

Questa guida

Questa guida si riferisce al programma EasyWall della Softing srl e ne descrive le funzioni principali. Tutti i diritti su questo manuale sono di proprietà della Softing srl.

© 2010-2018 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

Ultima revisione: 22 ottobre 2018.

Accordo di licenza d'uso del software Softing

1. Licenza. A fronte del pagamento del corrispettivo della licenza, compreso nel prezzo di acquisto di questo prodotto, e all'osservanza dei termini e delle condizioni di questa licenza la Softing s.r.l., nel seguito Softing, cede all'acquirente, nel seguito Licenziatario, un diritto non esclusivo e non trasferibile di utilizzo di questa copia di programma software, nel seguito Software.

2. Proprietà del software. La Softing mantiene la piena proprietà di questa copia di programma Software e della documentazione ad essa allegata. Pertanto la Softing non vende alcun diritto sul Software sul quale mantiene ogni diritto.

3. Utilizzo del software. Questo Software contiene segreti commerciali. È espressamente proibito effettuare copie o modifiche o reingegnerizzazioni, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, anche parziali, del Software e della documentazione a esso allegata. Il Licenziatario è responsabile a tutti i fini legali per qualunque infrazione causata o incoraggiata dalla non osservanza dei termini di questa licenza. È consentito effettuare una sola copia del Software esclusivamente per installazione su un solo disco rigido.

4. Cessione del software. Il software viene ceduto in licenza unicamente al Licenziatario e non può essere ceduto a terzi. In nessun caso è consentito cedere, assegnare, affidare, affittare o disporre in altro modo del Software se non nei termini qui espressamente specificati.

5. Cessazione. Questa licenza ha la durata di anni dieci. Il Licenziatario può porvi termine in ogni momento con la completa distruzione del Software. Questa licenza si intende cessata, senza onere di comunicazione da parte di Softing, qualora vi sia inadempienza da parte del Licenziatario delle condizioni della licenza.

6. Esonero della garanzia del software. Il Licenziatario si fa carico di ogni rischio derivante, dipendente e connesso all'uso del Software. Il Software e la relativa documentazione vengono forniti nello stato in cui si trovano. Softing si esonera espressamente da ogni garanzia espressa o implicita ivi inclusa, ma senza limitazioni, la garanzia implicita di commerciabilità e di idoneità del prodotto a soddisfare particolari scopi. Softing non garantisce che le funzioni contenute nel Software siano idonee a soddisfare le esigenze del Licenziatario né garantisce una operatività ininterrotta o immune da difetti del Software né che i difetti riscontrati nel software vengano corretti. Softing non garantisce l'uso o i risultati derivanti dall'uso del Software e della documentazione né la loro correttezza, affidabilità e accuratezza. Le eventuali informazioni orali o scritte di esponenti o incaricati di Softing non inficiano questo esonero di garanzia.

7. Limitazioni di responsabilità. Softing è espressamente sollevata da ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, di ogni genere e specie, derivante dall'uso o dal non uso del Software e della relativa documentazione. In ogni caso i limiti di responsabilità di Softing nei confronti del Licenziatario per il complesso dei danni, delle perdite, e per ogni altra causa, sarà rappresentato dall'importo dal Licenziatario corrisposto a Softing per il relativo Software.

8. Foro esclusivo. In caso di controversie relative a questo accordo, sarà esclusivamente competente a decidere l'Autorità Giudiziaria di Roma.

9. Obbligatorietà ed interezza dell'Accordo. Il Licenziatario, avendo letto il testo che precede ed avendo riscontrato che questa Licenza e la Garanzia Limitata che contiene sono accettabili, le accetta senza condizioni e conferma, con l'atto di accettare l'installazione del Software, la sua volontà di vincolarsi alla scrupolosa osservanza di questo Accordo. Il Licenziatario dà altresì atto che quanto precede costituisce la totalità delle intese intercorse e che pertanto esso annulla e sostituisce ogni eventuale precedente accordo o comunicazione tra le parti.

SOFTING NON GARANTISCE CHE LE FUNZIONI CONTENUTE NEL SOFTWARE SIANO IDONEE A SODDISFARE LE ESIGENZE DEL LICENZIATARIO NÉ GARANTISCE UNA OPERATIVITÀ ININTERROTTA O IMMUNE DA DIFETTI DEL SOFTWARE NÉ CHE I DIFETTI RISCONTRATI VENGANO CORRETTI. SOFTING NON GARANTISCE L'USO O I RISULTATI DERIVANTI DALL'USO DEL SOFTWARE E DELLA DOCUMENTAZIONE NÉ LA LORO CORRETTEZZA, AFFIDABILITÀ E ACCURATEZZA.

Le informazioni contenute in questo documento sono soggette a cambiamento senza preavviso e non costituiscono impegno alcuno da parte della Softing s.r.l. Nessuna parte di questo manuale e per nessun motivo può essere utilizzata se non come aiuto all'uso del programma.

Nòlian è registrato presso il Registro Pubblico Speciale per i programmi per Elaboratore in data 14/07/2000 al progressivo 001629, ordinativo D002017; EasyBeam in data 14/05/96 al progressivo 000348, ordinativo D000409; EasySteel in data 14/05/96 al progressivo 000346, ordinativo D000407; EasyWall in data 14/05/96 al progressivo 000347, ordinativo D000408; MacSap in data 23/11/97 al progressivo 000222, ordinativo D000264, ArchiLink in data 14/07/2000 al progressivo 001630, ordinativo D002018.

Softing®, il logo Softing, Nòlian®, il logo Nòlian®, Mac-Sap®, MacBeam®, CADSap®, EasyWall®, EasySteel®, EasyBeam®, EasyFrame®, EasyWorld®, HyperGuide®, Sap-Script®, FreeLite®, inMod® sono marchi registrati di Softing s.r.l.

Novità

Le novità sono solo quelle disponibili alla data della ultimazione di questa Guida rispetto alla edizione del rilascio EWS 41.

- Ampliata la funzione di verifica di punzonamento e allineata la stampa allo standard di All In One. Cambiate le modalità di interfaccia.
- Nuova rappresentazione del fattore di sfruttamento a taglio

Presentazione di EasyWall

EasyWall è un post-processor di Nòlian per il progetto delle armature in elementi piani in calcestruzzo. Il metodo di progetto è potente e del tutto generale e tiene conto dello stato combinato di sollecitazioni sia membranali che flessionali per cui EasyWall può affrontare il progetto di qualsiasi elemento piano strutturale comunque sollecitato e comunque disposto nello spazio. Con EasyWall è possibile leggere un documento di Nòlian direttamente per trovarsi nello stesso ambiente tridimensionale di Nòlian ma con a disposizione tutti i metodi per progettare le armature. Si possono rappresentare le armature in molti modi (quantità di armatura, zone ottimizzate, disposizione per zone regolarizzate etc.) e quindi esportare le rappresentazioni su fogli di qualsiasi formato gestiti da un sistema CAD che consente la produzione dei disegni esecutivi. Qui di seguito si riporta una panoramica sul modo di operare con EasyWall.

Mini guida all'uso

Dopo aver generata e analizzata la struttura in Nòlian si devono salvare in Nòlian i dati e quindi avviare EasyWall e leggere il documento generato con Nòlian. Si possono leggere ed eventualmente modificare i dati degli elementi attivando l'icona della palette dei dati dell'elemento e selezionando l'elemento voluto. I dati così modificati possono essere registrati per effettuare una nuova analisi in Nòlian. È possibile anche rappresentare i dati degli elementi in modo grafico per controllare le caratteristiche della struttura. Gli elementi finiti vengono automaticamente raggruppati in gruppi strutturali continui quali pareti, solette etc. Si possono anche raggruppare gli elementi per formare dei gruppi strutturali come si desidera. Il criterio del gruppo strutturale consente di trattare il singolo gruppo strutturale (parete, soletta etc.) come una sola entità a prescindere da come è stata discretizzata in elementi finiti. I tipi di carico associati alle condizioni di carico, necessari per effettuare le combinazioni, se non assegnati precedentemente in Nòlian, devono essere assegnati dal menu della gestione dei carichi. Il progetto delle armature avviene per gruppi strutturali adottando le caratteristiche dei materiali, le opzioni di progetto e le opzioni delle zone di armatura. Le opzioni di progetto consentono, tra l'altro, di scegliere tra il metodo delle tensioni ammissibili ed il metodo degli stati limite. In caso si verificano errori di progetto, ne viene dato avviso tramite dialogo. Effettuato il progetto è possibile verificare i risultati sia numericamente, tramite dialoghi che consentono la verifica delle armature in ogni singolo nodo, che graficamente. È disponibile anche la verifica a fessurazione sia in forma numerica che grafica. La stampa, sia dei dati che delle verifiche, è tematica e può essere eseguita per qualsiasi elemento finito. È possibile rappresentare le armature, sia al fine di verificare la qualità del progetto sia per esportare sul foglio la rappresentazione. È possibile modificare sia la forma che la quantità e la disposizione delle armature. Entrati nel sistema CAI è possibile infine usare le funzioni CAD per modificare il disegno nel modo voluto e per eseguire la distinta delle armature.

Gli strumenti

In questa sezione vengono illustrati gli strumenti disponibili in EasyBeam, tra cui [la palette](#), [la toolbar](#), i menu contestuali, [il navigatore](#) e [la barra di stato](#). Viene inoltre descritto come modificare il [colore di sfondo](#) e come accedere a [manualistica e guida in linea](#)

La palette

La maggior parte delle funzioni di Nòlian viene controllata tramite una tavolozza (palette) di simboli (icone). Le icone hanno l'aspetto ed il funzionamento di "pulsanti" che si premono e si rilasciano tramite il mouse. I pulsanti "premuti" cambiano colore ad indicare che la funzione corrispondente è attiva. Alcune posizioni della palette consentono di selezionare tra più pulsanti (icone) per attivare differenti funzioni tra loro logicamente collegate (icona gerarchica). La selezione dell'icona voluta avviene tenendo premuto il pulsante sulla posizione voluta fino a che non appaia una lista di icone dalla quale è possibile scegliere quella voluta. Alcune icone consentono di accedere ad un dialogo per il trattamento di informazioni ausiliarie, logicamente connesse alle funzioni di icona, tramite un doppio clic sull'icona. Tramite la palette si attivano anche le funzioni di evidenziazione delle assegnazioni. Tali funzioni si attivano facendo clic su un'icona di assegnazione attiva, tenendo premuto il tasto delle maiuscole <shift>. Le funzioni associate alle icone della palette sono illustrate dal sistema di aiuto contestuale "tooltips".

La toolbar

La barra degli strumenti è un insieme di pulsanti ed altri controlli personalizzabili che aumenta l'accessibilità alle funzioni più usate e comuni del programma. La barra degli strumenti è anche personalizzabile in modo da rendere disponibili con immediatezza i comandi più usati secondo le proprie esigenze personali. È normalmente posizionata sotto la barra dei menu ma può essere resa "volante" e cioè trasformata in una finestra posizionabile a piacere sempre visibile. Cliccando col tasto destro in un qualunque punto della barra degli strumenti appare un menu contenente i comandi per personalizzarla. Il primo "Floating", cambia lo stato della barra da "volante" a fissa e viceversa. Il secondo, "Customizza...", fa apparire una finestra di dialogo che permette di personalizzare la barra degli strumenti. Nel dialogo di personalizzazione appaiono sulla destra tutti i controlli presenti nella barra e sulla sinistra tutti quelli disponibili ma attualmente non visualizzati. Per aggiungere o rimuovere controlli dalla barra si possono utilizzare i bottoni posti tra i due pannelli, "Aggiungi" e "Rimuovi", oppure si possono trascinare i controlli da un pannello ad un altro. È anche possibile cambiare l'ordine dei controlli nella barra, trascinandoli nell'ordine desiderato nel pannello di destra. Se, dopo aver effettuato delle modifiche alla barra, si desidera tornare alla situazione iniziale (quella in cui si trovava la barra prima di accedere alla finestra di dialogo), è possibile utilizzare il bottone "Reimposta". Per ulteriori dettagli sugli elementi della finestra di dialogo è possibile utilizzare il punto interrogativo sulla barra del titolo e, una volta che il puntatore del mouse si è trasformato in un punto interrogativo, cliccare su un elemento della finestra per ottenere una breve descrizione. Conclusa la personalizzazione, si può chiudere la finestra di dialogo attraverso il pulsante "Chiudi" o la piccola croce sulla barra del titolo per salvare le modifiche. Se si preme il tasto destro su un controllo della barra degli strumenti, nel menu che appare è presente una terza voce, "Elimina dalla toolbar", che elimina direttamente il controllo selezionato senza dover passare dalla finestra di dialogo di personalizzazione. Tutte le modifiche di personalizzazione vengono memorizzate in modo da essere disponibili anche per le successive esecuzioni dell'applicazione.

Colore di sfondo

Questa funzione consente di assegnare allo sfondo della finestra di Nòlian un colore a scelta dell'operatore. Si attiva questa funzione dalla voce "Colore sfondo" del menu "Funzioni". Per la migliore visibilità della mesh, qualora il colore assegnato alla mesh sia molto vicino a quello dello sfondo, la mesh viene disegnata nel colore complementare. Se, ad esempio, si attiva uno sfondo di colore nero, la mesh disegnata in nero apparirà in colore bianco. Questa modifica dei colori però non altera il valore originale dei colori impiegato nella selezione.

Il navigatore

Il navigatore è una finestra tramite la quale è possibile, utilizzando il mouse, controllare la visualizzazione del modello nella finestra principale.

Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse e spostando il cursore, è possibile muovere il riquadro che rappresenta l'area visibile nella finestra principale, sia che la visualizzazione sia tridimensionale, sia che essa sia in sezione su un piano. Tenendo premuto il tasto destro del mouse e spostando il cursore, si agisce sugli angoli di rotazione della vista: un movimento lungo l'asse orizzontale dello schermo ruota la vista intorno all'asse verticale, e viceversa. Se la finestra principale sta mostrando una vista in sezione, la rotazione non influenza la vista della finestra principale, ma solo quella della finestra di posizione. Agendo sulla rotella del mouse, quando disponibile, si aumenta o si diminuisce la dimensione dell'area visibile nella finestra principale, ottenendo una riduzione o un aumento, rispettivamente, del fattore di zoom. Utilizzando il doppio clic del tasto sinistro del mouse si effettua l'operazione di "Zoom All", ovvero i parametri di visualizzazione vengono cambiati affinché l'intero modello sia visibile, senza però modificare gli angoli di rotazione della vista. Nei recenti mouse con cinque o più pulsanti, è possibile utilizzare il quarto ed il quinto bottone per tornare indietro o andare avanti nelle viste utilizzate: se ad esempio si sta osservando un particolare e si effettua l'operazione di "Zoom All", è possibile tornare ad osservare il particolare, e quindi tornare nuovamente alla vista panoramica. Utilizzando il tasto destro del mouse, senza alcun trascinamento, si fa apparire un menu a tendina in cui sono presenti le seguenti voci:

- "Vista precedente" e "Vista successiva", per navigare tra le viste già utilizzate;
- Sei impostazioni predefinite di visualizzazione;
- "Mostra quota" che abilita o meno la presentazione della quota del piano di lavoro quando si è in sezione;
- "Colore di sfondo..." che permette la scelta del colore di sfondo della finestra di posizione.

Alcune caratteristiche della finestra di posizione vengono salvate nelle preferenze del programma e recuperate al nuovo avvio: la posizione e la dimensione della finestra; il colore di sfondo; l'opzione per la stampa della quota in sezione; la presenza o meno della finestra alla chiusura del programma.

La barra di stato

Nella parte inferiore della finestra del documento vengono riportate delle informazioni relative alla funzione in atto.

Manualistica e guida in linea

La manualistica di EasyWall è disponibile solo in forma elettronica. È disponibile una Guida in formato ipertestuale standard degli "help" di Windows. A tale guida si accede dal menu "Aiuto" tramite il comando "Guida in linea".

Visualizzazione

In questa sezione si descrive come controllare la visualizzazione. Più precisamente: [il controllo del punto di vista](#), come [attivare e disattivare la rappresentazione della sezione](#), come attivare la [rappresentazione in sezione proiettiva](#), come [gestire il piano di sezione](#), come [definire il piano di sezione generico](#), come [attivare la sezione su un gruppo strutturale](#), come [visualizzare gli assi coordinati](#), [l'uso dei layer](#) e [l'uso del colore](#).

Il controllo del punto di vista

La vista della finestra principale può essere controllata tramite il mouse o tramite i tasti freccia, interagendo con la finestra stessa o con la finestra di posizione associata.

Per controllare la vista dalla finestra principale, scegliere la funzione di trasformazione dalla palette o dalla toolbar e muovere il mouse mentre si tiene premuto il bottone destro, oppure utilizzare uno dei tasti freccia. Alternativamente può essere scelta nella palette la funzione di trasformazione e muovere il mouse mentre si tiene premuto il bottone sinistro, come per una normale operazione di disegno. Le funzioni di trasformazione disponibili sono così strutturate:

- **Traslazione:** il punto di vista si muove coerentemente col mouse;
- **Rotazione:** il punto di vista ruota intorno all'origine; un movimento lungo l'asse orizzontale dello schermo genera una rotazione intorno all'asse verticale, e viceversa;
- **Zoom:** il fattore di zoom viene cambiato in base al verso del movimento del mouse: un movimento verso l'alto o verso destra aumenta lo zoom, mentre un movimento verso il basso o verso sinistra lo diminuisce; il punto di vista rimane fisso sul primo punto del movimento del mouse.

Per attivare una diversa funzione di trasformazione in modo temporaneo possono essere premuti i seguenti tasti durante il movimento del mouse:

- **Shift:** finché viene tenuto premuto, il movimento del mouse avrà come effetto uno spostamento del punto di vista;

- Control: finché viene tenuto premuto, il movimento del mouse avrà come effetto la rotazione del punto di vista intorno all'origine;
- Shift+Control: mentre i due tasti sono premuti, il movimento del mouse avrà come effetto una modifica del fattore di zoom.

Per modificare la funzione di trasferimento in modo permanente può essere utilizzata la barra spaziatrice. Utilizzandola ripetutamente, la funzione passa da traslazione a rotazione a zoom e di nuovo a traslazione. Si ricorda che in ogni caso la funzione di rotazione non è disponibile se si è in sezione. Se oltre a cambiare la funzione di trasferimento, si vuole anche attivare la funzione della palette, si può premere "D" anziché spazio.

Il fattore di zoom della vista può essere cambiato, oltre che con la relativa funzione di trasformazione, anche con la rotella del mouse: un movimento verso l'alto della rotella aumenta il fattore di zoom, mentre un movimento verso il basso lo diminuisce. Il punto di vista rimane fisso sul punto del mouse corrente. Per i mouse forniti di quarto e quinto bottone, chiamati nella nomenclatura Windows tasto "X1" e tasto "X2" rispettivamente, è possibile anche passare alle viste precedenti e successive con un click di ognuno dei due rispettivamente. Ad esempio è possibile visualizzare un particolare, passare allo zoom panoramico, e successivamente tornare alla vista del particolare semplicemente premendo il tasto X1; sarà poi possibile tornare ancora allo zoom panoramico con il tasto X2.

Attivare e disattivare la rappresentazione della sezione

Si può attivare una visualizzazione di una sezione dello spazio tridimensionale condotta sul piano di sezione. Selezionare dalla palette l'icona della sezione e attivarla. Per disattivare la rappresentazione della sezione, disattivare semplicemente l'icona. La sezione si può anche visualizzare in proiezione assonometrica. La "sezione in proiezione assonometrica" è una sezione condotta secondo il piano di lavoro attivo sulla mesh della struttura ma restando sempre in proiezione assonometrica. Per attivarla, selezionare dalla palette l'icona della sezione in proiezione ed attivarla. La sezione è sempre condotta sul piano di lavoro attivo. Per cambiare il piano di sezione, cambiare il piano di lavoro (vedi).

Rappresentazione in sezione proiettiva

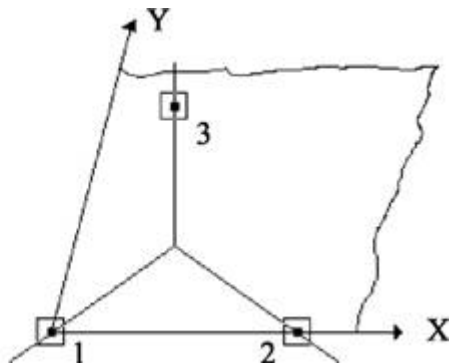
La rappresentazione in sezione proiettiva consente di rappresentare in assonometria la struttura sezionata dal piano di lavoro attivo. Per attivare la rappresentazione in sezione proiettiva attivare l'icona relativa.

Gestire il piano di sezione



EasyWall consente di definire liberamente dei piani di sezione. Il piano di sezione voluto può essere attivato scegliendolo dalla icona gerarchica della palette. Oltre ai piani paralleli ai piani coordinati, di uso più comune, è disponibile anche un piano di sezione generico (vedi). I piani di sezione, quando vengono attivati, sono posizionati nello spazio tridimensionale a seconda della quota per ciascuno di essi assegnata (vedi) o, per il piano generico, nella posizione per esso già definita (vedi). La posizione di default è in coincidenza con i piani coordinati. I piani di sezione paralleli ai piani coordinati si posizionano nello spazio tridimensionale assegnando loro la quota intesa come distanza dall'origine. Per assegnare la quota, attivare il piano voluto e fare un doppio clic sull'icona della sezione. Si accede ad un dialogo in cui è riportata la quota attuale del piano di lavoro attivo. La nuova quota può essere assegnata numericamente oppure scegliendola dal menu pop-up che riporta le quote dei nodi prossimi alla quota del piano di lavoro. Nel caso del piano di sezione generico la quota non è la distanza dall'origine ma la distanza dal piano di lavoro generico attivo. Per posizionare il piano di lavoro su un nodo voluto, selezionare tale nodo mentre il dialogo è aperto.

Definire il piano di sezione generico



Il piano di sezione generico viene definito tramite la selezione di tre nodi per i quali si vuole far passare il piano. Per attivare la funzione di selezione dei nodi, attivare il piano di lavoro generico tramite l'icona della palette e fare un doppio clic sull'icona, quindi selezionare i nodi come indicato. Un dialogo consente di selezionare due soli nodi, se lo si desidera, intendendosi il terzo nodo ortogonale al piano di lavoro (opzione "2 punti, Z direzione vista") per il primo nodo. Questo dialogo consente anche di generare un piano di lavoro ortogonale al piano di lavoro attivo, passante per i due punti selezionati (opzione "2 punti, Y direzione vista").

Attivare la sezione su un gruppo strutturale

Dal menu Visualizza, la voce Piano parete consente di selezionare una parete (gruppo strutturale) e di attivare automaticamente una sezione su tale piano.

Visualizzare gli assi coordinati



Attivare o disattivare la rappresentazione degli assi coordinati agendo sul corrispondente pulsante della palette.

Uso dei layer

EasyWall gestisce i layer assegnati in Nòlian. La visibilità dei layer si assegna dal dialogo cui si accede dal menu Visualizza. I layer sono gestiti in modo tabellare. Per cambiare gli attributi del singolo layer, selezionare la riga corrispondente e fare un clic e rilasciare il mouse nel campo che si vuole modificare. Fare riferimento alla documentazione di Nòlian per l'uso dei layer.

Uso del colore



Agli elementi è possibile associare un colore. Tale colore può anche essere usato come filtro per la selezione degli elementi. Tramite un doppio clic sull'icona della gestione dei colori, si accede ad un dialogo. Tale dialogo consente di definire il colore

di assegnazione ed il colore di selezione. Attivando l'icona della gestione del colore della palette e selezionando gli elementi voluti, a tali elementi viene associato il colore di assegnazione prescelto nel dialogo. Il colore di selezione invece, se attivato, consente di limitare le selezioni, anche totali, ai soli elementi il cui colore è quello prescelto. Il check-box "Colorazione stato di errore" del dialogo consente di assegnare automaticamente il colore di assegnazione attivo nel dialogo a tutti gli elementi per i quali si sia verificata una condizione di errore in progetto. Ciò consente di avere una segnalazione permanente dello stato di errore (e quindi di elemento non progettato) che non viene annullata ad ogni nuovo progetto. I menu dei colori sia di assegnazione che di selezione possono anche essere installati nella toolbar. I colori possono essere anche personalizzati e se ne possono formare di nuovi fino ad un massimo di 36. Ciò è possibile accedendo alla voce "Personalizza..." dal menu della scelta dei colori.

La selezione

La selezione consente di indicare al programma gli oggetti ai quali si vuole applicare una funzione precedentemente attivata. Quindi prima si deve attivare la funzione voluta e quindi si indicano gli oggetti ai quali si vuole applicare tale funzione "selezionandoli". Pertanto la selezione si applica solo agli oggetti ai quali la funzione attiva può essere effettivamente applicata mentre gli altri oggetti non vengono selezionati.

Selezionare un elemento

Deve essere già attiva una funzione che prevede la selezione di elementi. Per selezionare, portare il cursore in corrispondenza del segmento che rappresenta l'elemento voluto, se a due nodi, o all'interno del poligono, se a più di due nodi, e quindi premere e rilasciare il tasto del mouse. Gli elementi selezionati vengono contrassegnati da una freccia. Nel caso di elementi a due nodi la freccia indica il verso di tracciamento dell'elemento e quindi l'asse x del riferimento locale. Nel caso di elementi a più di due nodi il contrassegno è costituito da una semifreccia tracciata sul primo lato e dalla parte interna dell'elemento. Noto il primo lato, è possibile dedurre l'orientamento del sistema locale di riferimento dell'elemento. Vedere anche le altre funzioni di selezione.

Selezionare più oggetti

Per selezionare più oggetti, tenere premuto il tasto delle maiuscole (tasto <shift>) durante la selezione. Ciò consente di accumulare più oggetti nella selezione prima di mandare in esecuzione la funzione attiva. La funzione attiva viene eseguita quando, rilasciato il tasto <shift>, si selezionerà un ultimo oggetto o si farà un clic "a vuoto".

Selezionare gli oggetti in una regione

È possibile selezionare più oggetti racchiudendoli in una regione delimitata da una curva tracciata con il mouse (lazo). Per tracciare la curva che delimita la regione che racchiude gli oggetti da selezionare, posizionare il cursore all'inizio della curva (facendo attenzione che nel punto non vi sia un oggetto che altrimenti verrebbe selezionato), premere il tasto del mouse e tracciare la curva, quindi rilasciare il tasto del mouse. Per tracciare invece un rettangolo che racchiude gli oggetti da selezionare, tenere premuto il tasto <alt>, durante il tracciamento.

Selezionare per colore

È possibile limitare la selezione ad oggetti di un determinato colore. In tale caso qualsiasi funzione di selezione verrà applicata solo agli oggetti di quel determinato colore. Per assegnare il colore di selezione, accedere al dialogo dell'assegnazione dei colori tramite un doppio clic sull'icona del colore e quindi attivare il colore di selezione voluto. Il colore di selezione resta attivo finché non viene cambiato. Se si seleziona il colore nero la selezione avviene per tutti gli oggetti indipendentemente dal loro colore. L'attivazione del colore nero come colore di selezione equivale alla disabilitazione della selezione per colore. Si faccia attenzione a non dimenticare un colore di selezione attivo in quanto questa evenienza non viene segnalata.

Selezionare tutti gli oggetti

La selezione di tutti gli oggetti si ottiene tramite il comando "Seleziona tutto" del menu "Edit". La selezione totale tiene conto del colore degli oggetti e della loro visibilità nel senso che vengono selezionati solo oggetti del colore di selezione e che sono visibili.

Selezione in sezione

Se è attiva la rappresentazione in sezione, qualsiasi funzione di selezione agirà solo sugli oggetti che si trovano sul piano di sezione.

