]	0,00	0,00	0,00
	Mrd [daNm]	4.388,02	8.536,15	8.536,15
	Msd/Mrd	0,00	0,00	0,00
SX-	Msd [daNm]	0,00	-2.115,00	-2.115,00
	Mrd [daNm]	-4.869,73	-9.490,50	-9.490,50
	Msd/Mrd	0,00	0,22	0,22
C+	Msd [daNm]	1.837,65	945,00	1.837,65
	Mrd [daNm]	5.407,14	5.407,14	5.407,14
	Msd/Mrd	0,34	0,17	0,34
C-	Msd [daNm]	0,00	-112,50	0,00
	Mrd [daNm]	-3.849,26	-3.849,26	-3.849,26
	Msd/Mrd	0,00	0,03	0,00
DX+	Msd [daNm]	0,00	0,00	0,00
	Mrd [daNm]	4.388,02	8.536,15	8.536,15
	Msd/Mrd	0,00	0,00	0,00
DX-	Msd [daNm]	-2.115,00	-2.115,00	0,00
	Mrd [daNm]	-9.490,50	-9.490,50	-4.869,73
	Msd/Mrd	0,22	0,22	0,00

Relazione Pronta

## 1.5 Pilastri c.a.

### 1.5.1 Calcolo e disegno armature di pilastri

Anche per la progettazione dell'armatura dei pilastri è fondamentale che le verifiche, sia statiche che sismiche a stato limite ultimo e stato limite di esercizio, siano soddisfatte.

È possibile eseguire il calcolo di tutti i pilastri contemporaneamente e visualizzare i risultati in tabella. Nella tabella sono riportati i dati di riepilogo dei pilastri, raggruppabili anche in Gruppi a seconda delle loro dimensioni geometriche, e i risultati dell'analisi. Inoltre, grazie alla legenda dei colori di cui dispone, consente la rapida individuazione di verifiche soddisfatte o meno.

The screenshot displays the software interface for column analysis. On the left, there are panels for 'Comandi' (Commands) and 'Lista pilastri' (List of columns). The 'Lista pilastri' panel is divided into 'Struttura nuova' (New structure) and 'Struttura esistente' (Existing structure). The main table lists columns with columns for 'Gruppo' (Group), 'Σ' (Sum), 'Get. Res.' (Get. Res.), 'Nome pilastro' (Column name), 'dz [cm]' (Core diameter), 'dy [cm]' (Core depth), 'Altezza [cm]' (Height), 'Verifica press. fless.' (Flexure stress check), 'Verifica taglio' (Shear check), 'Verifica S.L.E.' (S.L.E. check), 'Fermi long.' (Longitudinal bars), and 'Staffe centrali' (Central stirrups). The table contains numerous rows of data for different column groups and individual columns. To the right of the table is a 3D model of a structure with columns highlighted in green. Below the table, there is a diagram of a column cross-section showing reinforcement details, including 8 bars of diameter 12 (8 φ 12) and moments My and Mz.

Anche in questo caso le strutture nuove ed esistenti sono riportate in due tabelle separate in quanto diverse sono le regole di calcolo.

### VERIFICHE DI RESISTENZA

Le resistenze delle sezioni dei pilastri a pressoflessione deviata ed a taglio, da confrontare con le rispettive azioni esterne, si valuta secondo le espressioni applicabili alle situazioni non sismiche ossia valutando le massime tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio con ipotesi di comportamento lineare dei materiali se si opera con il metodo delle tensioni ammissibili, oppure valutando i coefficienti di sicurezza per ciascun stato limite e con ipotesi di comportamento non lineare dei materiali se si opera con il metodo agli stati limite. I legami costitutivi dell'acciaio e del calcestruzzo, in caso di calcolo agli stati limite, sono quelli riportati nella normativa italiana DM 14/01/2008.

### FLESSIONE SLV

La verifica di ciascuna sezione con la pressoflessione deviata è posta nella forma:

$$\eta = \left( \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} \right)^\beta + \left( \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} \right)^\beta \leq 1$$

dove:

$M_{Ed,Y}$  e  $M_{Ed,Z}$  sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi y e z

$M_{Rd,Y}$  e  $M_{Rd,Z}$  sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a  $N_{Ed}$  valutati separatamente attorno agli assi y e z.

Il D.M. 14/01/08 propone di analizzare il problema della determinazione della capacità resistente di sezioni soggette a presso flessione deviata attraverso una relazione con cui tarare il coefficiente  $\beta$  da introdurre nella equazione.

E' stato adottato il metodo Monti-Alessandri (2009), che hanno proposto un metodo per tarare il coefficiente  $\beta$  in funzione dello sforzo normale e delle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione.

## 1.5.2 Sintesi risultati di progetto

La finestra presenta la sintesi dei dati di input e dei risultati per ogni pilastro. Questo consente l'immediata verifica dei risultati ed il rapido controllo delle verifiche soddisfatte o meno. Sono evidenziati i coefficienti di sicurezza sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

**P13\_3**

**Dati geometrici [cm]**  
 Sezione iniziale 30 x 50 Sezione corrente 30 x 50 Incremento Z 0 Y 0

**Armatura**  
 Ferri Longitudinali  
 Num/Dia 10 d 14 Area[cm<sup>2</sup>] 15,39 Num. min. 2 3 Num. max. 3 5 Af [cm<sup>2</sup>] 15,00 60,00  
 Staffe  
 Zona centrale  $\phi$  8 / 16 Zona critica  $\phi$  8 / 10 per 70 Passo minimo 8

**Presso flessione deviata**  
 Nsd max [daN] -26.196 N limite 132.600 MrdY [daNcm] 914.994 MrdZ [daNcm] 1.356.345

**Combinazioni statiche [daNcm]**

	Nsd	MsdY	MsdZ	MrdY	MrdZ	$\beta$	$\eta$
Testa	-24.762	121.232	659.691	898.709	1.327.527	1,58	0,37
Piede	-26.196	-87.311	-205.877	914.994	1.356.345	1,57	0,08

**Combinazioni sismiche [daNcm]**

	Nsd	MsdY	$\alpha Y$	$\alpha$ MsdY	MsdZ	$\alpha Z$	$\alpha$ MsdZ	MrdY	MrdZ	$\beta$	$\eta$
Testa	-10.160	343.518	1,00	343.518	726.236	1,00	726.236	728.187	1.025.671	1,68	0,84
Piede	-13.878	-222.915	2,16	-481.344	-238.849	1,00	-238.849	772.365	1.103.925	1,64	0,54

**Taglio**

	Mrd max X [daNcm]	Nmax X [daNcm]	V max X [daN]	Vysd [daN]	Mrd max Y [daNcm]	N max Y [daNcm]	V max Y [daN]	Vxsd [daN]
Testa	1.327.527	-24.762	1.072	10.582	898.709	-24.762	2.885	7.164
Piede	1.356.345	-26.196	1.072	10.811	914.994	-26.196	2.885	7.293

**Taglio Resistente [daN]**

	Vrzd X	Vrzd Y	Vrzd X	Vrzd Y
	38.420	38.420	37.379	37.379

↑ ↓  
 Sollecitazioni  
 Taglio  
 OK

**Pilastro: P13\_3**

**Verifica e taglio**

Comb.	Sezione	Vszd [daN]	VrzdX [daN]	VrzdY [daN]	Vsdy [daN]	VrzdY [daN]	VrzdY [daN]
1	Piede	861	38.420	38.420	2.568	37.380	37.380
1	Testa	861	38.275	38.275	2.568	37.244	37.244
2	Piede	-1.709	38.420	38.420	277	37.380	37.380
2	Testa	-1.709	38.275	38.275	277	37.244	37.244
3	Piede	849	38.420	38.420	2.585	37.380	37.380
3	Testa	849	38.275	38.275	2.585	37.244	37.244
4	Piede	-1.698	38.420	38.420	260	37.380	37.380
4	Testa	-1.698	38.275	38.275	260	37.244	37.244
5	Piede	-695	38.420	38.420	2.885	37.380	37.380
5	Testa	-695	38.275	38.275	2.885	37.244	37.244
6	Piede	-1.899	38.420	38.420	155	37.380	37.380
6	Testa	-1.899	38.275	38.275	155	37.244	37.244
7	Piede	870	38.420	38.420	2.433	37.380	37.380
7	Testa	870	38.275	38.275	2.433	37.244	37.244
8	Piede	-1.719	38.420	38.420	411	37.380	37.380
8	Testa	-1.719	38.275	38.275	411	37.244	37.244
9	Piede	1.072	38.420	38.420	2.538	37.380	37.380
9	Testa	1.072	38.275	38.275	2.538	37.244	37.244
10	Piede	987	38.420	38.420	2.585	37.380	37.380
10	Testa	987	38.275	38.275	2.585	37.244	37.244
11	Piede	-1.835	38.420	38.420	260	37.380	37.380

OK

### 1.5.3 Parametri di calcolo

La tabella dei Parametri di Calcolo consente di definire, oltre ai materiali usati, ulteriori indicazioni per la scelta dei diametri e la disposizione delle staffe.

Tra le varie opzioni è possibile definire la tipologia di staffatura che si desidera inserire.

**Parametri di calcolo**

Materiali

Calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30  fck [daN/cm<sup>2</sup>]

$\gamma_c$  - SLV: 1,5  $\gamma_c$  - SLD: 1

n (rapporto moduli): 15 copriferro: 3 [cm]

Acciaio armature

Tipo: B450C  fyk [daN/cm<sup>2</sup>]

$\gamma_s$  - SLV: 1,15  $\gamma_s$  - SLD: 1

Progetto

Pilastro Rettangolare

Interfero barre longitudinali

minimo: 10 [cm] massimo: 25 [cm]

Diametri barre longitudinali [mm]

12  14  16  18  20  22  24  26  28  30

Staffe

Diametro minimo [mm]:  6  8  10  12

Passo minimo: 8 [cm] Passo massimo: 20 [cm] Incremento passo: 2 [cm]

Irregolarità tamponamenti (5.6.2)


Coefficiente amplificazione 1,4


Dimensione minima pilastro

dimensione: 25 [cm]


OK Annulla


**Armatura longitudinale**

Numero barre Z:  

Numero barre Y:  

Diametro barre: 14 [mm]

Numero legature Z:  

Numero legature Y:  

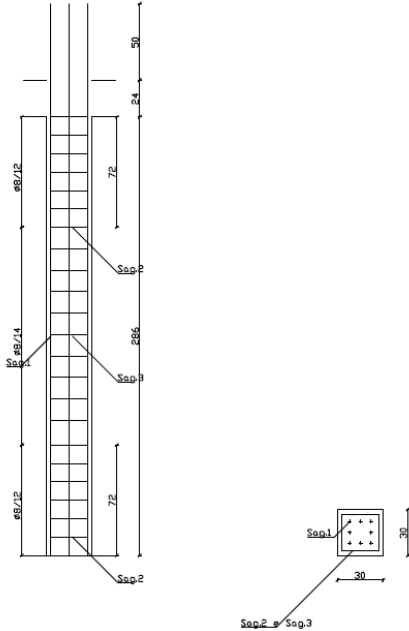
OK Annulla

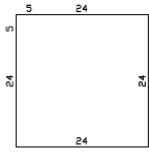
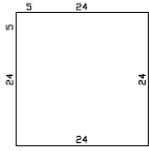
Diagram showing a rectangular cross-section with 3 vertical bars (Z) and 3 horizontal bars (Y). The vertical axis is labeled 'dz' and the horizontal axis is labeled 'dy'.

### 1.5.4 Disegno delle armature

Anche per i pilastri, dopo aver dimensionato la struttura, vengono prodotte le tavole esecutive esportandole in un file in formato DXF e IFC.

Un impaginatore permette di definire l'impaginazione personalizzata delle tavole.



TIPO	SAG.	NUM./DIAM.	LUNG.	PESD
Ssg.1	360	8#16	360	45,59
Ssg.2		14#8	106	5,87
Ssg.3		9#8	106	5,87

### 1.5.5 Relazione di calcolo

L'applicativo produce anche un documento di stampa in formato rtf, apribile e modificabile con qualsiasi editor di testo.

Preview

Page : 1 / 8

**PILASTRO P7\_1**

**GEOMETRIA**  
 Tipo Pilastro : Intermedio  
 h [cm] = 290 Sez. rettangolare Lato Dz [cm] = 30 Lato Dy [cm] = 30

**ARMATURA LONGITUDINALE**  
 N. totale ferri e loro diam. [mm] = 8 d 12  
 N. ferri lato Dz = 3 - N. ferri lato Dy = 3  
 Copriferro = 3

**ARMATURA TRASVERSALE - STAFFE**  
 Estremità: [mm], n. estensione = d 8/8 per 64 cm  
 Centrale: [mm], n. = d 8/14

**TAGLIO RESISTENTE**  
 Vrcd X[daN] = 24353,25 Vrcd X[daN] = 24353,25  
 Vrcd Y[daN] = 24353,25 Vrcd Y[daN] = 24353,25

**Flessione**

GERARCHIA DELLE RESISTENZE APPLICATA

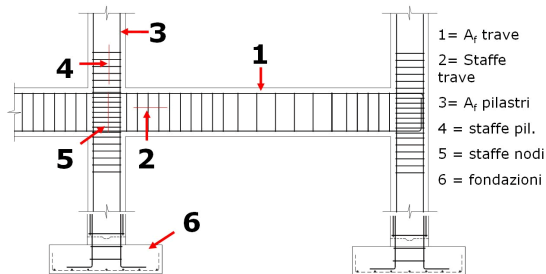
Nodo superiore

Trave	Camp.	Mrd +x SLV [daNcm]	Mrd -x SLV [daNcm]	Mrd +y SLV [daNcm]	Mrd -y SLV [daNcm]
T1176-1183	4	329082	-329082	0	0
T1176-1183	5	329082	-329082	0	0
T158-161	1	0	0	326405	-326405

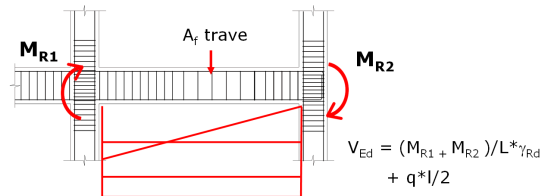
Relazione Pronta

## 1.6 Gerarchia delle resistenze

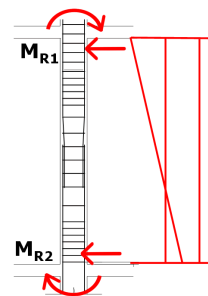
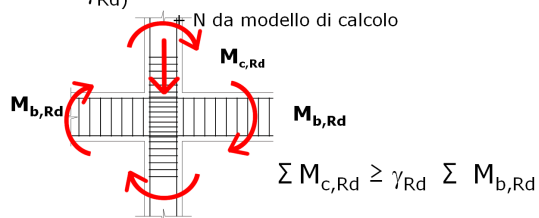
In questo ambiente viene applicato il principio della gerarchia delle resistenze, che può essere abilitato o disabilitato a seconda delle necessità dell'utente.



- 1° Calcolo  $A_f$  trave  $\rightarrow$  Momenti resistenti per  $A_f$  reale
- 2° Taglio: sismico (momento resistente trave  $\cdot \gamma_{Rd}$ ) + carichi verticali (cerniere appoggi per le travi)



- 1° Calcolo  $A_f$  trave  $\rightarrow$  Momenti resistenti
- 2° Momenti pilastri: momenti resistenti trave  $\cdot \gamma_{Rd}$



- 1° Calcolo  $A_f$  pilastri  $\rightarrow$  Momenti resistenti
- 2° Taglio pilastri: momenti resistenti / luce  $\cdot \gamma_{Rd}$

$$V_{Ed} = (M_{R1} + M_{R2}) / L \cdot \gamma_{Rd}$$

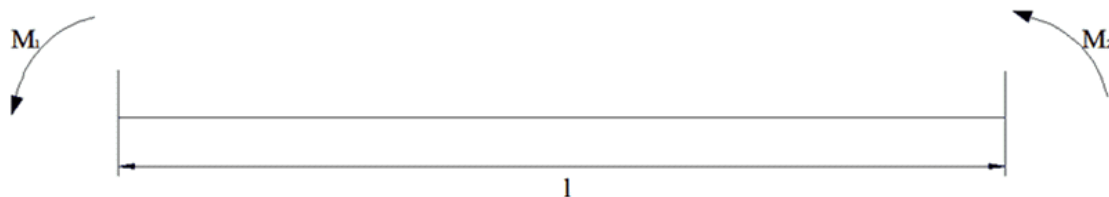
## TRAVI

### Verifiche a taglio SLV: combinazioni sismiche

Il primo passaggio riguarda il progetto dell'armatura delle travi. Le azioni di taglio sollecitanti diventano funzione dei momenti resistenti e quindi anche dell'armatura longitudinale.

Nel caso di edifici sismici in zona 1, 2 e 3 si applicano le norme tecniche, dove le sollecitazioni di calcolo sono valutate attraverso la gerarchia delle resistenze secondo il paragrafo 7.4.4.1.1. I momenti flettenti di calcolo, da utilizzare per il dimensionamento e la verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico sismiche. Invece, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, gli sforzi di taglio  $V_{Ed}$  da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio della trave soggetta all'azione dei carichi gravitazionali agenti sulla trave, incernierata agli estremi,  $V_{Ed\ cern}$  e dei momenti resistenti  $M_{b,Rd,1,2}$  delle due sezioni plasticizzate amplificati del fattore di sovraresistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B":

$$V_{Ed} = \frac{(M_{b,Rd1} + M_{b,Rd2})}{l} \cdot \gamma_{Rd} + V_{Ed\ cern}$$



Si eseguono tutte le combinazioni tra momenti resistenti positivi e negativi e taglio sollecitante della trave incernierata alle estremità.

Nel caso di edifici sismici in zona 4 con classe d'uso III o IV si applicano le NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze. Sia i momenti flettenti, che i tagli di calcolo, utilizzati nel dimensionamento e verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura.

Per edifici sismici in zona 4 con classe d'uso I o II si può scegliere se applicare il metodo alle tensioni ammissibili secondo il DM96-sismico oppure il metodo agli stati limite dalle NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze.

## PILASTRI

### Verifiche flessione SLV: combinazioni sismiche

Segue il calcolo dei pilastri. I momenti resistenti delle travi condizionano anche i momenti sollecitanti dei pilastri aventi il nodo comune.

Nel caso sismico fondamentali sono le regole finalizzate a conseguire la corretta "gerarchia delle resistenze". Il perseguimento della corretta gerarchia delle resistenze è obbligatorio, sia per le strutture in CD"A" che per le strutture in CD"B", aumentando opportunamente la resistenza dei possibili meccanismi fragili, sia locali che globali, rendendo altamente improbabile che essi si attivino prima dei meccanismi duttili.

In questo caso i valori di  $M_{sd,y}$  e  $M_{sd,z}$  sono calcolati amplificando dei coefficiente  $\alpha$  e  $\alpha_z$  i valori  $M_{sd,y}$  e  $M_{sd,z}$  derivanti dall'analisi:

$$\alpha = \gamma_{Rd} \frac{|\sum M_{Rt}|}{|\sum M_p|}$$

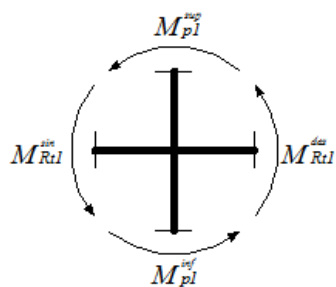
nella quale  $\gamma_{Rd}$  risulta 1,3 se CD"A" e 1,1 se CD"B",  $\sum M_{Rt}$  è la somma dei momenti resistenti delle travi convergenti in un nodo, aventi verso concorde, e  $\sum M_p$  è la somma dei momenti nei pilastri al di sopra e al di sotto del medesimo nodo, ottenuti dall'analisi.

Nel caso in cui i momenti nei pilastri siano di verso discorde, il solo valore maggiore va posto al denominatore del fattore  $\alpha$ , mentre il minore va sommato ai momenti resistenti delle travi.

Il fattore di amplificazione  $\alpha$  deve essere calcolato per entrambi i versi della azione sismica, applicando il fattore di amplificazione calcolato per ciascun verso ai momenti calcolati nei pilastri con l'azione agente nella medesima direzione.

Per la sezione di base dei pilastri del piano terreno si applica il maggiore tra il momento risultante dall'analisi ed il momento utilizzato per la sezione di sommità del pilastro.

