

Il modulo MURI DI SOSTEGNO

Convenzioni sulla versione (livello)

Vedere la Guida Ambiente di EdilStudio (Introduzione).

Premessa

Il modulo Muri di sostegno consente il progetto di muri:

- in cemento armato;
- a mensola in cemento armato, diretti o su pali (solo versione Standard);
- a gravità in calcestruzzo e in pietrame (solo versione Standard);

Il software esegue l'analisi delle spinte agenti sul muro, le verifiche di stabilità (ribaltamento, scorrimento, carico limite e in versione standard anche la stabilità del pendio), il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche di resistenza nelle sezioni del paramento e delle mensole della fondazione.

Caratteristiche e metodi di calcolo del programma

Il calcolo delle spinte del terreno si basa sulla teoria di Coulomb, i coefficienti di spinta attiva e di spinta passiva sono calcolati con la formula di Coulomb, riveduta da Muller-Breslau.

Gli effetti del sisma sono portati in conto come da normativa vigente calcolando l'incremento sismico con la formula di Monobe-Okabe. La verifica a carico limite è svolta con il metodo di Meyerhof.

Di seguito si illustrano brevemente i procedimenti menzionati. Per approfondimenti si rimanda alla bibliografia citata.

Calcolo delle spinte

Coulomb considera l'equilibrio di un cuneo di spinta con superficie rettilinea e ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. La retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento dell'angolo di attrito terra-muro.

Il terreno a monte del muro, di peso specifico γ , su un paramento di altezza H, esercita una spinta pari a:

$$S = 1/2 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

K_a è il coefficiente di spinta attiva di Coulomb corretto da Muller-Breslau, dato dall'espressione:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2\alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta)\sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

dove:

ϕ = angolo d'attrito del terreno a monte del paramento

α = angolo che la parete interna forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale)

δ = angolo d'attrito terreno-parete

β = angolo che il terrapieno forma con l'orizzontale

La pressione esercitata sulla parete nel caso di terreno dotato di coesione c è:

$$\sigma_a = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot (K_a)^{1/2}$$

dove z è la profondità.

Se è presente anche un sovraccarico uniforme q l'espressione della pressione è data da:

$$\sigma_a = (\gamma z + q) \cdot K_a$$

mentre la spinta è data da:

$$S = (1/2 \cdot \gamma \cdot H^2 + q \cdot H) \cdot K_a$$

Nel caso di presenza di sisma l'incremento da applicare alla spinta statica viene determinato con il metodo di Monobe-Okabe come previsto dal D.M. 16 gennaio 1996.

L'incremento di spinta da applicare è:

$$\Delta S = AS' - S$$

Posto:

$$\beta' = \beta + \theta; \quad \alpha' = \alpha + \theta; \quad \text{e } \theta = \arctg(C)$$

con C = coefficiente di intensità sismica ed essendo β l'inclinazione del terrapieno e α quella della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando con i due nuovi valori di β' e α' corretti secondo le espressioni indicate.

S è la spinta calcolata in condizioni statiche, mentre il coefficiente A vale:

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

L'incremento di spinta dovrà essere applicato a 2/3 dell'altezza del muro a partire dalla base.

Per quanto riguarda invece le forze d'inerzia dovute al sisma, queste vengono valutate come:

$$F_i = C \cdot W$$

dove: W = peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte e dei relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Verifica a ribaltamento

Per eseguire la verifica a ribaltamento del muro occorre calcolare il momento risultante di tutte le forze che tendono a farlo ribaltare (M_r) ed il momento risultante di tutte le forze stabilizzanti (M_s) rispetto allo spigolo esterno e verificare che il loro rapporto sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η . Secondo il D. M. 11 marzo 1988 il suo valore non deve essere inferiore a 1.5.

Per fondazione su pali questa verifica non viene eseguita.

Verifica a scorrimento

Per eseguire la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione occorre calcolare la somma di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, la somma di tutte le forze, parallele al piano di posa, che tendono a fare scorrere il muro e verificare che il loro rapporto non sia inferiore a un determinato coefficiente di sicurezza. η . Secondo il D. M. 11 marzo 1988 il suo valore non deve essere inferiore a 1.3.

Le forze che determinano lo scorrimento sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

Le forze resistenti sono date dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

La forza resistente F_r può esprimersi come:

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

dove N è la componente del carico totale gravante in fondazione normale al piano di posa, δ_f è l'angolo d'attrito terreno-fondazione, c_a è l'adesione terreno-fondazione e B_f è la larghezza della fondazione reagente.

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. Tale aliquota, ai fini della verifica a scorrimento, non può comunque superare il 50 %.

Verifica al carico limite

Se si indica con Q_u , il carico limite del complesso fondazione-terreno e con R la risultante dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq 2$$

Secondo il D. M. 11 marzo 1988 tale rapporto deve essere superiore a 2.