EasyWall e la normativa DM 17 gennaio 2018

La normativa, relativamente alle strutture in zona non sismica, non introduce nuove prescrizioni rispetto a quanto già EasyWall era chiamato a fare essendo stato progettato sugli Eurocodici.

Va chiarito che il DM18 chiede di considerare le pareti portanti o di controvento come elementi INFLESSI (pilastri con opportune considerazioni) e non come elementi continui analizzabili con assemblaggi di elementi piani.

Si veda il paragrafo 7.4.4.5.2.1: "Le verifiche [delle pareti] vanno condotte nel modo indicato per i pilastri".

Pertanto tali elementi vanno modellati, secondo normativa, come dei elementi inflessi (pilastri) e quindi il loro progetto è affidato ad EasyBeam che rispetta la normativa anche per tali elementi.

EasyWall consente da tempo di condurre una integrazione delle tensioni lungo un segmento e quindi una equivalenza condotta in tal senso sarebbe del tutto possibile ma risulta priva di senso pratico ed oltretutto di incerta applicazione quando la parete sia di forma complessa

Senza la formulazione ad elemento inflesso considerato dalla normativa, la gran parte delle prescrizioni normative per il pilastri-parete non avrebbero senso o darebbero luogo ad implementazioni prive del rigore proprio dei metodi di analisi agli elementi finiti. Si avrebbe cioè una innaturale soluzione in termini di tensioni in un elemento piano da riportare a sollecitazioni flessionali con una operazione a posteriori da condursi su un modello continuo.

Va solo rilevato che per sezioni di forma complessa, tipiche dei vani ascensore, la formulazione con elementi piani ed il progetto con EasyWall rispetta, a nostro avviso, naturalmente il requisito di ripartizione delle resistenze tra gli elementi della sezione (§ 7.4.4.5.2), mentre ciò non è possibile nell'ipotesi della sezione inflessa. Pertanto per questi elementi è consigliabile l'uso di EasyWall benché non sia supportato l'incremento delle sollecitazioni previsto dalla normativa (§ 7.4.5.5.1).

Gli aspetti di normativa che non sono a tutt'oggi coperti da apposite funzionalità in EasyWall sono i seguenti:

- Sollecitazioni di progetto trasmesse da elementi verticali su piastra di fondazione (§ 7.2.5). Questa prescrizione non fa cenno esplicito alle piastre di fondazione per cui è dubbia l'applicabilità ed il metodo di applicazione.
- Traslazione del momento e incremento delle forze taglianti nelle pareti. Questa prescrizione non può essere applicata in EasyWall per il già chiarito modello continuo e non flessionale supportato in EasyWall. Come già detto, si consiglia di modellare gli elementi verticali come elementi inflessi e di affidarne il progetto ad EasyBeam

Gruppi strutturali

Il concetto di "gruppo strutturale" è fondamentale in EasyWall in quanto consente di operare per elementi strutturali a prescindere dalla mesh di elementi finiti adottata per l'analisi. Si noti cioè la differenza fondamentale che vi è tra **elemento finito** ed **elemento strutturale**. Il gruppo strutturale consente di trattare il singolo elemento strutturale (parete, soletta etc.) come una sola entità a prescindere da come è stata discretizzata in elementi finiti. Tutte le operazioni di rappresentazione dei dati e dei risultati avvengono per gruppi strutturali. Elementi che non facciano parte di gruppi non vengono considerati. I gruppi strutturali vengono formati automaticamente alla lettura di un documento. I gruppi strutturali sono formati da elementi finiti complanari (5 di tolleranza) che abbiano in comune almeno un lato. Nello stesso gruppo strutturale vi possono essere anche elementi finiti di spessore diverso.

Il gruppo strutturale nel progetto delle armature

Nel progetto delle armature, viene calcolata la quantità necessaria per ogni nodo di ogni singolo elemento finito. In un nodo concorrono più elementi finiti con sollecitazioni generalmente diverse. Viene considerato il valore massimo di armatura riscontrato nel calcolo per tutti gli elementi concorrenti nel nodo. Tali elementi devono però appartenere allo stesso gruppo strutturale. Nel caso, ad esempio, di due pareti d'angolo, non avrebbe infatti senso l'involuppo delle armature nello spigolo. Quindi la suddivisione in gruppi strutturali è significativa anche sotto il profilo progettuale.

Il sistema di riferimento

Ogni gruppo strutturale ha un suo sistema di riferimento locale. Per i gruppi strutturali suborizzontali si assume l'asse x locale parallelo all'asse X globale. Per gli altri elementi si assume l'asse x locale parallelo al piano XY globale. Il sistema di riferimento viene rappresentato ogni volta si seleziona un gruppo strutturale. È possibile sciogliere o formare i gruppi strutturali anche nel modo voluto. Ai gruppi strutturali sono associati i dati dei gruppi.

Formazione dei gruppi

Il gruppo strutturale consente di trattare il singolo elemento strutturale (parete, soletta etc.) come una sola entità a prescindere da come è stata discretizzata in elementi finiti. Tutte le operazioni di rappresentazione dei dati e dei risultati avvengono per gruppi strutturali. Elementi che non facciano parte di gruppi non vengono considerati. I gruppi strutturali vengono formati automaticamente alla lettura di un documento. È però possibile sciogliere i gruppi così formati ed aggregare nel modo voluto gli elementi finiti a formare un nuovo gruppo strutturale. Per sciogliere un gruppo strutturale, attivare la relativa icona dalla palette e selezionare il gruppo che si vuole sciogliere. Per formare un nuovo gruppo selezionare la relativa icona della palette e quindi selezionare gli elementi che si vuole formino il gruppo. La selezione può avvenire con il "lazo" o con il rettangolo (tenendo premuto il tasto <alt>). Gli elementi selezionati non devono fare già parte di un gruppo. Non vi è alcun controllo sulla plausibilità del gruppo per lasciare l'operatore libero di formare gruppi anche ai limiti della plausibilità tecnica. Resta però responsabilità dell'operatore formare dei gruppi che diano i risultati aspettati. Si ricorda che molte funzioni fanno riferimento alla geometria del gruppo strutturale per cui gruppi formati da elementi non contigui, troppo inclinati tra loro o di forma irregolare possono portare a carenze nel progetto e nella rappresentazione dei dati.

Dati dei gruppi

Ai gruppi strutturali sono associati i seguenti dati:

- Direzione
- Zone di armatura

La direzione è impiegata nella rappresentazione dei dati e come inclinazione delle armature. La direzione si assegna

attivando l'icona dei dati dei gruppi e selezionando l'elemento voluto. Il gruppo selezionato mostra sia il riferimento locale del gruppo che la direzione assegnata.

Formazione modello solido

Così come vengono formate automaticamente le pareti (gruppi strutturali) all'apertura di un file, EasyWall ha bisogno di costruire un raffinato modello solido a partire dal modello piano ad elementi finiti che tenga conto anche delle intersezioni e delle connessioni tra pareti. Questo modello è fondamentale per la corretta soluzione degli ancoraggi sui bordi delle pareti.

Poiché la creazione del modello solido è particolarmente complessa e richiede un significativo tempo di calcolo, essa viene eseguita solo quando richiesto, ad esempio nel momento in cui viene richiesto il primo progetto delle armature, la prima esportazione delle carpenterie o la prima modifica delle armature per un file già contenente i dati del progetto. In tutti questi casi il calcolo del modello solido comprende tutte le pareti definite. Nella visualizzazione delle armature invece il calcolo viene eseguito solo la prima volta per un file già contenente i dati del progetto e solo sulle pareti che hanno un'armatura assegnata.

In alcune situazioni può essere necessario specificare manualmente le pareti da cui formare il modello solido:

- per motivi di efficienza, è conveniente creare il modello sulle sole pareti effettivamente significative per il calcolo;
- poiché la generazione del modello solido è così complesso, a volte operando solo su alcune pareti e non su tutte contemporaneamente si ottiene un modello solido di qualità superiore.

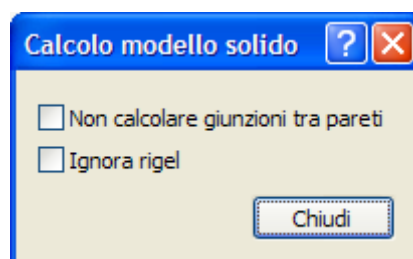
La funzione per la formazione del modello solido su scelta dell'utente, è attivata dall'icona gerarchica della palette associata al gruppo della gestione delle pareti (gruppi).



Allo stato attuale, i dati del modello solido non vengono memorizzati per cui l'eventuale generazione manuale del modello solido va eseguita tutte le volte che si apre un file.

Si fa notare che la generazione del modello solido è particolarmente sensibile alla qualità del modello piano a elementi finiti di partenza: nel caso in cui si ottenga un modello solido non soddisfacente si invita a verificare che tutti gli elementi finiti di partenza siano connessi correttamente, che tutti i nodi di una stessa parete siano effettivamente complanari e che la parete non contenga alcun "buco".

Per controllare più approfonditamente la generazione del modello solido, è possibile accedere al seguente pannello di opzioni con un doppio click sull'icona della palette:



Le opzioni disponibili sono:

- *Non calcolare giunzioni tra pareti*: può evitare che giunzioni troppo complesse non gestite in modo appropriato incidano sulla qualità dell'intero modello solido;

- *Ignora rigel*: normalmente i nodi vengono riportati sempre al loro primario; a volte questo può generare una geometria per gli elementi che non è facile gestire in modo appropriato; con questa opzione attiva la geometria degli elementi è sempre quella dei nodi originali, quindi più regolare, al prezzo della perdita di alcune connessioni solide tra pareti.

Gestione dei piani

EasyWall consente di definire e memorizzare dei piani con due funzioni specifiche:

- indicare dei piani di sezione
- indicare dei piani di interruzione delle armature

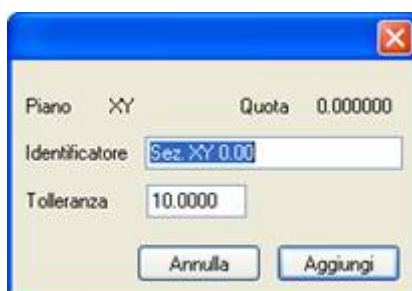
Nel primo caso, si possono, ad esempio, rappresentare in sezione le armature su un piano e memorizzare tale piano in modo che in tutti i disegni delle carpenterie ne venga rappresentata la traccia al fine di rendere chiari il piano di sezione usato.

Nel secondo caso, è possibile indicare, ad esempio, uno o più piani orizzontali dove tagliare le armature e riprendere il getto. Ciò può essere utile in una parete molto alta dove non sia possibile effettuare un unico getto di calcestruzzo.

EasyWall, a tal fine, consente di memorizzare il piano di lavoro corrente in una lista di piani. Il piano di lavoro deve essere però un piano parallelo ai piani coordinati e non può essere un piano generico.

Memorizzazione di un piano

Per memorizzare il piano attivo in quel momento è sufficiente accedere al menu "Sezioni" e scegliere "Aggiungi".



Il dialogo identifica il piano e propone un nome formato dal piano coordinato di riferimento e dalla quota. Si può assegnare il nome che si desidera. Il parametro "Tolleranza" indica con quale tolleranza si vuole che il programma individui due piani distinti in quanto il programma riconosce i piani già assegnati alla lista.

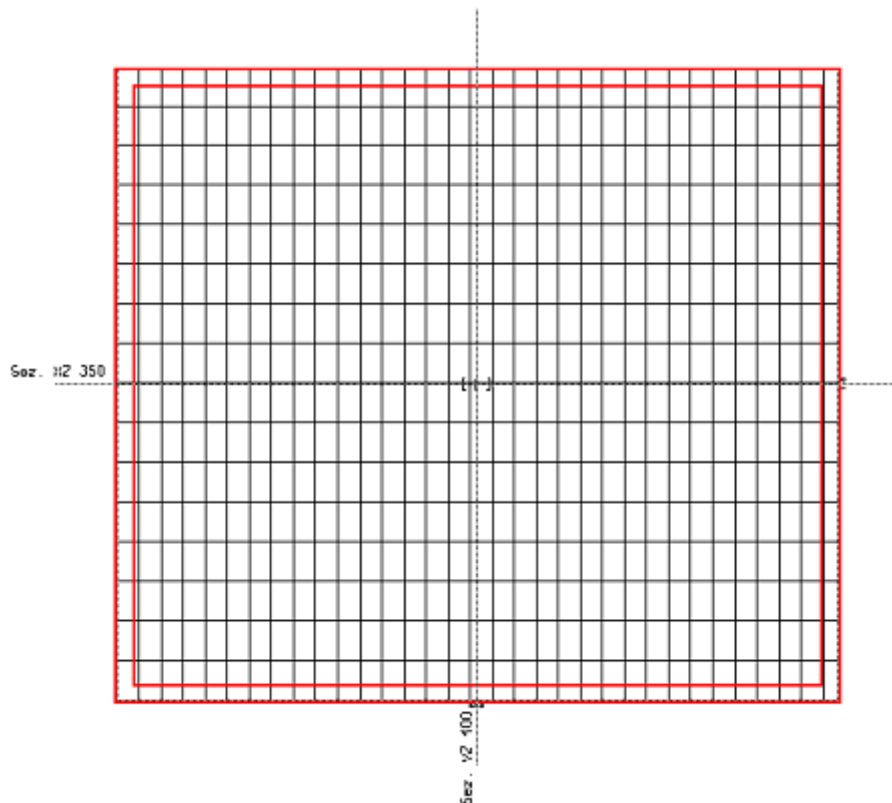
Attivazione di un piano

Quando si vuole attivare un piano già memorizzato, si accede alla voce "Lista", sempre dal menu "Sezioni". Da questo dialogo è possibile scegliere, tramite il nome assegnato al piano, quello voluto. Quindi è possibile attivarlo agendo sul bottone "Attiva".



Tracciamento delle linee di sezione

Il check-box "Disegna traccia" consente di considerare il piano memorizzato come una sezione della struttura della quale si vuole rappresentare la traccia di sezione sulle rappresentazioni delle armature esportate nel sistema CAD. Questa possibilità è molto utile per avere un quadro completo della rappresentazione delle armature per sezioni con precisi riferimenti in ogni disegno a tutti i piani di sezione considerati. Le tracce non vengono disegnate se si disattiva l'opzione "Disegno tracciato sezioni" nel dialogo delle opzioni di esportazione. Se la rappresentazione coincide con un piano di sezione memorizzato, viene riportato, in basso a destra, il nome assegnato al piano di sezione. La coincidenza dei due piani è determinata dal fattore di tolleranza assegnato nel dialogo. I tracciati vengono riportati solo sui disegni delle "piante" (pareti coincidenti con piano di rappresentazione) e non nelle sezioni.

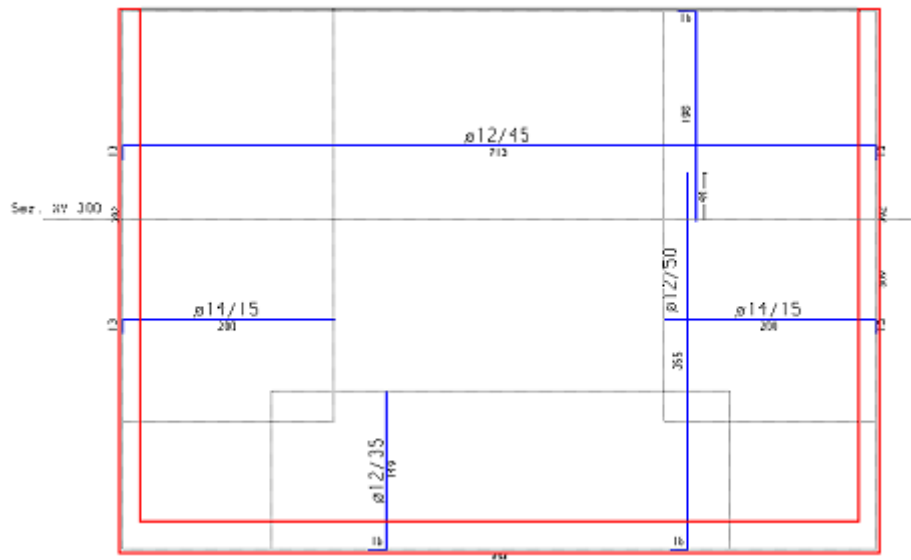


Taglio delle barre

L'opzione "Riprese di getto" si può associare ad ogni piano memorizzato. Se tale opzione è attiva, le armature vengono interrotte all'intersezione con tale piano. L'interruzione è solo nella rappresentazione e non può essere modificata nel dialogo di modifica delle armature. Questa opzione è utilissima per le interruzioni delle barre sia nelle pareti verticali di

grande altezza sia al piano di getto nelle pareti portanti di edifici. L'interruzione non avviene agli estremi (cioè se c'è una piegatura non viene eliminata). La parte della barra "superiore" (verso positivo dell'asse locale della parete) viene interrotta al livello del piano, quella "inferiore" viene invece prolungata.

ATTENZIONE: L'interruzione viene attuata solo se il taglio non formi una barra di lunghezza inferiore a due volte la lunghezza di ancoraggio. Quindi nel caso di ripresa di getto in fondazione, i ferri di ripresa non vengono gestiti se non hanno al minimo tale lunghezza.



Dati degli elementi

In questa sezione si descrivono i dati caratteristici di ciascun elemento, ovvero la numerazione, lo spessore e gli sforzi.

Numerazione e spessore

I dati associati all'elemento sono i seguenti:

- Indice dell'elemento finito
- Spessore dell'elemento finito

Tali dati possono essere consultati e modificati tramite un dialogo cui si accede selezionando l'icona della palette dei dati dell'elemento e quindi l'elemento voluto. L'indice dell'elemento è un numero intero che identifica l'elemento. Riporta il numero dell'elemento nel modello a elementi finiti. Lo spessore è lo spessore dell'elemento finito. Il valore iniziale è quello del modello ad elementi finiti. Questo valore può essere modificato per esigenze di progetto. Se si registrano i dati, il valore dello spessore eventualmente modificato viene registrato e può essere nuovamente utilizzato per un'analisi in Nòlian.

Sforzi

Si accede al dialogo per la lettura e la modifica degli sforzi negli elementi attivando l'icona degli sforzi e quindi selezionando l'elemento voluto. Il dialogo mostra, per ogni condizione di carico selezionabile da un menu pop-up, gli sforzi nei nodi degli elementi. Gli sforzi possono essere modificati ed i valori modificati possono essere registrati per essere disponibili in eventuali successive utilizzazioni tramite EasyWall. Gli sforzi si riferiscono al singolo nodo selezionato e sono nel sistema di riferimento locale dell'elemento. Nel dialogo vengono usati i seguenti simboli:

N tensioni nel piano dell'elemento

M momenti flettenti

I suffissi x, y e z indicano l'asse locale secondo il quale agisce la tensione. Nel caso del momento, la direzione è quella della tensione indotta dalla coppia e non l'asse locale intorno al quale agisce la coppia. Le tensioni nel piano sono espresse come pressioni (ad esempio kg/cm^2), i momenti come coppie per unità di lunghezza (ad esempio $\text{kg} \times \text{cm}/\text{cm}$). Qualora si voglia annullare una condizione di carico, piuttosto che mettere a zero i valori degli sforzi, è più opportuno dichiararla nulla nella definizione dei tipi di carico. Qualora si sia effettuato un merge degli sforzi si leggeranno anche gli sforzi aggiunti.

Avvertenza importante

Nel caso di elementi di tipo Assialsimmetrico e Deformazione Piana, per i quali il progetto delle armature con EasyWall non sarebbe corretto, benché gli elementi vengano regolarmente letti, non vengono letti gli sforzi appunto per evitare un incauto uso di EasyWall con tali elementi.

Rappresentazione dei dati

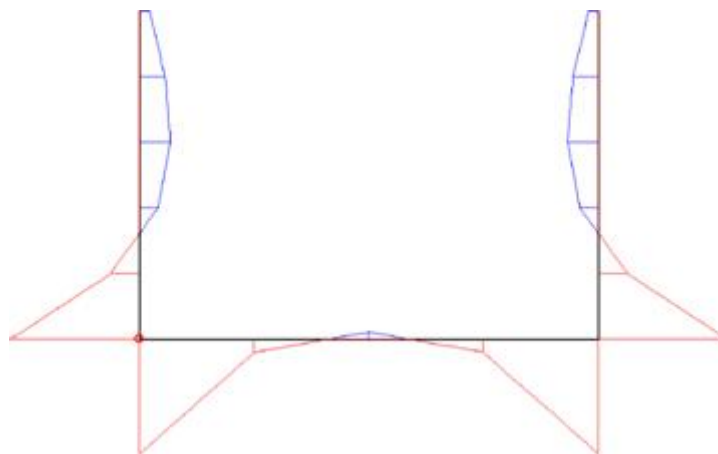
Le rappresentazioni grafiche dei dati sono le seguenti:

- Rimozione delle linee nascoste
- Modello solido
- Isosforzi
- Diagramma degli sforzi
- Direzioni principali
- Tensioni lungo una linea

Le rappresentazioni vengono attivate dal menu Rappresentazioni. Gli isosforzi rappresentati sono, a scelta: membrana, taglio, momento e vengono rappresentati nella componente proiettata secondo l'angolo associato ad ogni gruppo strutturale. Le unità di misura sono quelle degli sforzi degli elementi. Nel caso degli isosforzi e delle direzioni principali si può scegliere la condizione di carico per la quale si vuole la rappresentazione ed un fattore di scala che, nel caso degli isosforzi, modifica la mappatura dei colori.

Diagramma degli sforzi

Se è attiva la sezione e si attiva la rappresentazione degli isosforzi, si ottiene, per gli elementi sezionati, il diagramma degli sforzi prescelti. In questo caso la direzione delle sollecitazioni è quella del piano di sezione. Se si attiva, nel dialogo delle rappresentazioni, il check-box "inviluppo" si ottiene l'inviluppo per tutte le combinazioni delle condizioni di carico.

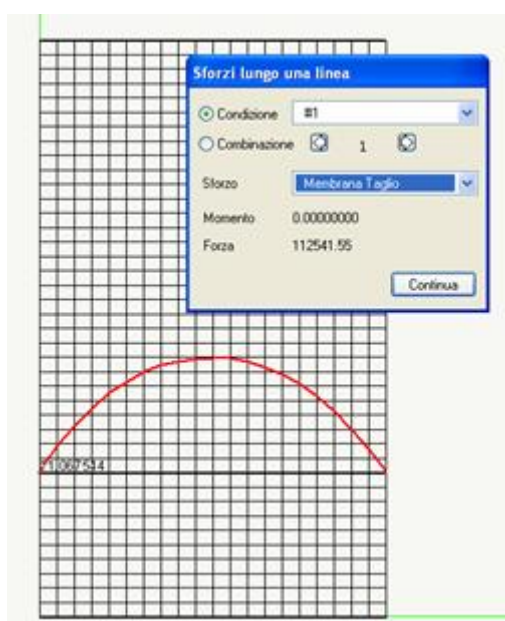


Sforzi lungo una linea

Questa funzione consente di effettuare un'integrazione numerica delle tensioni in un elemento strutturale piano secondo una linea definita dall'utente. Se infatti l'elemento strutturale è discretizzato in elementi finiti, sono note, dalla soluzione, le tensioni puntuali (che sono quelle di maggior interesse) ma non le risultanti lungo una linea. Questa funzione consente, in sintesi, di ottenere degli sforzi risultanti di un insieme di tensioni note. L'integrazione è effettuata in effetti nel piano di sezione dell'elemento strutturale lungo la linea e quindi comprende lo spessore.

Un impiego pratico di questa funzione è quello di vedere un elemento strutturale, accuratamente risolto con il metodo degli elementi finiti, come fosse un elemento strutturale a comportamento più "semplice", cioè come un equivalente elemento monodimensionale. Questa "semplificazione" è proposta da alcune normative che preferiscono vedere in alcuni casi il comportamento globale di equivalenti elementi monodimensionali (a esempio i noti "maschi murari") invece che il comportamento puntuale, più esatto, delle tensioni.

Un altro utilissimo scopo di questa funzione è quello di avere un diagramma delle tensioni lungo una linea. Questa possibilità è interessante per chi abbia interesse a comprendere certi comportamenti strutturali. Infatti è interessante modellare, a esempio, una mensola con elementi piani e vedere la reale distribuzione delle tensioni e paragonarla ai modelli semplificati : trave cui siamo abituati. È un'esperienza molto istruttiva che consigliamo a tutti i neofiti e agli appassionati.



Il classico andamento delle tensioni tangenziali in una mensola uniformemente caricata. Il valore dell'integrale numerico del taglio differisce dal carico applicato alla sezione (112500) in modo impercettibile!

Le tensioni nodali degli elementi finiti vengono proiettate secondo la linea, interpolati sulla linea e tali valori rappresentati a diagramma, quindi vengono integrati lungo la linea e il valore dell'integrale viene riportato nel dialogo.

Si hanno tre tipi di valori nel piano dell'elemento: le tensioni ortogonali alla linea, parallele alla linea e tangenziali. Nel caso delle tensioni ortogonali alla linea, si ha, a dialogo, anche il momento dovuto a tali tensioni agente nel piano dell'elemento.

Si considerano anche tre valori di tensione fuori del piano dell'elemento che danno luogo a momenti e forze nel sistema di riferimento locale della linea.

La funzione si attiva dal menu "Rappresentazioni", alla voce "Sforzo lungo linea". Si apre un dialogo. Si selezionano quindi due nodi che determinano il segmento di integrazione voluto. Dal dialogo si possono scegliere le condizioni o combinazioni di sforzo voluti. Mantenendo il dialogo aperto si possono scegliere altre nuove coppie di punti.

Opzioni di progetto

Si accede al dialogo per l'assegnazione delle opzioni di progetto tramite un doppio clic sull'icona di progetto. Il dialogo è suddiviso in varie pagine:

- [normativa](#)
- [progetto](#)
- [materiali](#)
- [armature](#)
- [patch](#)
- [reti predefinite](#)
- [tolleranze](#)
- [fattori](#)
- [ambiente](#)

Materiali

The screenshot shows a software window titled "Opzioni di progetto" with a blue header bar. Below the header is a tabbed interface with tabs for "Normativa", "Materiali" (which is selected and highlighted in orange), "Progetto", "Armatura", "Patch", "Reti", "Tolleranze", "Fattori", and "Ambiente". The "Materiali" tab contains three sections: "Unità di misura" with three dropdown menus set to "cm", "kg", and "kg:cmq"; "Calcestruzzo" with two input fields for "Resistenza cubica" (350.000) and "Tensione ammissibile" (97.0000); and "Acciaio" with two input fields for "Resistenza" (4400.00) and "Tensione ammissibile" (2200.00). At the bottom left of the tab content is a button labeled "Valori predefiniti", and at the bottom right of the window is an "OK" button.

La pagina relativa ai materiali contiene tre sezioni: Unità di misura, Calcestruzzo e Acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura di lunghezza (mm, cm, m), di forza (kg, N, kN), di pressione (kg/cmq, N/mm²). Tali unità di misura saranno quelle di riferimento per ogni assegnazione ed ogni presentazione dei dati. Le unità di misura possono essere modificate in qualsiasi momento.

Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo

Viene assegnata nelle unità di misura correnti. Viene impiegata sia per il metodo delle tensioni ammissibili che degli stati limite in quanto, nel caso delle tensioni ammissibili, serve a calcolare le tensioni tangenziali di progetto. Il programma trasforma, nel caso del metodo degli stati limite, la resistenza cubica in resistenza cilindrica, come richiesto dalle norme.

Resistenza caratteristica dell'acciaio

Viene assegnata nelle unità di misura correnti. Non viene utilizzata per il metodo delle tensioni ammissibili.

Tensione ammissibile nel calcestruzzo

Viene assegnata nelle unità di misura correnti. Non viene utilizzata per il metodo degli stati limite.