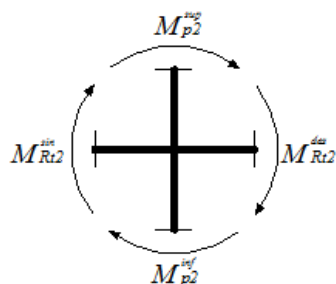
Non si applicano fattori di amplificazione alle sezioni di sommità dei pilastri dell'ultimo piano.



Direzione 1

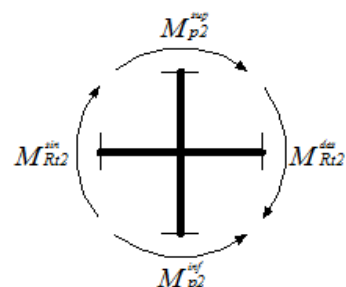
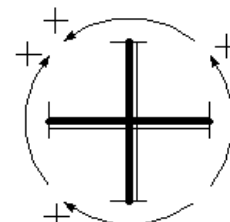
$$\alpha_1 = \gamma_{Rd} \frac{M_{Rt1}^{in} + M_{Rt1}^{out}}{|M_{p1}^{top} - M_{p1}^{bottom}|}$$

Convenzione di segno  
relativa ai momenti  
flettenti agenti



Direzione 2

$$\alpha_2 = \gamma_{Rd} \frac{M_{Rt2}^{in} + M_{Rt2}^{out}}{|M_{p2}^{top} - M_{p2}^{bottom}|}$$



Direzione 1 o 2 (momenti ai pilastri di segno concorde)

$$\alpha = \gamma_{Rd} \frac{M_{Rt2}^{in} + M_{Rt2}^{out} + \min\{|M_{p2}^{top}|; |M_{p2}^{bottom}|\}}{\max\{|M_{p2}^{top}|; |M_{p2}^{bottom}|\}}$$

Al valore del momento di calcolo ottenuto applicando la procedura suddetta deve essere associato il più sfavorevole valore dello sforzo normale ottenuto dall'analisi, per ciascun verso dell'azione sismica.

### Verifiche taglio SLV: combinazioni sismiche

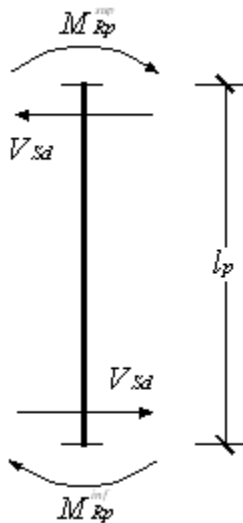
Infine anche per i pilastri le azioni di taglio sollecitanti diventano funzione dei momenti resistenti e quindi anche dell'armatura longitudinale.

La verifica di resistenza per taglio è svolta confrontando il taglio sollecitante di calcolo con la resistenza calcolata come indicato nel 4.1.2.1.3 del DM 14/01/08.

Gli sforzi di taglio nei pilastri da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore MRps ed inferiore MRpi secondo l'espressione:

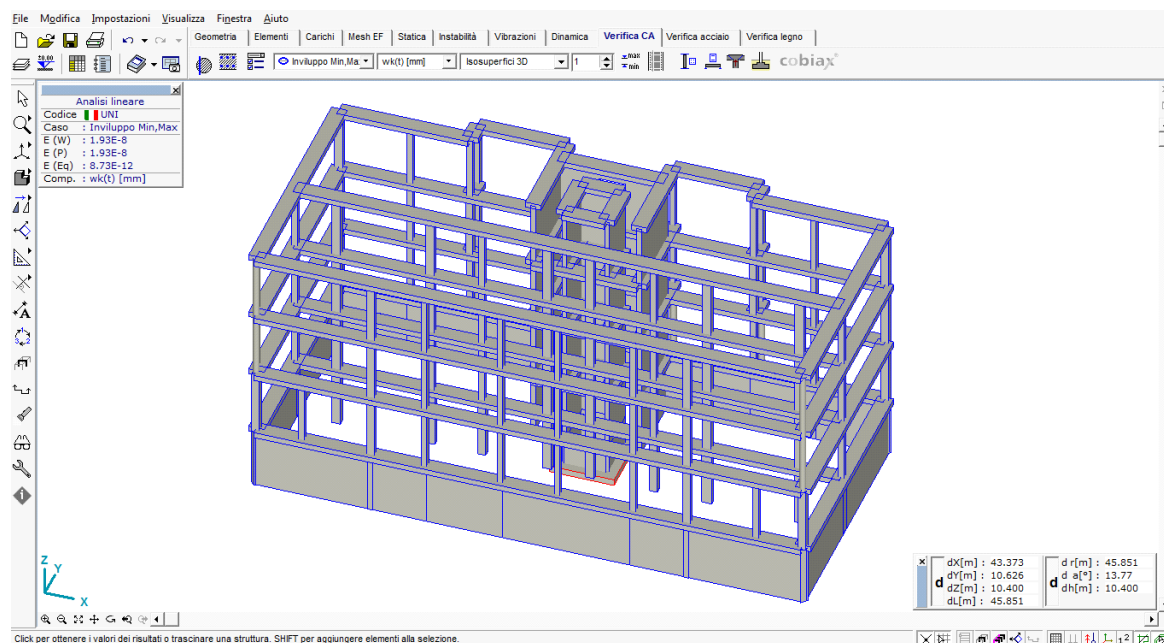
$$V_{Sd} = \gamma_{Rd} \frac{M_{Rp}^s + M_{Rp}^i}{l_p}$$

nella quale risulta 1,3 se CD"A" e 1,1 se CD"B", è la lunghezza del pilastro.

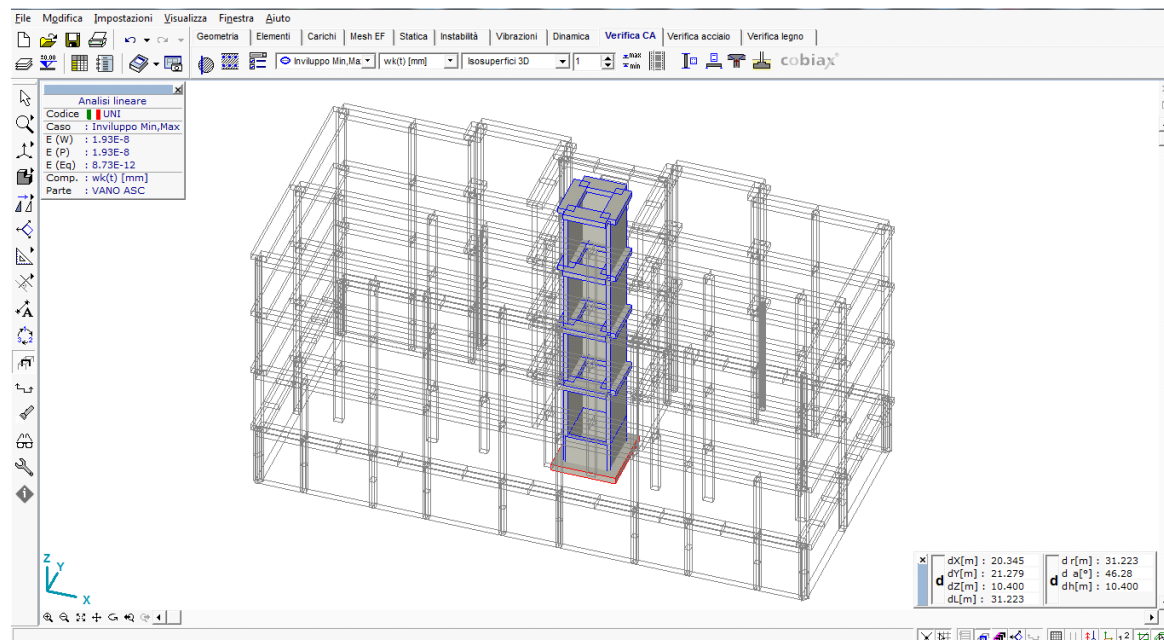


## 1.7 Piastre e setti

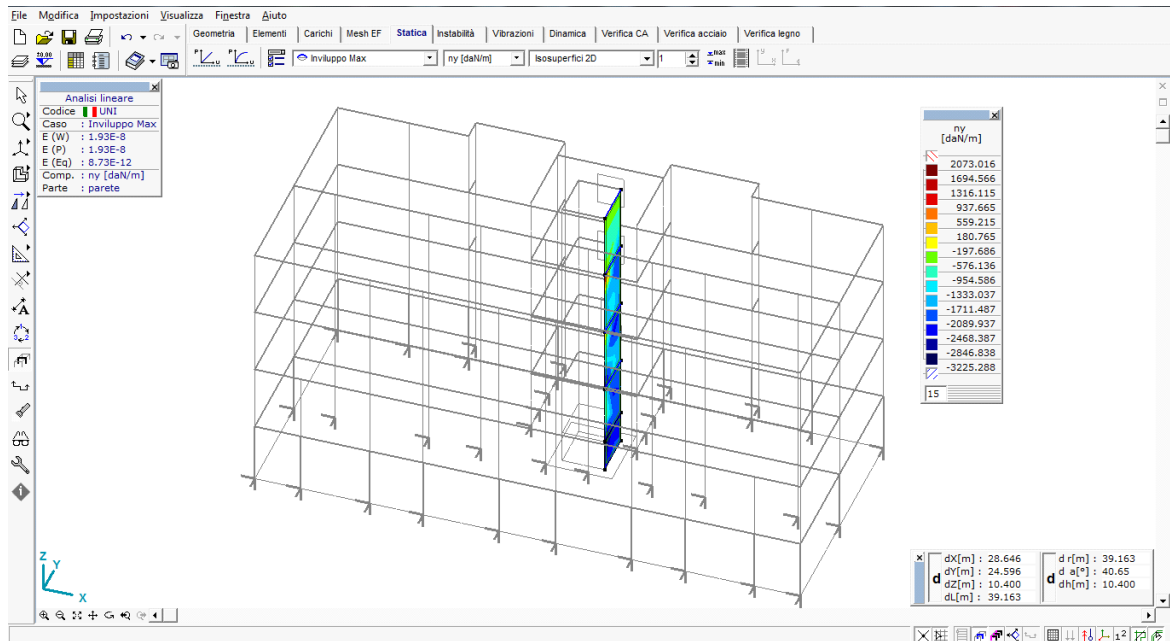
Oltre agli elementi lineari come travi e pilastri, AxisVM prevede elementi bidimensionali (piastre, membrane, gusci anche associati con elementi lineari) per poter modellare setti, piastre di fondazione, muri controterra ed elementi a sviluppo bidimensionale.



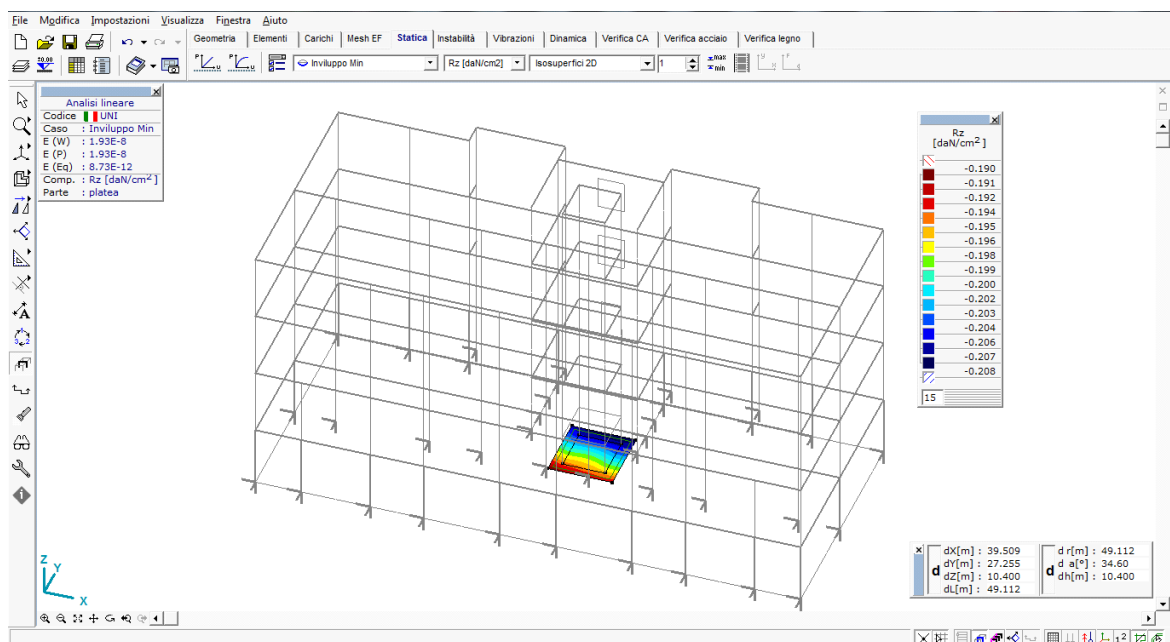
L'utilizzo del comando "parti" ci permette di isolare una porzione del modello, così si possono apportare le modifiche in modo più agevole.



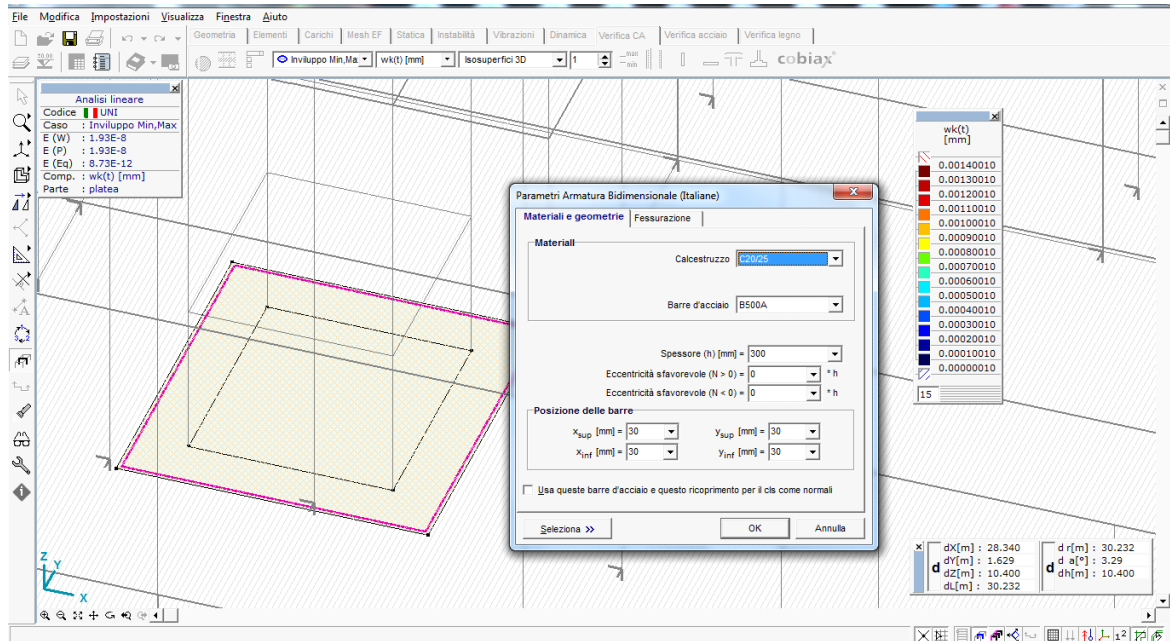
Inoltre, è possibile leggere i risultati di calcolo con valori minimi e massimi relativi alla parte attiva, come nel caso riportato sotto in figura dove si legge lo sforzo normale.



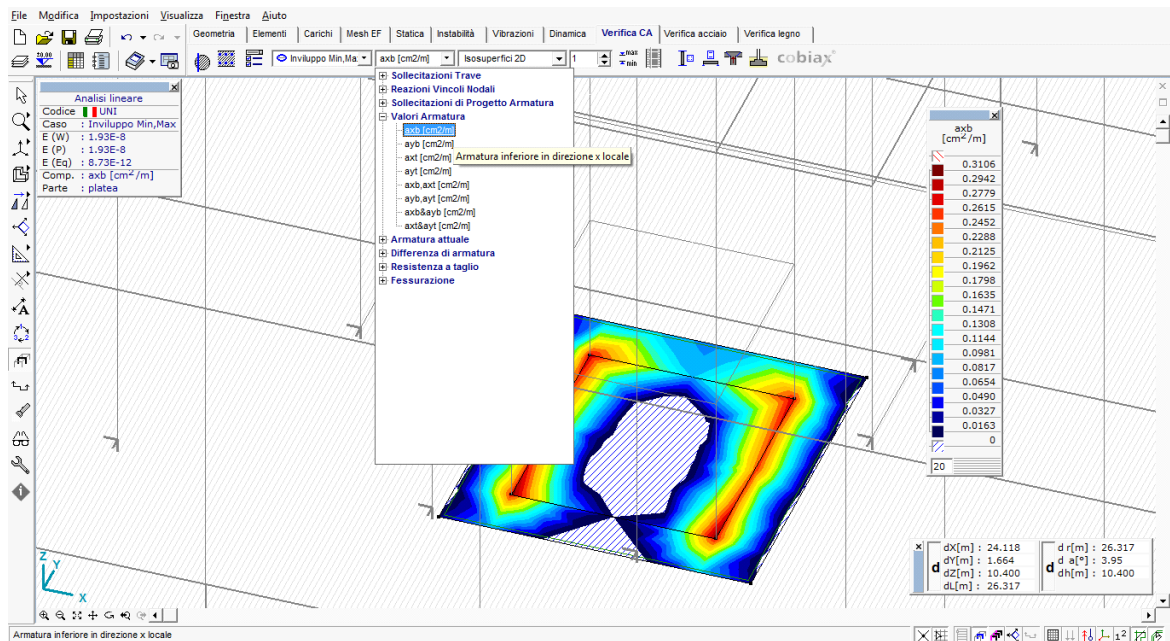
Per gli elementi bidimensionali a cui è stato associato un vincolo elastico possiamo inoltre leggere le reazioni vincolari come riportato in figura sotto.



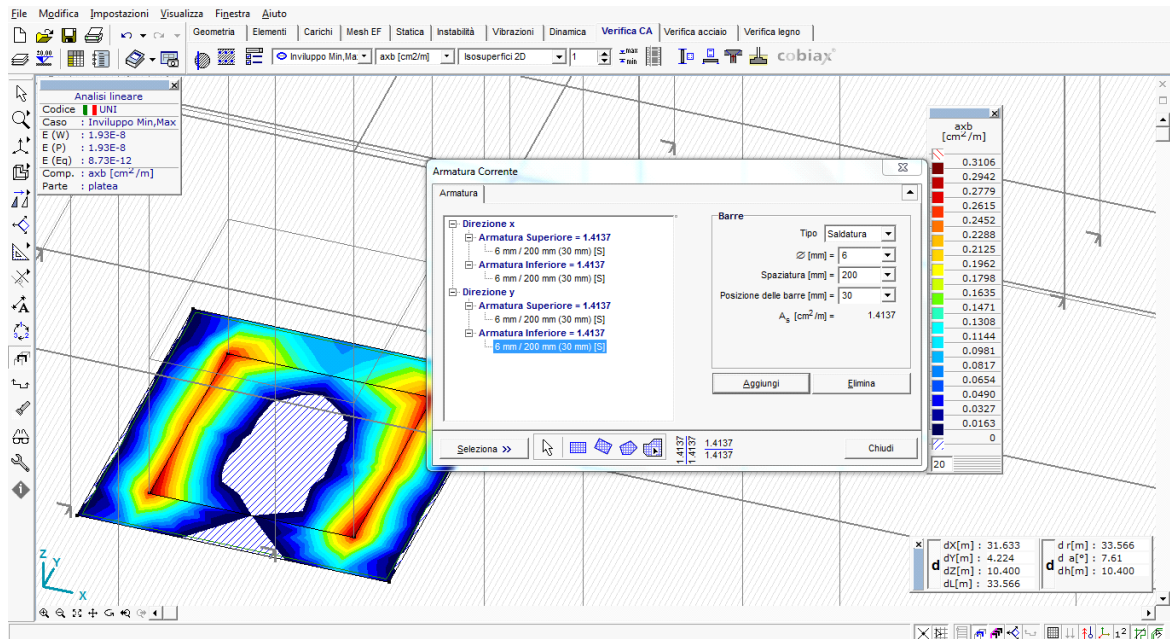
Per tutti gli elementi bidimensionali (orizzontali, verticali, inclinati, vincolati o no) è possibile definire alcuni parametri come la classe di cls, il tipo di acciaio per le barre e il copriferro.



