

MANUALE D'UTILIZZO E CALCOLO DEL MANUFATTO "ARCHITRAVE ARCO®"



Edizione 01 24/02/2017

GIULIANE srl**Sede Legale e Ufficio Amministrativo**

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Sommario

1. Premessa	5
2. Definizione e descrizione del manufatto	5
2.1. Caratteristiche dei materiali.....	6
2.2. La gamma produttiva	7
3. Contenuti della dichiarazione di prestazione.....	8
4. Caratteristiche di resistenza del manufatto.....	8
5. Metodo di calcolo della capacità portante dell'architrave composito	9
5.1. Verifiche strutturali sull'architrave composito	9
5.1.1. Verifica a trazione	10
5.1.2. Verifica a compressione	12
5.1.3. Verifica a taglio.....	13
5.1.4. Verifica ad inflessione	14
5.1.5. Verifica a compressione della muratura agli appoggi.....	14
5.2. Ipotesi di base in relazione ai carichi e al modello di calcolo.....	15
5.3. Foglio di calcolo ed esempi applicativi a supporto del progettista.....	15
6. Metodo di calcolo della resistenza in fase di puntellazione	16
6.1. Dati di partenza per il calcolo della portata in fase di posa e dimensionamento dei puntelli.....	17
6.1.1. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 9x6.....	17
6.1.2. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 12x6.....	18
6.1.3. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 15x6.....	19
6.1.4. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 17,5x6.....	20
6.1.5. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 9x6	21
6.1.6. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 12x6	22
6.1.7. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 15x6	23
6.1.8. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 17,5x6	24

GIULIANE srl
Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



6.2.	Diagramma tipo luce/carico per puntellazione in fase di posa.....	25
7.	Movimentazione architravi in cantiere	27
8.	Istruzioni di montaggio.....	28

Elenco allegati

- All. 1 Esempio di calcolo 1 (Architrave composito con comportamento “a trave alta” su luce di 1,1 m) svolto
- All. 2 Esempio di calcolo 2 (Architrave composito con comportamento “a trave bassa” su luce di 3,0 m) svolto
- All. 3 Diagrammi luce/carico in fase per puntellazione

GIULIANE srl**Sede Legale e Ufficio Amministrativo**

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



1. Premessa

Il presente documento si pone l'obiettivo di presentare il prodotto "Architrave Arco", fornendo una descrizione delle differenti tipologie di sezioni disponibili e una serie di indicazioni e precisazioni relative ai seguenti aspetti:

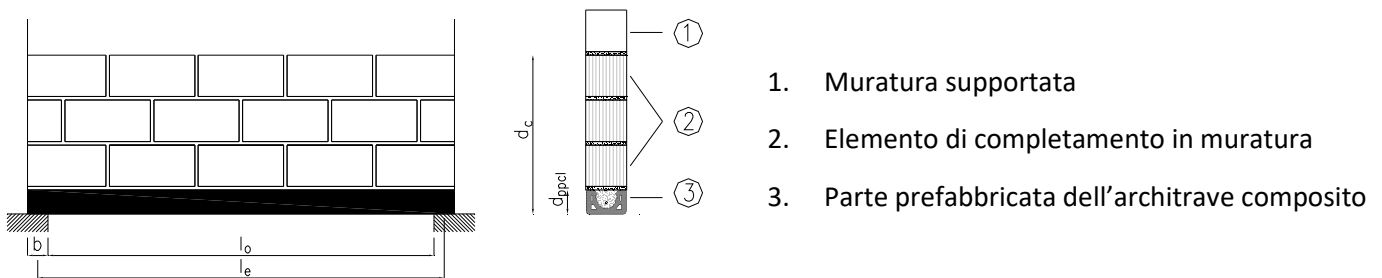
- Descrizione e campo di utilizzo del prodotto;
- contenuti della Dichiarazione di conformità
- metodo di calcolo delle caratteristiche di resistenza del manufatto;
- metodo di calcolo delle caratteristiche di resistenza dell'architrave composito;
- metodo di calcolo della portanza in fase di montaggio e risultati, modalità di puntellazione;
- Istruzione per la movimentazione e lo stoccaggio del prodotto in cantiere.

2. Definizione e descrizione del manufatto

Qualora la muratura sovrastante le aperture presenti in una parete, a causa della limitata resistenza a trazione, non sia in grado di portare autonomamente il proprio peso, essa deve essere sostenuta da un architrave con funzionamento a trave (Cfr. CNR-DT 200/2004).

Il manufatto "Architrave Arco[®]" rientra nella definizione di «*parte prefabbricata di un architrave composito*» in conformità alla norma tecnica di prodotto UNI EN 845-2:2016 (indicata come riferimento all'interno della norma UNI EN 1996-1 "Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura, Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata").

Tale definizione comprende tutti quegli elementi prefabbricati che, resi collaboranti con la muratura ad essi sovrastante (in numero variabile di corsi), vanno a costituire quello che la norma tecnica definisce «*architrave composito*» (o «*architrave a struttura mista*», così come indicato nell'Eurocodice 6):



1. Muratura supportata
2. Elemento di completamento in muratura
3. Parte prefabbricata dell'architrave composito

L'architrave composito può essere equiparato, dal punto di vista statico, ad una trave su due appoggi semplici, soggetta a taglio e a flessione.

In particolare, qualora la rigidità dell'elemento prefabbricato sia piccola se confrontata con quella della parete sovrastante, il calcolo può essere basato sui criteri indicati nell'Eurocodice 6 per il calcolo delle «*travi alte*», laddove con tale termine - in conformità con l'Eurocodice 6 - s'intendono le travi caratterizzate da un'altezza superiore alla metà della lunghezza effettiva della trave medesima, calcolata sommando la luce netta della trave la metà della lunghezza di ognuno dei due appoggi (cfr. figura successiva, estratta proprio dall'Eurocodice 6).

GIULIANE srl

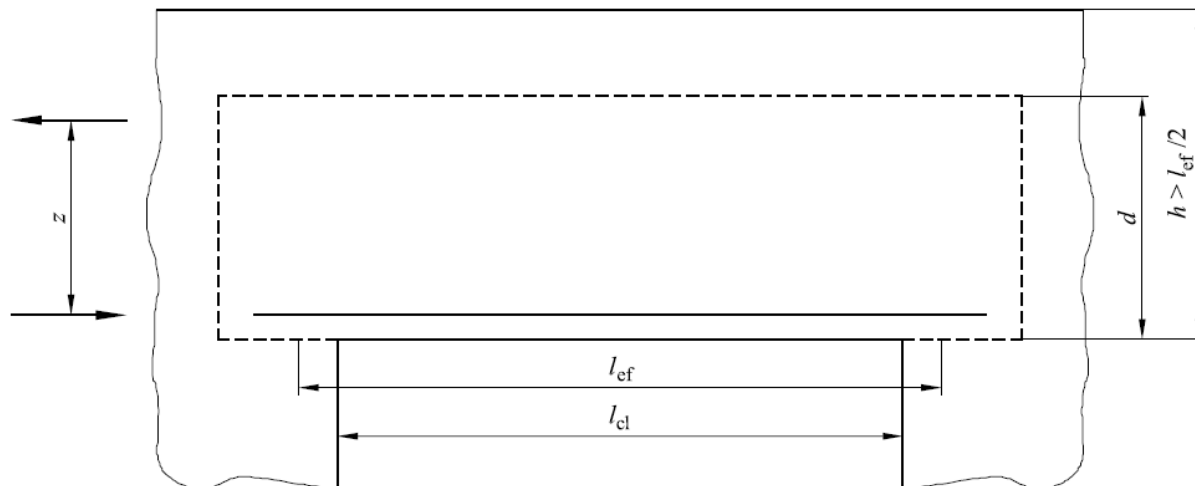
Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

Nota: Affinché un architrave possa essere equiparato dal punto di vista statico ad una trave è necessario che la dimensione della base di appoggio a ciascuna estremità dell'architrave prefabbricato sia giustificata dal calcolo dell'ancoraggio e dell'appoggio, e non sia in ogni caso minore di 100 mm (prescrizione che risulta coincidente con quanto indicato nella norma tecnica di prodotto).



Nella fattispecie il manufatto “Architrave Arco®” è composto da un elemento a guscio in laterizio all’interno del quale viene gettato, in fase di produzione, un nucleo in calcestruzzo precompresso, armato con fili/trecce in acciaio armonico per le cui caratteristiche di resistenza si rimanda al paragrafo successivo.

2.1. Caratteristiche dei materiali

Nel prospetto seguente si riportano i materiali utilizzati per la realizzazione dei manufatti Architrave Arco, comprensivi delle loro caratteristiche meccaniche.

Materiale	Massa volumica [kg/m ³]	Resistenza
Laterizio pieno	1750	-
Calcestruzzo C32/40	2400	$\sigma_{c,adm} = 12,75 \text{ MPa}$ (a compr.).
Acciaio armonico	7850	$F_{yk} = 1670 \text{ MPa}$ (a traz.)

Nota: Nel prospetto di cui sopra sono riportate le sole caratteristiche di massa e resistenza dei materiali impiegati; per quanto attiene alle caratteristiche termiche si rimanda al documento alle singole relazioni di calcolo.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

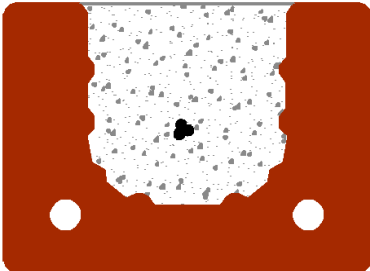
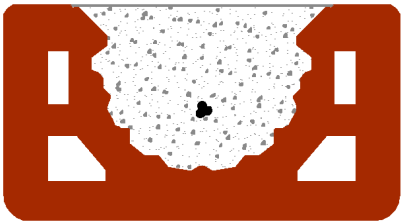
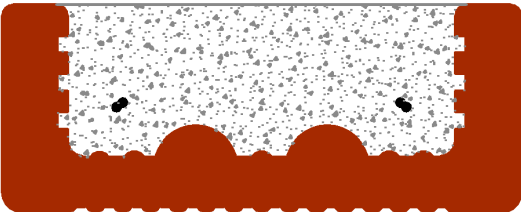
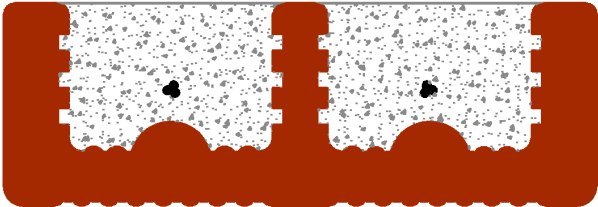
www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



2.2. La gamma produttiva

La gamma produttiva dell'Architrave Arco si compone di quattro differenti tipologie di sezioni, riassunte di seguito.

Architrave Arco® 9x6		Largh. base (b) = 90 mm Altezza (a) = 65 mm Armatura: 1 x A12 = 12 mm ²
Architrave Arco® 12x6		Largh. base (b) = 115 mm Altezza (a) = 65 mm Armatura: 1 x A12 = 12 mm ²
Architrave Arco® 15x6		Largh. base (b) = 150 mm Altezza (a) = 60 mm Armatura: 2 x A8 = 16 mm ²
Architrave Arco® 17,5x6		Largh. base (b) = 175 mm Altezza (a) = 60 mm Armatura: 2 x A12 = 24 mm ²

Nota: Ogni singolo manufatto è caratterizzato da due parametri geometrici intrinseci, lo spessore (a) e la larghezza di base (b), e da un terzo parametro complementare, l'altezza della muratura collaborante sovrastante (h).

Nota: I manufatti possono essere installati sia orientati orizzontalmente sia orientati verticalmente. A seconda dell'orientamento scelto varieranno le caratteristiche di resistenza a taglio e a flessione e la freccia sviluppata (cfr. cap 04).

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

3. Contenuti della dichiarazione di prestazione

Di seguito si riporta il prospetto 4 contenuto nella norma tecnica di prodotto UNI EN 845-2:2016, il quale riassume le caratteristiche del manufatto da riportare nella DoP da parte del produttore.

n° rif.	Parte prefabbricata dell'architrave composito
1	Assorbimento d'acqua dell'elemento di muratura e di componenti di calcestruzzo e malta:
2	Permeabilità al vapore acqueo (ove pertinente):
3	Massa per area unitaria sull'elevazione della sola parte prefabbricata dell'architrave (orientamento orizz.):
	Massa per area unitaria sull'elevazione della sola parte prefabbricata dell'architrave (orientamento vert.):
	Massa lineare dell'architrave:
4	Resistenza al gelo/disgelo (ove pertinente):
5	Protezione dalla corrosione (in accordo con il Prospetto C.3):
6	Prestazione termica (orientamento orizz.):
	Prestazione termica (orientamento vert.):
7	Resistenza al fuoco:
8	Tipo di architrave
9	Lunghezza incassata minima (appoggio minimo - b):
10	Lunghezza della parte prefabbricata dell'architrave (l):
11	Larghezza della parte prefabbricata dell'architrave (a):
	Altezza dell'elemento prefabbricato (d_{ppci}):
12	Configurazione:
13	Intonacatura dell'architrave:
14	Posa strato impermeabile all'umidità:
15	Resistenza caratteristica a trazione della parte prefabbricata dell'architrave
16	Resistenza a taglio iniziale tra la parte prefabbricata dell'architrave e il giunto di malta

4. Caratteristiche di resistenza del manufatto

In accordo con il prospetto 4 contenuto nella norma tecnica di prodotto UNI EN 845-2:2016, l'unico valore di resistenza da dichiarare nella dichiarazione di prestazione (DoP) risulta essere la «resistenza caratteristica a trazione della parte prefabbricata dell'architrave». Il valore dichiarato nelle DoP per ognuna delle differenti sezioni è stato calcolato secondo il procedimento descritto di seguito.

La resistenza a trazione dei manufatti Architrave Arco® ($N_{Rd,T}$) viene determinata mediante calcolo moltiplicando l'area ($A_{T,tot}$) dell'armatura longitudinale (composta da fili/trecce in acciaio armonico caratterizzate da una resistenza caratteristica a trazione allo snervamento $f_{yk} = 1670$ MPa) per il valore della resistenza a trazione di progetto dell'acciaio medesimo (a sua volta ottenuto dividendo il valore della resistenza caratteristica per un coefficiente di sicurezza $\gamma = 1,15$):

$$N_{Rd,T} = f_{yd} \cdot A_{T,tot} = \frac{f_{yk}}{\gamma} \cdot A_{T,tot}$$

Tale valore corrisponde alla resistenza massima trazione del manufatto in oggetto, raggiungibile in applicazioni in opera in condizioni di ancoraggio adeguate, in mancanza delle quali tale valore non potrà essere raggiunto causando lo scorrimento e infine lo sfilamento del manufatto dalla muratura nella quale esso è stato ancorato.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



5. Metodo di calcolo della capacità portante dell'architrave composito

Gli architravi possono essere suddivisi in due categorie a seconda del loro comportamento statico: da un lato gli architravi dotati di resistenza a flessione e a trazione e dall'altra gli architravi (in realtà parti prefabbricate del sistema architrave composito, per utilizzare una terminologia coerente con la norma) dotati di sola resistenza a trazione.

Il primo caso vede l'architrave come elemento capace di resistere alle sollecitazioni indotte dal peso proprio e dai carichi gravanti su di esso facendo affidamento solo alla propria resistenza flessionale.

Nel secondo caso, nel quale ricade la presente trattazione poiché l'elemento prefabbricato in oggetto possiede solo resistenza a trazione, il meccanismo resistente sarà composto dall'elemento prefabbricato in zona tesa e dalla muratura collaborante sovrastante in zona compressa.

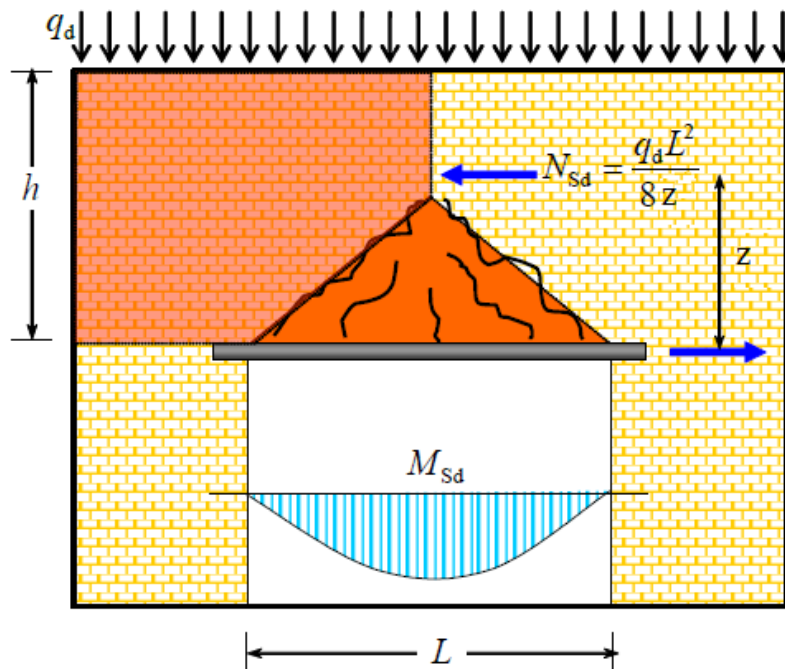
5.1. Verifiche strutturali sull'architrave composito

Le verifiche strutturali sull'architrave composito possono essere ricondotte a cinque singoli aspetti:

- verifica a trazione (par. 5.1.1);
- verifica a compressione della muratura sovrastante (par. 5.1.2);
- verifica a taglio (par. 5.1.3);
- Verifica ad inflessione (par. 5.1.4);
- Verifica a compressione della muratura agli appoggi (5.1.5).

