



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Regione Umbria



Comune di Terni

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA, ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA, EX SCUOLA DELL'INFANZIA GRILLO PARLANTE SITA IN VIA R. BOTONDI N°18, DA RICONVERTIRE A SERVIZI INTEGRATIVI PER L'INFANZIA.**

**Affidamento servizi di ingegneria e architettura**

**CUP: F41B21001600001 CIG: 94361258AE**

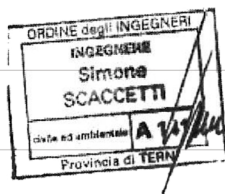
**RTP IN COSTITUENDO**

MANDATARIA

**KALIPÉ**  
INGEGNERIA & ARCHITETTURA

Galleria del Corso 7 - 05100 Terni (TR)  
0744 1031503 - info@kalipestudio.it - kalipestudio@pec.kalipestudio.it - www.kalipestudio.it

ING. BRUNO SPINA  
ING. SIMONE SCACCETTI  
GEOM. MASSIMILIANO MANZONI  
ING. VALERIO TORELLI  
ING. LUCA CALZUOLI  
ING. EDOARDO FRINGUELLOTTI



MANDANTE 1

ING. GOFFREDO MASTROIANNI

MANDANTE 2

DOTT. GEOL. GIUSEPPE CARACCILO

MANDANTE 3

ING. ILARIA FRANCIOLI - GIOVANE PROFESSIONISTA

**SICUREZZA**

COMMITTENTE

COMUNE DI TERNI

UBICAZIONE

VIA R. BOTONDI n.18 — 05100 TERNI (TR)

RIFERIMENTI CATASTALI

FG. 124 — P.LLA 540

TITOLO ELABORATO

LINEA VITA

CODICE ELABORATO

PUB05.PE.SIC.EG.E

REV.

DATA

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Ubicazione

# COMUNE DI TERNI

Provincia TR

Intervento

## INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE PER ADEGUAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD USO SCOLASTICO

Via Botondi

Committente

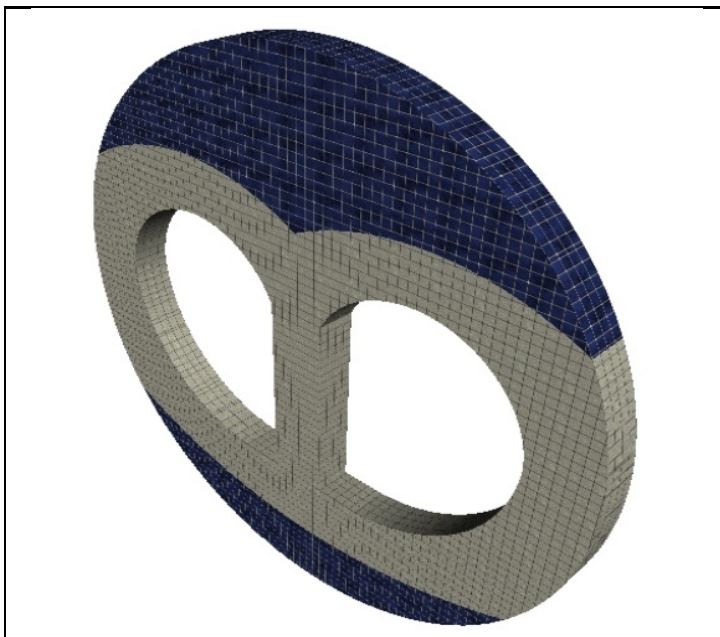
Comune di Terni

Progettista

Ing. Simone Scaccetti

Impresa

Direttore Lavori



Data	Elaborato	Tavola N°
30 novembre 2022	<b>ELABORATO TECNICO COPERTURE</b>	
Archivio		Scala

Il Progettista	Il Direttore dei Lavori



# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

## Soluzioni progettuali di prevenzione anticaduta in copertura

### 1. DESCRIZIONE DELLA COPERTURA

#### AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto dell'intervento di progettazione riguarda:

- ☒ L'intera copertura dell'immobile
- ☐ Parte della copertura dell'immobile

#### TIPO DI COPERTURA

La copertura oggetto della presente relazione risulta:

- ☐ Piana
- ☒ A falda
- ☐ A volta
- ☐ A shed

#### CALPESTABILITA'

La copertura risulta:

- ☒ Totalmente calpestabile
- ☐ Parzialmente calpestabile
- ☐ Totalmente non calpestabile

#### PENDENZE

In copertura sono presenti le seguenti pendenze:

- ☐ Orizzontale/Sub-Orizzontale ( $0\% < P \leq 15\%$ )
- ☒ Inclinata ( $15\% < P \leq 50\%$ )
- ☐ Fortemente inclinata ( $P > 50\%$ )

#### STRUTTURA DELLA COPERTURA

La struttura della copertura risulta:

- ☐ Latero-cementizia
- ☒ Ligneo
- ☐ Metallica

#### PRESENZA DI ELEMENTI PARTICOLARI

Nella copertura sono presenti:

- ☐ Linee elettriche non protette a distanza non regolamentare (art. 117 e All. IX D.Lgs. 81/08)
- ☒ Impianti tecnologici sulla copertura (pannelli fotovoltaici, pannelli solari, impianti di Condizionamento e simili)
- ☒ Dislivelli tra falde contigue
- ☐ Superfici non praticabili (finestre a tetto, lucernari, pannelli solari e simili)

## 2. DESCRIZIONE DEL PERCORSO DI ACCESSO ALLA COPERTURA

### UBICAZIONE DEL PERCORSO

- ☐ INTERNO  
☒ ESTERNO

### TIPO DI PERCORSO

- ☒ PERCORSO PERMANENTE
- ☐ Scala fissa a gradini
  - ☐ Scala retrattile
  - ☐ Scala fissa a pioli
  - ☒ Scala portatile
  - ☐ Corridoi (larghezza minima 60 cm)
  - ☐ Andatoie/Passerelle

### NOTE

Viene montato un ferma scala

- ☐ PERCORSO NON PERMANENTE

## 3. DESCRIZIONE DELL' ACCESSO ALLA COPERTURA

### UBICAZIONE ACCESSO

- ☐ INTERNO
- ☐ Apertura orizzontale o inclinata
  - ☐ Apertura verticale
- ☒ ESTERNO
- ☒ Ancoraggi UNI EN 795 - UNI EN 517
  - ☐ Linee di Ancoraggio
  - ☐ Parapetti

- ☐ ACCESSO PERMANENTE
- ☒ ACCESSO NON PERMANENTE

Falda nella parte bassa a quota inferiore di 3 metriScala portatile con gancio fermascala

#### 4. TRANSITO ED ESECUZIONE LAVORI SULLE COPERTURE

##### ELEMENTI PROTETTIVI

Per il transito e la esecuzione dei lavori si prevedono



##### ELEMENTI PROTETTIVI PERMANENTI

- ☐ Linee di Ancoraggio flessibili orizzontali (UNI EN 795 classe C)
- ☐ Linee di Ancoraggio rigide orizzontali (UNI EN 795 classe D)
- ☐ Linee di Ancoraggio rigide verticali/inclinate (UNI EN 353-1)
- ☐ Linee di Ancoraggio flessibili verticali/inclinate (UNI EN 353-2)
- ☒ Ganci di sicurezza da tetto (UNI EN 517 tipo A e B)
- ☒ Dispositivi di Ancoraggio puntuali (UNI EN 795 classe A1-A2)
- ☐ Reti di sicurezza
- ☐ Parapetti
- ☐ Impalcati



##### ELEMENTI PROTETTIVI NON PERMANENTI

- ☐ Linee di Ancoraggio flessibili orizzontali temporanee (UNI EN 795 classe C)
- ☐ Linee di Ancoraggio flessibili verticali/inclinate (UNI EN 353-2)
- ☐ Dispositivi di ancoraggio a corpo morto (UNI EN 795 classe E)
- ☐ Reti di sicurezza
- ☐ Parapetti

#### 5. DPI NECESSARI

Si prevede l'utilizzo dei seguenti Dispositivi di Protezione Individuale (DPI):

- ☒ Imbragatura (UNI EN 361)
- ☐ Assorbitori di energia (UNI EN 355)
- ☐ Dispositivi anticaduta di tipo retrattile (UNI EN 360)
- ☐ Dispositivi anticaduta di tipo guidato (UNI EN 353-2)
- ☐ Cordino (UNI EN 354) L. max. m. 0
- ☒ Doppio cordino (UNI EN 354) L. max. m. 305
- ☒ Connettori (moschettoni) (UNI EN 363)
- ☐ KIT di emergenza per recupero persone

## 6. VALUTAZIONI

### VALUTAZIONE DEL RISCHIO CADUTA

- ☐ Arresto caduta
- ☒ Trattenuta : Caduta impossibile per la presenza di sistemi e procedure che impediscono il raggiungimento di aree a rischio se correttamente utilizzati.