Per il calcolo del carico limite in fondazione si adotta il metodo di MEYERHOF, secondo la quale la relazione che fornisce del carico ultimo è data da:

$$Q_u = c N_c d_{c_k} + q N_q d_{q_k} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_k}$$

dove:

- C = coesione del terreno in fondazione;
 ϕ = angolo di attrito del terreno in fondazione;
 γ = peso di volume del terreno in fondazione;
 B = larghezza della fondazione;
 D = profondità del piano di posa;
 q = pressione geostatica alla quota del piano di posa.

Le costanti della formula sono fornite dalle espressioni seguenti:

$A = e^{\pi \tan \phi}$
$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$
$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$

Per la descrizione dettagliata del metodo si rimanda ai testi citati in bibliografia.

Il calcolo di un muro di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

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

Nel caso di muro su pali, in luogo delle pressioni sul terreno, viene effettuata la ripartizione delle spinte e dei carichi sui pali; quindi anche in tal caso si passa al calcolo delle sollecitazioni e alle verifiche di resistenza.



Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale può essere eseguita con il metodo di Fellenius o con il metodo di Bishop.

Il metodo di Fellenius assume come ipotesi che la potenziale superficie di scorrimento abbia per direttrice con un arco di circonferenza. Individuato così il volume di scorrimento, questo viene diviso in n strisce verticali i cui pesi, valutati singolarmente, danno un contributo al momento resistente risultante e/o a quello ribaltante. Escludendo le forze di interazione che si esplicano mutuamente fra la superficie di separazione di due strisce il coefficiente di sicurezza per la generica superficie è dato dall'espressione:

$$\eta = \frac{\sum_i (c_i \cdot b_i / \cos \alpha_i + W_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \phi_i)}{\sum_i W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

in cui:

b_i = larghezza della striscia;

α_i = inclinazione della base della striscia;

c_i = coesione del terreno alla base della striscia;

ϕ_i = angolo di attrito del terreno alla base della striscia;

W_i = peso della striscia.

La sommatoria è estesa a tutte le strisce.

Assunti una serie di cerchi di tentativo, ognuno di essi viene suddiviso in n strisce e dalla formula precedente si ricava il valore di η . Il coefficiente di sicurezza della scarpata è il minimo dei coefficienti così determinati.

Il metodo di Bishop assume ancora come ipotesi che la potenziale superficie di scorrimento abbia per direttrice con un arco di circonferenza. Individuato così il volume di scorrimento, questo viene diviso in n strisce verticali i cui pesi, valutati singolarmente, danno un contributo al momento resistente risultante e/o a quello ribaltante.

Il coefficiente di sicurezza per la generica superficie è dato dall'espressione:

$$\eta = \frac{\sum_i (c_i \cdot b_i + W_i \cdot \operatorname{tg} \phi_i) / m}{\sum_i W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

in cui il termine " m " è dato dall'espressione:

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cdot \cos \alpha_i$$

dove:

b_i = larghezza della striscia;

α_i = inclinazione della base della striscia;

c_i = coesione del terreno alla base della striscia;

ϕ_i = angolo di attrito del terreno alla base della striscia;

W_i = peso della striscia;

La sommatoria è estesa a tutte le strisce.

Poiché " m " è funzione di η la prima espressione viene risolta iterativamente fino a quando si giunge ad uno scarto trascurabile tra il nuovo valore di η calcolato ed il precedente.

Assunti una serie di cerchi di tentativo, ognuno di essi viene suddiviso in n strisce e dalla formula precedente si ricava il valore di η . Il coefficiente di sicurezza della scarpata è il minimo dei coefficienti così determinati.

Risultati del calcolo

Il modulo fornisce i seguenti risultati:

analisi delle spinte agenti sul muro

pressioni su paramento e soletta di fondazione

verifiche di stabilità: ribaltamento, scorrimento e carico limite (fondazione diretta)

stabilità globale per il pendio (versione Standard)

ripartizione delle spinte e dei carichi sui pali (fondazione su pali - vers. Standard)
sollecitazioni su paramento e soletta di fondazione
verifiche di resistenza per le sezioni del paramento e della soletta di fondazione.
I calcoli e i risultati sono riferiti a metro lineare di muro.