Tensione ammissibile nell'acciaio

Viene assegnata nelle unità di misura correnti. Non viene utilizzata per il metodo degli stati limite.

Valori predefiniti

Premendo questo bottone tutti i valori opzionali dell'applicazione (non solo quelli di questo pannello di dialogo) vengono ripristinati a quelli pre-impostati "di fabbrica". L'operazione non è ripristinabile.

Armature

Archivio barre

EasyWall dispone di un archivio che registra l'associazione tra un nome di libera assegnazione, che identifica un tipo di barra con la relativa area di sezione ed il colore opzionalmente utilizzato nell'esportazione in formato IFC. Si possono impiegare in EasyWall solo barre i cui nomi e le cui aree siano presenti in tale archivio.

La libreria comprende inizialmente i seguenti diametri standard: $\Phi 6$, $\Phi 8$, $\Phi 10$, $\Phi 12$, $\Phi 14$, $\Phi 16$, $\Phi 18$, $\Phi 20$, $\Phi 22$, $\Phi 24$, $\Phi 25$, $\Phi 26$, $\Phi 28$, $\Phi 30$, $\Phi 32$.

L'archivio è condiviso da tutti gli ambienti e viene salvato nella cartella delle preferenze globali del rilascio nel file "BarTypesLibV2.txt".

Archivio barre				
pos	Nome	Area [cm2]	% diff	Colore IFC
LOC	barra tipo	3.800000	user	
LOC	d14	1.540000	user	
G+L	ø10	0.785000	- 0.0507 %	
G+L	ø12	1.130973		
G+L	ø14	1.539380		
G+L	ø16	2.010619		
GLO	ø18	2.540000	- 0.1843 %	
G+L	ø20	3.141593		
GLO	ø22	3.801327		
GLO	ø24	4.523893		
GLO	ø25	4.908739		
GLO	ø26	5.309292		
GLO	ø28	6.157522		
GLO	ø30	7.068583		
GLO	ø32	8.042477		
GLO	ø6	0.280000	- 0.9701 %	
G+L	ø8	0.502655		
Aggiungi Factory... Elimina Carica default... Reset standard Salva default... OK				

L'archivio è estendibile con diametri creati dall'utente tramite il pulsante "Aggiungi". Tali diametri possono essere rimossi con il pulsante "Elimina". Il pulsante "Factory..." elimina tutte le definizioni correnti e ripristina quelle iniziali.

La colonna "pos" indica la collocazione di ciascuna definizione. "GLO" indica una definizione presente nelle preferenze globali, "LOC" indica una definizione presente soltanto nel modello corrente, mentre "G+L" indica che una definizione global appare anche nel modello corrente. La dicitura "LsG" indica che esiste una definizione con lo stesso nome sia nelle preferenze globali che nel modello corrente, ma sono differenti. In questo caso la definizione del modello corrente sostituisce quella globale.

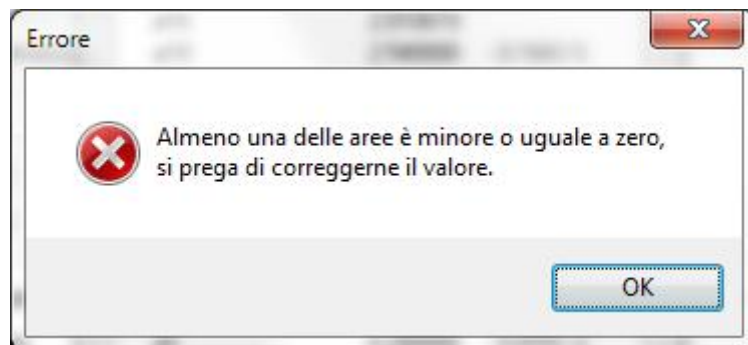
Il pulsante "Carica default..." elimina tutte le definizioni correnti e ricarica le definizioni presenti nel file "BarTypesLibV2.txt" mentre il pulsante "Salva default..." salva tutte le definizioni correnti nel file "BarTypesLibV2.txt", di fatto trasformando eventuali definizioni "LOC" in "GLO".

I diametri standard non sono eliminabili né rinominabili, ma le loro aree di sezione sono modificabili. Questo può risultare utile dovendo analizzare strutture esistenti con barre corrose che richiedano una riduzione dell'area effettiva rispetto a quella nominale.

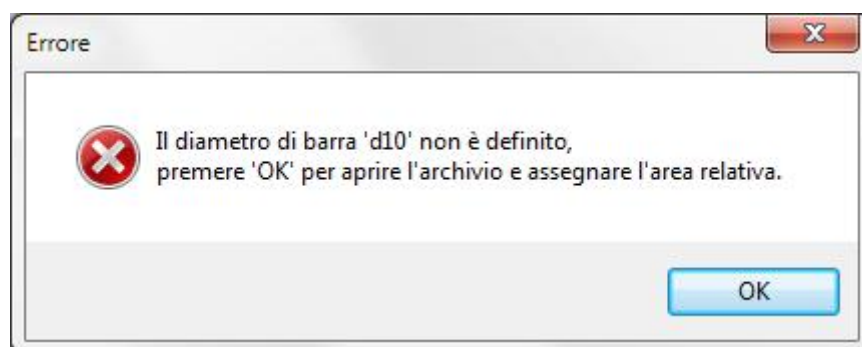
La colonna "% diff" riporta la dicitura "user" se il diametro è stato definito dall'utente, oppure la percentuale di scostamento dall'area nominale se si tratta di un diametro standard che è stato modificato.

Nel caso si desideri ripristinare il valore dell'area nominale di una barra standard è sufficiente selezionarla e quindi premere pulsante "Reset standard".

Il programma non consente la definizione di barre con area nulla o negativa e non permetterà in tali casi l'uscita dal dialogo di gestione dell'archivio, segnalando l'errore.



Se durante il caricamento di una struttura o lo svolgimento di altre operazioni che comportino l'utilizzo delle definizioni di barre viene riscontrata l'assenza di una definizione utilizzata da un elemento, verrà prima presentato un avviso.



Quindi verrà creata automaticamente una definizione per il diametro mancante ed infine aperto il dialogo dell'archivio per consentire l'inserimento del valore dell'area corrispondente.

Barre disponibili

Opzioni di progetto ? x

Normativa | Materiali | Progetto | **Armatura** | Patch | Reti | Tolleranze | Fattori | Ambiente

Barre

Barra 1	$\varnothing 12$	☒ Abilitata	Libreria tipi barre
Barra 2	$\varnothing 14$	☒ Abilitata	
Barra 3	$\varnothing 16$	☒ Abilitata	

Copriferro

X	3.600000
Y	2.000000

Passo preferenziale

X	15.000000
Y	15.000000

Ancoraggio

Lunghezza ($\varnothing$)	20.000000
Piegatura singola ($\varnothing$)	☐ 10.000000
Piegatura a foglio	☐

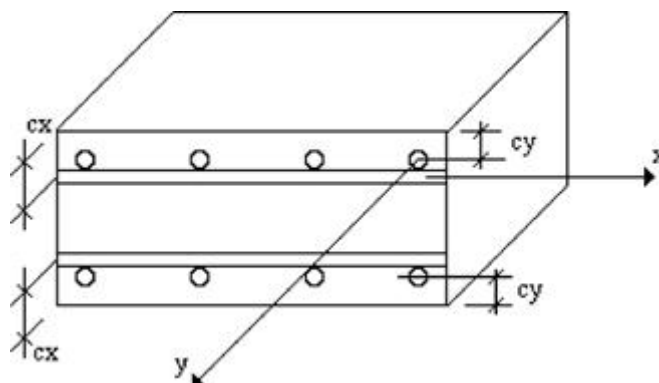
OK

Per il progetto sono disponibili tre diametri di barre. Le barre sono identificate dal nome assegnato nella libreria di barre. Tramite i check-box a destra di ogni barra, si può attivare o disattivare l'uso della barra nel progetto.

Copriferro

La misura, nelle unità di misura correnti, tra la faccia dell'elemento in calcestruzzo e l'asse della barra.

Si faccia attenzione perché nella terminologia corrente per copriferro si intende invece la misura tra la superficie della barra (e non l'asse) e la faccia dell'elemento in calcestruzzo. Si hanno due valori di copriferro per le due direzioni di orditura delle barre. Il sistema di riferimento è quello associato al gruppo strutturale.



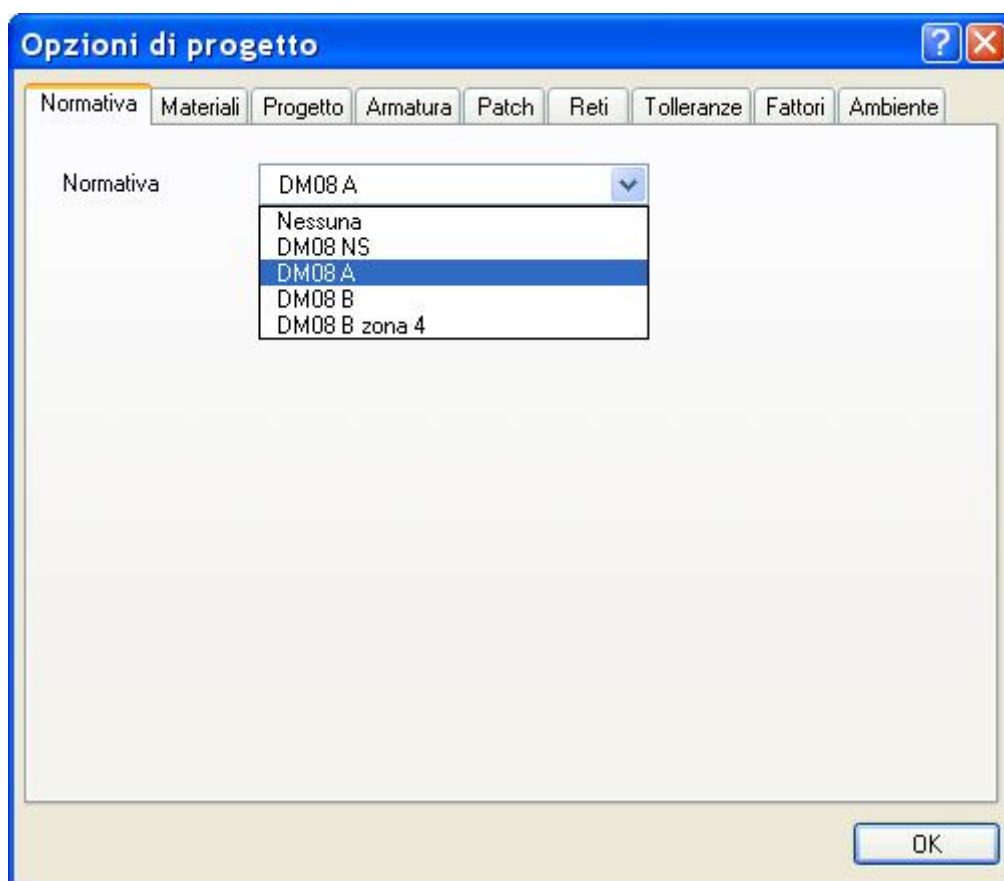
Passo preferenziale

Il passo ed il diametro corrispondenti alla necessaria quantità di armatura, vengono determinati scegliendo la combinazione che genera il minore spreco di materiale nel rispetto del valore di arrotondamento del passo. Se il passo così determinato è prossimo al passo preferenziale, viene adottato il passo preferenziale.

Ancoraggio

Il fattore di ancoraggio consente di assegnare un ancoraggio, in diametri della barra, superiore a quello calcolato automaticamente. L'ancoraggio determina la sovrapposizione delle zone di armatura. L'opzione "Singola piegatura" consente di avere sempre ancoraggi con una sola piegatura, anche se la lunghezza di ancoraggio di calcolo dovesse richiedere una maggiore lunghezza. In questo caso si devono specificare i diametri della lunghezza della singola piega di ancoraggio. L'opzione di ancoraggio "Piegatura a foglio" è una possibilità sofisticata che consente, nel caso di piegature oblique rispetto all'andamento delle barre, di effettuare la sagomatura di tutte le barre (piegatura) seguendo la logica di un foglio piegato (che mantiene la sua forma rettangolare anche dopo la piega) o piegando le singole barre (che in questo caso danno luogo a un patch trapezoidale).

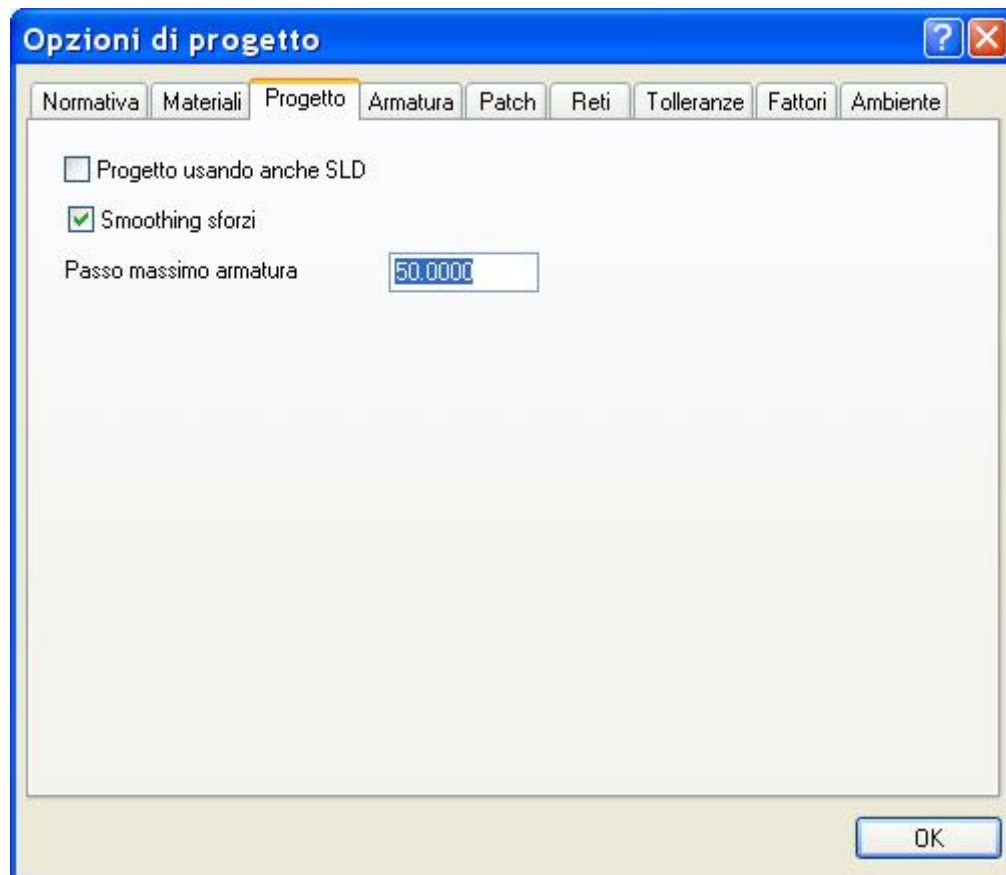
Normativa



Normativa e metodo di calcolo

È possibile scegliere la normativa voluta. Il metodo di calcolo è sempre quello degli stati limite.

Opzioni progetto



Passo massimo

Il passo massimo consente di forzare al passo massimo assegnato qualsiasi valore di passo superiore a tale valore. Convenzionalmente, passo massimo=0 indica che il passo è libero. Il passo massimo, insieme alla barra di diametro minimo, determinano la minima armatura adottata.

Smoothing degli sforzi

L'opzione di smoothing consente di progettare le armature sul valore di sforzo medio del nodo. Infatti il valore di sforzo nodale, ottenuto per analisi con il metodo degli elementi finiti, non è unico in quanto è relativo a ciascun elemento concorrente nel nodo. Lo scarto tra i valori calcolati nei diversi elementi concorrenti nel nodo è dovuto, come è noto, a fattori numerici insiti nel criterio stesso di discretizzazione. La media aritmetica degli sforzi, per lo stesso nodo, ottenuti negli elementi concorrenti in tale nodo, è generalmente ritenuta la migliore approssimazione al valore nodale. Se tale criterio non si ritiene applicabile, disattivando l'opzione di smoothing il progetto avviene sul valore massimo di sforzo, e non più medio, così che l'armatura resta verificata anche nell'ambito del singolo elemento. Si precisa che, adottando una discretizzazione corretta, lo scarto è generalmente trascurabile ai fini tecnici. Si sottolinea che se il progetto avviene con l'opzione di smoothing, le verifiche vengono invece eseguite con i valori di sforzo del singolo elemento per cui le armature predisposte possono non risultare verificate. Nel caso delle stampe, se è attiva l'opzione di smoothing, vengono stampati i valori medi di tensione (o deformazioni) calcolati su tutti gli elementi concorrenti nel nodo.

Uso azioni SLD

Attivando questo check-box, nelle combinazioni di progetto vengono aggiunte alle azioni SLV anche quelle derivanti da un'analisi con spettro SLD, ciò è richiesto dalla normativa per strutture di classe d'uso III e IV.

Tolleranze

Opzioni

Materiali Armatura Progetto Minimi Patch Reti **Tolleranze** Fattori

Armatura di progetto

Tolleranza (x 100) 0.00000000

Normalizzazione 0.50000000

Arrotondamento passo 5.00000000

Passo preferenziale

Sovrastima 1.00000000

Patch

Minimo numero passi 0.00000000

Rettangolarizzazione (%) 10.000000

Reti predefinite

Tolleranza (%) 0.00000000

OK

In questo dialogo si possono assegnare le tolleranze con le quali opera la disposizione delle armature di EasyWall. In genere i valori preassegnati (di default) sono sufficienti per cui questo dialogo può non essere usato.

Fattore di normalizzazione delle quantità di armatura di progetto

Appena effettuato il progetto delle armature, il programma individua per ogni gruppo strutturale due livelli ottimi di suddivisione tecnica delle armature. Poiché infatti la quantità di armatura varia da punto a punto del gruppo strutturale, è necessario un criterio ottimale di individuazione di zone omogenee di armatura. Questo procedimento di ottimizzazione utilizza il fattore di normalizzazione. Detto A il volume di armatura diffusa su tutto il gruppo strutturale con il valore massimo riscontrato nel progetto (cioè estendendo il massimo su tutta la superficie) e B invece il volume ottimizzato (e quindi sempre inferiore ad A), se:

$$(A - B) / A < \text{fattore normalizzazione}$$

si adotta l'armatura massima su tutto il gruppo strutturale.

Tolleranza sulle quantità di armatura di progetto

Il fattore di tolleranza consente di indicare la quantità di armatura che eventualmente si ritiene di poter trascurare. Valori molto piccoli di armatura infatti porterebbero comunque all'adozione del quantitativo minimo. In genere questo parametro

zero. Il valore è una quantità lineare di armatura per 100. (Ad esempio cm^2 / m).

Sovrastima del passo preferenziale

Il criterio di prossimità è dato dal fattore di sovrastima. Se cioè la quantità di armatura che si otterrebbe con il passo preferenziale, supera quella determinata con il passo arrotondato del fattore di "sovrastima" si adotta il passo preferenziale. Se ad esempio, sovrastima = 2.0, vuol dire che si accetta di raddoppiare la quantità pur di adottare il passo preferenziale.

Minimo numero passi

È possibile assegnare un numero di passi di armatura sotto il quale il patch non viene disposto. Questo per evitare zone di armatura di dimensioni troppo esigue che magari potrebbero contenere una sola barra. Se, a esempio, si assegna 2 e si ha un passo di 15 cm, zone di armatura di larghezza inferiore a 30 cm (che conterebbero solo 2 barre) non vengono disposte. Ovviamente assegnando 0 le zone vengono sempre disposte.

Rettangolarizzazione

Questo parametro governa lo sfido che il progettista è disposto ad ammettere affinché i patch, qualora non lo fossero, assumano forma rettangolare e, se il caso, anche unificandosi tra loro se sovrapposti.

Tolleranza per l'uso delle reti predefinite

La tolleranza percentuale indica la maggiorazione percentuale di armatura che si è disposti ad accettare per l'uso della rete predefinita. Se infatti EasyWall individua un'esigenza di armatura che non può essere soddisfatta da una rete predefinita nei limiti della tolleranza percentuale assegnata, sceglie diametri di barra e passi ottimali come di consueto.

Fattori

Parametro	Valore
Ftc. Sic. Prz. Cls	1.50000
Ftc. Sic. Prz. Sls	1.15000
Eps. Max Compress. Cls	0.003500
Eps. Max Traz. Stil.	0.010000
Rapp. Modl. Elast.	15.0000
Ftc. Riduz. Add	0.850000

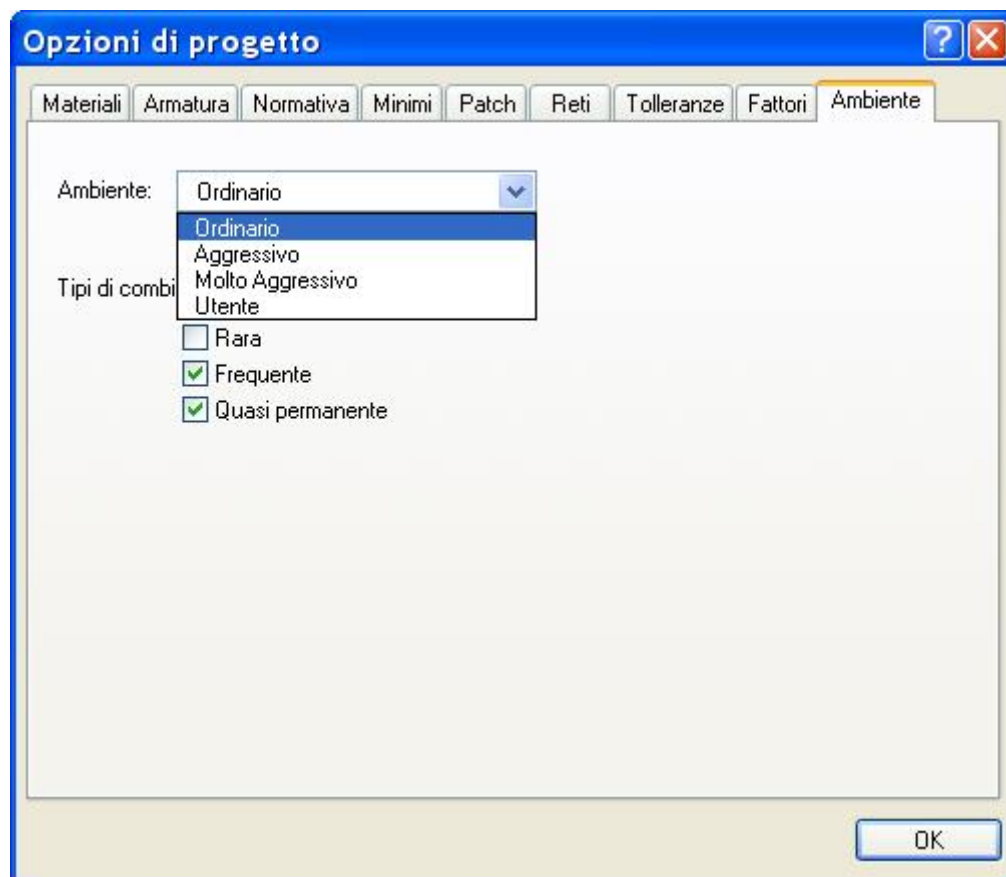
I fattori servono a determinare i **legami costitutivi** dei materiali. I valori di default sono in genere sufficienti e quindi questo dialogo può non essere usato. I fattori sono i seguenti.

- Coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo (tipicamente 1.5).
- Coefficiente di sicurezza parziale dell'acciaio (tipicamente 1.15).
- Deformazione massima del calcestruzzo in compressione (tipicamente 0.0035). Viene impiegato come limite massimo ammissibile di deformazione nel progetto agli stati limite.
- Deformazione massima dell'acciaio in trazione (tipicamente 0.01).
- Viene impiegato come limite massimo ammissibile di deformazione nel progetto agli stati limite.
- Rapporto tra i moduli elastici (tipicamente 15) Si tratta del rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo. È necessario per definire il diagramma sforzi-deformazioni del calcestruzzo nel caso del metodo delle tensioni ammissibili. Non è utilizzato nel metodo degli stati limite.
- Fattore riduzione addizionale (tipicamente 0.85). Impiegato per definire il valore massimo di resistenza nel diagramma sforzi-deformazioni del calcestruzzo impiegato nel metodo degli stati limite.

Legami costitutivi

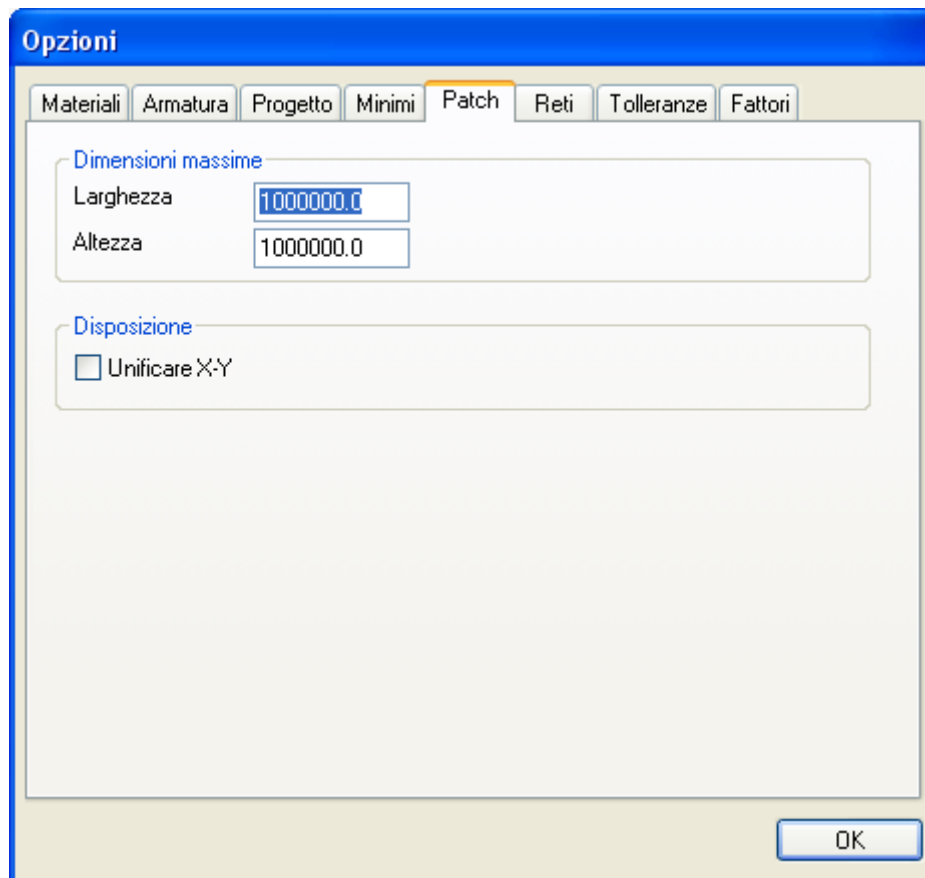
Nel progetto viene assunto un diverso diagramma sforzi-deformazioni del calcestruzzo nel caso del metodo degli stati limite (non lineare) e delle tensioni ammissibili (lineare). I parametri per definire il diagramma sforzi deformazioni vengono assegnati nel dialogo delle caratteristiche dei materiali. Nel caso delle tensioni ammissibili si adotta una funzione lineare con inclinazione pari al modulo di elasticità del calcestruzzo assunto $2.100.000/n \text{ kg/cm}^2$, dove n è il rapporto tra i moduli elastici. Nel caso degli stati limite si assume un tratto di parabola ad asse verticale per $\varepsilon = -0.002$ dove il vertice ha ordinata pari al valore massimo di resistenza del calcestruzzo. Per il tratto per cui $\varepsilon < -0.002$, la funzione è rettilinea. Per $\varepsilon > 0$ (trazione) la funzione è una retta coincidente con l'asse delle ascisse. Il valore di resistenza del calcestruzzo si assume $\alpha_c \cdot R_{bk} / \gamma_c$ dove R_{bk} è la resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo, γ_c è il coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo (tipicamente 1.5) ed α_c è il fattore riduzione addizionale (tipicamente 0.85). Nel progetto viene assunto un diverso diagramma sforzi-deformazioni dell'acciaio nel caso del metodo degli stati limite (non lineare) e delle tensioni ammissibili (lineare). Nel caso delle tensioni ammissibili si adotta una funzione lineare con inclinazione pari al modulo di elasticità dell'acciaio assunto pari a $2.100.000 \text{ kg/cm}^2$. Nel caso degli stati limite si assume un tratto lineare con inclinazione pari al modulo di elasticità dell'acciaio E_s , assunto pari a $2.100.000 \text{ kg/cm}^2$, per valori di deformazione inferiori, in valore assoluto, a quelli corrispondenti alla tensione di riferimento dell'acciaio assunta pari a f_y / γ_s dove f è la resistenza caratteristica dell'acciaio e γ è il coefficiente di sicurezza parziale dell'acciaio (tipicamente 1.15). Per valori di deformazione superiori, in valore assoluto, a tale limite, si assume una funzione rettilinea, parallela all'asse delle ascisse.

