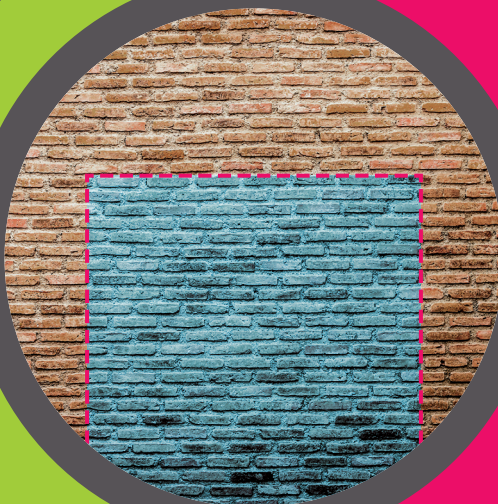




CLAUDIO CIAVATTINI

# AMPLIARE UNA APERTURA ESISTENTE

GUIDA OPERATIVA E SOFTWARE DI CALCOLO CON EXCEL



**WEBAPP INCLUSA**  
CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

**GRAFILL**

Claudio Ciavattini

## AMPLIARE UNA APERTURA ESISTENTE

Ed. I (06-2020)

ISBN 13 978-88-277-0160-7

EAN 9 788827 701607

Collana **COME FARE PER** (19)

Ciavattini, Claudio <1961->

Ampliare una apertura esistente / Claudio Ciavattini.

Palermo : Grafill, 2020.

(Come fare per ; 19)

ISBN 978-88-277-0160-7

1. Edifici in muratura – Ristrutturazione – Zone sismiche.

690.24 CDD-23

SBN Pal0329540

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313 – Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail [grafill@grafill.it](mailto:grafill@grafill.it)

**CONTATTI  
IMMEDIATI**



**ProntoGRAFILL**  
Tel. 091 226679



**Chiamami**  
[chiamami.grafill.it](http://chiamami.grafill.it)



**Whatsapp**  
[grafill.it/whatsapp](http://grafill.it/whatsapp)



**Messenger**  
[grafill.it/messenger](http://grafill.it/messenger)



**Telegram**  
[grafill.it/telegram](http://grafill.it/telegram)

Finito di stampare nel mese di giugno 2020

presso **Tipografia Luxograph S.r.l.** Piazza Bartolomeo Da Messina, 2 – 90142 Palermo

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	p.	5
<b>1.1.</b> Aspetti normativi .....	"	5
<b>1.2.</b> Percezione dell'indebolimento strutturale .....	"	8
<b>1.3.</b> Evoluzione della normativa .....	"	13
<b>2. COMPORTAMENTO DI PARETI IN MURATURA</b> .....	"	15
<b>2.1.</b> Calcolo della rigidezza.....	"	15
<b>2.1.1.</b> Caso di parete con aperture .....	"	17
<b>2.2.</b> Calcolo della resistenza .....	"	20
<b>2.2.1.</b> Fascia di piano .....	"	22
<b>2.2.2.</b> Maschi murari .....	"	23
<b>2.3.</b> Identificazione del livello di conoscenza .....	"	32
<b>2.3.1.</b> La geometria .....	"	32
<b>2.3.2.</b> I dettagli costruttivi .....	"	33
<b>2.3.3.</b> Le proprietà dei materiali .....	"	33
<b>2.4.</b> Livelli di conoscenza e caratteristiche dei materiali .....	"	36
<b>2.5.</b> Comportamento dei maschi murari.....	"	40
<b>Esempio 1</b> .....	"	41
<b>Esempio 2</b> .....	"	48
<b>3. MODIFICA DELLE APERTURE</b> .....	"	55
<b>3.1.</b> Verifica della rigidezza.....	"	55
<b>Esempio 3</b> .....	"	56
<b>3.1.1.</b> Dimensionamento della cerchiatura.....	"	58
<b>Esempio 4</b> .....	"	60
<b>3.2.</b> Verifica della resistenza .....	"	63
<b>Esempio 5</b> .....	"	65
<b>3.3.</b> Rinforzo dei maschi murari con tecniche tradizionali .....	"	69
<b>4. VERIFICA DEL TELAIO METALLICO DI CERCHIATURA E DELL'ARCHITRAVE</b> .....	"	73
<b>4.1.</b> Classificazione delle sezioni .....	"	74
<b>4.2.</b> Verifica del telaio .....	"	76
<b>4.2.1.</b> Verifica di resistenza agli SLU dei piedritti e del traverso.....	"	80
<b>4.2.2.</b> Verifica di deformabilità del traverso superiore (SLE) .....	"	81
<b>4.2.3.</b> Verifica delle unioni e dei giunti .....	"	82