### VALUTAZIONE MISURE DI EMERGENZA PER RECUPERO IN CASO DI CADUTA

- ☒ Area raggiungibile da parte di pubblico intervento (V.V.FF.) entro i termini raccomandati (30 min.)
- ☐ Area non raggiungibile da parte di pubblico intervento (V.V.FF.) entro i termini raccomandati (30 min.). E' pertanto necessario un Piano di Emergenza da parte degli operatori prima di accedere alla copertura.

## 7. ATTESTAZIONE DI CONFORMITA'

Il sottoscritto Ing. Simone Scaccetti, in qualità di:

- ☒ Coordinatore
- ☐ Progettista

attesta la conformità del progetto alle misure preventive e protettive previste dalla vigente normativa per l'accesso, il transito e l'esecuzione di lavori in quota in condizioni di sicurezza.

### ATTESTAZIONE DI CONFORMITA'

**Il sottoscritto    Coordinatore    Progettista** Ing. Scaccetti Simone  
**attesta la conformità del progetto alle misure preventive e protettive indicate nel**  
**Regolamento di attuazione di cui all' art. 7, della L.R. 17.09.2013, n.16.**

## ELABORATI DI PROGETTO ALLEGATI

Il progetto è costituito dalle seguenti tavole:

Tavola N°	Descrizione
-----------	-------------

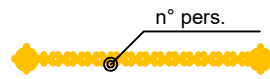
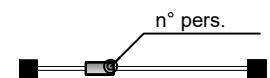
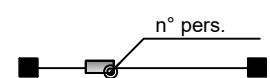
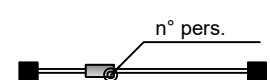
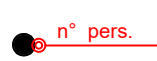
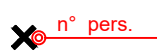
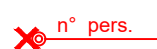
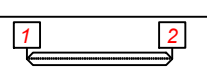
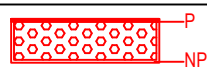
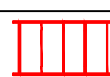
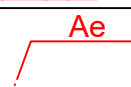
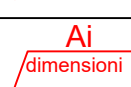
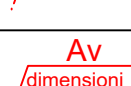

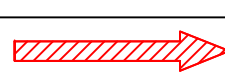
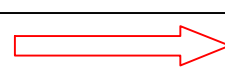
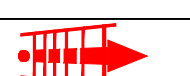
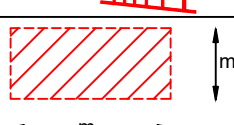


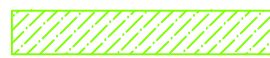
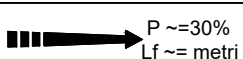

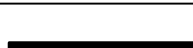
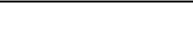

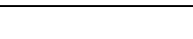
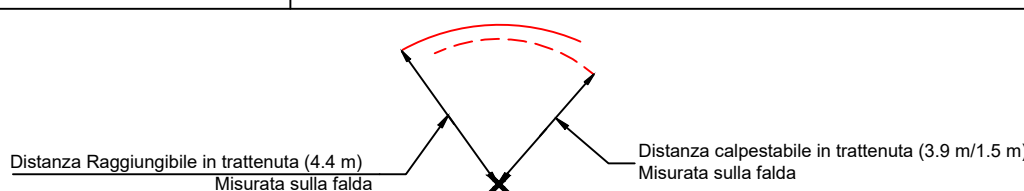
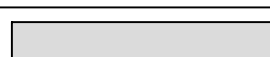
TERNI, 30 novembre 2022.