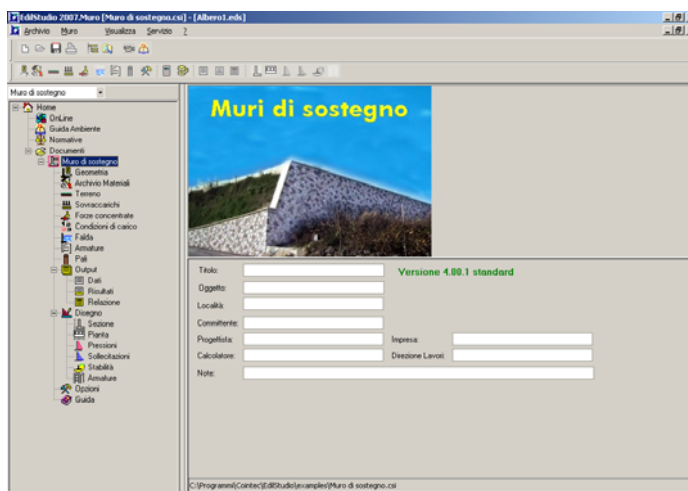
Riferimenti bibliografici

Per informazioni sul calcolo di muri di sostegno si rinvia alla letteratura tecnica specializzata tra cui si consiglia:

Bowles	<i>Fondazioni</i>	Mc Graw Hill	1991
Cestelli-Guidi	<i>Geotecnica e tecnica delle fondazioni</i>	Hoepli	1991
Lancellotta	<i>Geotecnica</i>	Zanichelli	1993

Per cominciare

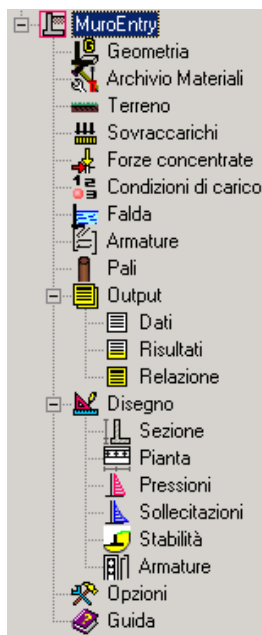
Supponiamo di voler procedere al calcolo di un muro di sostegno. E' possibile partire da un nuovo file o da uno precedentemente salvato (come indicato nella *Guida all'ambiente*). La pagina iniziale del modulo Muri di sostegno si presenta come illustrato di fianco. Selezionando il nodo principale si possono inserire nel foglio corrispondente i dati riepilogativi del progetto.



L'albero del modulo Muri di sostegno si presenta come nella figura accanto. I contenuti dei singoli nodi e i comandi in essi disponibili verranno descritti in modo dettagliato nei paragrafi successivi.

Per eseguire il calcolo di un muro di sostegno occorre:

- definire la tipologia e geometria dell'opera;
- controllare nell'archivio materiali la presenza del materiale con le caratteristiche da impiegare;
- definire le caratteristiche dei terreni (monte e fondazione);
- indicare le eventuali sovraccarichi e forze concentrate;
- definire eventuali condizioni e combinazioni di carico, ed impostare una combinazione corrente;
- definire la geometria delle armature (per il paramento e in fondazione);
- definire la geometria dei pali in fondazione (se il muro è su pali e in versione standard);
- specificare le opzioni di calcolo.



Completata la fase di inserimento si può lanciare il calcolo e passare all'analisi dei risultati; basta infatti cliccare sul comando Calcola del menù Muri di sostegno oppure sull'icona



oppure, ancora, dal comando Calcola del menù pop-up in corrispondenza del nome del file corrente.

L'albero di Muri di Sostegno

Nei paragrafi successivi vengono descritti i nodi che sono presenti nell'albero relativo al modulo Muri di sostegno.

Vengono indicate in particolare le principali operazioni che è possibile effettuare per inserire un nuovo muro, per modificare un muro precedentemente assegnato o per variare le opzioni così come sono disponibili in ciascuno dei nodi del modulo Muri di sostegno.

L'accesso ai nodi dell'albero può avvenire dal menù a tendina oppure dalla barra dei comandi oppure ancora posizionandosi direttamente su uno dei nodi. I comandi disponibili sono di volta in volta diversi a seconda del nodo selezionato.

Geometria

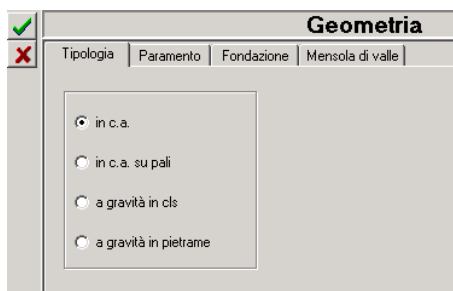
Il primo inserimento da effettuare è quello relativo alla tipologia del muro (vers. Standard) e alla sua geometria.