4.3.	Verifica dell'architrave.....	p.	90
4.3.1.	Verifica di resistenza allo SLU		
	– collasso per formazione di cerniera plastica .....	"	91
4.3.2.	Verifica di deformabilità (SLE).....	"	93
4.3.3.	Verifica della muratura per carichi concentrati .....	"	93
5.	<b>ESEMPI APPLICATIVI</b> .....	"	96
5.1.	<b>ESEMPIO 1</b> – Modifica di apertura senza cerchiatura.....	"	97
5.1.1.	Progetto dell'architrave in acciaio .....	"	113
5.2.	<b>ESEMPIO 2</b> – Modifica di apertura con inserimento di telaio metallico...	"	118
5.3.	<b>ESEMPIO 3</b> – Ampliamento apertura esistente .....	"	141
5.4.	<b>ESEMPIO 4</b> – Calcolo della forza sismica agente sul telaio.....	"	157
6.	<b>CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP</b> .....	"	159
6.1.	Contenuti della WebApp.....	"	159
6.2.	Requisiti hardware e software.....	"	159
6.3.	Attivazione della WebApp.....	"	160
6.4.	Assistenza tecnica ( <i>TicketSystem</i> ).....	"	160
7.	<b>GUIDA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE INCLUSO</b> .....	"	161

## INTRODUZIONE

### 1.1. Aspetti normativi

Gli interventi sugli edifici esistenti sono regolamentati dal punto 8 delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (d'ora in avanti NTC), emanate con decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 recante «*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*», pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 8 della *Gazzetta Ufficiale* n. 42 del 20 febbraio 2018, e dalla relativa Circolare applicativa n. 7/C.S.LL.PP. dell'11 febbraio 2019 recante «*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*», pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 35 dell'11 febbraio 2019, Supplemento Ordinario n. 5.

Gli interventi vengono distinti in:

- **Interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti.
- **Interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3 nelle norme.
- **Interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3 delle norme.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

#### **Riparazione o intervento locale**

Secondo il punto 8.4.1 delle NTC: «*Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:*

- *ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiati;*
- *migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;*
- *impedire meccanismi di collasso locale;*
- *modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.*

*Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.*

*La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali*

riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

*Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.».*

### **Intervento di miglioramento**

Secondo il punto 8.4.2 delle NTC:

*«La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.*

*Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di  $\zeta_E$  può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di  $\zeta_E$ , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di  $\zeta_E$ , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.*

*Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno  $\zeta_E = 1,0$ .».*

### **Intervento di adeguamento**

Secondo il punto 8.4.3 delle NTC:

*«L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:*

- a) sopraelevare la costruzione;*
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;*
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla Equazione 2.5.2 includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;*
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;*
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.».*

Il progetto di interventi su edifici esistenti dovrà comunque, di norma, comprendere le seguenti attività, che il progettista dovrà calibrare opportunamente in base alla tipologia ed estensione dell'intervento:

- Rilievo plano-altimetrico della costruzione;
- Rilievo strutturale, comprese le strutture di fondazione;
- Rilievo dello stato fessurativo e/o distorsivo della struttura;

## COMPORAMENTO DI PARETI IN MURATURA

### 2.1. Calcolo della rigidezza

Una parete in muratura senza aperture, può essere analizzata considerando il pannello (mashio murario) vincolato con incastro fisso alla base e incastro scorrevole in sommità, dove agisce la forza di taglio  $F$  (comportamento alla *Grinter*):

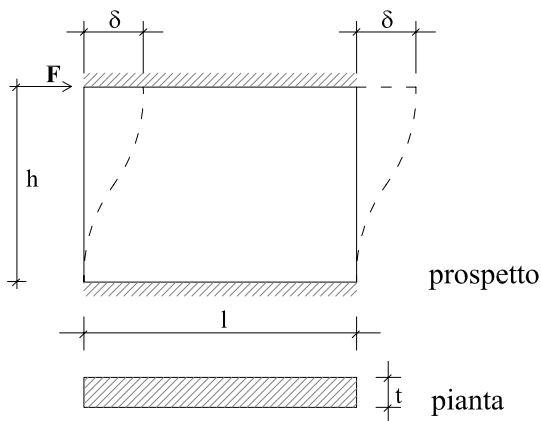


Figura 2.1.

La parete può dunque assimilarsi ad un'asta verticale incastrata ai due estremi.

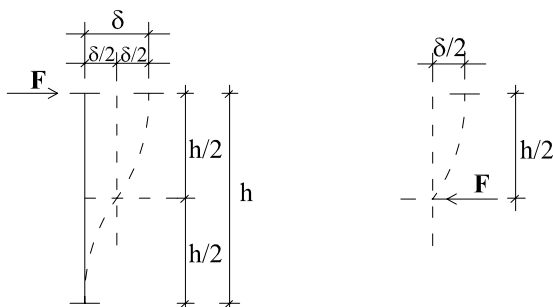


Figura 2.2.