*Il progettista*

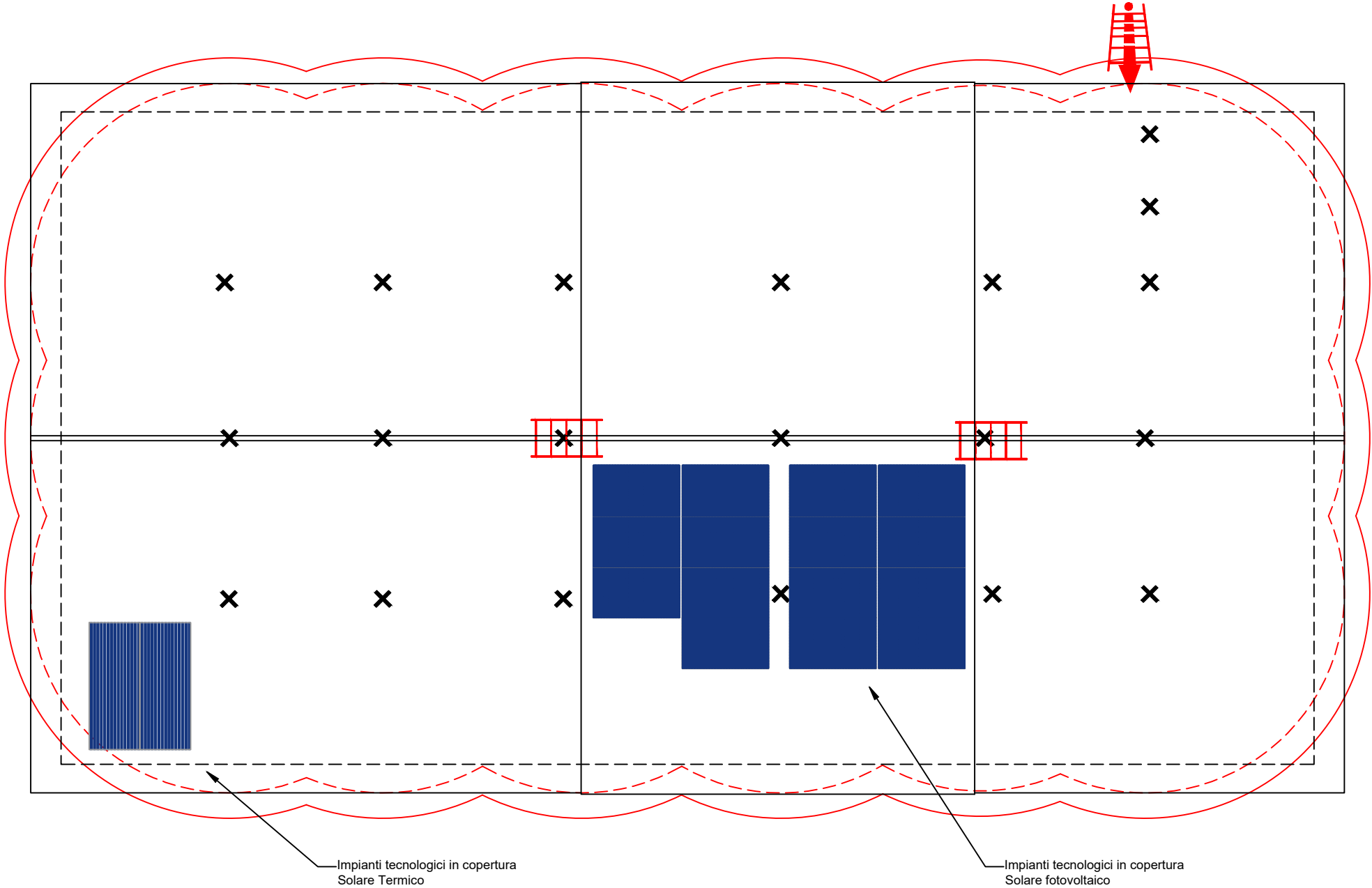
Ing. Simone Scaccetti



## LEGENDA SISTEMI ANTICADUTA IN COPERTURA

TRANSITO in copertura		LINEA DI ANCORAGGIO ORIZZONTALE FLESSIBILE (UNI EN 795)
		LINEA DI ANCORAGGIO ORIZZONTALE RIGIDA (UNI EN 795)
		LINEA DI ANCORAGGIO VERTICALE/INCLINATA RIGIDA (UNI EN 353.1)
		LINEA DI ANCORAGGIO VERTICALE/INCLINATA FLESSIBILE (UNI EN 353.2)
		ANCORAGGIO STRUTTURALE - Palo (UNI EN 795)
		ANCORAGGIO (UNI EN 795)
		ANCORAGGIO (UNI EN 517)
		Successione di ancoraggi utilizzati come percorso in copertura
		Andatoia/Passerella P= Protetta con parapetti verso il vuoto NP= Non Protetta
		Scalini di transito
ACCESSO in copertura		Punto di accesso esterno
		Punto di accesso interno su piano inclinato o orizzontale
		Punto di accesso interno su piano verticale
PERCORSO DI ACCESSO alla copertura		Percorso orizzontale
		Percorso verso il basso
		Percorso verso l'alto
		Percorso di accesso verticale (scale UNI EN 131-1; UNI EN 14975)
		Area Libera per percorso non permanente
COPERTURA caratteristiche		COPERTURA CALPESTABILE (A,B,C,.....)
		AREA NON PRATICABILE (1,2,3,.....)
		SUPERFICIE NON OGGETTO DI INTERVENTO
		Linea di pendenza della falda rivolta verso il basso P= Percentuale di pendenza - Lf = Lunghezza Falda
		Distanza libera di caduta
VALUTAZIONE DEI RISCHI		Bordo Protetto (parapetto)
		Bordo Soggetto a Trattenuta
		Bordo Soggetto a Arresto caduta
		Bordo Raggiungibile dal Basso
		
	Area con prescrizioni soggetta a rischio particolare	

D.P.I. necessari			IMBRACATURA UNI EN 361
	<b>Dispositivo anticaduta principale</b>		SISTEMA ANTICADUTA TIPO A
	<b>Dispositivo anticaduta ausiliario</b>		DOPPIO CORDINO da 1.50 m per primi 3 agganci da 3.90 m per i restanti agganci
PROCEDURE	Percorso	1. Il percorso verticale di accesso alla copertura è costituito da <i>ACCESSO DA SCALA ESTERNA</i>	
	Accesso	1. l'accesso alla copertura avviene Lato NORD	
AVVERTENZE	Transito	1. Il transito in copertura è reso sicuro dalla presenza di un sistema anticaduta costituito da GANCI TIPO A 2. _____	
		1. Essendo ammessa la possibilità di arresto caduta di un operatore ed essendo l'area raggiungibile per prestare soccorso da parte di pubblico intervento (Vigili del Fuoco e Ambulanza) entro i termini raccomandati (30 minuti) i lavori dovranno comunque essere svolti in presenza di personale in grado di effettuare la chiamata di soccorso	



Ubicazione

# COMUNE DI TERNI

Provincia TR

Intervento

## INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE PER ADEGUAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD USO SCOLASTICO

Via Botondi

Committente

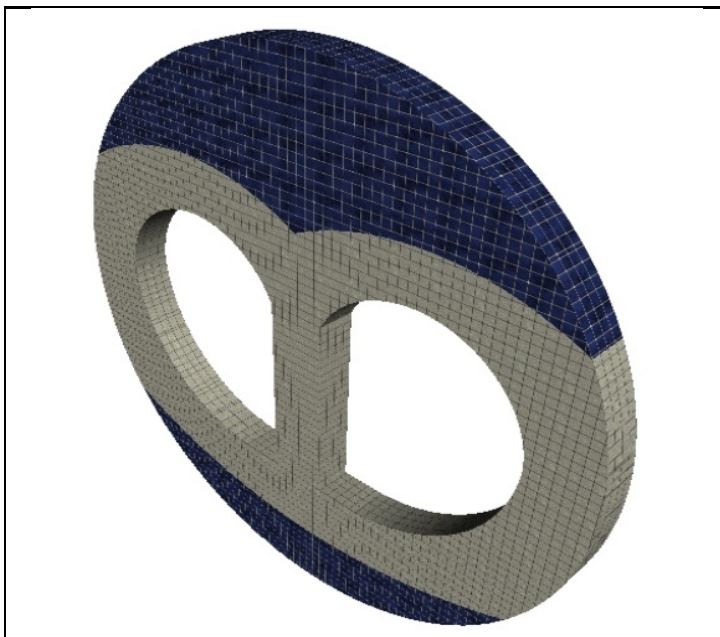
Comune di Terni

Progettista

Ing. Simone Scaccetti

Impresa

Direttore Lavori



Data	Elaborato	Tavola N°
30 novembre 2022	<b>VERIFICA SISTEMI ANTICADUTA</b>	
Archivio		Scala

Il Progettista

Il Direttore dei Lavori



## INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla verifica analitica dei sistemi anticaduta utilizzati o utilizzabili per il transito e la esecuzione dei lavori relativi alla copertura oggetto del documento tecnico specifico previsto dalle vigenti normative in vigore.

Per ogni sistema anticaduta utilizzato vengono riportati i dati di progetto e le verifiche effettuate ed in particolare la distanza da terra (o da qualsiasi altro ostacolo) del lavoratore in caso di caduta accidentale.

## DEFINIZIONI RICORRENTI

Qui di seguito vengono riportate alcune definizioni ricorrenti, ricavate dalle corrispondenti Norme UNI di riferimento.

### IMBRACATURA (UNI EN 361)

L' imbracatura è un dispositivo di protezione individuale con funzione di supporto rivolto principalmente all'arresto della caduta. E' concepito per distribuire le tensioni sul corpo in caso di caduta, mantenendo l'operatore in sospensione.

### ASSORBITORE DI ENERGIA (UNI EN 335)

E' un dispositivo a comportamento plastico che deformandosi durante la caduta dell'operatore aumenta il tempo e la lunghezza di arresto caduta, diminuendo così la decelerazione del corpo umano e impedendo che si sviluppino sollecitazioni letali per l'organismo.

### CORDINO FISSO o REGOLABILE (UNI EN 345)

Cordino con lunghezza tipica 1.5 / 2.0 m utilizzato per la progressione tra punti fissi, come elemento di posizionamento sul lavoro in trattenuta o come elemento di arresto caduta (con assorbitore di energia).

### DISPOSITIVO RETRATTILE (UNI EN 360)

Dispositivo anticaduta a lunghezza variabile di collegamento tra un punto fisso e l'imbracatura ed è caratterizzato da una funzione autobloccante e sistema automatico di tensione e di ritorno del cordino.

### GANCIO DI SICUREZZA (UNI EN 517)

Elemento da costruzione posto sulla superficie di un tetto a falde per assicurare le persone e per fissare carichi principalmente utilizzati per la manutenzione e la riparazione dei tetti.

### DISPOSITIVO DI ANCORAGGIO

Elemento o serie di elementi o componenti atto/i a garantire l'operatività in sicurezza dell'operatore.