Considerando, come anticipato all'interno del capitolo 2 e in accordo con il documento CNR-DT 200/2004, che l'architrave composito venga equiparato dal punto di vista strutturale ad una trave su due appoggi semplici soggetta ad un momento sollecitante pari a:

$$M_{sd} = \frac{q_l^2}{8}$$



GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

il braccio della coppia interna dell'architrave composito viene calcolato in maniera differente a seconda che si ricada o meno nella casistica delle «travi alte» in aderenza a quanto stabilito dall'Eurocodice 6 (cfr. cap. 2 del presente documento).

In sostanza, nel caso in cui l'altezza netta dell'architrave composito sia maggiore della metà della sua luce (casistica di "trave alta"), si assume che il braccio della coppia interna sia pari a:

$$z = \min(0.7 \cdot l_{ef}; 0.4h + 0.2l_{ef})$$

In caso contrario (casistica di "trave bassa") si fa riferimento alla formula 6.23 dell'Eurocodice 6:

$$z = \min\left(d \left(1 - 0,5 \frac{A_s f_{yd}}{b d f_d}\right); 0,95d\right)$$

$$\text{Ove } d = h + \frac{a}{2}$$

Noto il braccio della coppia interna (z) è possibile determinare il valore delle forze di trazione e compressione sollecitanti (uguali in modulo) agenti sui due lembi dell'architrave:

$$N_{Sd,T} = N_{Sd,C} = \frac{M_{Sd}}{z} = \frac{ql^2}{8z}$$

Nota: il termine $1 - 0,5 \frac{A_s f_{yd}}{b d f_d}$, il quale regola i valori assunti dall'altezza utile d qualora si ricada nella casistica delle "travi basse", può risultare critico nel caso di muratura caratterizzata da ridotti valori di resistenza compressione di progetto in direzione orizzontale.

5.1.1. Verifica a trazione

La verifica a trazione viene condotta valutando che la forza di trazione generata dal momento flettente sull'architrave composito non superi la forza di trazione massima che il manufatto inserito nella muratura può sviluppare:

$$N_{Rd,T} \geq N_{Sd}$$

Il valore della resistenza a trazione dell'architrave composito è il minore tra il valore della resistenza a trazione dell'elemento prefabbricato (calcolata come riportato nel cap. 4) e il valore della resistenza allo sfilamento dell'elemento prefabbricato medesimo dalla muratura nel quale esso è inserito:

$$N_{Rd} = \min(N_{Rd,T,1}; N_{Rd,T,2})$$

Il valore della resistenza a trazione dell'elemento prefabbricato risulta pertanto pari a:

$$N_{Rd,1} = f_{yd} \cdot A_{T,tot}$$

La resistenza allo sfilamento del manufatto (resistenza a trazione lato muratura) è stata calcolata moltiplicando la resistenza a taglio di progetto della muratura per l'area della superficie sulla quale essa si sviluppa ossia per il prodotto della lunghezza di ancoraggio per la larghezza del manufatto medesimo e considerando due interfaccia (inferiore e superiore) tra manufatto e muratura:

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



$$N_{Rd,2} = f_{vd} \cdot (2 \cdot l_1 \cdot l_2)$$

Ove: l_1 corrisponde alla lunghezza di appoggio del manufatto

l_2 corrisponde alla larghezza del manufatto

La resistenza a taglio di progetto della muratura è stata calcolata secondo le formule di cui al paragrafo 4.5.6.1 delle N.T.C. e in particolare tramite la formula per il calcolo della resistenza caratteristica a taglio di progetto della muratura:

$$f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M}$$

Ove: $f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_n$

γ_M = coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura.

σ_n è la tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti sulla sezione di verifica. σ_n può essere considerata pari a zero in favore di sicurezza, oppure può essere calcolata come $\sigma_n = q \cdot l_c / (2 \cdot l_1 \cdot l_2)$.

f_{vk0} , come le altre proprietà fondamentali in base alle quali si classifica una muratura (ossia la resistenza caratteristica a compressione f_k , il modulo di elasticità normale secante E ed il modulo di elasticità tangenziale secante G), è definita nel paragrafo 4.5.3 delle N.T.C come la «resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale».

Il paragrafo 4.5.3 delle NTC rimanda altresì al paragrafo 11.10. delle medesime per quanto riguarda i valori numerici delle resistenze e per le modalità di valutazione dei moduli di elasticità. In particolare la tabella 11.10.VII permette di stimare la resistenza a taglio della muratura a partire dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe della malta.

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vk0} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vk0} (N/mm^2)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura, comprensivo delle incertezze di modello e di geometria, fornito dalla Tab. 4.5.II, in funzione della classe di esecuzione e a seconda che gli elementi resistenti utilizzati siano di categoria I o di categoria II:

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Nota: La verifica a trazione risulta necessaria nel caso in cui si ricada nella casistica di “trave alta”, laddove cioè la formazione di un arco nella muratura sovrastante determina l’effettivo ingenerarsi di tensioni di trazione nell’elemento prefabbricato (il quale si comporta in sostanza da “catena”).

Nel caso in cui si ricada nella casistica di “trave bassa”, il comportamento effettivo del sistema risulta maggiormente approssimabile a quello di una trave su due appoggi, con la flessione sull’architrave composito a generare tensioni di trazione sull’elemento prefabbricato le quali vanno tuttavia a ridursi in modulo dalla mezzeria della luce di calcolo verso gli estremi.

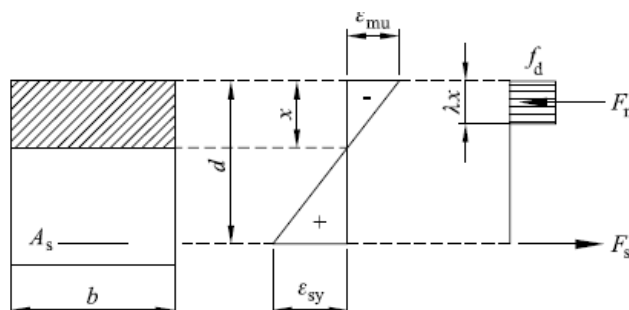
Appare pertanto evidente come in tale caso la verifica dell’ancoraggio sull’interfaccia muratura/elemento prefabbricato non risulti più significativa; tuttavia tale verifica è stata in ogni caso mantenuta all’interno del foglio di calcolo di cui al paragrafo 5.3, in favore di sicurezza, così come rimane in ogni caso valida la prescrizione relativa alla lunghezza minima di appoggio pari a 200 mm.

5.1.2.Verifica a compressione

La verifica a compressione sulla muratura viene condotta valutando che la forza di compressione generata dal momento flettente sull’architrave composito non superi la forza di compressione massima che la muratura può sviluppare:

$$N_{Rd,C} \geq N_{Sd}$$

Tale verifica verrà effettuata rifacendosi la formula 6.24 dell’Eurocodice 6 e considerando in sostanza uno stress block di modulo pari a f_d e altezza pari a $(0,3 \div 0,4) \cdot d$ a seconda che la muratura collaborante sia composta da elementi del Gruppo 1 differenti da blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato o da elementi dei gruppi 2, 3 e 4 o da blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato del Gruppo 1.



Dove b = larghezza di base della sezione

d = altezza utile della sezione

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

f_k può essere ricavato dalla tabella 11.10.V delle NTC sulla base della resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dei blocchi della muratura e del tipo di malta:

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Nota: Il valore di resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dei blocchi utilizzati per costruire la muratura deve essere scelto in maniera tale da tenere in conto la reale resistenza a compressione degli elementi in direzione orizzontale

tale considerazione vale nel caso in cui si utilizzino blocchi per muratura caratterizzati da differenti valori di resistenza nelle due direzioni per via, per esempio, della presenza di forature le quali risultano essere orientate lungo una sola direzione.

Sulla base di tutto quanto esposto si ricava che:

$$N_{Rd,C} = (0,3 \div 0,4) f_d \cdot b \cdot d$$

Ove d è la distanza tra il baricentro dell'armatura tesa e il lembo compresso, valore che qualora si ricada nella casistica di "trave alta" può essere assunto pari a $d = 1,3 \cdot z$.

Nota: Per semplicità nel foglio di calcolo sviluppato per la verifica dell'architrave composito si è utilizzato il minore tra i due valori (0,3 e 0,4) proposti dall'Eurocodice 6.

Tale ipotesi risulta in favore di sicurezza in quanto al più sottostima la resistenza a compressione della muratura.

5.1.3.Verifica a taglio

Il paragrafo 6.2 dell'Eurocodice 6 tratta la verifica di murature non armate soggette a carico di taglio. La verifica viene condotta valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$V_{Rd} \geq V_{Sd}$$

Considerando, come anticipato all'interno del paragrafo 2, che l'architrave composito venga equiparato dal punto di vista strutturale ad una trave su due appoggi semplici, il taglio sollecitante risulta pari a:

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

$$V_{Sd} = \frac{q l_{cl}}{2}$$

Il taglio resistente offerto dalla sezione dell'architrave composito, secondo l'Eurocodice 6, risulta essere pari a:

$$V_{Rd} = f_{vd} \cdot b \cdot d$$

dove f_{vd} si determina come illustrato all'interno del paragrafo 5.1.1 del presente documento;

b = spessore della parete resistente a taglio (coincidente con la larghezza di base dell'elemento prefabbr.);

d è l'altezza utile dell'architrave composito.

5.1.4. Verifica ad inflessione

La verifica ad inflessione viene svolta in campo elastico valutando che l'inflessione massima dell'architrave composito sia inferiore ad un valore limite pari a $l_{cl}/500$:

$$\eta_{el} = \eta_{el,lim}$$

L'inflessione massima in campo elastico viene calcolata a partire dall'ipotesi di cui al capitolo 2 secondo la quale l'architrave composito risulta equiparabile dal punto di vista statico ad una trave su due appoggi semplici, sfruttando le formule della scienza delle costruzioni:

$$\eta_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{el} \cdot l_{cl}^4}{EJ}$$

dove q_{el} = carico al metro lineare in campo elastico (non allo SLU);

$E = 1000 \cdot f_k$ (cfr. formula 11.10.3.4 NTC), con f_k a compressione orizzontale;

J = momento d'inerzia della sezione dell'architrave composito.

5.1.5. Verifica a compressione della muratura agli appoggi

La verifica a compressione della muratura agli appoggi viene condotta valutando che la tensione di compressione dovuta al carico sorretto dall'architrave agente sugli appoggi non superi il valore della resistenza a compressione di progetto in direzione verticale:

$$f_d \geq \sigma_n$$

Ove f_d = resistenza a compressione di progetto della muratura in direzione verticale;

$$\sigma_n = \frac{q \cdot l_{cl}}{2 \cdot l_1 \cdot l_2};$$

l_1 = lunghezza dell'appoggio;

l_2 = larghezza dell'appoggio (pari alla larghezza dell'elemento prefabbricato).

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

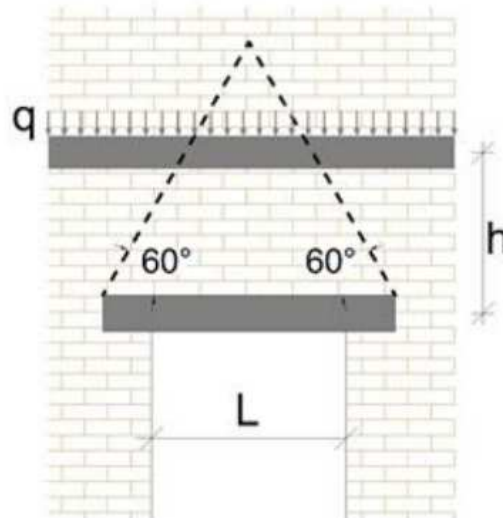
Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

5.2. Ipotesi di base in relazione ai carichi e al modello di calcolo

Tutte le verifiche descritte all'interno del paragrafo 5.1 sono state condotte trascurando – in favore di sicurezza – il fatto che il carico effettivamente gravante sull'architrave, come suggerito dall'immagine seguente, corrisponda al peso della porzione di muratura racchiusa in un triangolo equilatero di lato pari alla lunghezza effettiva dell'architrave.



Tale assunzione risulta pertanto essere in favore di sicurezza nel caso in cui l'architrave composita possa essere considerata come una "trave alta" mentre nel caso di comportamento a trave bassa risulta essere aderente in termini di risultati alle ipotesi a monte del calcolo.

5.3. Foglio di calcolo ed esempi applicativi a supporto del progettista

Giuliane S.r.l. ha sviluppato un foglio di calcolo mediante Microsoft Excel il quale incorpora le verifiche su elemento prefabbricato e muratura collaborante sovrastante di cui al presente capitolo, disponibile per il download sul sito web <https://www.eseteam.it/>.

Il foglio di calcolo è stato concepito come supporto per il progettista strutturale, nell'ottica di velocizzare tutte le verifiche di carattere strutturale. L'utilizzo del foglio prevede la compilazione delle sole celle contrassegnate con il colore azzurro chiaro e presuppone lo svolgimento a monte di un calcolo del carico complessivo agente sull'architrave allo SLU (si rimanda, a questo proposito agli esempi di calcolo allegati al presente documento).

In riferimento alla nota di cui al paragrafo 5.1 relativa al termine $1 - 0,5 \frac{A_s f_{yd}}{b d f_d}$, nel foglio di calcolo è stato inserito un controllo finalizzato a far sì che tale termine venga mantenuto al di sopra di un valore pari a 0,5 agendo sul valore di f_d , il quale non dovrà pertanto essere troppo basso (indice cioè di una muratura non adeguata).

Nel foglio di calcolo, vista la necessità di considerare il carico in ambito elastico e non allo SLU per la determinazione della freccia elastica, è stata inserita una formula che divide per 1,3 il carico q precedentemente inserito, in tal modo è possibile ottenere un calcolo automatico di massima in favore di sicurezza del carico in ambito elastico (in questo modo si va, cioè, a sovrastimare leggermente il carico effettivo in ambito elastico.)

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

Sono stati inoltre sviluppati alcuni esempi di calcolo per esteso (in allegato al presente documento e anch'essi disponibili per il download in formato digitale sul sito web <https://www.esseteam.it/>).

6. Metodo di calcolo della resistenza in fase di puntellazione

Il manufatto Architrave Arco® risulta essere la sola parte prefabbricata di un sistema complesso composto da tale elemento e dalla muratura portante sovrastante. Affinché il sistema funzioni come un tutt'uno in maniera corretta occorre garantire che l'elemento prefabbricato e i corsi di muratura sovrastanti siano solidali tra loro.

Durante le fasi di posa dei corsi di muratura sull'elemento prefabbricato, la condizione di solidarietà tra gli elementi che compongono il sistema non può ancora essere garantita (occorre attendere la presa della malta tra architrave e corsi di muratura e tra corso e corso), pertanto la portanza è affidata al solo elemento prefabbricato il quale necessiterà di adeguata puntellazione.

In tal senso è stato sviluppato un diagramma nel quale si è provveduto a riportare il carico al metro lineare supportato dal manufatto in funzione della distanza tra i puntelli.

Il carico per unità di lunghezza che il solo elemento prefabbricato può sostenere durante le fasi di posa dei corsi di muratura sovrastante è stato determinato come il minore tra i carichi risultanti dall'applicazione delle formule inverse di momento flettente e taglio sollecitanti e dalla formula inversa dell'inflessione assumendo una freccia massima pari a 1/500 della luce. Tale valore è stato poi diviso per un coefficiente di sicurezza $\gamma=2$ per ottenere il valore di carico per unità di lunghezza da utilizzare nel dimensionamento dei puntelli.