Ambienti



Questa pagina del dialogo consente di selezionare gli stati limiti di esercizio voluti. L'attivazione può, più semplicemente, avvenire selezionando l'aggressività dell'ambiente secondo normativa: gli stati limiti previsti verranno in tal modo attivati automaticamente.

Patch



Le opzioni per la formazione delle zone di armatura regolarizzate (patch) vengono assegnate in un dialogo cui si accede tramite un doppio clic sull'icona delle zone di armatura. Per le modalità di formazione, nel progetto, dei patch di armatura, vedere : [Metodo di formazione delle zone di armatura](#).

Dimensioni

La larghezza ed altezza massime consentono di definire delle zone di armatura di dimensioni non superiori a quelle volute. Ciò è importante se si usano reti elettro-saldate. Vi è una tolleranza, che si assegna nel dialogo delle tolleranze, che determina una lunghezza sotto la quale si accetta un sovradimensionamento delle zone per evitare di adottare delle zone troppo esigue. Nella disposizione delle zone si tiene conto della sovrapposizione per l'ancoraggio. La lunghezza di ancoraggio viene calcolata secondo criteri statici ma può essere aumentata tramite il parametro di ancoraggio nelle Opzioni di progetto.

Unificazione X-Y

Il progetto avviene sempre per barre disposte a maglia ortogonale. Le zone di armatura però vengono determinate indipendentemente per le due direzioni. Solo se le zone coincidono vengono sommate in un'unica zona. Se si vuole forzare l'adozione di zone con l'armatura definita sempre per entrambe le direzioni, l'opzione del dialogo "Unificare X-Y" lo consente. Nel caso di reti elettro-saldate questa possibilità è importante.

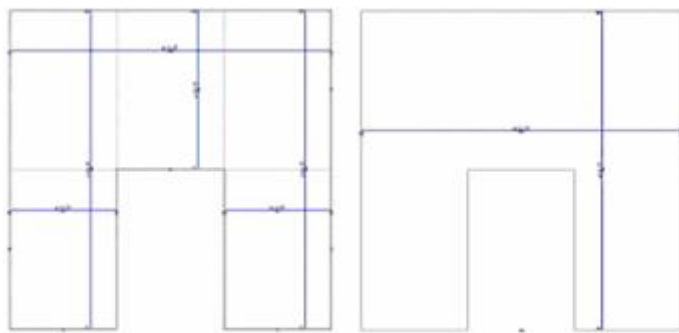
Metodo di formazione delle zone di armatura

Il calcolo delle armature viene effettuato per tutti i nodi del modello a elementi finiti. Le quantità così ottenute variano da punto a punto. Una disposizione invece tecnica delle armature richiede che vengano individuate delle zone omogenee di armatura. Tale scopo viene conseguito tramite un metodo di ottimizzazione che individua, per ogni gruppo strutturale, un livello tale che sia possibile impiegare un'armatura diffusa su tutto l'elemento e delle zone di armatura di valore massimo in modo tale da rendere minima la differenza con la quantità totale di armatura teorica ottenuta con il calcolo. Il fattore di normalizzazione, assegnato nel dialogo delle opzioni di progetto, consente di intervenire sul criterio di uniformità. Tali zone omogenee vengono indipendentemente individuate per ogni faccia del gruppo strutturale e per ognuna delle due direzioni ortogonali di armatura. Si hanno quindi 8 valori che descrivono, per ogni gruppo strutturale, le quantità di armatura adottate. Per ogni faccia e per ogni direzione si hanno cioè due valori: armatura diffusa ed armatura aggiuntiva. L'armatura diffusa è disposta su tutto il gruppo strutturale mentre quella aggiuntiva viene impiegata solo a coprire i massimi. Queste zone possono essere rappresentate a schermo tramite la funzione Zone armature del menu Rappresentazioni. Vedere anche Rappresentare i risultati. Se è attiva questa rappresentazione, attivando l'icona delle zone e selezionando il gruppo strutturale voluto, è possibile leggere in un dialogo i quantitativi di armatura associati al gruppo.

Le zone omogenee di armatura e i valori numerici a esse riferite si riferiscono al procedimento di progetto e servono a controllare la procedura di progetto, pertanto tali valori non vengono registrati e sono disponibili solo immediatamente dopo avere effettuato il progetto.

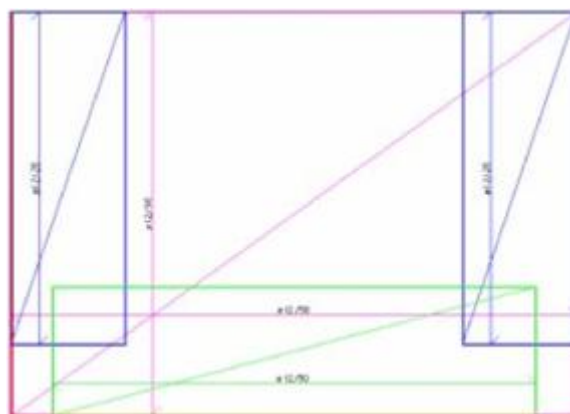
Le zone omogenee ottenute come descritto in precedenza vengono squadrate a formare le zone di armatura regolarizzate, dette anche "patch" di armatura. La regolarizzazione tiene conto della direzione di regolarizzazione, delle dimensioni massime delle zone, della lunghezza di ancoraggio e della disposizione che può avvenire per zone affiancate o per zone sovrapposte. I parametri per la formazione delle zone regolarizzate sono assegnati tramite il dialogo delle opzioni delle zone cui si accede con un doppio clic sull'icona delle zone. Se nella parete sono presenti delle aperture, il patch viene suddiviso in elementi regolari tali da tener conto dell'apertura.

Questa operazione non è sempre possibile e può dar luogo a difficoltà di generazione della suddivisione. In tal caso il programma ne dà avviso con il messaggio: "Errore nella formazione di un patch". In tal caso è necessario disabilitare la funzione di suddivisione automatica dal dialogo delle opzioni dei patch.



Disposizione dei patch con suddivisione automatica per l'apertura (sinistra) e senza (destra)

Per rappresentare le zone regolarizzate di armatura vedere Rappresentare le armature.



Nella rappresentazione vengono riportati i contorni squadrati della zona e la linea lungo la quale vengono disposte le barre (le barre sono quindi in direzione ortogonale a tale linea). Lungo tale linea viene riportato il nome della barra (diametro) ed il passo. Per meglio individuare la zona viene tracciata anche la diagonale della zona. Questa rappresentazione grafica, come tutte le rappresentazioni delle armature, può essere esportata sul sistema CAD. Si veda anche la sezione "Modifica delle armature"

Reti predefinite

È possibile assegnare delle reti di armatura tramite diametro della barra e passo in due direzioni ortogonali.

EasyWall normalmente sceglie tra i diametri di barra assegnati il passo che minimizza lo spreco rispetto alla quantità di armatura necessaria. Se invece si definiscono delle reti, EasyWall prima cerca se vi è una rete predefinita che soddisfi, a meno della tolleranza assegnata, il fabbisogno di armatura.

Per usare le reti predefinite operare come segue: Assegnare le reti, definire "Rete abilitata" quelle che si intendono usare, e abilitare "Abilita reti predefinite".

Le quantità di armatura sono nelle direzioni ortogonali e possono essere impiegata da EasyWall "ruotandole" di un angolo retto, se occorre. Cioè, a esempio, una rete $x = \emptyset 12/20$, $y = \emptyset 12/40$ soddisfa egualmente la richiesta di $x = \emptyset 12/40$, $y = \emptyset 12/20$.

Se una, ed una sola, rete è definita "Diffusa (superiore o inferiore)" tale rete verrà usata come rete diffusa. In tal caso non vi sarà l'ottimizzazione a due livelli di armatura, attuata normalmente da EasyWall, e si aggiungeranno solo le armature ove siano necessarie a maggiorazione della rete diffusa predefinita assegnata.

Progetto delle armature



Per progettare le armature attivare l'icona del progetto della palette e quindi selezionare i gruppi strutturali che si vogliono progettare. Tenendo premuto il tasto <shift> è possibile selezionare più elementi. Il comando "Seleziona tutti" del menu Edit consente di selezionare tutti gli elementi.

Se non è ancora stato formato alcun modello solido, viene automaticamente formato quello dell'intera struttura prima del progetto delle armature. Poiché questa operazione può essere particolarmente onerosa e, data la sua complessità, non sempre portare a soluzioni ottimali soprattutto operando su strutture di una certa grandezza, si consiglia di controllare la generazione del modello solido in maniera preventiva, secondo quanto esposto nel capitolo [Formazione modello solido](#).

Il progetto delle armature opera solo su quei gruppi per cui è stato calcolato il modello solido, ma non elimina le armature già presenti sui gruppi non interessati dal calcolo: è quindi possibile generare il modello solido per una certa parte della struttura e progettarne le armature, quindi generare il modello solido per un'altra parte della struttura e progettarne le armature in modo indipendente senza perdere le armature progettate sulla prima parte.

Le armature progettate in modo automatico possono essere modificate successivamente dall'utente attraverso i metodi esposti nel capitolo [Modifica delle armature](#).

In caso si siano verificati degli errori nel progetto, un messaggio avvisa di questa eventualità. In questo caso attivare l'icona degli errori della palette: gli elementi nel progetto dei quali si è verificato un errore saranno rappresentati in colore rosso.



Selezionare gli elementi voluti per ottenere il messaggio che specifica l'errore che si è verificato nel progetto di quell'elemento. I messaggi di errore sono elencati negli errori di progetto.

Nota bene I messaggi si riferiscono all'ultima funzione eseguita, di progetto o di verifica, e lo stato di errore non viene salvato su file per cui è valido e disponibile solo subito dopo aver eseguito una funzione per la quale sia supportata questa funzionalità. Lo stato di errore non è disponibile quindi ad apertura del file.

Le fasi del progetto

Il progetto avviene secondo i passi seguenti.

- Vengono generate le combinazioni di carico.
- Le armature esistenti nel gruppo vengono cancellate.

- Vengono calcolate le quantità di armatura per la direzione associata al gruppo e per la direzione ad essa ortogonale e per le due facce del gruppo strutturale. La direzione associata al gruppo viene definita nei dati dei gruppi. Le armature vengono calcolate in ogni nodo del modello ad elementi finiti e per ogni elemento finito considerando, per ogni nodo il valore massimo tra quelli dei vari elementi finiti concorrenti nel nodo. Le quantità così calcolate possono essere rappresentate a colori per le due direzioni e per le due facce nella rappresentazione dei risultati.
- Viene individuato un livello ottimale tale che sia possibile impiegare un'armatura diffusa su tutto l'elemento e delle zone di armatura di valore omogeneo in modo tale che sia minima la differenza con la quantità totale di armatura teorica ottenuta con il calcolo. Tali zone di armatura possono essere rappresentate a schermo come rappresentazioni dei risultati.
- Le zone omogenee vengono squadrate secondo la direzione e le dimensioni massime assegnate nel dialogo dei dati delle zone di armatura. Per ogni zona viene determinato il diametro ed il passo di armatura secondo i parametri assegnati nel dialogo delle opzioni di progetto. Queste zone sono sempre distinte per le due facce del gruppo strutturale. Possono essere relative all'armatura secondo una sola delle due direzioni di armatura oppure entrambe. Per la rappresentazione a schermo vedere Rappresentare le armature.

Si veda anche "Teoria e metodi".

Progetto delle armature a taglio

I valori del taglio non derivano dal modello ad elementi finiti ma vengono calcolati per derivazione numerica dei momenti flettenti come descritto nel capitolo Teoria e metodi. Dai valori così ottenuti si calcolano le tensioni tangenziali unitarie in base all'altezza dell'elemento finito. Dalle tensioni unitarie, tenendo conto eventualmente del contributo del calcestruzzo, si calcolano le quantità di armatura necessaria in base alla tensione ammissibile (o di progetto) dell'acciaio. Il calcolo avviene per tutte le combinazioni di carico involupando i massimi valori ottenuti. Il progetto viene effettuato ogni volta si richieda la rappresentazione delle quantità di armatura al taglio. Si veda Rappresentare i risultati. Non è pertanto necessario attivare una specifica procedura di progetto. Del progetto delle armature a taglio si ha solo una rappresentazione grafica e non si hanno i disegni della disposizione delle armature.

Ancoraggio

Le armature delle zone regolarizzate (patch) vengono ancorate automaticamente sul contorno. La lunghezza di ancoraggio è quella assegnata. La forma delle piegature per ancoraggio viene costruita con procedure geometriche per cui vengono gestiti tutti i possibili assiemaggi di pareti. Non viene controllata la lunghezza della parete dove si piega un'armatura per cui nel caso improbabile essa sia molto corta, la barra può fuoriuscire. Si ricorda che in ogni caso la forma delle barre può essere sempre modificata con la procedura di modifica grafica.

Errori di progetto

La funzione **Evidenzia stato di errore** attivabile dalla palette, evidenzia gli elementi per i quali è stato emesso un codice di errore durante l'ultima funzione eseguita che supporta questa funzionalità. Si faccia ben attenzione che con errore non si intende una carenza di resistenza o altro, ma un errore segnalato dal programma durante l'esecuzione di una funzione. Questa funzione non è, una verifica, per la quale esistono altri strumenti, ma un comodo strumento per identificare eventuali messaggi di errore emessi al termine di una procedura.

Se si verifica un errore nel progetto, viene segnalato l'elemento in cui si è verificato tale errore e viene annullata l'armatura di tutto il gruppo strutturale cui l'elemento appartiene.

Sezione insufficiente

La tensione (o deformazione) limite del calcestruzzo per la compressione è stata superata.

Calcestruzzo teso

L'equilibrio è impossibile. Sarebbe necessario un contributo a trazione da parte del calcestruzzo. Questo errore è raro e può essere causato da errori grossolani nei dati.

Angolo fessurazione non trovato

Errore nel calcolo per l'individuazione dell'angolo di fessurazione.

Copriferro troppo grande

Si è adottato un valore del copriferro troppo grande per lo spessore dell'elemento. La somma dei copriferro delle due facce è maggiore o eguale all'intero spessore dell'elemento.

Non raggiunta convergenza

Il metodo di progetto è un metodo iterativo con un numero massimo di iterazioni predefinito. Tale numero è stato superato indicando che il procedimento non ha probabilmente convergenza ad una soluzione.

Superata tensione ammissibile calcestruzzo

Questo controllo viene eseguito solo nel caso di progetto con il metodo delle tensioni ammissibili. Indica che la sezione è insufficiente. Si ricorda che il progetto non aggiunge armatura in compressione.

Spessore nullo

Non è stato assegnato lo spessore all'elemento.

Violato interferro

Questo controllo viene effettuato durante la determinazione dei passi di armatura da assegnare alle zone regolarizzate. Si assume un valore di interferro pari al maggiore dei valori del copriferro.

Alcuni errori avvengono durante la disposizione delle armature. Tali errori non sono quindi collegabili a un singolo elemento. Queste condizioni di errore vengono generalmente segnalate con i messaggi:

Errore formazione patch

Errore in ottimizzazione

Errore di formazione di un patch è in genere dovuto a difficoltà di tipo geometrico incontrate dal programma nel definire il contorno di un patch. Tali difficoltà sono maggiori nel caso si sia attivata l'opzione di formazione di patch irregolari la quale consente di suddividere i patch secondo un contorno irregolare o con aperture. Se attiva tale, opzione, disattivarla e tentare nuovamente il progetto.

Errore in verifica

Collasso cls per sforzi membranali

Il calcestruzzo ha raggiunto tensioni superiori a quelle di rottura per solo sforzo prevalente nel piano.

Collasso cls per sforzi flessionali

Come sopra, ma per azione prevalentemente flessionale.

Collasso acc inferiore X

L'acciaio ha superato la tensione e di rottura. Le diciture "superiore o "inferiore" sono relative all'orientamento dell'asse z locale del patch. Le direzioni sono anch'esse relative al sistema di riferimento del patch.

Collasso acc superiore X

Vedi sopra

Collasso acc inferiore Y

Vedi sopra

Collasso acc superiore Y

Vedi sopra

Computo dei materiali

Un'icona quadrata con sfondo grigio e numeri bianchi. I numeri sono disposti in tre righe: "01215", "62378", "90403".

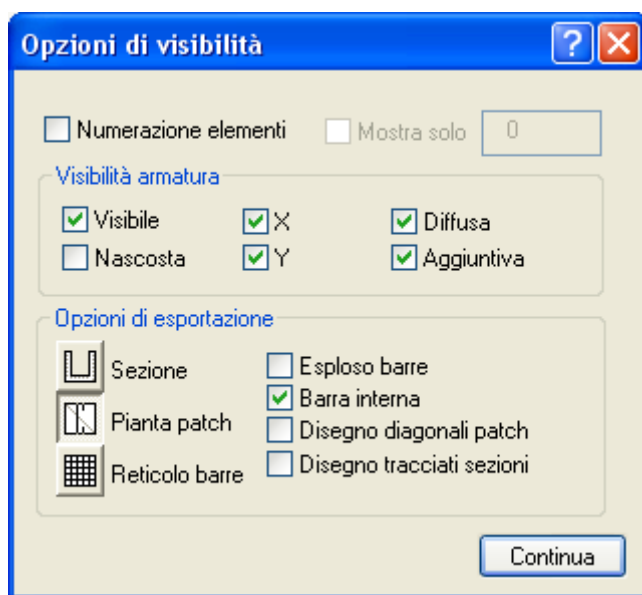
Attivando l'icona del computo dalla palette e selezionando una parete progettata, si apre un dialogo contenente le informazioni relative al computo dei materiali della parete selezionata. Selezionando più pareti si avrà la somma dei valori relativi a tutte le pareti selezionate. Si faccia attenzione che queste informazioni sono calcolate solo per dare un'informazione di massima sulle incidenze di armatura e non hanno l'accuratezza necessaria per una contabilizzazione dei materiali. I limiti sono soprattutto i seguenti:

- il computo del volume del calcestruzzo non tiene conto delle aperture ma solo del perimetro esterno della parete.
- il computo delle armature non tiene conto della lunghezza degli ancoraggi e delle sovrapposizioni per taglio delle barre lunghe.

Metodi di visualizzazione



È possibile ottenere la rappresentazione degli elementi o dei gruppi strutturali secondo alcune opzioni di visualizzazione. Le opzioni vengono scelte da un dialogo cui si accede con un doppio clic sull'icona della visualizzazione. Il tipo di visualizzazione si applica agli oggetti attivando l'icona e quindi selezionando gli elementi voluti. È possibile anche visualizzare le armature nei gruppi strutturali.



Numerazione elementi

Consente di visualizzare la numerazione degli elementi del modello di calcolo. Se si attiva l'opzione "Mostra solo" è possibile visualizzare solo l'indice dell'elemento indicato.

Visibilità armatura

Queste opzioni vengono applicate attivando il tipo di rappresentazione delle armature voluto e quindi selezionando il gruppo strutturale voluto.

Nel dialogo di visibilità si scelgono le armature che si vogliono rappresentare: quelle della faccia nascosta o visibile, la direzione e se l'armatura è diffusa o aggiuntiva. Il criterio di faccia visibile/nascosta, si fa notare, è il più intuitivo in quanto non esistono criteri assoluti, per pareti comunque disposte, per determinare la faccia se non quello del sistema locale di riferimento della parete che è di meno agevole comprensione. Questo dialogo determina la visibilità delle armature sia a video che in esportazione. Il dialogo consente anche di attivare la visibilità degli elementi di sfondo, della numerazione degli elementi, del modello solido. Le opzioni di visibilità assegnate nel dialogo si applicano solo agli elementi voluti ottenuti selezionandoli dopo aver attivato con un solo clic l'icona di visibilità.

Metodi di rappresentazione delle armature

EasyWall consente di rappresentare le armature secondo varie modalità grafiche. Infatti i metodi di rappresentazione delle armature negli elementi piani è molto variegata e dipende non solo dalle consuetudini ma anche dall'uso degli elaborati.

Infatti se si progetta una vasca, sarà preferibile avere le armature in sezione, se invece si progettano degli impalcati a soletta armati con reti elettro-saldate si preferirà la rappresentazione per fogli di armatura. Di norma i fogli delle reti vengono rappresentati con una diagonale che ne indica il verso. Non tutti gradiscono questa rappresentazione per cui EasyWall è dotato di una vasta scelta di opzioni per consentire la rappresentazione più vicina ai gusti e alle esigenze dell'utente. I diversi metodi di rappresentazione hanno particolare importanza nella fase di esportazione dei disegni esecutivi nel sistema BIC (vedi). Ma i parametri assegnati modificano anche la presentazione a video delle armature.

Le opzioni di visibilità armature, oltre che a schermo, operano anche per generare il tipo voluto di rappresentazione esecutiva. Vi sono tre metodi base:

- per sezioni
- per piante senza disegno delle single barre
- per piante con rappresentazione del reticolo delle barre

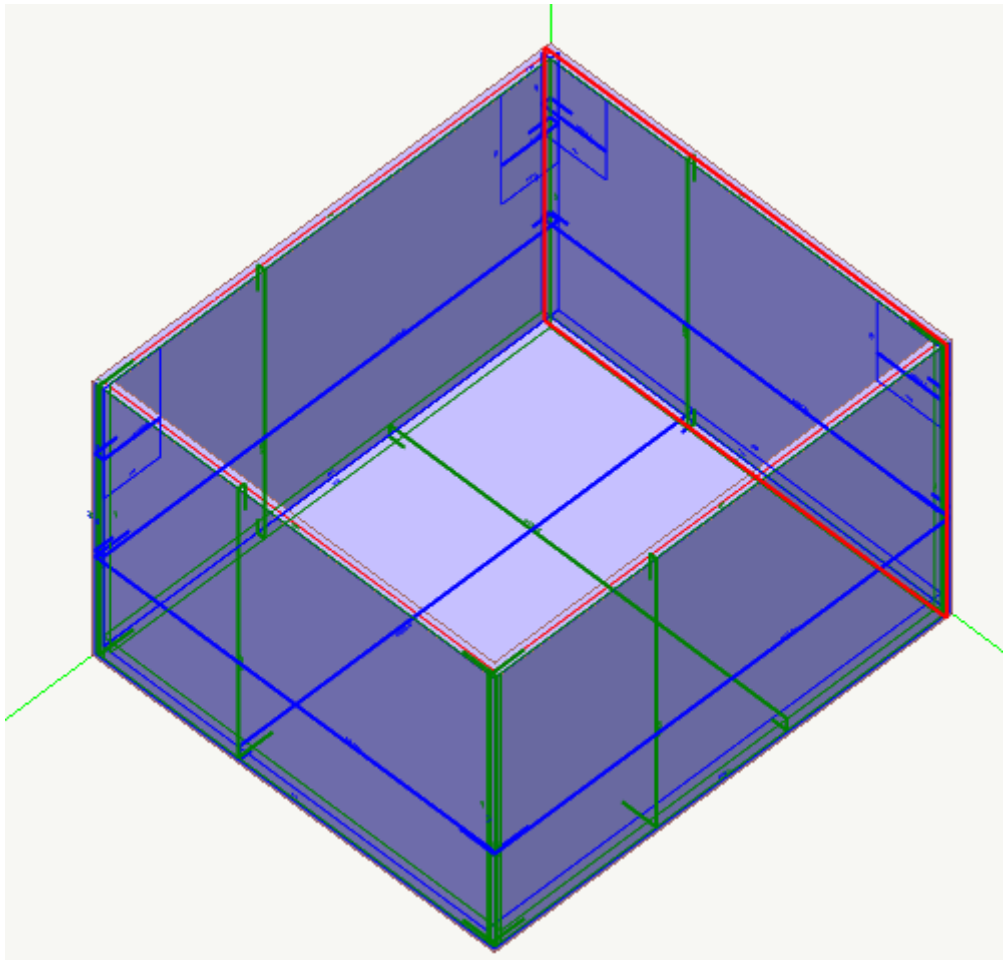
Per tutte e tre le rappresentazioni è possibile avere la rappresentazione delle barre "in esploso" e cioè estratte dal disegno della carpenteria a rappresentate al di fuori di esso (opzione "Esploso barre").

Per la rappresentazione in pianta sono disponibili due ulteriori opzioni:

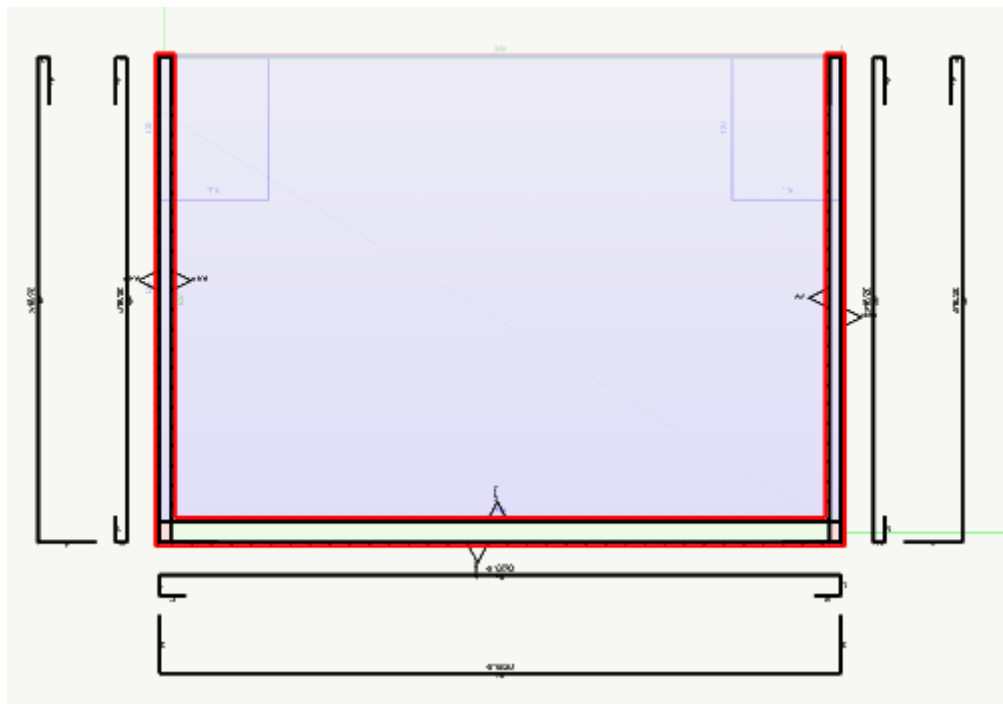
- Barra interna: la barra del patch viene disegnata all'interno del patch stesso
- Disegno diagonali: la diagonale del patch è importante per distinguere i patch superiori da quelli inferiori: infatti, secondo la convenzione adottata in vari Paesi, la diagonale va tracciata dall'angolo in alto a sinistra a quello in basso a destra. Se l'armatura si trova sul lato nascosto, ovviamente la diagonale apparirà tracciata in senso opposto consentendo una facile distinzione della faccia di appartenenza.