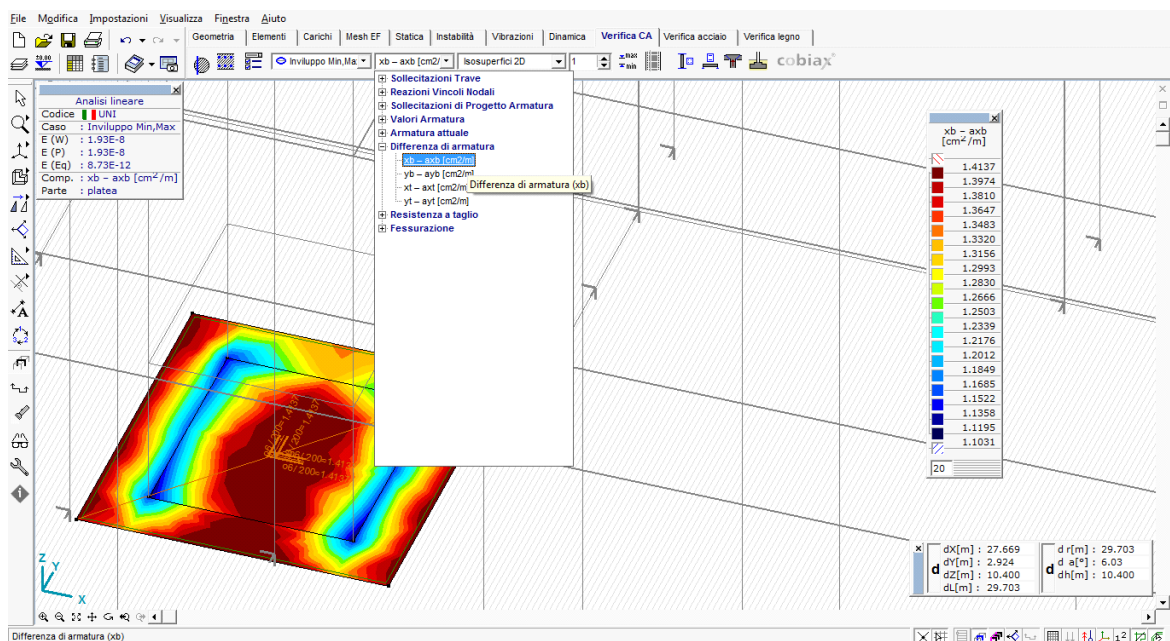
Applicati i parametri, il programma restituisce i quantitativi necessari di armatura minima in direzione x e y per entrambe le facce.



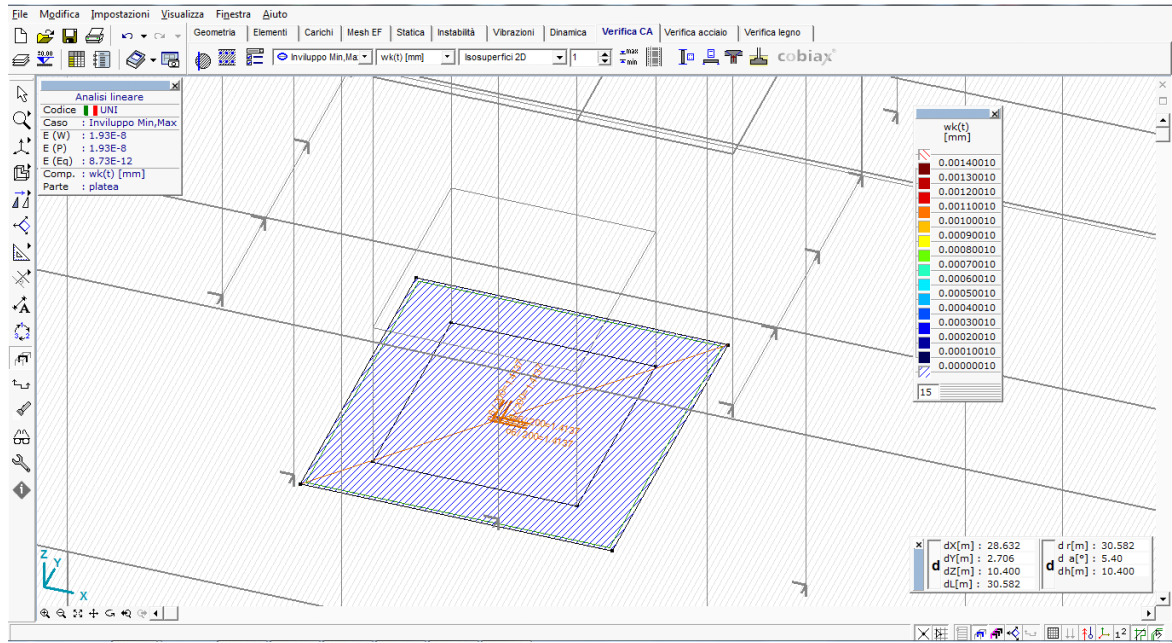
Successivamente possiamo introdurre un'armatura specificando diametro e passo per le direzioni x e y sulle due facce, per l'intera area della superficie o per porzioni di essa.



Specificata l'armatura, Axis VM effettua il confronto tra armatura proposta dall'utente e armatura minima, evidenziando le differenze in modo da individuare eventuali carenze.



Oltre al confronto tra armature, AxisVM restituisce anche le differenze tra taglio agente e taglio resistente. Infine, è possibile verificare la presenza di eventuali fessurazioni e la loro apertura.



### 1.7.1 Verifiche C.A. Setti

Analogamente alle sezioni Travi e Pilastri, esiste la verifica dedicata ai Setti.

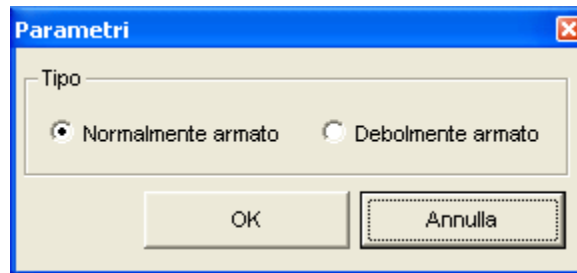
Setti finalizzato alla verifica dei setti, è intercambiabile con il software Axis VM, che permette di determinare le sollecitazioni nel setto. Gli elementi bidimensionali verticali e le relative sollecitazioni interne calcolate, sono automaticamente riconosciuti dal programma.

The screenshot shows the software interface for 'Setti' verification. The interface includes a menu bar, a toolbar, a data table, a 2D diagram of a beam, and a 3D model of a building structure.

Setto	Verifica	Hw [cm]	Hpt [cm]	Hcr [cm]	Calcolo	DXF	Relazione
S_1	-	324	324	120	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_2	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_3	-	324	324	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_4	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_5	-	324	324	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_6	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_7	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_8	-	324	324	260	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_9	-	324	324	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_10	-	324	324	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_11	-	324	324	260	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_12	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_13	-	324	324	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

The 2D diagram shows a horizontal beam with a length dimension of 450. The 3D model shows a building structure with a roof and walls, with the roof structure highlighted in orange.

E' possibile definire il setto come normalmente armato o debolmente armato.

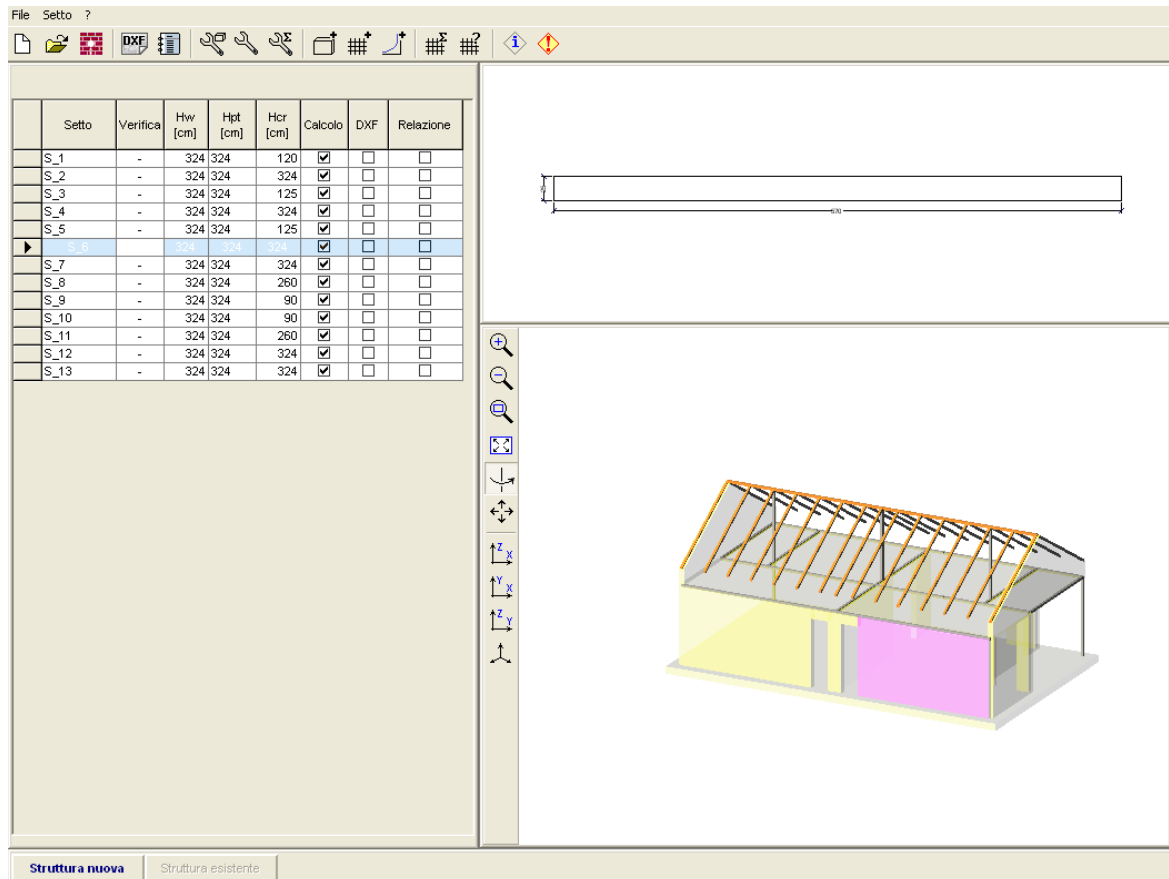


Una struttura a pareti è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se, nella direzione orizzontale d'interesse, essa ha un periodo fondamentale, calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a  $T_C$ , e comprende almeno due pareti con una dimensione orizzontale non inferiore al minimo tra 4,0m ed i  $2/3$  della loro altezza, che nella situazione sismica portano insieme almeno il 20% del carico gravitazionale.

Se una struttura non è classificata come struttura a pareti estese debolmente armate, tutte le sue pareti devono essere progettate come duttili.

### 1.7.1.1 Definizione dell'ambiente operativo

L'interfaccia di Verifiche C.A. Setti presenta l'ambiente di lavoro classico, in cui è possibile visualizzare la lista dei setti del progetto, modificarli, visualizzarli nell'area grafica, progettarli e verificarli.



Sulla sinistra si presenta la lista di tutti i setti del modello (Griglia Setti), in basso l'elenco delle sezioni di calcolo del setto selezionato (Griglia Sezioni) e sulla destra la rappresentazione sia geometrica che di armatura della sezione selezionata (Visualizzazione Sezione) e, dato che il progetto deriva automaticamente da Axis, è possibile anche la visualizzazione del modello tridimensionale (Visualizzazione 3D).

Dopo l'esecuzione del calcolo, invece, si presenta come segue.

The screenshot displays a software interface for structural analysis. On the left, a table lists various structural elements (Setto) with their respective verification status (Verifica), dimensions (Hw, Hcr), and calculation results (Calcolo, EWF, Relazione). The table includes columns for 'Setto', 'Verifica', 'Hw [cm]', 'Hcr [cm]', 'Calcolo', 'EWF', and 'Relazione'. Rows are numbered S\_1 through S\_13, with S\_4 highlighted. Below this table, there are two tabs: 'Struttura a mano' and 'Struttura esportata'. The 'Struttura a mano' tab is active, showing a detailed table with columns for 'Domio', 'Sez.', 'Calcolo', 'Lw [cm]', 'Bw [cm]', 'Quota [cm]', 'I zone estr. [cm]', 'Ver. Piani', 'Ver. Tagli', 'Ver. Scari', 'Ver. Cora', 'Fermi longitudinali zona esterna', 'Fermi longitudinali zona centrale', 'Staffe zona esterna', and 'Staffe zona centrale'. The table shows two rows of data for Domio 17, with the second row (Sez. 2) having a checked 'Calcolo' box and 'SI' in several verification columns. On the right side of the interface, there is a 2D reinforcement diagram of a beam with a length of 330 cm and a height of 25 cm. The diagram shows a top view with reinforcement bars labeled '12ø12/30' and 'ø12/30'. Below the diagram is a 3D perspective view of a building structure with a gabled roof and colored walls.

Setto	Verifica	Hw [cm]	Hcr [cm]	Calcolo	EWF	Relazione
S_1	SI	324 400	120	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_2	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_3	SI	324 400	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_4	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_5	SI	324 400	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_6	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_7	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_8	SI	324 400	200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_9	SI	324 400	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_10	SI	324 400	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_11	SI	324 400	300	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_12	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S_13	SI	324 400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Domio	Sez.	Calcolo	Lw [cm]	Bw [cm]	Quota [cm]	I zone estr. [cm]	Ver. Piani	Ver. Tagli	Ver. Scari	Ver. Cora	Fermi longitudinali zona esterna	Fermi longitudinali zona centrale	Staffe zona esterna	Staffe zona centrale
17	1	<input checked="" type="checkbox"/>	330	25	0	0	SI	SI	SI	SI	-	12 ø 12 / 30 cm	-	ø 12 / 30 cm
17	2	<input checked="" type="checkbox"/>	330	25	108	0	SI	SI	-	SI	-	12 ø 12 / 30 cm	-	ø 12 / 30 cm

## 1.7.1.1.1 Griglia Setti

L'elenco dei setti indica il nome, l'altezza del setto, l'altezza del piano terra e l'altezza della zona critica per ciascun setto, definiti all'interno del comando Gestione Setto. Presenta, inoltre, l'esito delle verifiche eseguite, e le spunte per l'esecuzione del calcolo per l'esportazione del file dxf e della relazione di calcolo.

	Setto	Verifica	Hw [cm]	Hpt [cm]	Hcr [cm]	Calcolo	DXF	Relazione
▶	S_1	Sì	324	400	120	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_2	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_3	Sì	324	400	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_4	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_5	Sì	324	400	125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_6	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_7	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_8	Sì	324	400	260	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_9	Sì	324	400	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_10	Sì	324	400	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_11	Sì	324	400	260	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_12	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S_13	Sì	324	400	324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 1.7.1.1.2 Griglia Sezioni

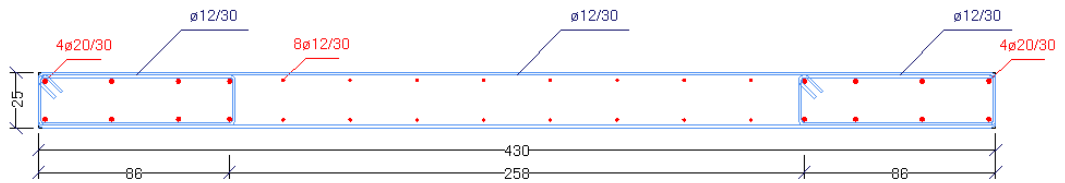
La griglia delle sezioni elenca tutti i dati geometrici delle sezioni di calcolo del setto evidenziato nella griglia dei setti. Evidenzia, inoltre, l'esito delle verifiche eseguite e le armature calcolate.

Struttura nuova		Struttura esistente											
Sez.	Calcolo	Lw [cm]	Bw [cm]	Quota [cm]	L zona estr. [cm]	Ver. Fless.	Ver. Taglio	Ver. Scorr.	Ver. Comp.	Ferri longitudinali zona estrema	Ferri longitudinali zona centrale	Staffe zona estrema	Staffe zona centrale
▶ 1	<input checked="" type="checkbox"/>	430	25	0	86	Sì	Sì	Sì	Sì	4 d 20 / 30 cm	8 d 12 / 30 cm	d 12 / 30 cm	d 12 / 30 cm
2	<input checked="" type="checkbox"/>	430	25	143	86	Sì	Sì	-	Sì	4 d 20 / 30 cm	8 d 12 / 30 cm	d 12 / 30 cm	d 12 / 30 cm

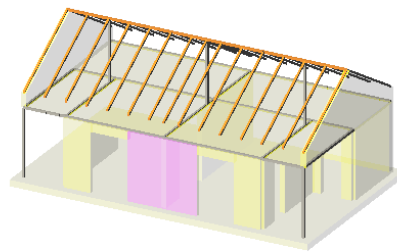
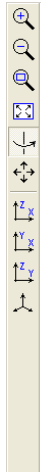
La verifica a scorrimento è eseguita solo per le sezioni a quota 0.

## 1.7.1.1.3 Visualizzazione Sezione

A lato del programma viene visualizzata la sezione selezionata nella griglia delle sezioni, con la rappresentazione dell'eventuale armatura calcolata.

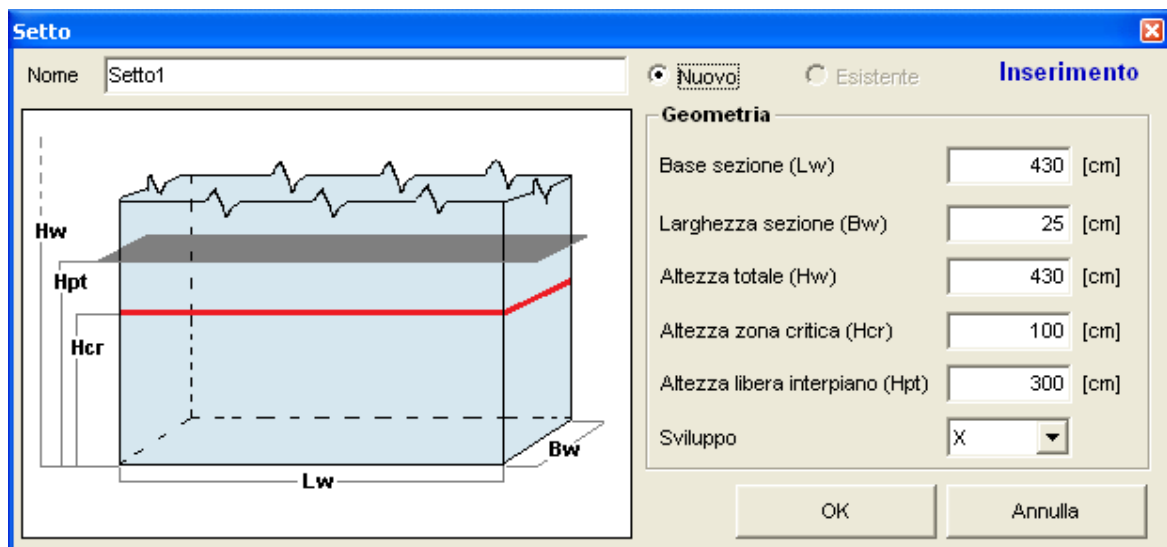


## 1.7.1.1.4 Visualizza 3D



### 1.7.1.2 Inserimento/Visualizzazione/Modifica geometria

Se un setto è definito manualmente nella maschera di inserimento e modifica si definiscono le dimensioni del setto, l'altezza della zona critica, l'altezza libera di interpiano e la direzione di sviluppo del setto. Il progetto deriva da un calcolo con Axis, quindi l'utente ha la possibilità di visualizzare la geometria inserita in Axis ed eventualmente modificarla.



Una struttura a pareti è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se, nella direzione orizzontale d'interesse, essa ha un periodo fondamentale, calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a  $TC$ , e comprende almeno due pareti con una dimensione orizzontale non inferiore al minimo tra 4,0m ed i  $2/3$  della loro altezza, che nella situazione sismica portano insieme almeno il 20% del carico gravitazionale. Se una struttura non è classificata come struttura a pareti estese debolmente armate, tutte le sue pareti devono essere progettate come duttili (normalmente armate).

L'altezza  $h_{cr}$  è data dal più grande dei seguenti valori: l'altezza della sezione di base della parete ( $L_w$ ), un sesto dell'altezza della parete ( $h_w$ ); l'altezza critica da assumere non deve essere maggiore dell'altezza del piano terra (interpiano), nel caso di edifici con numero di piani non superiore a 6, maggiore di due volte l'altezza del piano terra, per edifici con oltre 6 piani, e comunque non maggiore di due volte l'altezza della sezione di base.