Le ipotesi alla base dei suddetti calcoli sono le seguenti:

- i calcoli relativi alla portanza dell'architrave in relazione alla flessione e al taglio vengono effettuati allo SLU (e quindi con sezione fessurata tra il baricentro delle armature e il lembo teso) mentre il calcolo relativo alla portanza dell'architrave in relazione all'inflessione viene effettuato in esercizio e quindi considerando la sezione come non fessurata;
- nel calcolo della resistenza a flessione, considerando che la sezione come fessurata si può ritenere che il vincolo in corrispondenza di ogni appoggio (su muratura o su puntello) non corrisponda ad un incastro bensì ad un appoggio, motivo per il quale sono state utilizzate le formule della scienza delle costruzioni per momento flettente, taglio e inflessione su travi su due appoggi semplici;
- nel calcolo della resistenza a flessione viene pertanto considerata come resistente la sola sezione non fessurata (la quale va dal baricentro dell'armatura tesa fino al lembo compresso);
- nel calcolo della resistenza a taglio l'elemento si assume non fessurato in quanto precompresso.

La resistenza a flessione di ognuna delle sezioni disponibili è stata calcolata mediante utilizzo del software VCAslu, mentre la resistenza a taglio è stata calcolata mediante foglio di calcolo creato con software Microsoft Excel.

Di seguito si riportano alcuni screenshot recanti i risultati delle modellazioni e dei calcoli effettuati sulle varie sezioni del manufatto.

Il dimensionamento della distanza tra i puntelli viene effettuato mediante utilizzo dei diagrammi luce/carico al metro lineare di cui al par. 6.2

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

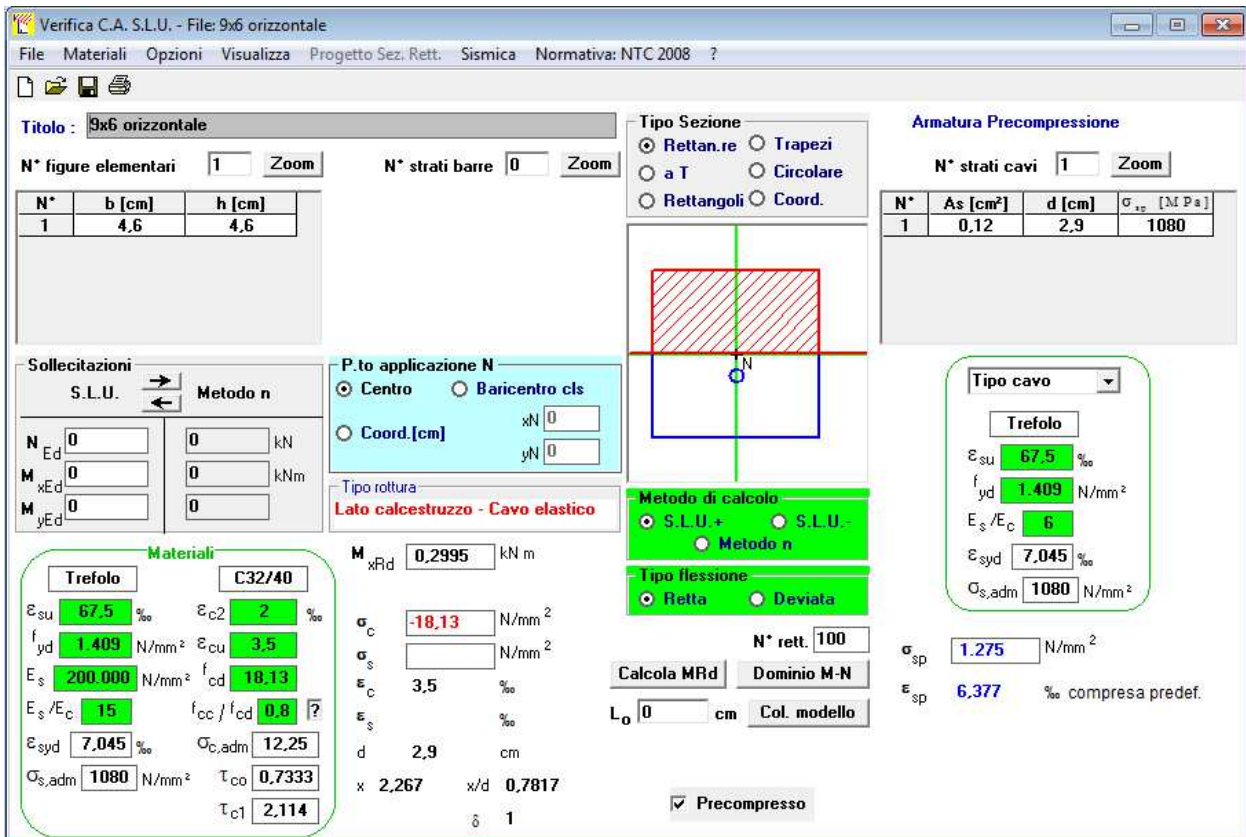


6.1. Dati di partenza per il calcolo della portata in fase di posa e dimensionamento dei puntelli

Di seguito si riportano un prospetto riassuntivo delle caratteristiche geometriche e meccaniche delle varie sezioni del manufatto Architrave Arco® e tutti gli screenshot dei modelli di calcolo utilizzati per il calcolo delle stesse.

Nome Sezione	Orientaz.	Base [mm]	Altezza [mm]	J [mm ⁴]	E [MPa]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]
9x6	Orizz.	46,00	46,00	373121	33300	0,30	3,83
	Vert.	46,00	46,00	373121	33300	0,19	2,65
12x6	Orizz.	56,00	45,00	425250	33300	0,36	3,79
	Vert.	45,00	56,00	658560	33300	0,23	2,46
12,5x6	Orizz.	57,00	29,00	115848	33300	0,43	4,75
15x6	Orizz.	112,00	42,00	691488	33300	0,53	7,02
	Vert.	42,00	112,00	4917248	33300	0,99	6,43
17,5x6	Orizz.	137,00	39,00	677225	33300	0,59	8,71
	Vert.	39,00	137,00	8356897	33300	1,57	7,75

6.1.1. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 9x6



Verifica C.A. S.L.U. - File: 9x6 orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: 9x6 orizzontale

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 0 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	4,6	4,6

Tipologia Sezione: Rettan.re (selezionato), Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Armatura Precompressione: N° strati cavi: 1 Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,12	2,9	1080

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN M_{Ed}: 0 kNm M_{xEd}: 0 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N: Centro (selezionato), Baricentro cls, Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali: Trefolo C32/40

Proprietà	Valore	Unità
ϵ_{su}	67,5	%
ϵ_{c2}	2	%
f_{yd}	1.409	N/mm ²
ϵ_{cu}	3,5	%
E_s	200.000	N/mm ²
f_{cd}	18,13	
E_s/E_c	15	
f_{cc}/f_{cd}	0,8	
ϵ_{syd}	7,045	%
$\sigma_{c,adm}$	12,25	
$\sigma_{s,adm}$	1080	N/mm ²
τ_{co}	0,7333	
τ_{cl}	2,114	

Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selezionato), S.L.U.-, Metodo n

Tipologia flessione: Retta (selezionato), Deviata

Calcoli: M_{xRd}: 0,2995 kNm σ_c : -18,13 N/mm² σ_s : N/mm² ϵ_c : 3,5 % ϵ_s : % σ_{sp} : 1,275 N/mm² ϵ_{sp} : 6,377 % compressa prefef. N° rett.: 100 L_o: 0 cm Col. modello: Precompresso

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

Verifica C.A. S.L.U. - File: 9x6 verticale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 9x6 verticale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	4,6	4,6

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,12	2,2	1080

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Cavo elastico

Materiali:
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello

M_{xRd} 0,1856 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s ‰
 d 2,3 cm
 x 2,026 x/d 0,8809
 δ 1

Precompressione:
 Precompresso

Tipologia cavo:
 Trefolo
 ϵ_{su} 67,5 ‰
 f_{yd} 1.409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²
 σ_{sp} 1.140 N/mm²
 ϵ_{sp} 5,7 ‰ compressa pref.

6.1.2. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 12x6

Verifica C.A. S.L.U. - File: 12x6 orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 12x6 orizzontale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	5,6	4,5

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,12	3	1080

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Cavo elastico

Materiali:
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello

M_{xRd} 0,3618 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s ‰
 d 3 cm
 x 2,05 x/d 0,6834
 δ 1

Precompressione:
 Precompresso

Tipologia cavo:
 Trefolo
 ϵ_{su} 67,5 ‰
 f_{yd} 1.409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²
 σ_{sp} 1.404 N/mm²
 ϵ_{sp} 7,022 ‰ compressa pref.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Verifica C.A. S.L.U. - File: 12x6 verticale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 12x6 verticale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	4,5	5,6

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Cavo elastico

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{cl} 2,114

M_{xRd} 0,2285 kN m
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s ‰
d 2,8 cm
x 2,161 x/d 0,7719
δ 1

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	0,12	2,5	1080

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Tipo cavo
Trefolo
ε_{su} 67,5 ‰
f_{yd} 1.409 N/mm²
E_s/E_c 6
ε_{syd} 7,045 ‰
σ_{s,adm} 1080 N/mm²

σ_{sp} 1.190 N/mm²
ε_{sp} 5,948 ‰ compressa predef.

6.1.3. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 15x6

Verifica C.A. S.L.U. - File: 15x6 orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 15x6 orizzontale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	11,2	4,2

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{cl} 2,114

M_{xRd} 0,5251 kN m
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s ‰
d 2,9 cm
x 1,371 x/d 0,4728
δ 1

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	0,16	2,9	1080

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Tipo cavo
Trefolo
ε_{su} 67,5 ‰
f_{yd} 1.409 N/mm²
E_s/E_c 6
ε_{syd} 7,045 ‰
σ_{s,adm} 1080 N/mm²

σ_{sp} 1.409 N/mm²
ε_{sp} 9,302 ‰ compressa predef.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttiva
Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Verifica C.A. S.L.U. - File: 15x6 verticale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 15x6 verticale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	4,2	11,2

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Materiali
B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333 N/mm²
 τ_{cl} 2,114 N/mm²

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

Precompresso

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,08	9,5	1080

Tipo cavo
 ϵ_{su} 67,5 ‰
 f_{yd} 1.409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

σ_{sp} 1.409 N/mm²
 ϵ_{sp} 20,1 ‰ compressa pref.

6.1.4. Caratteristiche di resistenza a flessione sezione 17,5x6

Verifica C.A. S.L.U. - File: 17,5x6 orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 17,5x6 orizzontale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	13,7	3,9

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Cavo elastico

Materiali
B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333 N/mm²
 τ_{cl} 2,114 N/mm²

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

Precompresso

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,24	2,5	1080

Tipo cavo
 ϵ_{su} 67,5 ‰
 f_{yd} 1.409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

σ_{sp} 1.378 N/mm²
 ϵ_{sp} 6,889 ‰ compressa pref.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

Verifica C.A. S.L.U. - File: 17,5x6 verticale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Sezione 17,5x6 verticale

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	3,9	13,7

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	0,12	10,6	1080

Tipologia cavo: Trefolo

ϵ_{su} 67,5 ‰
 f_{yd} 1.409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

Materiali:
B450C ϵ_{su} 67,5 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{cl} 2,114

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} 1,571 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s N/mm²
 E_c 3,5 ‰
 E_s ‰
 d 10,6 cm
 x 3,149 x/d 0,2971
 δ 0,8114

σ_{sp} 1.409 N/mm²
 ϵ_{sp} 13,68 ‰ compresa pref.

6.1.5. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 9x6

Sezione						9x6_0					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm²	f_{yd}	1408,70	N/mm²	A_{sl}	12	mm²	1	Φ	3,9
Calcestruzzo						Φ				Φ	
f_{ck}	32	N/mm²	f_{cd}	18,13	N/mm²	A_{sw}	0	mm²/m			
f_{ctm}	3,02	N/mm²	f_{ctm}	3,63	N/mm²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm²	f_{ctd}	1,41	N/mm²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	12,901198	kN	b_w	46	mm	d	31	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	1426	mm²	ρ_{sl}	0,0084	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?	Si	I [mm⁴]	1	mm⁴	S [mm³]	1,E+00	mm³		

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	1,80	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	3,83	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	6,30	kN	V_{Rd}	=	3,83	kN

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Sezione						9x6_V					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	12	mm ²	1	Φ	3,9
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	12,901198	kN	b_w	46	mm	d	22	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	1012	mm ²	ρ_{sl}	0,0118	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	1,37	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	3,17	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	2,65	kN	V_{Rd}	=	2,65	kN

6.1.6. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 12x6

Sezione						12x6_0					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	12	mm ²	1	Φ	3,9
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	12,901198	kN	b_w	45	mm	d	31	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	1395	mm ²	ρ_{sl}	0,0086	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	1,77	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	3,79	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	6,04	kN	V_{Rd}	=	3,79	kN

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

 Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.


Sezione						12x6_V					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	12	mm ²	1	Φ	3,9
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	12,901198	kN	b_w	45	mm	d	22	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	990	mm ²	ρ_{sl}	0,0121	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	1,34	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	3,13	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	2,46	kN	V_{Rd}	=	2,46	kN

6.1.7. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 15x6

Sezione						15x6_0					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	16	mm ²	2	Φ	3,2
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	17,371238	kN	b_w	112	mm	d	29	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	3248	mm ²	ρ_{sl}	0,0050	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	3,72	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	7,02	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	14,35	kN	V_{Rd}	=	7,02	kN

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





Sezione						15x6_V					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	8	mm ²	1	Φ	3,2
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	8,6856192	kN	b_w	42,5	mm	d	97	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	4122,5	mm ²	ρ_{sl}	0,0020	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	3,61	kN							
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	6,43	kN							
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN							
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	16,26	kN	V_{Rd}	=	6,43				kN

6.1.8. Caratteristiche di resistenza a taglio sezione 17,5x6

Sezione						17,5x6_O					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	24	mm ²	2	Φ	3,9
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	25,802396	kN	b_w	137	mm	d	26	mm
γ_c	1,5	γ_s	1,15	α [°]	90	$A_{sezione}$	3562	mm ²	ρ_{sl}	0,0067	
θ [°]	30	Precompr. NON fessurato?			Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	4,31	kN							
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	8,71	kN							
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN							
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	15,73	kN	V_{Rd}	=	8,71				kN

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Sezione						17,5x6_V					
VERIFICA A TAGLIO C.A. E C.A.P. - DM2008 4.1.2.1.3.1 / EC2 6.2.2 e 6.2.3											
Acciaio						Geometrie					
f_{yk}	1620	N/mm ²	f_{yd}	1408,70	N/mm ²	A_{sl}	12	mm ²	1	Φ	3,9
Calcestruzzo							Φ			Φ	
f_{ck}	32	N/mm ²	f_{cd}	18,13	N/mm ²	A_{sw}	0	mm ² /m			
f_{ctm}	3,02	N/mm ²	f_{ctm}	3,63	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
$f_{ctk,0.5}$	2,12	N/mm ²	f_{ctd}	1,41	N/mm ²	0	Φ	0	s	200	mm
Azioni						0	Φ	0	s	200	mm
V_{Ed}	0	kN	N_{Ed}	12,901198	kN	b_w	42,5	mm	d	106	mm
γ_c	1,5		γ_s	1,15		α [°]	90		$A_{sezione}$	4505	mm ²
ρ_{sl}											0,0027
θ [°]	30		Precompr. NON fessurato?		Si	I [mm ⁴]	1	mm ⁴	S [mm ³]	1,E+00	mm ³

C.A.	$V_{Rd,c}$ (4.1.14 o 6.2)	4,46	kN				
C.A.P.	$V_{Rd,c}$ (4.1.15 o 6.4)	7,75	kN				
Staffe	$V_{Rd,s}$ (4.1.18 o 6.13)	0,00	kN				
Puntone	$V_{Rd,max}$ (4.1.19 o 6.14)	18,43	kN	V_{Rd}	=	7,75	kN

6.2. Diagramma tipo luce/carico per puntellazione in fase di posa

Di seguito si riportano un diagramma tipo luce/carico per unità di lunghezza tramite il quale, noto il carico che l'elemento prefabbricato dovrà sorreggere nella fase transitoria antecedente alla fase in cui la muratura sovrastante l'elemento prefabbricato possa essere ritenuta collaborante (asse delle ordinate), è possibile incrociare la curva eleggere sull'asse delle ascisse il corrispondente valore di luce massima tra gli appoggi.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