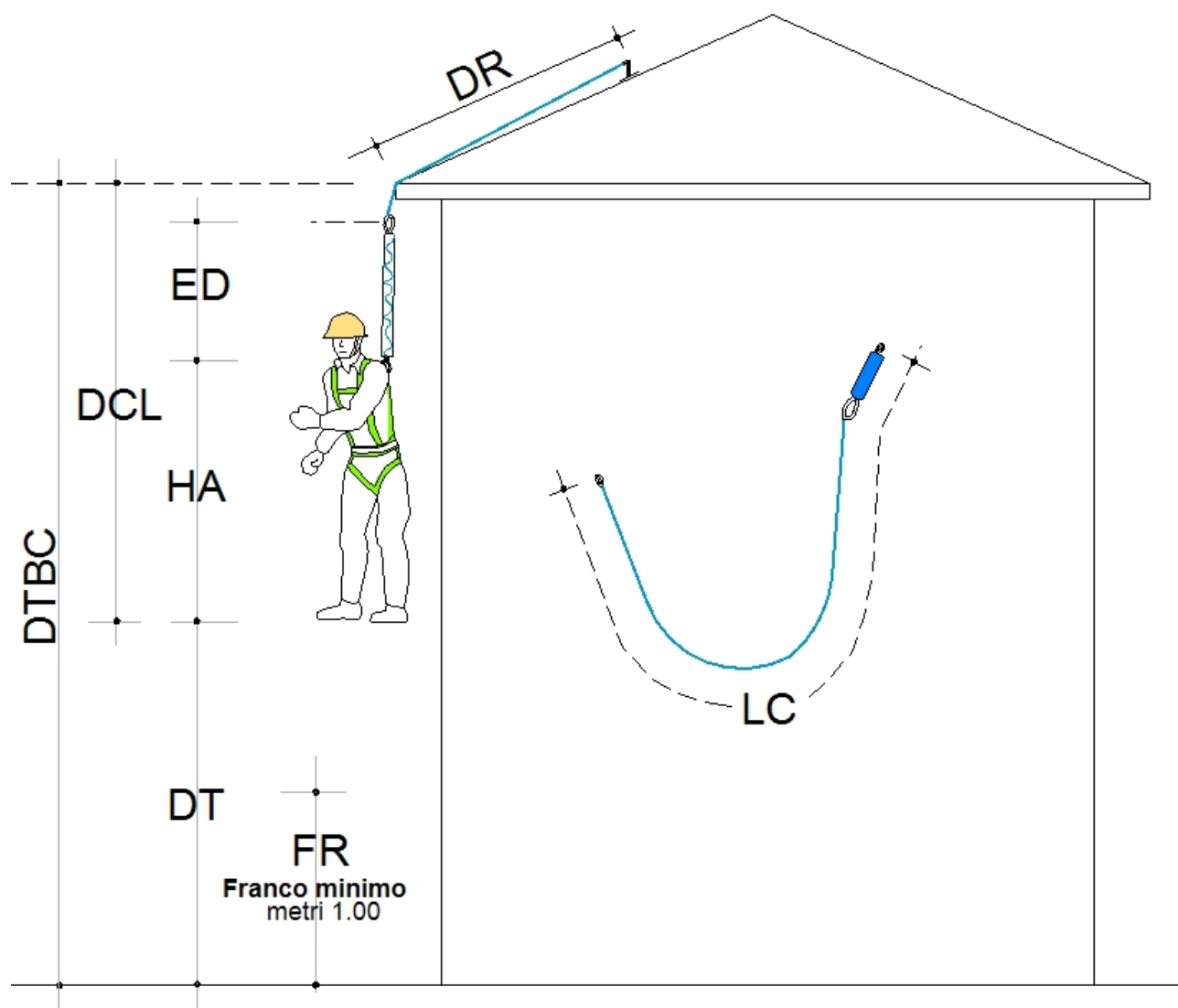
### PUNTO DI ANCORAGGIO (UNI EN 795)

Elemento a cui il dispositivo di protezione individuale può essere applicato dopo l'installazione del dispositivo di ancoraggio;

### TIRANTE D'ARIA

Minimo spazio libero di caduta in sicurezza.

## CORDINO E DISSIPATORE DI ENERGIA ANCORATO A PUNTO FISSO



### Legenda

DTBC	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del bordo di caduta
LC	Lunghezza del cordino compreso dissipatore di energia in condizioni statiche
ED	Lunghezza di intervento del Dispositivo retrattile (max. 2.00 m)
DR	Distanza misurata in linea retta tra punto di attacco e bordo di caduta
HA	Distanza attacco imbracatura-piedi del lavoratore (standard 1.50 m)
DCL	Distanza di caduta libera
DT	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del lavoratore in caso di caduta accidentale
FR	Spazio minimo residuo di sicurezza (1.00 m)

Dati di progetto (misure in metri)						Risultati		
Riferimento	DTBC	DR	LC	ED	HA	DCL	DT	Giudizio
Dispositivo 1	3,5	3,9	3,9	0,5	1,5	2	1,5	Idoneo
Dispositivo 2	3,5	1	1,5	0,5	1,5	2,5	1	Idoneo

TERNI, 30 novembre 2022.

*Il tecnico*  
Ing. Simone Scaccetti

Ubicazione

# COMUNE DI TERNI

Provincia TR

Intervento

## INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE PER ADEGUAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD USO SCOLASTICO

Via Botondi

Committente

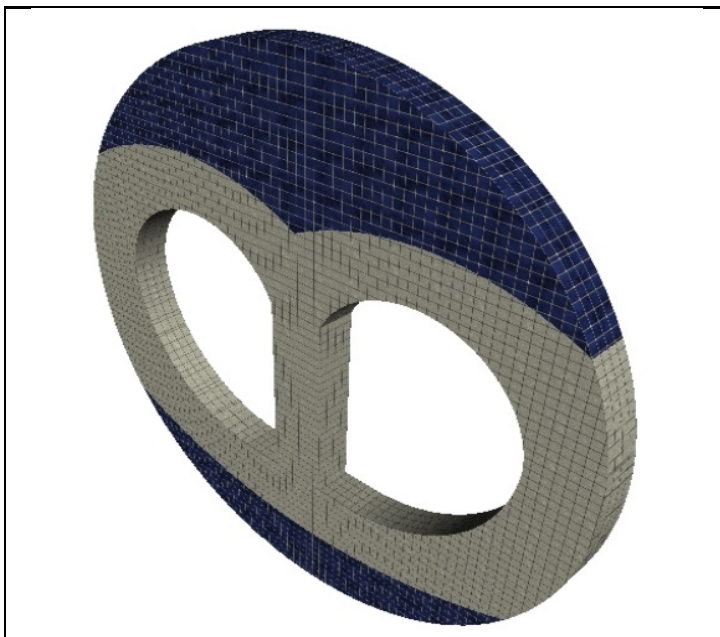
Comune di Terni

Progettista

Ing. Simone Scaccetti

Impresa

Direttore Lavori



Data	Elaborato	Tavola N°
30 novembre 2022	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	
Archivio		Scala

Il Progettista	Il Direttore dei Lavori







# PUNTO FISSO FALDA BASSA

## INTRODUZIONE

I dispositivi ed i sistemi anticaduta utilizzati per il transito ed i lavori sulla copertura oggetto del presente documento, prevedono l'utilizzo di piastre d'ancoraggio fissati opportunamente alle strutture della copertura stessa.

Il produttore dei dispositivi anticaduta è tenuto a garantire le caratteristiche prestazionali degli stessi, ma occorre valutare l'idoneità statica e dinamica della struttura dove i dispositivi devono essere ancorati, individuando le sollecitazioni trasmesse e determinando il corretto sistema di fissaggio.

La verifica all'evento dinamico è condotta applicando una forza statica equivalente, indicata dalla norma EN 795. Questo è il valore di calcolo, e non va incrementato con coefficienti di sicurezza.

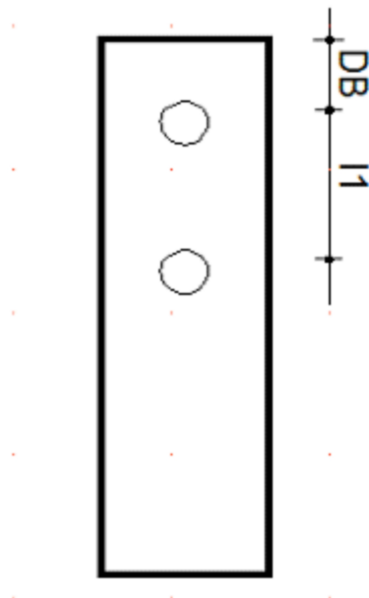
La forza viene considerata applicata alla estremità del dispositivo, che è ancorato alla struttura per mezzo di una vite o bullone.