Foglio 'Tipologia'

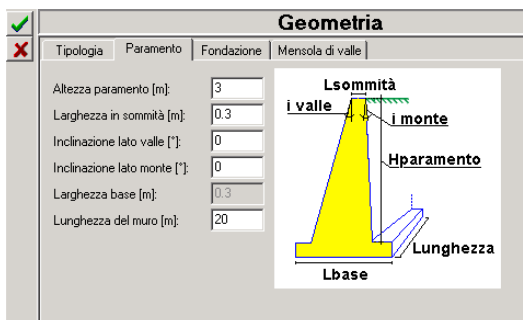
Bisogna posizionarsi sul nodo Geometria in modo da attivare la corrispondente scheda di inserimento. Il primo foglio della scheda, selezionabile tramite la corrispondente linguetta, permette di scegliere la tipologia: è possibile calcolare muri a gravità in pietrame, muri a gravità in calcestruzzo e muri a mensola in cemento armato, questi ultimi con fondazione diretta o su pali, come indicato nella figura accanto.

Nota: in versione Entry è disponibile solo la tipologia in c.a.



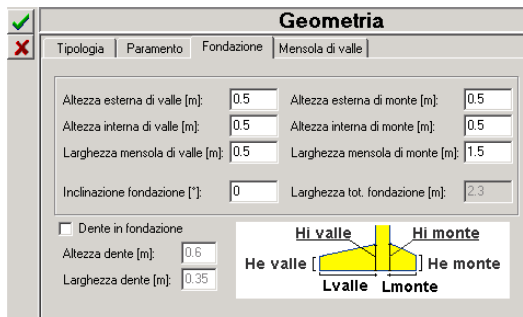
Foglio 'Paramento'

Il secondo foglio della scheda permette di inserire i dati geometrici relativi al paramento del muro. E' necessario digitare nelle celle corrispondenti: altezza del paramento, larghezza in sommità, inclinazione del lato di valle, inclinazione del lato di monte, lunghezza del muro. Il componente calcola automaticamente la larghezza della base del paramento.



Foglio 'Fondazione'

Il terzo foglio della scheda permette di inserire i dati relativi alla geometria della fondazione. In esso è necessario digitare nelle celle corrispondenti: lunghezza della mensola di valle, lunghezza della mensola di monte, altezze del lato esterno e del lato interno delle mensole di monte e di valle, inclinazione del piano di posa della fondazione.



Per la fondazione è possibile anche l'inserimento di un dente a monte: per attivarne la presenza selezionare il check corrispondente e digitare i valori dell'altezza e della larghezza.



Foglio 'Mensola di valle'

Il quarto foglio permette di inserire i dati relativi alla geometria della mensola di valle (sbalzo); per abilitarne la presenza occorre selezionare il check. In esso è necessario digitare nelle celle corrispondenti: lunghezza della mensola di valle, altezze del lato esterno e del lato interno.

The screenshot shows the 'Geometria' dialog box with the 'Mensola di valle' tab selected. A checkbox labeled 'Mensola a valle' is checked. Below it, the 'Geometria' section contains three input fields: 'Altezza esterna [m]' with the value 0.3, 'Altezza interna [m]' with the value 0.3, and 'Lunghezza [m]' with the value 1.

Archivio materiali

Dopo aver selezionato il nodo Archivio Materiali, attraverso il comando del menù oppure cliccando sull'apposita icona dell'albero, si può accedere alla scheda per l'inserimento delle caratteristiche dei materiali riportata nella figura sottostante.

I materiali definiti in archivio potranno essere utilizzati nel calcolo selezionandoli nella scheda "Opzioni".

Nell'archivio dei materiali sono presenti diversi fogli a seconda della tipologia del muro scelta (in versione Entry sono presenti solo i fogli Conglomerato e Acciaio barre).

The screenshot shows the 'Archivio Materiali' dialog box with the 'Conglomerato' tab selected. It displays a table of material properties for various concrete classes (Rck150 to Rck500). The 'Rck250' row is highlighted. Below the table, there are input fields for the selected material's properties, including 'Nome', 'Rck', 'Ec', 'sigma amm c', 'tau c0', 'tau c1', 'fck', 'felk', 'coef. poisson', 'coef. di omog.', and 'peso specif'. Buttons for 'Aggiungi', 'Modifica', 'Elimina', and 'Calcola f(Rck)' are also visible.

Nome	Rck	Ec	Sigma amm c	tau c0	tau c1	fck	felk	f
Rck150	150	220454	60	4	14	124.5	11.49...	0
Rck200	200	254558	72.5	4.666...	15.42...	166	13.92...	0
Rck250	250	284605	85	5.333...	16.85...	207.5	16.15...	0
Rck300	300	311769	97.5	6	18.28...	249	18.24...	0
Rck350	350	336749	110	6.666...	19.71...	290.5	20.22...	0
Rck400	400	360000	122.5	7.333...	21.14...	332	22.10...	0
Rck450	450	381838	135	8	22.57...	373.5	23.91...	0
Rck500	500	402492	147.5	8.666...	24	415	25.65...	0

Foglio 'Conglomerato'

Contiene 8 classi predefinite (da Rck150 a Rck500) che non possono essere modificate o cancellate, ma è comunque possibile definirne di nuove.

