



INDICE

Applicazione CalCer (Ver.1.0.18)	1
Descrizione dell'applicazione	1
Cenni teorici di riferimento	1
Modello di calcolo	1
Funzioni dell'applicazione	4
Operazioni preliminari	4
Avvio dell'applicazione	4
Gestione lavori	6
Informazioni costo e acquisto	7
Costo dell'applicazione	7
Ordine e modalità di pagamento	7
Modalità di attivazione dell'applicazione	7
Note relative alla licenza dell'applicazione	7
Esempi di calcolo	8
Esempio 1	8
Esempio 2	27
Esempio 3	39

Applicazione CalCer_(Ver.1.0.18)

Descrizione dell'applicazione

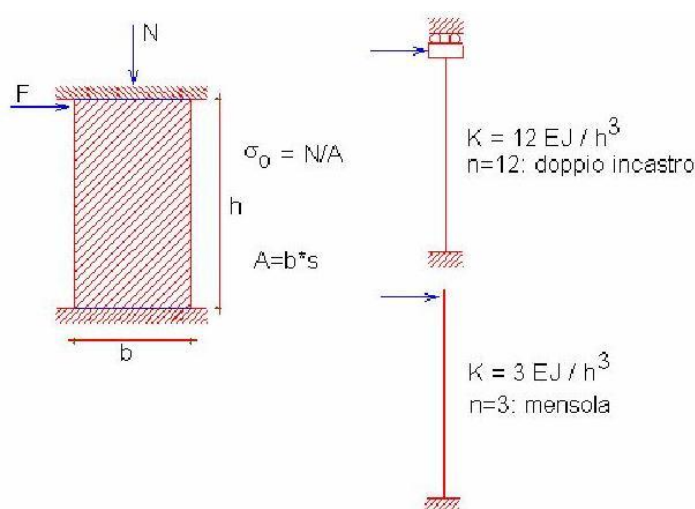
Questa applicazione è un eseguibile creato da un file di Excel e funziona solo se si è installato sul proprio PC l'applicativo Excel di Microsoft (a partire dalla versione 2007) installato a 32 o 64 bit; permette l'analisi strutturale di interventi relativi alla realizzazione di nuove aperture (o la chiusura di aperture esistenti) con l'eventuale messa in opera di cerchiature metalliche (o consolidamento della muratura esistente) su singole pareti murarie. Secondo quanto disposto dalle NTC 2018 il procedimento si basa sul confronto, allo Stato iniziale (S.I.) e allo Stato di Progetto (S.P.), delle rigidezze, della forza e dello spostamento ultimi. In particolar modo saranno considerati i criteri per rimanere nell'ambito della classe di intervento di *Riparazione o intervento locale*.

Cenni teorici di riferimento

Modello di calcolo

Comportamento strutturale del singolo maschio murario

Consideriamo il singolo maschio murario sottoposto all'azione di una forza orizzontale:



Lo spostamento in sommità, componendo la deformazione flessionale e tagliente, è dato da:

$$\delta = \delta_M + \delta_T = F h^3 / (n EJ) + \chi F h / (GA), \quad \chi = 1.2, \quad 3 \leq n \leq 12$$

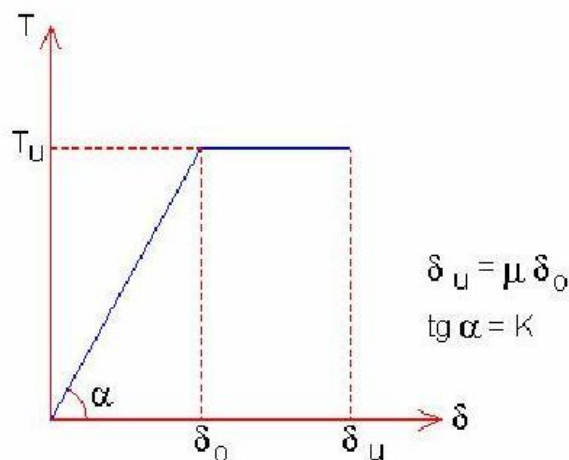
Ponendo lo spostamento uguale a 1, si ottiene il valore della rigidezza alla traslazione:

$$K = 1 / [h^3 / (n EJ) + 1.2 h / (GA)], \text{ dove:}$$

$n=3$ per il caso della mensola, e $n=12$ per la parete doppiamente incastrata. La rigidezza elastica alla traslazione è uno dei tre parametri necessari per la definizione del comportamento strutturale del maschio murario. Infatti,

assumendo una legge costitutiva elasto-plastica (rappresentata dal diagramma Forza-Spostamento) occorrono i seguenti tre parametri:

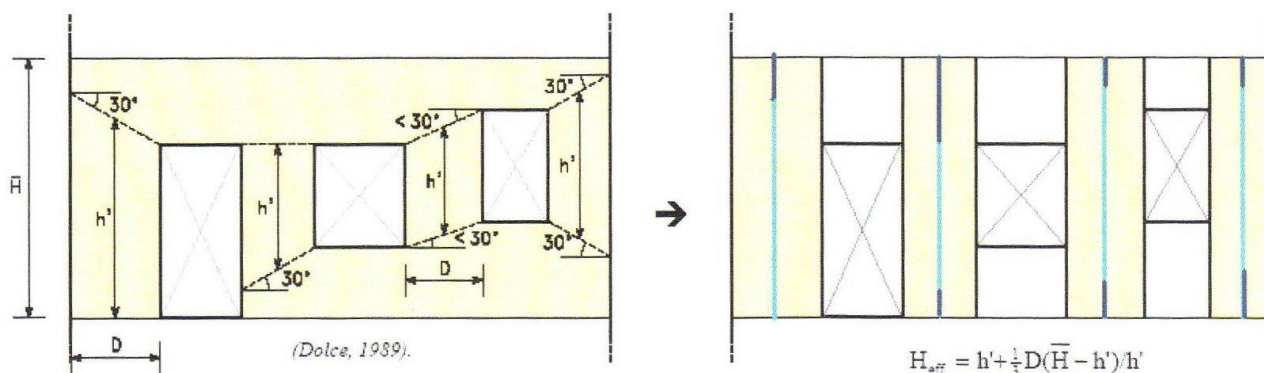
- la rigidezza elastica K , che fornisce la pendenza del tratto inclinato del diagramma (campo elastico);
- la forza ultima T_u , che rappresenta il valore minimo fra la resistenza a taglio (valutata come minima fra i due meccanismi di fessurazione diagonale e di scorrimento) e la resistenza a pressoflessione del maschio;
- la duttilità μ , pari al rapporto tra spostamento ultimo δ_u e spostamento al limite elastico δ_0 (δ_0 si indica anche con d_y). Secondo il D.M. 17.01.2018, la deformazione ultima è espressa come drift di piano (percentuale dell'altezza deformabile del maschio) in particolare:



- 0.4%H se la crisi avviene per taglio da fessurazione diagonale o da scorrimento
- 0.6%H se la crisi avviene per taglio da pressoflessione.

N.B

A seguito della presenza delle aperture si deve considerare che i pannelli di nodo si possono solo parzialmente irrigidire quindi, sulla base di uno studio condotto a riguardo da Dolce (1989), circa la valutazione dell'altezza di calcolo H_{eff} del maschio murario si fa riferimento ai seguenti schemi:

**Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano**

(D.M. 17.01.2018, § 7.8.2.2.)

Per i maschi murari, la verifica a pressoflessione di una sezione di un elemento strutturale si effettua confrontando il momento agente di calcolo con il momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo può essere calcolato come:

$M_u = (l^2 t \sigma_0 / 2) (1 - \sigma_0 / 0.85 f_d)$, dove:

M_u = momento corrispondente al collasso per pressoflessione; se F è la forza orizzontale agente in sommità alla parete, alla base il momento è pari a:

- $Fh/2$ nello schema a doppio incastro (con incastro scorrevole in sommità);
- Fh nello schema a mensola ed in altri schemi statici diversi dal doppio incastro (a favore di sicurezza);

l = larghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa);

t = spessore della zona compressa della parete;

σ_0 = tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($= P / lt$, con P forza assiale agente positiva se di compressione).

Se P è di trazione, $M_u = 0$;

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura.

In Analisi Non Lineare la resistenza di calcolo è data da: $f_d = f_m$, dove f_m è il valore medio della resistenza a compressione della muratura (se f_m non è nota, si pone: $f_m = f_k / 0.7$); inoltre, non si applica il coefficiente γ_M .

La formulazione riportata in §7.8.2.2.1 fa diretto riferimento a muratura nuova.

Per la muratura esistente, il parametro descrittivo del materiale è la resistenza a compressione media f_m , definita in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi (Tab. C8.5.I). f_m sostituisce f_k nella formulazione di f_d ; inoltre, γ_M deve essere moltiplicato per il Fattore di Confidenza FC (§C8.5.4): $FC = 1.35, 1.20, 1.00$ rispettivamente per i livelli di conoscenza LC1, LC2, LC3 (si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per f_m).

In Analisi Non Lineare, non si applica γ_M , e la resistenza di calcolo è data da: $f_d = f_m / FC$.

Calcolo della forza ultima per taglio per fessurazione diagonale

(Circ. 21.01.2019 n.7 C.S.LL.PP. § C8.7.1.3.1.1)

La resistenza a taglio per fessurazione diagonale viene valutata per mezzo di una formulazione esprimibile nel modo seguente:

$V_t = l t * f_{vd}$, dove:

$$f_{vd} = (1,5 * \tau_{0d} / b) * [1 + \sigma_0 / (1,5 * \tau_{0d})]^{1/2} = (f_{td} / b) * [1 + \sigma_0 / f_{td}]^{1/2}$$

essendo:

σ_0 = tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($= P / lt$, con P forza assiale agente positiva se di compressione);

f_{td} = valore di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale

τ_{0d} = valore di calcolo della resistenza a taglio di riferimento (= resistenza a taglio puro, cioè in assenza di sforzo normale) per fessurazione diagonale

b = coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si può assumere $b=h/l$, comunque non superiore a 1.5 e non inferiore a 1, dove h è l'altezza della parete.

Si ha: $f_t = b \tau_0$.

I valori di calcolo delle resistenze sono ottenuti dividendo i valori medi per i rispettivi fattori di confidenza FC (Analisi Lineare e Non Lineare) e per il coefficiente parziale di sicurezza sui materiali γ_M (solo Analisi Lineare). Il Fattore di Confidenza FC è pari a 1.35, 1.20, 1.00 rispettivamente per i livelli di conoscenza LC1, LC2, LC3 (si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per τ_0). I valori medi delle resistenze sono definiti in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi (Tab. C8.5.I e C8.5.II).

Calcolo della forza ultima per taglio per scorrimento

(D.M.17.01.2018, §7.8.2.2.2)

La resistenza a taglio per scorrimento viene definita per i nuovi edifici in §7.8.2.2.2; è inoltre considerata per l'analisi degli edifici esistenti qualora per il materiale considerato sia possibile questa modalità di collasso (ad es. per murature di mattoni pieni con letti regolari di malta).

La resistenza a taglio per scorrimento viene valutata per mezzo della relazione seguente:

$V_t = l' t f_{vd}$, dove:

l' = lunghezza della parte compressa della parete (l = totale lunghezza della parete);

t = spessore della parete;

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ è definito in §4.5.6.1: $f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_n$, calcolando la tensione normale media sulla parte compressa della sezione: $\sigma_n = P / (l' \cdot t)$.

In Analisi Non Lineare, la resistenza di calcolo è data da: $f_{vd} = f_{vmo} + 0.4 \sigma_n$, dove f_{vmo} è la resistenza media a taglio della muratura ($f_{vmo} = \tau_0$). Al valore medio della resistenza a taglio deve inoltre essere applicato il coefficiente parziale di sicurezza dei materiali γ_M (solo per l'Analisi Lineare), ed il fattore di confidenza FC (sia in Lineare, che in Non Lineare). Il Fattore di Confidenza FC è definito in §C.8.5.4: FC = 1.35, 1.20, 1.00 rispettivamente per i livelli di conoscenza LC1, LC2, LC3 (si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per τ_0).

I coefficienti γ_M e FC vengono applicati all'espressione completa della resistenza, cioè sia al termine di taglio puro sia a quello dovuto alla tensione normale. Infatti 0.4 è il coefficiente di attrito del materiale murario: è quindi un parametro caratteristico del materiale, e pertanto anche ad esso vanno applicati i coefficienti di sicurezza γ_M e FC.

Per quanto riguarda l' , lunghezza della parte compressa della parete, questa viene determinata ipotizzando una distribuzione di tensioni lineare (triangolare, in caso di sezione parzializzata). Con tale ipotesi, la lunghezza di zona reagente per sezione parzializzata è data da:

$l' = 3 (l/2 - e) = 3 (l/2 - M/N)$.

Il taglio resistente è quindi: $V_{Rd} = l' t \cdot (\tau_0 + 0.4 \cdot N/l') / FC = (l' t \tau_0 + 0.4 N) / FC = [3 (l/2 - M/N) t \tau_0 + 0.4 N] / FC$.

Ora: il momento è legato al taglio secondo lo schema statico adottato. Più precisamente: $M = V_{Rd} H/2$ nell'ipotesi di doppio incastro, e $M = V_{Rd} H$ nel caso di comportamento a mensola (in sintesi: $M = V_{Rd} H/\alpha$). Si ha dunque: $V_{Rd} = [3 (l/2 - (V_{Rd} H/\alpha)/N) t \tau_0 + 0.4 N] / FC$. Con alcuni semplici passaggi, si ottiene l'espressione del taglio resistente per scorrimento:

$V_{Rd} = \alpha/H [(1.5 l t \tau_0 + 0.4 N) / (\alpha FC/H + 3 t \tau_0/N)]$, da cui:

$M = (1.5 l t \tau_0 + 0.4 N) / (\alpha FC/H + 3 t \tau_0/N)$.

La sezione passa da interamente reagente a parzializzata quando e (eccentricità di N) è maggiore di $l/6$.

Indicato con M_0 il momento corrispondente a $e = l/6$ si ha:

$e = M/N = l/6$ da cui segue:

$M_0 = N \cdot l/6$, e V_{Rd} si calcola considerando la sezione interamente reagente:

$V_{Rd,0} = [(\tau_0 + 0.4 N) / FC] \cdot l \cdot t$.

L'applicazione calcola M_0 e M e li mette a confronto e calcola V_{Rd} come segue:

Se $M \leq M_0$: $V_{Rd} = [(\tau_0 + 0.4 N) / FC] \cdot l \cdot t$;

se $M > M_0$: $V_{Rd} = \alpha/H [(1.5 l t \tau_0 + 0.4 N) / (\alpha FC/H + 3 t \tau_0/N)]$.

Funzioni dell'applicazione

Operazioni preliminari

Stato iniziale (S.I.)

- 1) definizione del tipo di muratura
 - 1.1) livello di conoscenza e relativo *fattore di confidenza* (FC)
- 2) dimensioni della parete e delle eventuali aperture presenti
- 3) analisi dei carichi agenti sulla parete.

Stato di progetto (S.P.)

- 1) definizione del tipo di muratura (in genere uguale a quello dello S.I.)
 - 1.1) livello di conoscenza e relativo fattore di confidenza (FC)
 - 1.2) eventuale condizione migliorativa e relativo fattore migliorativo (FM)
- 2) dimensioni della parete, delle eventuali aperture presenti e di quelle di progetto
- 3) analisi dei carichi agenti sulla parete (in genere uguale a quello dello S.I.).

Avvio dell'applicazione

L'applicazione permette di considerare al massimo n° 4 aperture tipo finestre e/o porte di forma rettangolare (per S.I. e S.P.) e guida l'utente nell'analisi strutturale attraverso il menu interattivo posto sulla destra di ogni schermata.

Si riporta di seguito una guida sintetica del funzionamento.

Stato iniziale (S.I.)

- 1) Si inseriscono i dati della parete ante-operam: H (Altezza), L (Lunghezza), s (Spessore) e n° Aperture (aperture presenti), se sono presenti aperture si aprirà una tabella in cui vanno inserite le caratteristiche geometriche relative ed l'applicazione calcola automaticamente il numero di maschi murari da considerare;
- 2) Si procede alla Scelta del modello di calcolo attivando la casella di scelta con sfondo giallo; in genere nei casi più frequenti in cui la parete ha in sommità il cordolo di coronamento del solaio si sceglie il Modello di calcolo a doppio incastro;
- 3) Si inserisce il valore del Carico distribuito dal piano superiore (definito in sede preliminare nell'analisi dei carichi) nella relativa casella con sfondo giallo;
- 4) Si sceglie il tipo di muratura;
- 5) Livello di conoscenza;
- 6) Condizione migliorativa (eventualmente presente);
- 7) Altri parametri relativi alle resistenze e ai moduli elastici.

Una volta effettuato questo input si procede premendo [Risultati della parete](#) per avere i risultati definitivi della parete allo S.I. con i relativi diagrammi V- δ (forza-spostamenti). Volendo è possibile navigare fra tutti i maschi murari premendo [Avanti](#) e quindi in corrispondenza dell'ultimo procedere premendo [Risultati della parete](#).

Nota 1:

L'altezza di calcolo "h" dei maschi murari è calcolata automaticamente dall'applicazione con il metodo di Dolce secondo quanto riportato nel paragrafo "Modello di calcolo" del capitolo precedente.

Premere [Dati Stato di progetto](#)

Stato di progetto (S.P.)

Analogamente allo Stato iniziale si inseriscono i dati della parete post-operam. Una volta inseriti tutti i parametri comprensivi ovviamente delle caratteristiche delle aperture da eseguire ex novo si procede premendo [Confronto S.I. – S.P.](#) Volendo è possibile navigare fra tutti i maschi murari premendo [Avanti](#) e quindi in corrispondenza dell'ultimo procedere premendo [Confronto S.I. – S.P.](#)

Nota 2:

Nell'inserimento delle misure delle nuove aperture considerare le misure finite, in quanto la presenza dell'eventuale ingombro della cerchiatura di rinforzo e dell'intonaco/cornici di rifinitura saranno inserite in automatico nella elaborazione successiva di dimensionamento della cerchiatura.

Premere [Confronto S.I. – S.P.](#)

L'applicazione mette a confronto S.I. e S.P. e sulla base del criterio di accettabilità stabilisce se occorre rinforzo o meno e di conseguenza guida nel calcolo della [Cerchiatura metallica](#) (A) o [Calcolo Architrave](#) (B).

A) Dimensionamento della cerchiatura metallica

Si procede scegliendo il tipo di ripristino (in genere Ripristino minimo) ed inserendo i valori richiesti nelle relative caselle con sfondo giallo:

- 1) Apertura nuova (selezionare il numero della nuova apertura impostata nello Stato di progetto);
- 2) n° piedritti;
- 3) n° profili per piedritto;
- 4) Caratteristiche dell'acciaio;
- 5) Profilato di progetto IPE, HEA o HEB (effettua il calcolo e restituisce l'indicazione delle dimensioni dello stesso);
- 6) Profilato di calcolo (sulla base del calcolo precedente si sceglie il profilo definitivo che deve essere ovviamente compatibile con le scelte progettuali);
- 7) Premere DEFINIZIONE DELLE FINITURE (inserire misure richieste);
- 8) Premere CALCOLO.

Relativamente al profilo scelto l'applicazione calcola la rigidità, la forza ultima, lo spostamento elastico ed ultimo del telaio e confronta lo Stato iniziale (S.I.) con lo Stato finale (S.P. + telaio) sia numericamente che graficamente (diagrammi V-δ).

Se le verifiche non sono soddisfatte si sceglie un altro profilo di calcolo e si preme di nuovo CALCOLO.

Si possono modificare anche: n° profili per piedritto, Caratteristiche dell'acciaio e la DEFINIZIONE DELLE FINITURE, l'importante è che una volta effettuate le modifiche si preme sempre di nuovo CALCOLO.

Se si desiderano modificare le dimensioni finite dell'apertura nuova, premere [Dati stato di progetto](#), inserire i valori modificati e ripetere passo passo il percorso spiegato in precedenza a partire da [Confronto S.I. – S.P.](#)

A verifiche soddisfatte procedere con [Calcolo del Telaio](#).

Nota 3:

Con i calcoli effettuati fino a questo momento si è esaminato il comportamento elasto-plastico di un telaio in acciaio che unitamente a quello della parete ha permesso di definire la risposta della struttura resistente sotto azioni di tipo orizzontale come quelle sismiche (si sono considerate forze e spostamenti ultimi). Il telaio deve comunque essere calcolato e verificato anche nei confronti dei carichi verticali agenti normalmente (analisi statica).

Calcolo del telaio

Una volta inseriti i valori richiesti nelle caselle a sfondo giallo l'applicazione calcola automaticamente le sollecitazioni, le deformazioni ed effettua le relative verifiche.

Nota 4:

L'applicazione relativamente ai collegamenti fra piedritti e traverso del telaio considera che essi siano realizzati tramite saldature a cordone d'angolo.

Se le verifiche sono soddisfatte si procede con [Calcolo Saldature](#).

Calcolo Saldature

Una volta inseriti i valori richiesti nelle caselle a sfondo giallo l'applicazione effettua automaticamente tutte le verifiche. Nel caso in cui l'apertura di progetto sia una porta si spunti, nel menu a sinistra, la casella relativa al [Calcolo della piastra di base](#) e si proceda premendo [Calcolo Piastra di base](#); nel caso in cui, invece, l'apertura di progetto sia una finestra il calcolo è terminato e si può procedere alle stampe premendo [Gestione stampe](#).

Calcolo Piastra di base

Una volta inseriti i valori richiesti nelle caselle a sfondo giallo l'applicazione effettua automaticamente tutte le verifiche. A questo punto il calcolo è terminato e si può procedere alle stampe premendo [Gestione stampe](#).