Disegno tracciato sezioni

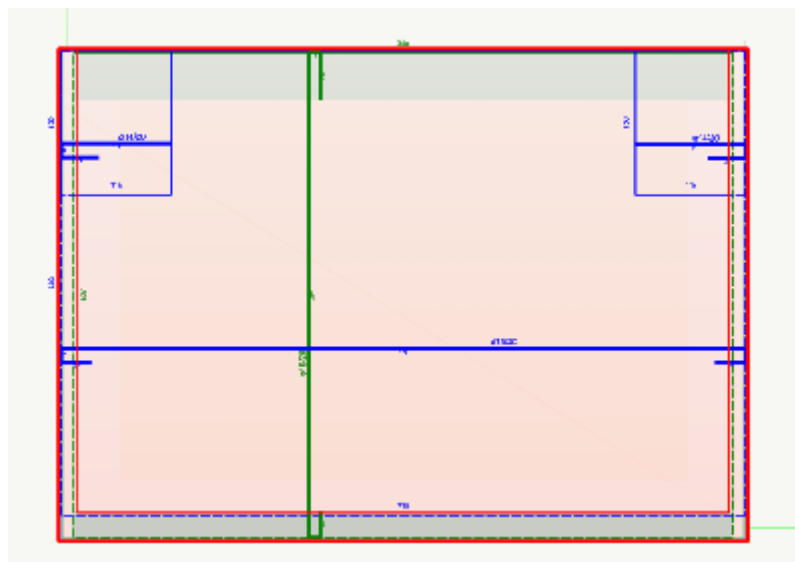
Se vi sono dei piani di sezione (vedi: [Gestione dei piani](#)) memorizzati ed attivi, questa opzione consente di tracciare la linea di sezione o il piano di sezione.



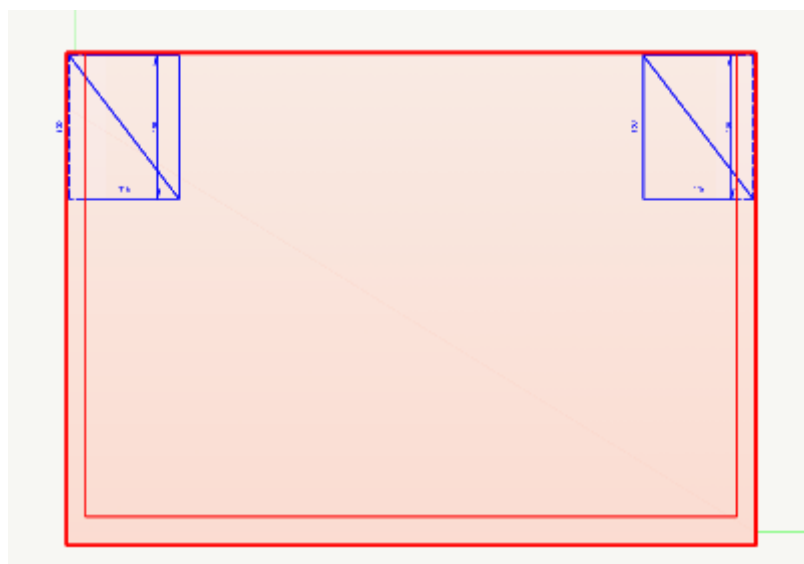
Rappresentazione delle barre di armatura in assonometria sul solido della struttura



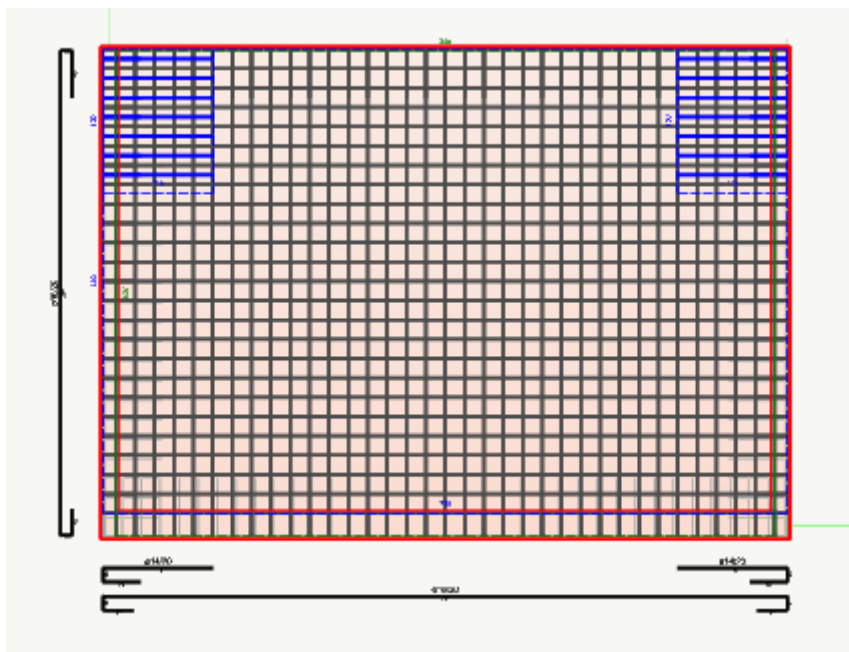
Rppresentazione in sezione con barre esplose all'esterno della carpenteria



Rappresentazione in pianta delle barre disegnate all'interno dei patch



Rappresentazione dei soli patch con diagonale di orientamento (nella figura solo le armature aggiuntive)



Reticolo delle barre in pianta con barre esplose fuori del contorno della carpenteria

Procedure di verifica

EasyWall mette a disposizione del progettista una procedura di verifica delle armature. La verifica consente di ottenere il valore del moltiplicatore del vettore di sforzo tale da ottenere lo sforzo limite. Questo metodo è estremamente significativo in quanto la verifica degli elementi piani in calcestruzzo armato contemporaneamente soggetti a stati di sforzo membranale e flessionale, non è quantificabile in modo né tradizionale né immediato. Quindi lo sforzo limite è non solo sintetico e significativo ma in piena concordanza con il metodo degli stati limite. Comunque questo metodo è impiegato anche se si utilizza il metodo delle tensioni ammissibili. Il moltiplicatore è un valore per il quale, moltiplicati gli sforzi agenti, si ottiene un insieme di sforzi limite, oltre il quale, cioè, la soluzione non è più ammissibile. Il moltiplicatore modifica sia lo stato membranale che flessionale contemporaneamente. Ovviamente, il valore unitario del moltiplicatore indica una verifica in cui lo sforzo di progetto è già uno sforzo limite, valori maggiori di uno indicano un moltiplicatore di "sicurezza". Valori inferiori all'unità indicano che la soluzione non è accettabile.

Il metodo di verifica è analogo a quello di progetto (si veda la parte teorica) ma l'orientamento delle fessure rispetto alla quale condurre le relazioni di equilibrio è calcolata anche tenendo conto della armatura presente. Si ricorda che il metodo è valido per armature in due direzioni ortogonali, l'assenza di armatura in una direzione non è ammissibile e, se forzata, può condurre a risultati non significativi. Nella rappresentazione a dialogo e nelle stampe si ha il fattore di sicurezza già illustrato, nella rappresentazione a colori, si ha invece l'inverso di tale fattore, un fattore di "sfruttamento", cioè, per il quale il valore unitario è il valore limite, oltre il quale il progetto non è accettabile.

Nota bene Benché i metodi di verifica e di progetto siano basati sullo stesso modello matematico (illustrato nella sezione teorica), essi non possono essere perfettamente simmetrici e pertanto nelle verifiche si può, benché raramente, ottenere che degli elementi non siano verificati. Generalmente ciò avviene per valori molto marginali. Si invita quindi a eseguire le verifiche sia tramite rappresentazione grafica con successiva visualizzazione degli errori, sia facendo caso ai messaggi di errore eventualmente prodotti durante la fase di stampa. Le differenze tra le due implementazioni del metodo non sono tecnicamente significative, lo sono più che altro per esigenze di documentazione.

Verifica a dialogo



?
X

Verifica
Taglio

Combinazione

Più gravosa

☐ i
☐ j
☐ k
☒ l

☐ i'
☐ j'
☐ k'
☐ l'

☒ Smoothing

Nx	-0.24770445	Dir (°)	0.00000000
Ny	-0.99081779		
Nxy	-1.6621867	Rnf X top	2.2619460
Mx	-4175.6900	Rnf Y top	2.2619460
My	-17035.766	Rnf X btm	10.262533
Mxy	-0.44104137	Rnf Y btm	40.212380

Fattore sicurezza 1.3777802

OK

La verifica a dialogo consente di ottenere il fattore di sicurezza per un determinato nodo di un elemento. Gli sforzi impiegati per la verifica sono quelli dell'elemento o quelli della media nodale (smoothing), a scelta dell'operatore.

Si accede alla verifica a dialogo attivando l'icona della palette e quindi selezionando l'elemento voluto.

Nel dialogo si può scegliere il nodo dell'elemento dove si vuole condurre la verifica. Il dialogo riporta automaticamente lo stato di sforzo nel nodo per la combinazione di carico prescelta e l'armatura presente nel punto del nodo.

Questi valori si possono anche modificare ai soli fini della verifica (non modificano i valori associati al modello della struttura). Si può modificare l'angolo di disposizione delle armature. Attivando l'opzione "Smoothing" verranno riportati gli sforzi nodali medi.

Se si seleziona come combinazione "Più gravosa", vengono presentati i risultati per la combinazione con fattore di sicurezza minore e viene mostrato l'indice alfabetico del nodo dove tale valore si è verificato.

Verifica a taglio

Verifiche	
Combinazione: Più gravosa	
Incidenza armatura (%)	Non necessaria
Taglio unitario agente	47.031522
Taglio unitario resistente	118.36173
Fattore sicurezza	2.5166469

La verifica a taglio avviene sui valori medi dell'elemento e pertanto non è necessario selezionare un nodo di riferimento. La combinazione per la quale si desidera la verifica è selezionabile e, selezionando "Più gravosa", i risultati riportati si riferiranno alla combinazione per la quale si è ottenuto il minor coefficiente di sicurezza.

La verifica avviene considerando l'elemento non armato a taglio e i risultati si riferiscono a tale situazione. Se però il taglio resistente non è sufficiente, viene adottata l'armatura necessaria che viene esposta a dialogo e vengono eseguite le verifiche come da normativa nel caso di elemento armato.

Rappresentazione a colori dei valori di verifica

Opzioni verifica sezione

☐ Dialogo
☐ Rappresentazione verifica flessionale
☒ Rappresentazione verifica a taglio

Continua

Tramite un doppio clic sull'icona della verifica, si può scegliere se visualizzare i risultati della verifica a dialogo oppure a mappatura di colori per interi gruppi strutturali. In quest' caso, attivare l'opzione relativa alla rappresentazione dei fattori di sfruttamento a flessione oppure a taglio e quindi il gruppo strutturale (o i gruppi strutturali tramite selezione multipla o globale) per i quali si desidera visualizzare in mappatura di colori i valori di sfruttamento. La verifica viene effettuata per ogni elemento finito del gruppo strutturale e viene assegnato un colore che rappresenta il

"livello di sfruttamento", e cioè l'inverso del fattore di sicurezza. La scala va da 0.0 a 1.0. Il valore 1.0 indica quindi che la resistenza equivale all'azione. Un valore superiore ad 1.0 indica che si è superata la resistenza. Ai valori eguali o superiori ad 1.0 è assegnato il colore rosso. La verifica viene condotta sulle azioni delle combinazioni attive e con il metodo di calcolo attivo. Nel caso della verifica a flessione, il criterio di sfruttamento è il valore massimo tra quelli dell'acciaio e del calcestruzzo in entrambe le direzioni di armatura e per entrambe le facce.

Codici di errore in verifica

Dopo una rappresentazione dello stato di verifica, agli elementi vengono assegnati gli eventuali codici di errore che si sono manifestati in verifica. Più propriamente, poiché viene calcolato il momento ultimo, non si hanno delle situazioni non verificate, ma si ha la situazione di collasso che si è determinata nel calcolo del momento appena superiore a quello ultimo. Per accedere ai messaggi relativi a queste condizioni, si deve operare come dopo il progetto: attivare l'icona degli errori della palette e cliccare sull'elemento voluto. Gli elementi rappresentati in rosso hanno un codice di errore non nullo. Informazioni relative a questi messaggi sono reperibili dove si trattano gli errori di progetto.

Rappresentazione delle quantità di armatura

I risultati del progetto possono essere rappresentati a schermo. Le zone di armatura regolarizzate vengono rappresentate tramite le opzioni di visualizzazione descritte in Rappresentare le armature. La quantità di armatura longitudinale e la quantità di armatura al taglio possono essere invece visualizzate tramite le funzioni del menu Rappresentazioni. Anche le zone di armatura omogenee non regolarizzate possono essere rappresentate in questo modo. Per ottenere la rappresentazione voluta, scegliere dal menu rappresentazioni il tipo di rappresentazione desiderata. Tutte queste rappresentazioni avvengono dopo una rimozione delle linee nascoste che consente di esaminare le quantità di armatura in una struttura tridimensionale senza sovrapposizioni. Le armature vengono infatti distinte secondo che la faccia di appartenenza sia visibile o nascosta. Questo tipo di rappresentazione consente di visualizzare a schermo le zone ottimizzate di armatura aggiuntiva intendendosi sempre presente un'armatura diffusa su tutto il gruppo strutturale. Queste zone ottimizzate sono rappresentate con una campitura che è puramente indicativa della direzione delle armature e non riflette il reale passo di armatura. Le armature longitudinali sono espresse come aree rispetto ad una lunghezza (ad esempio cm^2 / cm ed il valore è moltiplicato per il fattore 100 per facilitarne la lettura. Se, ad esempio, si usano i cm come unità di misura, il valore diviene cm^2 / m).

Le armature a taglio sono invece espresse come rapporto tra superfici (ad esempio $\text{cm}^2 / \text{cm}^2$). Il fattore di amplificazione è 10000 per ottenere una più facile lettura.

Se, ad esempio, si ha un valore di incidenza di 25, su una superficie di 1 m^2 saranno necessarie armature trasversali per 25 cm^2 .

Le rappresentazioni qui descritte si riferiscono al procedimento di progetto e servono a controllare la procedura di progetto, pertanto tali valori non vengono registrati e sono disponibili solo immediatamente dopo avere effettuato il progetto.

Verifica a stati limite di esercizio



Questa verifica viene effettuata con le combinazioni di servizio delle azioni e comporta la verifica dello stato fessurativo e la verifica delle tensioni nei materiali.

I risultati si possono avere sia in forma numerica che grafica. Le modalità di rappresentazione sono assegnate in un dialogo che si apre con un doppio clic sull'icona relativa a questa verifica.

Opzioni visualizzazione fessurazione ? X

Modalità rappresentazione

☐ Dialogo
☒ Rappresentazione fessurazione
☐ Rappresentazione tensioni

☒ Faccia visibile
☐ Faccia nascosta

Valori riferimento fessurazione

Combinazione	Ampiezza massima (mm)
Rara	0.2
Frequente	0.3
Quasi permanente	0.4

Valori riferimento fessurazione

Combinazione	Moltiplicatori di resistenza	
	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60000000	0.45000000
Quasi permanente	0.80000000	0.80000000

Continua

In questo dialogo si possono assegnare i valori limite di normativa (che comunque vengono assegnati automaticamente selezionando l'Ambiente e la Normativa voluta) e sono impiegati nelle rappresentazioni a colori per ottenere il fattore di sfruttamento (i valori superiori ad uno nella rappresentazione delle tensioni sono quindi non verificati) e il fattore di scala nella rappresentazione delle fessure. Questi valori sono anche usati nelle stampe per rimarcare in rosso i valori che eccedono questi valori di normativa assegnati.

Attivare quindi l'icona della verifica della palette e quindi selezionare l'elemento voluto. Si aprirà un dialogo che riporta i valori di verifica per l'elemento selezionato. È possibile da questo dialogo scegliere il vertice voluto dell'elemento e la faccia dell'elemento per cui effettuare la verifica. I valori delle azioni per la verifica sono quelli derivanti dalla combinazione dei carichi per verifica a fessurazione.

Stato limite di esercizio

☒ i ☐ j ☐ k ☐ l ☒ Superiore
☐ i' ☐ j' ☐ k' ☐ l' ☐ Inferiore

Fessurazione

Combinazione	Indice	Ampiezza (mm)	Distanza(mm)	Inclinazione (°)
Rara	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Frequente	3	0.00022538	187.49296	-45.000000
Quasi Perm.	2	0.00022538	187.49296	-45.000000

Tensioni

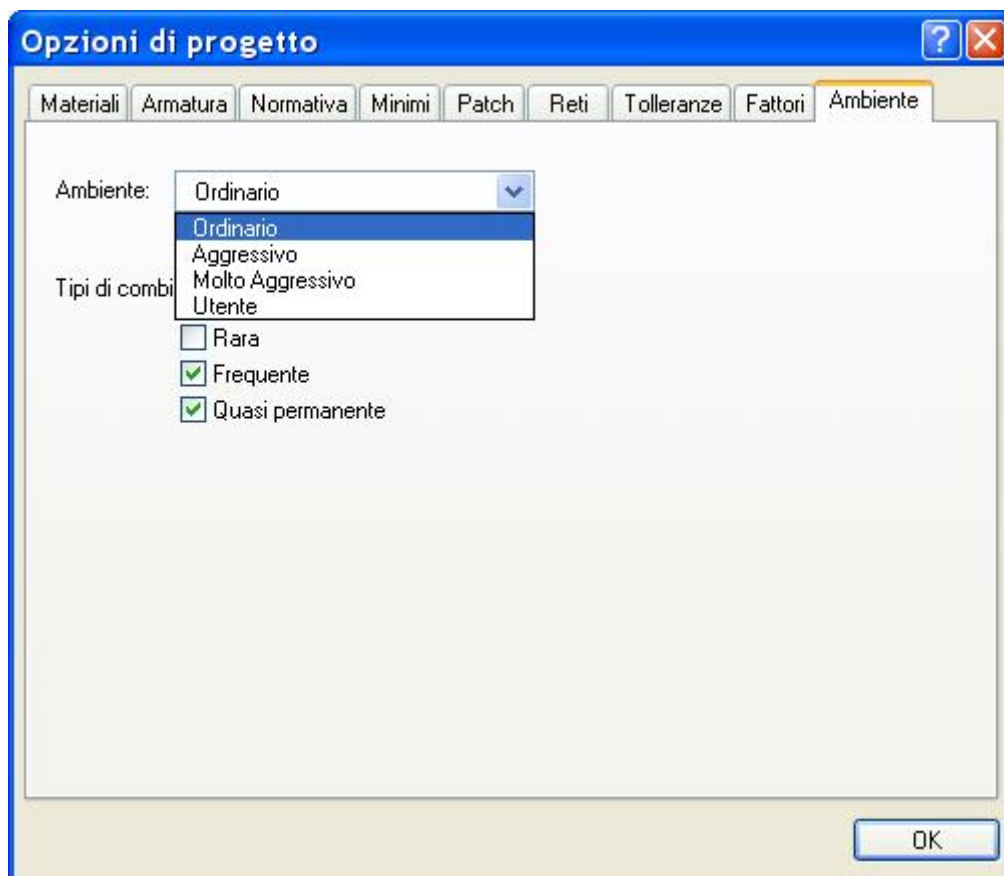
Combinazione	Indice	Calcestruzzo	Indice	Acciaio
Rara	0	0.00000000	0	0.00000000
Quasi Perm.	2	-0.00064818	2	29.803535

Continua

La combinazione viene effettuata con i valori moltiplicativi per ciascuna condizione dei carichi che possono essere assegnati nel dialogo cui si accede dal menu Carichi. Nel caso sia attivo il check-box "Combinazioni automatiche", le combinazioni vengono automaticamente formate impiegando il fattore 1 per le azioni permanenti sia favorevoli che sfavorevoli ed il valore del coefficiente per carichi variabili in combinazioni eccezionali assegnato nel dialogo dei fattori di combinazione. Le condizioni eccezionali non vengono considerate nella combinazione. Qualora si desideri operare con una combinazione diversa da quella automatica, disattivare il check-box di formazione automatica delle combinazioni e assegnare per ogni condizione il moltiplicatore voluto.

Dal dialogo delle combinazioni si possono scegliere i tipi di combinazioni voluti in funzione della aggressività ambientale e i moltiplicatori delle combinazioni.

Per semplificare l'assegnazione dei tipi di verifiche richieste dalla normativa un menu nel dialogo degli Ambienti consente di scegliere il tipo di aggressività ambientale che determina sia le combinazioni richieste che i valori massimi ammissibili. Tali valori vengono impiegati esclusivamente per la visualizzazione del quadro fessurativo.



Verifica a punzonamento

Questa funzione consente la verifica a punzonamento di una piastra soggetta all'azione trasmessa da pilastri. Per effettuare la verifica, attivare la funzione, quindi selezionare un elemento bidimensionale che condivida un nodo al quale è connesso il pilastro del quale si voglia verificare il punzonamento sulla piastra. Terminata la selezione, si presenterà un dialogo con i risultati della verifica. Si possono verificare piastre sia di fondazione che a qualsiasi quota.

Non tutti gli elementi che causano punzonamento sono ammessi per la verifica. Se l'elemento non è ammesso ne viene dato avviso. Non sono validi: elementi non monodimensionali, elementi non subverticali (subparalleli all'asse globale Z), elementi che non abbiano almeno un elemento bidimensionale di base, elementi che non siano di sezione rettangolare.

Se gli elementi della piastra da verificare sono di differente spessore, lo spessore di verifica è assunto quello dell'elemento di maggior spessore.

Per la verifica viene considerata la differenza tra le forze assiale nei due elementi monodimensionali connessi dai due lati alla piastra. Nel caso delle platee di fondazione, non viene considerato il contributo della reazione del terreno -che in questo caso è indeterminata- nel solido sottoposto a slittamento che diminuirebbe lievemente la forza assiale per cui il valore è, a rigore, leggermente superiore a quello che si avrebbe tenendo conto di tale contributo. La verifica viene fatta per tutte le combinazioni di carico previste per il progetto degli elementi bidimensionali.

Nel caso della verifica agli stati limite la verifica viene eseguito secondo l'Eurocodice 2, paragrafo 6.4.4.

La verifica avviene esclusivamente per pilastri a sezione rettangolare e con armatura nella soletta già progettata. In caso contrario viene dato un messaggio.

La verifica viene eseguita su un perimetro a filo pilastro e su un perimetro a distanza $2d$ dal contorno del pilastro dove d è lo spessore della soletta.

Il valore del taglio resistente per unità di lunghezza del perimetro, definito nell'Eurocodice 2 come v_{Rdc} , è dato da:

$$v_{Rdc} = C_{Rd,cRd} k (100 \rho f_c)^{1/3} \text{ con } f_c \text{ in MPa}$$

dove si assume:

$$k = 1 + (200/d)^{1/3} \quad 2.0 \leq d \leq 300 \text{ (con } d \text{ in millimetri)}$$

$$\rho = (\rho_y \rho_z)^{1/2} < 0.02$$

dove ρ_y e ρ_z sono i rapporti di armatura rispetto alla superficie, non alla lunghezza del lato considerato.

Il valore del taglio di progetto è incrementato del fattore β per tenere conto della eventuale eccentricità dell'azione dove si assume:

$$\beta = 1 + 1.8 \left((e_y/b_z)^2 + (e_z/b_y)^2 \right)^{1/2}$$

considerando il pilastro sempre interno e non collocato sul bordo della fondazione.

A dialogo viene esposto il fattore di sicurezza V_{Ed} / V_{Rd} dove V_{Ed} è il taglio di progetto.

ATTENZIONE

Gli sforzi considerati sono solo quelli presenti sul file. Se si è effettuato un merge di sforzi, tali sforzi non vengono considerati. Se i pilastri sono connessi alla piastra tramite un Rigel, la connessione del pilastro con la piastra non si realizza. Se si vuole usare questa funzione, i pilastri non devono essere connessi alla piastra di fondazione tramite elementi Rigel.

Verifiche geotecniche

EasyWall consente la verifica della interazione tra suolo e platee di fondazione modellate mediante piastre Winkler.

Vengono impiegate le combinazioni SLV con la possibilità di modificare i coefficienti γ_{G1} , γ_{G2} , γ_{Q1} come indicato dalla normativa.

Tali coefficienti (che per default hanno i valori indicati in normativa come A (GEO)) possono quindi essere cambiati a piacimento.

I coefficienti M di normativa, che attengono le caratteristiche del terreno, sono parimenti modificabili nello stesso dialogo.

Non viene considerata la forza di scorrimento parallelo al piano di posa in quanto non presente nel modello.

Lo spostamento considerato è quello ortogonale al piano dell'elemento comunque esso sia disposto nello spazio. Per il segno dello spostamento, il terreno si considera posto nel semispazio delle z locali negative. Solo nel caso di elementi suborizzontali ($\pm 8^\circ$) il terreno, per comodità di modellazione, è considerato sempre nel semispazio delle z globali negative. Viene quindi calcolata la portanza del terreno secondo la formulazione generale dovuta ad Hansen.

I valori così individuati vengono rappresentati a mappa di colori oppure il valore massimo tra tutti viene esposto a dialogo.

La funzione è attivata da un'icona di verifica della palette.

I controlli disabilitati nel dialogo sono riservati all'ambiente di geotecnica.

Per attivare il tipo di rappresentazione voluta, accedere alla pagina Rappresentazioni del dialogo.

Per maggiori funzionalità geotecniche, impiegare l'ambiente di Geotecnica (opzionale).



Questa funzione è governata da due dialoghi. Al primo si accede con un doppio click sull'icona della palette e in tale dialogo : possono assegnare le caratteristiche del terreno e la modalità con la quale si desidera i risultati vengano esposti

(numericamente o a mappe di colori per le differenti verifiche).

Verifiche geotecniche

?