Per effetto della forza  $F$ , l'estremo superiore subisce uno spostamento  $\delta$ , somma di due contributi, quello dovuto alla flessione  $\delta^F$  e quello dovuto al taglio  $\delta^T$ :

Contributo flessionale:

$$\frac{\delta^F}{2} = F \frac{(h/2)^3}{3EJ}$$

da cui:

$$\delta^F = \frac{Fh^3}{12EJ}$$

Contributo tagliante:

$$\frac{\delta^T}{2} = \chi F \frac{(h/2)}{GA}$$

da cui:

$$\delta^T = \chi \frac{Fh}{GA}$$

Lo spostamento totale sarà dato da:

$$\delta = \delta^F + \delta^T = \frac{Fh^3}{12EJ} + \chi \frac{Fh}{GA}$$

da cui:

$$\delta = F \left( \frac{h^3}{12EJ} + \chi \frac{h}{GA} \right) \quad (2.1.1)$$

Indicando con  $K$  la rigidezza (forza necessaria per ottenere lo spostamento unitario) si ha:

$$K = F / \delta$$

e quindi si determina la formula per il calcolo della rigidezza di una parete soggetta ad azione tagliante orizzontale in sommità, nell'ipotesi di traversi rigidi a flessione (*shear type*).

In questo caso il contributo tagliante non è trascurabile, specie quando siamo in presenza di pareti tozze:

$$K = \frac{1}{\left( \frac{h^3}{12EJ} + \chi \frac{h}{GA} \right)} \quad (2.1.2)$$

dove:

$\delta$  = spostamento;

$h$  = altezza del maschio murario;

$l$  = lunghezza del maschio murario;

$A$  = area della sezione orizzontale del maschio murario;



## MODIFICA DELLE APERTURE

La modifica di una apertura in un muro portante, provoca variazioni di rigidezza, resistenza e capacità deformativa dell'intera parete. Si tratta quindi di modifiche su una parte limitata di struttura e quindi, ai sensi del punto C8.4.1 della Circolare applicativa n. 7/2019<sup>1</sup>, tale intervento è ammesso e rientra nella tipologia di *riparazione o intervento locale* a condizione che la modifica stessa venga accompagnata da opportuni rinforzi in modo che si possa dimostrare che l'insieme di tali interventi non modifichino significativamente rigidezza, resistenza e capacità deformativa della struttura.

Tale diminuzione delle capacità della muratura non sono tanto legate alla geometria della porzione che viene asportata, quanto invece alla geometria della parete che rimane ossia quella nello *stato finale* cioè a modifica effettuata.

Le perdite di rigidezza e di resistenza dovute all'ampliamento di un varco, si calcolano quindi come differenza tra i corrispondenti valori della parete calcolati nella situazione iniziale e nella situazione finale.

### 3.1. Verifica della rigidezza

La rigidezza iniziale ( $K_{in}$ ) si calcola come riportato al punto 2.1, individuando dapprima i maschi murari, calcolando poi la rigidezza di ciascuno mediante la formula 2.1.4 e poi sommando i contributi di tutti i maschi murari attraverso la formula 2.1.1.1.

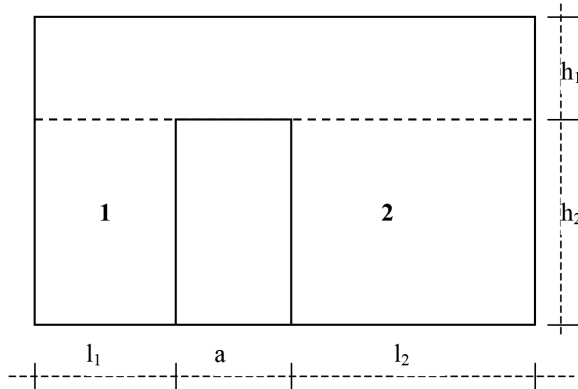
$$K_{in} = K_1 + K_2 + \dots = \Sigma K_i$$

I valori del modulo elastico normale « $E$ » e di quello tangenziale « $G$ » da inserire nella formula 2.1.4 si ricavano dalla tabella 2.1 in funzione del tipo di muratura e del livello di conoscenza acquisito.

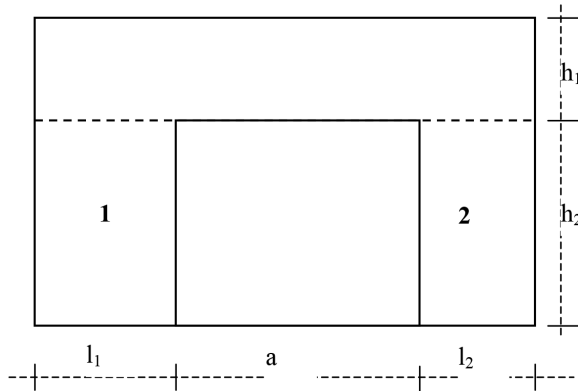
Occorre osservare che i valori di  $E$  e  $G$  riportati in tabella si riferiscono a condizioni non fessurate, per cui, come suggerisce la Circolare applicativa n. 7/2019, tali valori dovranno essere opportunamente ridotti per tener conto delle condizioni fessurate. In analogia a quanto prescritto per le murature dalle NTC 2018 al punto 7.8.1.5.2, l'entità della riduzione potrà verosimilmente essere assunta pari al 50% del valore non fessurato.

A seguito di modifica dell'apertura, la parete assume una configurazione diversa da quella iniziale di figura 3.1; ad esempio come quella riportata nella figura 3.2, dove si prevede di ridimensionare l'apertura esistente (a).

<sup>1</sup> Recante «Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018».