I pulsanti disponibili sia per il Conglomerato sia per l'acciaio sono:

Aggiungi: consente di aggiungere una nuova tipologia di materiale alla lista. Dopo aver inserito il nome (necessariamente diverso da uno già esistente) e avere impostato i valori desiderati e cliccare su Aggiungi.

Modifica: dopo aver selezionato un elemento modificare il valore desiderato e cliccare su Modifica.

Elimina: dopo aver selezionato un elemento cliccare su Elimina; le classi predefinite non possono essere cancellate.

Il pulsante **Calcola f(Rck)** consente, dopo aver inserito un valore nella cella Rck, di calcolare in automatico le tensioni ammissibili dei materiali e le resistenze, valori che possono comunque essere modificati.

Per inserire un nuovo calcestruzzo occorre assegnare:

<i>Descrizione</i>	
Nome:	Nome identificativo
Rck	Resistenza caratteristica cubica
Ec	Modulo elastico
σ amm c	Sigma ammissibile a compressione
τ_0	Tensione tangenziale
τ_1	Tensione tangenziale ammissibile
fck	Resistenza cilindrica a compressione $0.83 \cdot Rck$
fctk	Resistenza media a trazione $2.7 \cdot Rck^{2/3}$
coeff. poisson	Coefficiente di poisson
coeff. di omog.	Coefficiente di omogeneizzazione
γ	peso specifico del calcestruzzo

Foglio Acciaio barre

Contiene 4 classi FeB predefinite (FeB22K, FeB32K, FeB38K e FeB44K) che non possono essere modificate o cancellate, ma è comunque possibile definirne di nuove.

I pulsanti Aggiungi, Modifica ed Elimina sono stati già illustrati nel foglio calcestruzzo

The screenshot shows the 'Archivio Materiali' window with the 'Acciaio barre' tab selected. It contains a table with columns for 'Nome', 'Ef', 'Sigma amm. f', 'fyk', and 'ftk'. Below the table are input fields for 'Nome', 'Ef [kg/cm²]', 'σ amm. f [daN/cm²]', 'fyk [kg/cm²]', and 'ftk [kg/cm²]', along with 'Aggiungi', 'Modifica', and 'Elimina' buttons.

Nome	Ef	Sigma amm. f	fyk	ftk
FeB22K	2060000	1200	2150	3350
FeB32K	2060000	1600	3150	4900
FeB38K	2060000	2200	3750	4500
FeB44K	2060000	2600	4300	5400

Per inserire una nuova classe di acciaio occorre assegnare:

<i>Descrizione</i>	
Nome:	Nome identificativo
Ef	Modulo elastico
σ amm f	Sigma ammissibile

fyk	Tensione caratteristica di snervamento
ftk	Tensione caratteristica di rottura

Terreno

Selezionando il nodo Terreno è possibile accedere alla scheda delle caratteristiche dei terreni a monte del paramento e in fondazione. Per il terreno a monte del muro è necessario assegnare l'inclinazione del piano campagna, il peso specifico del terreno, l'angolo di attrito interno, l'eventuale coesione, l'eventuale angolo di aderenza terra-muro.

Le caratteristiche da inserire per lo strato in fondazione sono analoghe; non è logicamente presente l'inclinazione dello strato mentre è possibile inserire l'eventuale adesione tra terreno e fondazione.

Sovraccarichi

Posizionarsi sul corrispondente nodo Sovraccarichi in modo da avere accesso alla lista di inserimento. È possibile inserire un sovraccarico uniformemente distribuito, un sovraccarico lineare ed un sovraccarico concentrato sul terreno di monte per ogni condizione definita (vedi Condizioni di carico).

Occorre spostarsi tra le condizioni tramite i tasti e ed immettere i valori per l'intensità ed eventualmente per l'ascissa. Per il sovraccarico "uniforme" occorre assegnare soltanto l'intensità [daN/mq], mentre per le tipologie "lineare" [daN/m] e "concentrato" [daN], oltre ad essa, anche la distanza dal bordo interno del paramento. Tale distanza è unica per le condizioni definite.

Il nodo è di tipo *Lista* e presenta i comandi di gestione *Inserisci*, *Modifica*, *Elimina* spiegati nella parte generale. Rispetto alle liste ordinarie questa presenta la particolarità che non è possibile inserire più di un carico per ciascuna delle tre tipologie previste e quindi essa potrà al massimo contenere tre elementi.

Forze concentrate

Posizionarsi sul corrispondente nodo Forze concentrate in modo da avere accesso alla lista di inserimento.


È possibile inserire carichi concentrati in testa al paramento del muro o distribuiti sulla mensola di valle se prevista (versione standard) per ogni condizione definita (vedi Condizioni di carico). Occorre spostarsi tra le condizioni tramite i tasti < e > ed immettere i valori preferiti.