## ANCORAGGIO DEL SISTEMA ANTICADUTA

Gli elementi utilizzati sono certificati dal fabbricante e, di conseguenza, non necessitano di ulteriori verifiche. La documentazione tecnica specifica viene allegata all'elaborato tecnico della copertura.

### PUNTO FISSO 1

#### Dati di progetto



DB	5 [cm]
I1	10 [cm]

Tipologia piastra

A 2 fori

Materiale di Ancoraggio

Legno

Massa volumica

= 400 [kg/m<sup>3</sup>]

## Sistema di serraggio

Serraggio a Bullone.

Diametro Nominale	$D_n$	= 12 [mm]
Diametro Filettatura	$D_f$	= 13 [mm]
Classe Acciaio	C	Classe 8.8
Lunghezza gambo	$L_g$	= 160 [mm]
Lunghezza filettatura	$L_f$	= 160 [mm]
Profondità infissione	$P_i$	= 160 [mm]

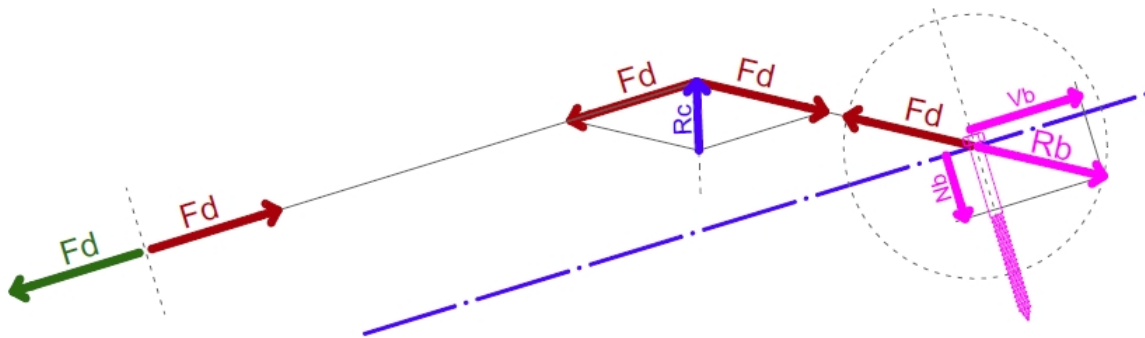
## AZIONE DI CALCOLO SUL DISPOSITIVO

$$F_d = 18 \text{ [kN]}$$

(Valore di progetto forza)

Numero di utilizzatori = 1

La vite è sollecitata dalla lamiera del dispositivo. L'azione trasmessa non è perpendicolare al suo asse, ma viene deviata verso l'esterno della falda seguendo la direzione di giacitura dell'ancoraggio al momento della caduta: la si può quindi scomporre in due componenti di taglio e trazione sull'ancorante, come indicato nello schema riportato qui sotto.



Guardando lo schema si nota che la forza agente sul bullone si avvicinerà alla perpendicolare al gambo quanto più il dispositivo comprimerà il manto di copertura adagiandosi su di esso. La situazione più gravosa è quella in cui si ha solo taglio, nell'ipotesi teorica che il dispositivo comprima interamente il manto di copertura allineandosi perfettamente con la superficie della falda.

Si assume a vantaggio di sicurezza che il taglio sulla vite sia pari al valore nominale della forza di calcolo e la componente di trazione sia pari alla metà del taglio.

### Azioni di calcolo

$$N_b = 13,50 \text{ [kN]}$$

(Forza di trazione)

$$V_b = 9,00 \text{ [kN]}$$

(Forza di taglio)

## VERIFICA DEL GAMBO DELLA VITE

### Azioni di calcolo sul gambo del bullone

$$F_{t.Sd} = N_b = 13,50 \text{ [kN]} \quad (\text{Valore di progetto forza di trazione})$$

$$F_{v.Sd} = V_b = 9,00 \text{ [kN]} \quad (\text{Valore di progetto forza di taglio})$$

### Resistenze di calcolo per la verifica (EC3 - 6.5.5)

$$F_{t.Rd} = 0.9 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 70,79 \text{ [kN]} \quad (\text{Forza resistente a trazione})$$

$$F_{v.Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 47,19 \text{ [kN]} \quad (\text{Forza resistente a taglio})$$

dove:

$$\omega'_b = 132,73 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (\text{area efficace della sezione ridotta (parte filettata)})$$

$$\gamma_{Mb} = 1.35 \quad (\text{coefficiente di sicurezza del materiale (EC3 - 6.1.1)})$$

$$f_{ub} = 800 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{tensione ultima della vite (classe Classe 8.8)})$$

### Condizioni di verifica (EC3 - 6.5.5)

$$\text{Taglio: } F_{v.Sd} \leq F_{v.Rd} \quad (9,00 \leq 47,19) \quad (\text{VERIFICATO})$$

$$\text{Trazione: } F_{t.Sd} \leq F_{t.Rd} \quad (13,50 \leq 70,79) \quad (\text{VERIFICATO})$$

$$\text{Azioni combinate: } [ F_{t.Sd} / (1.4 \cdot F_{t.Rd}) ] + [ F_{v.Sd} / F_{v.Rd} ] = 0,33 \leq 1 \quad (\text{VERIFICATO})$$

## VERIFICA DELLA CONNESSIONE PIASTRA-LEGNO

La connessione è soggetta alla forza di taglio "V" ed al momento flettente "M" precedentemente considerati per la verifica dei bulloni maggiormente sollecitati; pertanto, ora, per la verifica della connessione legno-bullone vengono considerate le medesime azioni.

Si condurrà prima la verifica all'estrazione, poi quella al rifollamento per taglio ed infine quella alle due azioni combinate.

### Verifica a estrazione del bullone per effetto dell'azione di trazione parallela al suo asse (EC5 - 8.7.2)

$$F_{t.Sd} = 13,50 \text{ [kN]}$$

*(Azione di calcolo a trazione)*

$$\varphi = 12,00 \text{ [mm]}$$

*(diametro del bullone)*

$$L_o = 148,00 \text{ [mm]}$$

*(Lunghezza efficace di infissione: la sola parte filettata meno un diametro)*

### Resistenza caratteristica all'estrazione (in direzione perpendicolare alla fibratura)

La resistenza caratteristica nel caso di verifica allo sfilamento è data dalla seguente equazione:

$$F_{ak} = (\pi \cdot \varphi \cdot L_o)^{0.8} \cdot f_{ak} = 28619,81 \text{ [N]}$$

con:

$$f_{ak} = 3.6 (\rho_k / 100)^{1.5} = 28,80 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

*(tensione di aderenza caratteristica)*

$$\rho_k = 400 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

*(massa volumica caratteristica del materiale)*

Considerando i relativi coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_M$ , e di correzione,  $k_{mod}$ , si avrà un valore di progetto della resistenza pari a:

$$F_{ad} = k_{mod} \cdot F_{ak} / \gamma_M = 24,22 \text{ [kN]}$$

con:

$$\gamma_M = 1,3$$

*(coefficiente di sicurezza parziale)*

$$k_{mod} = 1.1$$

*(coefficiente di correzione in funzione della durata del carico (azioni istantanee per elementi non sottoposti all'azione diretta delle intemperie, EC5 - prospetto 3.1))*

### Condizione di verifica

$$F_{t.Sd} \leq F_{ad} \quad (F_{t.Sd} = 13,50 \leq 24,22)$$

**(VERIFICATO)**

### Verifica all'azione di taglio perpendicolare all'asse del bullone (EC5 - 8.7.1 e 8.2.3)

$F_{V,Ed} = 9,00$ [kN]	(Azione di calcolo a taglio)
$\varphi = 12,00$ [mm]	(diametro nominale del bullone)
$\varphi' = 14,30$ [mm]	(diametro resistente, nucleo della filettatura x 1.1)
$t = 148,00$ [mm]	(Lunghezza di infissione del bullone nel legno, ridotta di un diametro)

### Resistenza caratteristica per connessioni legno-acciaio ad un piano di taglio

Il valore di  $F_{vk}$  risulta pari al minimo valore tra i seguenti:

$F_{vk1} = f_{hk} \cdot t \cdot \varphi'$	(collasso per rifollamento del materiale)
$F_{vk2} = 2.3 \cdot \sqrt{M_y \cdot f_{hk} \cdot \varphi} + F_{ak} / 4$	(collasso per plasticizzazione del gambo del bullone)
$F_{vk3} = f_{hk} \cdot t \cdot \varphi' \cdot \left( \sqrt{2 + \frac{4M_y}{(f_{hk} \cdot \varphi' \cdot t^2)}} - 1 \right) + F_{ak} / 4$	(collasso per rifollamento e plasticizzazione)

dove:

$M_y = 0.3 f_t \varphi^{2.6} = 153490,85$ [N·mm]	(Momento di plasticizzazione del gambo del bullone)
$f_{hk} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot (1 - \varphi/100) = 28,86$ [N/mm <sup>2</sup> ]	(tensione di rifollamento nel caso di azione parallela alla direzione delle fibre, con preforo nel legno)

con:

$\rho_k = 400,00$ [kg/m <sup>3</sup> ]	(massa volumica caratteristica del legno)
$f_t = 800,00$ [N/mm <sup>2</sup> ]	tensione ultima del bullone (classe Classe 8.8))

Risulta, pertanto:

$$F_{vk1} = 61087,77 \text{ [N]}$$

$$F_{vk2} = 23925,14 \text{ [N]}$$

$$F_{vk3} = 33912,77 \text{ [N]}$$

Il valore di  $F_{vk}$  risulta pari al minimo tra i tre valori e pertanto:

$$F_{vk} = 23925,14 \text{ [N]}$$

### Resistenza di calcolo a taglio

$$F_{Vd} = K_{mod} \cdot F_{vk} / \gamma_M = 20,24 \text{ [kN]} \quad (K_{mod}, \gamma_M \text{ sono gli stessi del caso precedente})$$

### Condizione di verifica

$$F_{V.Sd} \leq F_{Vd} \quad (9,00 \leq 20,24) \quad (\text{VERIFICATO})$$

### Verifica alle azioni combinate di estrazione e taglio per la connessione legno-bullone (EC5 - 8.7.3)

$$(F_{t.Sd} / F_{ad})^2 + (F_{V.Sd} / F_{Vd})^2 = 0,51 \leq 1 \quad (\text{VERIFICATO})$$

# PUNTO FISSO INCROCIO FALDA

## INTRODUZIONE

I dispositivi ed i sistemi anticaduta utilizzati per il transito ed i lavori sulla copertura oggetto del presente documento, prevedono l'utilizzo di piastre d'ancoraggio fissati opportunamente alle strutture della copertura stessa.

Il produttore dei dispositivi anticaduta è tenuto a garantire le caratteristiche prestazionali degli stessi, ma occorre valutare l'idoneità statica e dinamica della struttura dove i dispositivi devono essere ancorati, individuando le sollecitazioni trasmesse e determinando il corretto sistema di fissaggio.

La verifica all'evento dinamico è condotta applicando una forza statica equivalente, indicata dalla norma EN 795. Questo è il valore di calcolo, e non va incrementato con coefficienti di sicurezza.

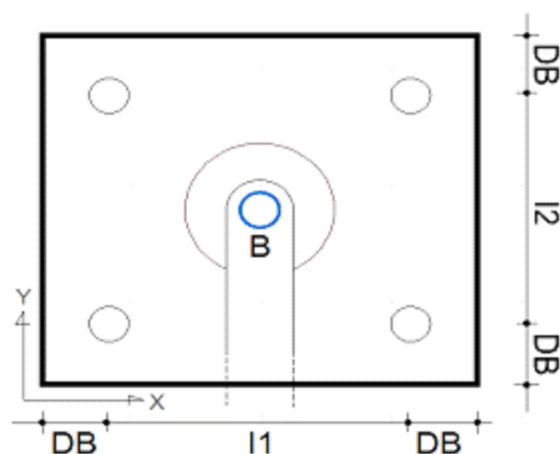
La forza viene considerata sull'estremità del dispositivo, che è ancorato ad un paletto flangiato (certificato dal fabbricante).

## ANCORAGGIO DEL SISTEMA ANTICADUTA

Gli elementi utilizzati sono certificati dal fabbricante e, di conseguenza, non necessitano di ulteriori verifiche. La documentazione tecnica specifica viene allegata all'elaborato tecnico della copertura.

## PUNTO FISSO 2

### Dati di progetto



DB	5 [cm]
I1	20 [cm]
I2	20 [cm]



Materiale di Ancoraggio	Legno
Massa volumica	= 400 [kg/m <sup>3</sup> ]

Diametro Nominale Bullone	$D_{nb} = 12$ [mm]
Diametro Filettatura Bullone	$D_{fb} = 13$ [mm]
Classe Acciaio Bullone	C Classe 8.8
Altezza paletto flangiato	$H_p = 0,1$ [m]

### Sistema di serraggio

Serraggio a Bullone.

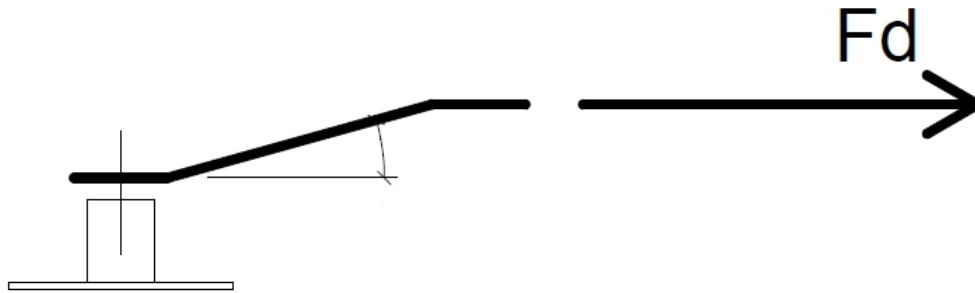
Diametro Nominale	$D_n = 12$ [mm]
Diametro Filettatura	$D_f = 12$ [mm]
Classe Acciaio	C Classe 8.8
Lunghezza gambo	$L_g = 160$ [mm]
Lunghezza filettatura	$L_f = 160$ [mm]
Profondità infissione	$P_i = 160$ [mm]

## VERIFICA BULLONE ANCORAGGIO DISPOSITIVO AL PALETTO

Il bullone è sollecitato dalla lamiera del dispositivo, principalmente a taglio.

Tuttavia, poiché l'azione non è perfettamente perpendicolare all'asse della vite, ma viene deviata verso l'esterno della falda seguendo la direzione di giacitura dell'ancoraggio, la si può scomporre in due componenti di taglio e trazione sul bullone.

A vantaggio di sicurezza si è assunto il taglio sul bullone pari al valore nominale della forza di calcolo e la componente di trazione pari alla metà del taglio.



### Azioni di calcolo

$$F_d = 18 \text{ [kN]} \quad (\text{Valore di progetto forza})$$

Numero di utilizzatori = 1

$$F_{t.SdB} = F_d / 2 = 9,00 \text{ [kN]} \quad (\text{Valore di progetto forza di trazione})$$

$$F_{v.SdB} = F_d = 18,00 \text{ [kN]} \quad (\text{Valore di progetto forza di taglio})$$

### Resistenze di calcolo per la verifica (EC3 - 6.5.5)

$$F_{t.RdB} = 0.9 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_B / \gamma_{Mb} = 70,79 \text{ [kN]} \quad (\text{Forza resistente a trazione})$$

$$F_{v.RdB} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_B / \gamma_{Mb} = 47,19 \text{ [kN]} \quad (\text{Forza resistente a taglio})$$

dove:

$$\omega'_B = 132,73 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (\text{area efficace della sezione ridotta (parte filettata)})$$

$$\gamma_{Mb} = 1.35 \quad (\text{coeff. di secur. del materiale (EC3 - 6.1.1)})$$

$$f_{ub} = 0,8 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{tensione ultima del bullone (classe Classe 8.8)})$$

### Condizioni di verifica (EC3 - 6.5.5)

$$\text{Taglio: } F_{v.SdB} \leq F_{v.RdB} \quad (10 \leq 47,19) \quad (\text{VERIFICATO})$$