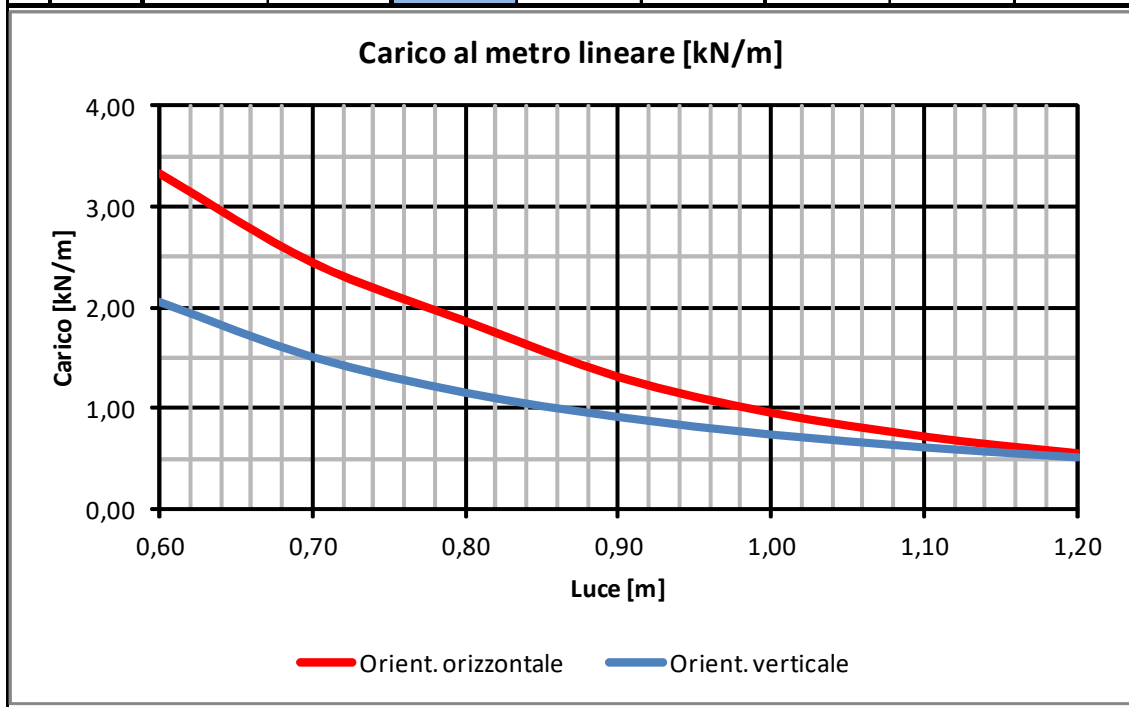
www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





SEZIONE		9x6							
	L [m]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]	q_M $M_{Rd} * 8 / L^2$	q_v $V_{Rd} * 2 / L$	q_n (per $\eta_{max} = L/500$) [kN/m]	q (no coeff.) [kN/m]	Coeff. Di sicurezza γ	q/ γ [kN/m]
Orient. orizzontale	0,60	0,30	3,83	6,66	12,77	8,84	6,66	2,00	3,33
	0,70	0,30	3,83	4,89	10,94	5,56	4,89	2,00	2,44
	0,80	0,30	3,83	3,74	9,58	3,73	3,73	2,00	1,86
	0,90	0,30	3,83	2,96	8,51	2,62	2,62	2,00	1,31
	1,00	0,30	3,83	2,40	7,66	1,91	1,91	2,00	0,95
	1,10	0,30	3,83	1,98	6,96	1,43	1,43	2,00	0,72
	1,20	0,30	3,83	1,66	6,38	1,10	1,10	2,00	0,55
Orient. verticale	0,60	0,19	2,65	4,12	8,83	8,84	4,12	2,00	2,06
	0,70	0,19	2,65	3,03	7,57	5,56	3,03	2,00	1,52
	0,80	0,19	2,65	2,32	6,63	3,73	2,32	2,00	1,16
	0,90	0,19	2,65	1,83	5,89	2,62	1,83	2,00	0,92
	1,00	0,19	2,65	1,48	5,30	1,91	1,48	2,00	0,74
	1,10	0,19	2,65	1,23	4,82	1,43	1,23	2,00	0,61
	1,20	0,19	2,65	1,03	4,42	1,10	1,03	2,00	0,52



Tale valore risulta pertanto dimensionante per quanto riguarda la distanza tra i puntelli i quali, affinché l'elemento prefabbricato sia in grado di sorreggere il valore di carico al metro lineare richiesto, non dovranno essere tra loro distanziati di un valore di lunghezza superiore ad esso.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



7. Movimentazione architravi in cantiere

Di seguito si riportano alcune indicazioni per la corretta movimentazione degli elementi prefabbricati Architrave Arco® in cantiere

- I legacci realizzati con reggia ture plastiche sono previsti esclusivamente per il confezionamento del materiale e non possono in alcun modo venire utilizzati per il sollevamento del pacco. Il produttore declina qualsiasi responsabilità derivante da uno scorretto impiego degli stessi.
- I sistemi di imbracaggio e sollevamento dei carichi devono essere fissati ed equilibrati e le imbracature verificate;
- Deve essere effettuata una verifica di controllo della portata dei mezzi di sollevamento in relazione al carico da sollevare.
- Per la movimentazione del materiale in oggetto è possibile utilizzare indistintamente bilancini o forche di sollevamento, regolarmente omologati secondo i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa vigente e comunque provvisti di ganci;
- I ganci per gli apparecchi di sollevamento devono essere provvisti di dispositivi di chiusura all'imbocco in modo da impedire lo sganciamento delle funi, catene o di altri organi di presa;
- Vigete il divieto assoluto di sosta sotto i carichi sospesi e deve essere mantenuta la distanza di sicurezza dell'operatore dalla zona di possibile caduta dei carichi (all. VI cap. 3.1.5 d.lgs 81/08);
- Deve essere posta in atto la corretta informazione e formazione del personale addetto in merito alla procedura operativa per la movimentazione e il montaggio del materiale (art. 71 d.lgs 81/08);
- Nella fase di movimentazione e montaggio del materiale gli operatori dovranno adottare tutte le precauzioni predisposte dal tecnico responsabile per la sicurezza in cantiere (abbigliamento antinfortunistico, cinture di sicurezza, elmetti, imbracature ed altri sistemi di protezione personale, segnalazioni acustiche e visive, etc.) e indicate nel piano per la sicurezza in cantiere redatto dal tecnico medesimo;
- Durante la fase di montaggio degli architravi predisporre puntelli rompitratta di sostegno (cfr. cap. 6 del presente documento);
- Utilizzare adeguati puntelli omologati secondo le vigenti normative in materia di sicurezza ed adatti al carico.
- È assolutamente vietato movimentare il materiale in oggetto in prossimità di linee per l'alta tensione o di cavi che conducano energia elettrica.

Di seguito si riportano alcuni disegni esemplificativi delle modalità di stoccaggio e di movimentazione del singolo architrave mediante funi inclinate con un angolo di minimo 45° rispetto all'orizzontale.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

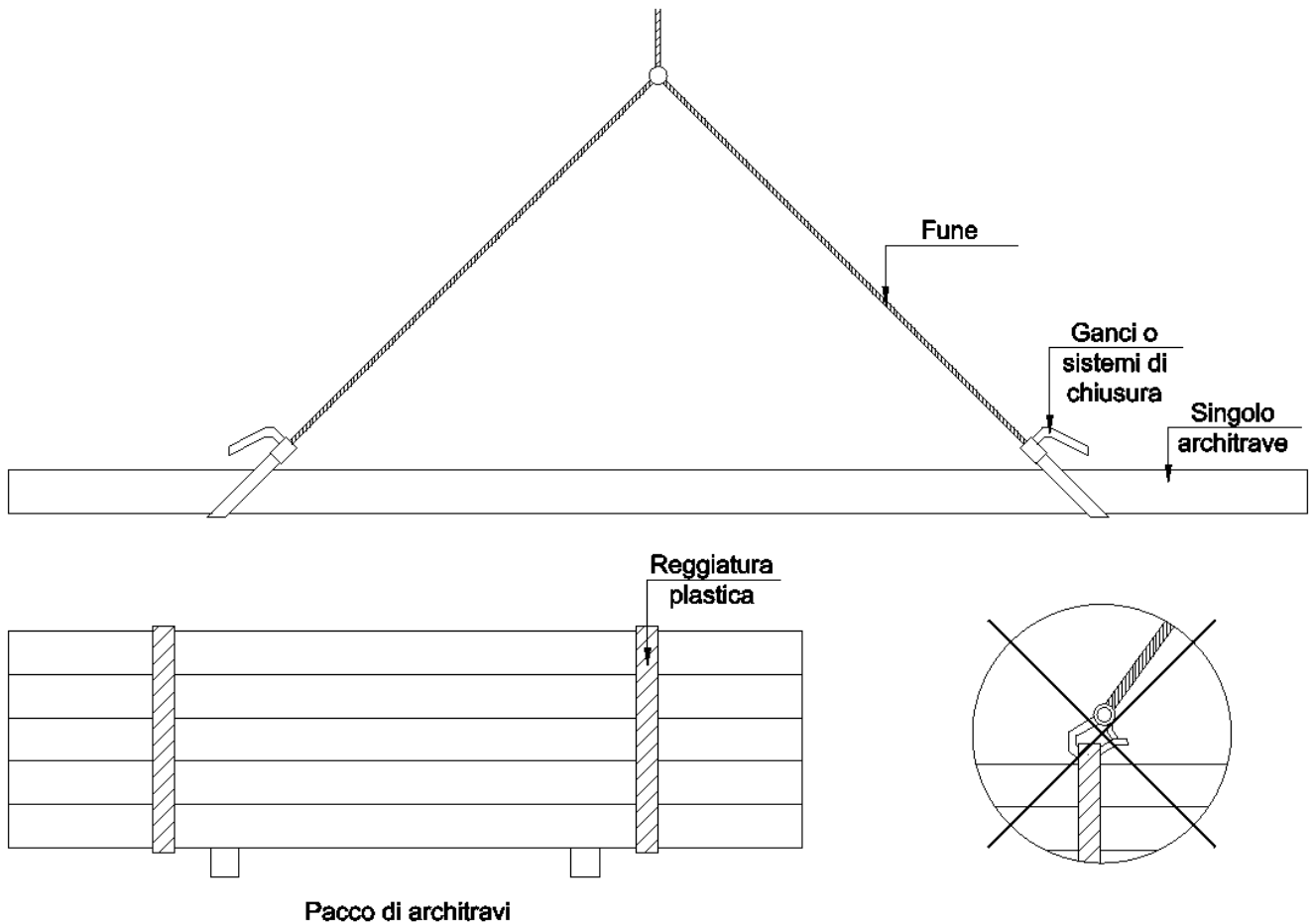
Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





8. Istruzioni di montaggio

- Verificare l'integrità dell'architrave prima di posarlo. Esso non deve presentare crepe o fessurazioni che ne compromettano la resistenza strutturale.
- Gli elementi di lunghezza superiore a 3m devono essere movimentati in senso verticale.
- Utilizzare una malta minimo M5 sulle superfici di interfaccia dell'architrave con la muratura.
- Verificare la pulizia delle superfici prima di applicare la malta.
- Oltre alle indicazioni del progettista calcolatore e o della D.L. verificare che l'architrave abbia un appoggio minimo di 20cm.
- Tutti i giunti di malta della muratura dovranno essere di tipo pieno sia in senso verticale ed orizzontale.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

ESEMPIO DI CALCOLO 1

EDIFICIO IN MURATURA PORTANTE

Sommario

1.	Dati di partenza	2
1.1.	Caratteristiche dei materiali.....	2
1.2.	Luce di calcolo dell'architrave	2
1.3.	Analisi del carico insistente sull'architrave composito	3
2.	Verifica passo - passo dell'architrave composito.....	3
2.1.	Verifica a trazione	5
2.2.	Verifica a compressione	6
2.3.	Verifica dell'inflessione	7
2.4.	Verifica a compressione degli appoggi.....	8
3.	Verifica dell'architrave composito mediante foglio di calcolo.....	8

GIULIANE srl**Sede Legale e Ufficio Amministrativo**

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

1. Dati di partenza

1.1. Caratteristiche dei materiali

Si consideri, nell'ambito della presente trattazione, il caso di un architrave composito caratterizzato dai seguenti parametri geometrici e strutturali:

Luce	1,1	m
h* muratura collaborante	0,6	m
Sezione elemento prefabbricato Architrave Arco® scelta	2 elementi 15x6_O	-
Massa al metro lineare del singolo elemento Architrave Arco® 15x6	19	kg/m ²
Base del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (a)	150	mm
Altezza del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (b)	65	mm
Armatura del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (A_{T,tot})	16	mm ²

La muratura collaborante sovrastante, in laterizio porizzato sp. 30 cm tipo **Termofon Termotaurus® 30**, presenta le seguenti caratteristiche (fornite dal produttore):

Sp. muratura	0,3	m
H muratura collaborante	0,6	m
Classe della malta	M5	-
f_k (rif. Tab. 11.10.V N.T.C.)	5,3	N/mm ²
f_{vk0} (rif. Tab. 11.10.VII N.T.C.)	0,2	N/mm ²
f_{bk} (Resist. caratt. blocchi)	10,35	N/mm ²
f_{bk} (Resistenza caratteristica dei blocchi nel piano della muratura)	3,18	N/mm ²
Massa frontale	300	kg/m ²

1.2. Luce di calcolo dell'architrave

Si ipotizzi di voler effettuare la verifica di un architrave composito collocato al di sopra di un'apertura di larghezza pari a 1,1 m. Essendo l'altezza della muratura collaborante pari a 0,6 m, si ricade nella casistica di "trave alta" (cfr. definizione di cui all'Eurocodice 6) poiché $0,6 \text{ m} / 1,1 \text{ m} = 0,54 > 0,5$.

Tale condizione definisce l'appartenenza o meno della trave in esame alla categoria delle "travi alte" e quindi regola l'utilizzo delle relative formule per il calcolo e la verifica.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

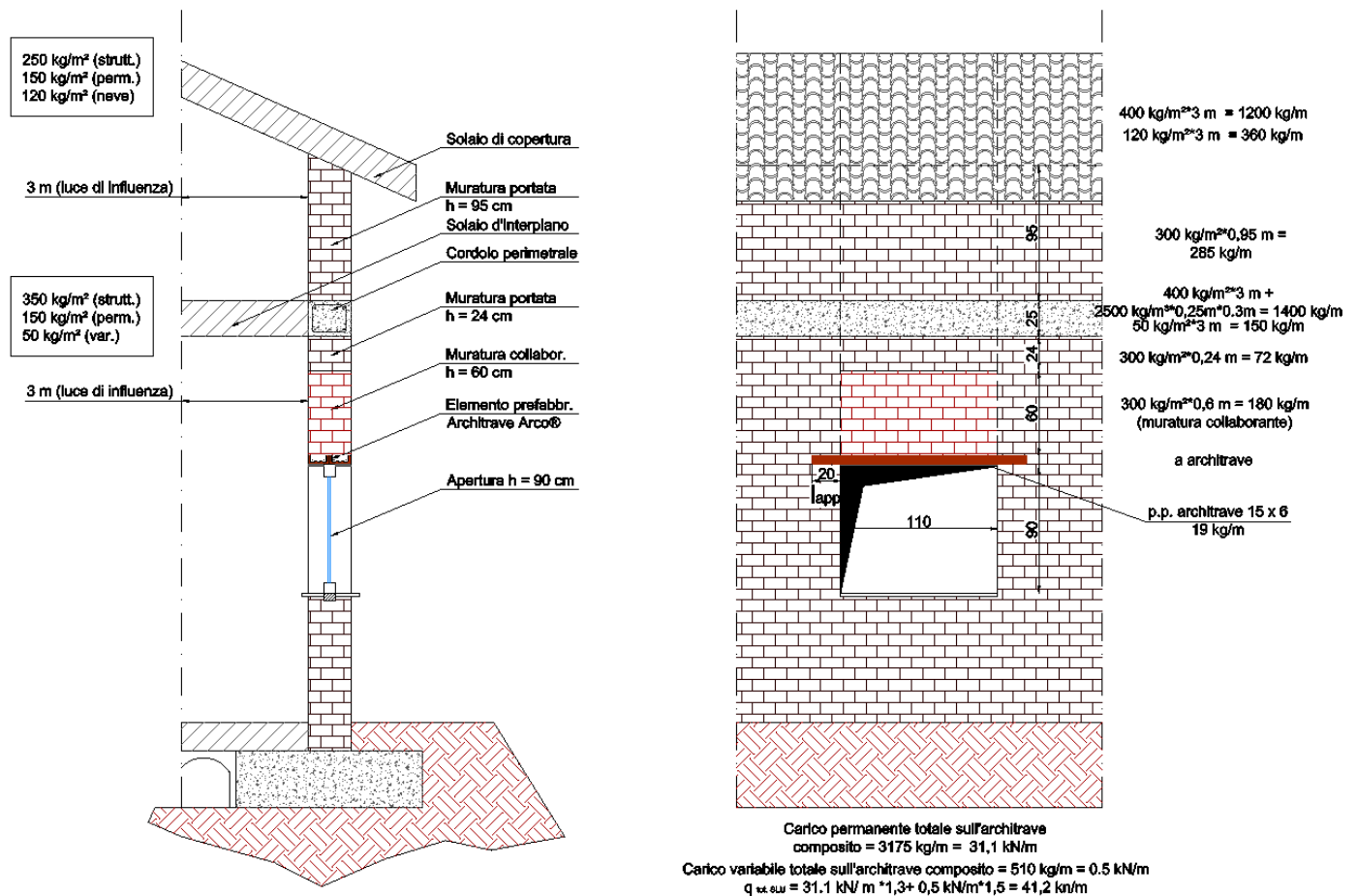
Via Cahestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

1.3. Analisi del carico insistente sull'architrave composito

Di seguito si riporta lo schema per il calcolo del carico al metro lineare agente sull'architrave composito, ipotizzando solai e copertura con luce totale pari a 6 m (luce di influenza del carico sull'architrave pari a $6\text{ m} / 2 = 3\text{ m}$) e considerando dei solai di interpiano e di copertura caratterizzati dai pesi riportati nello schema, ossia:

- Carico permanente totale = 3175 kg/m^2
- Carico variabile totale = 510 kg/m^2



Come visibile dall'illustrazione poc'anzi riportata e considerando di inserire due elementi prefabbricati **Architrave Arco®** orientati orizzontalmente ed affiancati, l'architrave composito sarà soggetto nel suo complesso a un carico al metro lineare q_{tot} pari a $41,2\text{ kN/m}$.