**Figura 3.1.** Stato attuale



**Figura 3.2.** Stato modificato

La configurazione modificata è sicuramente più debole di quella iniziale. Sommando le rigidità dei due maschi murari nella situazione modificata si determina la rigidità ( $K_{mod}$ ) della parete in questa nuova configurazione.

La differenza tra la rigidità iniziale e quella nella configurazione modificata ci permette di conoscere la perdita di rigidità subita dalla parete, perdita che deve essere reintegrata attraverso l'adozione di opportune misure, ad esempio quella di dotare le due aperture di una cerchiatura metallica o in c.a. o anche in muratura armata o altro.

Se si vuole sopperire al deficit di rigidità attraverso tecniche di rinforzo dei maschi murari (iniezioni, lastre di placcaggio ecc) allora se ne deve tener conto nel  $K_{mod}$ , utilizzando i parametri meccanici della tabella 2.1 corretti in base ai coefficienti della tabella 2.4.

### ESEMPIO 3

Prendiamo in considerazione la parete della figura 3.1, rappresentante lo stato attuale. La parete è realizzata in pietra mista, con tessitura disordinata, con presenza di ciottoli e pietre irregolari. La parete viene trasformata come raffigurato nella figura 3.2, rappresentante lo stato

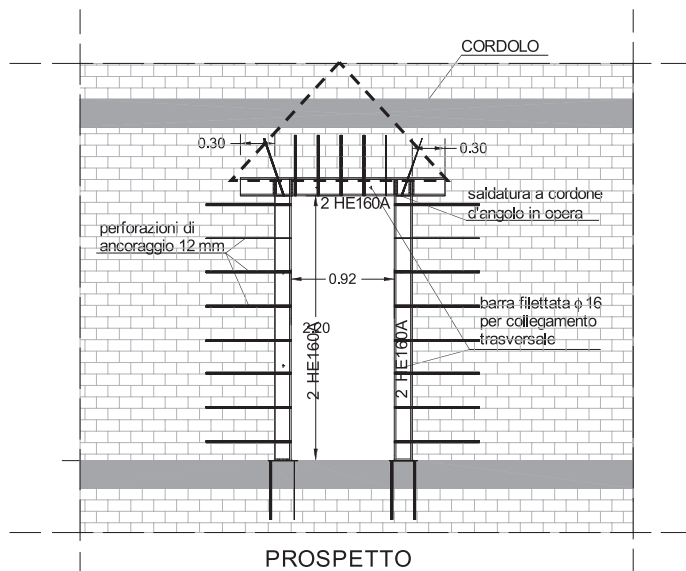
## VERIFICA DEL TELAIO METALLICO DI CERCHIATURA E DELL'ARCHITRAVE

Il telaio metallico, i relativi collegamenti e l'eventuale architrave devono essere verificati agli SLU e SLE rispetto a quanto previsto dalle NTC 2018.

In sintesi, le verifiche da effettuare sul telaio metallico sono:

- 1) resistenza delle membrature;
- 2) deformabilità del traverso;
- 3) collegamento saldato tra piedritto e traverso superiore o inferiore;
- 4) collegamento saldato tra piedritto e piastra di base;
- 5) giunto di base.

La verifica di stabilità flesso torsionale può, generalmente, essere omessa perché le ali dei profilati sono di solito collegate efficacemente alla muratura adiacente per mezzo di barre d'acciaio inghisate nella muratura stessa (figura 4.1); in questo modo, l'ala compressa è vincolata alla muratura che quindi ne contrasta efficacemente gli spostamenti e le rotazioni, costituendo quindi un valido vincolo rispetto all'instabilità flesso torsionale.



**Figura 4.1.**

Nel caso in cui siano presenti i cordoli di piano in c.a. come in figura 4.1, allora si potrà optare per una cerchiatura dove il traverso inferiore è costituito dal cordolo stesso; in questo caso i piedritti saranno vincolati al cordolo mediante piastra in acciaio e tirafondi in modo da realizzare

un vincolo ad incastro. Nel caso invece di assenza del cordolo in c.a., si provvederà a realizzare una cerchiatura mediante telaio chiuso in acciaio, quindi anche con traverso inferiore in acciaio.

Per quanto riguarda, invece, le verifiche da effettuare sull'architrave, si ha:

- 1) resistenza delle membrature;
- 2) deformabilità dell'architrave;
- 3) verifica della muratura per carichi concentrati (tensioni sull'appoggio).

#### 4.1. Classificazione delle sezioni

Per eseguire le verifiche è necessario, preliminarmente, procedere alla classificazione delle sezioni dei profili da impiegare secondo quanto riportato al punto 4.2.3.1 delle NTC 2018.