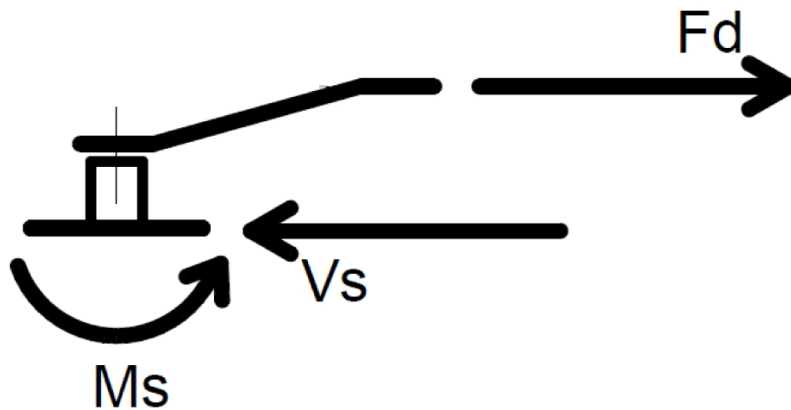
$$\text{Trazione: } F_{t.SdB} \leq F_{t.RdB} \quad (10 \leq 70,79) \quad (\text{VERIFICATO})$$

$$\text{Azioni combinate: } [F_{t.SdB} / (1.4 \cdot F_{t.RdB})] + [F_{v.SdB} / F_{v.RdB}] = 0,47 \leq 1 \quad (\text{VERIFICATO})$$



## VERIFICA ANCORAGGIO PALETTO

Le sollecitazioni sono deviate rispetto agli assi principali di inerzia della flangia di incastro. Si scompone la forza sollecitante nelle due direzioni principali e si sovrappongono le sollecitazioni risultanti sugli ancoranti dalle due analisi.



### Azione orizzontale di calcolo sul dispositivo

$$F_d = 18 \text{ [kN]}$$

### Azioni di calcolo scomposte nelle direzioni principali di inerzia

$$F_{d,x} = F_{d,y} = F_d \cdot \sin(\pi/4) = 12,73 \text{ [kN]}$$

### Reazioni al piede del paletto

$$V_s = F_d = 18 \text{ [kN]} \quad (\text{forza di taglio risultante})$$

$$M_{s,y} = F_{d,x} \cdot H_p = 1,27 \text{ [kN}\cdot\text{m]} \quad (\text{momento in direzione } y, \text{ dovuto a } F_{d,x})$$

$$M_{s,x} = F_{d,y} \cdot H_p = 1,27 \text{ [kN}\cdot\text{m]} \quad (\text{momento in direzione } x, \text{ dovuto a } F_{d,y})$$

## FORZA DI TAGLIO SU OGNI SINGOLO BULLONE

Lo sforzo agente su ogni ancorante viene determinato ipotizzando una ripartizione uniforme della sollecitazione, dividendo la forza di taglio per il numero di bulloni:

$$V_b = V_s / n_t = 4,50 \text{ [kN]}$$

dove:

$$n_t = 4 \quad (\text{numero totale di bulloni})$$

## FORZA DI TRAZIONE SUL BULLONE PIU' SOLLECITATO

La sollecitazione di trazione su ogni ancorante viene determinata ipotizzando un meccanismo di rotazione rigida della flangia sul supporto. Si determina prima l'aliquota dovuta alla componente dell'azione di calcolo in direzione 'x', quindi quella in direzione 'y', mediante la seguente formula:

$$N_{x,i} = \frac{M_{s,y} \cdot x_i}{\sum_{j=1}^m n_j \cdot x_i^2}$$

dove:

$x_i$  = distanza dal punto di rotazione alla fila i-esima

$n_j$  = numero di ancoranti per fila

$m$  = numero di file

Si pone il centro di rotazione in corrispondenza del bordo della piastra e, su ogni ancorante della fila più sollecitata, si ricava la seguente forza di trazione:

$$N_x = 2,45 \text{ [kN]}$$

Si determina analogamente l'aliquota della forza di trazione sugli ancoranti dovuta alla componente dell'azione di calcolo in direzione 'y' mediante la seguente formula:

$$N_{y,i} = \frac{M_{s,x} \cdot y_i}{\sum_{j=1}^m n_j \cdot y_i^2}$$

Anche in questo caso si pone il centro di rotazione in corrispondenza del bordo della piastra e, su ogni ancorante della fila più sollecitata si ricava la seguente forza di trazione:

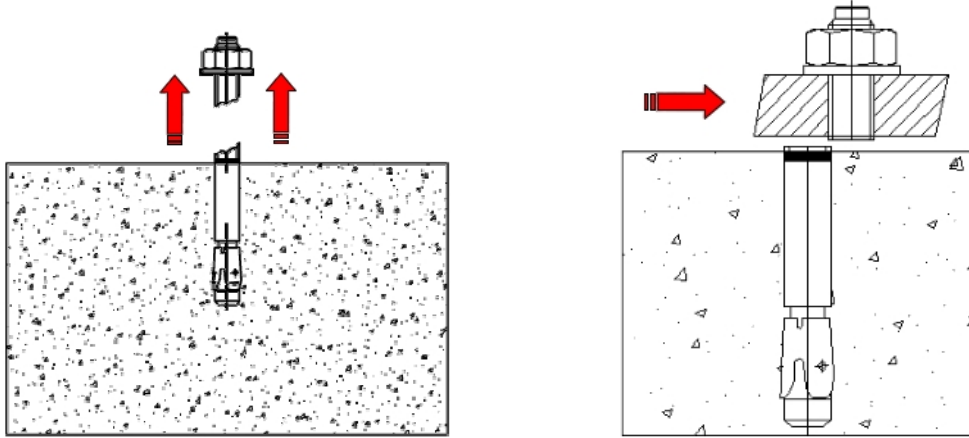
$$N_y = 2,45 \text{ [kN]}$$

La forza di trazione sull'elemento più sollecitato risulta dalla combinazione delle due azioni:

$$N_b = N_x + N_y = 4,90 \text{ [kN]}$$

## VERIFICA DEL BULLONE PIU' SOLLECITATO

Considerando le azioni di trazione e taglio agenti sul bullone più sollecitato, viene eseguita la verifica a rottura dell'ancorante.



### Azioni di calcolo

$$F_{t.Sd} = N_b = 4,90 \text{ [kN]}$$

(Valore di progetto forza di trazione)

$$F_{v.Sd} = V_b = 4,50 \text{ [kN]}$$

(Valore di progetto forza di taglio)

### Resistenze di calcolo per la verifica (EC3 - 6.5.5)

$$F_{t.Rd} = 0.9 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 60,32 \text{ [kN]}$$

(Forza resistente a trazione)

$$F_{v.Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 40,21 \text{ [kN]}$$

(Forza resistente a taglio)

dove:

$$\omega'_b = 113,10 \text{ [mm}^2\text{]}$$

(area efficace della sezione ridotta (parte filettata))

$$\gamma_{Mb} = 1.35$$

(coefficiente di sicurezza del materiale (EC3 - 6.1.1))

$$f_{ub} = 800 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

(tensione ultima della vite (classe Classe 8.8))

### Condizioni di verifica (EC3 - 6.5.5)

$$\text{Taglio: } F_{v.Sd} \leq F_{v.Rd} \quad (4,50 \leq 40,21)$$

(VERIFICATO)

$$\text{Trazione: } F_{t.Sd} \leq F_{t.Rd} \quad (4,90 \leq 60,32)$$

(VERIFICATO)

$$\text{Azioni combinate: } [ F_{t.Sd} / (1.4 \cdot F_{t.Rd}) ] + [ F_{v.Sd} / F_{v.Rd} ] = 0,17 \leq 1$$

(VERIFICATO)

## VERIFICA DELLA CONNESSIONE PIASTRA-LEGNO

La connessione è soggetta alla forza di taglio "V" ed al momento flettente "M" precedentemente considerati per la verifica dei bulloni maggiormente sollecitati; pertanto, ora, per la verifica della connessione legno-bullone vengono considerate le medesime azioni.