2. Verifica passo - passo dell'architrave composito.

Poiché gli elementi prefabbricati inseriti sono in numero pari a due, al fine di riportare la verifica al singolo elemento e alla muratura ad esso sovrastante, si considera un carico per unità di lunghezza agente sul singolo elemento pari alla metà del carico determinato nel paragrafo precedente:

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

$$q = \frac{q_{tot}}{2} = \frac{41.2 \text{ kN/m}}{2} = 20.59 \text{ kN/m}$$

Si consideri, inoltre, una lunghezza d'appoggio pari a 200 mm (il minimo consigliato, per quanto la norma di prodotto faccia riferimento a un valore minimo di 100 mm).

La lunghezza effettiva dell'architrave composito sarà pertanto pari a:

$$l_{ef} = 1,15 \cdot l_{cl} = 1,15 \cdot 1,1 \text{ m} = 1.27 \text{ m}$$

Poiché l'architrave composito in oggetto ricade nella categoria delle travi alte, il braccio della coppia interna z verrà calcolato secondo la seguente formula:

$$z = \min(0,7 \cdot l_{ef}; 0,4 \cdot h + 0,2 \cdot l_{ef})$$

$$\text{Ove } h = h^* + a = 0,6 \text{ m} + 0,06 \text{ m} = 0,66 \text{ m}$$

$$z = \min(0.885 \text{ m}; 0.517 \text{ m}) = 0,517 \text{ m} \cong 0.52 \text{ m}$$

Inoltre

$$d = 1,3 \cdot z = 1,3 \cdot 0.517 \text{ m} = 0.67 \text{ m}$$

Noto il valore del braccio della coppia interna z è possibile calcolare il valore della forza assiale sollecitante di trazione sull'elemento prefabbricato e della forza assiale sollecitante di compressione sulla muratura collaborante sovrastante (tali due forze assiali sono uguali in modulo):

$$N_{Sd,T} = N_{Sd,C} = \frac{M_{Sd}}{z} = \frac{ql^2}{8z}$$

Nota: La formula poc'anzi riportata parte dall'ipotesi che l'architrave composito sia in sostanza una trave su due appoggi semplici, e pertanto vi si applicano le relative formule di cui alla Scienza delle Costruzioni per il calcolo delle sollecitazioni a flessione e a taglio.

Nel presente caso:

$$N_{Sd,T} = N_{Sd,C} = \frac{20,59 \text{ kN/m} \cdot 1,1 \text{ m}^2}{8 \cdot 0.517 \text{ m}} = 6,02 \text{ kN}$$

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



2.1. Verifica a trazione

La verifica a trazione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$N_{Rd,T} \geq N_{Sd,T}$$

Dove $N_{Rd,T} = \min(N_{Rd,T,1}; N_{Rd,T,2})$

Nota: Con il pedice 1 si intende la resistenza a trazione lato elemento prefabbricato e con il pedice 2 la resistenza a trazione lato muratura (sfilamento dell'elemento prefabbricato).

La resistenza a trazione lato elemento prefabbricato (fornita nella DOP del medesimo) si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,T,1} = f_{yd} \cdot A_{T,tot} = \frac{f_{yk}}{\gamma} \cdot A_{T,tot} = \frac{1670 \text{ N/mm}^2}{1.15} \cdot 16 \text{ mm}^2 = 23,23 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione lato muratura si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,T,2} = f_{vd} \cdot 2 \cdot l_1 \cdot l_2 = 0.117 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} = 7 \text{ kN}$$

dove: $f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0.35 \text{ N}}{3 \text{ mm}^2} = 0.117 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_n = 0.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 0,4 \cdot 0.38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n = \frac{q \cdot l_{cl}}{2 \cdot l_1 \cdot l_2} = \frac{20,59 \text{ kN/m} \cdot 1,1 \text{ m}}{2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm}} = 0,38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Con l_1 = lunghezza dell'appoggio;

l_2 = larghezza dell'appoggio (pari alla larghezza dell'elemento prefabbricato).

f_{vk0} da tabella 11.10.V N.T.C. (con $f_{bk} = 10,35 \text{ N/mm}^2$ in direzione verticale e malta di classe M5)

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vk0} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vk0} (N/mm^2)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 \leq M \leq M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 \leq M $<$ M10	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 \leq M $<$ M5	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	M10 \leq M \leq M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 \leq M $<$ M10	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 \leq M $<$ M5	0,10

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

γ_M da tabella 4.5.II N.T.C.

Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Pertanto si ha che

$$N_{Rd,T} = \min(23,23 \text{ kN}; 7,0 \text{ kN}) = 7,0 \text{ kN}$$

Poiché $7 \text{ kN} > 6,02 \text{ kN}$, la verifica a trazione è soddisfatta.

2.2. Verifica a compressione

La verifica a compressione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$N_{Rd,C} \geq N_{Sd,C}$$

La resistenza a compressione lato muratura si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,C} = f_d \cdot b \cdot 0,3 \cdot d = 0,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 0,3 \cdot 670 \text{ mm} = 22,2 \text{ kN}$$

Dove b = larghezza della sezione di muratura da verificare a compressione (corrispondente alla larghezza di base dell'elemento prefabbricato)

$d = 1,3 z$ (poiché il presente esempio di calcolo vede l'architrave composito ricadere nella categoria "travi alte")

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,2 \text{ N}}{3 \text{ mm}^2} = 0,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

f_k da tabella 11.10.V N.T.C. (con $f_{bk} = 3,18 \text{ N/mm}^2$ in direzione orizzontale e malta di classe M5)

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Poiché $22,2 \text{ kN} > 6,0 \text{ kN}$, la verifica a compressione sulla muratura è soddisfatta.

2.3. Verifica dell'inflessione

La verifica dell'inflessione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$\eta_{el,lim} \geq \eta_{el}$$

La freccia massima in campo elastico si calcola sfruttando le formule della scienza delle costruzioni per le travi su due appoggi semplici:

$$\eta_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{el} \cdot l_{cl}^4}{EJ}$$

Ove $q_{el} = q/1,3$ (calcolo di massima in favore di sicurezza);

$E = 1000 \cdot f_k$ (cfr. formula 11.10.3.4 NTC), con f_k a compressione orizzontale;

$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ momento d'inerzia della sezione dell'architrave composito

Ossia:

$$\eta_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(20,59 N/mm) / 1,3 \cdot (1100 \text{ mm})^4}{1000 \cdot 2,2 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{150 \text{ mm} \cdot (660 \text{ mm})^3}{12}} = 0,038 \text{ mm}$$

Il termine di confronto è calcolato come pari a 1/500 della luce:

$$\eta_{el,lim} = \frac{l_{cl}}{500} = \frac{1100 \text{ mm}}{500} = 2,2 \text{ mm}$$

Poiché $2,2 \text{ mm} > 0,038 \text{ mm}$, la verifica si ritiene soddisfatta.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

2.4. Verifica a compressione degli appoggi

La verifica a compressione degli appoggi si conduce valutando che

$$f_d \geq \sigma_n$$

Ove
$$\sigma_n = \frac{q \cdot l_{cl}}{2 \cdot l_1 \cdot l_2} = \frac{20,59 \text{ kN/m} \cdot 1,1 \text{ m}}{2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm}} = 0,38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Con l_1 = lunghezza dell'appoggio;

l_2 = larghezza dell'appoggio (pari alla larghezza dell'elemento prefabbricato).

f_d = resistenza a compressione di progetto della muratura in direzione verticale;

con
$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,2}{3} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

con f_k da tabella 11.10.V seguente (con $f_{bk} = 10,35 \text{ N/mm}^2$ in direzione verticale e malta di classe M5)

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Poiché $0,73 \text{ MPa} > 0,38 \text{ MPa}$, la verifica si ritiene soddisfatta.

3. Verifica dell'architrave composito mediante foglio di calcolo

Di seguito si riportano una serie di screenshot del foglio di calcolo redatto dalla nostra Azienda per la progettazione di un architrave composito con utilizzo dell'elemento prefabbricato **Architrave Arco®**.

Il foglio di calcolo è stato concepito come supporto per il progettista strutturale, nell'ottica di velocizzare tutte le verifiche di carattere strutturale.

L'utilizzo del foglio prevede la compilazione delle sole celle contrassegnate con il colore azzurro chiaro e presuppone lo svolgimento a monte di un calcolo del carico complessivo agente sull'architrave allo SLU (vedasi a questo proposito la schematizzazione e il relativo calcolo dei carichi per unità di lunghezza agenti sull'architrave composito di cui al capitolo 1 del presente documento).

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive






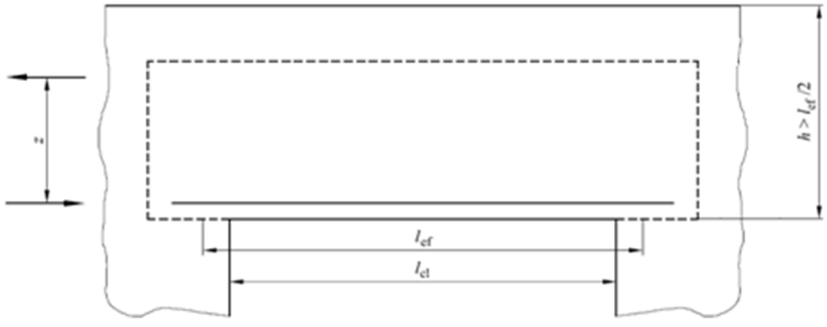
Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



 GIULIANE		Verifica architrave composito secondo CNR-DT 200/2004, D.M. 14 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e Eurocodice 6			
Gamma Produttiva	Tipo	Sezione	Armatura		
	9x6		1xA12		
	12x6		1xA12		
	15x6		2xA8		
	17.5x6		2xA12		
	Descrizione	Simbolo	Valore	[]	Note/Formule
Geometria el. prefabbr.	Modello architrave	-	A4_15X6_O	-	Scegliere il modello dal menu
	Base del solo manufatto	b	150	mm	
	Altezza altezza del solo manufatto	a	60	mm	
	Distanza media armature da lembo compr.	d _{arm}	30	mm	
Dati di calcolo	Altezza complessiva muratura collab.	h*	0,60	m	
	Altezza tot. el. pref. + muratura collaborante	h	0,660	m	h = h* + a
	Lunghezza netta dell'architrave	l _{cl}	1,10	m	
	"Trave alta" o "trave bassa"?		Trave alta		
	Lunghezza appoggio	l _{app}	200	mm	min. 200 mm (consigliato)
	Lunghezza totale del manufatto	l _{tot}	1,5	m	l _{cl} + 2*l _{app}
	Luce di calcolo effettiva	l _{ef}	1,27	m	l _{ef} = min (l _{cl} + 2*(l _{app} /2); l _{cl} +d) [t.b.] l _{ef} = 1,15*l _{cl} [t.a.]
	Coefficiente di riduzione braccio coppia int.	γ _z	0,84	-	γ _z = min (1-,5*A _{r,tot} *f _{yd} /(b*d*f _d);0,95) Rif. formula 6.23 EC6
	Verifica compatibilità muratura sovrastante		muratura compatibile		
	Braccio coppia interna	z	0,517	m	z = min (γ _z *d; l _{ef}) [t.b.] z = min (0,7*l _{ef} ; 0,4*h+0,2*l _{ef}) [t.a.]
Altezza utile dell'architrave composito	d	0,67	m	d = h* + d _{arm} [t.b.] d = 1,3*z [t.a.]	
					

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Cahestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Ancoraggio dell'architrave	Resistenza a taglio murat.	f_{vk0}	0,20	N/mm ²	Tab. 11.10.VII. NTC (di seguito)	
	Tabella 11.10.VII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vko} (valori in N/mm ²)					
	Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento		Classe di malta	f_{vko} (N/mm ²)	
	Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$		M10 ≤ M ≤ M20	0,30	
		$7,5 < f_{bk} ≤ 15$		M5 ≤ M < M10	0,20	
		$f_{bk} ≤ 7,5$		M2,5 ≤ M < M5	0,10	
	Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$		M10 ≤ M ≤ M20	0,20	
$7,5 < f_{bk} ≤ 15$			M5 ≤ M < M10	0,15		
$f_{bk} ≤ 7,5$			M2,5 ≤ M < M5	0,10		
Ancoraggio dell'architrave	Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	3,00	-	Cfr. tab. 4.5.II NTC (di seguito)	
	Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti					
	Materiale	Classe di esecuzione				
		1	2			
	Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5			
	Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7			
	Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0			
Lunghezza di ancoraggio	l_1	200	mm	(Corrisp. lungh. appoggio)		
Larghezza di ancoraggio	l_2	150	mm	(Corrisp. largh. element. pref.)		
Tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti sulla sezione di verifica	σ_n	0,38	N/mm ²	$\sigma_n = q \cdot l_d / (2 \cdot l_1 \cdot l_2)$ (Cap. 4.5.6.1. NTC; se trascurata, hp, a favore di sicurezza)		
Resistenza caratteristica a taglio della murat.	f_{vk}	0,35	N/mm ²	$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_n$ (Cap. 4.5.6.1. NTC)		
Resistenza a taglio di progetto della muratura	f_{vd}	0,117	N/mm ²	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ (Cfr. Cap- 4.5.6.1. NTC)		
Ancoraggio massimo dell'architrave	$N_{Rdt,2}$	7,02	kN	$N_{Rdt,2} = f_{vd} \cdot 2 \cdot l_1 \cdot l_2$		
Resist. a trazione el. Prefabbr.	Resistenza a trazione trecc	f_{yk}	1670	N/mm ²		
	Coefficiente di sicurezza	γ	1,15	-		
	Resistenza a trazione di progetto trecc	f_{yd}	1452,17	N/mm ²	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma$	
	Area trasversale trecc	$A_{T,tot}$	16,00	mm ²	$A_{T,tot} = A_T \cdot n$ trecc	
	Forza di trazione massima lato acciaio	$N_{Rdt,1}$	23,23	kN	$N_{Rdt,1} = F_{yd} \cdot A_{T,tot}$	
Resistenza a compressione muratura (Rif. NTC e EC6)	Resistenza a compressione caratteristica in senso orizzontale della muratura	$f_{k,orizz.}$	2,20	N/mm ²	(Prospetto 11.10.V NTC di seguito)	
	Resistenza a compressione di progetto in senso orizzontale della muratura	$f_{d,orizz.}$	0,73	N/mm ²	$f_d = f_k / \gamma_M$ (cfr. par. 4.5.6.1 NTC)	
	Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm ²)					
	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta				
		M15	M10	M5	M2,5	
	2,0	1,2	1,2	1,2	1,2	
	3,0	2,2	2,2	2,2	2,0	
	5,0	3,5	3,4	3,3	3,0	
	7,5	5,0	4,5	4,1	3,5	
	10,0	6,2	5,3	4,7	4,1	
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1		
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1		
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2		
40,0	14,3	12,0	10,4	--		
Resistenza a compressione (lato muratura)	$N_{Rd,c}$	22,2	kN	$N_{Rd,c} = f_d \cdot b \cdot 0,3 \cdot d$ (rif. form. 6.24 EC6)		