Nota 5:

L'applicazione calcola la piastra di base considerando le dimensioni per un solo piedritto (costituito anche da più profili accoppiati); in sede di realizzazione dei disegni esecutivi è buona norma considerare una piastra unica di base per entrambi i piedritti (valutando l'eventuale aggiunta di bulloni) al fine di garantire più compitamente la chiusura del telaio.

B) Calcolo Architrave

Si procede al calcolo e verifica dell'architrave e della muratura di appoggio considerando i carichi verticali agenti normalmente (analisi statica).

Una volta inseriti i valori richiesti nelle caselle a sfondo giallo l'applicazione calcola automaticamente le sollecitazioni, le deformazioni ed effettua le relative verifiche.

Se le verifiche sono soddisfatte si procede con [Gestione stampe](#).

Gestione lavori

Una volta effettuati i calcoli, per archiviare il lavoro svolto si deve creare un file di esportazione dati *.dat*, nominabile e collocabile a piacimento e che è possibile, all'occorrenza, importare successivamente.

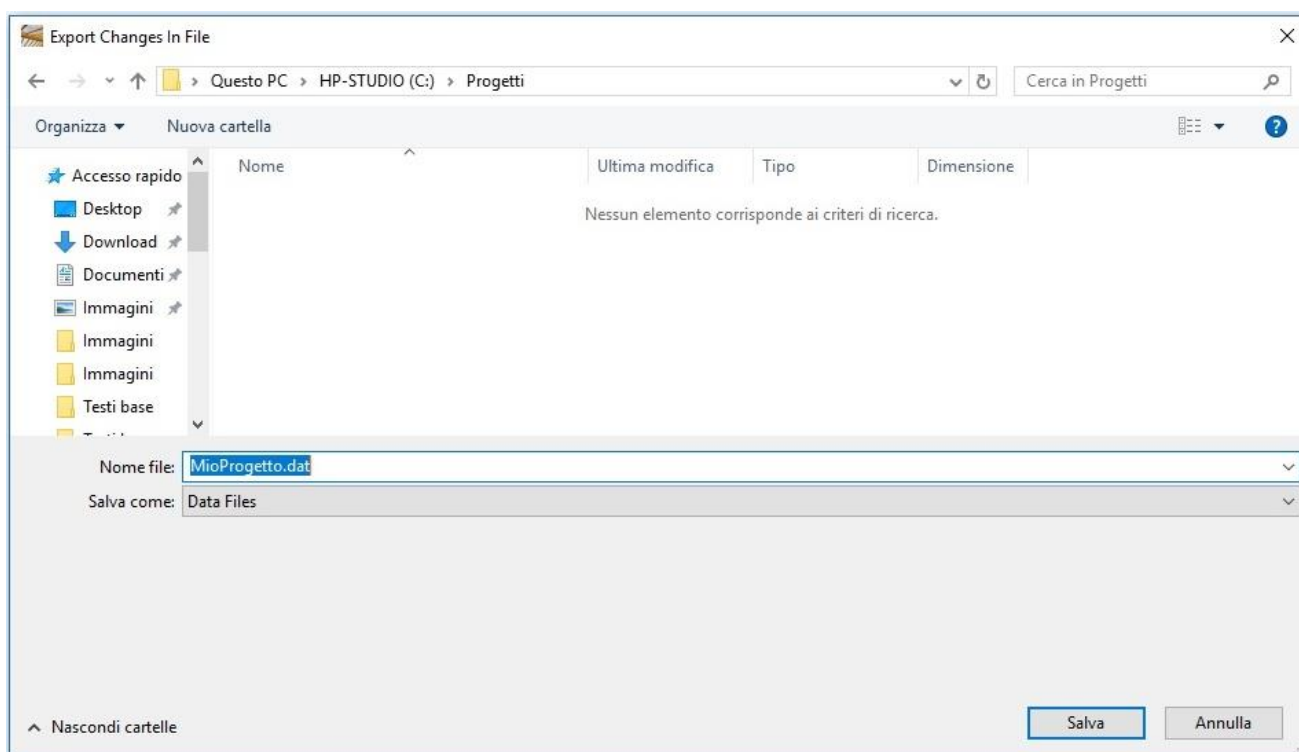
Si fa notare che chiudendo l'applicazione viene chiesto in automatico di salvare il file *.dat*.

Si riporta comunque di seguito la descrizione di esportazione:

Dal menu *Componenti aggiuntivi* selezionare *DoneEx*, poi *Application CalCer_(Ver_1.0.18)* e cliccare su *Export Data*:



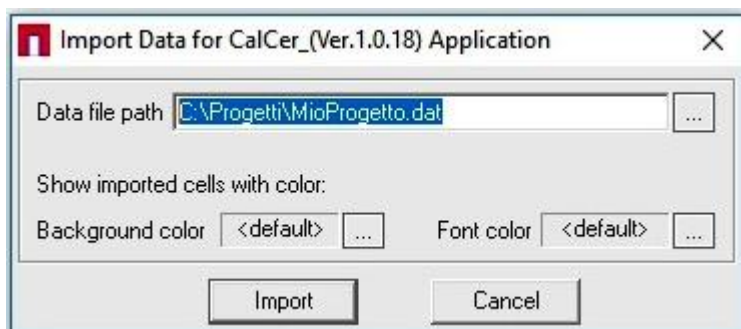
Si apre la finestra *Export Changes in File*:



Selezionare il percorso desiderato, digitare il nome del progetto in *Nome file*, quindi premere il tasto *Salva*.

Per richiamare il progetto salvato procedere in modo analogo:

dal menu *Componenti aggiuntivi* selezionare *DoneEx*, poi *Application CalCer_(Ver_1.0.18)* e cliccare su *Import Data*. Si apre la finestra *Import Data for CalCer_(Ver.1.0.18) Application*:



In *Data file path* cercare e selezionare il progetto, quindi cliccare sul pulsante *Import*.

Informazioni costo e acquisto

Costo dell'applicazione

L'applicazione ha un prezzo di **€ 45,00** (€ 43,27€ + € 1,73 contributo InarCASSA 4% su € 43,27).

Acquistando contemporaneamente n.2 o più licenze si ha uno sconto del 25%.

Nota

Il costo è identico sia per Privati che Liberi professionisti o Enti con Partita Iva in quanto l'operazione è eseguita in Regime Forfettario (Art. 1 cc. 54-89 L. 190/2014).

Ordine e modalità di pagamento

E' possibile acquistare l'applicazione effettuando l'ordine dal sito www.studioromeoaiello.it inserendo i dati necessari nelle varie fasi e procedere al pagamento tramite le seguenti modalità:

- PayPal/Carta di Credito (in questo caso il pagamento viene notificato in automatico da PayPal)
- Bonifico bancario posticipato (in questo caso è necessario inviare copia della contabile via e-mail a info@studioromeoaiello.it)

Al fine del rilascio della licenza è necessario all'atto dell'ordine inserire nella pagina "Passo 1 - Dati cliente" alla voce ID Computer il codice alfanumerico identificativo del computer sul quale si vuole utilizzare l'applicazione.

E' possibile visualizzare questo codice lanciando, al momento dell'ordine, l'applicazione dal computer su cui si desidera installarla, premere il pulsante *Copy Computer ID* per copiare il codice negli appunti ed incollarlo nella riga corrispondente alla voce ID Computer del modulo di compilazione dell'ordine.

Nel caso di acquisto di più licenze andranno inseriti distintamente i relativi ID interponendo fra di essi un punto e virgola

Modalità di attivazione dell'applicazione

Una volta ricevuto il pagamento sarà inviata una e-mail con la chiave software di attivazione e, successivamente, in seguito a fatturazione elettronica eseguita, una seconda e-mail con copia della fattura di cortesia.

Note relative alla licenza dell'applicazione

- Gli eventuali aggiornamenti della versione 1.0.18 saranno inviati gratuitamente.
- Per ogni licenza acquistata è previsto, gratuitamente e solo una volta, il rilascio di una nuova chiave qualora venga modificato il codice ID del computer su cui si usa l'applicazione (ad es. per cambio di sistema operativo, per acquisto di un nuovo PC, ecc.). La richiesta potrà essere fatta via e.mail a info@studioromeoaiello.it inviando il nuovo codice ID che sarà preso anche come riferimento per ogni eventuale aggiornamento successivo.

Esempi di calcolo

Si riportano di seguito n.3 esempi di calcolo eseguiti con l'applicazione. Solo per il primo, come tutorial, si riporta passo passo il procedimento eseguito per chiarezza e completezza sull'utilizzo corretto dell'applicazione con descrizioni e schermate parziali relative agli input immessi.

Esempio 1

Dati

Realizzazione di una apertura (porta 80x190) centrata su parete di dimensioni L=450, H=300.

Tipo di muratura: Muratura in pietrame disordinata (sp = 35 cm)

Carico distribuito: $q = 64,5 \text{ kN/m}$

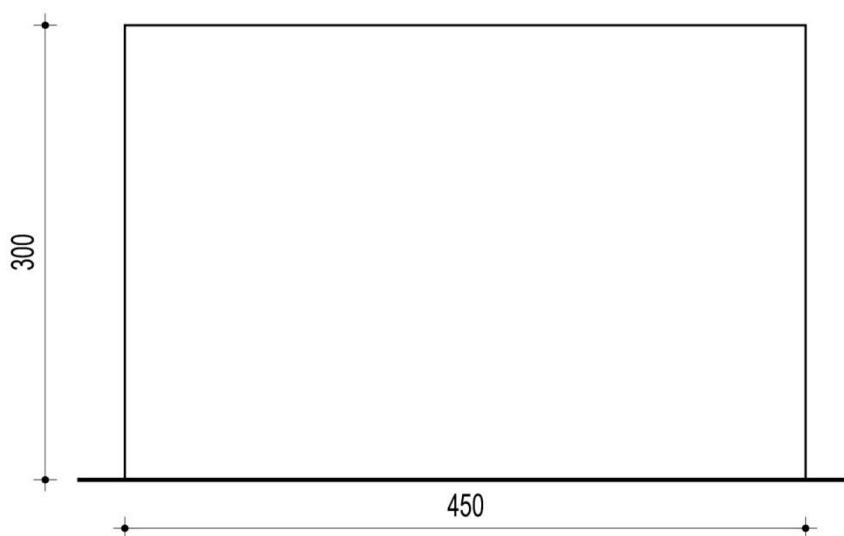
Modello di calcolo: a doppio incastro

Livello di conoscenza: LC1

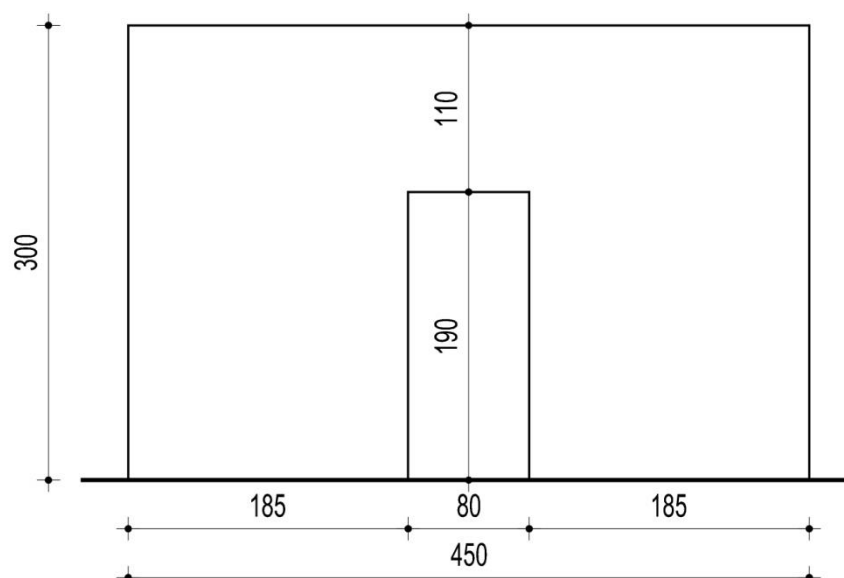
Fattore di confidenza: $FC = 1,35$

Condizione migliorativa: Stato iniziale: Nessuna - Stato di progetto: Nessuna.

Stato iniziale



Stato finale

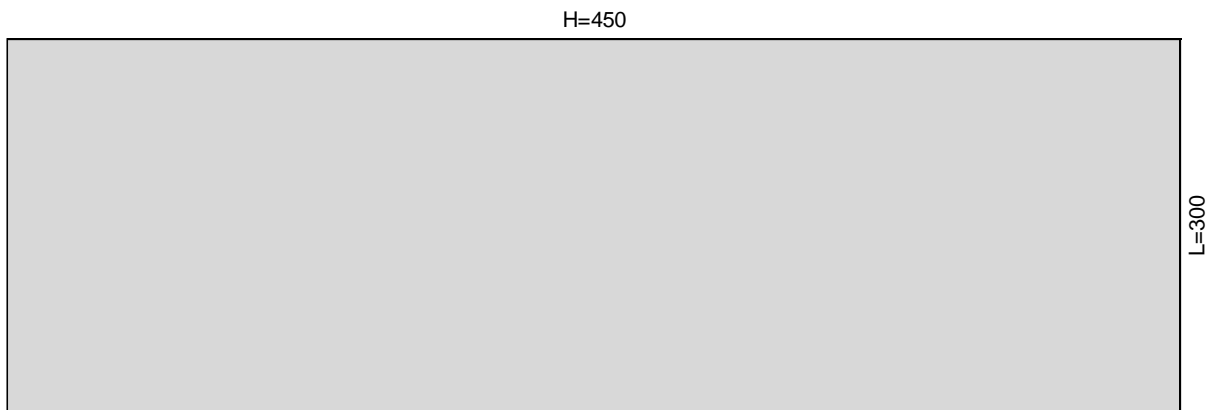


Esempio 1 - Applicazione CalCer (Ver.1.0.18)

L'input dello stato iniziale è molto semplice, è sufficiente inserire le dimensioni della parete, il numero e le dimensioni delle aperture eventualmente presenti (in questo caso nessuna) e completare con la compilazione delle celle gialle.

STATO INIZIALE

Dimensioni del setto	
H (cm)	300
L (cm)	450
s (cm)	35
N° Aperture	0



Scelta del modello di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro

Carico dal piano superiore (KN/m)
64,5

Maschi murari di calcolo
1

Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)								
f_m (N/cm ²)		t_0 (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
100	200	1,8	3,2	690	1050	230	350	19

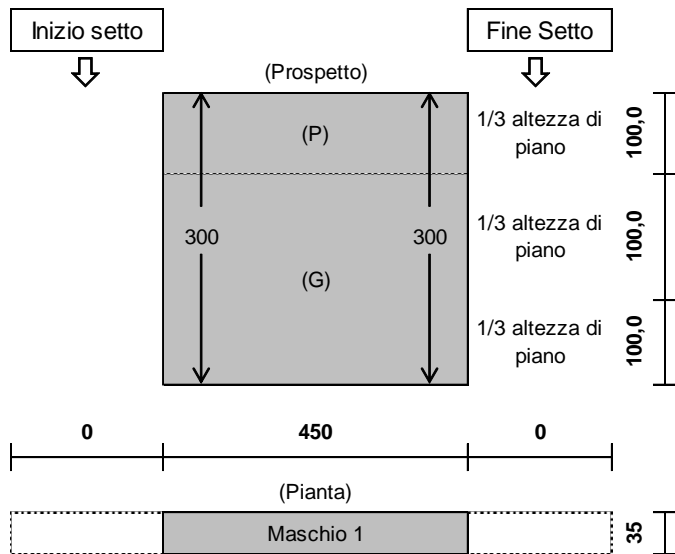
Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Considera FC	FC (f_m ; t_0)	1,35

Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Nessuna	
FM (f_m ; t_0)	1,00
FM (E ; G)	1,00

Resistenza (f_m ; t_0) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
Considera valori medi	Considera valori medi ridotti (50%)

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f_m (N/cm ²)	t_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
74,07	1,33	870,00	290,00	19,00

Premendo **Avanti**, ma non è necessario, si naviga fra i vari maschi murari, è possibile andare oltre premendo **Risultati della parete**. Di seguito si riportano comunque le schermate dei maschi murari, in questo caso uno solo, che vengono comunque sempre tutte riportate nelle stampe.

MASCHIO 1 (Stato iniziale)

Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	74,07
τ_0 [N/cm ²]	1,33
E [kN/cm ²]	87,00
G [kN/cm ²]	29,00
W [kN/mc]	19,00

Carico dal piano superiore	
q [kN/m]	64,5

Modello di calcolo adottato	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezzaMaschio 1

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	15750	300,0	265781250

K [kN/cm]
1129,327

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
290,250	29,925	59,850	380,025

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
15750	24,129	450	35

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V_{u-Mu} [kN]
52738,29	300,0	2	351,59

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
290,250	0,000	44,888	335,138

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
15750	21,279	450	300,0

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
35,00	1,00	86,48

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0} \right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
290,250	29,925	59,850	380,025

FC	l (cm)	h (cm)	α
1,35	450	300,0	2

t (cm)	$V_{u-scrr.} [kN]$
35,00	133,60

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

$V_u [kN]$	$\delta_b [mm]$	$\delta_u [mm]$
86,48	0,77	12,00

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.}\}$$

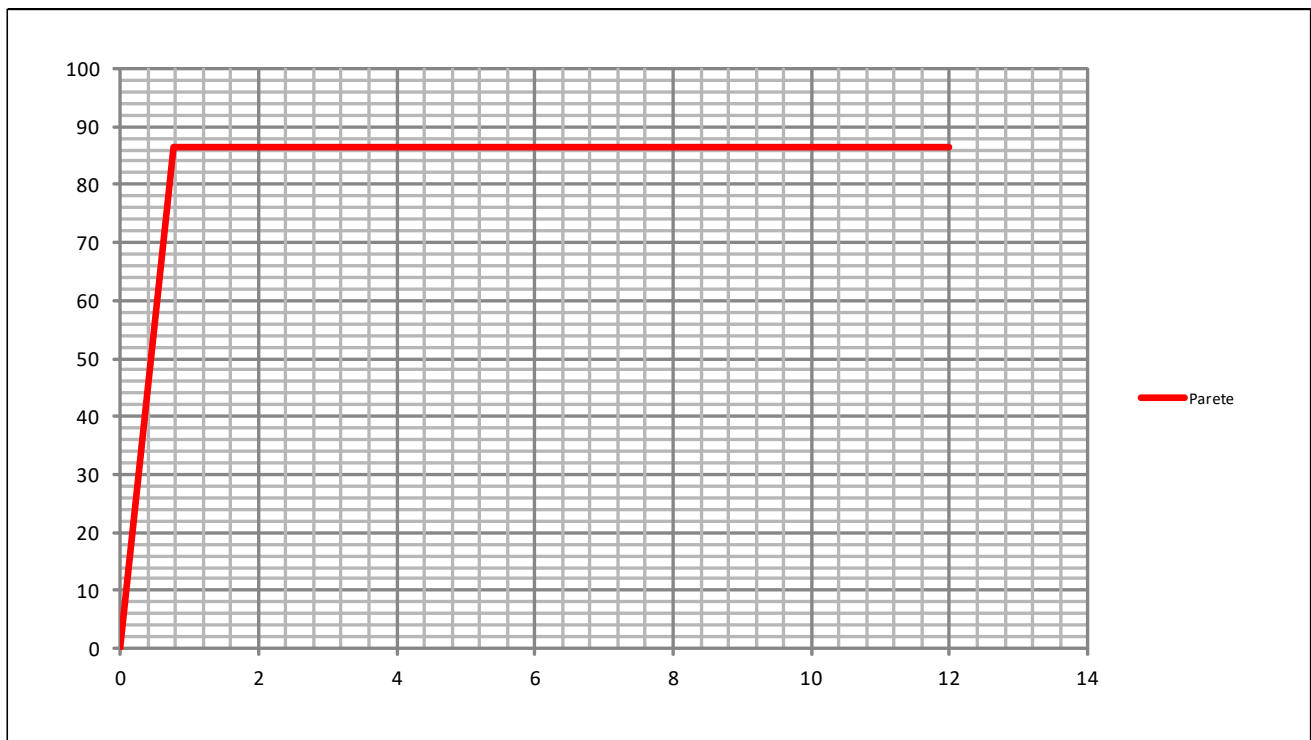
$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

... premendo **Risultati delle parete** si ha:**Analisi dei risultati - Stato iniziale**

Maschio 1

$V_u [kN]$	$\delta_b [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
86,48	0,77	12,00	1129,33

Stato iniziale - Grafico ($V [kN]$ - $\delta [mm]$)

Risultati della parete

K [kN/cm]	$V_u [kN]$	$\delta_u [mm]$
1129,33	86,48	12,00

Ora per continuare premere **Stato di Progetto (S.P.)**. Analogamente allo stato iniziale si inseriscono le dimensioni della parete, quelle delle eventuali aperture presenti (in questo caso nessuna) e di quelle da realizzare (in questo caso una) e si completa con la compilazione delle celle gialle. Si specifica che, in generale, relativamente alle nuove aperture si devono inserire, come per quelle esistenti, le **misure finite** in quanto lo

spessore degli eventuali profili e delle finiture viene calcolato automaticamente dall'applicazione in sede di dimensionamento della cerchiatura.

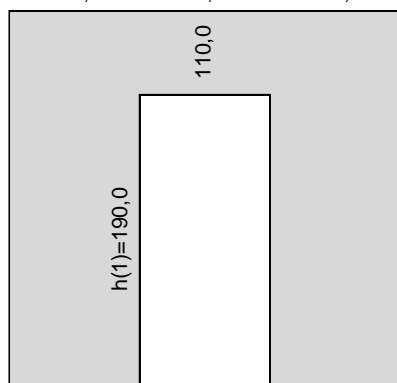
In questo caso quindi si seleziona "1" dalla cella relativa al "N° Aperture" e si compila la tabella inserendo le dimensioni dell'apertura, $l(1)$ e $h(1)$, e la sua posizione nella parete $d(1)$.

