

Ubicazione

# COMUNE DI BATTIPAGLIA

Provincia SA

Intervento

## Ristrutturazione Copertura edificio civile

via Roma 22

Committente

**Rossi Amedeo**

Progettista

**Ing. Claudio Ciciriello**

Impresa

**EDILCOM srl**

Direttore Lavori

**Ing. Claudio Ciciriello**



Data 26 marzo 2013	Elaborato	Tavola N°
Archivio	<b>ELABORATO TECNICO COPERTURE</b>	Scala

Il Progettista

Il Direttore dei Lavori

# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

## 1. DESCRIZIONE DELLA COPERTURA

### AREA DI INTERVENTO

- 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
- Lignea
- 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
- PERCORSO NON PERMANENTE

## 3. DESCRIZIONE DELL' ACCESSO ALLA COPERTURA

### UBICAZIONE ACCESSO

- INTERNO
  - Apertura orizzontale o inclinata (unica apertura cm 80 x 140)
  - Apertura verticale
- ESTERNO
  - Ancoraggi UNI EN 795 - UNI EN 517
  - Linee di Ancoraggio
  - Parapetti
- ACCESSO PERMANENTE
- ACCESSO NON PERMANENTE

## 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. 180
- Doppio cordino (UNI EN 354) L. max. m. 0
- Connettori (moschettoni) (UNI EN 363)
- KIT di emergenza per recupero persone

## 6. VALUTAZIONI

### VALUTAZIONE DEL RISCHIO CADUTA

- Arresto caduta: Il sistema di arresto della caduta utilizzato garantisce in caso di caduta una distanza da terra o da qualsiasi altro ostacolo presente di almeno un metro, come evidenziato dalle allegate verifiche.
- Trattenuta

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

- Area raggiungibile da parte di pubblico intervento (VV.FF.) entro i termini raccomandati (30 min.)
- Area non raggiungibile da parte di pubblico intervento (VV.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. Claudio Ciciriello, 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.

## ELABORATI DI PROGETTO ALLEGATI

Il progetto è costituito dalle seguenti tavole:

Tavola N°	Descrizione
1	Elaborati grafici in scala adeguata con caratteristiche ed ubicazione dei percorsi, degli accessi, degli elementi protettivi per il transito e l'esecuzione dei lavori sulle coperture
2	Relazione tecnica illustrativa delle soluzioni progettuali, nella quale sia evidenziato in modo puntuale il rispetto delle misure preventive e protettive di cui alla vigente normativa.
3	Planimetria in scala adeguata della copertura, evidenziando il punto di accesso e la presenza di eventuali dispositivi per l'accesso o di protezione collettiva, specificando per ciascuno di essi la classe di appartenenza ed il numero massimo presunto di utilizzatori contemporanei
4	Relazione di calcolo contenente la verifica della resistenza degli elementi strutturali della copertura alle azioni trasmesse dagli ancoraggi ed il progetto del relativo sistema di fissaggio.
5	Certificazione del produttore dei dispositivi di ancoraggio, linee di ancoraggio, ganci di sicurezza da tetto eventualmente installati, secondo le vigenti norme UNI.
6	Dichiarazione di conformità dell'installatore riguardante la corretta installazione di eventuali dispositivi di ancoraggio, linee di ancoraggio e/o ganci di sicurezza da tetto.
7	Verifica analitica Sistemi Anticaduta

BATTIPAGLIA, 19 marzo 2013.

*Il progettista*

Ing. Claudio Ciciriello

Ubicazione

# COMUNE DI BATTIPAGLIA

Provincia SA

Intervento

## Ristrutturazione Copertura edificio civile

via Roma 22

Committente

**Rossi Amedeo**

Progettista

**Ing. Claudio Ciciriello**

Impresa

**EDILCOM srl**

Direttore Lavori

**Ing. Claudio Ciciriello**



Data 26 marzo 2013	Elaborato	Tavola N°
Archivio	<b>VERIFICA SISTEMI ANTICADUTA</b>	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.