### 1.7.1.3 Inserimento/Visualizzazione sollecitazioni

Per le sollecitazioni è possibile visualizzare quelle ottenute dal calcolo in Axis VM.

	Comb.	N [daN]	V [daN]	M [daNcm]	Tipo	Tipo imp.
▶	1	-147000	46000	56000000	LC	SLV

Se si tratta di un setto sismico, il programma esegue in automatico l'involuppo delle sollecitazioni come richiesto nel paragrafo 7.4.4.5.1. delle NTC08.

#### 1.7.1.4 Gestione armatura

Inoltre, offre la possibilità di modificare l'armatura ed eseguire una nuova verifica del setto.

**Armatura** [X]

Setto: Setto1 sezione: 1 **Modifica**

**Longitudinale**

Zona estrema		Zona centrale	
Lunghezza	86 [cm]	Diametro	12 [mm]
Diametro	20 [mm]	Passo	30 [cm]
Passo	30 [cm]		

**Staffe**

Zona estrema		Zona centrale	
Diametro	12 [mm]	Diametro	12 [mm]
Passo	30 [cm]	Passo	30 [cm]

OK Annulla

Per il progetto di setti normalmente armati la norma prescrive obbligatoriamente, nella zona critica, due zone estreme del setto denominate zone confinate, in cui è presente un'integrazione di armatura, sia longitudinale che trasversale. Tali zone confinate hanno lunghezza  $L_c$  minimo pari al 20% della lunghezza in pianta  $L_w$  della parete stessa e comunque non inferiore a 1,5 volte lo spessore della parete.

## 1.7.1.5 Risultati

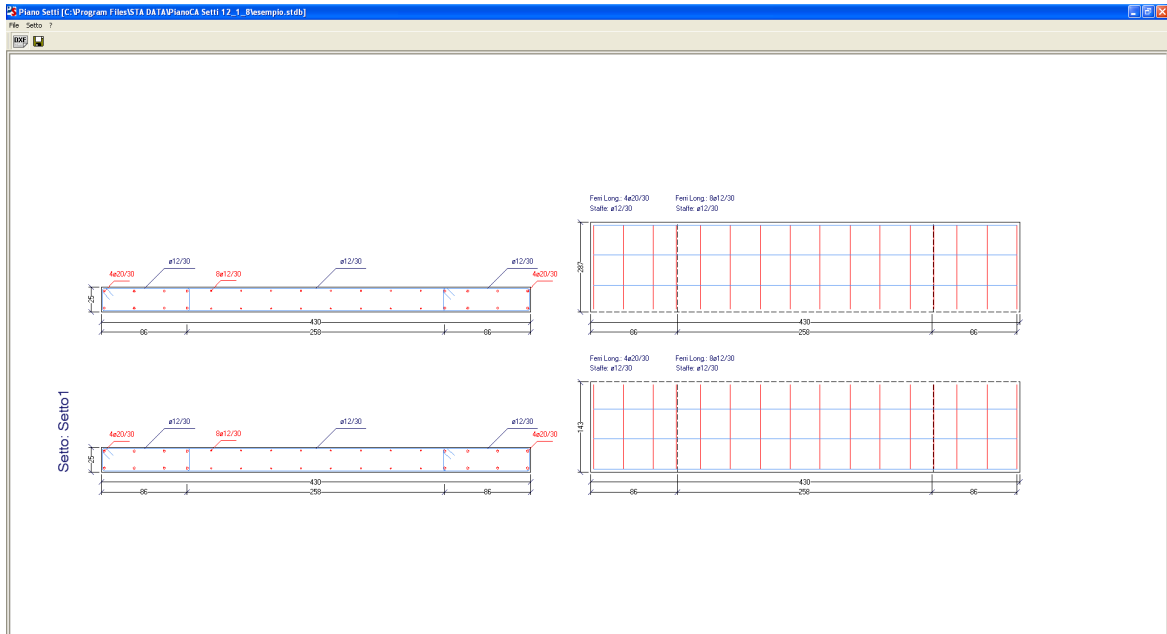
La maschera presenta i risultati delle Verifiche a Pressoflessione, Taglio, Compressione, Scorrimento con i rispettivi coefficienti di sicurezza. Per la sezione a quota 0, il taglio sollecitante deve essere confrontato sia con il taglio resistente, che con la resistenza a scorrimento.

Risultati			
Setto: Setto1 sezione: 1			
<b>Pressoflessione</b>			
Combinazione		Momento sollecitante	56'000'000 [daNcm]
Fattore di sicurezza	1,131	Momento resistente	63'324'190 [daNcm]
		Sforzo normale sollecitante	-69'750 [daN]
		Sforzo normale resistente	-69'751 [daN]
<b>Taglio</b>			
Combinazione		Resistenza taglio trazione	113'383 [daN]
Fattore di sicurezza	2,465	Resistenza taglio compressione	458'423 [daN]
		Taglio sollecitante	46'000 [daN]
		Resistenza a taglio	113'383 [daN]
<b>Compressione</b>			
Combinazione		Resistenza a compressione	-731'000 [daN]
Fattore di sicurezza	3,260	Sforzo di compressione massimo	-147'000 [daN]
<b>Scorrimento</b>			
Combinazione		Resistenza per effetto spinotto delle armature verticali	66'875 [daN]
Fattore di sicurezza	2,957	Resistenza per attrito	69'161 [daN]
		Resistenza a scorrimento	136'036 [daN]
			OK

### 1.7.1.6 Disegno delle armature



Provvede ad un'anteprima di stampa del DXF dei setti selezionati. Dopo aver visualizzato l'anteprima, può essere salvata in formato DXF cliccando sull'icona di salvataggio. Può essere esportato uno o più setti in funzione del segno di spunta nell'apposita casella sulla griglia dei setti.



Una volta calcolati i setti è possibile esportare un file in formato DXF per la successiva importazione dello stesso da un ambiente CAD, e quindi il plottaggio con la strumento di stampa a disposizione dell'utente.

Da notare che tutte le armature dei setti saranno nell'unico file che si sta esportando.

Per scegliere i setti basta selezionare nella griglia i setti da esportare, ponendo il segno di spunta alla casella dei setti in questione nella colonna DXF.

### 1.7.1.7 Relazione di calcolo

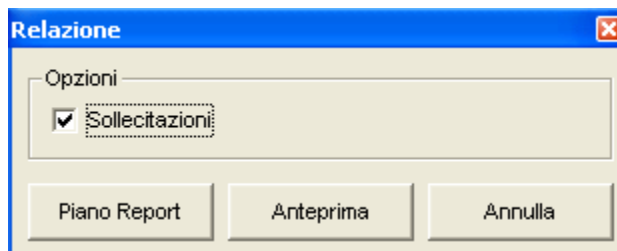


Provvede alla stesura della relazione di calcolo.

Una volta calcolati i setti è possibile generare la relazione di calcolo in vari formati: .txt/.rtf/.html/.pdf

Per generare la relazione per le travi desiderate, basta selezionare quelle di interesse dalla griglia dell'ambiente dei setti quindi dal menu *File Stampa Relazione*.

Si aprirà una maschera nella quale è possibile scegliere il grado di dettaglio che la relazione dovrà avere.



Alla conferma dei dati si avvia il Report che genera la relazione di calcolo, nella quale le tabelle sono stampate automaticamente con una opportuna formattazione. Da questo ambiente è possibile inviare in stampa la relazione direttamente oppure esportarla per l'archiviazione e/o l'apertura con altro editor di testi nel formato supportato.

Preview

Page : 2 / 2

**Sezione: 2 (Quota = 143 [cm])**

Comb.	N [daN]	M [daNcm]	V [daN]	Tipo
1	-140000	50000000	30000	LC

Nqp = 130000 [daN]

**INVILUPPO SOLLECITAZIONI**  
Tipo analisi: SLV

**Setto: Setto1**

Sezione	Nmax [daN]	Nmin [daN]	V [daN]	M [daNcm]
1	-147000	-147000	46000	56000000
2	-140000	-140000	30000	48703020

**VERIFICHE**

**Setto: Setto1**

**Pressoflessione**

Sezione	Ned [daN]	Med [daNcm]	Nrd [daN]	Mrd [daNcm]	FS	Verifica
1	-147000	56000000	-69750	62108930	1,109	Si
2	-140000	48703020	-75000	62913130	1,292	Si

**Compressione**

Sezione	Ned min [daN]	Nrd min [daN]	FS	Verifica
1	-147000	-609167	2,716	Si
2	-140000	-609167	2,972	Si

**Taglio**

Sezione	Ved [daN]	Vrd,s [daN]	Vrd,c [daN]	Vrd [daN]	FS	Verifica
1	46000	113383	390370	113383	2,465	Si
2	30000	113383	386069	113383	3,779	Si

**Scorrimento**

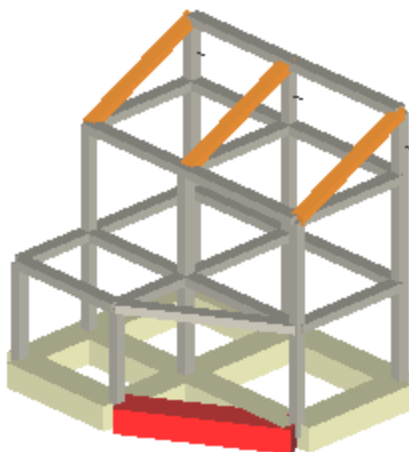
Sezione	Ved	Vdd	Vtd	Vrd,s	FS	Verifica
1	46000	113383	390370	113383	2,465	Si
2	30000	113383	386069	113383	3,779	Si

Relazione Pronta

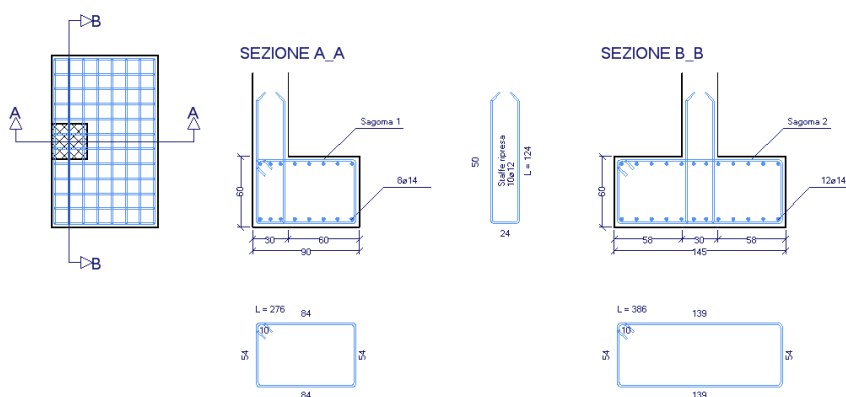
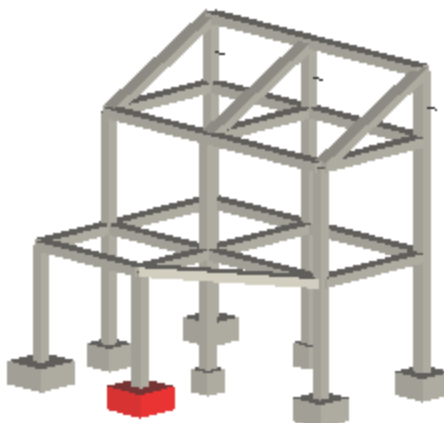
## 2 Verifiche C.A. Fondazioni

Per le verifiche delle fondazioni superficiali, Verifiche C.A. esegue verifiche di tipo geotecnico e verifiche di tipo strutturale, per i seguenti elementi strutturali:

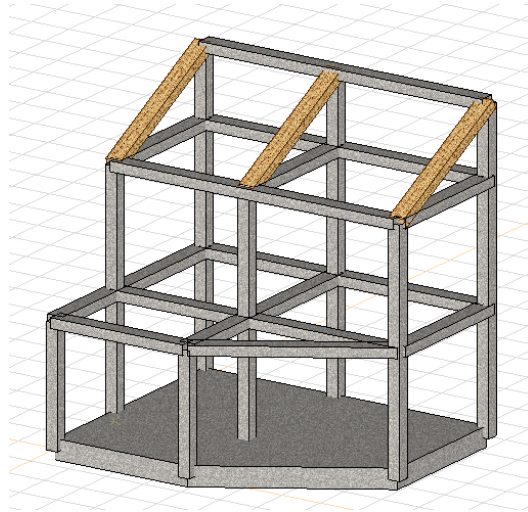
### 1. Travi rovesce e graticci



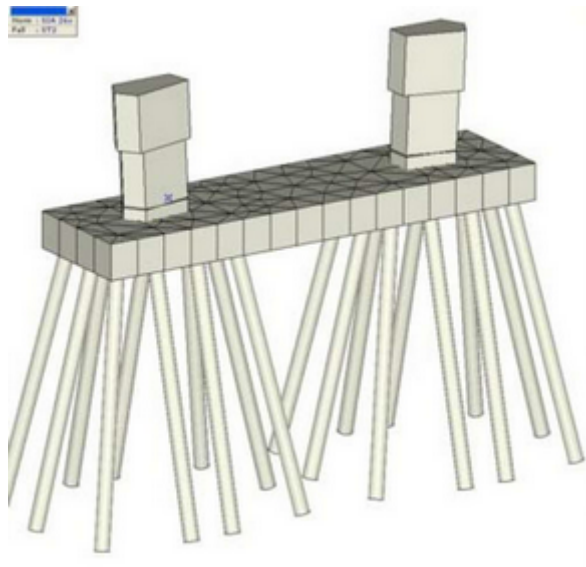
### 2. Plinti di fondazione



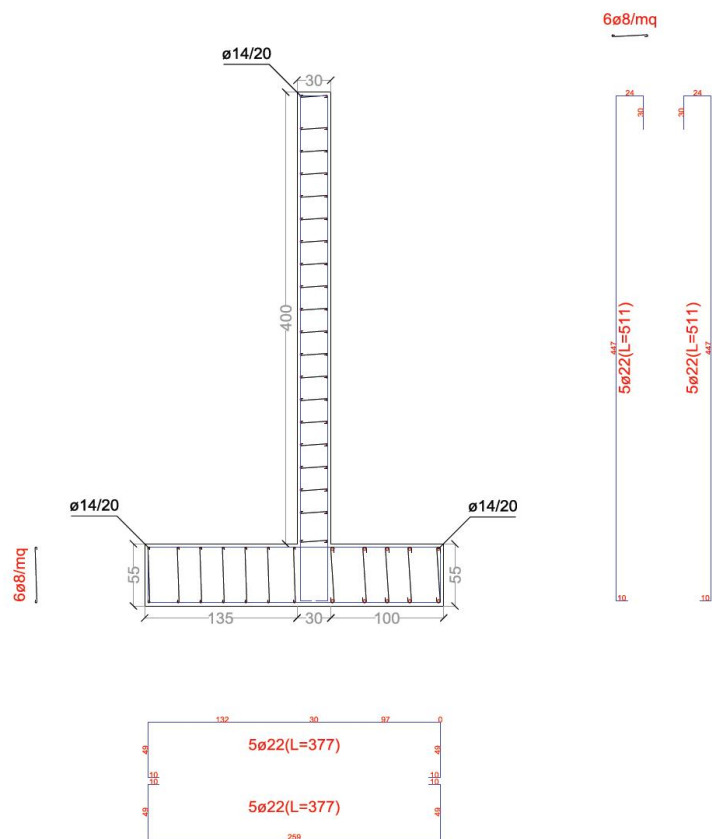
**3. Platee di fondazione**



**4. Pali**



## 5. Muri di sostegno

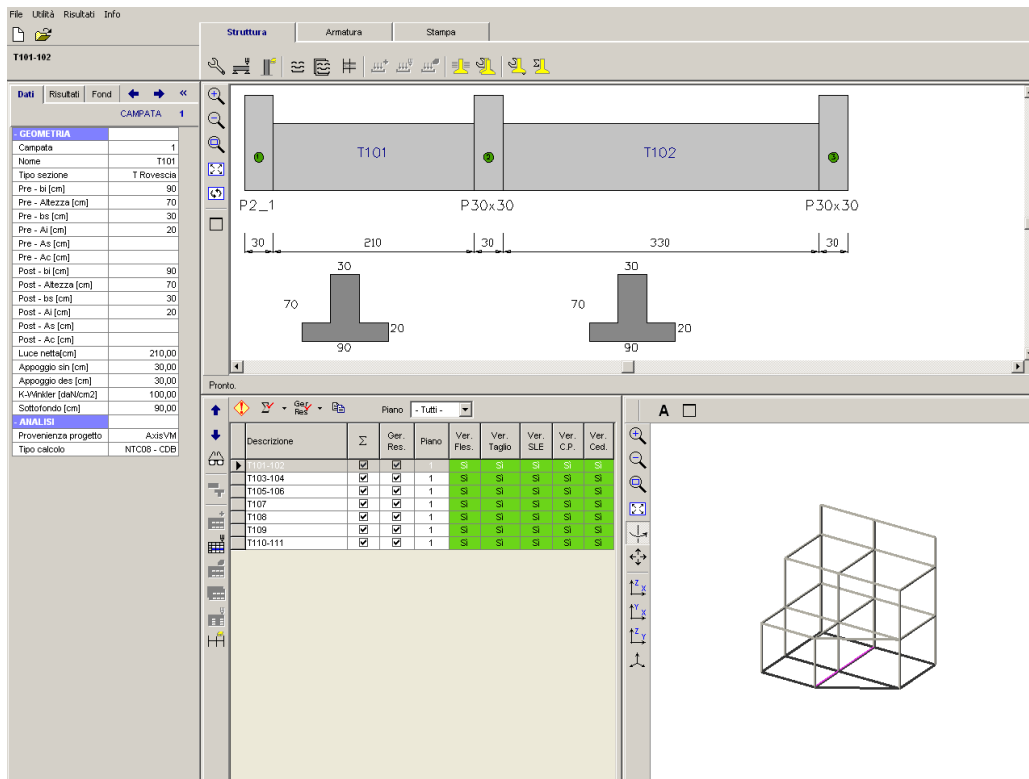


## 2.1 Travi rovesce/graticci/plinti di fondazione

### 2.1.1 Travi rovesce e graticci

E' possibile definire le travi di fondazione, anche a T rovescia.

La sezione riconosce automaticamente le travi di fondazione di un progetto eseguito con il software Axis VM, ed esegue il calcolo delle travi su suolo elastico alla Winkler, associando il Kwinkler relativo al terreno. Esegue anche le verifiche geotecniche sulla base delle caratteristiche del terreno relative.



Il software, sulla base delle NTC08, consente le verifiche geotecniche relative a:

- capacità portante a breve e a lungo termine secondo il metodo di Brinch-Hansen per qualsiasi tipo di terreno;
- verifica dei cedimenti massimi di ciascuna trave;
- verifica dei cedimenti differenziali;

relativi al complesso di fondazione, attraverso l'introduzione delle caratteristiche del terreno determinate attraverso prove specifiche in sito o in laboratorio.

Dal punto di vista strutturale, il software opera, come per le travi di sopraelevazione:

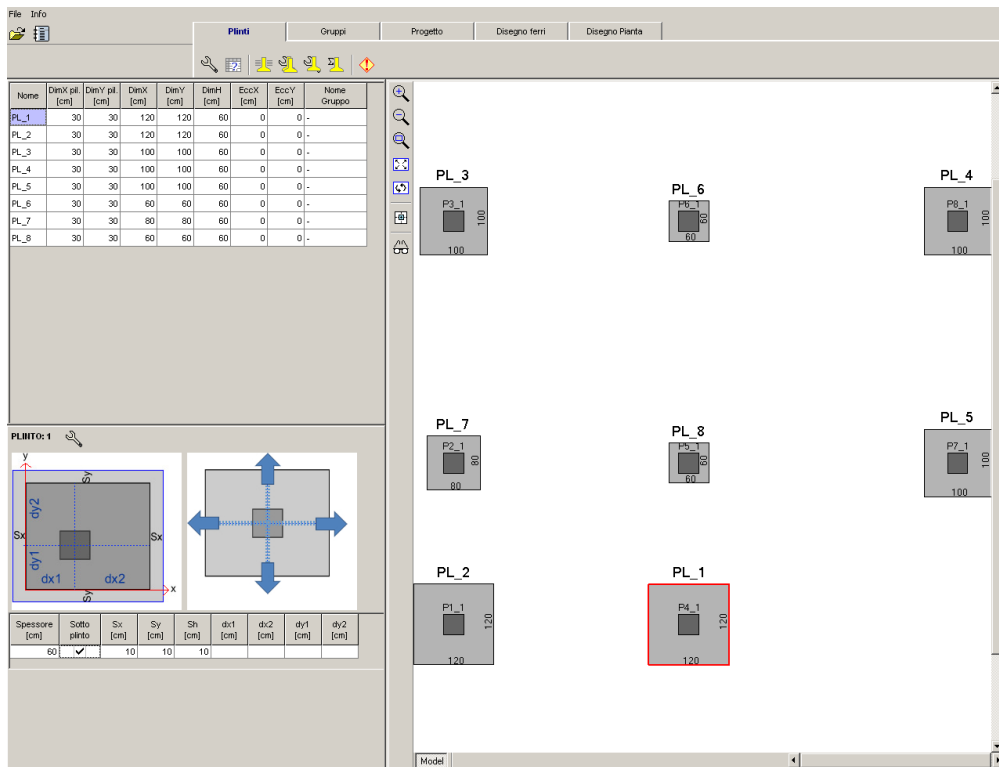
- Progetto a flessione con dimensionamento dell'armatura
- Verifica a flessione
- Verifica a taglio con la progettazione dell'armatura trasversale a taglio

- Verifica a SLE.