Condizioni di carico

Il calcolo di un muro è eseguito considerando una tra le diverse combinazioni di carico che è possibile impostare. Una combinazione prevede la definizione di almeno 1 condizione a cui applicare un coefficiente moltiplicativo di amplificazione dei carichi.


Posizionandosi sul corrispondente nodo Condizioni di carico si avrà accesso alla scheda di inserimento delle condizioni e combinazioni. È necessario siano presenti almeno una condizione ed una combinazione che sono assegnate in automatico dal programma con il nome di “base”.

Foglio Condizioni

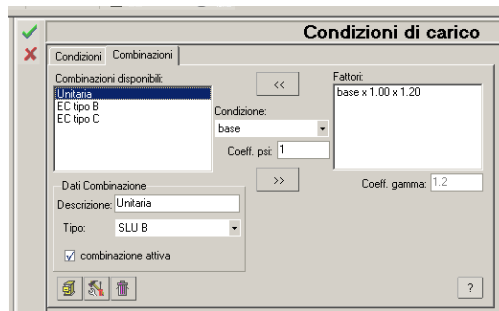
Inserire il nome della condizione nel campo *Descrizione* e cliccare su uno dei pulsanti  rispettivamente per inserire una nuova condizione, per rinominare o cancellare quella selezionata.

Foglio Combinazioni


L'immagine seguente mostra nella lista a sinistra le combinazioni disponibili (è presente la combinazione predefinita di nome “base”).

Inserire il nome della combinazione nel campo *Descrizione* e cliccare su uno dei pulsanti  rispettivamente per inserire una nuova combinazione, per rinominare o cancellare quella selezionata. Nel caso di verifiche agli stati limite occorre selezionare il tipo di combinazione (di esercizio o ultima) in modo che nella combinazione intervengano anche i coefficienti parziali “gamma” dei carichi assegnati nelle opzioni degli stati limite; il coefficiente parziale viene riportato nella cella in basso (v. Opzioni). Una combinazione può essere disattivata deselegzionando il check “combinazione attiva” e quindi non verrà non calcolata.


Selezionando una combinazione si visualizzeranno nella lista di destra (Fattori:) le condizioni considerate (in questo esempio solo quella “base”) e il fattore moltiplicativo applicato (in questo es. “1.00”).





Per applicare dei fattori moltiplicativi ad alcune condizioni occorre seguire questa procedura:

1. Selezionare una combinazione tra quelle disponibili;
2. Selezionare una condizione dal menù a discesa “Condizione:”;
3. Immettere il coefficiente moltiplicativo “psi” con cui i carichi della condizione intervengono nella combinazione;
4. Cliccare sul pulsante  per aggiungerlo alla lista di destra.

Ripetere i punti dal 2 al 4 inserire altre condizioni nella combinazione o variare il fattore con cui interviene una condizione già inserita.

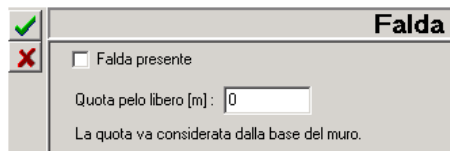
Per rimuovere un fattore moltiplicativo occorre selezionarne uno dalla lista Fattori e cliccare sul pulsante .

Nel caso in cui sia stato selezionato nel foglio Opzioni il metodo degli stati limite per le verifiche di resistenza, sarà presente nella scheda un menù a discesa nel quale è possibile assegnare il tipo di combinazione per il calcolo agli stati limite (ultima, rara, frequente, quasi permanente). Una volta selezionata la voce desiderata per assegnarla ad una combinazione ricordarsi di utilizzare il pulsante di Modifica combinazione .

Per apportare le modifiche immesse cliccare sul pulsante aggiorna .

Falda

L’eventuale presenza di una falda a ridosso del muro deve essere segnalata con l’apposito check dopo essersi posizionati sul nodo Falda. In tal modo si abilita la possibilità di inserirne la quota; quest’ultima va computata a partire dalla base del muro.



Armature

Per la gestione delle armature bisogna posizionarsi sul nodo omonimo.

E’ prevista la seguente tipologia di ferri:

- un’armatura principale lungo tutta l’altezza del paramento di monte ed un’eventuale armatura aggiuntiva (ferri di altezza variabile) a partire dalla base del muro per coprire le maggiori sollecitazioni. Indicare diametro e numero dei ferri da disporre;

- analogamente un'armatura principale lungo tutta l'altezza del paramento di valle ed un'eventuale armatura aggiuntiva (ferri di altezza variabile) a partire dalla base del muro per coprire le maggiori sollecitazioni. Indicare diametro e numero dei ferri da disporre;
- un'armatura superiore in fondazione. Indicare diametro e numero dei ferri da disporre;
- un'armatura inferiore in fondazione. Indicare diametro e numero dei ferri da disporre;
- un'armatura secondaria costituita da ripartitori e legature di cui occorre assegnare diametro e passo;
- un'armatura inferiore e superiore per la mensola di valle (sbalzo);

La scheda si compone di cinque fogli in cui andranno inseriti i dati generali, delle caratteristiche dell'armatura del paramento (monte e valle) e della fondazione.

