



MARCO BOSCOLO BIELO

LE STAFFATURE NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

CON AUSILIO DI UN FOGLIO ELETTRONICO
PER LA VERIFICA DI EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI



Clicca e richiedi di essere contattato
per **informazioni** e **promozioni**



WEBAPP INCLUSA

CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

**GRAFILL**

SOMMARIO

▼ PRESENTAZIONE	p.	5
1. SIMBOLOGIA	"	7
1.1. Geometria della sezione	"	7
1.2. Proprietà dei materiali	"	8
2. PRINCIPI TEORICI	"	9
2.1. Lo schema del traliccio di Mörsch	"	9
2.2. Resistenza a taglio compressione	"	10
2.3. Resistenza a taglio trazione	"	13
2.4. Condizioni di verifica	"	14
2.5. Osservazioni	"	14
2.6. Armature minime	"	16
3. ESEMPIO APPLICATIVO ELEMENTI STRUTTURALI NUOVI	"	17
3.1. Geometria della sezione	"	17
3.2. Resistenze dei materiali	"	17
3.3. Ricerca del valore di resistenza a taglio V_{Rd}	"	18
3.4. Verifica	"	20
3.5. Armature minime	"	20
4. PREPARAZIONE DEI FOGLI ELETTRONICI	"	21
4.1. Verifica per sezione non soggetta a compressione (Foglio «Taglio per $N=0$ »)	"	21

4.2.	Verifica per sezione soggetta a compressione (Foglio « $0 \leq \sigma < 0,25$ »)	p.	27
4.3.	Verifica per sezione soggetta a compressione (Foglio « $0,25 \leq \sigma \leq 0,5$ »)	"	28
4.4.	Verifica per sezione soggetta a compressione (Foglio « $0,5 < \sigma < f_{cd}$ »)	"	30
5.	VERIFICHE PER EDIFICI ESISTENTI	"	32
5.1.	Fattori di Confidenza	"	32
5.2.	Introduzione dei dati nel foglio elettronico	"	34
5.3.	Esempio applicativo per verifiche su elemento esistente	"	36
6.	LA WEBAPP INCLUSA	"	39
6.1.	Contenuti della WebApp	"	39
6.2.	Requisiti hardware e software	"	39
6.3.	Come accedere alla WebApp	"	39
6.4.	Assistenza tecnica sui prodotti Grafill (TicketSystem)	"	40

PRESENTAZIONE

In questa pubblicazione viene trattato l'argomento relativo alla disposizione, progettazione e verifica della staffatura negli elementi strutturali in calcestruzzo armato. Vengono sviluppati gli algoritmi teorici e coniugati in esempi applicativi. Le sezioni di verifica possono essere di tipo rettangolare o a «T» o a «I», purché le considerazioni riguardino l'anima di questi elementi.

Gli argomenti e le formule esposte si basano sul D.M. 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni o anche NTC 2018) e sulla Circolare applicativa n. 7/2019 (Circolare n. 7/2019) e sono valide per elementi strutturali nuovi o, con le opportune indicazioni illustrate in una sezione dedicata, per elementi in c.a. presenti in costruzioni esistenti.

Una parte della trattazione, inoltre, è svolta in modo da indicare all'utente come riportare su un foglio di calcolo elettronico i dati relativi alle formule delle varie verifiche in modo da ottenere i risultati in modo spedito e veloce. Allo scopo possono essere utilizzati fogli elettronici in *open source* (ad esempio *Open Office*) ma anche su licenza (ad esempio Excel). In generale queste tipologie di fogli, possono poi essere caricati nel cellulare che adotti il sistema operativo *Android* in modo da poter avere a disposizione un semplice strumento anche in circostanze occasionali, quali ad esempio in cantiere o in occasione di conteggi preliminari fuori ufficio.

SIMBOLOGIA

1.1. Geometria della sezione

Nel prosieguo della trattazione si farà riferimento ad una sezione rettangolare¹ con le seguenti caratteristiche (vedi figura 1):

- b_w = base;
- h = altezza;
- c = distanze fra i lembi estremi della sezione e baricentro armature;
- $d = h - c$ = distanza fra lembo compresso e baricentro armature tesa;
- A_{sw} = area dell'armatura trasversale (somma dei bracci);
- s = interasse delle staffe;
- α = angolo di inclinazione delle staffe;
- θ = angolo di inclinazione dei puntoni diagonali compressi di calcestruzzo;
- $V_{E,d}$ = taglio agente di progetto.