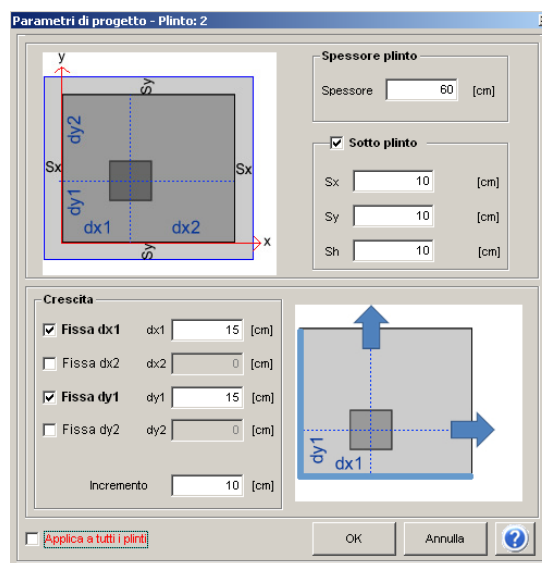
## 2.1.2 Plinti di fondazione

Al fine di ottenere risultati soddisfacenti, per la verifica dei plinti di fondazione è fondamentale eseguire determinati processi strutturali, ovvero:

### 1) Predimensionamento dei plinti



Nella scheda "Plinti" si assegnano le proprietà dei materiali, del terreno ed i fili fissi dei plinti; si procede al predimensionamento determinando le dimensioni minime che portano alla verifica sia strutturale che geotecnica di ciascun plinto.



## 2) Assegnazione dei plinti a gruppi di plinti

Nella scheda "Gruppi" è possibile raggruppare più plinti, anche con dimensioni minime di predimensionamento diverse, in uno stesso gruppo con uguali caratteristiche geometriche.

File Info

Plinti Gruppi Progetto Disegno ferri Disegno Planti

N.	Nome Gruppo	Descrizione Plastri	DimX pl [cm]	DimY pl [cm]	DimX [cm]	DimY [cm]	DimH [cm]	EccX [cm]	EccY [cm]	Sottoplinto sx [cm]	Sottoplinto sy [cm]	Sottoplinto sh [cm]	Visibile
1	GR1	30 x 30	30	30	90	145	60	-30	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
2	GR2	30 x 30	30	30	105	105	60	-38	-38	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
3	GR3	30 x 30	30	30	150	100	60	0	-35	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
4	GR4	30 x 30	30	30	80	80	60	0	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Nome	DimX pl [cm]	DimY pl [cm]	DimX [cm]	DimY [cm]	DimH [cm]	EccX [cm]	EccY [cm]	Nome Gruppo
PL_1	30	30	160	95	60	0	-32	GR3
PL_2	30	30	105	105	60	-38	-38	GR2
PL_3	30	30	95	140	60	-28	0	GR1
PL_4	30	30	80	80	60	0	0	GR4
PL_5	30	30	80	80	60	0	0	GR4
PL_6	30	30	60	60	60	0	0	GR4
PL_7	30	30	75	120	60	-22	0	GR1
PL_8	30	30	60	60	60	0	0	GR4

Model

### 3) Progetto esecutivo

Nella scheda "Progetto" può essere eseguito il progetto del gruppo di plinti selezionato, determinando l'armatura longitudinale e verificando dal punto di vista geotecnico la portanza, cedimento massimo e da punto di vista strutturale la flessione e il taglio-punzonamento.

File Info

Plinti Gruppi **Progetto** Disegno ferri Disegno Pianta

N	Nome Gruppo	Descrizione Plastrini	DimX pl. [cm]	DimY pl. [cm]	DimX [cm]	DimY [cm]	DimH [cm]	EccX [cm]	EccY [cm]	Sottoplinto sx [cm]	Sottoplinto sy [cm]	Sottoplinto sh [cm]	ArmX N Ferri	ArmX Diam	ArmY N Ferri	ArmY Diam	Verifica	Verifica Ced. ang.	Visibile	Stampa Relazione	Stampa Disegno
1	GR1	30 x 30	30	30	90	145	60	-30	0	0	0	0	12	14	8	14	SI	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	GR2	30 x 30	30	30	105	105	60	-38	-38	0	0	0	9	14	9	14	SI	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	GR3	30 x 30	30	30	150	100	60	0	-35	0	0	0	8	14	12	14	SI	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	GR4	30 x 30	30	30	80	80	60	0	0	0	0	0	7	14	7	14	SI	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nome	Ver. Strutturale	Ver. Cap. Portante	Ver. Cedim. max	Nome Gruppo
PL_1	SI	SI	SI	GR3
PL_2	SI	SI	SI	GR2
PL_3	SI	SI	SI	GR1
PL_4	SI	SI	SI	GR4
PL_5	SI	SI	SI	GR4
PL_6	SI	SI	SI	GR4
PL_7	SI	SI	SI	GR1
PL_8	SI	SI	SI	GR4

Model

Dopo aver eseguito il progetto di tutti i gruppi di plinti, determinando i cedimenti relativi ad ogni plinto, è possibile verificare che il cedimento angolare del progetto è minore del valore limite tale da far insorgere ulteriori sollecitazioni nella sovrastruttura.



File Info

Plinti    Gruppi    **Progetto**    Disegno ferri    Disegno Planta

N	Nome Gruppo	Descrizione Plastri	DimX pil [cm]	DimY pil [cm]	DimX [cm]	DimY [cm]	DimH [cm]	EccX [cm]	EccY [cm]	Sottopilto sx [cm]	Sottopilto sy [cm]	Sottopilto sh [cm]	ArmX N Ferri	ArmX Diam	ArmY N Ferri	ArmY Diam	Verifica	Verifica Ced.ang.	Visibile	Stampa Relazione	Stampa Disegno
1	GR1	30 x 30	30	30	90	145	60	-30	0	0	0	0	12	14	8	14	SI	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	GR2	30 x 30	30	30	105	105	60	-38	-38	0	0	0	9	14	9	14	SI	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	GR3	30 x 30	30	30	150	100	60	0	-35	0	0	0	8	14	12	14	SI	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	GR4	30 x 30	30	30	80	80	60	0	0	0	0	0	7	14	7	14	SI	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nome	Ver Strutturale	Ver Cap Portante	Ver Cedim. max	Nome Gruppo
PL_1	SI	SI	SI	GR3
PL_2	SI	SI	SI	GR2
PL_3	SI	SI	SI	GR1
PL_4	SI	SI	SI	GR4
PL_5	SI	SI	SI	GR4
PL_6	SI	SI	SI	GR4
PL_7	SI	SI	SI	GR1
PL_8	SI	SI	SI	GR4

Model

Plinti consente anche di cambiare manualmente l'armatura calcolata, e quindi eseguire nuovamente la verifica del gruppo di plinti.

E' anche possibile associare ai gruppi la tipologia "a bicchiere", progettare l'armatura e verificare il bicchiere stesso.

Geometria Bicchiere

GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

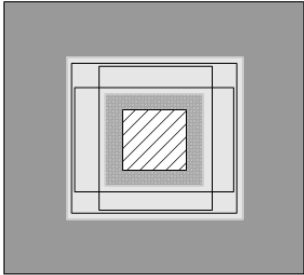
Bicchiere

Bx	60	cm	fck	25	N/mm <sup>2</sup>
By	60	cm	fyk	150	N/mm <sup>2</sup>
S	20	cm	Dmin	8	mm
H	50	cm	Dmax	16	mm

Annulla    Ok

Armatura Bicchiere

Armatura Orizzontale



Staffe orizzontali esterne

Num  Diametro  mm

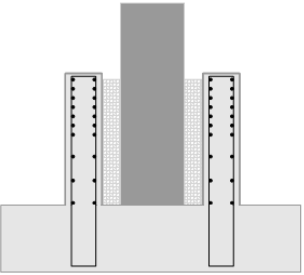
Staffe orizzontali X

Num  Diametro  mm

Staffe orizzontali Y

Num  Diametro  mm

Armatura Verticale



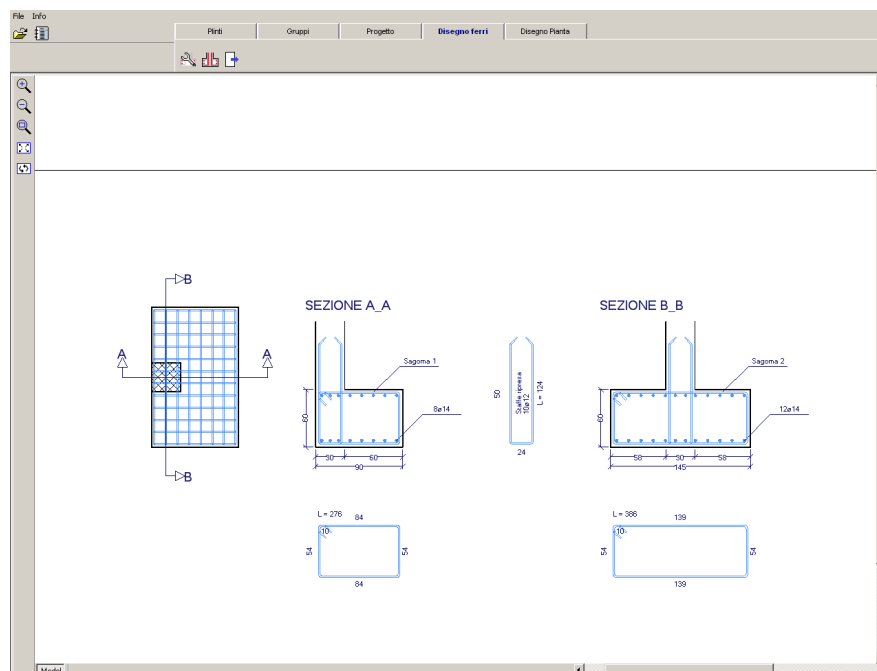
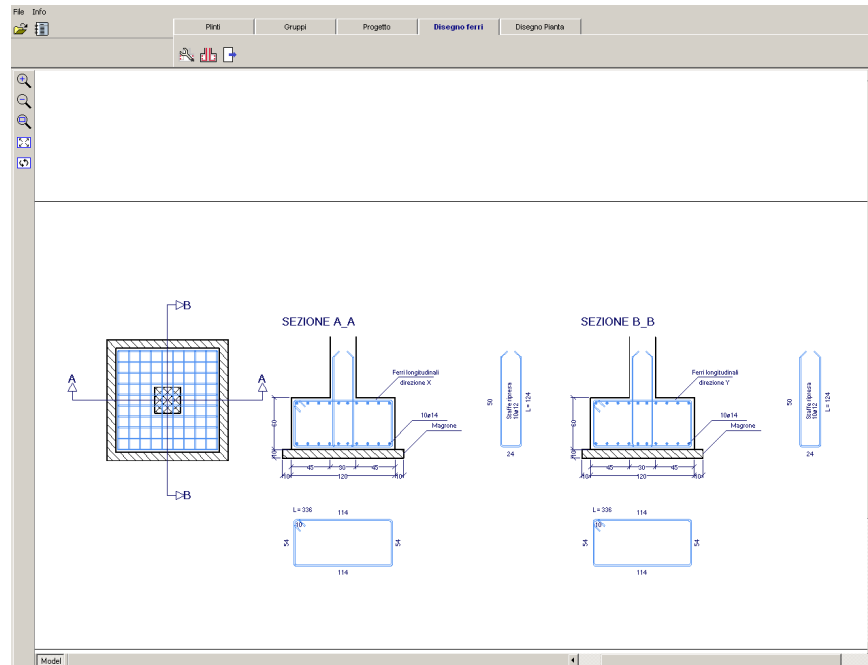
Staffe verticali per ciascun angolo

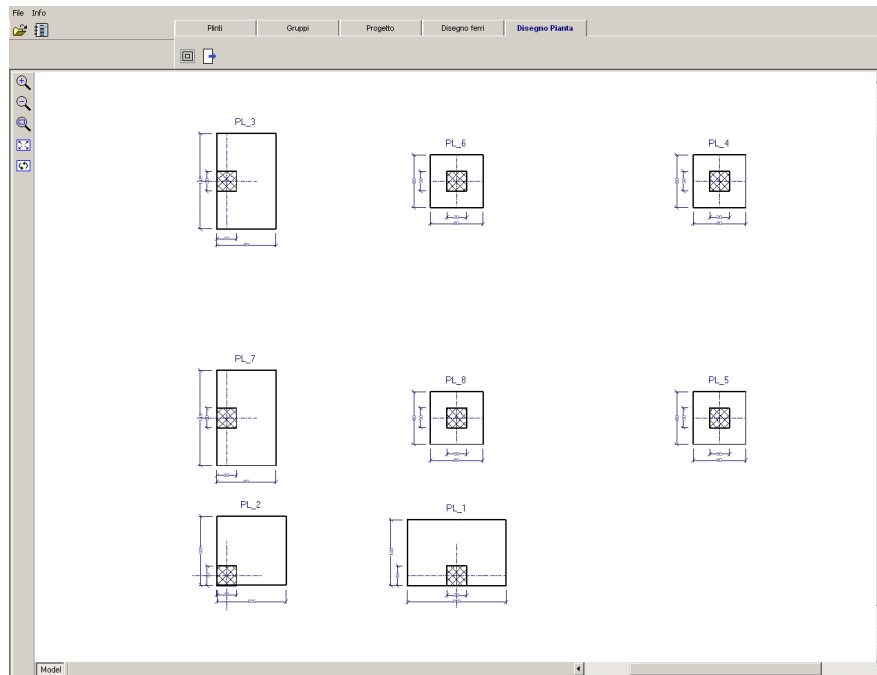
Numero

Diametro  mm


#### 4) Disegno ferri - Disegno Pianta

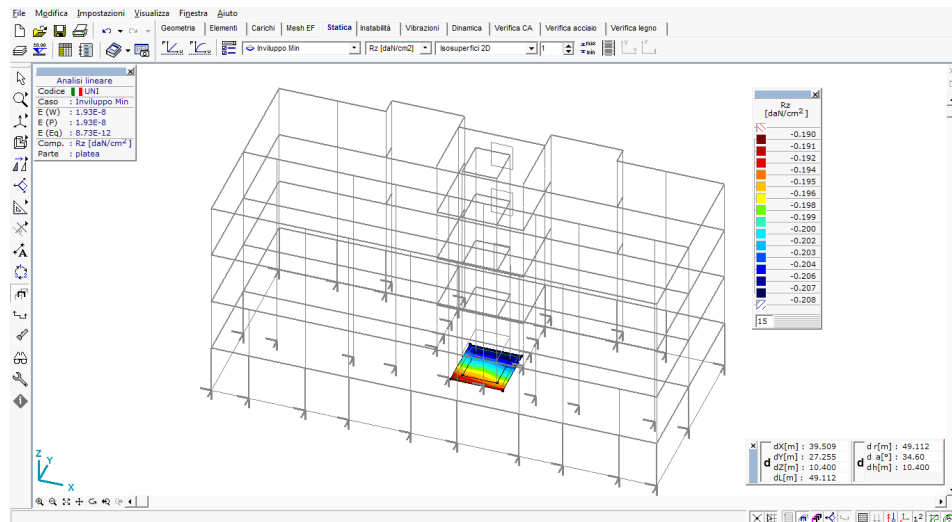
Le ultime due schede permettono l'impostazione e la visualizzazione delle carpenterie di disegno, esportabili su formato DXF, rendendoli utilizzabili e apribili da altri programmi CAD.





## 5) Relazione di calcolo

Il pulsante  permette la stesura della relazione di calcolo con formattazione automatica ed esportazione in formato RTF, apribile con altri programmi editor di testi.



### 2.1.3 Calcolo strutturale

Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno vengono eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la struttura di fondazione è progettata in modo che resista ad azioni pari a quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A".

Per quanto riguarda i plinti si fa distinzione tra plinti tozzi e flessibili.

#### Mensola

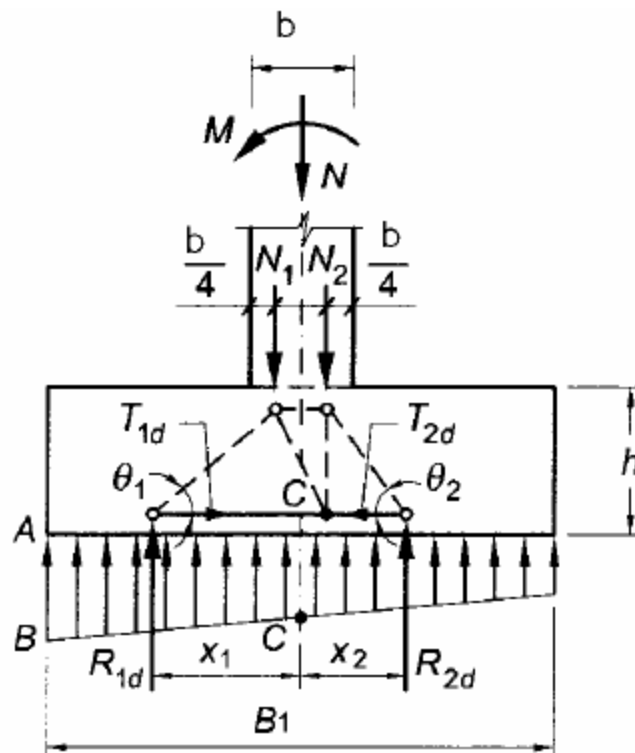
La definizione della geometria porta all'individuazione della tipologia di fondazione superficiale: rigida o flessibile.

Quando infatti la lunghezza  $v$  della mensola non supera  $2h$  la fondazione è rigida, altrimenti la fondazione risulta flessibile.

#### Fondazione rigida ( $v \leq 2H$ )

È necessario ricorrere a soluzioni per le mensole tozze. In questo caso, si dimensiona l'armatura a "trazione" e la sezione di cls tale da ben sopportare le sollecitazioni a taglio.

Il carico trasmesso al terreno non è uniforme e quindi le risultanti  $R_d$  non sono centrate nelle semiassi.



La cerniera 1 (a sinistra) è la maggiormente sollecitata:

$$T_{1d} = R_{d1} \cdot \frac{X_1 - 0.25b}{0.85d}$$

Con  $d$  altezza utile del plinto.  $X_1$  e  $R_{d1}$  nascono da considerazioni geometriche.

Una volta definito il valore della forza  $T_d$  è possibile definire l'armatura in termini di numero ferri e relativo diametro:

$$T_d = A_s \cdot f_{yd}$$

Dove  $A_s$  è l'area complessiva dell'acciaio =  $n_f d$  (con  $n_f$  numero ferri e  $d$  area del singolo ferro) e  $f_{yd}$  è il valore a snervamento di calcolo dell'acciaio (pari al valore limite  $f_{ys}$  diviso il coefficiente  $g_s=1.15$ ).

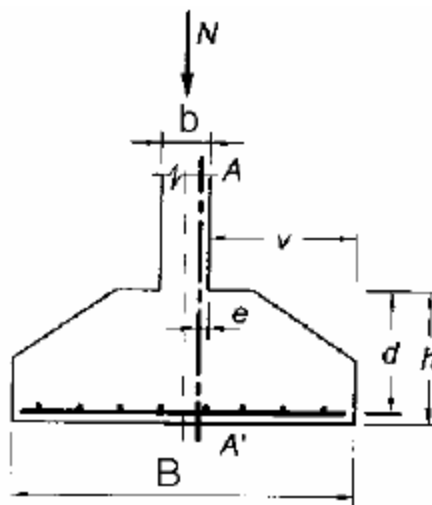
### Fondazione flessibile ( $V > 2H$ )

In questo caso l'armatura viene dimensionata considerando il problema di una mensola incastrata, caricata dalle sollecitazioni trasmesse dal terreno (uniforme o no a seconda dell'eccentricità dei carichi).