STATO DI PROGETTO

Dimensioni del setto	
H (cm)	300
L (cm)	450
s (cm)	35
N° Aperture	1

Apertura	Tipo	Dimensioni (cm)			
1	Porta	$d(1)=185,0$	$l(1)=80,0$	$h(1)=190,0$	

$d(1)$ $l(1)$ $d(2)$
 185,0 80,0 185,0



Scelta del modello di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro

Carico dal piano superiore (KN/m)
64,5

Maschi murari di calcolo
2

Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)								

f_m (N/cm ²)		t_0 (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
100	200	1,8	3,2	690	1050	230	350	19

Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Considera FC	FC (f_m ; t_0)	1,35

Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Nessuna	
FM (f_m ; t_0)	1,00
FM (E ; G)	1,00

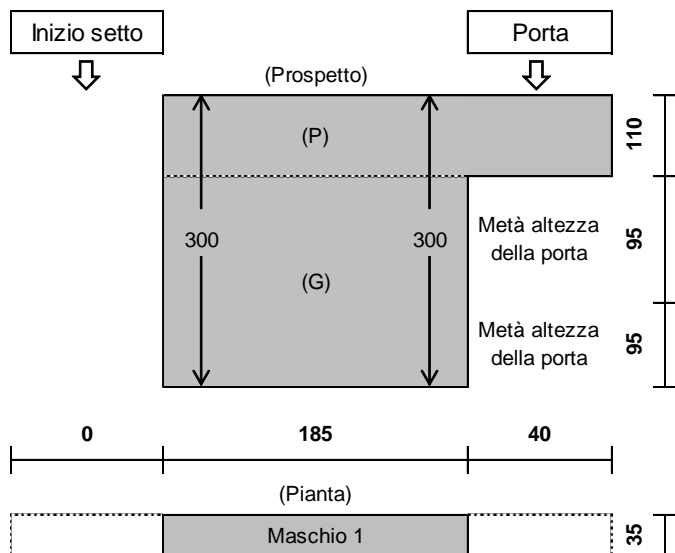
Resistenza (f_m ; t_0) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
Considera valori medi	Considera valori medi ridotti (50%)

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f_m (N/cm ²)	t_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
74,07	1,33	870,00	290,00	19,00

Anche in questo caso, premendo **Avanti**, ma non è necessario, si naviga fra i vari maschi murari, è possibile andare oltre premendo **Risultati della parete** e poi passare al confronto o confrontare direttamente i risultati premendo **Confronto S.I.-S.P.**

Di seguito si riportano comunque le schermate dei maschi murari, che, in analogia allo Stato Iniziale, vengono comunque sempre tutte riportate nelle stampe.

MASCHIO 1 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	74,07
τ_0 [N/cm ²]	1,33
E [kN/cm ²]	87,00
G [kN/cm ²]	29,00
W [kN/mc]	19,00

Carico distribuito dal piano superiore	
q [kN/m]	64,5

Scelta del modello di calcolo	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezza

Maschio 1

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	6475	257,7	18467239,58

K [kN/cm]
394,441

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1,2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	16,459	23,375	183,730

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
6475	28,375	185	35

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
9335,94	257,7	2	72,44

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	6,323	15,854	167,302

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
6475	25,838	185	257,7

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
35,00	1,39	33,34

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0} \right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1,5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1,5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	16,459	23,375	183,730

FC	l (cm)	h (cm)	α
1,35	185	257,7	2

t (cm)	$V_{u-scrr.} [kN]$
35,00	61,36

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

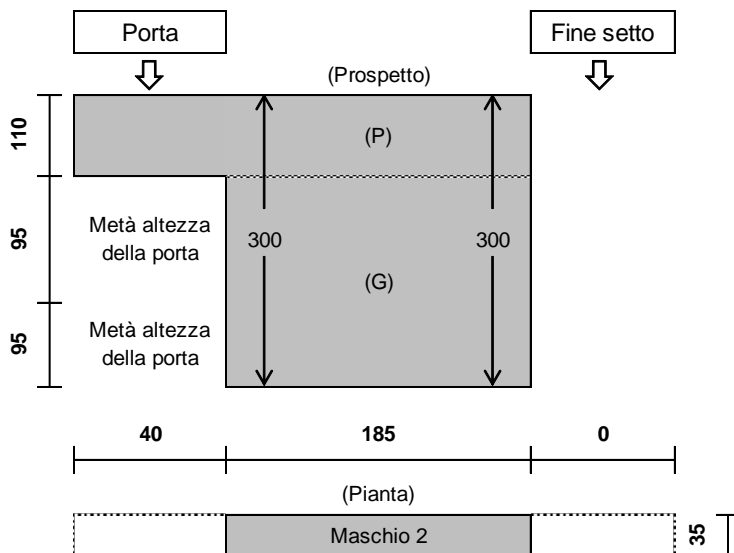
$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$
33,34	0,85	10,31

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.} \}$$

$$\delta_e = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 2 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche

$f_m [N/cm^2]$	74,07
$\tau_0 [N/cm^2]$	1,33
$E [kN/cm^2]$	87,00
$G [kN/cm^2]$	29,00
$W [kN/mc]$	19,00

Carico distribuito dal piano superiore

$q [kN/m]$	64,5
------------	------

Scelta del modello di calcolo

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 2

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	6475	257,7	18467239,58

K [kN/cm]

394,441

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 2

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	16,459	23,375	183,730

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
6475	28,375	185	35

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V _{u-Mu} [kN]
9335,94	257,7	2	72,44

P e G = Peso del setto
 Q = Carico dovuto a q
 N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	6,323	15,854	167,302

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
6475	25,838	185	257,7

t (cm)	b (h/l)	V _{u-f.d.} [kN]
35,00	1,39	33,34

P e G = Peso del setto
 Q = Carico dovuto a q
 N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
145,125	16,459	23,375	183,730

FC	l (cm)	h (cm)	α
1,35	185	257,7	2

t (cm)	V _{u-scorr.} [kN]
35,00	61,36

P e G = Peso del setto
 Q = Carico dovuto a q
 N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha (1.5 \cdot l \cdot t \cdot \tau + 0.4 N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 2:

Il minimo valore di Vu si ha per fessurazione diagonale:

V _u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
33,34	0,85	10,31

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.} \}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

...premendo **Risultati della parete** si ha:

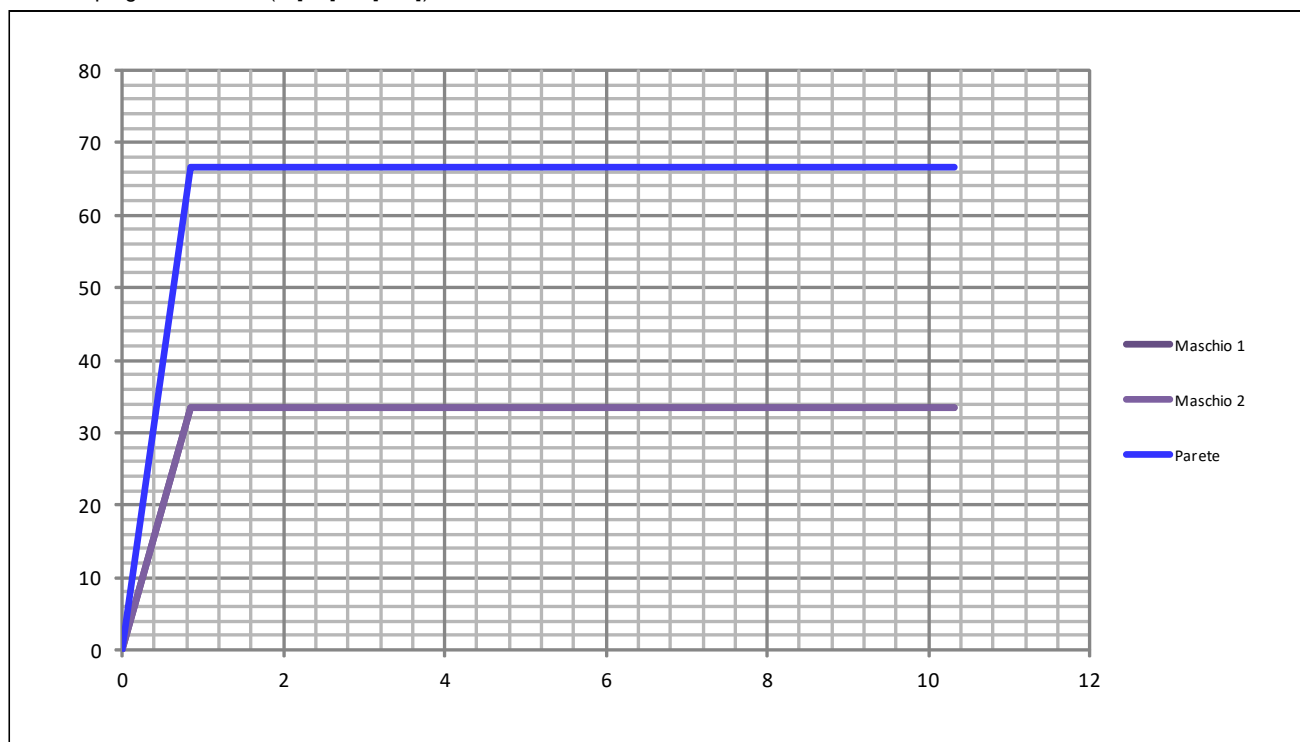
Analisi dei risultati - Stato di progetto

Maschio 1

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
33,34	0,85	10,31	394,44

Maschio 2

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
33,34	0,85	10,31	394,44

Stato di progetto - Grafico (V [kN] - δ [mm])

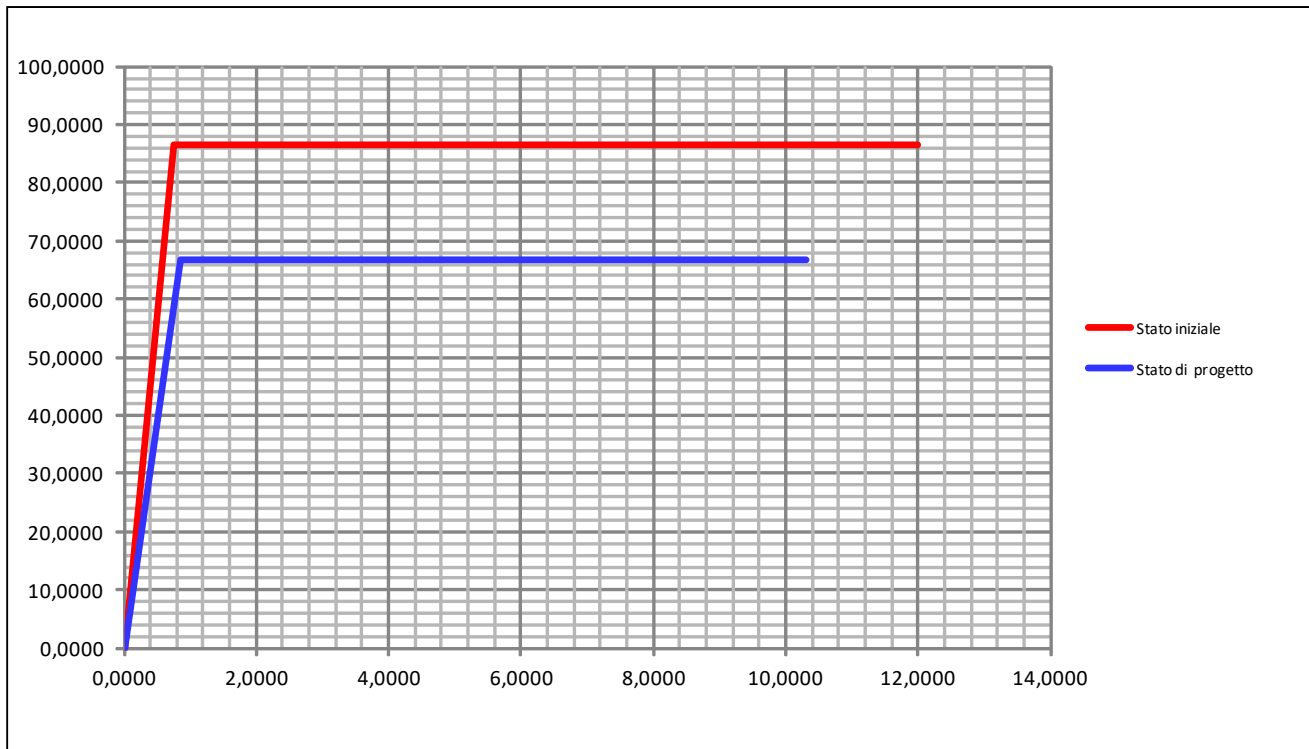
Risultati della parete

K [kN/cm]	V_u [kN]	δ_u [mm]
788,88	66,67	10,31

...premendo **Confronto S.I.-S.P.** si ha:

CONFRONTO STATO INIZIALE-STATO DI PROGETTO

<table><tr><td>K_A [kN/cm]</td></tr><tr><td>1129,327</td></tr></table>	K_A [kN/cm]	1129,327	>	<table><tr><td>K_P [kN/cm]</td></tr><tr><td>788,881</td></tr></table>	K_P [kN/cm]	788,881	V (variazione % di K) = $K_{Fin.}/K_{In.} - 1$ $V = -30,15\%$ Occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>$-15\% < V < 15\%$</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	$-15\% < V < 15\%$
K_A [kN/cm]										
1129,327										
K_P [kN/cm]										
788,881										
Criterio di accettabilità										
$-15\% < V < 15\%$										
<table><tr><td>V_{uA} [kN]</td></tr><tr><td>86,48</td></tr></table>	V_{uA} [kN]	86,48	>	<table><tr><td>V_{uP} [kN]</td></tr><tr><td>66,67</td></tr></table>	V_{uP} [kN]	66,67	$FS_V = V_{uP} / V_{uA}$ $FS_V = 0,771$ Occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>$FS_V \geq 1$</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	$FS_V \geq 1$
V_{uA} [kN]										
86,48										
V_{uP} [kN]										
66,67										
Criterio di accettabilità										
$FS_V \geq 1$										
<table><tr><td>δ_{uA} [mm]</td></tr><tr><td>12,00</td></tr></table>	δ_{uA} [mm]	12,00	>	<table><tr><td>δ_{uP} [mm]</td></tr><tr><td>10,31</td></tr></table>	δ_{uP} [mm]	10,31	$FS_\delta = \delta_{uP} / \delta_{uA}$ $FS_\delta = 0,859$ Occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>$FS_\delta \geq 1$</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	$FS_\delta \geq 1$
δ_{uA} [mm]										
12,00										
δ_{uP} [mm]										
10,31										
Criterio di accettabilità										
$FS_\delta \geq 1$										

Confronto Stato iniziale e Stato di progetto - Grafico (V [kN] - δ [mm])

Si prosegue premendo **Cerchiatura metallica**, si ha:

DIMENSIONAMENTO DELLA CERCHIATURA METALLICA

- ☒ Ripristino minimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 85\%K_A$)
☐ Ripristino totale (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = K_A$)
☐ Ripristino massimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 115\%K_A$)

Modello di calcolo a doppio incastro

$$K_T = \frac{\beta E J}{h^3} \quad \beta = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

K_{in} [kN/cm]	959,9279
------------------	----------

K_P [kN/cm]	788,88
---------------	--------

K_T [kN/cm]	171,047
---------------	---------

Apertura e Specifiche Telaio	
Apertura nuova	1
n° piedritti	2
n° profili x pied.	2

Caratteristiche Acciaio	
Qualità	S 235
Spessore nom.	$t \leq 40$ mm
γ_{M0}	1,05

Profilato di progetto	
HEB	>>> 140
Profilato di calcolo	
HEB 140	

Valori inerziali di progetto	
$J_{P,Prof.C}$ [cm ⁴]	1461,89
$J_{P,TOT.C}$ [cm ⁴]	5847,58

Resistenze di calcolo	
f_{yk} [N/mm ²]	235
f_{tk} [N/mm ²]	360

Valori inerziali di calcolo	
$J_{P,Prof.}$ [cm ⁴]	1509
$J_{P,TOT}$ [cm ⁴]	6036
$W_{Prof.}$ [cm ³]	215,6

DEFINIZIONE FINITURE

Risultati	
$K_{T-Tel.}$ [kN/cm]	205,14
$M_{u el.}$ [kNm]	96,51
$V_{u el.}$ [kN]	197,96
$\delta_{el.}$ [mm]	9,650
δ_u [mm]	24,126

Risultati geometrici	
h_{Foro} [cm]	205
I_{Foro} [cm]	110,0
$h_{Int. Telaio}$ [cm]	195,0
$I_{Int. Telaio}$ [cm]	82,0

CALCOLA

Si seleziona il numero dell'apertura nuova, il numero di piedritti ed il numero di profili per piedritto, le caratteristiche dell'acciaio e la DEFINIZIONE DELLE FINITURE a questo punto selezionando il profilato di progetto (ad es. HEB) l'applicazione ne definisce il tipo (140), si seleziona quindi come profilato di calcolo quello suggerito e si preme CALCOLA. Si ha:

DIMENSIONAMENTO DELLA CERCHIATURA METALLICA

- ☒ Ripristino minimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 85\%K_A$)
- ☐ Ripristino totale (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = K_A$)
- ☐ Ripristino massimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 115\%K_A$)

Modello di calcolo a doppio incastro

$$K_T = \frac{\beta \cdot E \cdot J}{h^3} \quad \beta = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

K_{in} [kN/cm]	959,9279
------------------	----------

K_P [kN/cm]	656,09
---------------	--------

K_T [kN/cm]	303,839
---------------	---------

Apertura e Specifiche Telaio	
Apertura nuova	1
n° piedritti	2
n° profili x pied.	2

Caratteristiche Acciaio	
Qualità	S 235
Spessore nom.	$t \leq 40$ mm
γ_{M0}	1,05

Profilato di progetto	
HEB	>>> 180
Profilato di calcolo	
HEB 140	

Valori inerziali di progetto	
$J_{P,Prof.C}$ [cm ⁴]	2596,84
$J_{P,TOT.C}$ [cm ⁴]	10387,35

Resistenze di calcolo	
f_{yk} [N/mm ²]	235
f_{tk} [N/mm ²]	360

Valori inerziali di calcolo	
$J_{P,Prof.}$ [cm ⁴]	1509
$J_{P,TOT}$ [cm ⁴]	6036
$W_{Prof.}$ [cm ³]	215,6

DEFINIZIONE
FINITURE

Risultati	
$K_{T-Tel.}$ [kN/cm]	205,14
$M_{u el.}$ [kNm]	96,51
$V_{u el.}$ [kN]	197,96
$\delta_{el.}$ [mm]	9,650
δ_u [mm]	24,126

Risultati geometrici	
h_{Foro} [cm]	205
I_{Foro} [cm]	110,0
$h_{Int. Telaio}$ [cm]	195,0
$I_{Int. Telaio}$ [cm]	82,0

CALCOLA

Confronto Stato Iniziale-Stato Finale

$K_{In.}$ [kN/cm]		$K_{Fin.}$ [kN/cm]
1129,327	>	861,227

$$V \text{ (variazione \% di } K) = K_{Fin.}/K_{In.} - 1$$

$$V = -23,740\% \quad \text{Verifica NO}$$

Criterio di accettabilità
$-15\% < V < 15\%$

$V_{u In.}$ [kN]		$V_{u Fin.}$ [kN]
86,48	<	259,23

$$FS_V = V_{u Fin.} / V_{u In.}$$

$$FS_V = 2,998 \quad \text{Verifica OK}$$

Criterio di accettabilità
$V_{u Fin.} / V_{u In.} \geq 1$

$\delta_{u In.}$ [mm]		$\delta_{u Fin.}$ [mm]
12,0	<	24,1

$$FS_\delta = \delta_{u Fin.} / \delta_{u In.}$$

$$FS_\delta = 2,010 \quad \text{Verifica OK}$$

Criterio di accettabilità
$\delta_{u Fin.} / \delta_{u In.} \geq 1$

La verifica non è soddisfatta ed l'applicazione suggerisce HEB 180, se ci sono profili intermedi fra quello provato e quello suggerito si consiglia di considerarli in quanto nell'aggiornamento dell'elaborazione è possibile che le verifiche risultino soddisfatte.