×

Verifiche geotecniche

Rappresentazioni

Caratteristiche del terreno

Angolo attrito (°)

30.0000

Coesione

0.100000

Peso specifico umido

0.001800

Peso specifico dei granuli

0.002600

Umidità (%)

10.0000

Mod. elasticità non drenato

0.000000

OCR

1.00000

Coefficienti M

1.25000

1.40000

1.00000

Fondazione

Profondità piano di posa

0.000000

Falda

Profondità falda (positiva)

0.000000

Metodi

☐ Calcola resistenza da stratigrafia

Teoria resistenza

Brinch-Hansen

Teoria cinematica

Nessuno

Terreni grana grossa

Schmertmann

Coefficienti gamma in combinazione A

Permanente sfavorevole

1.00000

Variabile sfavorevole

1.30000

Fattore sicurezza R

Portanza

1.80000

Scorrimento

1.10000

Settaggio autom. coeff. normativa

Approccio 1 : A2 + M2 + R2

Approccio 2 : A1 + M1 + R3

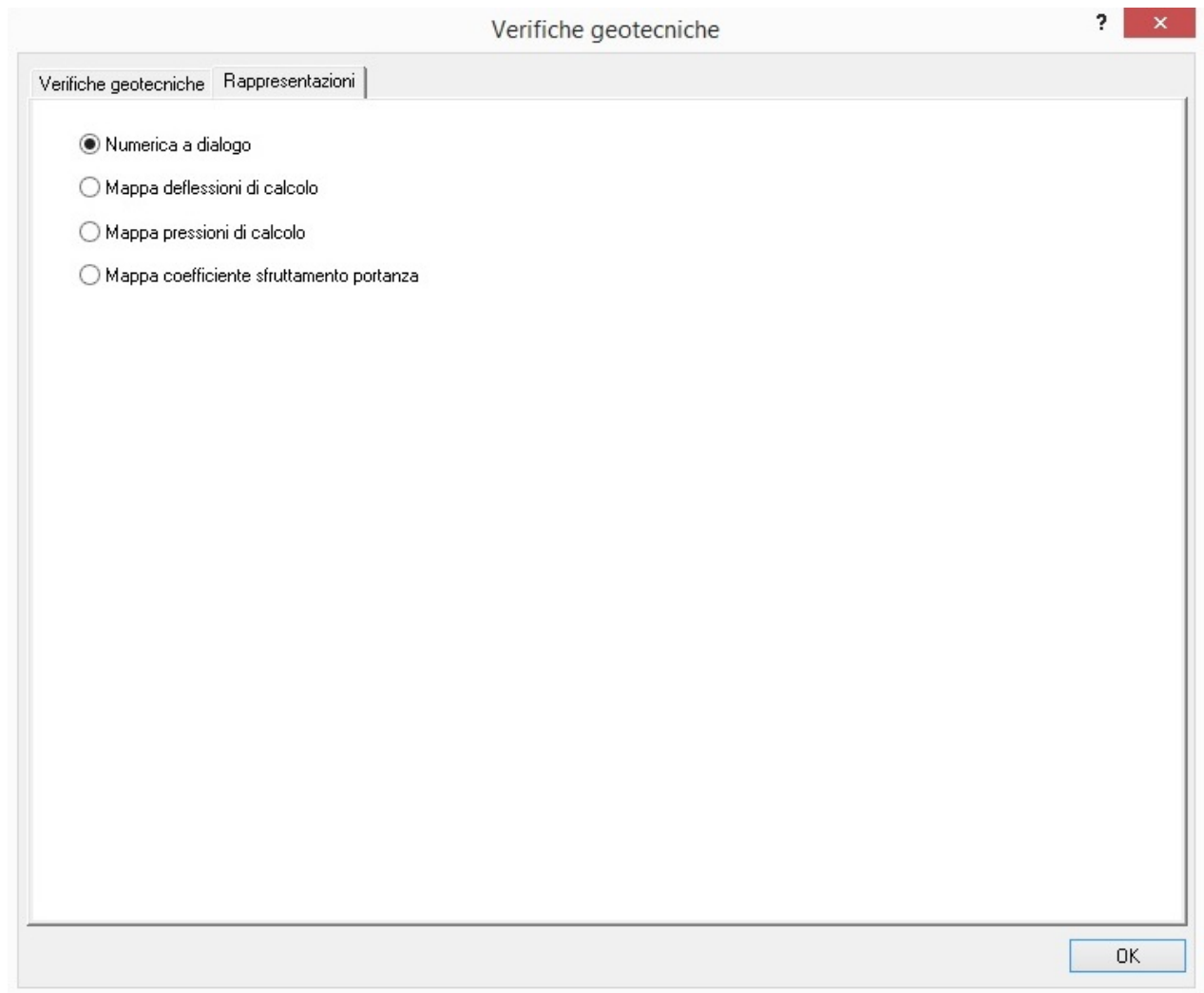
Stato limite di danno

Spostamento max. di confronto

0.000000

OK

48



Se si desiderano leggere i valori numerici, selezionare l'elemento Piastra di fondazione voluta.

Se invece si desidera una rappresentazione a mappa di colori, selezionare un qualsiasi elemento in quanto la rappresentazione verrà contemporaneamente per tutte le Piastre Winkler presenti.

Se si clicca su una trave già rappresentata a colori si potranno leggere i relativi valori a dialogo.

Si possono assegnare i coefficienti di sicurezza parziale γ_R , indicati come R nella normativa, sia per la portanza che per lo scorrimento. Questi ultimi non vengono però impiegati.

Il fattore di sfruttamento ottenuto, sia numericamente che a mappa di colori, tiene conto di tali coefficienti per cui valori superiori all'unità indicano una soluzione non verificata.

Infine due bottoni consentono di configurare i coefficienti di sicurezza parziale secondo i due approcci previsti dal DM08, capitolo 6.

Verifiche geotecniche	
Deflessione	
Massima deflessione	0.02206859
Combinazione di carico	1
Resistenza	
Massima pressione	0.11034296
Portanza unitaria	1.6161918
Fattore sicurezza	14.646986
Continua	

I valori calcolati sono i seguenti:

- Spostamento verticale
- Pressione sul terreno
- Portanza della fondazione secondo Hansen
- Fattore di sfruttamento della portanza

Nota sul calcolo della portanza

La portanza è calcolata tramite l'equazione generale per la portanza del suolo, in particolare impiegando i coefficienti dovuti ad Hansen

[Hansen, J.B. (1970) A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity, *Danish Geotechnical Institute Bull.* 20, Copenhagen, 21 pp.]

Poiché il fattore N_v è rilevante ai fini della valutazione della portanza si sottolinea che qui si impiega la formula di Hansen e cioè:

$$N_v = 1.5 \cdot (N_q - 1.0) \cdot \tan(\phi);$$

Come è noto la formulazione generale tiene conto della forma, della profondità della fondazione e della inclinazione del carico. Tale modello cioè si basa sulla valutazione della superficie di scorrimento del terreno tenendo conto contemporaneamente di tutti questi fattori. Nel caso specifico, si assume il carico sempre ortogonale la piano della fondazione.

Si veda anche: Bowles J.E (1977) Foundation Analysis and Design, International Student Edition.

Se la falda idrica si trova ad una profondità compresa nel bulbo di terreno interessato dalla fondazione, la portanza ne viene influenzata. Assegnando un valore molto elevato alla profondità della falda (che è positiva anche se diretta verso il basso) la

falda ovviamente non influenza la portanza e quindi tale assegnazione è opportuna quando la falda non è presente.

La portanza viene modificata dalla diversa densità assunta dal terreno in presenza di acqua. Tale densità media efficace viene calcolata secondo la relazione:

$$\gamma_e = ((2 H - d_w) * d_w * \gamma_{wet} + \gamma' * (H - d_w)^2) / H^2$$

Dove H è la profondità del bulbo, γ' il peso specifico sommerso in falda, d_w la profondità della falda e γ_{wet} il peso specifico umido del terreno nel tratto superiore alla falda. Nel calcolo di γ' si impiega il peso specifico del terreno denominato in genere G_s . Tale valore, nel dialogo è assunto pari al peso specifico del terreno assegnata nel gruppo di assegnazioni delle caratteristiche del terreno.

Modifica delle armature

In questa sezione si descrivono argomenti relativi alla modifica delle armature, tra cui l'editing della geometria delle zone di armatura e le zone fisse e non calcolate.

Le funzioni relative alla modifica dei patch di armatura sono tutte attivabili da icone della palette raccolte sotto un'unica posizione gerarchica.



Gli strumenti presenti nel gruppo, rispettivamente, consentono di:

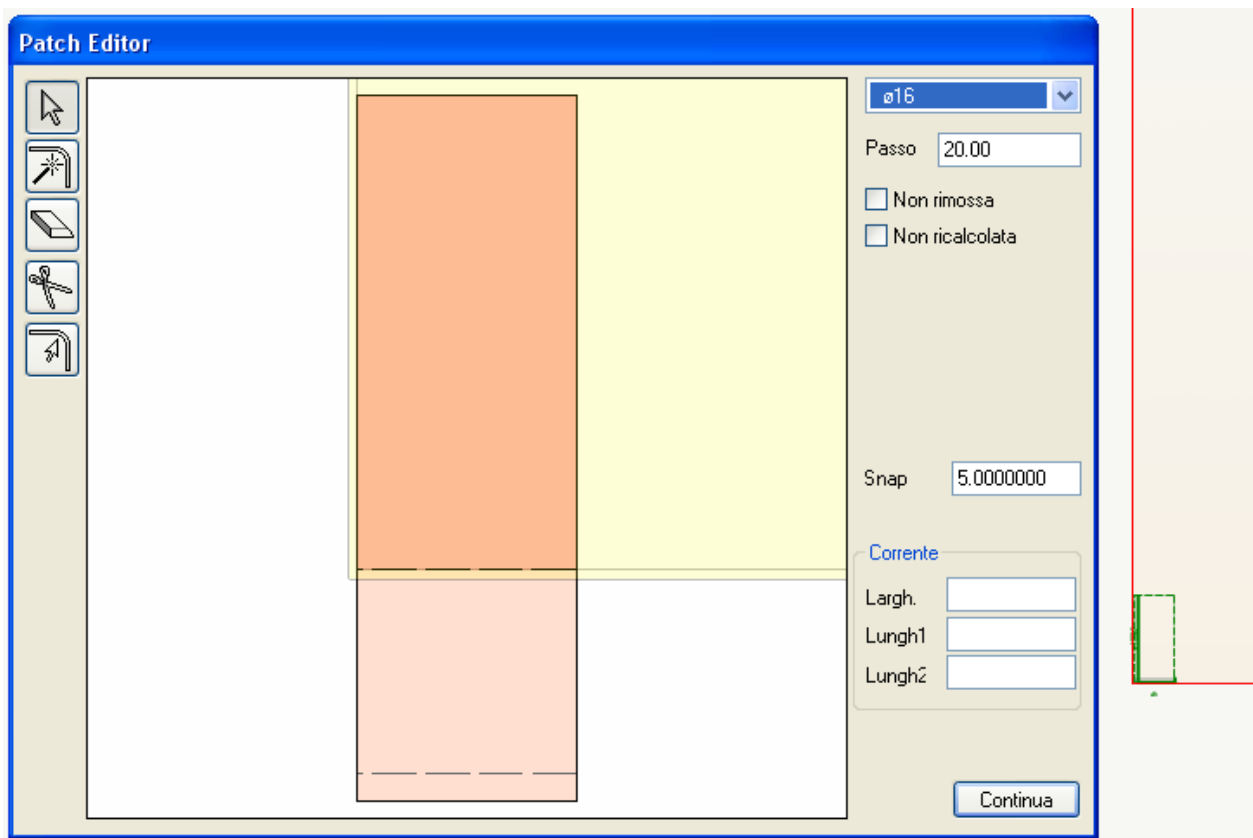
- modificare i patch;
- fondere i patch, se i limiti di sfrido assegnati lo consentono;
- generare un nuovo patch, di armatura diffusa o aggiuntiva a seconda che sia già presente sul gruppo strutturale un'armatura diffusa o meno;
- eliminare un patch;
- definire una linea di verifica, vedere capitolo [Le linee di verifica](#);
- spostare la posizione in cui nei patch viene posizionata la barra rappresentativa del patch; questo strumento consente anche di eliminare la barra (trascinandola fuori del contorno) o di aggiungerne altre cliccando nella posizione voluta.

Nozioni preliminari

Il patch editor, così come del resto tutto EasyWall, vede le barre disposte in “patch” cioè in campi definiti da una direzione unica delle barre e una forma unica delle barre (a meno talvolta della lunghezza che può essere “variabile”) e da una larghezza che è costante per tutto il patch. Il patch quindi, in sostanza, lo si può vedere come un “foglio” o, da un punto di vista strutturale, come un foglio di rete elettro-saldato.

L'editor segue questa impostazione e consente di modificare il patch agendo sul suo sviluppo piano, considerandolo cioè come un foglio aperto nelle sue piegature. Lo si può immaginare come quelle illustrazioni dove, per ottenere una forna scatolare sul foglio piano vengono segnate le linee di taglio e di piegatura.

Selezionando il patch voluto, dopo aver attivato l'icona della palette relativa, si apre il dialogo del patch editor che mostra lo sviluppo piano del patch selezionato. Per selezionare più agevolmente il patch voluto, può essere opportuno agire sulle opzioni di visibilità in modo che restino visibili solo quelli che si desidera selezionare eliminando sovrapposizioni.

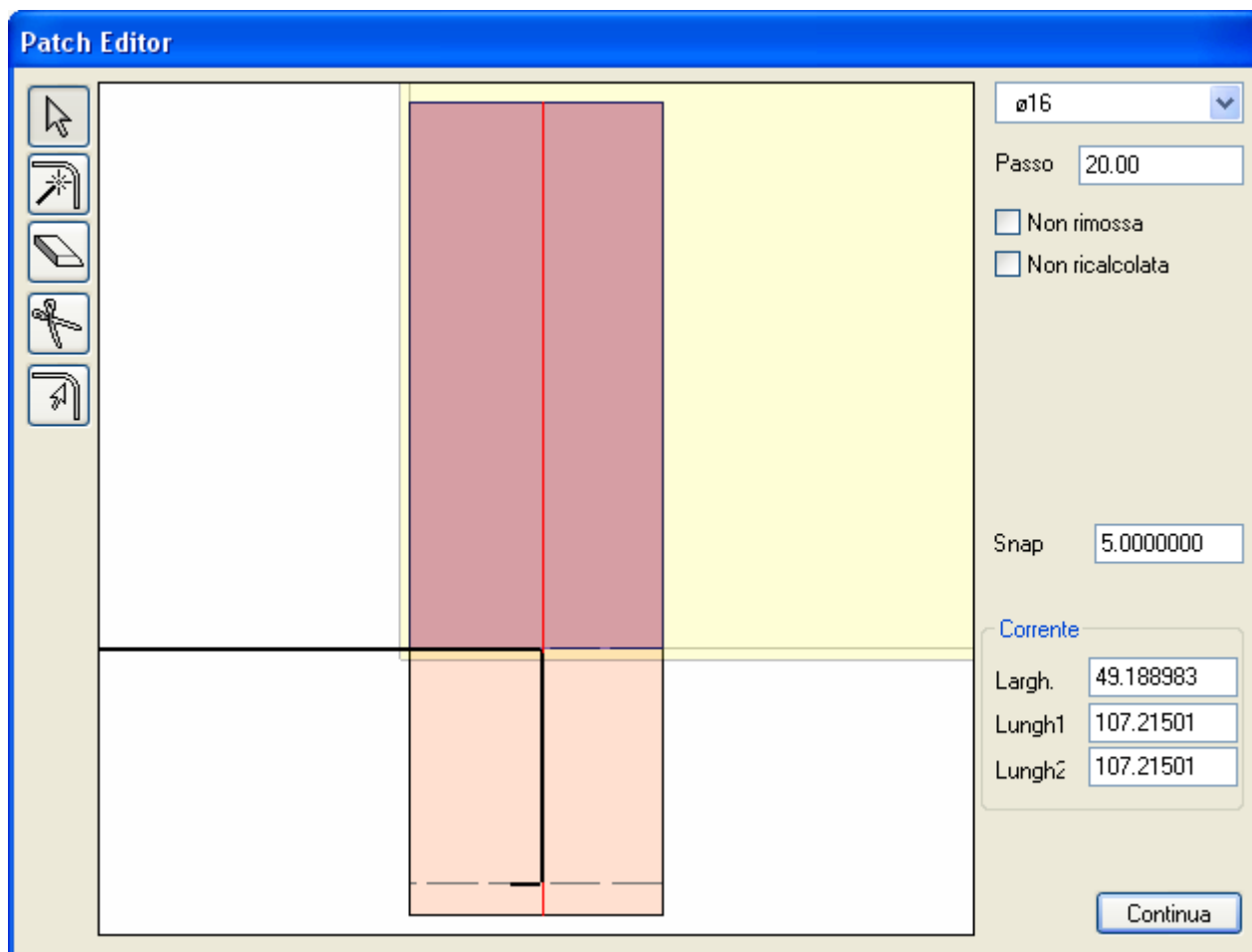


In figura si vede sulla destra, sullo sfondo il patch selezionato e nel dialogo il suo sviluppo. L'area in colore giallo è la proiezione del volume di calcestruzzo, dell'involucro cioè che deve contenere il patch. In colore più deciso il patch vero e proprio e in colore più chiaro lo sviluppo delle piegature eseguite per ancorare le barre.

Selezionando l'icona più in alto del dialogo, a forma di freccia (selezione), e cliccando sul patch, si visualizza la forma della barra di armatura.



Si vede immediatamente che la parte piegata è rappresentata dai campi in colore più tenue nel suo sviluppo piano con, in tratteggio, i punti di piegatura. Se infatti spostiamo il cursore su questi campi, la barra cambia modo di essere rappresentata in modo tale che il tratto rappresentato nello sviluppo sia sempre “giacente” su tale piano di sviluppo. Si veda la figura successiva.



Si noti anche, nelle figure, che le misure della zona selezionata sono riportate sulla destra e sono editabili. Vi sono due misure di lunghezza perché, come detto, la forma del patch può essere trapezoidale.

L'immagine nel dialogo può essere zoomata o traslata agendo con il tasto destro del mouse e con la rotella del mouse.

Inoltre, nelle operazioni grafiche vi è una funzione di "snap" che forza il cursore in posizioni significative che ricadano entro una distanza assegnata a dialogo dall'operatore.

Nota importante. Le operazioni di questo dialogo non sono annullabili. Fare quindi molta attenzione perché, ad esempio, la cancellazione di un patch può richiedere di effettuare addirittura un nuovo progetto per ripristinarlo! Fare attenzione soprattutto alla logica dei prompt, cioè dell'aspetto degli elementi del disegno che indicano, al passaggio del cursore, la fattibilità della operazione.

Oltre a queste informazioni geometriche dal dialogo si possono assegnare i diametri e il passo delle barre nonché alcune opzioni di comportamento che vedremo in seguito.

Le operazioni che si possono effettuare sono principalmente le seguenti:

- Modificare le dimensioni di un patch sia graficamente che numericamente
- Modificare la posizione delle linee di piegatura
- Aggiungere o eliminare campi di piegatura
- Eseguire un ancoraggio automatico
- Taglio di un patch e forature

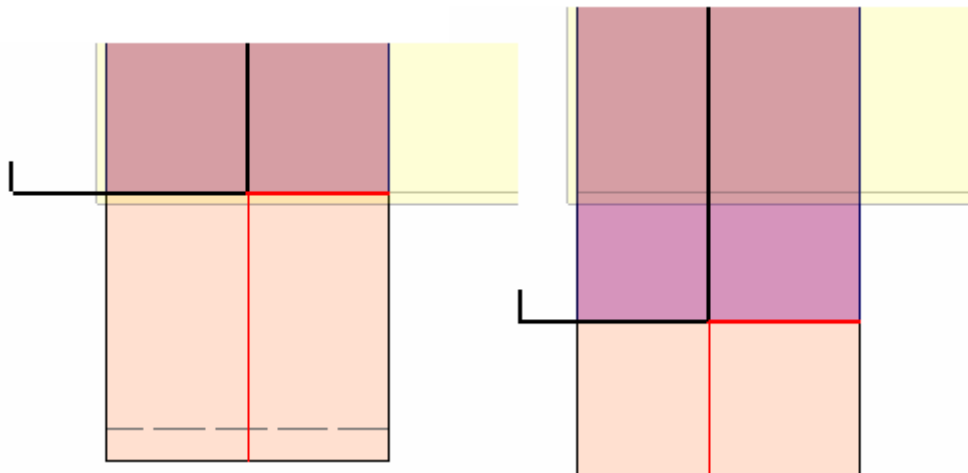
- Variare l'angolo di piegatura

Per altre operazioni sulle armature, si veda anche: [Modifica delle armature](#).

Le operazioni

Modificare le dimensioni di un patch

Oltre alla modifica numerica, molto intuitiva, si può agire graficamente. Selezionare l'icona di selezione della palette del dialogo e quindi la linea di confine del patch voluta e quindi trascinarla nel punto voluto. Notare che nello sviluppo dell'involucro in calcestruzzo, in colore giallo, sono rappresentati gli spessori di copriferro per un posizionamento accurato. Quando il lato da spostare è stato correttamente individuato dal cursore del mouse, viene rappresentato da una linea rossa. Solo allora si può iniziare il trascinamento.

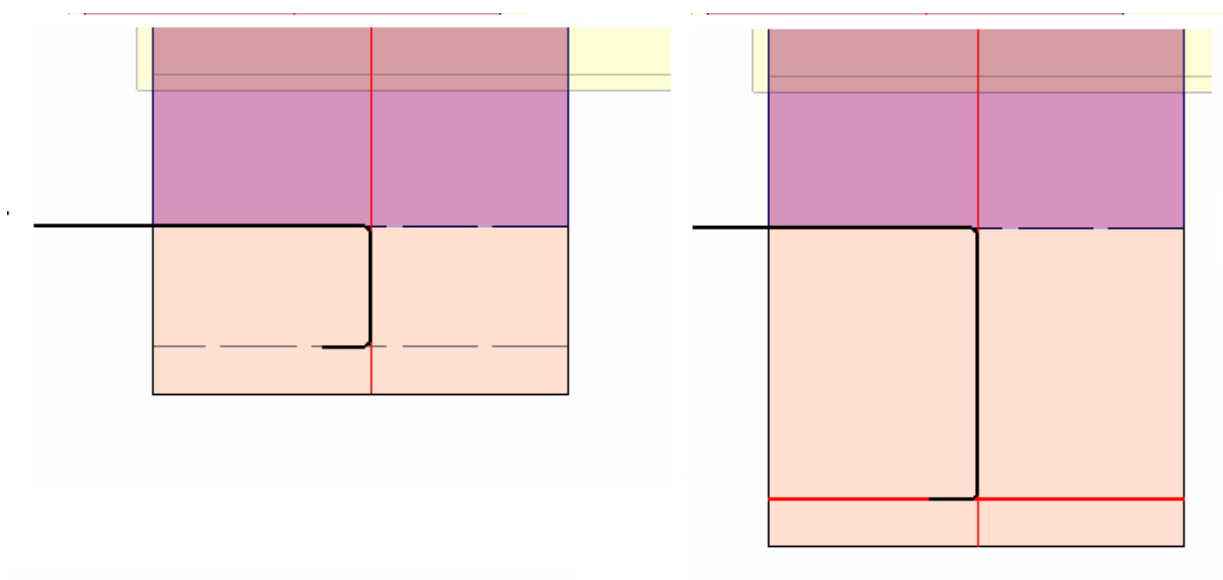


Notare che spostando il lato di un patch, ciò non avviene a detrimento della lunghezza e della forma delle piegature (ancoraggi) che vengono traslati anch'essi.

Agendo su tutto il segmento di bordo del patch si sposta tale segmento parallelamente a se stesso. Se si desidera formare invece un patch trapezoidale, ci si deve spostare su uno dei due estremi del segmento. Un pallino rosso indicherà che l'operazione è stata individuata e da allora si potrà trascinare questo estremo del segmento nella posizione voluta per ottenere una configurazione trapezoidale.

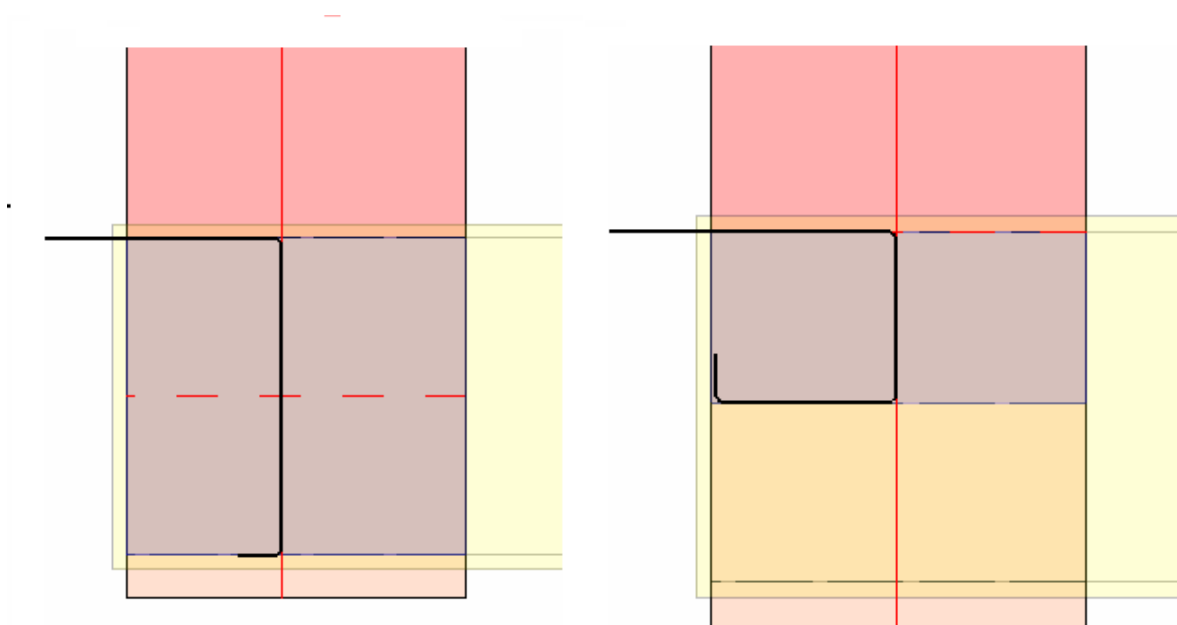
Modificare le linee di piegatura

Si agisce nello stesso modo usato per spostare il limite di un patch.



Aggiungere una linea di piegatura

Selezionare del dialogo l'icona più in basso, cliccare sul campo dove si vuole inserire la piegatura. Verrà rappresentata una linea rossa tratteggiata che seguirà il cursore del mouse. Posizionare la linea dove si desidera e cliccare con il mouse. In quel punto si formerà una nuova linea di piegatura.



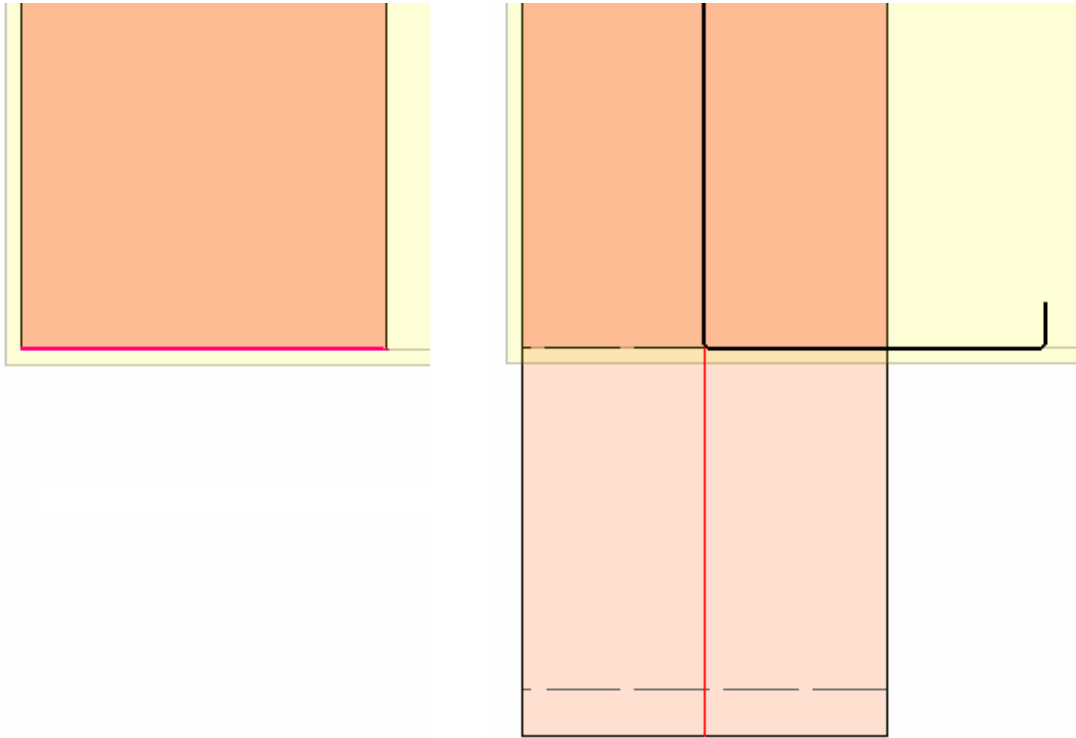
Notare che l'aggiunta di una piegatura non altera la lunghezza o la forma delle altre piegature.