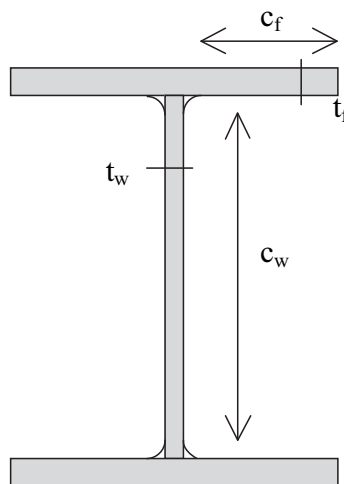
La classe di un profilo, che dipende dalla snellezza dei suoi componenti (ala e anima) e dal tipo di acciaio, indica la sua capacità di plasticizzare (capacità rotazionale): i profili appartenenti alle classi 1 e 2 sono in grado di sviluppare il momento plastico e sono dette «*duttili*» quelle di classe 1 e «*compatte*» quelle di classe 2; viceversa, i profili appartenenti alle classi 3 e 4 non riescono a raggiungere il momento plastico perché intervengono fenomeni di instabilità locali; sono dette rispettivamente «*semi-compatte*» e «*snelle*».

Generalmente, dal momento che usualmente si impiegano profili tipo IPE o HE, ci si trova ad utilizzare sezioni di classe 1 o 2.

La classe di un profilo, ad esempio IPE o HE si stabilisce a partire dalla classe dei suoi componenti compressi (anima e ala), per i quali occorre calcolare la snellezza, intesa come rapporto tra lunghezza e spessore:

- per l'anima:  $c_w/t_w$ ;
- per l'ala:  $c_f/t_f$ .

I valori della snellezza così ottenuti si confrontano con i limiti imposti dalle norme (punto 4.2.3.1. NTC 2018) e quindi è agevole attribuire la classe di appartenenza.



La tabella 4.1 consente la classificazione delle sezioni per sollecitazioni separate di flessione e di compressione; nella tabella il coefficiente  $\epsilon$  vale:  $\epsilon = \sqrt{(235/f_{yk})}$ .

**ESEMPI APPLICATIVI**

Si riportano di seguito alcuni casi applicativi, riguardanti il progetto di modifiche di aperture in muri portanti, accompagnate da relazione di calcolo certificanti il miglioramento ottenuto sulle pareti interessate, in termini di rigidezza, di resistenza e di duttilità.

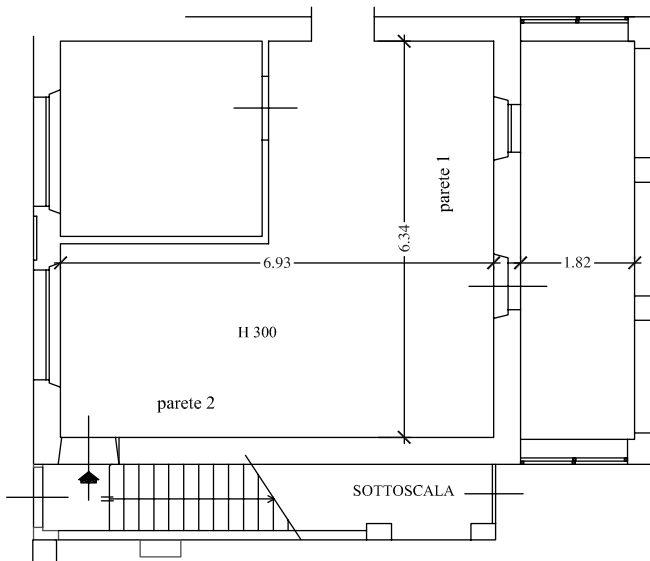
È sempre necessario, trattandosi di interventi di *riparazione o intervento locale*, dimostrare che la situazione finale (stato di progetto) non è peggiore della situazione iniziale (stato attuale).

Gli esempi sono sviluppati secondo uno schema utile per la redazione della relazione di calcolo da presentare ai competenti uffici regionali del territorio (Genio Civile); i calcoli sono stati eseguiti per mezzo dei fogli di calcolo forniti con il presente libro.

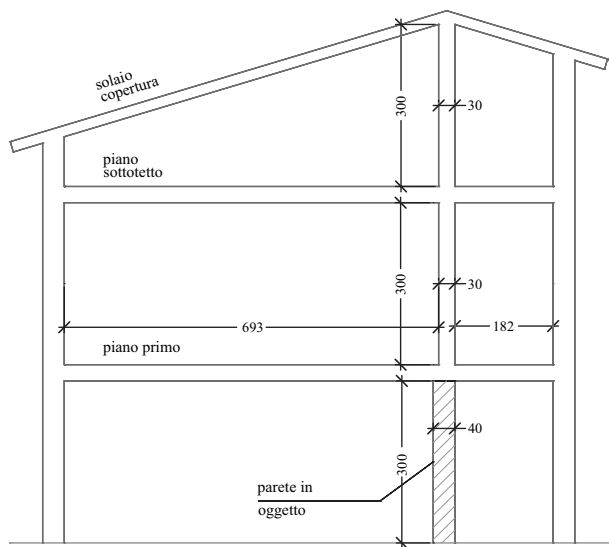
Si prende a riferimento il caso della riorganizzazione funzionale di una villetta bi-familiare costituita da piano terra, piano primo, sottotetto e copertura.

La struttura portante è in muratura di pietra a spacco al piano terra e in mattoni pieni ai piani superiori; i solai del piano primo e del sottotetto sono in profilati di ferro e tavelloni mentre il solaio di copertura è realizzato con travetti prefabbricati in laterocemento con interposte pignatte di alleggerimento.