La lunghezza  $l$  della mensola da prendere in esame non è pari a quella dell'ala: la sezione di riferimento è posta ad una distanza  $e$  dal filo esterno del pilastro:

$$e = 0.15 b$$

$$l = v + e$$



### 2.1.4 Calcolo geotecnico

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

I coefficienti parziali  $\gamma_M$  per i parametri geotecnici e i coefficienti  $\gamma_R$  che operano direttamente sulla resistenza globale di opere e sistemi geotecnici sono definiti nel successivo Capitolo 6.

$$\eta = \left( \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} \right)^\beta + \left( \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} \right)^\beta \leq 1$$

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

#### Verifiche geotecniche eseguite

Il software calcola la capacità portante del terreno in base a geometria, materiali e dati geotecnici introdotti, verificando che sia maggiore delle tensioni di contatto con il terreno.

Verifica i cedimenti massimi del sistema di fondazione.

Verifica il cedimento differenziale limite tra 2 punti del sistema di fondazione, per evitare elevati moti rigidi di rotazione della sovrastruttura.

### 2.1.4.1 Calcolo capacità portante

Si verifica la portanza del terreno, confrontando le tensioni di contatto con la resistenza limite a capacità portante, calcolata attraverso il metodo di Brinch-Hansen.

#### Metodo di verifica SLU per capacità portante: Brinch-Hansen

##### Condizione drenata

Nel caso di terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) la condizione critica si verifica in condizioni drenate a causa della loro elevata permeabilità. Nei terreni a grana fine (limi e argille) le condizioni drenate si verificano molto tempo dopo l'applicazione dei carichi.

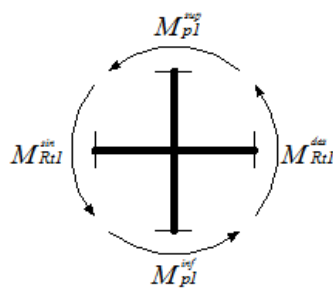
L'assunzione dell'applicazione del principio di "Sovrapposizione degli effetti", ha permesso la definizione della formula trinomia di Terzaghi per il calcolo della capacità portante di un terreno.

$$\alpha = \gamma_{Rd} \frac{\left| \sum M_{Rt} \right|}{\left| \sum M_p \right|}$$

dove:

- il primo termine è relativo al contributo delle forze di attrito, dovute al peso proprio  $\gamma'$  del terreno interno alla superficie di scorrimento con B la base della sezione trasversale della fondazione (il lato minore nel caso di plinti di fondazione)
- il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione  $q'$  (ad esempio a causa dell'approfondimento del piano di fondazione rispetto al piano campagna);
- il terzo addendo si riferisce al contributo dato dalla coesione  $c'$  lungo la superficie di scorrimento

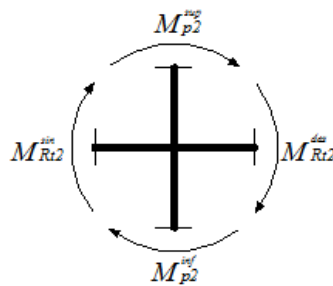
$N_g$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  i fattori di capacità portante in funzione dell'angolo di attrito del terreno sottostante e assumono le seguenti espressioni:



Direzione 1

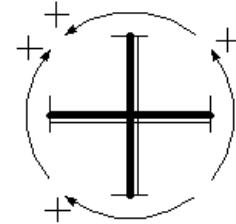
$$\alpha_1 = \gamma_{Rd} \frac{M_{R1}^{sup} + M_{R1}^{inf}}{|M_{p1}^{sup} - M_{p1}^{inf}|}$$

Convenzione di segno  
relativa ai momenti  
flettenti agenti



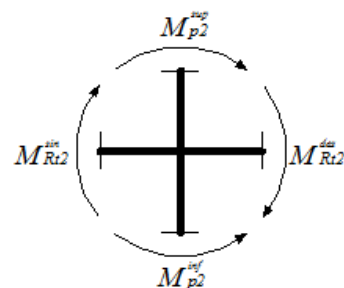
Direzione 2

$$\alpha_2 = \gamma_{Rd} \frac{M_{R2}^{sup} + M_{R2}^{inf}}{|M_{p2}^{sup} - M_{p2}^{inf}|}$$



La formula base derivata da Terzaghi, può essere estesa ad altre condizioni (diversa forma della fondazione, meccanismo di punzonamento, carichi inclinati e/o eccentrici, ecc.) mediante l'introduzione di coefficienti correttivi.

Le limitazioni imposte nell'ipotesi iniziali di Terzaghi possono essere superate applicando la formula di Brinch-Hansen:



Direzione 1 o 2 (momenti ai pilastri di segno concorde)

$$\alpha = \gamma_{Rd} \frac{M_{R2}^{sup} + M_{R2}^{inf} + \min\{|M_{p2}^{sup}|; |M_{p2}^{inf}|\}}{\max\{|M_{p2}^{sup}|; |M_{p2}^{inf}|\}}$$

che adotta opportuni fattori correttivi che tengono conto di:

- forma della fondazione (s)
- inclinazione ed eccentricità del carico (i)
- inclinazione del piano di posa della fondazione (b)
- inclinazione del piano campagna (g)
- profondità del piano di posa (d)

#### Condizione non drenata

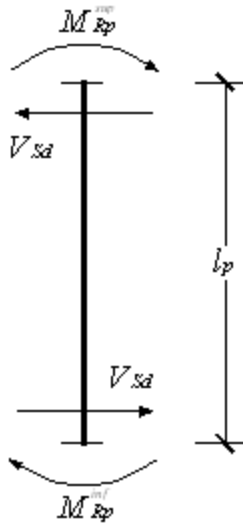
Nel caso di fondazioni su terreni a grana fine saturi, le condizioni critiche nei confronti della rottura si verificano immediatamente dopo l'applicazione del carico. In questi casi si effettua l'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali (essendo difficile valutare nel tempo l'andamento delle pressioni neutre), dove:  $c=c_u$  (coesione non drenata) e  $j=0$ .

L'equazione della capacità portante diventa:

$$V_{Sd} = \gamma_{Rd} \frac{M_{Rp}^s + M_{Rp}^i}{l_p}$$

dove:

- il primo termine rappresenta il contributo stabilizzante data dalla resistenza al taglio non drenata cu in cui



il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione q.

### 2.1.4.2 Calcolo cedimenti

Si verificano i cedimenti puntuali del sistema di fondazioni confrontando i valori ammissibili con i valori di calcolo ottenuti attraverso i 3 metodi classici per il calcolo dei cedimenti:

1. Burland-Burbidge
2. Schmertmann
3. Edometrico

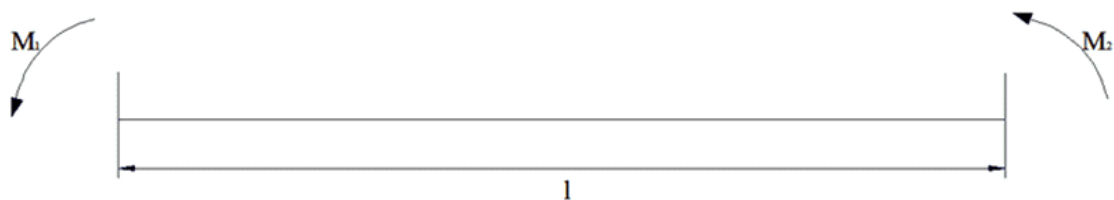
#### 2.1.4.2.1 Metodo Burland-Burbidge

L'impossibilità di prelevare campioni indisturbati fa sì che nel caso di terreni sabbiosi i metodi di calcolo sia basato su prove in sito.

Il metodo Burland-Burbidge si basa sullo studio delle prove penetrometriche dinamiche SPT per la determinazione dei cedimenti.

Il calcolo del cedimento risulta:

$$V_{Ed} = \frac{(M_{b,Rd1} + M_{b,Rd2})}{l} \cdot \gamma_{Rd} + V_{Ed, cern}$$



nel caso di sabbie preconsolidate con  $q' > \sigma'P$ ;

$$s = q' z_I \frac{I_c}{3}$$

nel caso di sabbie preconsolidate con  $q' = \sigma'P$ ;

$$s = q' z_I I_c$$

nel caso di sabbie normalconsolidate, in cui:

$q'$  è il carico unitario espresso in kN/m<sup>2</sup>

$\sigma'v_0$  è la tensione geostatica verticale del piano di posa della fondazione

$z_I$  è la profondità d'influenza, pari a  $B^{0,7}$  se i valori NSPT sono costanti o crescenti con

la profondità; pari a 2B se i valori di NSPT diminuiscono con la profondità

$I_c$  è l'indice di compressibilità.

L'indice di compressibilità è ricavato dalle seguenti relazioni:

$$I_c = \frac{1,7}{N_{AV}^{1,4}}$$

dove NAV è pari alla media dei valori NSPT contenuti nella profondità d'influenza

$$N_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{n \leq z_f} N_{SPT_i}}{n}$$

Per tener conto degli effetti dovuti alla forma della fondazione, allo spessore H dello strato compressibile e dell'aliquota dovuta ai cedimenti differiti nel tempo;

$$s_{diff} = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot s$$

dove:

$$f_s = \left[ \frac{\frac{1,25L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25} \right]^2 > 1$$

$$f_H = \frac{H}{z_f} \left( 2 - \frac{H}{z_f} \right) < 1$$

$$f_t = 1 + 0,3 + 0,2 \cdot \log \frac{t}{3}$$

2.1.4.2.2 Metodo Schmertmann

Il metodo di Schmertmann consiste nella stima del cedimento di una fondazione superficiale in sabbia utilizzando il profilo di resistenza penetrometrica di punta  $q_c$  ottenuta da prove penetrometriche statiche CPT.

Il cedimento della fondazione è stimato con l'equazione:

$$S = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_3} \cdot \Delta p \cdot \sum_0^{z_2} \frac{I_z \cdot \Delta z}{q_c}$$

dove:

$\Delta p = p - p'_0$  è la pressione media netta applicata dalla fondazione

$p$  è la pressione trasmessa dalla fondazione

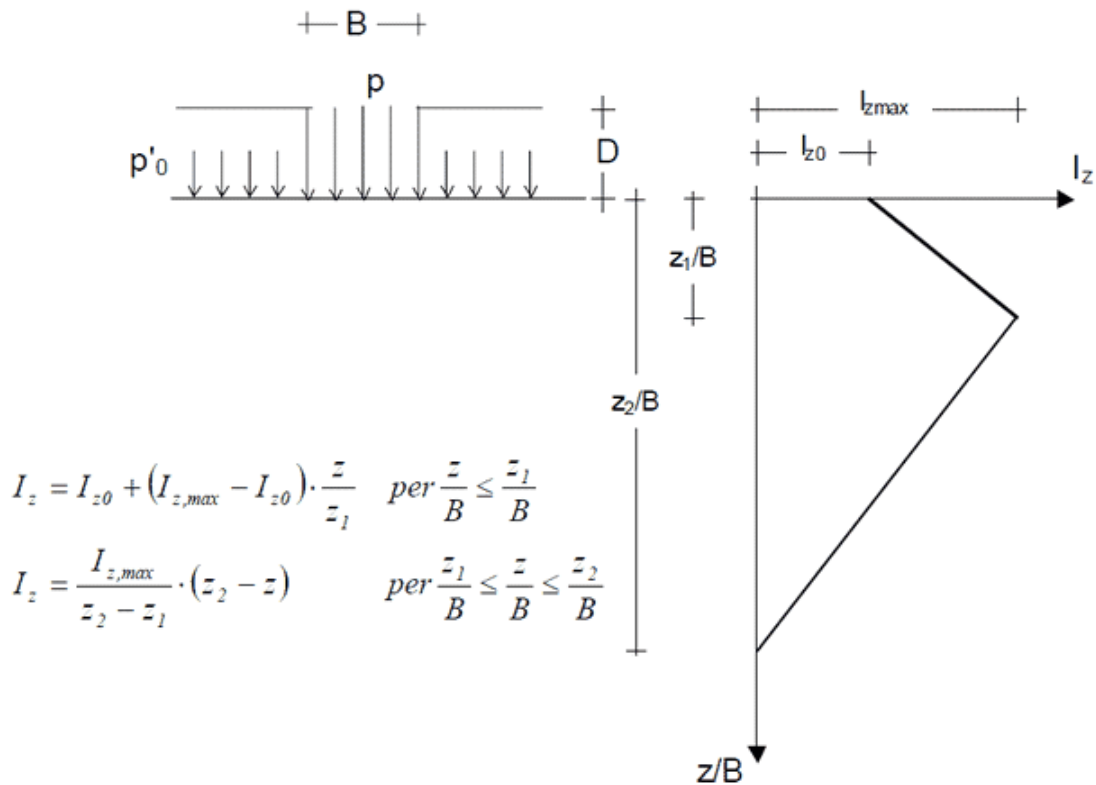
$p'_0$  è la pressione efficace alla profondità del piano di fondazione

$z_2$  è la profondità massima dal piano di fondazione del terreno che contribuisce al cedimento

$\Delta z$  è lo spessore del generico strato in cui è suddiviso  $z_2$

$q_c$  è la resistenza di punta media nello strato  $\Delta z$

$I_z$  è un fattore di influenza della deformazione verticale media, la cui variazione con la profondità è rappresentata di seguito



con

<i>Forma dell'area di carico Rettangolo (<math>0 &lt; B/L &lt; 1</math>)</i>	
$I_{z0}$	$0,2 - 0,1 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)$
$\frac{z_1}{B}$	$1 - 0,5 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)$
$\frac{z_2}{B}$	$4 - 2 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)$
$C_3$	$3,5 - \left(\frac{B}{L}\right)$

$$I_{z,\max} = 0,5 + 0,1 \cdot \left(\frac{\Delta p}{\sigma'_v}\right)^{0,5}$$

essendo  $\sigma'_v$  la tensione verticale efficace alla profondità  $z_1$ .

$C_1$  è un parametro che dipende dalla profondità del piano di fondazione

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{p_0}{\Delta p} \geq 0,5$$

$C_2$  è un parametro che dipende dalla viscosità

$$C_2 = 1 + 0,2 \cdot \log_{10} 10t$$

## 2.1.4.2.3 Metodo edometrico

Il metodo edometrico è il classico procedimento per il calcolo dei cedimenti proposto da Terzaghi. Si basa sulle curve ricavate da prove edometriche per terreni a grana fine. Non è possibile ricavare dei risultati accettabili per i terreni a grana grossa poichè non è possibile eseguire campionamenti da sottoporre a prove di laboratorio.

Si divide in strati il banco di terreno compressibile e, in corrispondenza della mezziera di ciascuno strato viene determinata la tensione efficace geostatica  $\sigma'_{v0}$ , la tensione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  e l'incremento  $\Delta\sigma'_v$  prodotto dall'applicazione del carico unitario netto  $\Delta q$  e si determina il cedimento di ciascuno strato tramite la relazione:

$$\Delta H = H_0 \left[ RR \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} + CR \cdot \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_p} \right]$$

nel caso  $\sigma'_f > \sigma'_p$  dove:

$H_0$  è lo spessore dello strato compressibile

RR è il rapporto di ricomprensione

CR è il rapporto di compressione

$\sigma'_{v0}$  è la tensione geostatica a metà dello strato

$\sigma'_p = \text{OCR}$   $\sigma'_{v0}$  è la tensione di preconsolidazione

OCR rappresenta il grado di preconsolidazione

$\sigma'_f = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$  è la tensione finale dopo l'applicazione del carico.

Per  $\sigma'_f = \sigma'_p$  la formula per la determinazione del cedimento di ciascuno strato risulta:

$$\Delta H = H_0 \left[ RR \cdot \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_{v0}} \right]$$

## 2.1.4.3 Comandi calcolo geotecnico



## 2.1.4.3.1 Definizione strati di progetto

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Il pulsante di definizione degli strati di progetto permette la visualizzazione di una libreria di terreni.

Parametri terreni												
N.	Nome	Tipo grana	gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	gamma s [kN/m <sup>3</sup> ]	fi [°]	Cu [kN/m <sup>2</sup> ]	fi' [°]	c' [kN/m <sup>2</sup> ]	E [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN/m <sup>2</sup> ]		
1	Ciottoli, ghiaia (sciolta)	grossa	18	18	35	0	35	0	40000	20000		
2	Ciottoli, ghiaia (compatta)	grossa	20	21	40	0	40	0	40000	20000		
3	Ghiaia sabbiosa, mista non limosa (sciolta)	grossa	19	20	32	0	32	0	40000	20000		
4	Ghiaia sabbiosa, mista non limosa (compatta)	grossa	21	22	38	0	38	0	40000	20000		
5	Sabbia omogenea, grossolana e media (sciolta)	grossa	17	18	32	0	32	0	40000	20000		
6	Sabbia omogenea, grossolana e media (compatta)	grossa	20	21	35	0	35	0	40000	20000		
7	Sabbia limosa mista (sciolta)	grossa	16	18	28	0	28	0	40000	20000		
8	Sabbia limosa mista (compatta)	grossa	20	21	32	0	32	0	40000	20000		
9	Sabbia omogenea fine non limosa (sciolta)	grossa	15	17	30	0	30	0	40000	20000		
10	Sabbia omogenea fine non limosa (compatta)	grossa	19	20	34	0	34	0	40000	20000		
11	Sabbia molto fine (sciolta)	grossa	15	17	25	0	25	0	40000	20000		
12	Sabbia molto fine (compatta)	grossa	19	21	27	0	27	0	40000	20000		
13	Sabbia limosa molto fine (sciolta)	grossa	15	18	23	0	23	0	40000	20000		
14	Sabbia limosa molto fine (compatta)	grossa	19	20	26	0	26	0	40000	20000		
15	Limo 1	fine	20	23	25	40	25	75	40000	20000		
16	Limo 2	fine	17	21	23	40	23	75	40000	20000		

In questa finestra è possibile aggiungere nuovi terreni introducendo i relativi parametri e modificare e cancellare quelli presenti.

I parametri a cui si fa riferimento sono:

- tipo di grana (se il terreno è a grana grossa si operano le sole verifiche in condizioni drenate, se è a grana fine si eseguono anche le verifiche in condizioni non drenate);
- gamma (peso nell'unità di volume del terreno);
- gamma s (peso nell'unità di volume del terreno in condizioni sature), utilizzato per le verifiche di un terreno a grana fine in presenza di falda, in condizioni non drenate;

- $f_i$  (l'angolo di resistenza a taglio totale del terreno), adottato nel calcolo della capacità portante in presenza di falda;
- $C_u$  (resistenza al taglio non drenata), usato per il calcolo del carico limite in condizioni non drenate per i terreni a grana fine.
- $f_i'$  (l'angolo di resistenza a taglio efficace del terreno);
- $c'$  (coesione del terreno), utilizzata nel calcolo della capacità portante per i terreni a grana fine;
- $E$  (modulo elastico del terreno)
- $G$  (modulo di resistenza al taglio del terreno).

## 2.1.4.3.2 Parametri generali cedimenti


Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_f$	1,0	1,0

Il pulsante consente di definire il metodo da utilizzare nella verifica dei cedimenti e il cedimento massimo assoluto e relativo ammissibile.

Setto	Verticalità	Hw [m]	Hpt [cm]	Hcr [cm]	Calcolo	DIF	Relazione
S_1	SI	324,400	120				
S_2	SI	324,400	324				
S_3	SI	324,400	126				
S_4	SI	324,400	324				
S_5	SI	324,400	125				
S_6	SI	324,400	324				
S_7	SI	324,400	324				
S_8	SI	324,400	260				
S_9	SI	324,400	90				
S_10	SI	324,400	90				
S_11	SI	324,400	300				
S_12	SI	324,400	324				
S_13	SI	324,400	324				

Danno Avv.	Sez.	Calcolo	Lw [cm]	Dw [cm]	Quota [cm]	zone est.	Ver. Press.	Ver. Taglio	Ver. Scorr.	Ver. Conc.	Fermi longitudinali zona estrema	Fermi longitudinali zona centrale	Statte zona estrema	Statte zona centrale
17	1		330	25	0	SI	SI	SI	SI	-	12 ø 12 / 30 cm	-	d 12 / 30 cm	-
17	2		330	25	108	0	SI	SI	-	SI	-	12 ø 12 / 30 cm	-	d 12 / 30 cm

Facendo click sul pulsante  si può fare riferimento ai valori limite proposti in letteratura da Sowers.