Eliminare un campo di piegatura

Selezionare l'icona della gomma e spostarsi con il mouse sul campo da cancellare. Si noti che non si cancella la linea di piegatura (raddrizzamento) ma si intende eliminare tutto il tratto piegato. La logica è quella dell'editing di una barra dove si eliminano i tratti di barra piegati. Nella stessa logica, se si elimina un tratto intermedio anche tutti i successivi vengono eliminati in quanto cesserebbe la continuità.

Ancoraggio automatico

Selezionare l'icona di ancoraggio automatico, la seconda dall'alto. Posizionarsi sul lato da ancorare. La linea apparirà di colore rosso. Notare in figura che per un corretto ancoraggio, il patch termina esattamente nella linea di copriferro. Cliccare su tale linea rossa per ottenere l'ancoraggio automatico.



Taglio di un patch

Con l'icona a forbice attivata, spostarsi con il cursore sul campo del patch da tagliare. Si formerà una linea tratteggiata rossa indicare la linea di taglio. Se si toccano i limiti laterali del patch la linea di taglio cambia direzione. In tal modo di possono eseguire tagli orizzontali o verticali. Posizionata la linea ove si desidera, cliccando, il patch viene suddiviso. Suddividendo un patch in modo da isolarne un campo all'interno, tale campo può poi essere poi rimosso con la cancellazione per formare un foro.

Cambiare l'angolo di una piegatura

Con l'icona di piegatura attivata (l'icona più in basso) posizionarsi esattamente sulla linea di piegatura della quale si vuole cambiare angolo. Appena si sarà correttamente posizionati, apparirà il valore dell'angolo. Cliccando e tenendo premuto il tasto del mouse, spostarsi verticalmente fino a ottenere l'angolo voluto. L'angolo varia di intervalli di 5 gradi. Quindi rilasciar il tasto del mouse.

Zone fisse e non calcolate

Dal dialogo delle zone si può attribuire a una zona l'attributo di "Non rimossa". In questo caso durante il progetto, la zona con questo attributo non viene rimossa per essere sostituita, come di consueto, con le armature progettate, ma viene mantenuta inalterata e la sua armatura conteggiata nel fabbisogno di armatura nei punti di calcolo interni ad essa. Questa possibilità consente di assegnare un'armatura di propria scelta nei punti voluti della struttura e di progettare mantenendo valida questa propria scelta. Non possono ricevere questo attributo le armature diffuse e quindi, in questo caso, il check-box è disattivato.

Se una zona, oltre che definita "Non rimossa" viene anche definita "Non calcolata", la zona viene mantenuta invariata così come detto per le zone definite solamente "Non rimossa" ma nei punti interni a questa zona non viene eseguito il progetto di armatura e viene adottata solamente l'armatura assegnata. Questa possibilità consente di armare in modo voluto, evitando anche segnalazioni di errore, i punti singolari o critici di armatura dove vi siano, a esempio, concentrazioni di sforzo dovuti a forze concentrate o a altri fenomeni che il progettista intende risolvere in modo personale.

Verifiche ausiliarie

Le linee di verifica



Queste linee sono utilizzate per le verifiche di pannelli, tipicamente in muratura. Indicano una linea di sezione lungo la quale integrare le tensioni per avere sollecitazioni risultanti per eseguire verifiche lungo tale sezione. Il tracciamento si esegue attivando l'icona della palette del gruppo delle icone dei patch e quindi selezionando due nodi degli elementi. Con un doppio clic sull'icona di tracciamento si possono avere altre funzioni di gestione delle linee: cancellazione, attivazione di visibilità. Le linee sono automaticamente numerate in modo da poter avere un riferimento grafico immediato per le stampe dei risultati delle verifiche.

Verifica muratura

Questa funzione provvede alla verifica di pannelli murari secondo il metodo degli stati limite. La OPCM 3431, le Norme Tecniche per le costruzioni DM 14 settembre 2005 e l'Eurocodice 6 non differiscono sostanzialmente nel metodo di verifica che deriva dall'Eurocodice 6. Quindi questa funzione, se si opera con il metodo degli stati limite può essere impiegato con le citate normative.

Il metodo di verifica allo stato limite previsto dalle normative si riferisce al comportamento globale dell'intero pannello considerato a comportamento assimilabile ad una trave e cioè sollecitato nel suo complesso con sollecitazioni assiale, di taglio nel piano, di flessione fuori del piano. L'uso del metodo degli elementi finiti è non solo ammesso ma assolutamente consigliabile anche per il progetto di strutture in muratura in quanto, oltre alla nota potenza del metodo, consente una accurata modellazione sia di geometrie complesse sia di elementi strutturali ausiliari importati come catene, tiranti, cordoli, irrigidimenti, impalcati di rigidità voluta etc.

Il metodo degli elementi finiti consente di avere le tensioni nei nodi della mesh. Aspetto, notoriamente, assolutamente desiderabile. Anzi, anche in edilizia si è salutato, più di venti anni fa, il superamento del modello di setti tramite elementi monodimensionali come un grande e desiderabile progresso. Infatti una delle critiche più forti a questo modello semplificato è legato al fatto che le sezioni nei setti non si conservano affatto piane e quindi le tensioni non hanno affatto un andamento lineare nella sezione. Però il metodo di verifica imposto dalla normativa costringe, nolenti i volenti, a "ricostruire" il modello di sforzi adeguato alle verifiche richieste desumendolo dal modello ad elementi finiti.

Questo nostro approccio quindi salva la possibilità di usare tutta la generalità del metodo degli elementi finiti e salva

l'impiegabilità di programmi stabili, potenti collaudati come Nòlian, senza costringere, oltretutto, l'utilizzatore ad acquistare altri programmi specifici. Non ci è noto che questo metodo si stato adottato da altri produttori. In ogni caso è una nostra soluzione originale che soprattutto evita il progettista l'obbligo di usare e acquistare altri programmi specializzati.

Il metodo con il quale otteniamo le sollecitazioni equivalenti a quelle della trave inflessa desumendole da un modello al continuo, è quello di eseguire una integrazione numerica lungo una sezione del continuo. L'integrazione numerica delle tensioni consente di ottenere, sulla sezione di verifica, le tre sollecitazioni necessarie per le verifiche secondo normativa.

Questo metodo ha un vantaggio ancora che è quello di poter eseguire le verifiche in qualsiasi sezione comunque prescelta.

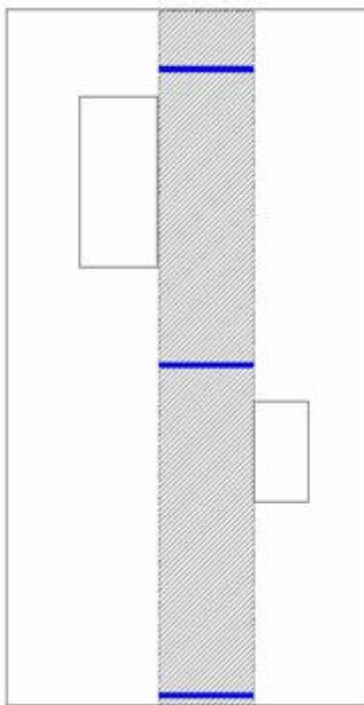
Un altro notevole vantaggio di questo metodo è quello di non dover definire i pannelli in fase di analisi con tutte le incertezze che si avrebbero usando questa schematizzazione semplificata e quindi conseguendo il vantaggio di non alterare l'analisi corrette a priori che possono poi rivelarsi infelici. Solo al momento della verifica si scelgono i "pannelli" ai fini quindi della sola verifica.

Ricordiamoci che un pannello è definito come un elemento continuo senza aperture e quindi per le verifiche basta individuare questi elementi continui e scegliere, lungo di essi, le sezioni da verificare. Ovviamente, non essendo stati costretti a una predefinizione dei pannelli, le verifiche si possono fare e ripetere in più sezioni come si desidera senza alcuna difficoltà.

Va notato chiaramente che il segmento di verifica che individua la sezione di verifica anche nell'interfaccia del programma ha significato non solo nella posizione ma anche nella lunghezza in quanto la lunghezza del segmento specifica la larghezza del pannello e quindi modifica il valore dell'intervallo di integrazione quindi il calcolo delle azioni risultanti. Cioè, il segmento che indica la sezioni di verifica DEVE essere lungo quanto il pannello che si è individuato.

Si rileva che con questo metodo si possono eseguire verifiche in qualsiasi sezione del pannello. Se, ad esempio, si esegue una verifica per azioni del vento il momento massimo, nell'ipotesi di appoggio articolato del pannello, si troverà a metà interpiano e non nella sezioni di piano dove, abitualmente si conduce la verifica.

Nell'immagine che segue, l'individuazione di un pannello e tre ipotetiche sezioni di verifica (in colore blu).



Desideriamo notare che una integrazione numerica è condotta sui valori nodali e quindi più sono i nodi più è accurato il risultato e, comunque, il metodo di integrazione ha delle approssimazioni numeriche per le quali non è certamente possibile trovare risultanti esattamente eguali alle forze agenti. Quindi ci si deve aspettare uno scostamento che è insito sia nella

discretizzazione del metodo degli elementi finiti sia nella integrazione numerica stessa. Infittendo la mesh, l'approssimazione migliora. In ogni caso si hanno risultati sempre significativi ai fini delle verifiche. Un'altra osservazione è legata alle perturbazioni delle tensioni al vincolo. Queste perturbazioni sono dovute sia all'effettivo andamento delle tensioni ai vincoli sia a perturbazioni di carattere numerico. Una verifica in una sezione distanziata dal vincolo di una distanza almeno pari allo spessore dell'elemento, dà in genere migliori risultati.

Le verifiche

Le verifiche vengono condotte automaticamente per tutte le combinazioni di carico formate in automatico come per il progetto degli elementi in calcestruzzo.

Una volta disponibili le sollecitazioni sulla sezione, le verifiche vengono condotte come previsto dalla normativa. Le verifiche per le sollecitazioni nel piano sono molto banali.

Più elaborata la verifica per forze fuori del piano. Le norme in vigore riprendono sia l'Eurocodice che il DM del 87 e sono queste indicazioni a essere impiegate in questa verifica.

Secondo questa impostazione, si ha una riduzione della forza assiale ultima in funzione dell'eccentricità del carico verticale. L'eccentricità può avere varie origini. È dovuta a sollecitazioni esterne (a esempio il vento) e alla eccentricità dei carichi verticali. L'eccentricità dovuta ad azioni esterne viene calcolata da questa funzione in quanto sono sollecitazioni comprese nel modello di calcolo. La eccentricità dovuta invece alla disposizione dei carichi verticali non è generalmente rappresentata nel modello e quindi tale eccentricità (indicata con e nelle Norme Tecniche) deve essere valutata e assegnata dall'operatore.

Inoltre, è necessaria, nel calcolo, la snellezza del pannello e questa è calcolata in base alla lunghezza libera di inflessione. Tale lunghezza è pari all'interpiano a meno di un coefficiente (ρ delle Norme Tecniche) che dipende dalla situazione di vincolo laterale. Anche questo coefficiente, insieme all'interpiano, deve essere assegnato dall'operatore.

Questa funzione prevede un'opzione da impiegare però con cautela. Tale opzione permette di non considerare il momento fuori piano (e quindi l'eccentricità che ne deriva) presente nel modello calcolato. Questa opzione è stata adottata perché molto spesso non si modellano correttamente i vincoli a cerniera cilindrica (articolazione di piano) del pannello e questo potrebbe comportare momenti flettenti considerevoli all'impalcato. Questa opzione deve essere usata solo se si è perfettamente consapevoli di quanto si sta escludendo dalla verifica. Si ricorda che, nella modellazione è comunque molto opportuno introdurre le cerniere cilindriche.

ATTENZIONE Se si ha una forza assiale di trazione, la verifica del pannello non è mai soddisfatta. Si faccia attenzione che in questo caso la forza assiale esposta dal nodo non è negativa, bensì nulla.

I segmenti di verifica

Questa funzione opera su delle sezioni predefinite inserite nel modello. Come detto, queste sezioni sono dei segmenti, generalmente orizzontali e di larghezza pari a quella del pannello da verificare. Questi segmenti si tracciano attivando l'icona della palette del gruppo dei patch e quindi cliccando su due nodi del modello di elementi finiti. Con un doppio clic sulla stessa icona, si apre un dialogo che consente di attivare la cancellazione su selezione dei segmenti e di renderli visibili o meno. I segmenti vengono automaticamente numerati.

Il motivo per cui si è deciso di avere dei segmenti permanenti è quello di poter avere una rappresentazione grafica molto immediata delle sezioni di verifica facilmente collegabili ai dati numerici delle stampe attraverso l'indice che li identifica. Oltre a questo, le linee hanno due colori: verde e rosso. Verde al momento del tracciamento. Dopo la verifica i segmenti ove la verifica non abbia avuto successo hanno colore rosso.

Attivazione delle verifiche

Attivata la funzione, si devono selezionare le sezioni di verifica. La selezione può essere effettuata come di consueto: singola multipla tramite tasto delle maiuscole, a lazo, globale tramite combinazione di tasti ctrl-A. Una volta eseguita la selezione, e assegnati i valori dei materiali e delle eccentricità, nel dialogo vengono subito riportati i risultati della verifica. Materiali ed eccentricità sono gli stessi per tutte le verifiche e non possono essere associati ai singoli segmenti. Se i valori cambiassero da sezione a sezione, eseguire le verifiche per gruppi omogenei cambiando i valori e, se si eseguono le stampe, usare l'opzione "Append" per avere tutti i risultati su un unico file. Il significato della eccentricità è illustrato sopra, nel paragrafo relativo alle verifiche.

Poiché le combinazioni degli sforzi possono essere molte, secondo la normativa, non vengono presentati i risultati per tutte le singole combinazioni ma solo i valori peggiori (in termini di maggior fattore di sfruttamento) per ognuna delle verifiche. Si: nel dialogo che nelle stampe viene riportato l'indice della combinazione per la quale sono riportati i risultati della verifica.

Se si sono selezionati più segmenti di verifica si può scegliere il segmento voluto tramite i bottoni freccia. Il comando "Mostr peggiore" mostra in automatico i dati del segmento per cui il coefficiente di sfruttamento delle tre verifiche è massimo.

Le stampe (intendendo per "stampe" il salvataggio su file di testo da allegare alla relazione di calcolo) possono avvenire per tutti i selezionati o solo per quello mostrato a dialogo. Il dialogo di scelta del file di salvataggio del file dei risultati consente di attivare l'opzione "Append". In questo caso le stampe successive vengono aggiunte al file prescelto già esistente senza cancellare gli eventuali dati precedenti.

Verifica delle travi in muratura

La verifica delle travi in muratura avviene in modo del tutto analogo a quello dei pannelli e cioè secondo sezioni verticali condotte sulle trave da verificare. Il metodo di verifica è quello esposto nella OPCM 3431 del 3/5/05 al punto 8.2.2.4 ripreso, senza modifiche, dalle Norme Tecniche del 23/09/2005 al punto 5.4.6.2.5. Poiché vi sono delle leggere modifiche, previste dalla normativa, tra la verifica dei pannelli e delle travi nel caso non siano note le forze assiali per la presenza di piano infinitamente rigido, questa funzione consente di scegliere, nel dialogo dei materiali, il metodo che si vuole adottare. Se si seleziona l'opzione "Automatico" la funzione automaticamente impiega il metodo delle travi per le sezioni di verifica parallele all'asse globale Z (cioè "verticali").

Nel metodo di verifica delle travi si sono fatte le seguenti assunzioni e vi sono le seguenti limitazioni:

- si assume che l'azione assiale non sia nota in quanto la trave è in corrispondenza di un solaio infinitamente rigido o di un cordolo adeguato adottando quindi quanto previsto per tale situazioni dalla normativa suddetta.
- la resistenza a trazione dell'elemento teso disposto orizzontalmente (cordolo) si assume sia almeno eguale a $0.4 f_{hd} t$ dove f_{hd} è la resistenza a compressione, in direzione orizzontale della muratura.
- si assume che la resistenza a compressione verticale f_{vd} e orizzontale f_{hd} coincidano (nel dialogo non è prevista cioè un doppia immissione di dati per le due resistenze)
- Si ha il limite seguente: non essendo disponibile, per rendere più immediato l'uso di questa funzionalità, la lunghezza l_x della trave, si assume che il taglio ultimo sia sempre maggiore a quello dovuto al momento ultimo e cioè a $2 M_u / l$. Cosa assolutamente plausibile nella maggior parte dei casi. Questa verifica si può fare, se lo si ritiene necessario, anche facilmente con i dati della verifica a dialogo. Infatti perché il taglio ultimo per flessione sia maggiore o eguale a taglio ultimo T_u , la lunghezza l_x deve risultare: $l_x < 2 M_u / T_u$. I valori M_u e T_u sono disponibili nel dialogo.

Verifica della muratura armata

La verifica della muratura armata non differisce sostanzialmente dalla verifica della muratura ordinaria, salvo che la presenza della armature richiede una analisi non lineare della sezione presso-inflessa.

Per le sollecitazioni flessionali nel piano, la verifica viene effettuata a presso flessione deviata lungo l'asse della muratura considerando la armatura disposta lungo una linea centrale a passo assegnato. Si considerano le esatte posizioni delle barre. La verifica viene condotta con un metodo non lineare considerando un legame costitutivo della muratura di tipo parabola rettangolo. I limiti di deformazione sono quelli previsti dalla normativa e cioè 0.0035 per il calcestruzzo e 0.01 per l'acciaio.

Il "fattore di sfruttamento" esposto a dialogo nella verifica è il moltiplicatore delle sollecitazioni N_x e M_z (azione assiale e momento flettente nel piano) tale che il punto $[\mu N_x; \mu M_z]$ sia sul bordo del dominio di interazione della forza assiale e del momento flettente. Quindi se tale valore è unitario, il punto di sollecitazione $[N_x; M_z]$ è esattamente sul bordo del dominio. Un valore invece $\mu = 0.5$ indica, a esempio, che il punto si trova nel dominio a una distanza 0.5 volte quella dal bordo del dominio, nella direzione della sollecitazione.

Se il fattore di sfruttamento μ è inferiore al valore 0.01, non ne viene calcolato l'esatto valore inferiore in quanto ingegneristicamente irrilevante e computazionalmente invece inutilmente oneroso. Quindi il minimo valore del fattore di sfruttamento esposto a dialogo è 0.01. Valore per il quale, si ricorda, il punto è già abbondantemente all'interno del limite ammissibile. Di conseguenza anche il momento limite esposto a dialogo è inferiore a quello effettivo essendo, come si diceva, inutile la sua valutazione visto che è già stato accertato che il momento limite è almeno 100 volte superiore a quello di calcolo.

La verifica per forze fuori del piano viene eseguita esattamente come descritto per la muratura ordinaria. Qualora il pannello sia in trazione, la verifica per azioni fuori piano si assume non superata.

La verifica delle travi in muratura viene eseguita come fossero in muratura ordinaria. Se si desidera effettuare la verifica come i pannelli armati, si può ottenere tale verifica attivando l'opzione "pannelli" dal dialogo dei materiali.

I valori di resistenza dei materiali sono assunti, per la muratura pari alla resistenza assegnata divisa per il coefficiente di sicurezza pure assegnato, per l'acciaio la resistenza da assegnarsi è quella di progetto e quindi deve essere già divisa per gli opportuni fattori di sicurezza secondo le diverse normative adottate.

La verifica a taglio viene eseguita come indicato da OPCM 3431 del 3/5/05. Si rileva solo che nel dialogo l'area della staffa si intende l'area complessiva di tutti i bracci della staffa posti in direzione parallela all'asse della parete.

Per attivare la verifica della muratura armata si deve attivare il check-box del dialogo delle armature.

Verifica stabilità fondazioni superficiali

Questa funzione consente di verificare la resistenza ultima di una trave di fondazione. La teoria adottata è quella dovuta ad Hansen [Hansen, J. B., "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity", Danish Geotechnical Institute Bull. 28, Copenhagen, 1970] esposta anche in Bowles [Bowles, J. E., "Foundation Analysis and Design", McGraw-Hill Inc., 1978]. Si rimanda ai testi citati per l'esposizione della teoria del metodo.

I dati relativi al terreno vanno assegnati dall'operatore e sono i seguenti:

- angolo di attrito interno in gradi
- densità del terreno
- coesione

Parametro	Valore
Angolo attrito interno (°)	30.0000
Coesione	0.000000
Densità terreno	0.002000
Larghezza fondazione	80.0000
Profondità fondazione	0.000000

Per la trave di fondazione si devono assegnare:

- Larghezza della fondazione sul suolo
- Profondità di posa

Entrambi questi valori vengono assunti per le verifiche di tutti gli elementi selezionati. Se tali valori dovessero cambiare da trave a trave, occorre fare le verifiche separatamente assegnando i valori necessari.

L'azione dei momenti sulla fondazione viene tenuta in considerazione tramite la riduzione delle dimensioni della fondazione in modo da riportare la risultante al centro della dimensione ridotta secondo il metodo indicato da Meyerhof e Hansen e descritto da Bowles nel testo citato.

Si tiene conto anche della forza orizzontale lungo l'asse della fondazione sempre secondo la teoria di Hansen.

Questa funzione opera con i criteri di verifica delle murature, alla descrizione del quale si rimanda per maggior informazioni. Sostanzialmente, basandosi questa verifica sulla integrazione delle sollecitazioni lungo una sezione, consente di operare anche ove non si sia adottata nel modello (come il più delle volte si usa fare) una trave di fondazione. Quindi questa verifica si può eseguire con qualsiasi modello si sia adottato per la fondazione.

La verifica quindi opera sulle linee di sezione come per la muratura e tali linee devono essere definite prima della verifica.

Parametro	Valore
Calcolo	3506.3742
Ultimo	12345.192
Combinazione	17
Fattore	0.28402752
Verificato	SI

I risultati della verifica si ottengono a dialogo e riportano la massima forza verticale agente e la portanza. Il rapporto tra queste ultime è il fattore di "sfruttamento" (inverso del fattore di sicurezza) per cui valori superiori all'unità indicano una verifica non soddisfacente.

Per le altre modalità operative del dialogo si rimanda alla descrizione relativa alla verifica delle murature.

Archiviazione

EasyWall non è un programma autonomo in quanto deve ricevere i dati da elaborare da Nòlian. EasyWall è quindi in grado di leggere direttamente i documenti formati con il programma Nòlian. Nòlian consente di formare documenti contenenti tutti i dati necessari ai suoi post-processor tra i quali, appunto, EasyWall. Nel dialogo di registrazione dei dati di Nòlian occorre specificare le unità di misura usate nell'immettere i dati in Nòlian.

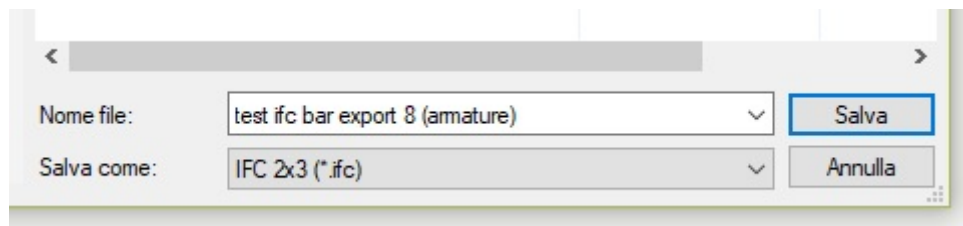
Registrare un documento

Nòlian ed i suoi post-processor condividono lo stesso documento. Ogni post-processor modifica i dati comuni ed aggiunge dati propri al documento. I file salvati in EasyWall possono essere riletti in Nòlian. Il dato comune che viene modificato da EasyWall è la sezione degli elementi che è disponibile quindi anche in Nòlian dopo la modifica. I file registrati in EasyWall annullano i dati dell'analisi che quindi non sono più disponibili in Nòlian. In caso si sia effettuato un merge degli sforzi, vengono registrati tutti gli sforzi letti. Se si modifica la posizione o si cancella il documento da cui si sono letti i dati, mentre il programma è in uso, la registrazione non potrà più essere effettuata.

Esportazione in formato IFC

IFC (Industry Foundation Classes) è un formato pubblico e neutrale per l'interscambio di modelli nel settore delle costruzioni. Il suo scopo è di integrare tutte le informazioni utili a gestire il ciclo di vita del manufatto, dalla progettazione alla costruzione, dalla manutenzione alla demolizione. In tal senso costituisce il formato standard per l'interoperabilità nell'ambito della metodologia BIM.

EasyWall è in grado di esportare file IFC nelle versioni **IFC2x3 TC1** e **IFC4 ADD2 TC1**. Le entità generate sono del tipo *IfcReinforcingMesh*, appartenenti al gruppo *Structural Elements Domain*. Per iniziare la procedura, attivare il comando "Esporta IFC armature..." e scegliere nome, posizione e formato del file da esportare.



Dopo aver confermato le scelte, appare una finestra che consente di decidere separatamente se esportare le armature definite in EasyWall e EasyBeam (se presente) e quale colorazione assegnare alle barre.

Esportazione IFC

☒ Esporta armature da EasyBeam

☒ Esporta armature da EasyWall

☐ non usare colori

☐ colora per categoria

☒ usa colori dell'archivio barre

EasyBeam principale: blu
 EasyBeam staffe, plinti: verde
 EasyWall principale: grigio
 EasyWall aggiuntiva: rosso

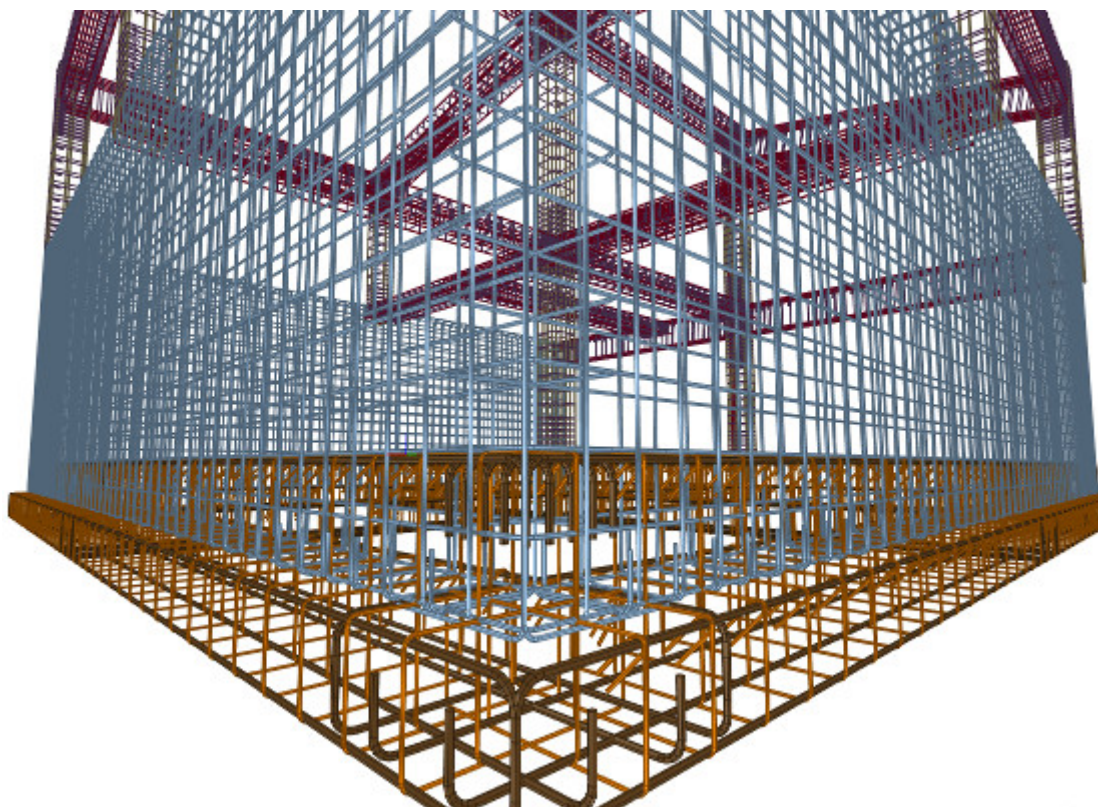
Archivio barre

OK Annulla

Le opzioni possibili per la colorazione sono:

- omettere la specifica dei colori
- assegnare un colore in base all'impiego della barra:
 - blu per l'armatura principale in EasyBeam
 - verde per le staffe in EasyBeam
 - grigio per l'armatura principale in EasyWall
 - rosso per l'armatura aggiuntiva in EasyWall
- utilizzare i colori specificati nell'**Archivio barre** per ciascun tipo di barra

Qui sotto un esempio di modello IFC esportato da EasyWall.