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





Resist. a taglio	Resistenza a taglio	V_{Rd}	11,80	kN	$V_{Rd} = f_{vd} * b * d$ (For. 6.39 EC-6)																																																					
Resistenza a compressione della muratura di appoggio	Resistenza a compressione caratteristica in senso verticale della muratura	$f_{k,vert.}$	2,20	N/mm²	(Prospetto 11.10.V NTC di seguito)																																																					
	Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm ²)																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm²</th> <th colspan="4">Tipo di malta</th> </tr> <tr> <th>M15</th> <th>M10</th> <th>M5</th> <th>M2,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,0</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>2,2</td><td>2,2</td><td>2,2</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>3,5</td><td>3,4</td><td>3,3</td><td>3,0</td></tr> <tr><td>7,5</td><td>5,0</td><td>4,5</td><td>4,1</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>6,2</td><td>5,3</td><td>4,7</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>15,0</td><td>8,2</td><td>6,7</td><td>6,0</td><td>5,1</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>9,7</td><td>8,0</td><td>7,0</td><td>6,1</td></tr> <tr><td>30,0</td><td>12,0</td><td>10,0</td><td>8,6</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>40,0</td><td>14,3</td><td>12,0</td><td>10,4</td><td>--</td></tr> </tbody> </table>					Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta				M15	M10	M5	M2,5	2,0	1,2	1,2	1,2	1,2	3,0	2,2	2,2	2,2	2,0	5,0	3,5	3,4	3,3	3,0	7,5	5,0	4,5	4,1	3,5	10,0	6,2	5,3	4,7	4,1	15,0	8,2	6,7	6,0	5,1	20,0	9,7	8,0	7,0	6,1	30,0	12,0	10,0	8,6	7,2	40,0	14,3	12,0	10,4
Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta																																																									
	M15	M10	M5	M2,5																																																						
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2																																																						
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0																																																						
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0																																																						
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5																																																						
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1																																																						
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1																																																						
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1																																																						
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2																																																						
40,0	14,3	12,0	10,4	--																																																						
	Resistenza a compressione caratteristica in senso verticale della muratura	$f_{d,vert.}$	0,73	N/mm²	$f_d = f_k / \gamma_M$ (cfr. par. 4.5.6.1 NTC)																																																					
Verifiche allo SLU	Carico distribuito al metro lineare allo SLU	q	20,59	kN/m	Carico su singolo architrave																																																					
	Forza assiale sollecitante di trazione	$N_{Sd,T}$	6,02	kN	$N_{Sd} = q * l_{cl}^2 / (8z)$																																																					
	Verifica dell'ancoraggio		verifica soddisfatta		$N_{Rd,T2} \geq N_{Sd,T}$																																																					
	Verifica a trazione dell'architrave composito		verifica soddisfatta		$N_{Rd,T1} \geq N_{Sd,T}$																																																					
	Forza assiale sollecitante di compressione	$N_{Sd,C}$	6,02	kN	$N_{Sd} = q * l_{cl}^2 / (8z)$																																																					
	Verifica a compressione della muratura		verifica soddisfatta		$N_{Rd,C} \geq N_{Sd,C}$																																																					
	Forza di taglio sollecitante	V_{Sd}	11,32	kN	$V_{Sd} = q * l_{cl} / 2$																																																					
	Verifica a taglio dell'architrave composito		verifica soddisfatta		$V_{Rd} \geq V_{Sd}$																																																					
	Tensione di compressione sugli appoggi	σ_n	0,38	N/mm²	$\sigma_n = q * l_{cl} / (2 * l_1 * l_2)$ (Cap. 4.5.6.1. NTC)																																																					
	Verifica a compr. della muratura agli appoggi		verifica soddisfatta		$f_d \geq \sigma_n$																																																					
Verifica ad inflessione (in campo elastico)	Carico al metro lineare in campo elastico	q_{el}	15,84	kN/m	$q_{el} = q / 1,3$																																																					
	Modulo elastico della muratura	E	2200	N/mm²	$E = 1000 * f_k$ (Cap. 11.10.3.4 N.T.C.)																																																					
	Momento d'inerzia della sezione	J	3,59E+09	mm⁴	$J = b * h^3 / 12$																																																					
	Freccia dell'architrave composito in mezzeria	η_{el}	0,038	mm	$\eta = 5 / 384 * q * l_{cl}^4 / (E * J)$																																																					
	Freccia limite in mezzeria	$\eta_{el,lim}$	2,2	mm	$\eta_{max} = l_{cl} / 500$																																																					
		Verifica ad inflessione dell'architrave comp.		verifica soddisfatta		$\eta_{el,lim} \geq \eta_{el}$																																																				

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



ESEMPIO DI CALCOLO 2

EDIFICIO A TELAIO IN C.A.

Sommario

1. Dati di partenza	2
1.1. Caratteristiche dei materiali.....	2
1.2. Luce di calcolo dell'architrave	2
1.3. Analisi del carico insistente sull'architrave composito	3
2. Verifica dell'architrave composito.	3
2.1. Verifica a trazione	5
2.2. Verifica a compressione	6
2.3. Verifica dell'inflessione	7
2.4. Verifica a compressione degli appoggi.....	8
3. Verifica dell'architrave composito mediante foglio di calcolo.....	8

GIULIANE srl**Sede Legale e Ufficio Amministrativo**

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



1. Dati di partenza

1.1. Caratteristiche dei materiali

Si consideri, nell'ambito della presente trattazione, il caso di un architrave composito caratterizzato dai seguenti parametri geometrici e strutturali:

Luce	3 m	m
h* muratura collaborante	0,9	m
Sezione elemento prefabbricato Architrave Arco® scelta	4 elementi 15x6_V	-
Massa al metro lineare del singolo elemento Architrave Arco® 15x6	19	kg/m ²
Base del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (a)	150	mm
Altezza del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (b)	60	mm
Armatura del singolo elemento Architrave Arco® 15x6 (A_{T,tot})	16	mm ²

La muratura collaborante sovrastante, in laterizio porizzato sp. 30 cm tipo **Termofon Termotaurus® 30**, presenta le seguenti caratteristiche (fornite dal produttore):

Sp. muratura	0,3	m
H muratura collaborante	0,6	m
Classe della malta	M5	-
f_k (rif. Tab. 11.10.V N.T.C.)	5,3	N/mm ²
f_{vk0} (rif. Tab. 11.10.VII N.T.C.)	0,2	N/mm ²
f_{bk} (Resist. caratt. blocchi)	10,35	N/mm ²
f_{bk} (Resistenza caratteristica dei blocchi nel piano della muratura)	3,18	N/mm ²
Massa frontale	300	kg/m ²

1.2. Luce di calcolo dell'architrave

Si ipotizzi di voler effettuare la verifica di un architrave composito collocato al di sopra di un'apertura di larghezza pari a 3 m. Essendo l'altezza della muratura collaborante pari a 0,9 m, si ricade nella casistica di "trave bassa" (cfr. definizione di cui all'Eurocodice 6 per "trave alta") poiché $0,9 \text{ m} / 3 \text{ m} = 0,3 < 0,5$.

Tale condizione definisce l'appartenenza o meno della trave in esame alla categoria delle "travi alte" e quindi regola l'utilizzo delle relative formule per il calcolo e la verifica.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

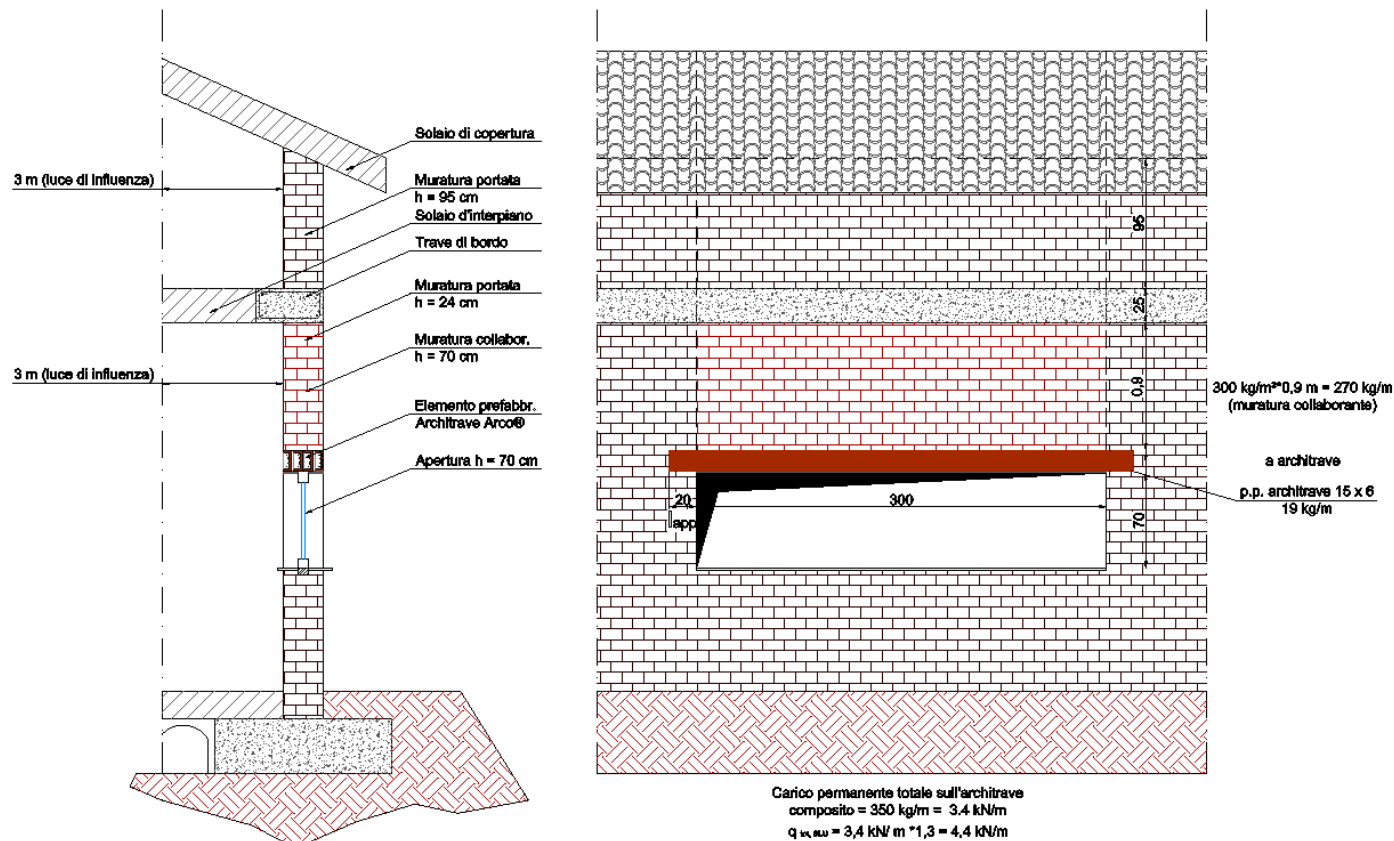
www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

1.3. Analisi del carico insistente sull'architrave composito

Di seguito si riporta lo schema per il calcolo del carico al metro lineare agente sull'architrave composito, ossia:

- Carico permanente totale = 350 kg/m²



Come visibile dall'illustrazione poc'anzi riportata e considerando di inserire quattro elementi prefabbricati **Architrave Arco®** orientati verticalmente ed affiancati, l'architrave composito sarà soggetto nel suo complesso a un carico al metro lineare q_{tot} pari a 4,4 kN/m (la trave perimetrale in calcestruzzo armato è portante e quindi l'unico peso gravante sull'architrave è quello della muratura sovrastante, interamente considerata come collaborante).

2. Verifica dell'architrave composito.

Poiché gli elementi prefabbricati inseriti sono in numero pari a quattro, al fine di riportare la verifica al singolo elemento e alla muratura ad esso sovrastante, si considera un carico per unità di lunghezza agente sul singolo elemento pari alla metà del carico determinato nel paragrafo precedente:

$$q = \frac{q_{tot}}{4} = \frac{4,4 \text{ kN/m}}{4} = 1,1 \text{ kN/m}$$

Si consideri, inoltre, una lunghezza d'appoggio pari a 200 mm.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

La lunghezza effettiva dell'architrave composito sarà pari a:

$$l_{ef} = \min(l_{cl} + l_{app}; l_{cl} + d) = \min(3 \text{ m} + 0,2 \text{ m}; 3 \text{ m} + 0,98 \text{ m}) = 3,2 \text{ m}$$

dove $d = h^* + d_{arm} = h^* + \frac{a}{2} = 0,9 \text{ m} + 0,075 \text{ m} = 0,975 \text{ m}$

Poiché l'architrave composito in oggetto ricade nella categoria delle travi basse, il braccio della coppia interna z verrà calcolato secondo la seguente formula:

$$z = \min(\gamma_Z \cdot d; l_{ef})$$

dove $\gamma_Z = \min\left(1 - 0,5 \frac{A_{sfd}}{bdf_d}; 0,95\right) = 0,73$

$$d = h^* + d_{arm} = h^* + \frac{a}{2} = 0,9 \text{ m} + 0,075 \text{ m} = 0,975 \text{ m}$$

Ossia

$$z = \min(0,73 \cdot 0,975 \text{ m}; 3,2 \text{ m}) = 0,711 \text{ m} \cong 0,71 \text{ m}$$

Noto il valore del braccio della coppia interna z è possibile calcolare il valore della forza assiale sollecitante di trazione sull'elemento prefabbricato e della forza assiale sollecitante di compressione sulla muratura collaborante sovrastante (tali due forze assiali sono uguali in modulo):

$$N_{sd,T} = N_{sd,C} = \frac{M_{sd}}{z} = \frac{ql^2}{8z}$$

Nota: La formula poc'anzi riportata parte dall'ipotesi che l'architrave composito sia in sostanza una trave su due appoggi semplici, e pertanto vi si applicano le relative formule di cui alla Scienza delle Costruzioni per il calcolo delle sollecitazioni a flessione e a taglio.

Nel presente caso:

$$N_{sd,T} = N_{sd,C} = \frac{1,1 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m}^2}{8 \cdot 0,711 \text{ m}} = 1,74 \text{ kN}$$

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



2.1. Verifica a trazione

La verifica a trazione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$N_{Rd,T} \geq N_{Sd,T}$$

Dove $N_{Rd,T} = \min(N_{Rd,T,1}; N_{Rd,T,2})$

Nota: Con il pedice 1 si intende la resistenza a trazione lato elemento prefabbricato e con il pedice 2 la resistenza a trazione lato muratura (sfilamento dell'elemento prefabbricato).

La resistenza a trazione lato elemento prefabbricato (fornita nella DOP del medesimo) si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,T,1} = f_{yd} \cdot A_{T,tot} = \frac{f_{yk}}{\gamma} \cdot A_{T,tot} = \frac{1670 \text{ N/mm}^2}{1.15} \cdot 16 \text{ mm}^2 = 23,23 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione lato muratura si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,T,2} = f_{vd} \cdot 2 \cdot l_1 \cdot l_2 = 0.085 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} = 2,04 \text{ kN}$$

dove: $f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0.26 \text{ N}}{3 \text{ mm}^2} = 0.085 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_n = 0,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 0,4 \cdot 0,14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n = \frac{q \cdot l_{cl}}{2 \cdot l_1 \cdot l_2} = \frac{1,1 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m}}{2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm}} = 0,14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Con l_1 = lunghezza dell'appoggio;

l_2 = larghezza dell'appoggio (pari alla larghezza dell'elemento prefabbricato).

f_{vk0} da tabella 11.10.V N.T.C. (con $f_{bk} = 10,35 \text{ N/mm}^2$ in direzione verticale e malta di classe M5)

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vko} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vko} (N/mm^2)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M < M10	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M < M5	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M < M10	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M < M5	0,10

GIULIANE srl
Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Calestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.

γ_M da tabella 4.5.II N.T.C.

Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Pertanto si ha che

$$N_{Rd,T} = \min(23,23 \text{ kN}; 2,04 \text{ kN}) = 2,04 \text{ kN}$$

Poiché $2,04 \text{ kN} > 1,74 \text{ kN}$, la verifica a trazione è soddisfatta.

2.2. Verifica a compressione

La verifica a compressione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$N_{Rd,C} \geq N_{Sd,C}$$

La resistenza a compressione lato muratura si calcola come di seguito:

$$N_{Rd,C} = f_d \cdot b \cdot 0,3 \cdot d = 0,73 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 60 \text{ mm} \cdot 0,3 \cdot 975 \text{ mm} = 12,9 \text{ kN}$$

Dove b = larghezza della sezione di muratura da verificare a compressione (corrispondente alla larghezza di base dell'elemento prefabbricato)

$d = 1,3 z$ (poiché il presente esempio di calcolo vede l'architrave composito ricadere nella categoria "travi alte")

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,2}{3} \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,73 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

f_k da tabella 11.10.V N.T.C. (con $f_{bk} = 3,18 \text{ N/mm}^2$ in direzione orizzontale e malta di classe M5)

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Poiché $12,9 \text{ kN} > 1,74 \text{ kN}$, la verifica a compressione sulla muratura è soddisfatta.