## 2.1.4.3.3 Parametri fondazioni



Il pulsante "Parametri Fondazioni" consente di introdurre i parametri necessari per le verifiche geotecniche delle fondazioni. Le impostazioni nella maschera sono relative al terreno corrispondente a plinto selezionato. Il flag in basso, però, permette di impostare tali parametri per tutte le travi del progetto.

**Parametri fondazioni**

**Generali**    Capacità portante    Cedimenti

**Generali**

Approfondimento fondazione dal piano di campagna (D)  [m]

Approfondimento terreno di sovraccarico (D')  [m]

S (coefficiente di amplificazione)

Accelerazione massima al suolo  [m/s<sup>2</sup>]

Categoria sottosuolo     Approccio

Presenza falda

Profondità falda (Dw)  [m]

Strati

Numero     Associazione fondazione - strati

Applica a tutte le travi

OK    Annulla

The diagram on the right shows a cross-section of a foundation. The ground surface is marked with a triangle and 'PC'. The foundation depth is labeled 'D'. The soil depth for overloading is labeled 'D''. The depth of a groundwater table is labeled 'Dw'. The foundation width is labeled 'C'.

## 2.1.4.3.3.1 Generali

Nella scheda "Generali" si imposta la profondità del piano di posa della fondazione rispetto al piano campagna D, l'approfondimento del terreno di sovraccarico D', diverso da D qualora il terreno posto ad un lato della fondazione sia a quota inferiore rispetto al piano campagna.

I parametri sismici non sono modificabili poichè sono quelli impostati nell'analisi sismica, la categoria del sottosuolo e l'approccio per il calcolo delle fondazioni sono stati impostati in Axis VM.

**Parametri fondazioni**

**Generali**

Approfondimento fondazione dal piano di campagna (D)  [m]

Approfondimento terreno di sovraccarico (D')  [m]

S (coefficiente di amplificazione)

Accelerazione massima al suolo  [m/s<sup>2</sup>]

Categoria sottosuolo  Approccio

Presenza falda

Profondità falda (Dw)  [m]

Strati

Numero

Associazione fondazione - strati

Applica a tutte le travi

OK Annulla

E' possibile inserire l'eventuale presenza e profondità della falda rispetto al piano di campagna. Si imposta in numero di strati e facendo click sul pulsante "Associazione fondazione-strati" si associa ad ogni strato l'altezza e il tipo di terreno tra quelli presenti in libreria.

**Associa strati**

N.	Spessore [m]	Tipo strato
1	5	
2	4	

1) Ciottoli, ghiaia (sciolta)  
 2) Ciottoli, ghiaia (compatta)  
 3) Ghiaia sabbiosa, mista non limosa (sciolta)  
 4) Ghiaia sabbiosa, mista non limosa (compatta)  
 5) Sabbia omogenea, grossolana e media (sciolta)  
 6) Sabbia omogenea, grossolana e media (compatta)  
 7) Sabbia limosa mista (sciolta)  
 8) Sabbia limosa mista (compatta)

OK Annulla

## 2.1.4.3.3.2 Capacità portante

La presente scheda è necessaria per impostare i parametri di calcolo per la capacità portante.

**Parametri fondazioni**

Generali **Capacità portante** Cedimenti

**Capacità portante**

Inclinazione fondazione ( $\alpha$ )  [°]

Inclinazione terreno ( $\omega$ )  [°]

Applica coefficiente di approfondimento

Meccanismo di rottura locale

Nessuno

Per punzonamento

Con coefficienti di Vesic

Applica a tutte le travi

OK Annulla

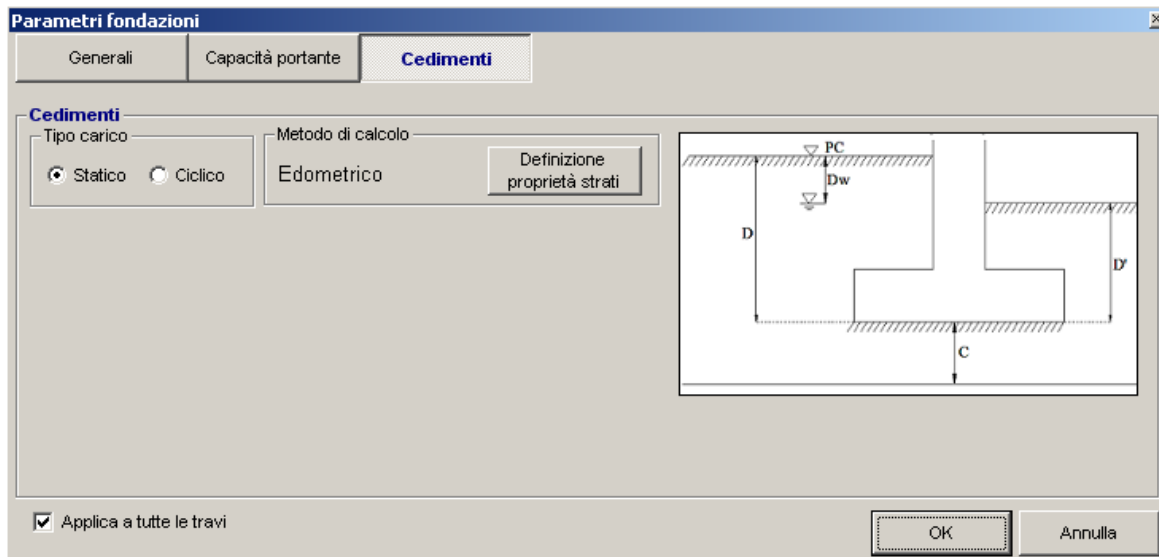
Diagramma: Sezione trasversale di una fondazione su terreno inclinato. Parametri:  $\alpha$  (angolo di inclinazione della fondazione),  $\omega$  (angolo di inclinazione del terreno),  $H$  (altezza della fondazione),  $N$  (forza normale),  $D$  (profondità della fondazione),  $B/2$  (larghezza della fondazione). Equazione:  $\sigma' = \gamma \cdot D \cdot \cos \omega$ .

Consente di introdurre l'angolo di inclinazione della fondazione e la pendenza del terreno circostante. L'utente può decidere se introdurre o meno il coefficiente moltiplicativo di approfondimento per il calcolo della portanza.

Si può decidere se non applicare nessuna rottura locale per punzonamento, oppure applicare i coefficienti riduttivi classici ai parametri di resistenza del terreno selezionando la voce "per punzonamento", oppure introdurre un calcolo proposto da Vesic, che applica dei coefficienti per tener conto della rottura per punzonamento solo se l'indice di rigidezza risulta inferiore al valore critico.

## 2.1.4.3.3.3 Cedimenti

La scheda riguardante i cedimenti prevede maschere diverse a seconda del metodo per la verifica dei cedimenti selezionato precedentemente in "Parametri generali fondazioni".



Nel caso del metodo edometrico, l'utente può scegliere il tipo di carico (statico o ciclico) e definire i rapporti di ricompressione RR e compressione CR, il grado di sovraconsolidazione OCR e la cedevolezza o meno di ciascuno strato.

N.	RR	CR	OCR	Tipo terreno
1	0,177	0,030	4	Cedevole
2	0,124	0,014	1	Cedevole

Per il metodo di Burland-Burbidge, oltre a definire, come per il caso precedente, il tipo di carico e le proprietà strati (OCR e cedevolezza), si definiscono gli anni a cui valutare il cedimento e, secondo le prove SPT, l'altezza dello strato comprimibile sotto il piano di posa.

Tale altezza è solitamente uguale alla distanza tra il piano di posa della fondazione e il livello di profondità dell'ultimo strato cedevole. Quando le prove SPT, però, mostrano una forte discontinuità con un aumento considerevole del valore di  $N_{spt}$  in corrispondenza di un livello all'interno di uno strato definito cedevole, il valore C si deve impostare pari alla distanza tra il piano di fondazione e la discontinuità dei valori

Nspt.

The screenshot shows the 'Parametri fondazioni' dialog box with the 'Cedimenti' tab selected. The 'Tipo carico' section has 'Statico' selected. The 'Metodo di calcolo' is 'Burland-Burbridge'. The 'Prove SPT' section has 'Altezza strato comprimibile sotto il piano di posa (C)' set to 11 [m], 'Anni a cui valutare il cedimento' set to 30, and 'Numero' set to 7. The 'N<sub>spt</sub>' section has 'Crescente' selected. A diagram on the right shows a foundation cross-section with labels PC, Dw, D, D', and C. The 'OK' and 'Annulla' buttons are at the bottom right.

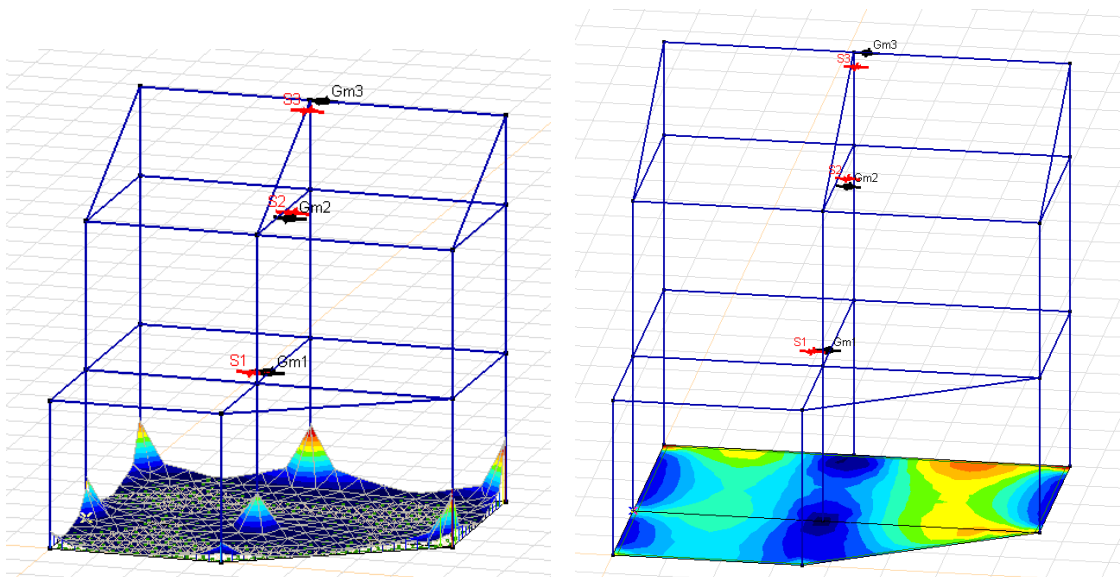
Per il calcolo dei cedimenti attraverso il metodo di Burland-Burbridge è necessario impostare il numero delle prove penetrometriche dinamiche SPT e fornire alle diverse profondità il numero di colpi N<sub>spt</sub> del penetrometro. Per poter valutare la profondità di influenza è richiesta la selezione del tipo di andamento dei valori N<sub>spt</sub> con la profondità (crescente o decrescente).

Selezionando in "Parametri generali cedimenti" il metodo Shmertmann, si definiscono analogamente ai precedenti il tipo di carico, le proprietà strati (OCR e cedevolezza). Inoltre si impostano gli anni a cui valutare il cedimento e i risultati delle prove penetrometriche dinamiche CQC, fornendo il valore di pressione in punta q<sub>c</sub> ad ogni livello di prova.

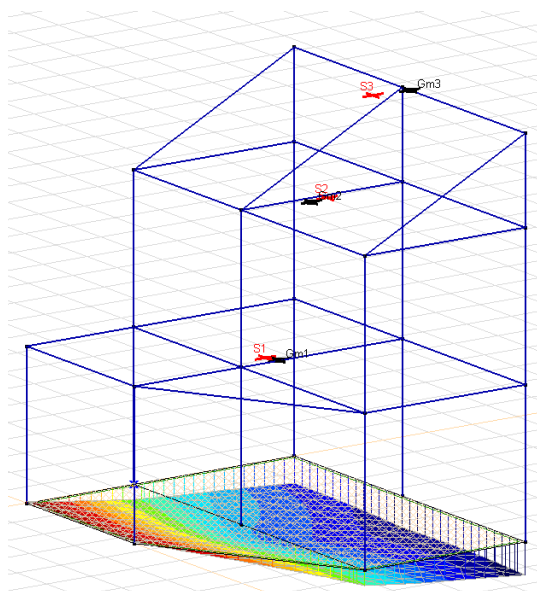
The screenshot shows the 'Parametri fondazioni' dialog box with the 'Cedimenti' tab selected. The 'Tipo carico' section has 'Statico' selected. The 'Metodo di calcolo' is 'Shmertmann'. The 'Prove CPT' section has 'Anni a cui valutare il cedimento' set to 30 and 'Numero' set to 7. A diagram on the right shows a foundation cross-section with labels PC, Dw, D, D', and C. The 'OK' and 'Annulla' buttons are at the bottom right.

## 2.2 Platee di fondazione

Per la verifica delle platee di fondazione, come per tutti gli elementi bidimensionali con comportamento a piastra, Axis VM, permette di calcolare le sollecitazioni all'interno delle piastre stesse, procedendo all'inserimento dell'armatura, tale da verificare la flessione, il taglio e la fessurazione.

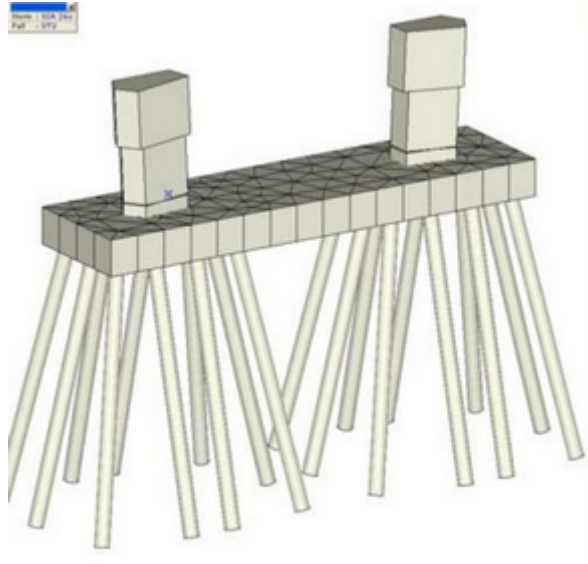


In ultima analisi, consente la valutazione delle tensioni di contatto con il terreno specifico.



## 2.3 Pali

Axis VM permette di progettare i pali di fondazione, valutando le tensioni di contatto con il terreno.



## 2.4 Muri di sostegno

Per le verifiche dei muri di sostegno, nel rispetto delle prescrizioni delle NTC, è possibile effettuare verifiche geotecniche e strutturali.

Dal punto di vista geotecnico permette le seguenti verifiche:

- capacità portante del piede di fondazione secondo il metodo di Brinch-Hansen per qualsiasi tipo di terreno;
- scorrimento sul piano di posa;

le verifiche di equilibrio di corpo rigido a:

- ribaltamento.

Dal punto di vista strutturale opera:

- la verifica delle sezioni maggiormente sollecitate del paramento e della fondazione;
- il dimensionamento dell'armatura;

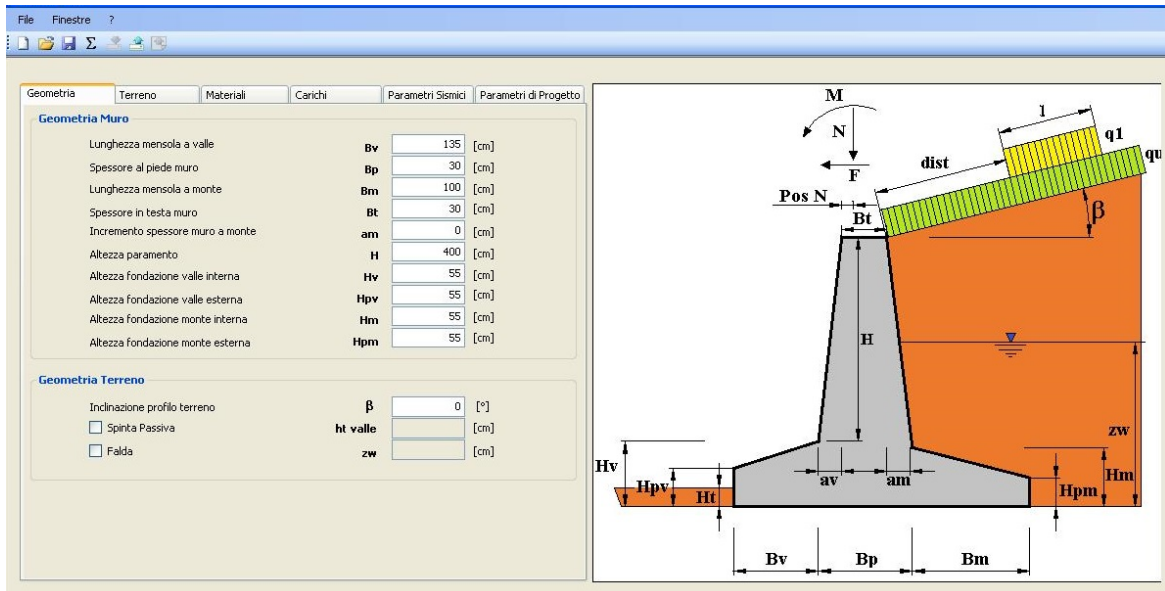
Terminati i calcoli, permette la creazione e l'esportazione in formato DXF dei disegni di carpenteria.

Provvede, inoltre, alla stesura della relazione di calcolo, salvabile in vari formati: .txt/.rtf/.html/.pdf .

## 2.4.1 Dati Verifiche C.A.

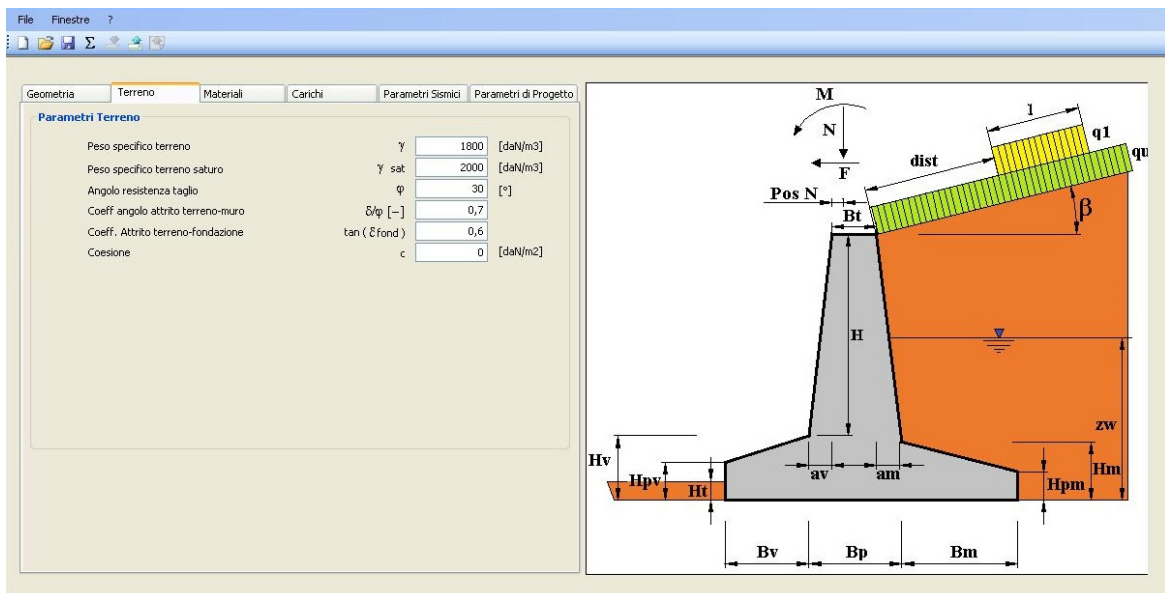
La sezione presenta anche diverse schede, che rappresentano le fasi di input:

### 1) Geometria



Nella scheda Geometria si inseriscono i dati geometrici del muro e del terreno.

### 2) Terreno



La scheda Terreno permette l'introduzione dei parametri meccanici del terreno.

### 3) Materiali

Geometria Terreno Materiali Carichi Parametri Sismici Parametri di Progetto

**Parametri Materiali**

Resistenza caratteristica c/s	f <sub>ck</sub>	30	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica acciaio	f <sub>yk</sub>	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza c/s	γ <sub>c</sub>	1,5	
Coefficiente di sicurezza acciaio	γ <sub>s</sub>	1,15	
Alfa cc	α <sub>cc</sub>	0,85	
Peso specifico muro	γ <sub>muro</sub>	2500	[daN/m <sup>3</sup> ]

Diagramma: Sezione di un muro di sostegno con forze e dimensioni indicate: M, N, F, Pos N, Bt, H, dist, l, q1, qu, β, zw, Hpm, Hm, Hv, Hpv, Ht, av, am, Bv, Bp, Bm.