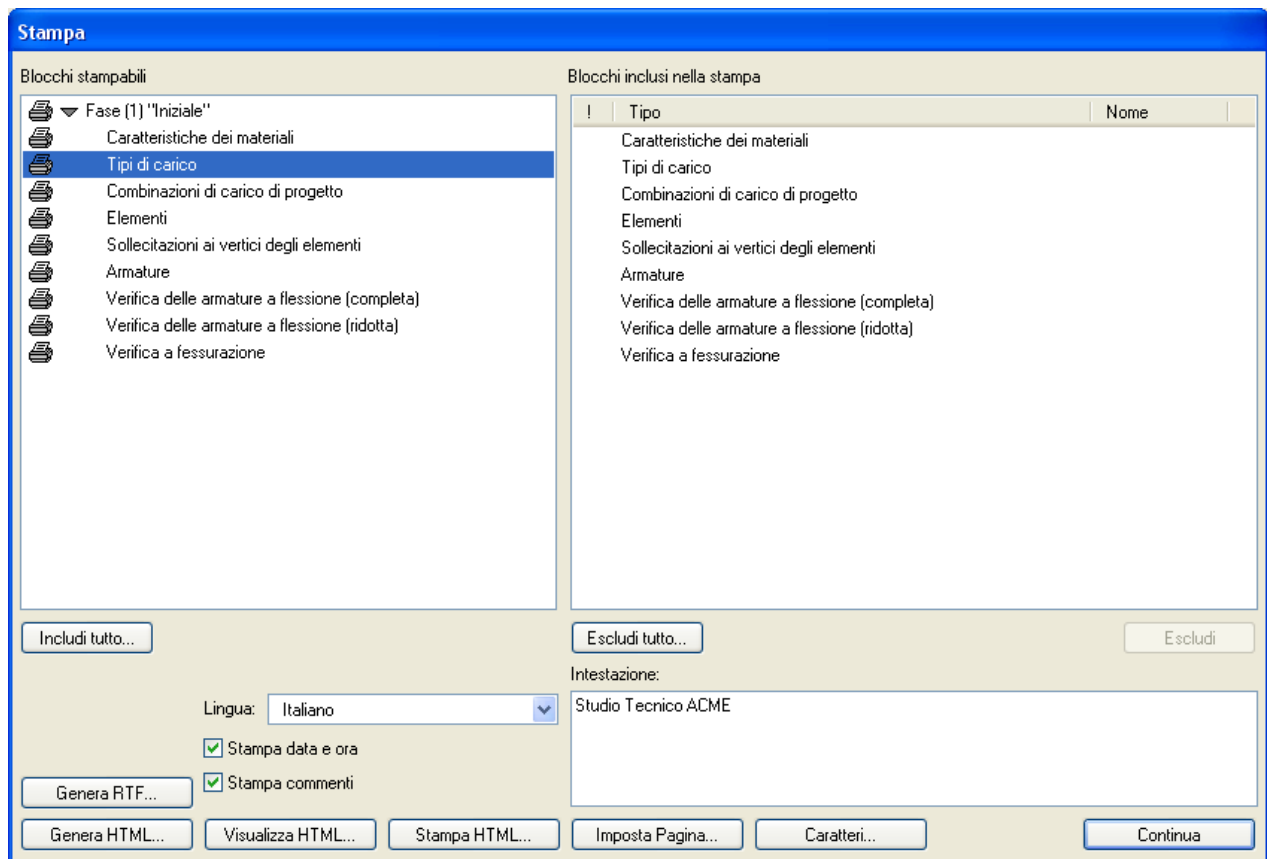


Stampa



La stampa è "tematica" nel senso che si possono stampare gli argomenti desiderati scegliendoli dal dialogo di configurazione delle stampe. La configurazione delle stampe avviene tramite un dialogo cui si accede tramite un doppio clic sull'icona delle stampe. La stampa avviene selezionando l'icona e quindi gli elementi i cui dati si desidera vengano stampati. Alcuni dati sono di carattere generale (materiali, condizioni di carico etc.) e vengono riportati una sola volta nelle stampe anche se si selezionano più elementi. Per stampare i dati di carattere generale è comunque necessario selezionare almeno un elemento

Stampa standard



Selezione degli elementi

Qualora si desiderino stampare i dati e le verifiche di alcuni elementi soltanto, cioè è possibile. Prima di attivare l'icona della palette, tenere premuto il tasto delle maiuscole e, sempre tenendolo premuto, selezionare gli elementi voluti. Quindi fare un clic del mouse vuoto per accettare la selezione.

Selezione temi di stampa

Attivata l'icona di stampa e selezionati gli elementi voluti, si apre un dialogo che sulla sinistra riporta i temi di stampa che possono essere elencati sulla destra, e cioè prescelti per essere stampati, semplicemente agendo sull'icona che contrassegna i temi. L'ordine può anche essere cambiato con un semplice trascinamento nella lista.

Formati di stampa

La stampa, o più propriamente la formazione di un file, può avvenire in formato HTML o RTF. Nel caso di stampa in HTML, vi è un visore di tale formato che consente una visualizzazione ed eventuale stampa immediata del testo.

Temi di stampa

I temi di stampa sono i seguenti.

Materiali

Vengono indicate caratteristiche dei materiali ed il metodo di calcolo (tensioni ammissibili o stati limite). Nel caso della stampa completa con il metodo degli stati limite, vengono riportati anche i coefficienti di sicurezza parziale dei materiali.

Tipi delle condizioni di carico

Per ogni condizione di carico viene indicato il tipo di carico assegnato dall'operatore.

Coefficienti delle combinazioni automatiche

Vengono indicati i valori assegnati dall'operatore per la formazione delle combinazioni di carico in automatico. Nel caso del metodo delle tensioni ammissibili, tali valori non vengono stampati in quanto sempre unitari.

Combinazioni di carico

Vengono riportate in forma simbolica tutte le combinazioni di carico impiegate nel progetto. Per ogni combinazione vengono riportati, concatenati dal segno <+>, i nomi delle condizioni di carico base ed il moltiplicatore, con segno algebrico, impiegato per la formazione di tali condizioni base. Nel caso del metodo delle tensioni ammissibili, i moltiplicatori sono sempre unitari. Le combinazioni sono identificate da un indice.

Sforzi nell'elemento

Vengono riportate, per ciascun elemento e per ciascuna condizione di carico, le sollecitazioni di progetto nei nodi dell'elemento. I valori di sollecitazione vengono riportati, in colonna, per i nodi e vengono identificati con i simboli consueti.

Dati dell'elemento

Vengono riportati i dati degli elementi per la identificazione dell'elemento, le coordinate dei nodi e lo spessore.

Armature

Vengono riportate le quantità di armatura ai nodi dell'elemento.

Verifica delle armature

La stampa delle verifiche si riferisce a tutti i nodi dell'elemento. La verifica viene effettuata al momento della stampa per tutte le combinazioni di carico e con i parametri dei materiali e di progetto attivi al momento della stampa. La stampa delle verifiche avviene riportando il coefficiente di sicurezza come esposto nel capitolo dedicato alle verifiche. Nella stampa completa vengono riportate le verifiche per tutti i nodi dell'elemento, in quella ridotta viene riportato il coefficiente di sicurezza minimo su tutto l'elemento. Vengono riportati: l'indice dell'elemento l'indice del nodo, il coefficiente minimo di sicurezza, l'indice della combinazione per la quale si è verificato il coefficiente minimo.

ATTENZIONE: Il calcolo del coefficiente di sicurezza minimo su tutte le combinazioni è un procedimento lento. Si consiglia di selezionare solo gli elementi significativi per la documentazione. In ogni caso, tempi lunghi, anche di parecchi minuti, sono possibili.

Stampa mirata



Tramite un doppio click sull'icona della stampa nella palette, è possibile attivare un "filtro" che consente di selezionare e stampare i dati e i risultati limitatamente agli elementi con le caratteristiche sotto indicate. Per attivare il filtro, attivare l'opzione "Attiva questo filtro per la stampa".

Inoltre si può scegliere se limitare le stampe ad un solo elemento per ogni criterio oppure un solo elemento per ogni criterio e per ogni parete.

I criteri di selezione sono:

- maggiore armatura
- maggiore sollecitazione flessionale
- maggiore sollecitazione membranale.
- minore coefficiente di sicurezza

Il sistema CAD

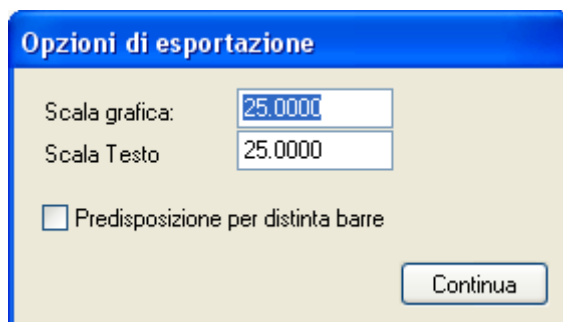


In questa sezione si descrive il sistema CAD necessario per la definizione degli esecutivi delle armature. Più precisamente si descrive come [esportare i disegni nel BIC](#) ed ottenere una [distinta delle armature](#).

Esportare i disegni nel BIC

Il sistema CAD di EasyWall, detto "BIC" è un CAD bidimensionale integrato che consente di gestire tutte le rappresentazioni grafiche esecutive. Il "BIC" è comune a tutti i programmi di EasyWorld che necessitano dell'elaborazione grafica dei risultati. Le istruzioni per l'uso del BIC sono descritte nell'apposito manuale. La fase di progetto e la fase di rappresentazione grafica sono nettamente distinte in EasyWall. Per rendere più intuitiva la generazione delle rappresentazioni grafiche, qualsiasi rappresentazione a schermo può essere "esportata" su foglio da disegno e in qualsiasi scala grafica. La rappresentazione delle armature per zone di armatura regolarizzate è impiegabile come base degli esecutivi. Per esportare qualsiasi rappresentazione su foglio di disegno, selezionare l'icona di esportazione . Il disegno verrà generato in memoria per consentire di scegliere il foglio e la posizione sul foglio dove riprodurlo. È quindi possibile scegliere il foglio da disegno voluto e trasferire il disegno. Se non si è già aperta una finestra con un foglio, si può generare un nuovo foglio dal menu "Esecutivi". Il formato del foglio può essere definito dalla voce di menu "Formato iniziale..." del menu "Esecutivi". Il tipo di rappresentazione viene scelto dal dialogo di esportazione. Vedere il capitolo "Rappresentazione delle armature". Una volta caricato in memoria il disegno e attivato il foglio voluto, il cursore si trasforma in una squadretta che indica il margine in basso a sinistra del disegno. La squadretta consente di posizionare il disegno sul foglio nel modo voluto. Facendo clic su tale punto, il disegno verrà riprodotto sul foglio. Il sistema CAD associato al foglio consentirà di apportare tutte le modifiche grafiche volute.

Opzioni di esportazione



Scala grafica

Consente di assegnare la scala grafica alla quale saranno esportati i disegni.

Scala testo

Si può assegnare una scala diversa per le dimensioni del testo in modo da poterne decidere le dimensioni rispetto alla parte grafica.

Predisposizione per distinta barra

Se non si attiva questa opzione, la distinta delle barre nel BIC non potrà essere effettuata. Se non se ne ha bisogno, disattivando questa opzione si ottiene un disegno più curato, simile a quello a video.

Distinta delle armature

Dal foglio del sistema CAD è possibile ottenere una distinta di tutte le barre di armatura rappresentate nel foglio. La distinta di tipo grafico e può essere posizionata sul foglio stesso oppure su un nuovo foglio. Per ottenere la distinta della armature, attivare la voce Distinta ferri dal menu Distinta. Appena terminata l'elaborazione, il cursore si trasformerà in una squadretta che indica l'angolo in alto a sinistra del disegno della distinta. Posizionare il cursore nel punto voluto del foglio a fare clic con il mouse. Se si vuole disporre la distinta su un altro foglio, generare un nuovo foglio e quindi posizionare la distinta nel punto voluto. La distinta comprende tutte le barre delle zone di armatura disegnate sul foglio. La distinta viene redatta su informazioni associate automaticamente agli elementi grafici nell'atto di importazione nel sistema CAD. Barre quindi aggiunte dall'operatore non verranno considerate nella distinta così come la cancellazione di elementi grafici potrà comportare una incompletezza della lista dei ferri. La lista conterrà solo le barre di zone di armatura rettangolari in quanto per quelle di forma diversa, le lunghezze delle barre sono variabili. La generazione della distinta causa la generazione, o l'aggiornamento, delle posizioni, ovvero della numerazione progressiva di tutte le zone regolari di armatura. Per quanto riguarda l'unità di misura, all'atto dell'esportazione viene associata al foglio l'unità di lunghezza attiva. I passi di armatura verranno considerati in tale unità nella distinta ferri. Se si esportano disegni a scale diverse sullo stesso foglio, l'unità di misura con la quale verranno interpretati i passi di armatura per la distinta sarà l'ultima usata nell'esportazione. Nella distinta vengono sempre usati cm e kg. Non viene indicato quale delle due barre nella zona è superiore rispetto al copriferro. La forma delle barre può essere modificata e le barre modificate vengono egualmente inserite nella distinta. Poiché il numero delle barre che appare nella distinta è legato alle dimensioni del patch, barre disegnate dal nuovo non sono inserite nella distinta. Per esserlo devono essere di gruppo tipo 7 inserite nel gruppo del patch che è di tipo 6.

Teoria e metodi

In questa sezione vengono riportati alcuni cenni sulla teoria dei metodi impiegati nel calcolo delle armature con EasyWall. Si illustreranno i [valori regolamentari usati dal programma](#), il [progetto delle armature con il metodo degli stati limite](#), la determinazione dell'[armatura a taglio](#), la [verifica a fessurazione](#). Si acclude inoltre una breve [bibliografia](#).

Valori regolamentari usati dal programma

Qualora non diversamente specificato, i seguenti valori relativi ai materiali vengono considerati nel programma.

Metodo delle tensioni ammissibili

Valore massimo di tensione tangenziale che non richiede armature trasversali:

$$\tau_{b0} = 4 + (R_{bk} - 150) / 75 \text{ (kg/cmq)}$$

Valore massimo di tensione tangenziale:

$$\tau_{b1} = 14 + (R_{bk} - 150) / 35 \text{ (kg/cmq)}$$

Tensione di aderenza:

$$f_{bd} = 3 * \tau_{b0}$$

Metodo degli stati limite

Resistenza a trazione del calcestruzzo:

$$f_{ctk, 0.05} = 0.452 \cdot R_{bk}^{2/3} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Resistenza a compressione del calcestruzzo:

$$f_{cd} = R_{bk} \cdot \alpha_c / \gamma_c$$

Tensione tangenziale ultima per fenomeni di ingranamento:

$$\tau_{Rd} = 0.25 \cdot f_{ctm} / \gamma_c$$

$$\tau_{b1} = 2.0 \cdot \tau_{Rd}$$

Tensione tangenziale ultima:

$$\tau_{b2} = 0.30 \cdot f_{cd}$$

Tensione ultima di aderenza:

$$f_{bd} = f_{ctm} \cdot 2.25 / \gamma_c$$

α_c = coefficiente di riduzione parziale (tipicamente 0.85)

γ_c = coefficiente di sicurezza parziale (tipicamente 1.5)

Lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio viene calcolata come la lunghezza necessaria ad equilibrare la tensione massima ammissibile (o di snervamento nel caso del metodo degli stati limite) dell'acciaio. $L/d = f_s / (4 \cdot f_b)$ dove d è il diametro della barra, f_s la tensione di progetto nell'acciaio, f_b la tensione di aderenza del calcestruzzo. La tensione di aderenza nel calcestruzzo viene calcolata come segue:

Metodo delle tensioni ammissibili

$$f_b = 3 \cdot \tau_{b0}$$

$$\tau_{b0} = 4 + (R_{bk} - 150) / 75 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Metodo degli stati limite

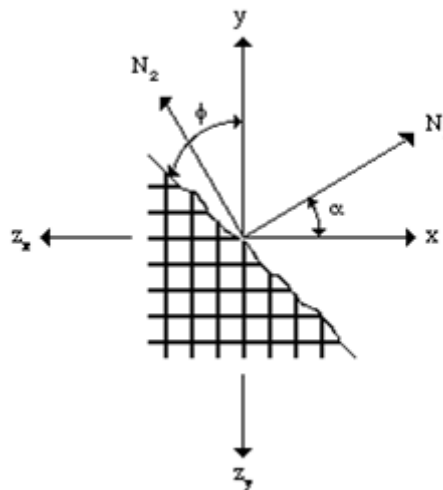
$$f_b = 2.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c$$

γ_c è il coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo (tipicamente 1.5)

Il progettista può assegnare un valore di L/d (lunghezza di ancoraggio misurata in diametri della barra), nel dialogo delle caratteristiche dei materiali, maggiore di quella calcolata dal programma.

Progetto delle armature con il metodo degli stati limite

Il problema considerato è quello del progetto delle armature di elementi piani in calcestruzzo soggetti contemporaneamente a sforzi membranali e flessionali. Sono previsti due strati di armatura in corrispondenza delle due facce dell'elemento strutturale. Ogni strato di armatura è composto da barre a sezione costante ortogonali tra loro. Si assume come sistema di riferimento quello delle barre di armatura che saranno pertanto disposte parallelamente alle direzioni X ed Y del sistema di riferimento. Le sollecitazioni flessionali e membranali non avranno necessariamente direzioni principali coincidenti e tali direzioni formeranno quindi angoli diversi rispetto alla direzione X delle armature. Inoltre si avranno, in genere, due distinti piani di fessurazione, uno per ogni faccia, ortogonali al piano dell'elemento, le cui normali formeranno due differenti angoli ϕ con la direzione X delle armature. Le fessurazioni si assumono localmente parallele e rettilinee in modo che nelle strisce di calcestruzzo comprese tra due fessurazioni si abbia uno sforzo di compressione uniformemente distribuito. Si impiega il metodo degli stati limite considerando lo sforzo di compressione del calcestruzzo che deriva da una distribuzione rettangolare delle tensioni (stress block). Le forze di taglio che possono eventualmente agire nelle fessurazioni vengono trascurate a favore di sicurezza. Per chiarezza espositiva si esamina prima il problema del progetto per le sole forze membranali. Poiché si impiegano due strati di armatura, uno per ogni faccia, anche le sollecitazioni membranali saranno suddivise tra i due strati di armatura. In questo caso si avrà inoltre un solo piano di fessurazione.



Si considera dunque l'equilibrio di una sezione parallela alla fessurazione. Le forze si riferiscono ad una lunghezza unitaria della fessurazione. Dette Z_x e Z_y le forze unitarie di trazione nelle armature, N_1 ed N_2 le forze unitarie principali di membrana, si hanno due equazioni di equilibrio:

$$Z_x \cos(\phi) + N_1 \cos(\phi - \alpha) \cos \alpha - N_2 \sin(\phi - \alpha) \sin \alpha = 0$$

$$Z_y \sin(\phi) + N_1 \sin(\phi - \alpha) \sin \alpha - N_2 \cos(\phi - \alpha) \cos \alpha = 0$$

dove α è l'inclinazione delle direzioni principali delle forze membranali rispetto alla direzione X e ϕ l'angolo della normale alla fessurazione rispetto alla direzione X delle armature. Dalle equazioni precedenti, noto ϕ , è possibile ricavare le forze unitarie di trazione nelle armature. L'inclinazione ϕ delle fessure non è noto a priori e viene determinata tramite condizioni di congruenza risolvendo iterativamente il sistema precedente fino all'individuazione di un valore di ϕ per il quale la soluzione è equilibrata e congruente.

Quanto detto per le forze membranali si estende alle sollecitazioni flessionali. Assumendo che sia noto il braccio delle forze interne, i momenti flettenti danno luogo ad una coppia di forze di cui una agente in uno degli strati di armatura e l'altra nel

centro dello stress block. Lo spessore dell'elemento strutturale viene quindi interessato da due piani di fessurazione, differentemente inclinati su ogni faccia, e parallelamente ai quali agiscono le tensioni di compressione del calcestruzzo. Esistono pertanto due stress block: uno per ogni faccia. Lo stress block è determinato dall'andamento supposto costante delle tensioni del calcestruzzo. La tensione nel calcestruzzo è quella di progetto salvo che la rottura non avvenga per cedimento dell'acciaio mentre il calcestruzzo è ancora in fase elastica. In questo ultimo caso la soluzione di una equazione cubica fornisce la tensione nel calcestruzzo e l'altezza dello stress block considerando l'altezza dello stress block pari a 0.8 l'altezza dell'asse neutro. La forza di compressione nel calcestruzzo determina l'altezza dello stress block e quindi il braccio delle forze interne. La forza di compressione nel calcestruzzo deve a sua volta equilibrare il complesso delle forze agenti su una sezione questa volta ortogonale alla fessurazione. Pertanto le relazioni di equilibrio, questa volta scritte con riferimento ad una sezione di larghezza unitaria ortogonale alla fessurazione, forniscono le forze nel calcestruzzo per ciascuno stress block. Il braccio delle forze interne viene determinato iterativamente in quanto dipendente dall'equilibrio della sezione. Scomponendo il momento in una coppia di forze il problema concettualmente si riconduce al problema già esposto per le forze membranali tenendo però presente che ora le sezioni di cui assicurare l'equilibrio sono due: una per la fessurazione di ciascuna faccia dell'elemento strutturale. Naturalmente i procedimenti di progetto per sollecitazioni membranali e flessionali, descritti separatamente per comodità espositiva, vengono contemporaneamente considerati nella soluzione del sistema di equazioni per tener conto delle iterazioni.

Nel progetto non viene adottata armatura in compressione. Qualora infine le deformazioni nell'acciaio e nel calcestruzzo eccedano quelle limite assegnate dal dialogo dei materiali l'armatura in quel punto di calcolo non viene determinata e viene emesso un messaggio di errore. Si assume una distribuzione di forma rettangolare delle tensioni di compressione nel calcestruzzo con una altezza pari a 0.8 y dove y denota la distanza dell'asse neutro dalla fibra più lontana.

Armatura a taglio

Per quanto riguarda l'armatura a taglio si opera come segue. Gli sforzi di taglio vengono calcolati per derivazione dei momenti flettenti secondo le note relazioni:

$$T_x = \partial M_x / \partial x + \partial M_{xy} / \partial y$$

$$T_y = \partial M_y / \partial y + \partial M_{xy} / \partial x$$

La derivazione viene effettuata numericamente, per ogni elemento, impiegando le coordinate oblique del singolo elemento considerando una variazione lineare del momento all'interno di ogni singolo elemento. Questo metodo numerico di derivazione, benché il solo impiegabile, fornisce risultati fortemente dipendenti dal passo di derivazione e dalla regolarità dei punti. I risultati sono sempre tecnicamente validi. Si consiglia comunque sempre nell'analisi l'uso di elementi di forma quanto più possibile regolare. L'armatura al taglio, per una superficie unitaria nella direzione considerata del taglio, si determina tramite la condizione:

$$V_{sd} \leq V_{wd} + V_{cd} = 0.9 d f_y A_s + t_{b1} d$$

dove:

A_s = area dell'armatura a taglio

V_{sd} = azioni tangenziali di progetto

d = altezza effettiva della sezione

t_{b1} vedere Valori regolamentari

f_y = resistenza di progetto dell'acciaio

Verifica a fessurazione

Nella verifica a fessurazione si impiegano i criteri proposti dal codice-modello CEB/FIP e riprese dal DM 9 gennaio 1996, con qui di seguito esposti.

L'apertura caratteristica delle fessure nella sezione è dato da:

$$w_k = 1.7 w_m$$

dove w_m rappresenta l'apertura media delle fessure calcolata per l'allungamento medio ε_m che si genera sulla media distanza σ_m fra fessure:

$$w_m = \sigma_m \varepsilon_m$$

La distanza media tra le fessure è data da:

$$\sigma_m = 2 (c + s/10) + \chi \phi / r$$

Dove:

c ricoprimento dell'armatura

s distanza tra le barre di armatura ($> 15 \phi$)

ϕ diametro della barra

$\chi = k_2 * k_3 = 0.05$ coefficiente caratteristico per barre ad aderenza migliorata in presenza di flessione

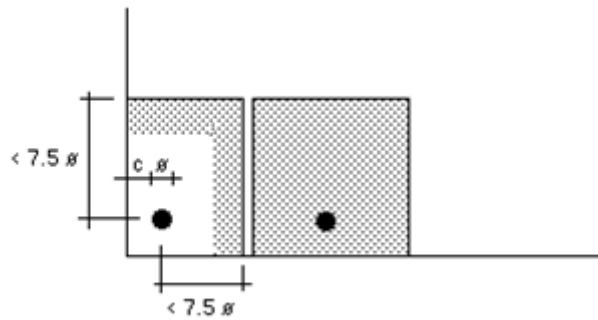
$k_2 = 0.4$ per barre ad aderenza migliorata

$k_3 = 0.125$ per sollecitazione di tipo pressoflessione o flessione

$r = A_s / A_c$

A_s area dell'armatura contenuta nella sezione di ricoprimento.

A_c area della sezione retta della zona di calcestruzzo in cui le barre di armatura possono effettivamente influenzare l'apertura delle fessure. L'area viene valutata come indicato nella figura seguente.



L'allungamento medio dell'armatura è dato da:

$$\varepsilon_m = \varepsilon_s (1 - \beta \varepsilon_r / \varepsilon_s) < 0.4 \varepsilon_s$$

dove:

ε_s deformazione dell'acciaio sotto la combinazione d'azioni considerata

ε_r deformazione dell'acciaio nella sezione sottoposta a momento di prima fessurazione

$\beta = 0.5$ coefficiente per barre ad aderenza migliorata sotto carichi di lunga durata

I valori di distanza ed ampiezza vengono ottenuti per proiezione dei valori ottenuti in ogni direzione di armatura.

Bibliografia

Baumann T., *Zur Frage der Netzbewerung von Flächentragwerken*, Der Bauingenieur, Vol. 47, No. 10, 1972

Brondum-Nielsen T., *Optimum design of reinforced concrete shells and slabs*, Report No. R44, Structural Research Laboratory Univ. of Denmark, Copenhagen 1974

Gupta A. K., *Combined membrane and flexural reinforcement in plates and shells*, Journal of Structural Engineering, Vol 112, No. 3, March 1985.

Gupta. A.K. *Design of flexural reinforcement in concrete slab*, Journal of Structural Division, ASCE, Apr., 1977

Leonhardt F., *c.a & c.a.p.*, vol 2, Edizioni Tecniche, Milano 1978