Di seguito si riporta lo stato iniziale del piano terra e una sezione.



P. TERRA - stato iniziale

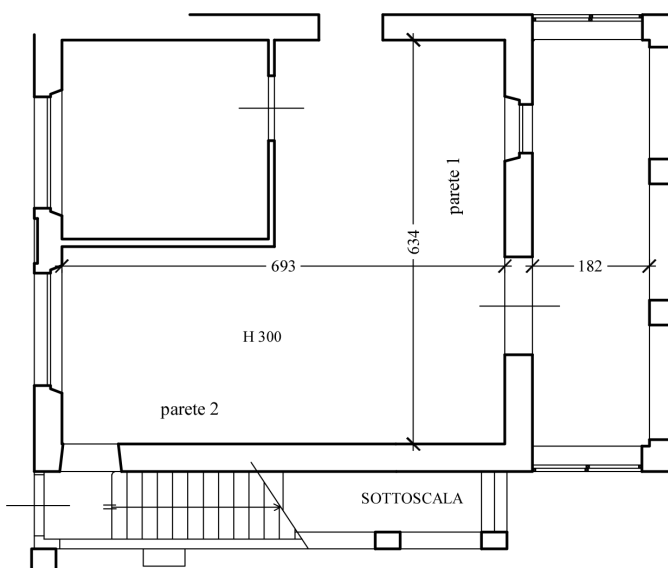


SEZIONE

### 5.1. ESEMPIO 1 – Modifica di apertura senza cerchiatura

Al piano terra si prevede, nella parete 1, di ampliare la porta finestra, come indicato nello stato di progetto (stato finale) seguente. Tale parete, nello stato attuale, è formata da tre maschi murari, individuati con i relativi numeri. L'altezza del piano terra (pavimento-soffitto) è di 3 m.

La parete è portante in quanto tutti i solai dei vari piani si appoggiano su di essa.



P. TERRA - stato finale

## CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP

### 6.1. Contenuti della WebApp

- **Foglio di calcolo per l'ampliamento di un vano porta o finestra in una muratura portante esistente in zona sismica** (*è necessaria la preinstallazione di un software per la gestione di fogli di calcolo, consigliato MS Excel*)

Il foglio di calcolo consente di: eseguire l'analisi e la combinazione dei carichi sui solai e sulla parete oggetto di intervento; calcolare rigidezza, resistenza e deformabilità della parete nello stato attuale; definire i rinforzi necessari per realizzare l'ampliamento dell'apertura; verificare agli s.l.u. e s.l.e. l'eventuale telaio metallico di cerchiatura necessario e i relativi collegamenti saldati; verificare agli s.l.u. e s.l.e. l'architrave metallica; redigere la relazione tecnica illustrativa e di calcolo; redigere la relazione sui materiali.

Definiti i carichi agenti sui solai che si appoggiano sulla parete oggetto di intervento, si definiscono le caratteristiche geometriche della parete, individuando i maschi murari e l'apertura da modificare; si sceglie la tipologia della muratura tra quelle previste al punto 8 delle NTC 2018 oppure si definiscono i parametri meccanici se in presenza di muratura recente con blocchi artificiali di tecnologia moderna.

La resistenza a taglio della parete viene calcolata considerando vari meccanismi di collasso (taglio scorrimento, taglio con fessurazione diagonale, pressoflessione) distinguendo tra murature regolari ed irregolari e tenendo conto di eventuali coefficienti migliorativi o peggiorativi rispetto alle caratteristiche standard della muratura. Nello stato di progetto si possono prevedere consolidamenti vari (ristilatura armate, iniezioni, intonaco armato, ecc.). Numerosi commenti e messaggi di errore guidano il progettista nelle varie fasi di input fino alla conclusione del progetto con il soddisfacimento delle condizioni normative.

Il foglio di calcolo contiene l'archivio delle caratteristiche meccaniche delle varie tipologie di muratura e il sagomario dei profilati metallici che possono essere impiegati per l'architrave oppure per il telaio di cerchiatura.

- **Banca dati normativa e giurisprudenza**

La banca dati è consultabile attraverso un motore di ricerca e prevede aggiornamenti automatici per 365 giorni dall'attivazione della WebApp

### 6.2. Requisiti hardware e software

- Dispositivo con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android
- Accesso ad internet e browser web con *Javascript* attivo
- Software per la gestione di documenti Office e PDF

### 6.3. Attivazione della WebApp

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

**[https://www.grafill.it/pass/0160\\_7.php](https://www.grafill.it/pass/0160_7.php)**

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**]
- 3) **Utenti già registrati su [www.grafill.it](http://www.grafill.it)**
  - 3.1) Inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**]
  - 3.2) Accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**]
- 4) **Utenti non ancora registrati su [www.grafill.it](http://www.grafill.it)**
  - 4.1) Cliccare [**Iscriviti**]
  - 4.2) Compilare il form di registrazione e cliccare [**Iscriviti**]
  - 4.3) Accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**]
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati all’indirizzo e-mail inserito nel form di registrazione
- 6) Accedere al profilo utente su **[www.grafill.it](http://www.grafill.it)**
- 7) Cliccare il pulsante [**G-CLOUD**]
- 8) Cliccare il pulsante [**Vai alla WebApp**] in corrispondenza del prodotto acquistato

### 6.4. Assistenza tecnica (*TicketSystem*)

I prodotti **Grafill** sono coperti da assistenza tecnica gratuita per 365 giorni dall’acquisto. L’assistenza è prevista per l’installazione, l’avvio o la reinstallazione del prodotto (*non è prevista assistenza per il recupero dei dati*), se la configurazione hardware rispetta i requisiti richiesti.