Quindi proviamo come profilato di calcolo HEB 160 e premiamo nuovamente CALCOLA. Si ha:

DIMENSIONAMENTO DELLA CERCHIATURA METALLICA

- ☒ Ripristino minimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 85\%K_A$)
☐ Ripristino totale (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = K_A$)
☐ Ripristino massimo (Si calcola K_T affinché $K_T + K_P = 115\%K_A$)

Modello di calcolo a doppio incastro

$$K_T = \frac{\beta \cdot E \cdot J}{h^3} \quad \beta = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

K_{in} [kN/cm]	959,9279
------------------	----------

K_P [kN/cm]	639,53
---------------	--------

K_T [kN/cm]	320,403
---------------	---------

Apertura e Specifiche Telaio	
Apertura nuova	1
n° piedritti	2
n° profili x pied.	2

Caratteristiche Acciaio	
Qualità	S 235
Spessore nom.	$t \leq 40$ mm
γ_{MO}	1,05

Profilato di progetto	
HEB	>>> 180
Profilato di calcolo	
HEB 160	

Valori inerziali di progetto	
$J_{P.Prof.C}$ [cm ⁴]	2819,34
$J_{P.TOT.C}$ [cm ⁴]	11277,34

Resistenze di calcolo	
f_{yk} [N/mm ²]	235
f_{tk} [N/mm ²]	360

Valori inerziali di calcolo	
$J_{P.Prof.}$ [cm ⁴]	2492
$J_{P.TOT}$ [cm ⁴]	9968
$W_{Prof.}$ [cm ³]	311,5

DEFINIZIONE FINITURE

Risultati	
$K_{T-Tel.}$ [kN/cm]	338,77
$M_{u el.}$ [kNm]	139,43
$V_{u el.}$ [kN]	286,02
$\delta_{el.}$ [mm]	8,443
δ_u [mm]	21,107

Risultati geometrici	
h_{Foro} [cm]	207
I_{Foro} [cm]	114,0
$h_{Int. Telaio}$ [cm]	195,0
$I_{Int. Telaio}$ [cm]	82,0

CALCOLA

Confronto Stato Iniziale-Stato Finale

$K_{In.}$ [kN/cm]		$K_{Fin.}$ [kN/cm]
1129,327	>	978,295

$$V \text{ (variazione \% di } K) = K_{Fin.}/K_{In.} - 1$$

$$V = -13,374\% \quad \text{Verifica OK}$$

Criterio di accettabilità
$-15\% < V < 15\%$

$V_{u In.}$ [kN]		$V_{u Fin.}$ [kN]
86,48	<	346,86

$$FS_V = V_{u Fin.} / V_{u In.}$$

$$FS_V = 4,011 \quad \text{Verifica OK}$$

Criterio di accettabilità
$V_{u Fin.} / V_{u In.} \geq 1$

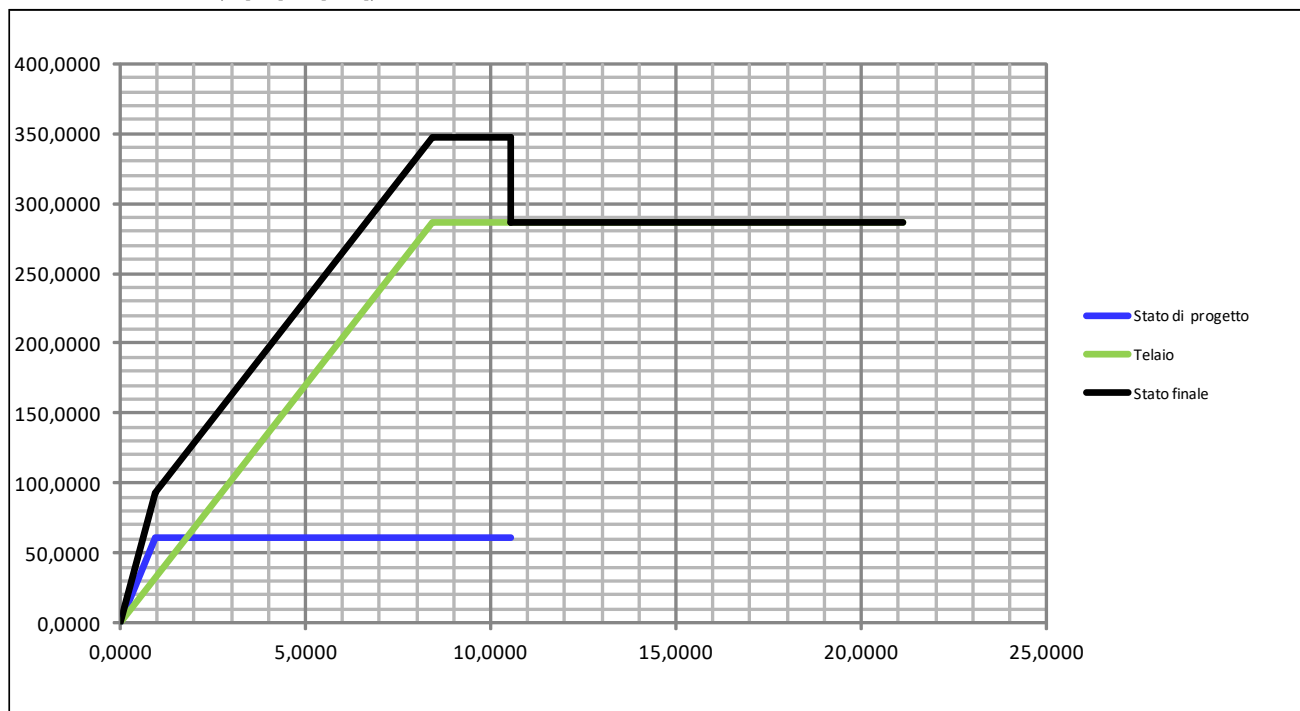
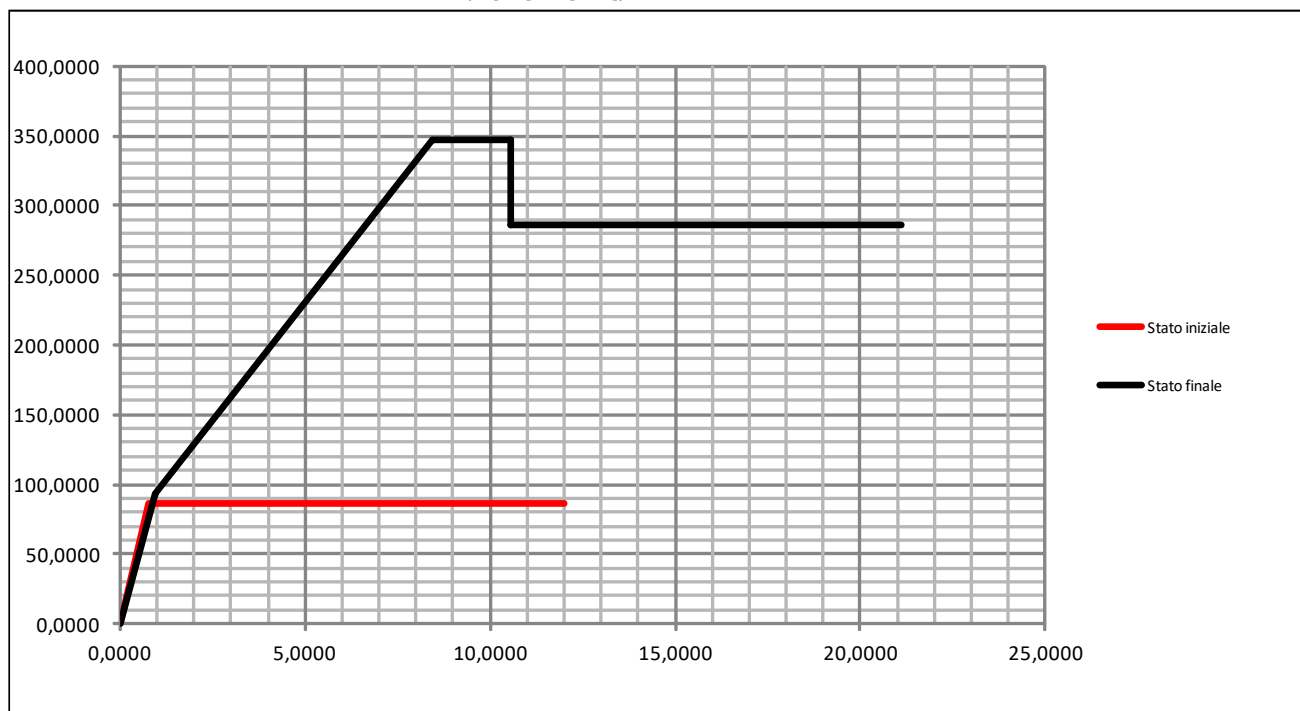
$\delta_{u In.}$ [mm]		$\delta_{u Fin.}$ [mm]
12,0	<	21,1

$$FS_\delta = \delta_{u Fin.} / \delta_{u In.}$$

$$FS_\delta = 1,759 \quad \text{Verifica OK}$$

Criterio di accettabilità
$\delta_{u Fin.} / \delta_{u In.} \geq 1$

La verifica è soddisfatta, si riportano di seguito il grafico dello Stato finale e quello di confronto Stato iniziale-Stato finale :

Stato finale - Grafico (V [kN] - δ [mm])Confronto Stato iniziale e Stato finale - Grafico (V [kN] - δ [mm])

Si procede con **Calcolo del Telaio** e si ha:

CALCOLO DEL TELAIO

Dati generali	
h_T (m)	2,030
l_T (m)	0,980
q_{G1} (N/m)	15000
q_{G2} (N/m)	10000
q_{Q1} (N/m)	20000

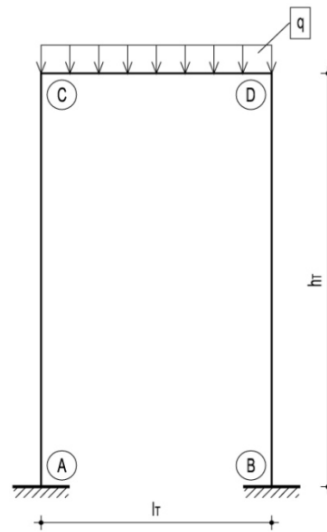
$$q = 1,3q_{G1} + 1,5(q_{G2} + q_{Q1})$$

$$q \text{ (N/m)} = 64500$$

Piedritti	
Tipo di profilo	HEB 160
n° profili	2

Tipo di acciaio	
$t \leq 40 \text{ mm}$	
S 235	
γ_{M0}	1,05
f_{yk} (N/mm ²)	235
f_{tk} (N/mm ²)	360

Traverso	
Tipo di profilo	HEB 160
n° profili	2



Dati e classe Piedritti

h (mm)	160
b (mm)	160
a (mm)	8
e (mm)	13
r (mm)	15
A (cm ²)	54,25
J_x (cm ⁴)	2492
W_x (cm ³)	311,5
W_{px} (cm ³)	354
ε	1,00

Compressione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Presso-Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Classe di appartenenza del profilo = 1

Dati e classe Traverso

h (mm)	160
b (mm)	160
a (mm)	8
e (mm)	13
r (mm)	15
A (cm ²)	54,25
J_x (cm ⁴)	2492
W_x (cm ³)	311,5
W_{px} (cm ³)	354
ε	1,00

Compressione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Presso-Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \rightarrow \text{Classe} = 1$$

Classe di appartenenza del profilo = 1

Sollecitazioni di calcolo (telaio)

Asta A-C

M _{Ed} (Nm)	
A	1267,90
C	-2535,79

V _{Ed} (N)	
A	-1874
C	-1874

N _{Ed} (N)	
A	-31605
C	-31605

Asta C-D

M _{Ed} (Nm)	
C	-2535,79
C-D (l _T /2)	5207,43
D	-2535,79

V _{Ed} (N)	
C	31605
C-D (l _T /2)	0
D	-31605

N _{Ed} (N)	
C	-1874
C-D (l _T /2)	-1874
D	-1874

Asta D-B

M _{Ed} (Nm)	
D	-2535,79
B	1267,90

V _{Ed} (N)	
D	1874
B	1874

N _{Ed} (N)	
D	-31605
B	-31605

Resistenze di calcolo (singoli profili)

Piedritti

M _{c,Rd} (Nm)	79228,57
V _{c,Rd} (N)	227292
N _{c,Rd} (N)	1214167

Traverso

M _{c,Rd} (Nm)	79228,57
V _{c,Rd} (N)	227292
N _{c,Rd} (N)	1214167

Verifiche di resistenza Piedritti (singolo profilo)

Compressione

N _{Ed} (N)	15802,5
N _{c,Rd} (N)	1214167

N _{Ed} /N _{c,Rd}	0,01302
------------------------------------	---------

Verifica soddisfatta

Taglio

V _{Ed} (N)	936,9
V _{c,Rd} (N)	227292

V _{Ed} /V _{c,Rd}	0,00412
------------------------------------	---------

Verifica soddisfatta

Flessione

 $V_{Ed}/V_{c,Rd} < 0,5$ (Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto del taglio)

$$\rho = 0,0000$$

M _{Ed} (Nm)	1267,90
M _{c,Rd} (Nm)	79228,57

M _{Ed} /M _{c,Rd}	0,01600
------------------------------------	---------

Verifica soddisfatta

Presso-Flessione

N _{Ed}	15803
-----------------	-------

<	0,25 · N _{c,Rd}	303542
<	0,5 · h _w · a · f _{yk} / γ _{M0}	93105

n	0,00000
a	0,00000

(Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto dello sforzo normale)

M _{Ed} (Nm)	1267,90
M _{N,y,Rd} (Nm)	79228,57

M _{Ed} /M _{N,y,Rd}	0,01600
--------------------------------------	---------

Verifica soddisfatta

Verifiche di resistenza Traverso (singolo profilo)*Compressione*

N_{Ed} (N)	937
$N_{c,Rd}$ (N)	1214167

$N_{Ed}/N_{c,Rd}$	0,00077
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Taglio

V_{Ed} (N)	15803
$V_{c,Rd}$ (N)	227292

$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,06953
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Flessione $V_{Ed}/V_{c,Rd} < 0,5$ (Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto del taglio)

$$\rho = 0,0000$$

M_{Ed} (Nm)	2603,72
$M_{c,Rd}$ (Nm)	79228,57

$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,03286
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Presso-Flessione

N_{Ed}	937
----------	-----

<	$0,25 \cdot N_{c,Rd}$	303542
<	$0,5 \cdot h_w \cdot a \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$	93105

n	0,00000
a	0,00000

(Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto dello sforzo normale)

M_{Ed} (Nm)	2603,72
$M_{N,y,Rd}$ (Nm)	79228,57

$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$	0,03286
---------------------	---------

Verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità del Traverso

E (N/mm ²)	210000
--------------------------	--------

G (N/mm ²)	80769,23
--------------------------	----------

A/χ (mm ²)	1265
-----------------------------	------

$$\delta = \delta_{fless} + \delta_{tag} = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot J) + q \cdot l^2 / (8 \cdot G \cdot A/\chi)$$

$$\delta_1 \text{ (con } q = q_{G1} + q_{G2})$$

δ_1 (mm)	0,0434
-----------------	--------

$$\delta_2 \text{ (con } q = q_{Q1})$$

δ_2 (mm)	0,0347
-----------------	--------

< 1,96 (l/500) Verifica OK

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2$$

δ_{max} (mm)	0,0781
---------------------	--------

< 2,45 (l/400) Verifica OK

...poi, a verifiche soddisfatte, con **Calcolo saldature**:**CALCOLO DELLE SALDATURE (Piedritti-Traverso)**

Si considerano saldature a cordoni d'angolo. Per questo tipo di saldature il rapporto fra la resistenza di progetto del collegamento $R_{j,d}$ e la resistenza plastica di progetto della membratura collegata $R_{pl,Rd}$ deve essere $\geq \gamma_{Rd} \cdot 1.1$. Questa sovraresistenza riguarda il giunto dove è prevista la formazione della cerniera plastica. A favore di sicurezza si considera comunque tale sovraresistenza.

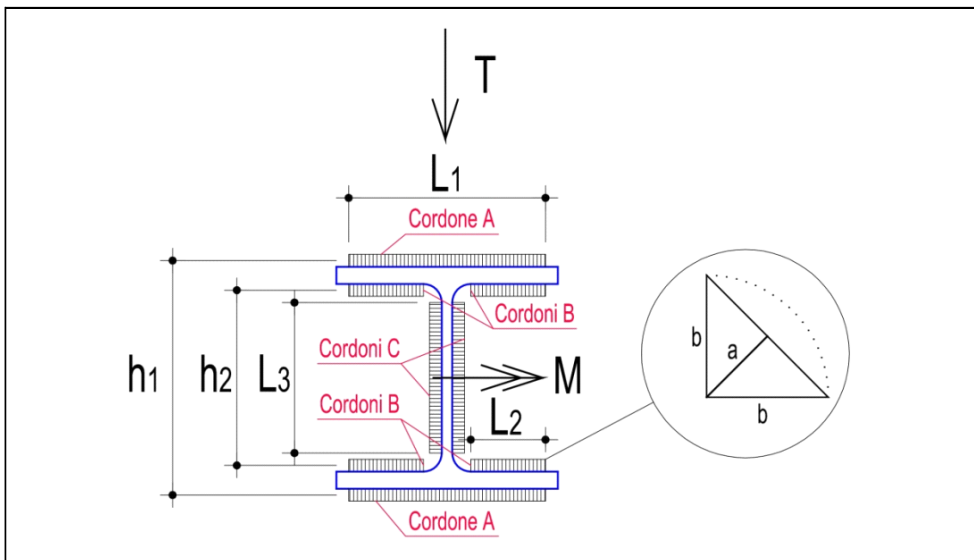
Si assume quindi come momento di progetto il momento plastico del profilo amplificato del fattore $\gamma_{Rd} \cdot 1.1$:

$$M = M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Rd} \cdot 1.1 = (W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}) \cdot \gamma_{Rd} \cdot 1.1$$

$$T = \alpha \cdot M / h_{telaio}$$

$$\alpha = 2 \text{ (Ipotesi di modello a doppio incastro)}$$

$$\alpha = 1 \text{ (Ipotesi di modello a mensola)}$$



Il calcolo viene condotto assumendo che l'azione di taglio venga assorbita dai cordoni d'anima (Cordoni C: la forza di taglio genera $\tau_{//}$) e la sollecitazione di flessione sia assorbita dai cordoni di saldatura sulle ali (Cordoni A e B: il momento flettente genera σ_{\perp})

Dati saldatura	
Acciaio	S235
$b_{1,2}$ (mm)	12
b_3 (mm)	5
γ_{M0}	1,05
γ_{M2}	1,25
$\gamma_{R,d}$	1,2
W_{pl} (cm ³)	354
α	2

Tipo di profilo HEB 160

L_1 (mm)	143,03
L_2 (mm)	52,51
L_3 (mm)	104,00
h_1 (mm)	168,49
h_2 (mm)	125,51
e (mm)	13
a (mm)	8
β	0,8

Sollecitazioni di calcolo

M (Nmm)	104581714,29
T (N)	107263

f_{yk} (N/mm ²)	235
f_{tk} (N/mm ²)	360

Verifica a flessione

$$\sigma_{\perp} < f_{tk}/(\beta \cdot \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = M/W$$

$$W = a_{1,2}(L_1 \cdot h_1 + 2 \cdot L_2 \cdot h_2)$$

$a_{1,2}$ (mm)	8,49
W (mm ³)	316340,58
σ_{\perp} (N/mm ²)	330,60

(Verifica soddisfatta)

Verifica a taglio

$$F_{w,Ed} < F_{w,Rd}$$

$$F_{w,Ed} = T/(2 \cdot L_3)$$

$$F_{w,Rd} = a_3 \cdot f_{tk}/(3^{1/2} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

a_3 (mm)	3,54
$F_{w,Ed}$ (N/mm)	515,689
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	734,847

(Verifica soddisfatta)

Note

Le sollecitazioni di calcolo ottenute considerando le caratteristiche plastiche dei profili che costituiscono i piedritti risulteranno sempre maggiori di quelle in testa ai piedritti ottenute dal calcolo del telaio, quindi, le verifiche saranno sempre soddisfatte.

Sollecitazioni di calcolo

M (Nmm)	104581714,29
T (N)	107263

Sollecitazioni testa piedritti (Calcolo Telaio)

M _{TELAIO} (Nmm)	2535792,98
T _{TELAIO} (N)	1873,74

...ed infine, a verifiche soddisfatte, con **Calcolo Piastra di base** :

CALCOLO PIASTRA DI BASE

I piedritti vengono collegati alla piastra di base tramite cordoni del tutto analoghi al giunto Piedritti-Traverso, in grado quindi di trasmettere il momento di plasticizzazione del piedritto. Il giunto viene realizzato con l'innesto di ancoranti chimici di collegamento al cordolo in c.c.a. del solaio. Tale vincolo può essere assimilato ad un incastro caratterizzato da una resistenza a flessione (o momento di plasticizzazione) non nulla ma inferiore a quella del piedritto venendo di fatto a chiudere il telaio. Il criterio di calcolo adottato prevede di progettare il giunto per sopportare il momento resistente ed il taglio dei bulloni utilizzati disposti su due file effettuando il confronto con le sollecitazioni ottenute dal calcolo del telaio.

Per il taglio di progetto, si approssima la relazione col momento flettente:

$$M = T \cdot h' / \alpha \text{ da cui } T = \alpha \cdot M / h'$$

$\alpha = 2$ (Ipotesi di modello a doppio incastro)

$\alpha = 1$ (Ipotesi di modello a mensola)

h' = distanza da piastra di base ad asse trasverso.

Lo sforzo di trazione di progetto dovuto alla flessione vale, nei due bulloni: M/b_M , con b_M braccio della coppia, uguale all'interasse delle due file di bulloni. Applicando la formula di verifica per la presenza combinata di flessione e taglio:

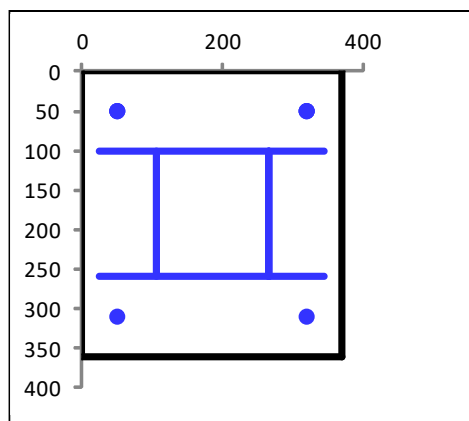
$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

che può essere riscritta come: $(2 \cdot M/h)/F_{v,Rd} + (M/b_M)/(1.4 \cdot F_{t,Rd}) \leq 1$

considerando l'uguaglianza si ricava M e quindi T.