2.3. Verifica dell'inflessione

La verifica dell'inflessione si conduce valutando il rispetto della seguente disequazione:

$$\eta_{el,lim} \geq \eta_{el}$$

La freccia massima in campo elastico si calcola sfruttando le formule della scienza delle costruzioni per le travi su due appoggi semplici:

$$\eta_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{el} \cdot l_{cl}^4}{EJ}$$

Ove $q_{el} = q/1,3$ (calcolo di massima in favore di sicurezza);

$E = 1000 \cdot f_k$ (cfr. formula 11.10.3.4 NTC), con f_k a compressione orizzontale;

$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ momento d'inerzia della sezione dell'architrave composito

Ossia:

$$\eta_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,1N/mm)/1,3 \cdot (3000 \text{ mm})^4}{1000 \cdot 2,2 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{60 \text{ mm} \cdot (1050 \text{ mm})^3}{12}} = 0,07 \text{ mm}$$

Il termine di confronto è calcolato come pari a 1/500 della luce:

$$\eta_{el,lim} = \frac{l_{cl}}{500} = \frac{1100 \text{ mm}}{500} = 2,2 \text{ mm}$$

Poiché $2,2 \text{ mm} > 0,07 \text{ mm}$, la verifica si ritiene soddisfatta.

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



2.4. Verifica a compressione degli appoggi

La verifica a compressione degli appoggi si conduce valutando che

$$f_d \geq \sigma_n$$

Ove
$$\sigma_n = \frac{q \cdot l_{cl}}{2 \cdot l_1 \cdot l_2} = \frac{1,1 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m}}{2 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm}} = 0,14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Con l_1 = lunghezza dell'appoggio;

l_2 = larghezza dell'appoggio (pari alla larghezza dell'elemento prefabbricato).

f_d = resistenza a compressione di progetto della muratura in direzione verticale;

con
$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,2}{3} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

con f_k da tabella 11.10.V seguente (con $f_{bk} = 10,35 \text{ N/mm}^2$ in direzione verticale e malta di classe M5)

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,5	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Poiché $0,73 \text{ MPa} > 0,14 \text{ MPa}$, la verifica si ritiene soddisfatta.

3. Verifica dell'architrave composito mediante foglio di calcolo

Di seguito si riportano una serie di screenshot del foglio di calcolo redatto dalla nostra Azienda per la progettazione di un architrave composito con utilizzo dell'elemento prefabbricato **Architrave Arco®**.

Il foglio di calcolo è stato concepito come supporto per il progettista strutturale, nell'ottica di velocizzare tutte le verifiche di carattere strutturale.

L'utilizzo del foglio prevede la compilazione delle sole celle contrassegnate con il colore azzurro chiaro e presuppone lo svolgimento a monte di un calcolo del carico complessivo agente sull'architrave allo SLU (vedasi a questo proposito la schematizzazione e il relativo calcolo dei carichi per unità di lunghezza agenti sull'architrave composito di cui al capitolo 1 del presente documento).

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

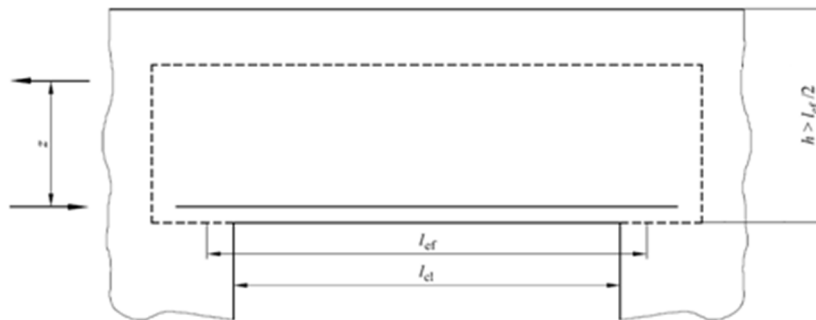
Via Caletano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



		Verifica architrave composito secondo CNR-DT 200/2004, D.M. 14 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e Eurocodice 6			
Gamma Produttiva	Tipo	Sezione	Armatura		
	9x6		1xA12		
	12x6		1xA12		
	15x6		2xA8		
	17.5x6		2xA12		
Descrizione		Simbolo	Valore	[]	Note/Formule
Geometria el. prefabbr.	Modello architrave	-	A8_15x6_V	-	Scegliere il modello dal menu
	Base del solo manufatto	b	60	mm	
	Altezza altezza del solo manufatto	a	150	mm	
	Distanza media armature da lembo compr.	d _{arm}	75	mm	
Dati di calcolo	Altezza complessiva muratura collab.	h*	0,90	m	
	Altezza tot. el. pref. +muratura collaborante	h	1,050	m	$h = h^* + a$
	Lunghezza netta dell'architrave	l _{cl}	3,00	m	
	"Trave alta" o "trave bassa"?	Trave bassa			
	Lunghezza appoggio	l _{app}	200	mm	min. 200 mm (consigliato)
	Lunghezza totale del manufatto	l _{tot}	3,4	m	$l_{cl} + 2 \cdot l_{app}$
	Luce di calcolo effettiva	l _{ef}	3,20	m	$l_{ef} = \min(l_{cl} + 2 \cdot (l_{app}/2); l_{cl} + d)$ [t.b.] $l_{ef} = 1,15 \cdot l_{cl}$ [t.a.]
	Coefficiente di riduzione braccio coppia int.	γ_z	0,73	-	$\gamma_z = \min(1 - 5 \cdot A_{r,tot} \cdot f_{yd} / (b \cdot d \cdot f_d); 0,95)$ Rif. formula 6.23 EC6
	Verifica compatibilità muratura sovrastante	muratura compatibile			
	Braccio coppia interna	z	0,711	m	$z = \min(\gamma_z \cdot d; l_{ef})$ [t.b.] $z = \min(0,7 \cdot l_{ef}; 0,4 \cdot h + 0,2 \cdot l_{ef})$ [t.a.]
Altezza utile dell'architrave composito	d	0,98	m	$d = h^* + d_{arm}$ [t.b.] $d = 1,3 \cdot z$ [t.a.]	



GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
 Strada delle Fornaci, 13
 I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
 Tel. +39 0444 985481
 Fax +39 0444 986558
 amministrazione@giuliane.eu
 amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
 Via della Fornace, 16
 I - 33050 Ruda (UD)
 Tel. +39 0431 99588
 Fax +39 0431 999990
 info@giuliane.eu
 posta@pec.giuliane.eu

Via Caletano, 92
 I - 43035 Felino (PR)
 Tel. +39 0521 836390
 Fax +39 0521 836424
 felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu
 C.F. e P. IVA 02134020243
 C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
 Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





Ancoraggio dell'architrave	Resistenza a taglio murat.	f_{vk0}	0,20	N/mm ²	Tab. 11.10.VII. NTC (di seguito)
	Tabella 11.10.VII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vko} (valori in N/mm ²)				
	Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta		f_{vk0} (N/mm ²)
	Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20		0,30
$7,5 < f_{bk} ≤ 15$		M5 ≤ M < M10		0,20	
$f_{bk} ≤ 7,5$		M2,5 ≤ M < M5		0,10	
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20		0,20	
	$7,5 < f_{bk} ≤ 15$	M5 ≤ M < M10		0,15	
	$f_{bk} ≤ 7,5$	M2,5 ≤ M < M5		0,10	
Ancoraggio dell'architrave	Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	3,00	-	Cfr. tab. 4.5.II NTC (di seguito)
	Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti				
	Materiale	Classe di esecuzione			
		1	2		
	Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5		
	Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7		
	Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0		
	Lunghezza di ancoraggio	l_1	200	mm	(Corrisp. lungh. appoggio)
	Larghezza di ancoraggio	l_2	60	mm	(Corrisp. largh. elemento. pref.)
	Tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti sulla sezione di verifica	σ_n	0,14	N/mm ²	$\sigma_n = q \cdot l_d / (2 \cdot l_1 \cdot l_2)$ (Cap. 4.5.6.1. NTC; se trascurata, hp, a favore di sicurezza)
Resistenza caratteristica a taglio della murat.	f_{vk}	0,26	N/mm ²	$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_n$ (Cap. 4.5.6.1. NTC)	
Resistenza a taglio di progetto della muratura	f_{vd}	0,085	N/mm ²	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ (Cfr. Cap- 4.5.6.1. NTC)	
Ancoraggio massimo dell'architrave	$N_{Rd,2}$	2,04	kN	$N_{Rd,2} = f_{vd} \cdot 2 \cdot l_1 \cdot l_2$	
Resist. a trazione el. Prefabbr.	Resistenza a trazione treccie	f_{yk}	1670	N/mm ²	
	Coefficiente di sicurezza	γ	1,15	-	
	Resistenza a trazione di progetto treccie	f_{yd}	1452,17	N/mm ²	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma$
	Area trasversale treccie	$A_{T,tot}$	16,00	mm ²	$A_{T,tot} = A_T \cdot n$ treccie
	Forza di trazione massima lato acciaio	$N_{Rd,1}$	23,23	kN	$N_{Rd,1} = F_{yd} \cdot A_{T,tot}$
Resistenza a compressione muratura (Rif. NTC e EC6)	Resistenza a compressione caratteristica in senso orizzontale della muratura	$f_{k,orizz.}$	2,20	N/mm ²	(Prospetto 11.10.V NTC di seguito)
	Resistenza a compressione di progetto in senso orizzontale della muratura	$f_{d,orizz.}$	0,73	N/mm ²	$f_d = f_k / \gamma_M$ (Cfr. par. 4.5.6.1 NTC)
	Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm ²)				
	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta			
		M15	M10	M5	M2,5
	2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
	3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
	5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
	7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
	10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1	
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1	
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2	
40,0	14,3	12,0	10,4	--	
	Resistenza a compressione (lato muratura)	$N_{Rd,c}$	12,9	kN	$N_{Rd,c} = f_d \cdot b \cdot 0,3 \cdot d$ (rif. form. 6.24 EC6)

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo
Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive
Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.





Resist. a taglio	Resistenza a taglio	V_{Rd}	4,97	kN	$V_{Rd} = f_{vd} * b * d$ (For. 6.39 EC-6)																																																						
Resistenza a compressione della muratura di appoggio	Resistenza a compressione caratteristica in senso verticale della muratura	$f_{k,vert.}$	2,20	N/mm ²	(Prospetto 11.10.V NTC di seguito)																																																						
	Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm ²)																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm²</th> <th colspan="4">Tipo di malta</th> </tr> <tr> <th>M15</th> <th>M10</th> <th>M5</th> <th>M2,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,0</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>2,2</td><td>2,2</td><td>2,2</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>3,5</td><td>3,4</td><td>3,3</td><td>3,0</td></tr> <tr><td>7,5</td><td>5,0</td><td>4,5</td><td>4,1</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>6,2</td><td>5,3</td><td>4,7</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>15,0</td><td>8,2</td><td>6,7</td><td>6,0</td><td>5,1</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>9,7</td><td>8,0</td><td>7,0</td><td>6,1</td></tr> <tr><td>30,0</td><td>12,0</td><td>10,0</td><td>8,6</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>40,0</td><td>14,3</td><td>12,0</td><td>10,4</td><td>--</td></tr> </tbody> </table>	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta				M15	M10	M5	M2,5	2,0	1,2	1,2	1,2	1,2	3,0	2,2	2,2	2,2	2,0	5,0	3,5	3,4	3,3	3,0	7,5	5,0	4,5	4,1	3,5	10,0	6,2	5,3	4,7	4,1	15,0	8,2	6,7	6,0	5,1	20,0	9,7	8,0	7,0	6,1	30,0	12,0	10,0	8,6	7,2	40,0	14,3	12,0	10,4	--				
Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta																																																										
	M15	M10	M5	M2,5																																																							
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2																																																							
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0																																																							
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0																																																							
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5																																																							
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1																																																							
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1																																																							
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1																																																							
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2																																																							
40,0	14,3	12,0	10,4	--																																																							
	Resistenza a compressione caratteristica in senso verticale della muratura	$f_{d,vert.}$	0,73	N/mm ²	$f_d = f_k / \gamma_M$ (cfr. par. 4.5.6.1 NTC)																																																						
Verifiche allo SLU	Carico distribuito al metro lineare allo SLU	q	1,10	kN/m	Carico su singolo architrave																																																						
	Forza assiale sollecitante di trazione	$N_{Sd,T}$	1,74	kN	$N_{Sd} = q * l_{cl}^2 / (8z)$																																																						
	Verifica dell'ancoraggio		verifica soddisfatta		$N_{Rd,T2} \geq N_{Sd,T}$																																																						
	Verifica a trazione dell'architrave composito		verifica soddisfatta		$N_{Rd,T1} \geq N_{Sd,T}$																																																						
	Forza assiale sollecitante di compressione	$N_{Sd,C}$	1,74	kN	$N_{Sd} = q * l_{cl}^2 / (8z)$																																																						
	Verifica a compressione della muratura		verifica soddisfatta		$N_{Rd,C} \geq N_{Sd,C}$																																																						
	Forza di taglio sollecitante	V_{Sd}	1,65	kN	$V_{Sd} = q * l_{cl} / 2$																																																						
	Verifica a taglio dell'architrave composito		verifica soddisfatta		$V_{Rd} \geq V_{Sd}$																																																						
	Tensione di compressione sugli appoggi	σ_n	0,14	N/mm ²	$\sigma_n = q * l_{cl} / (2 * I_1 * I_2)$ (Cap. 4.5.6.1. NTC)																																																						
Verifica a compr. della muratura agli appoggi		verifica soddisfatta		$f_d \geq \sigma_n$																																																							
Verifica ad inflessione (in campo elastico)	Carico al metro lineare in campo elastico	q_{el}	0,85	kN/m	$q_{el} = q / 1,3$																																																						
	Modulo elastico della muratura	E	2200	N/mm ²	$E = 1000 * f_k$ (Cap. 11.10.3.4 N.T.C.)																																																						
	Momento d'inerzia della sezione	J	5,79E+09	mm ⁴	$J = b * h^3 / 12$																																																						
	Freccia dell'architrave composito in mezzeria	η_{el}	0,070	mm	$\eta = 5 / 384 * q * l_{cl}^4 / (E * J)$																																																						
	Freccia limite in mezzeria	$\eta_{el,lim}$	6	mm	$\eta_{max} = l_{cl} / 500$																																																						
	Verifica ad inflessione dell'architrave comp.		verifica soddisfatta		$\eta_{el,lim} \geq \eta_{el}$																																																						

GIULIANE srl

Sede Legale e Ufficio Amministrativo

Strada delle Fornaci, 13
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)
Tel. +39 0444 985481
Fax +39 0444 986558
amministrazione@giuliane.eu
amministrazione@pec.giuliane.eu

Unità Produttive

Via della Fornace, 16
I - 33050 Ruda (UD)
Tel. +39 0431 99588
Fax +39 0431 999990
info@giuliane.eu
posta@pec.giuliane.eu

Via Caestano, 92
I - 43035 Felino (PR)
Tel. +39 0521 836390
Fax +39 0521 836424
felino@giuliane.eu

www.giuliane.eu

C.F. e P. IVA 02134020243
C.C.I.A.A. VI n° 209020 R.E.A.
Cap. Soc. 30.988,00 € i.v.



CALCOLO CARICO MASSIMO SOSTENIBILE DALL'ARCHITRAVE IN FASE DI MONTAGGIO

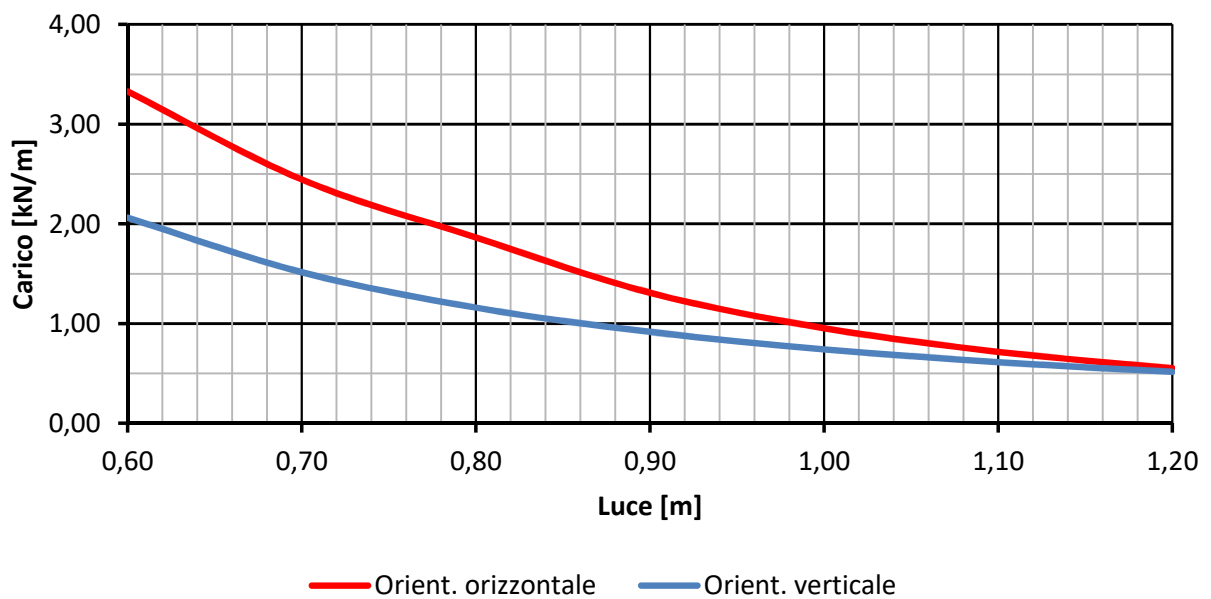
DATI

Nome Sezione	Orientaz.	Base [mm]	Altezza [mm]	J [mm ⁴]	E [MPa]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]
9x6	Orizz.	46,00	46,00	373121	33300	0,30	3,83
	Vert.	46,00	46,00	373121	33300	0,19	2,65
12x6	Orizz.	56,00	45,00	425250	33300	0,36	3,79
	Vert.	45,00	56,00	658560	33300	0,23	2,46
15x6	Orizz.	112,00	42,00	691488	33300	0,53	7,02
	Vert.	42,00	112,00	4917248	33300	0,99	6,43
17,5x6	Orizz.	137,00	39,00	677225	33300	0,59	8,71
	Vert.	39,00	137,00	8356897	33300	1,57	7,75

N.B. Resist. a flessione calcolata con il software VCASlu
 Resist. a taglio calcolata con il software Microsoft Excel, considerando come resistente la sola sezione non fessurata (la quale quindi va dal baricentro dell'armatura tesa al lembo compresso)
 I calcoli relativi alla portanza dell'architrave in relazione alla flessione e al taglio vengono effettuati allo SLU (e quindi con sezione fessurata tra il baricentro delle armature e il lembo teso) mentre il calcolo relativo alla portanza dell'architrave in relazione all'inflessione viene effettuato in esercizio e quindi considerando la sezione come non fessurata.