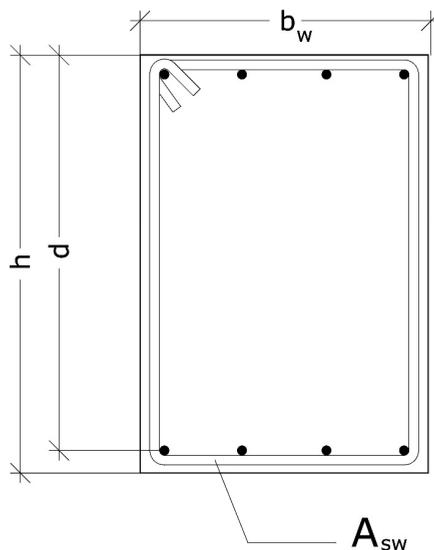


Figura 1.1. Schema di calcolo della sezione

¹ I dati possono estendersi anche ad altri tipi di sezione a I o a T come indicato in figura 2.5.

PRINCIPI TEORICI

2.1. Lo schema del traliccio di Morsch

Il modello teorico del comportamento a taglio allo stato limite ultimo del calcestruzzo armato si fonda su una schematizzazione resistente interna costituita da un sistema di n tralici isostatici sovrapposti (vedi figura 2.3).

Per una trave, supposta a sezione rettangolare e appoggiata alle estremità (figure 2.1 e 2.2), uno dei tralici costituenti il sistema risulta costituito dai seguenti elementi fondamentali:

- corrente superiore compresso di calcestruzzo armato;
- corrente inferiore teso, costituito dalle barre longitudinali;
- diagonali compresse, costituite da puntoni di calcestruzzo;
- diagonali (o al più aste di parete verticale) tese, costituite dall'armatura trasversale (ferri piegati e/o staffe).

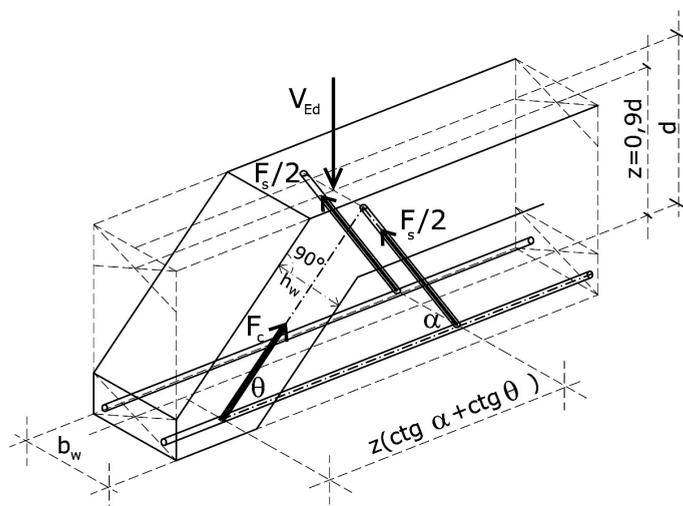


Figura 2.1. Schema degli elementi del traliccio di Morsch

Detto schema discende dallo stato fessurativo che si osserva nell'evoluzione del comportamento a taglio all'aumentare dei carichi il quale evidenzia il formarsi di lesioni disposte in modo obliquo (angolo θ).

ESEMPIO APPLICATIVO ELEMENTI STRUTTURALI NUOVI

Determinare la resistenza allo SLU di una trave a sezione rettangolare di calcestruzzo armato di sezione $30\text{ cm} \times 40\text{ cm}$, armata con staffatura a 2 bracci pari a $2\phi 10$ ogni 15 cm , non soggetta a compressione e con valore di taglio di progetto pari a $V_{Ed} = 6.750\text{ daN}$. Gli altri dati sono indicati ai successivi paragrafi.

3.1. Geometria della sezione

- $b_w = 30\text{ cm}$
- $h = 40\text{ cm}$
- $c = 4\text{ cm}$
- $d = h - c = 40 - 4 = 36\text{ cm}$
- $A_{sw} = 2\phi 10 = 2 \cdot 0,785\text{ cm}^2 = 1,57\text{ cm}^2$
- $s = 15\text{ cm}$
- $\alpha = 90^\circ$
- $21,8\text{deg} \leq \theta \leq 45^\circ = 45\text{deg}$

3.2. Resistenze dei materiali

Calcestruzzo C25/30:

$$f_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{cd}}{1,5} \approx 141,67 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

Barre d'armo B450C:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4.500}{1,15} = 3.913 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

PREPARAZIONE DEI FOGLI ELETTRONICI

In virtù delle condizioni di compressione della sezione, date dalle relazioni (16a), (16b), (16c) e (16d), devono essere considerati quattro casi e, conseguentemente, prepareremo quattro fogli elettronici all'interno dello stesso file.