Dati piastra	
b (mm) - Consigliato	370
h (mm) - Consigliato	360
b (mm)	370
h (mm)	360
Spessore (mm)	25
Acciaio	S235
γ_{M0}	1,05

Dati bulloni	
n° bulloni :	4
Diametro (mm)	12
Classe	8,8
γ_{M2}	1,25
Distanza dai bordi (Consigliato 50 mm)	50



bullone	x	y	Area	A*y	A(y-d) ²
1	50	50	84	4200	90395
2	320	50	84	4200	90395
3	50	310	84	26040	7E+06
4	320	310	84	26040	7E+06

A_{res} (mmq)	84
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
h' (mm)	2030
n° bulloni per fila	2
$F_{t,Rd}$ (N)	96768
$F_{v,Rd}$ (N)	64512
b_M (mm)	260

$185d^2 + 336d - 60480 = 0$	
d (mm)	17,19558
J_y (mm ⁴)	15211265,36
$f_{t,Ed}$ (N/mm ²)	440,8680
f_p (N/mm ²)	25,8909

Solicitazioni di calcolo

M (Nmm)	22903206,46
T (N)	22565

Verifica dei bulloni

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384
$F_{v,Ed}$ (N)	5641,18
$F_{t,Ed}$ (N)	37032,91

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,72	< 1 (OK)
$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,77	< 1 (OK)

Verifica della piastra

d (mm)	50
W_{el} (mm ³)	38541,67
f_{yk} (N/mm ²)	235
M_{Ed} (Nmm)	3703291,15
M_{Rd} (Nmm)	8625992,06

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot d$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot W_{el} / \gamma_{M0}$$

M_{Ed} / M_{Rd}	0,429	< 1 (OK)
-------------------	-------	----------

Note

Le sollecitazioni di calcolo risultano maggiori di quelle al piede dei piedritti ottenute dal calcolo del telaio, le verifiche si ritengono quindi soddisfatte.

Solicitazioni di calcolo

M (Nmm)	22903206,46
T (N)	22565

Solicitazioni base piedritti (Calcolo Telaio)

M_{TELAIO} (Nmm)	1267896,49
T_{TELAIO} (N)	1873,74

A questo punto si passa alla stampe premendo **Gestione stampe**.

GESTIONE STAMPE

- Stato iniziale (S.I.) - Stato di progetto (S.P.) - Confronto S.I. - S.P.	Stampa	Stampa tutto
- Dimensionamento della cerchiatura metallica - Calcolo del telaio - Calcolo delle saldature - Calcolo della piastra di base	Stampa	

Si fa notare che relativamente allo stato di progetto, in seguito all'elaborazione di calcolo, nelle stampe le dimensioni della nuova apertura saranno pari alla somma delle misure finite più quelle degli eventuali profili della cerchiatura e delle finiture. Ed inoltre nelle stampe, dopo la definizione della cerchiatura metallica, saranno riportate schematicamente le misure delle finiture. (Vedi esempi di calcolo successivi).

Esempio 2

Modifica di apertura esistente (da 80x210 a 330x245) su parete di dimensioni L=650, H=290.

Tipo di muratura: Muratura in pietrame disordinata ($s_p = 40$ cm)

Carico distribuito: $q = 37,5$ kN/m

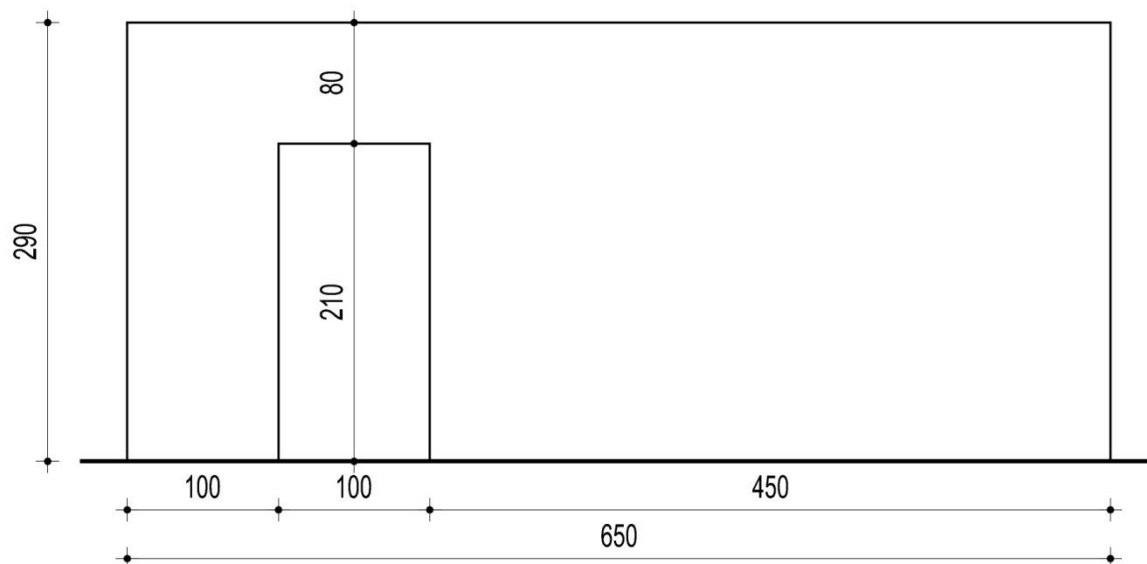
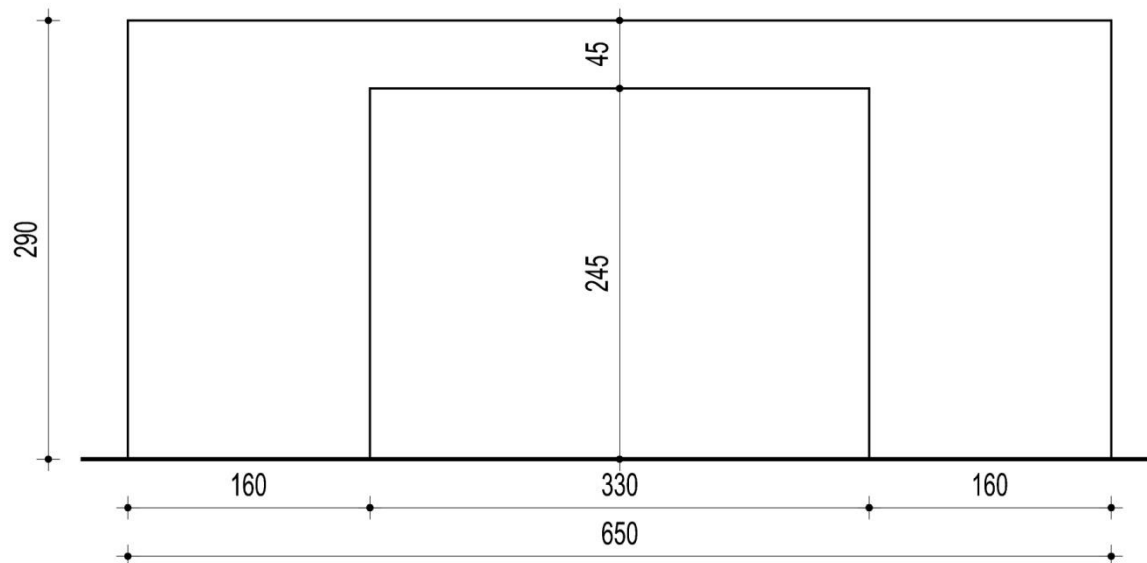
Modello di calcolo: a doppio incastro

Livello di conoscenza: LC1

Fattore di confidenza: Non considerato ($FC = 1$)

Valori medi di Resistenze e Moduli elastici.

Condizione migliorativa: Stato iniziale: Nessuna - Stato di progetto: Intonaco armato.

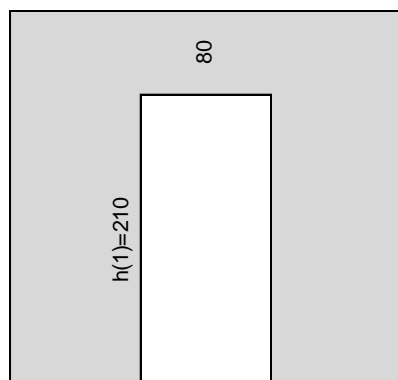
Stato iniziale**Stato finale**

Esempio 2 - Applicazione CalCer (Ver.1.0.18)**STATO INIZIALE**

Dimensioni del setto	
H (cm)	290
L (cm)	650
s (cm)	40
N° Aperture	1

Apertura	Tipo	Dimensioni (cm)			
1	Porta	d(1)=100	l(1)=100	h(1)=210	

d(1) l(1) d(2)
100 100 450



Scelta del modello di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro

Carico dal piano superiore (KN/m)
37,5

Maschi murari di calcolo
2

Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)								
f_m (N/cm ²)		t_0 (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
100	200	1,8	3,2	690	1050	230	350	19

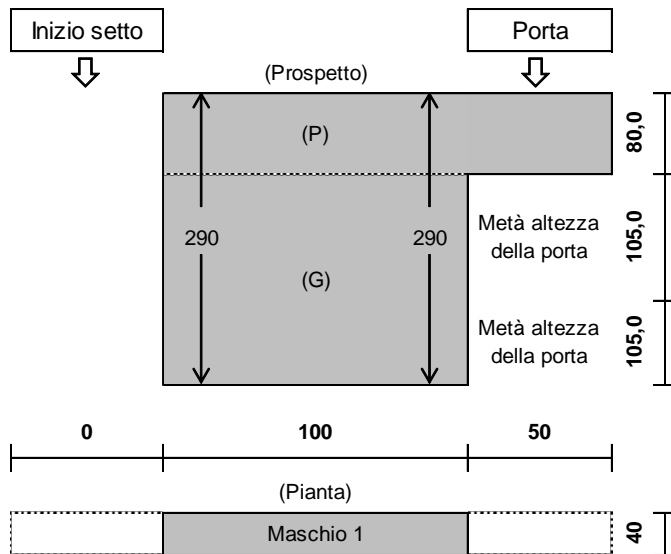
Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Non considerare FC	FC (f_m ; t_0)	1

Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Nessuna	
FM (f_m ; t_0)	1,00
FM (E ; G)	1,00

Resistenza (f_m ; t_0) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
<input checked="" type="checkbox"/> Considera valori medi	<input type="checkbox"/> Considera valori medi ridotti (50%)

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f_m (N/cm ²)	t_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
150,00	2,50	870,00	290,00	19,00

MASCHIO 1 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	150,00
τ_0 [N/cm ²]	2,50
E [kN/cm ²]	87,00
G [kN/cm ²]	29,00
W [kN/mc]	19,00

Carico dal piano superiore	
q [kN/m]	37,5

Modello di calcolo adottato	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezza

Maschio 1

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	4000	246,0	3333333,333

K [kN/cm]
146,566

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
56,250	9,120	15,960	79,136

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
4000	19,784	100	40

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
3342,83	246,0	2	27,18

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
56,250	5,016	9,348	70,614

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
4000	17,653	100	246,0

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
40,00	1,50	23,89

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
56,250	9,120	15,960	79,136

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	100	246,0	2

t (cm)	$V_{u-scrr.}$ [kN]
40,00	31,82

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

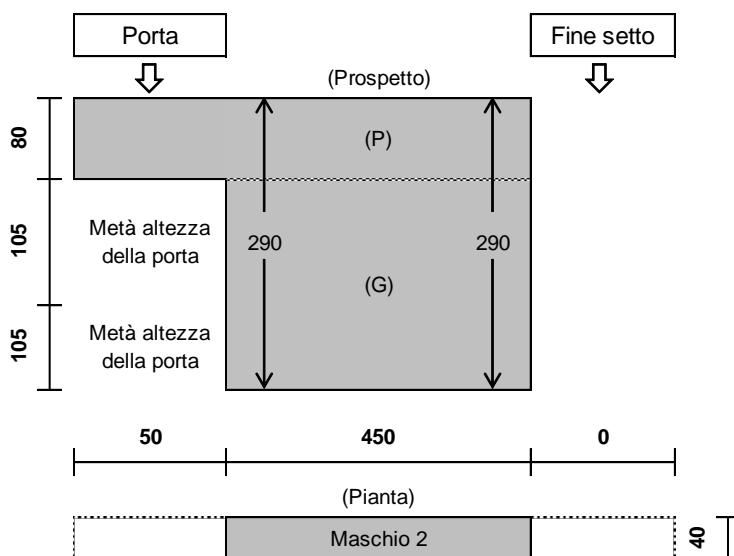
V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]
23,89	1,63	9,84

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.}\}$$

$$\delta_e = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 2 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche

f_m [N/cm ²]	150,00
τ_0 [N/cm ²]	2,50
E [kN/cm ²]	87,00
G [kN/cm ²]	29,00
W [kN/mc]	19,00

Carico dal piano superiore

q [kN/m]	37,5
----------	------

Modello di calcolo adottato

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 2

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	18000	274,0	303750000

K [kN/cm]
1439,359

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 2

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
187,500	30,400	71,820	287,526

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
18000	15,974	450	40

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V_{u-Mu} [kN]
56588,34	274,0	2	413,05

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
187,500	6,080	46,854	240,434

A [cmq]	σ_0 [N/cmq]	l (cm)	h (cm)
18000	13,357	450	274,0

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
40,00	1,00	113,33

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l \cdot t \cdot \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \cdot \tau_0}\right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
187,500	30,400	71,820	287,526

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	450	274,0	2

t (cm)	$V_{u-scorr.}$ [kN]
40,00	159,68

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 2:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
113,33	0,79	10,96

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

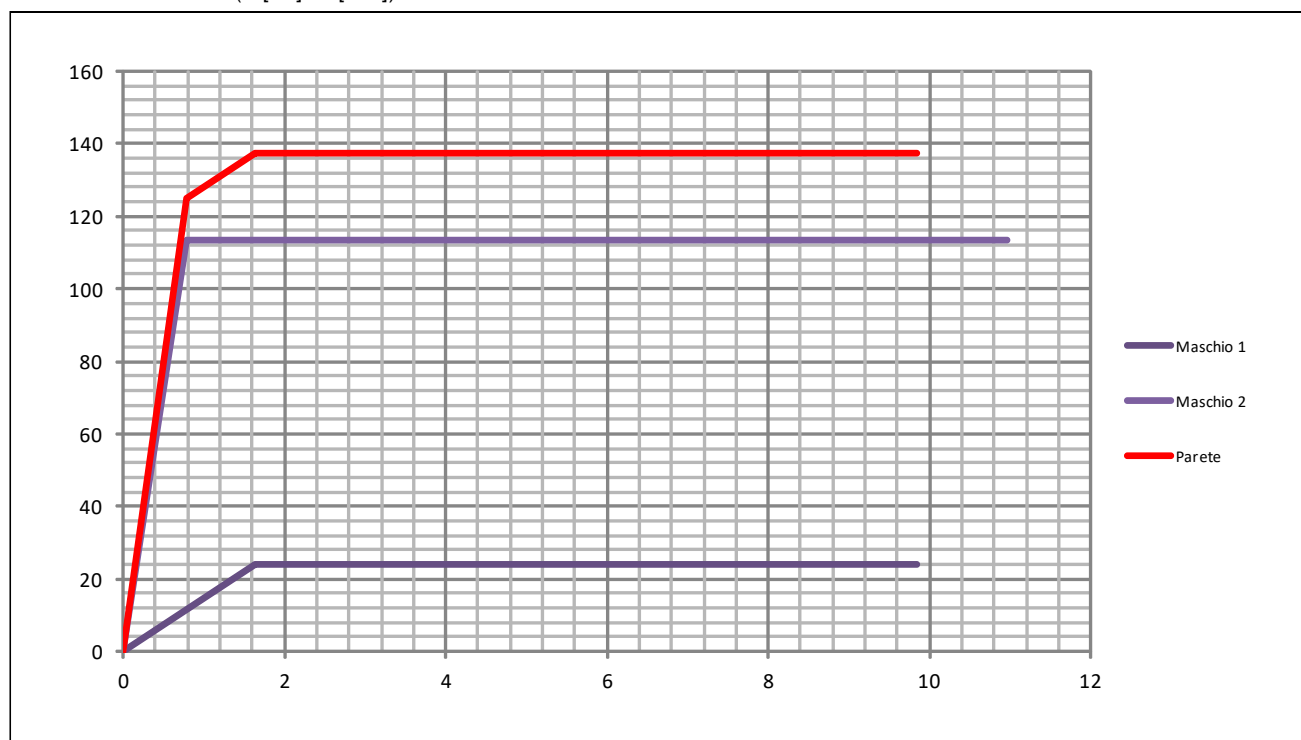
Analisi dei risultati - Stato iniziale

Maschio 1

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
23,89	1,63	9,84	146,57

Maschio 2

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
113,33	0,79	10,96	1439,36

Stato iniziale - Grafico (V [kN] - δ [mm])

Risultati della parete

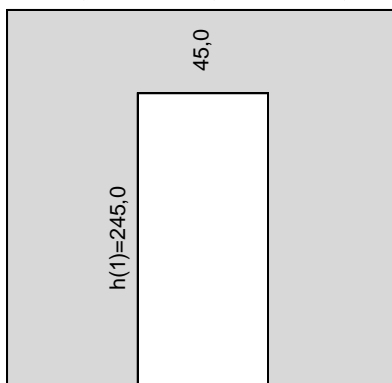
K [kN/cm]	V _u [kN]	δ _u [mm]
1585,92	137,22	9,84

STATO DI PROGETTO

Dimensioni del setto	
H (cm)	290
L (cm)	650
s (cm)	40
N° Aperture	1

Apertura	Tipo	Dimensioni (cm)			
1	Porta	d(1)=160,0	l(1)=330,0	h(1)=245,0	

d(1) l(1) d(2)
160,0 330,0 160,0



Scelta del modello di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro

Carico dal piano superiore (KN/m)
37,5

Maschi murari di calcolo
2

Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)								
f _m (N/cm ²)		t ₀ (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
100	200	1,8	3,2	690	1050	230	350	19

Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Non considerare FC	FC (f _m ; t ₀)	1

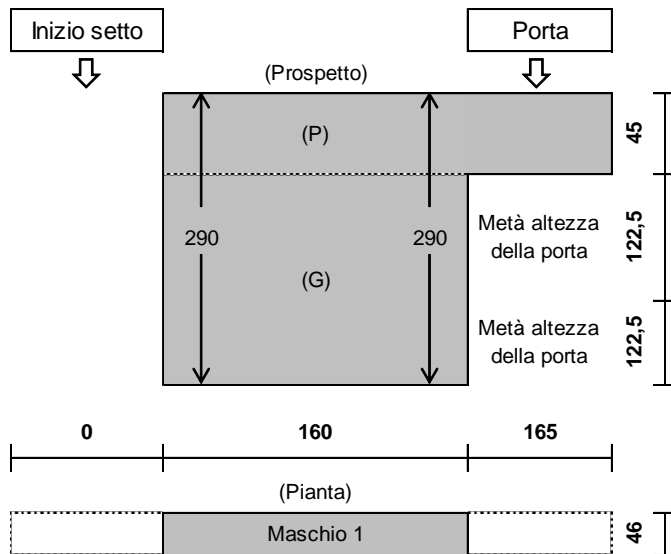
Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Intonaco armato	
FM (f _m ; t ₀)	2,50
FM (E ; G)	2,50

Resistenza (f _m ; t ₀) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
<input checked="" type="checkbox"/> Considera valori medi	<input type="checkbox"/> Considera valori medi ridotti (50%)

Opzioni di calcolo intonaco armato	
Spessore pareti (cm)	3
Peso (KN/mc)	25
Spessore parete (cm)	46

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f _m (N/cm ²)	t ₀ (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
375,00	6,25	2175,00	725,00	19,78

MASCHIO 1 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	375,00
τ_0 [N/cm ²]	6,25
E [kN/cm ²]	217,50
G [kN/cm ²]	72,50
W [kN/mc]	19,78

Carico distribuito dal piano superiore	
q [kN/m]	37,5

Scelta del modello di calcolo	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezza

Maschio 1

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	7360	272,0	15701333,33

K [kN/cm]	
906,913	

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	13,309	35,672	142,248

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
7360	19,327	160	46

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
10689,86	272,0	2	78,61

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	5,328	19,801	147,003

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
7360	19,973	160	272,0

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
46,00	1,50	81,39

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	13,309	35,672	142,248

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	160	272,0	2

t (cm)	$V_{u-scrr.}$ [kN]
46,00	69,00

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di V_u si ha per scorrimento:

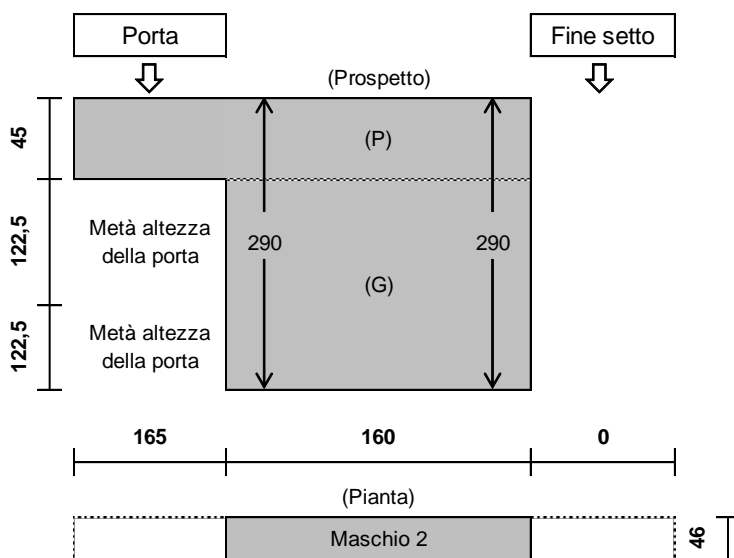
V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
69,00	0,76	10,88

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 2 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche

f_m [N/cm ²]	375,00
τ_0 [N/cm ²]	6,25
E [kN/cm ²]	217,50
G [kN/cm ²]	72,50
W [kN/mc]	19,78