Foglio 'Generale'

Contenere i dati dell'armatura secondaria: il diametro ed il passo dei ferri ripartitori, il diametro ed il numero delle legature trasversali.

Inserire inoltre le dimensioni del copriferro e delle lunghezze di ancoraggio, queste ultime valutate in numero di diametri.

Foglio 'paramento Monte'


Contiene i dati dell'armatura presente a monte: il diametro e il numero dei ferri costituenti l'armatura principale, il diametro, il numero e l'altezza dei ferri costituenti l'armatura aggiuntiva.

Foglio 'paramento Valle'

Contiene i dati dell'armatura presente a valle: il diametro e il numero dei ferri costituenti l'armatura principale, il diametro, il numero e l'altezza dei ferri costituenti l'armatura aggiuntiva.

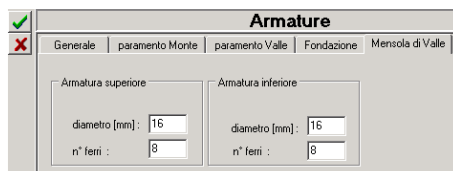
Foglio 'Fondazione'

Contiene i dati dell'armatura in fondazione: il diametro ed il numero dei ferri da utilizzare per l'armatura superiore e per quella inferiore.



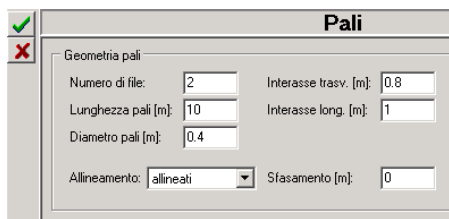

Foglio 'Mensola di valle'

Il foglio Mensola di valle è destinato a contenere i dati dell'armatura della mensola: il diametro ed il numero dei ferri da utilizzare per l'armatura superiore e per quella inferiore.




Pali

Posizionandosi su questo nodo si accede alla scheda per definire la disposizione dei pali in fondazione, qualora sia stata selezionata la tipologia "Muro in c.a. su pali".



La scheda dovrà contenere i seguenti dati: numero di file che si intende realizzare, la lunghezza dei pali e il loro diametro. I valori dell'interasse trasversale e longitudinale rappresentano, rispettivamente, le distanze tra i centri dei pali secondo le due direzioni parallele, rispettivamente, alla larghezza della fondazione e alla sua lunghezza. Le file di pali così inseriti possono essere allineate oppure sfalsate impostando la scelta nel sottostante menù a discesa. Infine lo sfasamento permette di assegnare la distanza della prima fila di pali dal bordo esterno della mensola di valle.

Output (Dati, Risultati, Relazione)

Posizionandosi su uno dei nodi di output si attiva l'editor di testo che visualizza, rispettivamente, i dati presenti, i risultati dell'elaborazione o la relazione completa; i comandi disponibili sono quelli già illustrati nella parte generale.

Disegno (Sezione, Pianta)

E' possibile visualizzare le caratteristiche geometriche del muro posizionandosi sui nodi Disegno|Sezione e Disegno|Pianta che consentono l'accesso all'interfaccia grafica. I

comandi disponibili sono quelli relativi alle funzioni di visualizzazione già descritti nella parte generale.

Disegno (Pressioni, Sollecitazioni, Armature)

E' possibile visualizzare, dopo il calcolo, i diagrammi delle pressioni e delle sollecitazioni (taglio e momento) agenti sul paramento del muro; per questo è necessario posizionarsi sui nodi Disegno|Pressioni e Disegno|Sollecitazioni che consentono l'accesso all'interfaccia grafica.

Posizionandosi invece sul nodo Disegno|Armature si accede all'interfaccia grafica che permette di visualizzare le armature del muro; nel disegno vengono visualizzate le armature messe in opera, nonché la distinta con numero e lunghezza (parziale e totale) dei ferri impiegati.

I comandi disponibili sono quelli relativi alle funzioni di visualizzazione già descritti nella parte generale.



Disegno (Stabilità)

Il nodo Disegno|Stabilità visualizza la maglia dei centri e il cerchio che fornisce il coefficiente di stabilità globale più basso per il pendio.

Opzioni

Per impostare i criteri di calcolo, disegno e stampa posizionarsi sul nodo Opzioni.