Con le procedure già indicate in precedenza inizieremo con la compilazione del primo foglio che rinomineremo da «*Foglio1*» (nome di default che si trova all'apertura di un nuovo file nel programma) a «*Taglio per N=0*».

4.1. **Verifica per sezione non soggetta a compressione** **(Foglio «Taglio per N=0»)**

Questo primo foglio, come mostra la figura 4.1 (cfr. pagina seguente), viene suddiviso nelle seguenti sezioni:

- **DATI;**
- **SOLLECITAZIONI;**
- **ELABORAZIONI;**
- **CONDIZIONI;**
- **RESISTENZA A TAGLIO;**
- **ARMATURA MINIMA.**

Si proceda dunque all'introduzione del formato testo nelle varie celle (i riferimenti alfanumerici sono mostrati sempre in figura 4.1). Si introduca anche l'immagine allegata nel dischetto (*Immagine foglio elettronico 8.jpeg*), la bordatura e gli sfondi in giallo e celeste.

Nelle sezioni DATI e SOLLECITAZIONI possiamo riportare le grandezze dell'esempio di cui al paragrafo 3. La figura 4.2 illustra l'input di tali dati che viene effettuata sempre in modalità testo. Si può inoltre notare che è stata impostata una colorazione viola dei caratteri da inserire nelle celle gialle al fine di evidenziare le celle e i valori modificabili.

VERIFICHE PER EDIFICI ESISTENTI

5.1. Fattori di Confidenza

Nel caso di edifici esistenti le norme tecniche prevedono l'utilizzo di Fattori di Confidenza FC che fungono da ulteriori coefficienti di sicurezza da applicare sui parametri meccanici dei materiali. Per le verifiche sul calcestruzzo armato vengono definiti 3 Livelli di Conoscenza (LC1, LC2, LC3) ai quali corrispondono altrettanti valori dei fattori di confidenza (FC1, FC2, FC3).

Di seguito, con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC 2018, è riportata una breve descrizione per la stima dei Fattori di Confidenza (FC), definiti con riferimento ai tre Livelli di Conoscenza (LC) crescenti. La quantità e il tipo di informazioni richieste per conseguire uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono, a titolo orientativo, ulteriormente precisati nel seguito.

Livello di conoscenza LC1

Si intende raggiunto quando siano effettuate:

- l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato (rif. al § C8.5.1 della Circolare applicativa NTC n. 7/2019);
- la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali (effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni) o ad un rilievo ricavato anche con l'ausilio di un progetto simulato (rif. al § C8.5.2 della Circolare applicativa NTC n. 7/2019);
- indagini limitate in-situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti (i dati raccolti devono essere tali da consentire verifiche locali di resistenza), poiché non si dispone di informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali (provenienti dai disegni costruttivi o dai certificati di prova) si possono adottare valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca, convalidati da prove limitate in-situ sugli elementi più importanti (rif. al § C8.5.3 della Circolare applicativa NTC n. 7/2019).

LA WEBAPP INCLUSA

6.1. Contenuti della WebApp

- **Foglio elettronico per la verifica di edifici nuovi ed esistenti**
Foglio elettronico precompilato, completo di immagini e colorazione dei campi, dove l'utente deve solo digitare gli algoritmi descritti nel testo.
- **Banca dati normativa e giurisprudenza** consultabile attraverso un motore di ricerca, con 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. Come accedere alla WebApp

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0129_4.php

- 2) Accedere al **Profilo utente Grafill** oppure crearne uno su **www.grafill.it**.
- 3) Cliccare il pulsante **[G-CLOUD]**.
- 4) Cliccare il pulsante **[Vai alla WebApp]** in corrispondenza del prodotto acquistato.
- 5) Fare il *login* con le stesse credenziali di accesso al **Profilo utente Grafill**.
Lo scaffale **Le mie App** presenterà tutte le WebApp attive.
- 6) Accedere alla WebApp del prodotto acquistato cliccando sulla relativa copertina.

6.4. Assistenza tecnica sui prodotti Grafill (TicketSystem)

L'assistenza tecnica (gratuita per 365 giorni dall'acquisto) è relativa esclusivamente all'installazione e all'avvio 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** ed aprire un ticket seguendo le istruzioni.

La cronologia dei ticket resterà disponibile sulla schermata principale del *TicketSystem*.