Carico distribuito dal piano superiore

q [kN/m]	37,5
----------	------

Scelta del modello di calcolo

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 2

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	7360	272,0	15701333,33

K [kN/cm]
906,913

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 2

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	13,309	35,672	142,248

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
7360	19,327	160	46

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V_{u-Mu} [kN]
10689,86	272,0	2	78,61

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	5,328	19,801	147,003

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
7360	19,973	160	272,0

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
46,00	1,50	81,39

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l \cdot t \cdot \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \cdot \tau_0}\right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
121,875	13,309	35,672	142,248

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	160	272,0	2

t (cm)	$V_{u-scorr.}$ [kN]
46,00	69,00

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 2:

Il minimo valore di V_u si ha per scorrimento:

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
69,00	0,76	10,88

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

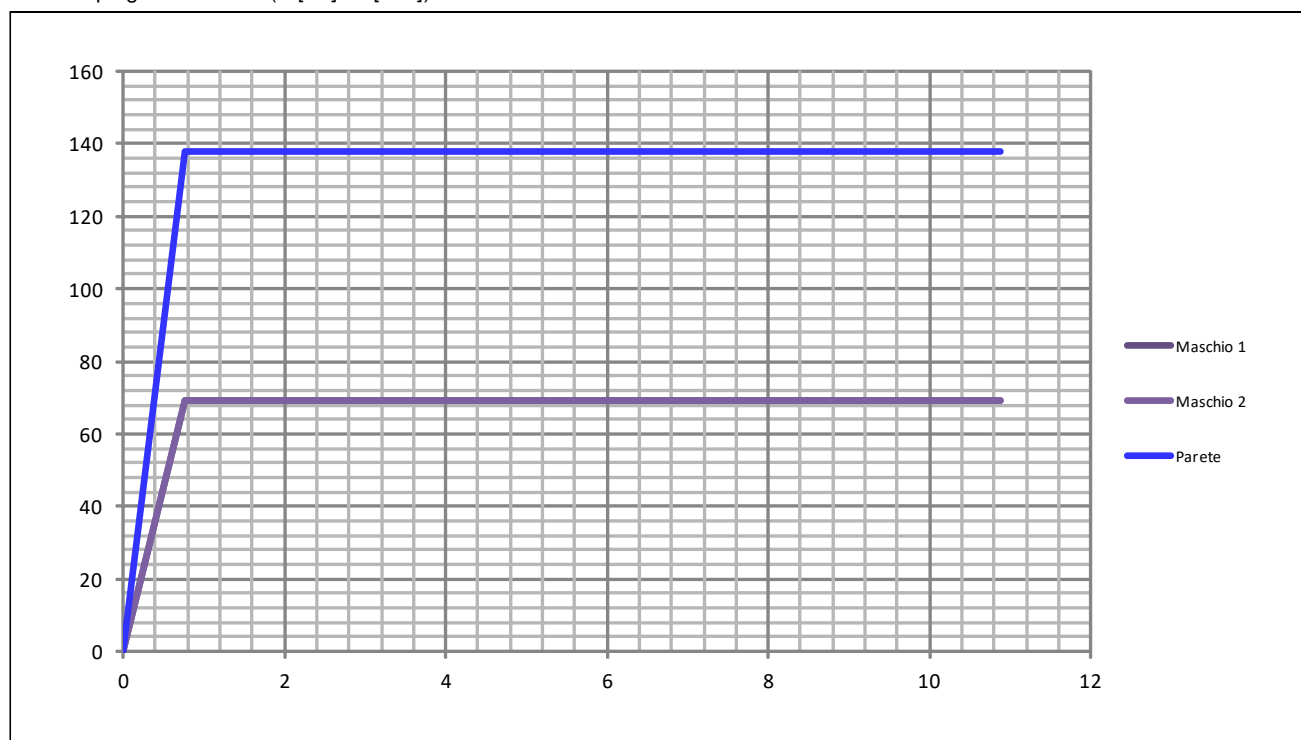
Analisi dei risultati - Stato di progetto

Maschio 1

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
69,00	0,76	10,88	906,91

Maschio 2

V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
69,00	0,76	10,88	906,91

Stato di progetto - Grafico (V [kN] - δ [mm])

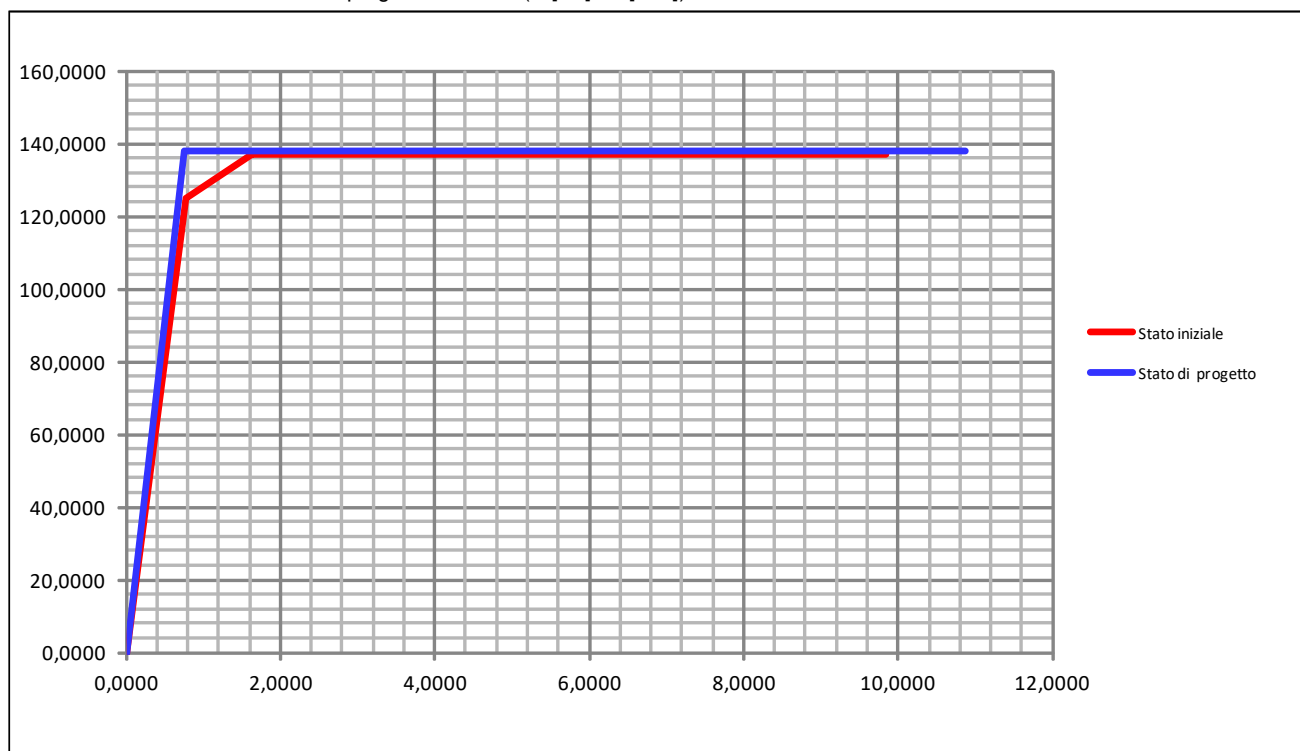
Risultati della parete

K [kN/cm]	V _u [kN]	δ _u [mm]
1813,83	138,00	10,88

CONFRONTO STATO INIZIALE-STATO DI PROGETTO

<table><tr><td>K_A [kN/cm]</td></tr><tr><td>1585,925</td></tr></table>	K _A [kN/cm]	1585,925	<	<table><tr><td>K_P [kN/cm]</td></tr><tr><td>1813,827</td></tr></table>	K _P [kN/cm]	1813,827	$V \text{ (variazione \% di K)} = K_{Fin.}/K_{In.} -1$ $V = 14,37\%$ Non occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>-15% < V < 15%</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	-15% < V < 15%
K _A [kN/cm]										
1585,925										
K _P [kN/cm]										
1813,827										
Criterio di accettabilità										
-15% < V < 15%										
<table><tr><td>V_{uA} [kN]</td></tr><tr><td>137,22</td></tr></table>	V _{uA} [kN]	137,22	<	<table><tr><td>V_{uP} [kN]</td></tr><tr><td>138,00</td></tr></table>	V _{uP} [kN]	138,00	$FS_V = V_{uP} / V_{uA}$ $FS_V = 1,006$ Non occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>$FS_V \geq 1$</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	$FS_V \geq 1$
V _{uA} [kN]										
137,22										
V _{uP} [kN]										
138,00										
Criterio di accettabilità										
$FS_V \geq 1$										
<table><tr><td>δ_{uA} [mm]</td></tr><tr><td>9,84</td></tr></table>	δ _{uA} [mm]	9,84	<	<table><tr><td>δ_{uP} [mm]</td></tr><tr><td>10,88</td></tr></table>	δ _{uP} [mm]	10,88	$FS_\delta = \delta_{uP} / \delta_{uA}$ $FS_\delta = 1,106$ Non occorre rinforzo	<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>$FS_\delta \geq 1$</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	$FS_\delta \geq 1$
δ _{uA} [mm]										
9,84										
δ _{uP} [mm]										
10,88										
Criterio di accettabilità										
$FS_\delta \geq 1$										

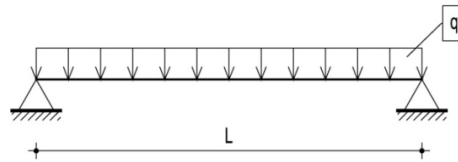
Confronto Stato iniziale e Stato di progetto - Grafico (V [kN] - δ [mm])



Poiché dal confronto S.I.-S.P. si ha che le verifiche sono soddisfatte, non è necessario considerare l'inserimento di una cerchiatura metallica e si procede con **Calcolo Architrave** e si ha:

CALCOLO ARCHITRAVE

Dati generali	
L (m)	3,300



Architrave	
Tipo di profilo	HEB 180
n° profili	2

Tipo di acciaio	
t ≤ 40 mm	
S 235	

f_{yk} (N/mm ²)	235
f_{tk} (N/mm ²)	360
γ_{M0}	1,05

q_{G1} (N/m)	7000
----------------	------

q_{G2} (N/m)	8500
----------------	------

q_{Q1} (N/m)	10433
----------------	-------

$$q = 1,3q_{G1} + 1,5(q_{G2} + q_{Q1})$$

q (N/m)	18749,75
---------	----------

Dati e classe del profilo

h (mm)	180
b (mm)	180
a (mm)	8,5
e (mm)	14
r (mm)	15
A (cm ²)	65,25
J_x (cm ⁴)	3831
W_x (cm ³)	425,7
W_{px} (cm ³)	481,4
ε	1,00

Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 5,05 \quad \rightarrow \quad \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 14,35 \quad \rightarrow \quad \text{Classe} = 1$$

Classe di appartenenza del profilo = 1Sollecitazioni di calcolo

M_{Ed} (Nm)	25523,09719
---------------	-------------

V_{Ed} (N)	30937,0875
--------------	------------

Resistenze di calcolo (singolo profilo)

$M_{c,Rd}$ (Nm)	107741,90
$V_{c,Rd}$ (N)	261534

Verifiche di resistenza (singolo profilo)Taglio

V_{Ed} (N)	30937,1
$V_{c,Rd}$ (N)	261534

$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,11829
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Flessione
 $V_{Ed}/V_{c,Rd} < 0,5$ (Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto del taglio)

$$\rho = 0,0000$$

M_{Ed} (Nm)	25523,10
$M_{c,Rd}$ (Nm)	107741,90

$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,23689
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità del Traverso

E (N/mm ²)	210000	G (N/mm ²)	80769,23	A/χ (mm ²)	1485
------------------------	--------	------------------------	----------	------------------------	------

$$\delta = \delta_{less} + \delta_{ag} = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot J) + q \cdot l^2 / (8 \cdot G \cdot A / \chi)$$

$$\delta_1 \text{ (con } q = q_{G1} + q_{G2})$$

δ ₁ (mm)	1,5755
---------------------	--------

$$\delta_2 \text{ (con } q = q_{Q1})$$

δ ₂ (mm)	1,0605
---------------------	--------

$$< 6,60 \text{ (l/500)} \quad \text{Verifica OK}$$

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2$$

δ _{max} (mm)	2,6359
-----------------------	--------

$$< 8,25 \text{ (l/400)} \quad \text{Verifica OK}$$

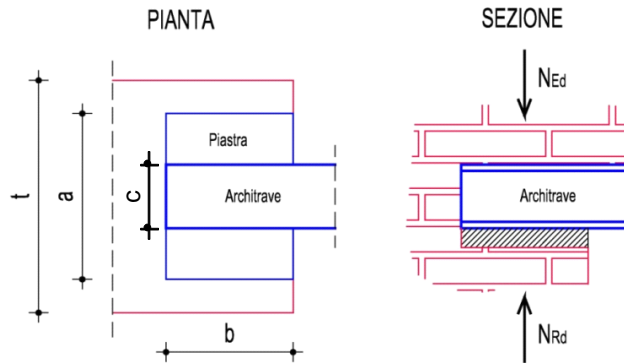
VERIFICHE SULLA MURATURA (Carichi concentrati)

Piastra di appoggio	
Presente?	Si
t (cm)	46
a (cm)	40
b (cm)	30

Caratteristiche della muratura	
f _m (N/cm ²)	250,00
FC	1,35
γ _M	3,0

$$N_{Rd} = \beta \cdot A_b \cdot [f_m / (FC \cdot \gamma_M)]$$

N _{Ed} (N)	61874,175
N _{Rd} (N)	74074



NOTABENE (Scelta del valore di f_m)
Ai fini della verifica per f_m si consideri un valore compreso nel seguente intervallo:

$$250 < f_m < 500$$

β	1	A _b (cm ²)	1200
---	---	-----------------------------------	------

N _{Ed} /N _{Rd}	0,83530
----------------------------------	---------

Verifica soddisfatta

Esempio 3

Trasformazione di una finestra (120x140 in porta 80x210) su parete di dimensioni L=950, H=300 con altre tre aperture esistenti.

Tipo di muratura: Muratura in mattoni pieni e malta di calce (sp = 20 cm)

Carico distribuito: $q = 35,4 \text{ kN/m}$

Modello di calcolo: a doppio incastro

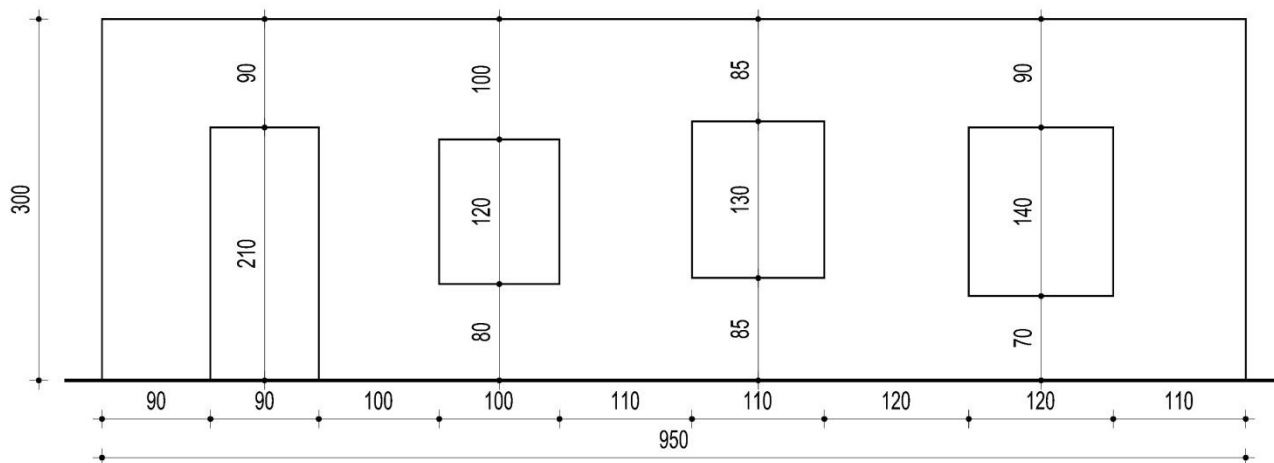
Livello di conoscenza: LC1

Fattore di confidenza: Non considerato ($FC = 1$)

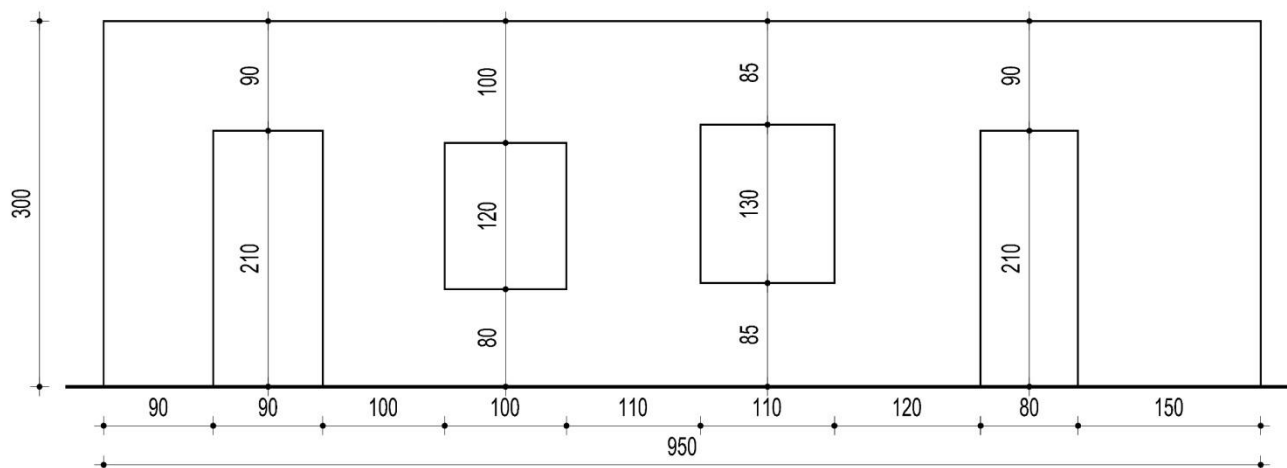
Valori medi di Resistenze e Moduli elastici.

Condizione migliorativa: Stato iniziale: Nessuna - Stato di progetto: Nessuna.

Stato iniziale



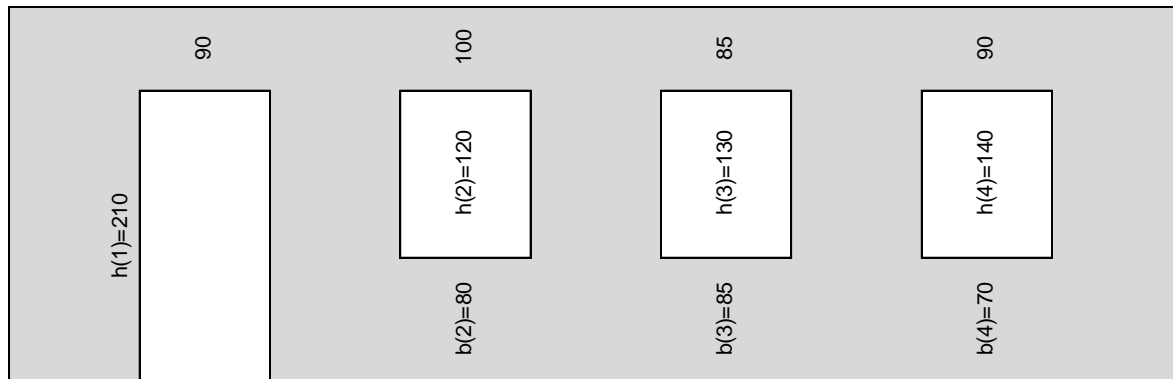
Stato finale



Esempio 3 - Applicazione CalCer (Ver.1.0.18)**STATO INIZIALE**

Dimensioni del setto		Apertura	Tipo	Dimensioni (cm)		
H (cm)	300	1	Porta	d(1)=90	l(1)=90	h(1)=210
L (cm)	950	2	Finestra	d(2)=100	l(2)=100	h(2)=120
s (cm)	20	3	Finestra	d(3)=110	l(3)=110	h(3)=130
N° Aperture	4	4	Finestra	d(4)=120	l(4)=120	h(4)=140

d(1)	l(1)	d(2)	l(2)	d(3)	l(3)	d(4)	l(4)	d(5)
90	90	100	100	110	110	120	120	110



Scelta del modello di calcolo	Carico dal piano superiore (KN/m)	Maschi murari di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro	35,4	5

Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in mattoni pieni e malta di calce								
f_m (N/cm ²)		t_0 (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
260	430	5	13	1200	1800	400	600	18

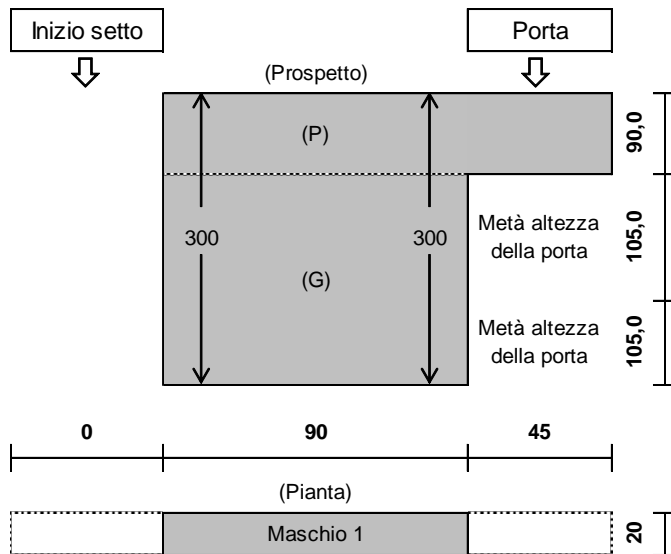
Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Non considerare FC	FC (f_m ; t_0)	1

Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Nessuna	
FM (f_m ; t_0)	1,00
FM (E ; G)	1,00

Resistenza (f_m ; t_0) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
<input checked="" type="checkbox"/> Considera valori medi	<input type="checkbox"/> Considera valori medi ridotti (50%)

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f_m (N/cm ²)	t_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
345,00	9,00	1500,00	500,00	18,00

MASCHIO 1 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Modello di calcolo adottato
Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 1

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	1800	244,1	1215000

K [kN/cm]
100,939

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1,2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	4,374	6,804	58,126

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
1800	32,292	90	20

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
2327,64	244,1	2	19,07

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	2,716	3,955	54,461

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
1800	30,256	90	244,1

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	29,17

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1,5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1,5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	4,374	6,804	58,126

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	90	244,1	2

t (cm)	$V_{u-scrr.}$ [kN]
20,00	22,28

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di V_u si ha per pressoflessione nel piano:

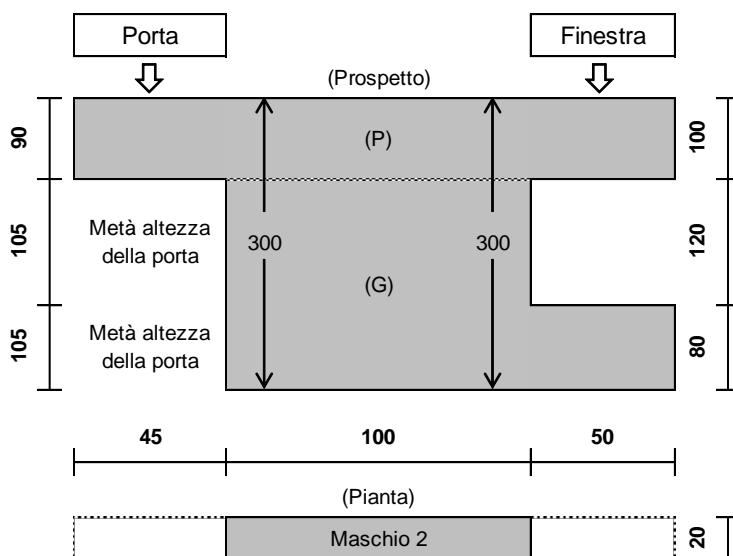
V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
19,07	1,89	14,65

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 2 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche

f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico dal piano superiore

q [kN/m]	35,4
----------	------

Modello di calcolo adottato

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 2

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	2000	185,5	1666666,667

K [kN/cm]
229,628

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 2

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	6,678	7,380	81,207

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
2000	40,603	100	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V_{u-Mu} [kN]
3498,15	185,5	2	37,71

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	8,036	3,339	80,406

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
2000	40,203	100	185,5

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	35,90

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l \cdot t \cdot \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \cdot \tau_0}\right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	6,678	7,380	81,207

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	100	185,5	2

t (cm)	$V_{u-scorr.}$ [kN]
20,00	36,79

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot t \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha \cdot FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 2:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

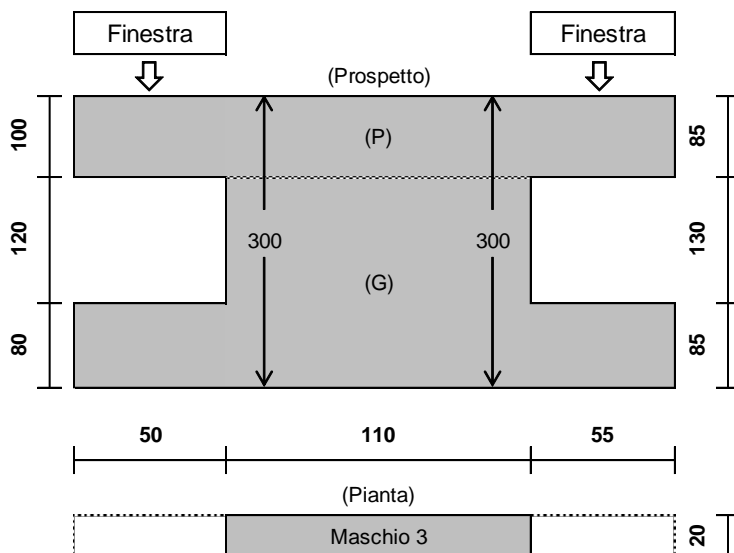
V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
35,90	1,56	7,42

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 3 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Modello di calcolo adottato	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezza

Maschio 3

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	2200	176,3	2218333,333

K [kN/cm]
303,330

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 3

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	7,146	8,217	89,176

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
2200	40,535	110	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V _{u-Mu} [kN]
4226,74	176,3	2	47,94

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	9,572	3,491	89,173

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
2200	40,533	110	176,3

t (cm)	b (h/l)	V _{u-f.d.} [kN]
20,00	1,50	39,61

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	7,146	8,217	89,176

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	110	176,3	2

t (cm)	V _{u-scorr.} [kN]
20,00	42,62

Risultati Maschio 3:

Il minimo valore di Vu si ha per fessurazione diagonale:

V _u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
39,61	1,31	7,05

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha (1.5 l t \tau + 0.4 N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 t \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

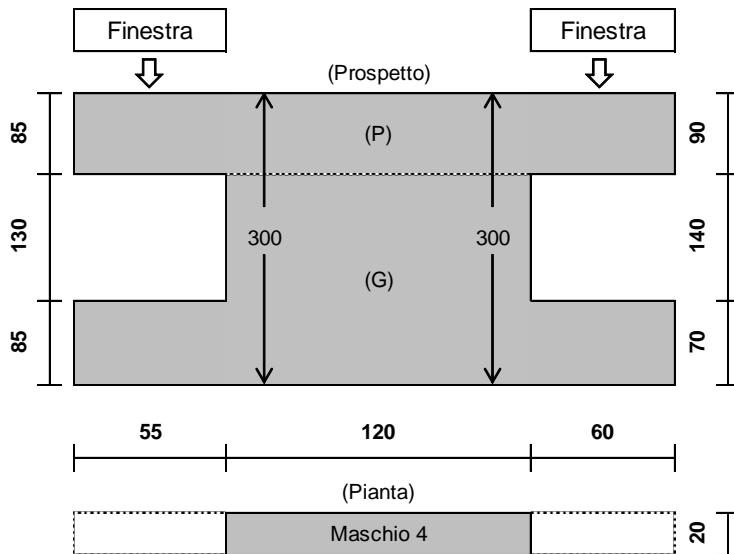
$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu} ; V_{u-f.d.} ; V_{u-scorr.} \}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 4 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Modello di calcolo adottato
Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 4

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	2400	183,9	2880000

K [kN/cm]
329,121

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1,2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 4

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
83,190	7,407	9,180	97,023

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
2400	40,426	120	20

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
5018,87	183,9	2	54,59

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
83,190	9,823	3,972	96,985

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
2400	40,410	120	183,9

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	43,16

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1,5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1,5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
83,190	7,407	9,180	97,023

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	120	183,9	2

t (cm)	$V_{u-scrr.}$ [kN]
20,00	47,10

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 4:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

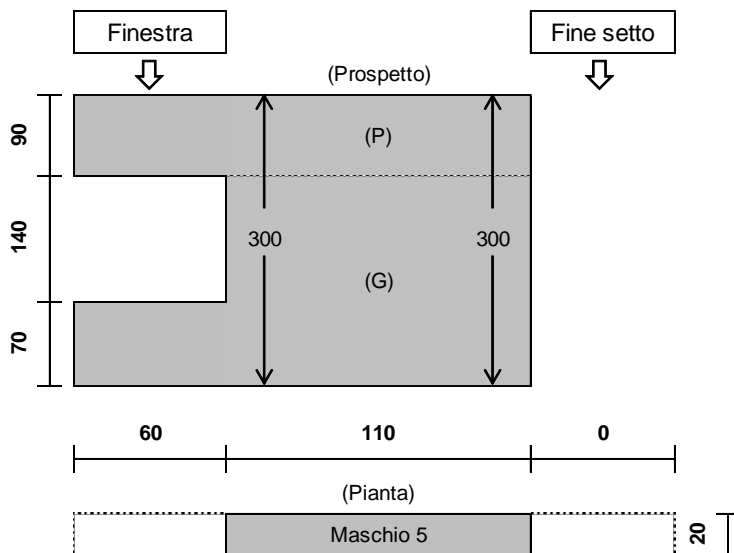
V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]
43,16	1,31	7,36

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.} \}$$

$$\delta_e = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 5 (Stato iniziale)



Caratteristiche meccaniche

f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore

q [kN/m]	35,4
----------	------

Scelta del modello di calcolo

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 5

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	2200	220,9	2218333,333

K [kN/cm]
195,731

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 5

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
60,180	5,508	8,316	72,508

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
2200	32,958	110	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V_{u-Mu} [kN]
3539,72	220,9	2	32,05

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
60,180	4,841	4,374	69,395

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
2200	31,543	110	220,9

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	36,17

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l \cdot t \cdot \tau_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{b \cdot \tau_0}\right)}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
60,180	5,508	8,316	72,508

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	110	220,9	2

t (cm)	$V_{u-scorr.}$ [kN]
20,00	32,21

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot t + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha \cdot FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 5:

Il minimo valore di V_u si ha per pressoflessione nel piano:

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]
32,05	1,64	13,25

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.}\}$$

$$\delta_e = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

Analisi dei risultati - Stato iniziale

Maschio 1

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
19,07	1,89	14,65	100,94

Maschio 2

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
35,90	1,56	7,42	229,63

Maschio 3

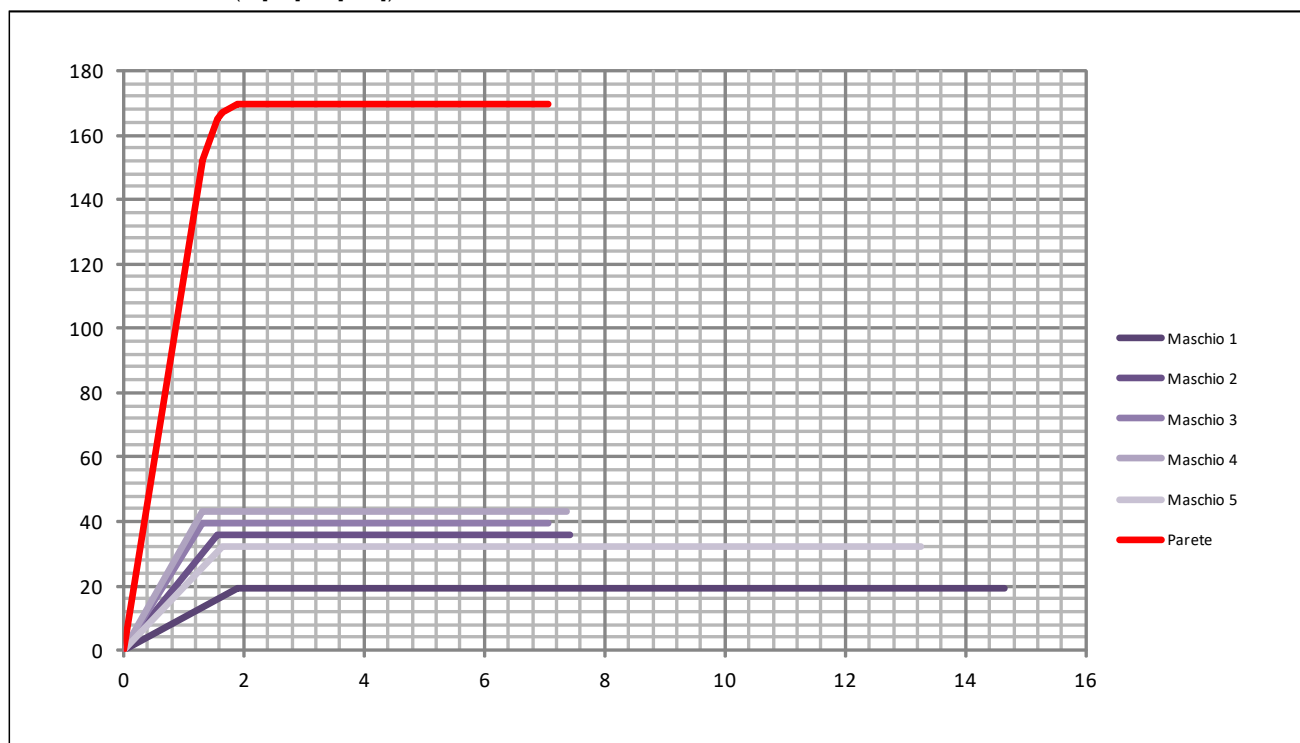
V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
39,61	1,31	7,05	303,33

Maschio 4

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
43,16	1,31	7,36	329,12

Maschio 5

V_u [kN]	δ_e [mm]	δ_u [mm]	K [kN/cm]
32,05	1,64	13,25	195,73

Stato iniziale - Grafico (V [kN] - δ [mm])

Risultati della parete

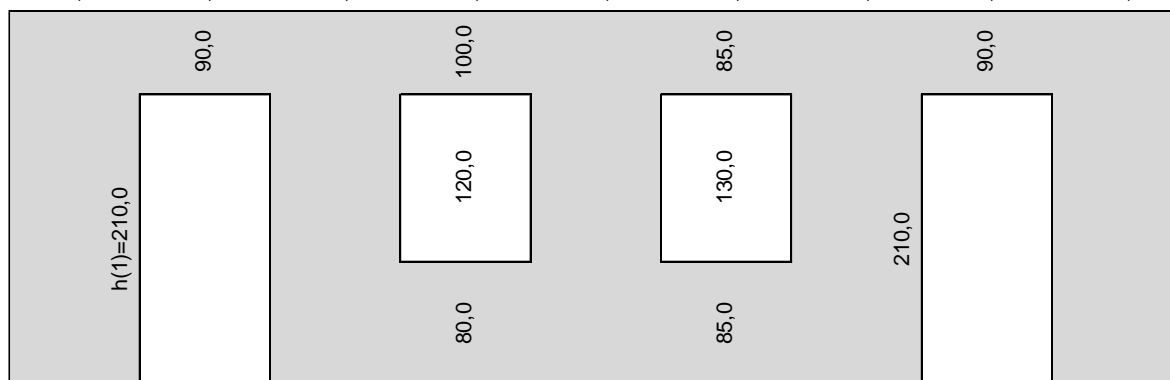
K [kN/cm]	V _u [kN]	δ_u [mm]
1158,75	169,80	7,05

STATO DI PROGETTO

Dimensioni del setto	
H (cm)	300
L (cm)	950
s (cm)	20
N° Aperture	4

Apertura	Tipo	Dimensioni (cm)			
1	Porta	d(1)=90,0	l(1)=90,0	h(1)=210,0	
2	Finestra	d(2)=100,0	l(2)=100,0	h(2)=120,0	b(2)=80,0
3	Finestra	d(3)=110,0	l(3)=110,0	h(3)=130,0	b(3)=85,0
4	Porta	d(4)=120,0	l(4)=80,0	h(4)=210,0	

d(1)	l(1)	d(2)	l(2)	d(3)	l(3)	d(4)	l(4)	d(5)
90,0	90,0	100,0	100,0	110,0	110,0	120,0	80,0	150,0



Scelta del modello di calcolo
Modello di calcolo a doppio incastro

Carico dal piano superiore (KN/m)
35,4

Maschi murari di calcolo
5

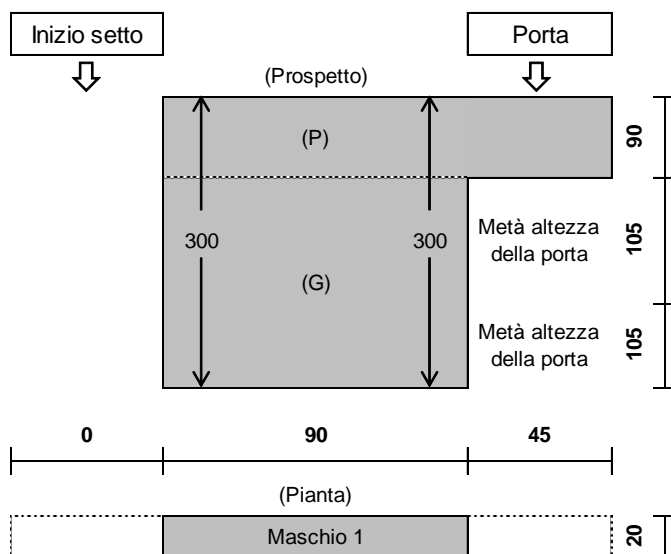
Tipo di muratura (Tab.C8.5.I)								
Muratura in mattoni pieni e malta di calce								
f_m (N/cm ²)		t_0 (N/cm ²)		E (N/mm ²)		G (N/mm ²)		W (kN/mc)
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
260	430	5	13	1200	1800	400	600	18

Livello di conoscenza (§ C8.5.4.1)		
LC1 (Indagini e prove limitate)		
Non considerare FC	FC (f_m ; t_0)	1

Condizione migliorativa (Tab.C8.5.II)	
Nessuna	
FM (f_m ; t_0)	1,00
FM (E ; G)	1,00

Resistenza (f_m ; t_0) - § C8.5.4.1	Moduli elastici (E ; G) - § C8.5.4.1
Valore minimo (Tab. C8.5.I)	Valore medio (Tab. C8.5.I)
<input checked="" type="checkbox"/> Considera valori medi	<input type="checkbox"/> Considera valori medi ridotti (50%)

Parametri meccanici per il calcolo (moltiplicati per FM / FC)				
f_m (N/cm ²)	t_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/mc)
345,00	9,00	1500,00	500,00	18,00

MASCHIO 1 (Stato di progetto)

Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
t_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Scelta del modello di calcolo	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezzaMaschio 1

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	1800	244,1	1215000

K [kN/cm]
100,939

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 1

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	4,374	6,804	58,126

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
1800	32,292	90	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V _{u-Mu} [kN]
2327,64	244,1	2	19,07

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	2,716	3,955	54,461

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
1800	30,256	90	244,1

t (cm)	b (h/l)	V _{u-f.d.} [kN]
20,00	1,50	29,17

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
47,790	4,374	6,804	58,126

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	90	244,1	2

t (cm)	V _{u-scorr.} [kN]
20,00	22,28

Risultati Maschio 1:

Il minimo valore di Vu si ha per pressoflessione nel piano:

V _u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
19,07	1,89	14,65

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

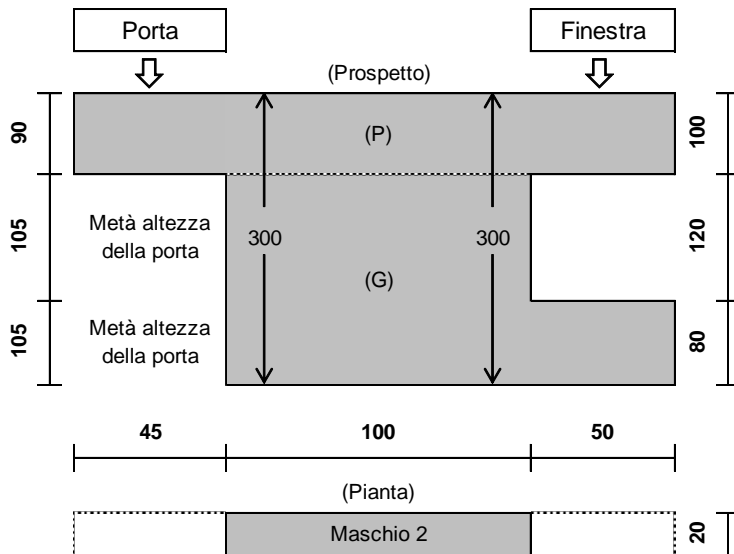
$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha (1.5 l t \tau + 0.4 N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 t \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu} ; V_{u-f.d.} ; V_{u-scorr.} \}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 2 (Stato di progetto)

Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Scelta del modello di calcolo	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezzaMaschio 2

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	2000	185,5	1666666,667

K [kN/cm]	
229,628	

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1,2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 2

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	6,678	7,380	81,150

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
2000	40,575	100	20

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
3496,10	185,5	2	37,69

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	8,036	3,339	80,406

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
2000	40,203	100	185,5

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	35,90

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1,5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1,5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
69,030	6,678	7,380	81,150

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	100	185,5	2

t (cm)	$V_{u-scrr.} [kN]$
20,00	36,77

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 2:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

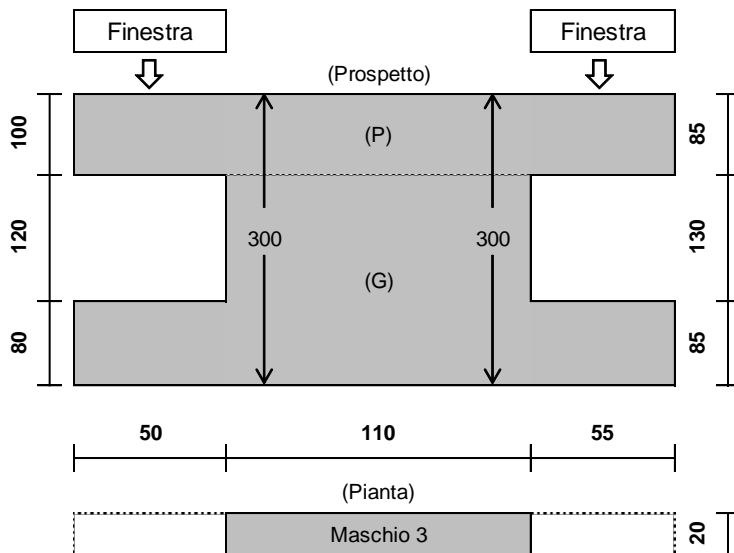
$V_u [kN]$	$\delta_b [mm]$	$\delta_u [mm]$
35,90	1,56	7,42