Si definiscono il tipo di calcestruzzo e acciaio utilizzati nel muro.

### 4) Carichi

Geometria Terreno Materiali Carichi Parametri Sismici Parametri di Progetto

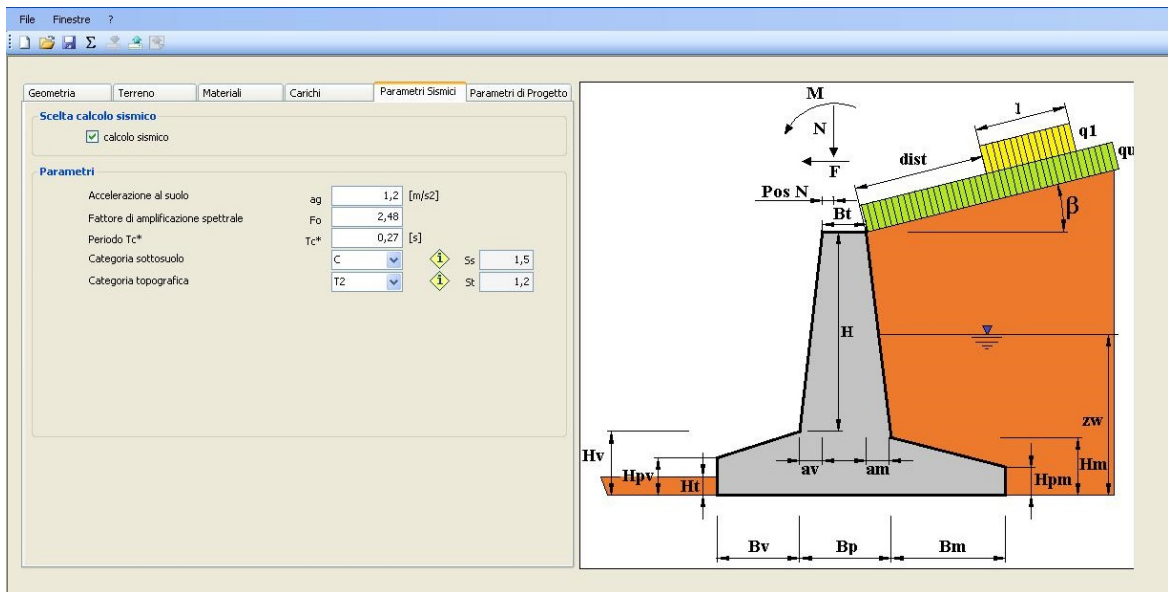
**Carichi**

Carichi agenti		Perm Strutturale	Perm Non Strutturale	Variable	
Momento	M	0	0	0	[daNm]
Sforzo normale	N	0	0	0	[daN]
Posizione sforzo normale da filo valle	Pos N	0	0	0	[cm]
Taglio	F	0	0	0	[daN]
Carico uniforme esteso	qu	0	0	0	[daNm]
Carico uniforme parziale	q1	0	0	0	[daNm]
Estensione carico parziale	l	0	0	0	[m]
Distanza del carico parziale dalla testa del muro	dist	0	0	0	[m]
				ψ2	0

Diagramma: Sezione di un muro di sostegno con forze e dimensioni indicate: M, N, F, Pos N, Bt, H, dist, l, q1, qu, β, zw, Hpm, Hm, Hv, Hpv, Ht, av, am, Bv, Bp, Bm.

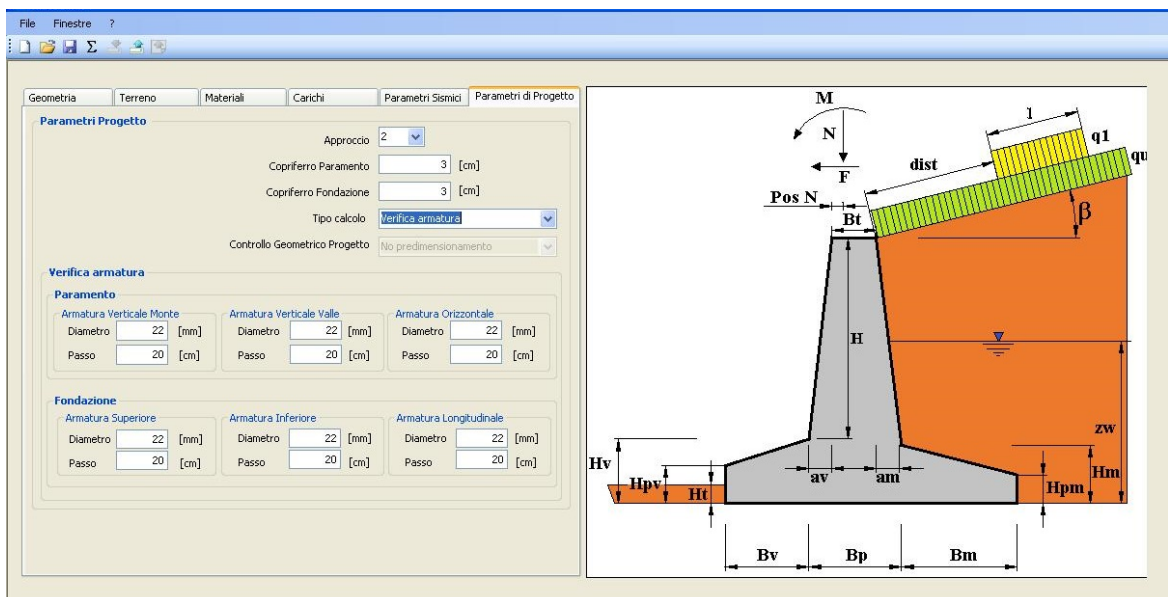
La scheda carichi consente di introdurre carichi permanenti e variabili aggiuntivi, puntuali e distribuiti, applicati alla testa del muro e sul terreno a monte.

## 5) Parametri sismici



Verifiche C.A. permette un calcolo semplicemente statico oppure statico e sismico. In questo ultimo caso consente di introdurre i parametri sismici in base alla località di realizzazione del muro.

## 6) Parametri di progetto



La scheda Parametri di Progetto permette una verifica con introduzione manuale dell'armatura del muro oppure un progetto automatico dell'armatura con la possibilità di incremento automatico delle dimensioni della fondazione in caso di mancata verifica.

File Finestre ?

Geometria Terreno Materiali Carichi Parametri Sismici Parametri di Progetto

**Parametri Progetto**

Approccio 2

Copriferro Paramento 3 [cm]

Copriferro Fondazione 3 [cm]

Tipo calcolo progetto armatura

Controllo Geometrico Progetto Incrementa Bv

**Progetto armatura**

**Paramento**

Variazione Ferri Verticali Monte D Dmin Verticale Monte 8 [mm]

Variazione Ferri Verticali Valle D Dmin Verticale Valle 8 [mm]

Variazione Ferri Orizzontali D Dmin Orizzontale 8 [mm]

**Fondazione**

Variazione Ferri Superiori D Dmin Superiore 8 [mm]

Variazione Ferri Inferiori D Dmin Inferiore 8 [mm]

Variazione Ferri Longitudinali D Dmin Longitudinale 8 [mm]

Passi 5-8-10-12-15-18-20-22-25-28-30 [cm] Dmax 22 [mm]

## 2.4.2 Risultati Verifiche C.A.

Dopo aver eseguito il calcolo, Muri di sostegno visualizza le schede relative ai risultati.

### 1) Sintesi Verifiche

Wmuro [daN/m] 6643,75 Wterreno [daN/m] 7200 Bm [cm] 100 Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE Spinta Attiva Verifica Ribaltamento Verifica Scorrimento Verifica Capacità Portante Verifica Strutturale

**Verifiche Statiche**

	FS	FS Limite	Verifica
Ribaltamento	6,5	1	SI
Scorrimento	1,47	1,1	SI
Capacità Portante	23,76	2,3	SI
Strutturale	1,66	1	SI

**Verifiche Sismiche**

	FS	FS Limite	Verifica
Ribaltamento	5,02	1	SI
Scorrimento	1,48	1	SI
Capacità Portante	22,5	1	SI
Strutturale	1,84	1	SI

Nella scheda di sintesi sono riportati i coefficienti di sicurezza calcolati e quelli minimi imposti dalla normativa, evidenziando l'esito di ciascuna verifica.

### 2) Spinta attiva

Wmuro [daN/m] 6643,75 Wterreno [daN/m] 7200 Bm [cm] 100 Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE Spinta Attiva Verifica Ribaltamento Verifica Scorrimento Verifica Capacità Portante Verifica Strutturale

**Ribaltamento**

	Statica	Sismica
Sha [daN]	6875,66	6960,62
Sva [daN]	2639,32	2671,93

**Scorrimento**

	Statica	Sismica
Sha [daN]	6712,11	5780,09
Sva [daN]	2576,54	2218,77

**Strutturale**

	Statica	Sismica
Sha [daN]	6712,11	5780,09
Sva [daN]	2576,54	2218,77

La spinta attiva sia statica che sismica del terreno è calcolata per ciascuna verifica poichè variano i coefficienti di sicurezza dei materiali, terreno e carichi.

### 3) Verifica a Ribaltamento

Wmuro [daN/m] 6643,75 Wterreno [daN/m] 7200 Bm [cm] 100 Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE Spinta Attiva Verifica Ribaltamento Verifica Scorrimento Verifica Capacità Portante Verifica Strutturale

	Combinazione 1 (Statica)	Combinazione 2 (Sismica +)	Combinazione 3 (Sismica -)
Sht [daN/m]	6875,66	7144,53	6776,7
Svt [daN/m]	2639,32	2742,53	2601,33
Mribaltante [daN/m*m]	3433,89	4995,6	4811,89
Mstabilizzante [daN/m*m]	22327,17	25463,45	24152,49
FS	6,5	5,1	5,02

The diagram shows a cross-section of a wall with a base width of 100 cm and a height of 135 cm. It includes dimensions for the wall thickness (2200 mm) and the base width (100 cm). The wall is subjected to a horizontal load (Sht) and a vertical load (Svt). The diagram also shows the location of the center of gravity (G) and the base of the wall.

Nella verifica a ribaltamento si riportano le spinte totali sul muro e si confrontano i momenti ribaltanti e stabilizzanti per ciascuna combinazione di carico.

### 4) Verifica a Scorrimento

Wmuro [daN/m] 6643,75 Wterreno [daN/m] 7200 Bm [cm] 100 Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE Spinta Attiva Verifica Ribaltamento Verifica Scorrimento Verifica Capacità Portante Verifica Strutturale

	Combinazione 4 (Statica)	Combinazione 5 (Sismica +)	Combinazione 6 (Sismica -)
Sht [daN/m]	6712,11	5932,81	5627,37
Svt [daN/m]	2576,54	2277,39	2160,14
RH [daN/m]	9852,17	9892,15	9382,87
FV [daN/m]	6712,11	6664,37	6358,93
FS	1,47	1,48	1,48

The diagram shows a cross-section of a wall with a base width of 100 cm and a height of 135 cm. It includes dimensions for the wall thickness (2200 mm) and the base width (100 cm). The wall is subjected to a horizontal load (Sht) and a vertical load (Svt). The diagram also shows the location of the center of gravity (G) and the base of the wall.

Nella verifica a scorrimento si riportano le spinte totali sul muro e si confrontano le forze e le resistenze di scorrimento per ciascuna combinazione di carico.

### 5) Verifica a Capacità Portante

Wmuro [daN/m] 6643,75    Wterreno [daN/m] 7200    Bm [cm] 100    Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE    Spinta Attiva    Verifica Ribaltamento    Verifica Scorrimento    **Verifica Capacità Portante**    Verifica Strutturale

	Combinazione 7 (Statica)	Combinazione 8 (Sismica +)	Combinazione 9 (Sismica -)
Sht [daN/m]	6712,11	5932,81	5627,37
Svt [daN/m]	2576,54	2277,39	2160,14
Nd [daN/m]	16420,29	16486,92	15636,11
Hd [daN/m]	6712,11	6664,37	6358,93
Md [daN/m*m]	-5052,29	-5663,56	-5371,98
Qd [daN/m2]	8070,41	8399	7966,58
Qlim [daN/m2]	191727,844	188975,313	188975,313
FS	23,76	22,5	23,72

The diagram shows a cross-section of a wall foundation with a height of 135 cm and a width of 100 cm. It includes reinforcement details for the wall and foundation slab, with reinforcement bars labeled as  $\phi 22$  and  $\phi 20$ . A vertical section is also shown with reinforcement bars labeled as  $\phi 22$  and  $\phi 20$ .

Nella verifica a capacità portante si riportano le spinte totali sul muro e si confrontano i carichi sul terreno e i carichi limite per ciascuna combinazione di carico.

### 6) Verifica Strutturale

Nella verifica strutturale si riportano le spinte totali sul muro per ciascuna combinazione di carico.

Si distinguono le verifiche sul paramento del muro e sulla fondazione.

Nelle tabelle sono riportati i ferri inseriti, con relativo diametro, numero e passo e i risultati delle verifiche a pressoflessione delle sezioni più critiche di calcolo.

Wmuro [daN/m] 6643,75    Wterreno [daN/m] 7200    Bm [cm] 100    Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE    Spinta Attiva    Verifica Ribaltamento    Verifica Scorrimento    Verifica Capacità Portante    **Verifica Strutturale**

	Combinazione 10/11/14 (Statica)	Combinazione 12/15 (Sismica +)	Combinazione 13/16 (Sismica -)
Sht [daN/m]	6712,11	5932,81	5627,37
Svt [daN/m]	2576,54	2277,39	2160,14

PARAMENTO    FONDAZIONE

	Diametro (mm)	Numero (num/m)	Passo (cm)	Area Disposta (mm2)	Area Minima (mm2)
Ferri Verticali Monte	22	5	20	1900,66	600
Ferri Verticali Valle	22	5	20	1900,66	451,65
Ferri Orizzontali	14	20	20	3055,67	900

	Combinazione 10 (Statica)	Combinazione 11 (Statica)	Combinazione 12 (Sismica +)	Combinazione 13 (Sismica -)
Nsd [daN/m]	6476,54	5576,54	5356,66	5080,88
Msd [daN/m*m]	9793,55	9793,55	9833,16	9833,16
Mrd [daN/m*m]	19372,73	19265,1	19238,78	19205,86
FS	1,98	1,97	1,96	1,95

The diagram shows a cross-section of a wall foundation with a height of 135 cm and a width of 100 cm. It includes reinforcement details for the wall and foundation slab, with reinforcement bars labeled as  $\phi 14$  and  $\phi 22$ . A vertical section is also shown with reinforcement bars labeled as  $\phi 22$  and  $\phi 14$ .

File Finestre ?

Wmuro [daN/m] 6643,75 Wterreno [daN/m] 7200 Bm [cm] 100 Bv [cm] 135

SINTESI VERIFICHE Spinta Attiva Verifica Ribaltamento Verifica Scorrimento Verifica Capacità Portante Verifica Strutturale

	Combinazione 10/11/14 (Statica)	Combinazione 12/15 (Sismica +)	Combinazione 13/16 (Sismica -)
Sht [daN/m]	6712,11	5932,81	5627,37
Svt [daN/m]	2576,54	2277,39	2160,14

PARAMENTO FONDAZIONE

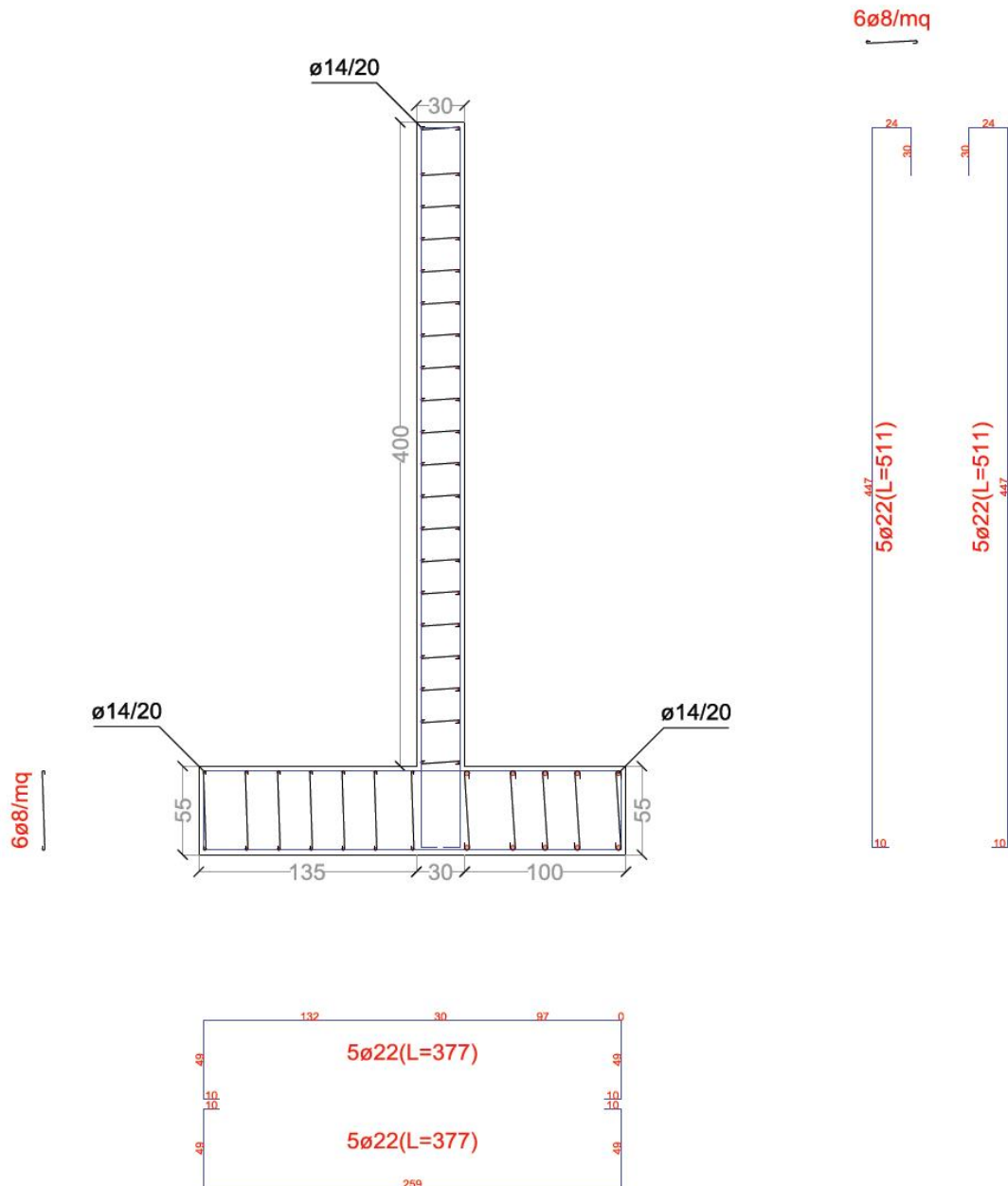
	Diametro (mm)	Numero (num/m)	Passo (cm)	Area Disposta (mm2)	Area Minima (mm2)
Ferri Superiori	22	5	20	1900,66	1100
Ferri Inferiori	22	5	20	1900,66	1100
Ferri Long Valle	14	7	20	1015,99	622,64
Ferri Long Monte	14	5	20	746,6	477,36

	Combinazione 14 (Statica)	Combinazione 15 (Sismica+)	Combinazione 16 (Sismica -)
Msd BB [daN/m*m]	22411,69	20202,55	19240,48
Mrd BB [daN/m*m]	37196,61	37196,61	37196,61
FS (BB)	1,66	1,84	1,93
Msd CC [daN/m*m]	-5448,67	-4276,12	-4243,56
Mrd CC [daN/m*m]	-37196,61	-37196,61	-37196,61
FS (CC)	6,83	8,7	8,77

### 2.4.3 Output Verifiche C.A.

#### 1) Esportazione disegno

Verifiche C.A. consente la visualizzazione dei disegni dei ferri, esportabili su formato DXF, rendendoli utilizzabili e apribili da altri programmi CAD.



## 2) Esportazione relazione di calcolo

Il software permette la stesura della relazione di calcolo con formattazione automatica ed esportazione in formato RTF, apribile con altri programmi editor di testi.

### RELAZIONE TECNICA MURO DI SOSTEGNO

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

#### Normativa

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e



**S.T.A. DATA SRL - C.so Raffaello, 12 - 10126 Torino**