Si condurrà prima la verifica all'estrazione, poi quella al rifollamento per taglio ed infine quella alle due azioni combinate.

### Verifica a estrazione del bullone per effetto dell'azione di trazione parallela al suo asse (EC5 - 8.7.2)

$$F_{t.Sd} = 4,90 \text{ [kN]}$$

(Azione di calcolo a trazione)

$$\varphi = 12,00 \text{ [mm]}$$

(diametro del bullone)

$$L_o = 148,00 \text{ [mm]}$$

(Lunghezza efficace di infissione: la sola parte filettata meno un diametro)

### Resistenza caratteristica all'estrazione (in direzione perpendicolare alla fibratura)

La resistenza caratteristica nel caso di verifica allo sfilamento è data dalla seguente equazione:

$$F_{ak} = (\pi \cdot \varphi \cdot L_o)^{0.8} \cdot f_{ak} = 28619,81 \text{ [N]}$$

con:

$$f_{ak} = 3.6 (\rho_k / 100)^{1.5} = 28,80 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

(tensione di aderenza caratteristica)

$$\rho_k = 400 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

(massa volumica caratteristica del materiale)

Considerando i relativi coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_M$ , e di correzione,  $k_{mod}$ , si avrà un valore di progetto della resistenza pari a:

$$F_{ad} = k_{mod} \cdot F_{ak} / \gamma_M = 24,22 \text{ [kN]}$$

con:

$$\gamma_M = 1,3$$

(coefficiente di sicurezza parziale)

$$k_{mod} = 1.1$$

(coefficiente di correzione in funzione della durata del carico (azioni istantanee per elementi non sottoposti all'azione diretta delle intemperie, EC5 - prospetto 3.1))

### Condizione di verifica

$$F_{t.Sd} \leq F_{ad} \quad (F_{t.Sd} = 4,90 \leq 24,22)$$

(VERIFICATO)

### Verifica all'azione di taglio perpendicolare all'asse del bullone (EC5 - 8.7.1 e 8.2.3)

$$F_{V.Sd} = 4,50 \text{ [kN]}$$

(Azione di calcolo a taglio)

$\varphi = 12,00 \text{ [mm]}$	<i>(diametro nominale del bullone)</i>
$\varphi' = 13,20 \text{ [mm]}$	<i>(diametro resistente, nucleo della filettatura x 1.1)</i>
$t = 148,00 \text{ [mm]}$	<i>(Lunghezza di infissione del bullone nel legno, ridotta di un diametro)</i>

### Resistenza caratteristica per connessioni legno-acciaio ad un piano di taglio

Il valore di  $F_{vk}$  risulta pari al minimo valore tra i seguenti:

$$\begin{aligned}
 F_{vk1} &= f_{hk} \cdot t \cdot \varphi' && \text{(collasso per rifollamento del materiale)} \\
 F_{vk2} &= 2.3 \cdot \sqrt{M_y \cdot f_{hk} \cdot \varphi} + F_{ak} / 4 && \text{(collasso per plasticizzazione del gambo del bullone)} \\
 F_{vk3} &= f_{hk} \cdot t \cdot \varphi' \cdot \left( \sqrt{2 + \frac{4M_y}{(f_{hk} \cdot \varphi' \cdot t^2)}} - 1 \right) + F_{ak} / 4 && \text{(collasso per rifollamento e plasticizzazione)}
 \end{aligned}$$

dove:

$$\begin{aligned}
 M_y &= 0.3 f_t \varphi^{2.6} = 153490,85 \text{ [N}\cdot\text{mm]} && \text{(Momento di plasticizzazione del gambo del bullone)} \\
 f_{hk} &= 0.082 \cdot \rho_k \cdot (1 - \varphi / 100) = 28,86 \text{ [N/mm}^2\text{]} && \text{(tensione di rifollamento nel caso di azione parallela alla direzione delle fibre, con preforo nel legno)}
 \end{aligned}$$

con:

$$\begin{aligned}
 \rho_k &= 400,00 \text{ [kg/m}^3\text{]} && \text{(massa volumica caratteristica del legno)} \\
 f_t &= 800,00 \text{ [N/mm}^2\text{]} && \text{tensione ultima del bullone (classe Classe 8.8)}
 \end{aligned}$$

Risulta, pertanto:

$$\begin{aligned}
 F_{vk1} &= 56388,71 \text{ [N]} \\
 F_{vk2} &= 23925,14 \text{ [N]} \\
 F_{vk3} &= 31965,36 \text{ [N]}
 \end{aligned}$$

Il valore di  $F_{vk}$  risulta pari al minimo tra i tre valori e pertanto:

$$F_{vk} = 23925,14 \text{ [N]}$$

### Resistenza di calcolo a taglio

$$F_{Vd} = K_{mod} \cdot F_{vk} / \gamma_M = 20,24 \text{ [kN]} \text{ (} K_{mod} \text{ , } \gamma_M \text{ sono gli stessi del caso precedente)}$$



### Condizione di verifica

$$F_{V.Sd} \leq F_{Vd} \quad (4,50 \leq 20,24)$$

(VERIFICATO)

### Verifica alle azioni combinate di estrazione e taglio per la connessione legno-bullone (EC5 - 8.7.3)

$$(F_{t.Sd} / F_{ad})^2 + (F_{V.Sd} / F_{Vd})^2 = 0,09 \leq 1$$

(VERIFICATO)

TERNI, 30 novembre 2022.

*Il tecnico*  
**Ing. Simone Scaccetti**

# ATTENZIONE: IMPIANTO ANTICADUTA A NORMA UNI EN 795



Seriale Impianto n° \_\_\_\_\_ Copertura dell'Edificio: \_\_\_\_\_

**L'IMPIANTO DEVE ESSERE UTILIZZATO DA SOLO  
OPERATORE/I DOTATO DI IMBRACATURA CON  
ASSORBITORE DI ENERGIA EN355**



IMPRESA INSTALLATRICE: \_\_\_\_\_

N° Tel. Per interventi straordinari: \_\_\_\_\_ IMPIANTO INSTALLATO IL: \_\_\_\_\_

OPERATORE/I



**PERICOLO  
DI CADUTA**

**PRIMA DI UTILIZZARE L'IMPIANTO È OBBLIGATORIO  
LEGGERE ATTENTAMENTE IL MANUALE D'USO ALLEGATO  
E' PRESCRITTO L'USO DI IDONEI DPI**

**si raccomanda di non utilizzare l'impianto se l'ispezione non è stata effettuata (vedi manuale d'uso allegato)**

## INDICAZIONI GENERALI:

- SULL'IMPIANTO SI DEVE OPERARE IN REGIME DI CADUTA TOTALMENTE TRATTENUTA - È AMMESSA LA CADUTA CONTENUTA
- PRIMA DI ACCEDERE ALLA COPERTURA VERIFICARE IL DISEGNO E CAPIRE L'UTILIZZO DEI PUNTI DI LIMITAZIONE DELL'EFFETTO PENDOLO SE PRESENTI E DEL TIRANTE D'ARIA LE CUI SPECIFICHE SONO INDICATE NEL MANUALE D'USO ALLEGATO
- I DPI NON SONO FORNITI E SONO A CARICO DELL'OPERATORE - IN CASO DI CADUTA EFFETTUARE UNA VERIFICA STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO
- IN CASO DI MODIFICHE ALL'IMPIANTO DECADE LA CERTIFICAZIONE
- NON UTILIZZARE L'IMPIANTO PER INTERVENTI DI SOCCORSO

**LineaSIKURA®**

Via Martiri della Libertà, 13 25030 TORBOLE CASAGLIA (BS)  
Tel. 030.2150785 - Fax 030.2158287 [www.lineasikura.it](http://www.lineasikura.it) [info@lineasikura.it](mailto:info@lineasikura.it)

**NUMERI DI TELEFONO PER  
INTERVENTI DI EMERGENZA:**

**115/118/112**

E' a cura della PROPRIETA' l'esposizione di questo cartello in prossimità dell'accesso dell'impianto anticaduta