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 3 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche

$f_m [N/cm^2]$	345,00
$\tau_0 [N/cm^2]$	9,00
E [kN/cm^2]	150,00
G [kN/cm^2]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore

q [kN/m]	35,4
----------	------

Scelta del modello di calcolo

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 3

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	2200	176,3	2218333,333

K [kN/cm]
303,330

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 3

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	7,146	8,217	89,120

A [cm ²]	$\sigma_0 [N/cm^2]$	l (cm)	t (cm)
2200	40,509	110	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	$V_{u-Mu} [kN]$
4224,48	176,3	2	47,91

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	9,572	3,491	89,173

A [cmq]	σ_0 [N/cmq]	l (cm)	h (cm)
2200	40,533	110	176,3

t (cm)	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	39,61

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l \cdot t \cdot \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \cdot \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	7,146	8,217	89,120

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	110	176,3	2

t (cm)	$V_{u-scorr.}$ [kN]
20,00	42,59

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot t + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha \cdot FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 3:

Il minimo valore di V_u si ha per fessurazione diagonale:

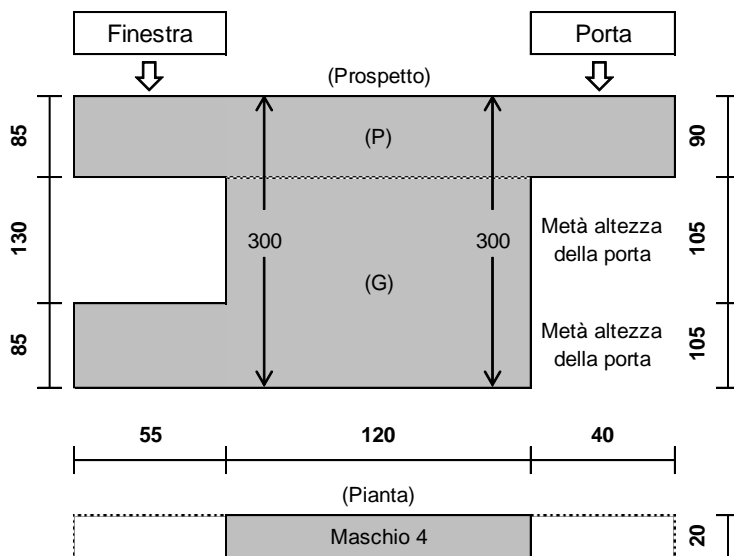
V_u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
39,61	1,31	7,05

$$V_u = \min \{V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scorr.}\}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 4 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche

f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore

q [kN/m]	35,4
----------	------

Scelta del modello di calcolo

Modello di calcolo a doppio incastro

Calcolo della rigidezza

Maschio 4

n	A (cm ²)	h (cm)	J (cm ⁴)
12	2400	196,2	2880000

K [kN/cm]
292,627

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1.2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenzaMaschio 4

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	6,759	9,180	90,126

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	t (cm)
2400	37,553	120	20

Mu [kNcm]	h (cm)	α	V _{u-Mu} [kN]
4715,11	196,2	2	48,08

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	8,038	4,237	88,385

A [cmq]	σ_0 [N/cm ²]	l (cm)	h (cm)
2400	36,827	120	196,2

t (cm)	b (h/l)	V _{u-f.d.} [kN]
20,00	1,50	41,70

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
76,110	6,759	9,180	90,126

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	120	196,2	2

t (cm)	V _{u-scorr.} [kN]
20,00	43,12

Risultati Maschio 4:

Il minimo valore di Vu si ha per fessurazione diagonale:

V _u [kN]	δ_b [mm]	δ_u [mm]
41,70	1,43	7,85

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1.5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1.5 \end{cases}$$

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scorr.} = \frac{\alpha(1.5 l t \tau + 0.4 N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 t \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

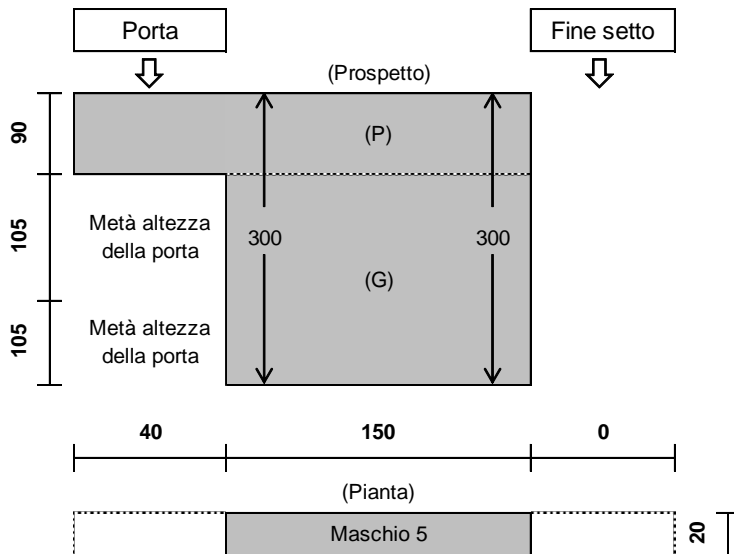
$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu} ; V_{u-f.d.} ; V_{u-scorr.} \}$$

$$\delta_b = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

MASCHIO 5 (Stato di progetto)



Caratteristiche meccaniche	
f_m [N/cm ²]	345,00
τ_0 [N/cm ²]	9,00
E [kN/cm ²]	150,00
G [kN/cm ²]	50,00
W [kN/mc]	18,00

Carico distribuito dal piano superiore	
q [kN/m]	35,4

Scelta del modello di calcolo	
Modello di calcolo a doppio incastro	

Calcolo della rigidezza

Maschio 5

n	A [cm ²]	h [cm]	J [cm ⁴]
12	3000	262,5	5625000

K [kN/cm]
257,267

$$K = \frac{1}{\left(\frac{h^3}{nEJ} + 1,2 \frac{h}{GA} \right)}$$

$$n = \begin{cases} 3 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 12 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della resistenza

Maschio 5

Calcolo della forza ultima per pressoflessione nel piano

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
67,260	6,156	11,340	84,091

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	t [cm]
3000	28,030	150	20

Mu [kNcm]	h [cm]	α	V_{u-Mu} [kN]
5703,98	262,5	2	43,46

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale alla base del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad M_u = \frac{l^2 t \sigma_0}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_m} \right) \quad V_{u-Mu} = \alpha \frac{M_u}{h}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per fessurazione diagonale

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
67,260	2,564	7,088	76,912

A [cm ²]	σ_0 [N/cm ²]	l [cm]	h [cm]
3000	25,637	150	262,5

t [cm]	b (h/l)	$V_{u-f.d.}$ [kN]
20,00	1,50	45,97

P e G = Peso del setto
Q = Carico dovuto a q
N = Carico totale a metà altezza del setto

$$\sigma_0 = \frac{N}{A} \quad V_{u-f.d.} = l t \tau_0 \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{b \tau_0}}$$

$$b = \frac{h}{l} \quad \begin{cases} b=1 & \text{se } \frac{h}{l} < 1 \\ b=1,5 & \text{se } \frac{h}{l} > 1,5 \end{cases}$$

Calcolo della forza ultima per scorrimento

Q [kN]	P [kN]	G [kN]	N [kN]
67,260	6,156	11,340	84,091

FC	l (cm)	h (cm)	α
1	150	262,5	2

t (cm)	$V_{u-scrr.} [kN]$
20,00	40,23

P e G = Peso del setto

Q = Carico dovuto a q

N = Carico totale alla base del setto

$$V_{u-scrr.} = \frac{\alpha(1.5 \cdot l \cdot \tau + 0.4N)}{h \left(\frac{\alpha FC}{h} + \frac{3 \cdot t \cdot \tau}{N} \right)} \quad \tau = FC \cdot \tau_0$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{(Modello di calcolo a mensola)} \\ 2 & \text{(Modello di calcolo a doppio incastro)} \end{cases}$$

Risultati Maschio 5:

Il minimo valore di V_u si ha per scorrimento:

$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$
40,23	1,56	10,50

$$V_u = \min \{ V_{u-Mu}; V_{u-f.d.}; V_{u-scrr.} \}$$

$$\delta_e = V_u / K$$

$$\delta_u = \begin{cases} 0.6\% h & \text{(pressoflessione)} \\ 0.4\% h & \text{(fess. diag. o scorrimento)} \end{cases}$$

Analisi dei risultati - Stato di progetto

Maschio 1

$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
19,07	1,89	14,65	100,94

Maschio 2

$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
35,90	1,56	7,42	229,63

Maschio 3

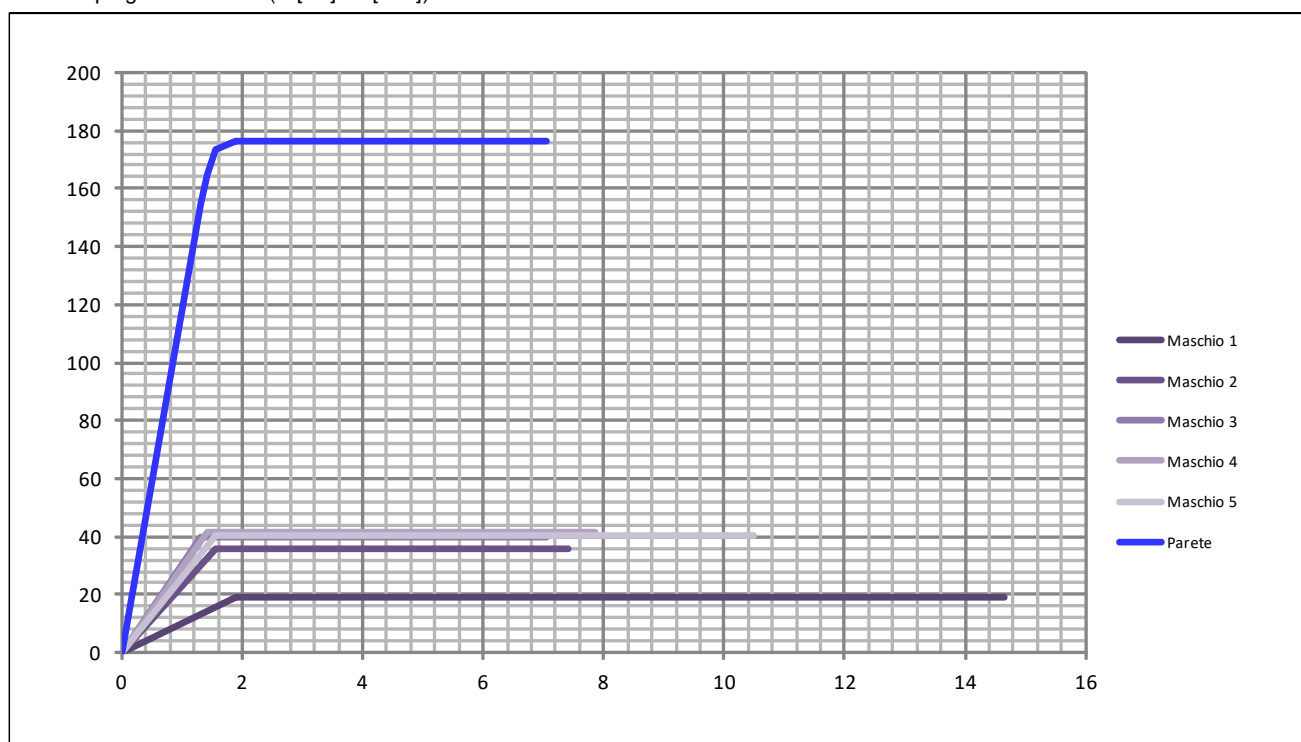
$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
39,61	1,31	7,05	303,33

Maschio 4

$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
41,70	1,43	7,85	292,63

Maschio 5

$V_u [kN]$	$\delta_e [mm]$	$\delta_u [mm]$	K [kN/cm]
40,23	1,56	10,50	257,27

Stato di progetto - Grafico ($V [kN]$ - $\delta [mm]$)

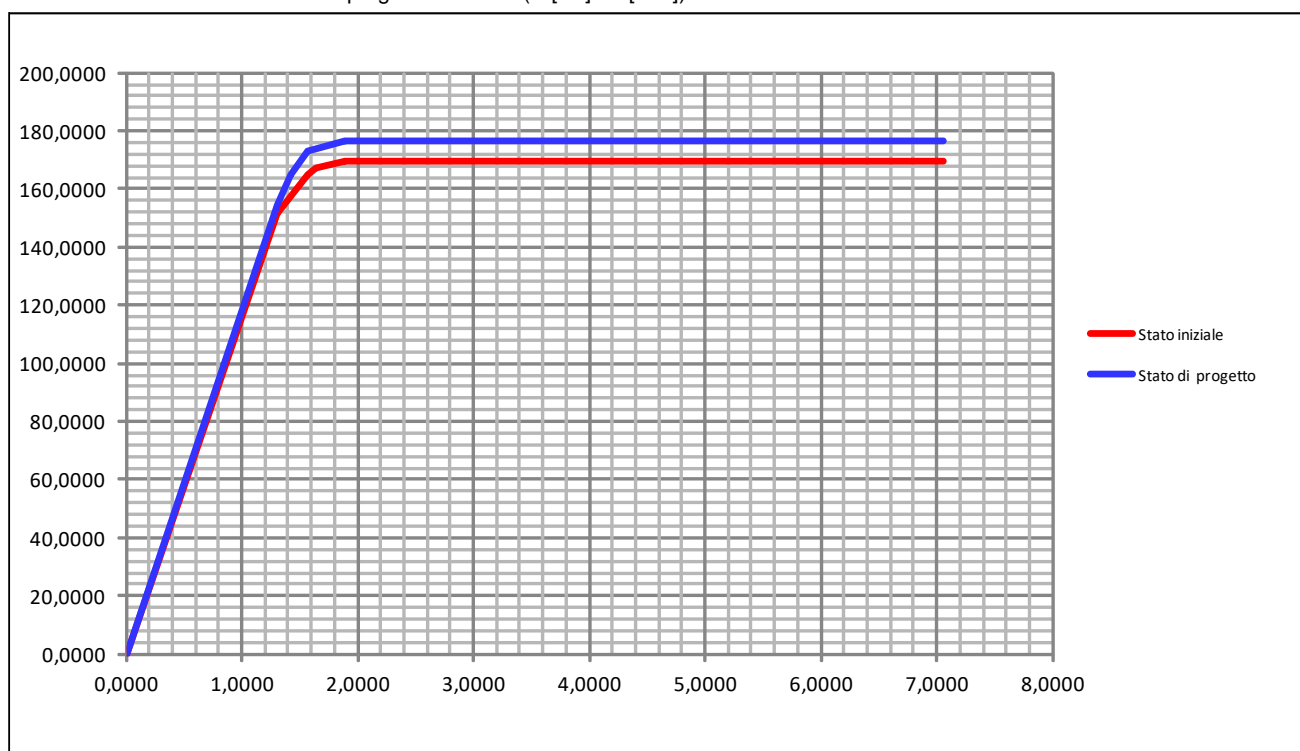
Risultati della parete

K [kN/cm]	V _u [kN]	δ _u [mm]
1183,79	176,52	7,05

CONFRONTO STATO INIZIALE-STATO DI PROGETTO

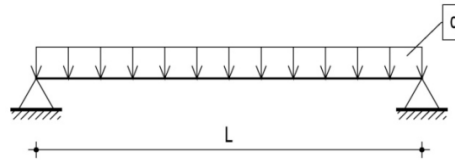
<table><tr><td>K_A [kN/cm]</td></tr><tr><td>1158,749</td></tr></table>	K _A [kN/cm]	1158,749	<	<table><tr><td>K_P [kN/cm]</td></tr><tr><td>1183,791</td></tr></table>	K _P [kN/cm]	1183,791	V (variazione % di K) = K _{Fin.} /K _{In.} -1		<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>-15% < V < 15%</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	-15% < V < 15%
K _A [kN/cm]											
1158,749											
K _P [kN/cm]											
1183,791											
Criterio di accettabilità											
-15% < V < 15%											
			V = 2,16%	Non occorre rinforzo							
<table><tr><td>V_{uA} [kN]</td></tr><tr><td>169,80</td></tr></table>	V _{uA} [kN]	169,80	<	<table><tr><td>V_{uP} [kN]</td></tr><tr><td>176,52</td></tr></table>	V _{uP} [kN]	176,52	FS _V = V _{uP} / V _{uA}		<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>FS_V ≥ 1</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	FS _V ≥ 1
V _{uA} [kN]											
169,80											
V _{uP} [kN]											
176,52											
Criterio di accettabilità											
FS _V ≥ 1											
			FS _V = 1,040	Non occorre rinforzo							
<table><tr><td>δ_{uA} [mm]</td></tr><tr><td>7,05</td></tr></table>	δ _{uA} [mm]	7,05	=	<table><tr><td>δ_{uP} [mm]</td></tr><tr><td>7,05</td></tr></table>	δ _{uP} [mm]	7,05	FS _δ = δ _{uP} / δ _{uA}		<table><tr><td>Criterio di accettabilità</td></tr><tr><td>FS_δ ≥ 1</td></tr></table>	Criterio di accettabilità	FS _δ ≥ 1
δ _{uA} [mm]											
7,05											
δ _{uP} [mm]											
7,05											
Criterio di accettabilità											
FS _δ ≥ 1											
			FS _δ = 1,000	Non occorre rinforzo							

Confronto Stato iniziale e Stato di progetto - Grafico (V [kN] - δ [mm])



CALCOLO ARCHITRAVE

Dati generali	
L (m)	0,800



Architrave	
Tipo di profilo	HEB 160
n° profili	1

Tipo di acciaio	
t ≤ 40 mm	
S 235	

f_{yk} (N/mm ²)	235
f_{tk} (N/mm ²)	360
γ_{M0}	1,05

q_{G1} (N/m)	5000
----------------	------

q_{G2} (N/m)	6625
----------------	------

q_{Q1} (N/m)	12041,6
----------------	---------

$$q = 1,3q_{G1} + 1,5(q_{G2} + q_{Q1})$$

q (N/m)	34499,9
---------	---------

Dati e classe del profilo

h (mm)	160
b (mm)	160
a (mm)	8
e (mm)	13
r (mm)	15
A (cm ²)	54,25
J_x (cm ⁴)	2492
W_x (cm ³)	311,5
W_{px} (cm ³)	354
ε	1,00

Flessione (Classe 1)

$$c/t \text{ (ala)} = 4,69 \quad \rightarrow \quad \text{Classe} = 1$$

$$c/t \text{ (anima)} = 13,00 \quad \rightarrow \quad \text{Classe} = 1$$

Classe di appartenenza del profilo = 1Sollecitazioni di calcolo

M_{Ed} (Nm)	2759,992
---------------	----------

V_{Ed} (N)	13799,96
--------------	----------

Resistenze di calcolo (singolo profilo)

$M_{c,Rd}$ (Nm)	79228,57
$V_{c,Rd}$ (N)	227292

Verifiche di resistenza (singolo profilo)Taglio

V_{Ed} (N)	13800,0
$V_{c,Rd}$ (N)	227292

$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,06071
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Flessione

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} < 0,5 \text{ (Non è necessario ridurre il momento resistente per effetto del taglio)}$$

$$\rho = 0,0000$$

M_{Ed} (Nm)	2759,99
$M_{c,Rd}$ (Nm)	79228,57

$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,03484
-------------------	---------

Verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità del Traverso

E (N/mm ²)	210000	G (N/mm ²)	80769,23	A/χ (mm ²)	1265
------------------------	--------	------------------------	----------	------------------------	------

$$\delta = \delta_{less} + \delta_{ag} = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot J) + q \cdot l^2 / (8 \cdot G \cdot A / \chi)$$

$$\delta_1 \text{ (con } q = q_{G1} + q_{G2})$$

δ ₁ (mm)	0,0209
---------------------	--------

$$\delta_2 \text{ (con } q = q_{Q1})$$

δ ₂ (mm)	0,0217
---------------------	--------

$$< 1,60 \text{ (l/500)} \quad \text{Verifica OK}$$

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2$$

δ _{max} (mm)	0,0427
-----------------------	--------

$$< 2,00 \text{ (l/400)} \quad \text{Verifica OK}$$

VERIFICHE SULLA MURATURA (Carichi concentrati)

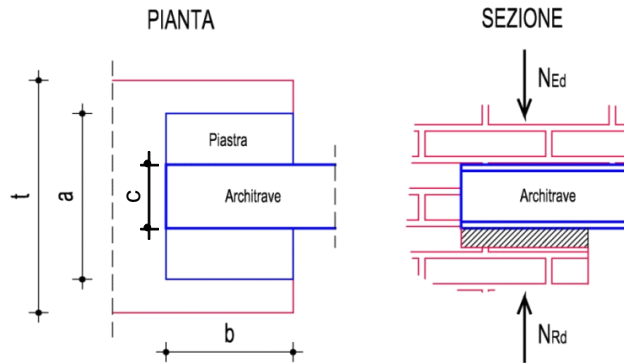
Piastra di appoggio	
Presente?	No

b (cm)	25
c (cm)	16

Caratteristiche della muratura	
f _m (N/cm ²)	260,00
FC	1,35
γ _M	3,0

$$N_{Rd} = \beta \cdot A_b \cdot [f_m / (FC \cdot \gamma_M)]$$

N _{Ed} (N)	13799,96
N _{Rd} (N)	25679



NOTABENE (Scelta del valore di f_m)
Ai fini della verifica per f_m si consideri un valore compreso nel seguente intervallo:

$$260 < f_m < 430$$

β	1	A _b (cm ²)	400
---	---	-----------------------------------	-----

N _{Ed} /N _{Rd}	0,53740
----------------------------------	---------

Verifica soddisfatta