---

L’assistenza *TicketSystem* è disponibile all’indirizzo **<https://www.supporto.grafill.it>**. Effettuare il login al *TicketSystem* utilizzando i dati del profilo utente di **[www.grafill.it](http://www.grafill.it)** ed aprire un ticket seguendo le istruzioni. La cronologia dei ticket resterà disponibile sulla schermata principale del *TicketSystem*.

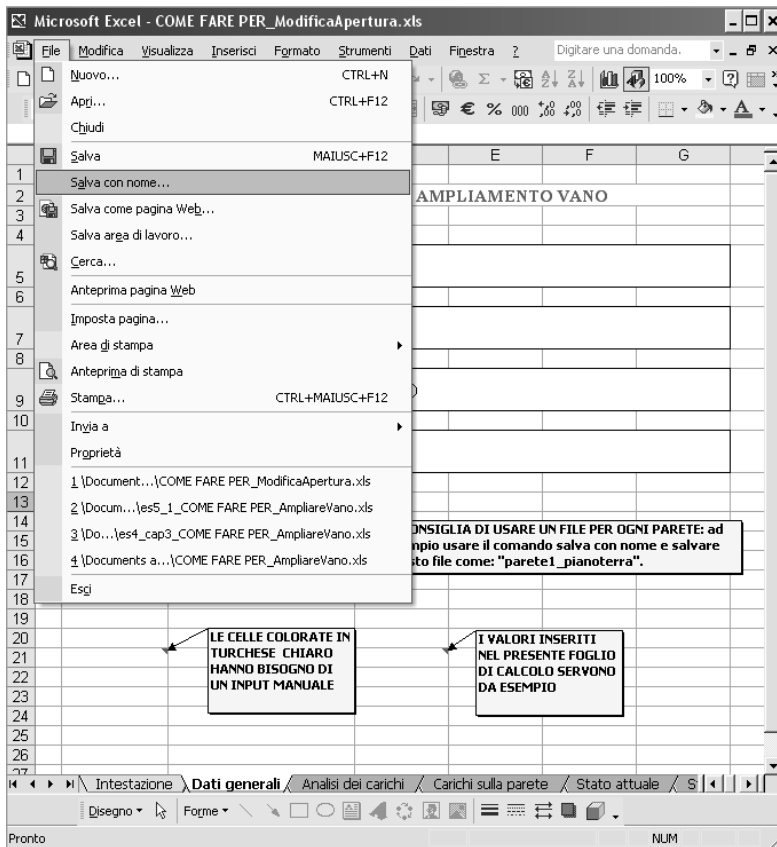
---



## CAPITOLO 7

## GUIDA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE INCLUSO

La finestra principale del software si presenta come nella figura sottostante.



*Finestra principale del software*

Per evitare di sovrascrivere i file di origine si consiglia di lavorare sempre su una copia del file, salvabili nella propria cartella di progetto attraverso il comando *Salva con nome*....

**N.B.** Le celle colorate di turchese chiaro hanno bisogno di un input manuale. Le celle contenenti formule sono protette: per modificare occorre rimuovere la protezione attraverso il percorso: **strumenti > protezione > rimuovi protezione**.

Il software consente di:

- a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi sui solai,
  - b) calcolare il carico agente sulla parete in esame,
  - c) calcolare la rigidezza e la resistenza ultima della parete nello stato ante-intervento,
  - d) calcolare la rigidezza e la resistenza della parete nello stato post-intervento, tenendo conto di eventuali miglioramenti-rinforzi eseguiti (iniezioni, lastre di placcaggio, ecc.),
  - e) effettuare, se necessario, il predimensionamento della cerchiatura dei vani con telai in acciaio,
  - f) dimostrare l'effettivo miglioramento strutturale ottenuto,
  - g) effettuare le verifiche di resistenza (SLU) e di deformabilità sull'architrave in acciaio, nonché la verifica sulla muratura per carichi concentrati all'appoggio dell'architrave,
  - h) effettuare le verifiche di resistenza (SLU) e di deformabilità sul telaio in acciaio, nonché le verifiche dei collegamenti saldati (piedritto-traverso) e la verifica della piastra di base e dei tirafondi,
  - i) redigere la relazione tecnica illustrativa,
  - j) redigere la relazione sui materiali,
- e si compone dei seguenti fogli di calcolo:

### ***Intestazione e Dati generali***

Si inseriscono i dati della proprietà, dell'ubicazione dell'intervento, la parete interessata ecc..