SEZIONE		9x6							
	L [m]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]	q_M $M_{Rd} * 8/L^2$	q_V $V_{Rd} * 2/L$	q_n (per $\eta_{max} = L/500$) [kN/m]	q (no coeff.) [kN/m]	Coeff. Di sicurezza γ	q/γ [kN/m]
Orient. orizzontale	0,60	0,30	3,83	6,66	12,77	8,84	6,66	2,00	3,33
	0,70	0,30	3,83	4,89	10,94	5,56	4,89	2,00	2,44
	0,80	0,30	3,83	3,74	9,58	3,73	3,73	2,00	1,86
	0,90	0,30	3,83	2,96	8,51	2,62	2,62	2,00	1,31
	1,00	0,30	3,83	2,40	7,66	1,91	1,91	2,00	0,95
	1,10	0,30	3,83	1,98	6,96	1,43	1,43	2,00	0,72
	1,20	0,30	3,83	1,66	6,38	1,10	1,10	2,00	0,55
Orient. verticale	0,60	0,19	2,65	4,12	8,83	8,84	4,12	2,00	2,06
	0,70	0,19	2,65	3,03	7,57	5,56	3,03	2,00	1,52
	0,80	0,19	2,65	2,32	6,63	3,73	2,32	2,00	1,16
	0,90	0,19	2,65	1,83	5,89	2,62	1,83	2,00	0,92
	1,00	0,19	2,65	1,48	5,30	1,91	1,48	2,00	0,74
	1,10	0,19	2,65	1,23	4,82	1,43	1,23	2,00	0,61
	1,20	0,19	2,65	1,03	4,42	1,10	1,03	2,00	0,52

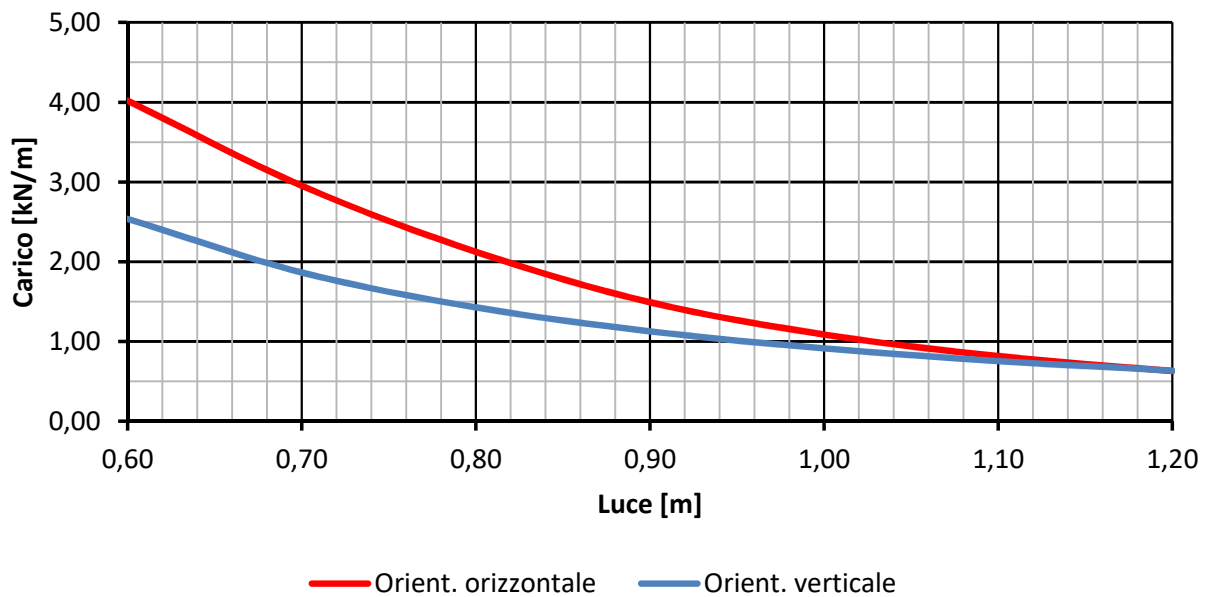
Carico al metro lineare [kN/m]



Note: Le caselle con lo sfondo in azzurro contrassegnano il carico massimo in funzione della luce che l'architrave può reggere durante la fase di montaggio; in favore di sicurezza esso risulta essere pari al minimo tra i valori di carico calcolati a ritroso a partire dalle formule della flessione, del taglio e della freccia massima.

SEZIONE		12x6							
	L [m]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]	q_M $M_{Rd} * 8/L^2$	q_V $V_{Rd} * 2/L$	q_n (per $\eta_{max} = L/500$) [kN/m]	q (no coeff.) [kN/m]	Coeff. Di sicurezza γ	q/γ [kN/m]
Orient. orizzontale	0,60	0,36	3,79	8,04	12,63	10,07	8,04	2,00	4,02
	0,70	0,36	3,79	5,91	10,83	6,34	5,91	2,00	2,95
	0,80	0,36	3,79	4,52	9,48	4,25	4,25	2,00	2,12
	0,90	0,36	3,79	3,57	8,42	2,98	2,98	2,00	1,49
	1,00	0,36	3,79	2,89	7,58	2,18	2,18	2,00	1,09
	1,10	0,36	3,79	2,39	6,89	1,63	1,63	2,00	0,82
	1,20	0,36	3,79	2,01	6,32	1,26	1,26	2,00	0,63
Orient. verticale	0,60	0,23	2,46	5,08	8,20	15,59	5,08	2,00	2,54
	0,70	0,23	2,46	3,73	7,03	9,82	3,73	2,00	1,87
	0,80	0,23	2,46	2,86	6,15	6,58	2,86	2,00	1,43
	0,90	0,23	2,46	2,26	5,47	4,62	2,26	2,00	1,13
	1,00	0,23	2,46	1,83	4,92	3,37	1,83	2,00	0,91
	1,10	0,23	2,46	1,51	4,47	2,53	1,51	2,00	0,76
	1,20	0,23	2,46	1,27	4,10	1,95	1,27	2,00	0,63

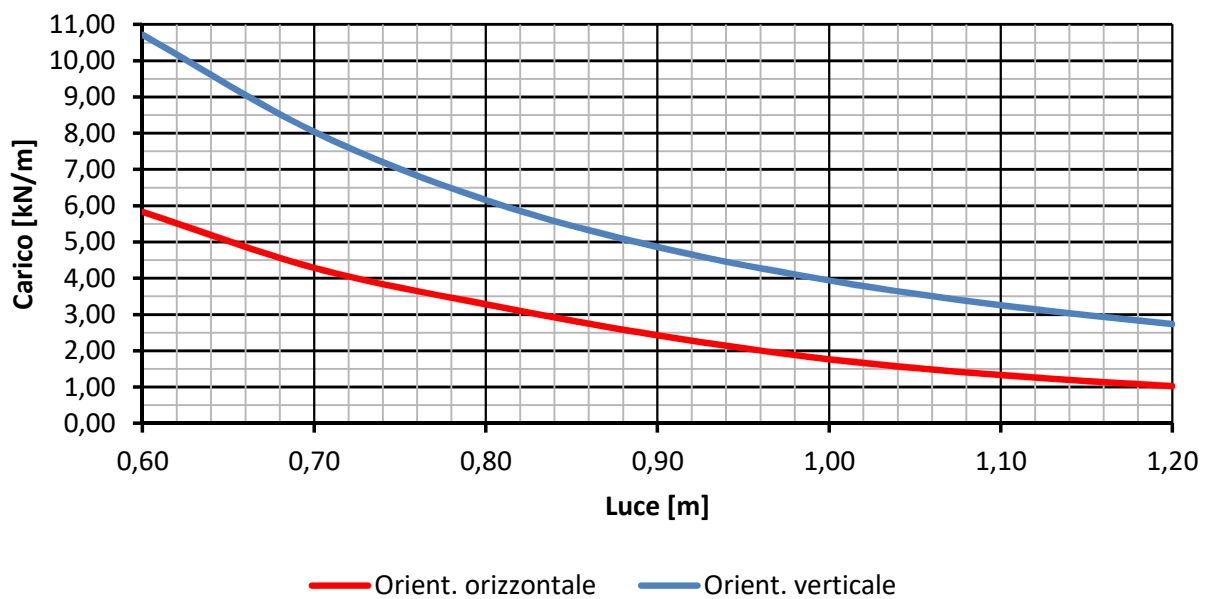
Carico al metro lineare [kN/m]



Note: Le caselle con lo sfondo in azzurro contrassegnano il carico massimo in funzione della luce che l'architrave può reggere durante la fase di montaggio; in favore di sicurezza esso risulta essere pari al minimo tra i valori di carico calcolati a ritroso a partire dalle formule della flessione, del taglio e della freccia massima.

SEZIONE		15x6							
	L [m]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]	q_M $M_{Rd} * 8 / L^2$	q_V $V_{Rd} * 2 / L$	q_n (per $\eta_{max} = L/500$) [kN/m]	q (no coeff.) [kN/m]	Coeff. Di sicurezza γ	q/ γ [kN/m]
Orient. orizzontale	0,60	0,53	7,02	11,67	23,40	16,37	11,67	2,00	5,83
	0,70	0,53	7,02	8,57	20,06	10,31	8,57	2,00	4,29
	0,80	0,53	7,02	6,56	17,55	6,91	6,56	2,00	3,28
	0,90	0,53	7,02	5,19	15,60	4,85	4,85	2,00	2,43
	1,00	0,53	7,02	4,20	14,04	3,54	3,54	2,00	1,77
	1,10	0,53	7,02	3,47	12,76	2,66	2,66	2,00	1,33
	1,20	0,53	7,02	2,92	11,70	2,05	2,05	2,00	1,02
Orient. verticale	0,60	0,99	6,43	21,89	21,43	116,44	21,43	2,00	10,72
	0,70	0,99	6,43	16,08	18,37	73,33	16,08	2,00	8,04
	0,80	0,99	6,43	12,31	16,08	49,12	12,31	2,00	6,16
	0,90	0,99	6,43	9,73	14,29	34,50	9,73	2,00	4,86
	1,00	0,99	6,43	7,88	12,86	25,15	7,88	2,00	3,94
	1,10	0,99	6,43	6,51	11,69	18,90	6,51	2,00	3,26
	1,20	0,99	6,43	5,47	10,72	14,56	5,47	2,00	2,74

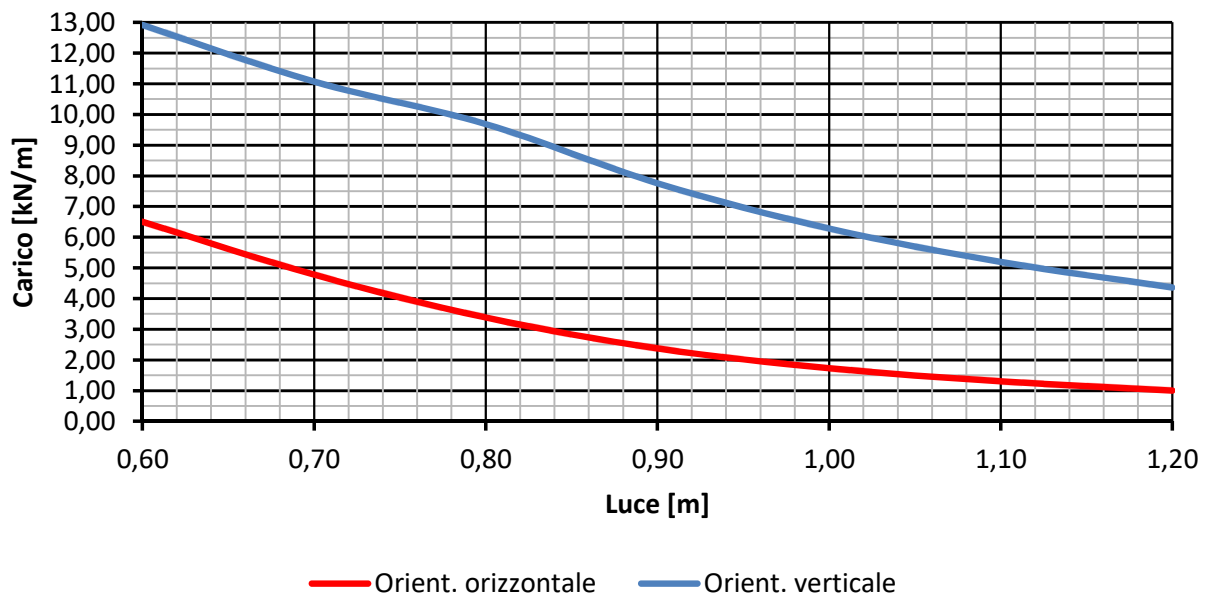
Carico al metro lineare [kN/m]



Note: Le caselle con lo sfondo in azzurro contrassegnano il carico massimo in funzione della luce che l'architrave può reggere durante la fase di montaggio; in favore di sicurezza esso risulta essere pari al minimo tra i valori di carico calcolati a ritroso a partire dalle formule della flessione, del taglio e della freccia massima.

SEZIONE		17,5x6							
	L [m]	Momento resistente [kNm]	Taglio resistente [kN]	q_M $M_{Rd} * 8 / L^2$	q_V $V_{Rd} * 2 / L$	q_n (per $\eta_{max} = L/500$) [kN/m]	q (no coeff.) [kN/m]	Coeff. Di sicurezza γ	q/γ [kN/m]
Orient. orizzontale	0,60	0,59	8,71	13,01	29,03	16,04	13,01	2,00	6,50
	0,70	0,59	8,71	9,56	24,89	10,10	9,56	2,00	4,78
	0,80	0,59	8,71	7,32	21,78	6,77	6,77	2,00	3,38
	0,90	0,59	8,71	5,78	19,36	4,75	4,75	2,00	2,38
	1,00	0,59	8,71	4,68	17,42	3,46	3,46	2,00	1,73
	1,10	0,59	8,71	3,87	15,84	2,60	2,60	2,00	1,30
	1,20	0,59	8,71	3,25	14,52	2,00	2,00	2,00	1,00
Orient. verticale	0,60	1,57	7,75	34,91	25,83	197,89	25,83	2,00	12,92
	0,70	1,57	7,75	25,65	22,14	124,62	22,14	2,00	11,07
	0,80	1,57	7,75	19,64	19,38	83,49	19,38	2,00	9,69
	0,90	1,57	7,75	15,52	17,22	58,63	15,52	2,00	7,76
	1,00	1,57	7,75	12,57	15,50	42,74	12,57	2,00	6,28
	1,10	1,57	7,75	10,39	14,09	32,11	10,39	2,00	5,19
	1,20	1,57	7,75	8,73	12,92	24,74	8,73	2,00	4,36

Carico al metro lineare [kN/m]



Note: Le caselle con lo sfondo in azzurro contrassegnano il carico massimo in funzione della luce che l'architrave può reggere durante la fase di montaggio; in favore di sicurezza esso risulta essere pari al minimo tra i valori di carico calcolati a ritroso a partire dalle formule della flessione, del taglio e della freccia massima.