Foglio 'Calcolo'

Occorre definire:

- la percentuale della spinta passiva da portare eventualmente in conto.
- i coefficienti di sicurezza per le verifiche di sicurezza globali per il muro (traslazione, rotazione, schiacciamento);
- il coeff. di stabilità globale e il metodo di calcolo per la verifica della stabilità globale del pendio scegliendo tra Fellenius o Bishop (solo versione Standard).
- La normativa di riferimento (DM'96 o DM '05)
- il tipo di verifica di resistenza da adottare: tensioni ammissibili o stati limite.
- le caratteristiche del conglomerato e dell'acciaio oppure del pietrame (selezionando i materiali tra quelli precedentemente definiti nell'archivio materiali).

Foglio 'Sisma'

Per definire le caratteristiche da assumere per il sisma posizionarsi sul nodo Opzioni e quindi sul foglio Sisma.

A seconda della normativa di riferimento selezionata si abilitano i rispettivi gruppi di comandi per la scelta delle caratteristiche.

Se è stato selezionato il D.M. 16 gennaio 1996 occorrerà impostare il grado di sismicità (6, 9, 12 oppure 0 in assenza di sisma).

Se è stato selezionato il D.M. 14 settembre 2005 occorrerà definire il Kh che può essere calcolato in automatico se la relativa opzione è attivata. Il valore di Kh dipende dalla Zona sismica (Zona 1, 2, 3 o 4), dalla categoria del suolo (A, B, C, D, E) e dal fattore r.

Scegliere anche il coefficiente moltiplicativo di Kv tra 0, 0.5 e -0.5

Foglio 'Stati limite'

Questo foglio è attivo soltanto se è stata selezionata nel foglio Opzioni di calcolo la verifica agli stati limite.

Occorre inserire:

- il valore del coefficiente di sicurezza per la verifica agli stati limite delle sezioni;
- i fattori di resistenza di calcolo;
- i fattori di resistenza limite;
- le condizioni ambientali ed il tipo di armatura per le verifiche a fessurazione.

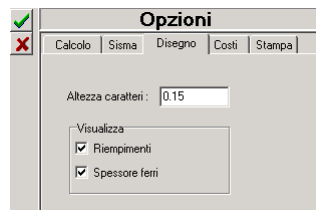
Fattori di Resistenza di calcolo		AZIONI - Coefficienti Parziali SLU	
cls (fcd)	fe (fsd)	B	C
stato limite ultimo:	1.6	1.15	
stato limite di esercizio:	1	1	
Fattori di Resistenza limite		Variabili sfavorevoli	
comb. carico ultima:	sigma c: 0.85	sigma f: 1	1.5
comb. carico rara:	0.6	0.7	1.3
comb. carico frequente:	0.52	0.6	0
comb. carico quasi permanente:	0.45	0.5	0
S.L. di Fessurazione		AZIONI - Coefficienti Parziali SLE	
condizioni ambiente:	poco aggressivo	Permanenti	1
armatura:	poco sensibile	Variabili	1
		TERRENO - Coefficienti Parziali	
		B	C
		1	1.25
		1	1.6

I coefficienti parziali delle azioni intervengono nelle combinazioni dei carichi amplificandoli o riducendoli. Per le verifiche agli stati limite e per le diverse tipologie di sovraccarichi (permanentemente o variabili, favorevoli o sfavorevoli) è possibile assegnare un coefficiente parziale per le combinazioni di tipo B e uno per quelle di tipo C, mentre per le verifiche agli stati di esercizio i coefficienti parziali vengono distinti per le azioni permanenti e quelle variabili. I coefficienti parziali del terreno vengono per ridurre le caratteristiche "angolo di attrito" e "coesione". I valori preimpostati sono quelli di normativa.

Foglio 'Disegno'

Per impostare le opzioni di disegno posizionarsi sul nodo Opzioni e quindi sul foglio Disegno.

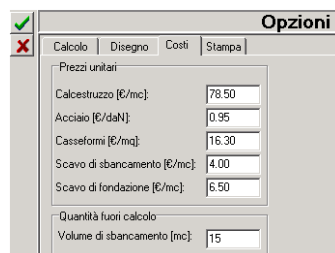
E' possibile modificare l'altezza del carattere dei testi sul grafico e selezionare col relativo check due opzioni: la prima riguarda la possibilità di disegnare il riempimento del muro mentre la seconda permette di disegnare i ferri con il loro spessore.



Foglio 'Costi'

Posizionarsi sul nodo Opzioni e quindi sul foglio Costi per l'inserimento dei prezzi unitari da usare per il calcolo dei costi realizzazione del muro.

Il volume del terreno da sbancare a monte del muro deve essere immesso come quantità fuori calcolo.



Foglio 'Stampa'

La scheda per la gestione delle opzioni di stampa permette di visualizzare o meno in relazione la sezione dei costi di realizzazione del muro.