### ***Analisi dei carichi***

Effettua l'analisi dei carichi su varie tipologie di solaio ed esegue la combinazione dei carichi per le verifiche agli S.L.U.

### ***Carichi sulla parete***

Consente di calcolare il carico distribuito linearmente sulla sommità della parete oggetto di intervento, dovuto sia al muro sovrastante sia all'incidenza dei solai che si appoggiano sulla parete in oggetto.

Per quanto riguarda il carico dovuto al muro sovrastante, occorre inserire il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_{G2}$  che potrà essere assunto pari a 1 in quanto il carico verticale è favorevole alla sicurezza rispetto alla resistenza a taglio dei maschi murari (verifiche ad azioni orizzontali), mentre si inserirà il valore 1,5 per le verifiche ad azioni verticali.

Se lo spessore del muro sovrastante la parete in oggetto non mantiene il medesimo valore fino al tetto, allora occorre computare singolarmente le varie altezze del muro a spessore costante.

Per quanto riguarda i solai orditi ortogonalmente alla parete oggetto di intervento, il valore delle luci ( $L_{(sx)}$ ,  $L_{(dx)}$  – luce a sinistra e luce a destra) da inserire sono quelle corrispondenti alla luce interna netta del solaio, da parete a parete; nel caso invece di solai orditi parallelamente alla parete oggetto di intervento allora l'utente può, per tener conto di un eventuale effetto piastra del solaio, inserire il valore 2 per tener appunto conto di una striscia di influenza pari a 1 m (il programma infatti dimezza automaticamente i valori di  $L_{(sx)}$  e di  $L_{(dx)}$ ).

Occorre inserire il valore del carico superficiale ( $\text{KN/m}^2$ ) sia per verifiche a carichi orizzontali che per verifiche a carichi verticali (diversificando i coefficienti parziali di combinazione, favorevoli o sfavorevoli).



Guida operativa e foglio di calcolo, necessari per affrontare l'aspetto strutturale del progetto di ampliamento di un vano porta o finestra in una muratura portante esistente in zona sismica. L'indebolimento causato alla parete dall'ampliamento, deve essere colmato attraverso la progettazione di adeguate opere di rinforzo delle strutture interessate in modo da non modificare significativamente rigidità, resistenza alle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura, secondo quanto prescritto dalle nuove NTC 2018 e dalla Circolare applicativa n. 7/2019.

Il foglio di calcolo consente di: eseguire l'analisi e la combinazione dei carichi sui solai e sulla parete; calcolare rigidità, resistenza e deformabilità della parete nello stato attuale; definire i rinforzi per l'ampliamento dell'apertura; verificare agli s.l.u. e s.l.e. l'eventuale telaio metallico di cerchiatura necessario e i relativi collegamenti saldati; verificare agli s.l.u. e s.l.e. l'architrave metallica; redigere la relazione tecnica illustrativa e di calcolo; redigere la relazione sui materiali.

Definiti i carichi agenti sui solai che si appoggiano sulla parete oggetto di intervento, si definiscono le caratteristiche geometriche della parete, individuando i maschi murari e l'apertura da modificare; si sceglie la tipologia della muratura tra quelle previste al punto 8 delle NTC 2018 oppure si definiscono i parametri meccanici se in presenza di muratura recente con blocchi artificiali di tecnologia moderna.

La resistenza a taglio della parete viene calcolata considerando vari meccanismi di collasso (taglio scorrimento, taglio con fessurazione diagonale, pressoflessione) distinguendo tra murature regolari ed irregolari e tenendo conto di eventuali coefficienti migliorativi o peggiorativi rispetto alle caratteristiche standard della muratura. Nello stato di progetto si possono prevedere consolidamenti vari (ristilatura armate, iniezioni, intonaco armato, ecc.).

Il foglio di calcolo contiene l'archivio delle caratteristiche meccaniche delle vari tipi di muratura e il sagomario dei profilati metallici per l'architrave o il telaio di cerchiatura.

La **WebApp inclusa** gestisce le seguenti utilità:

- **Foglio di calcolo per l'ampliamento di un vano porta o finestra in una muratura portante esistente in zona sismica** (è necessaria la preinstallazione di un software per la gestione di fogli di calcolo, consigliato MS Excel)
- **Banca dati normativa e giurisprudenza**  
La banca dati è consultabile attraverso un motore di ricerca e prevede aggiornamenti automatici per 365 giorni dall'attivazione della WebApp

#### REQUISITI HARDWARE E SOFTWARE

Qualsiasi dispositivo con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android; accesso ad internet e browser web con Javascript attivo; software per la gestione di documenti Office e PDF.

**Claudio Ciavattini.** Ingegnere civile, libero professionista e Dottore di Ricerca in Ingegneria Edile al Politecnico di Torino e Università di Pisa dove ha svolto ricerca e supporto alla didattica presso la facoltà di Ingegneria per le cattedre di Architettura Tecnica e Recupero e Conservazione degli Edifici.



WebApp

Assistenza  
tecnica

ISBN 13 978-88-277-0160-7



9 788827 701607 >

Euro 28,00