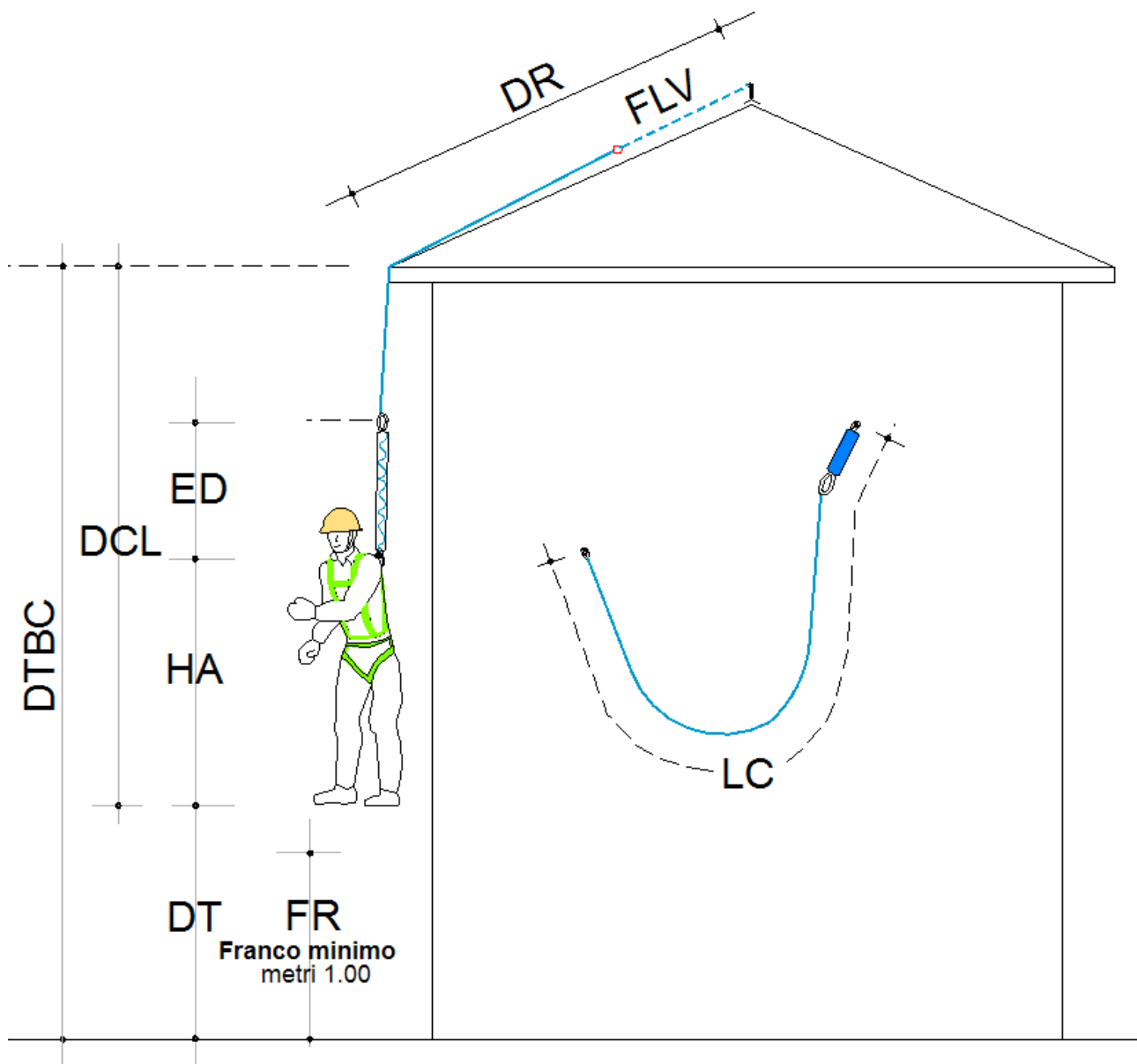
### PUNTO DI ANCORAGGIO (UNI EN 795)

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 LINEA VITA FLESSIBILE



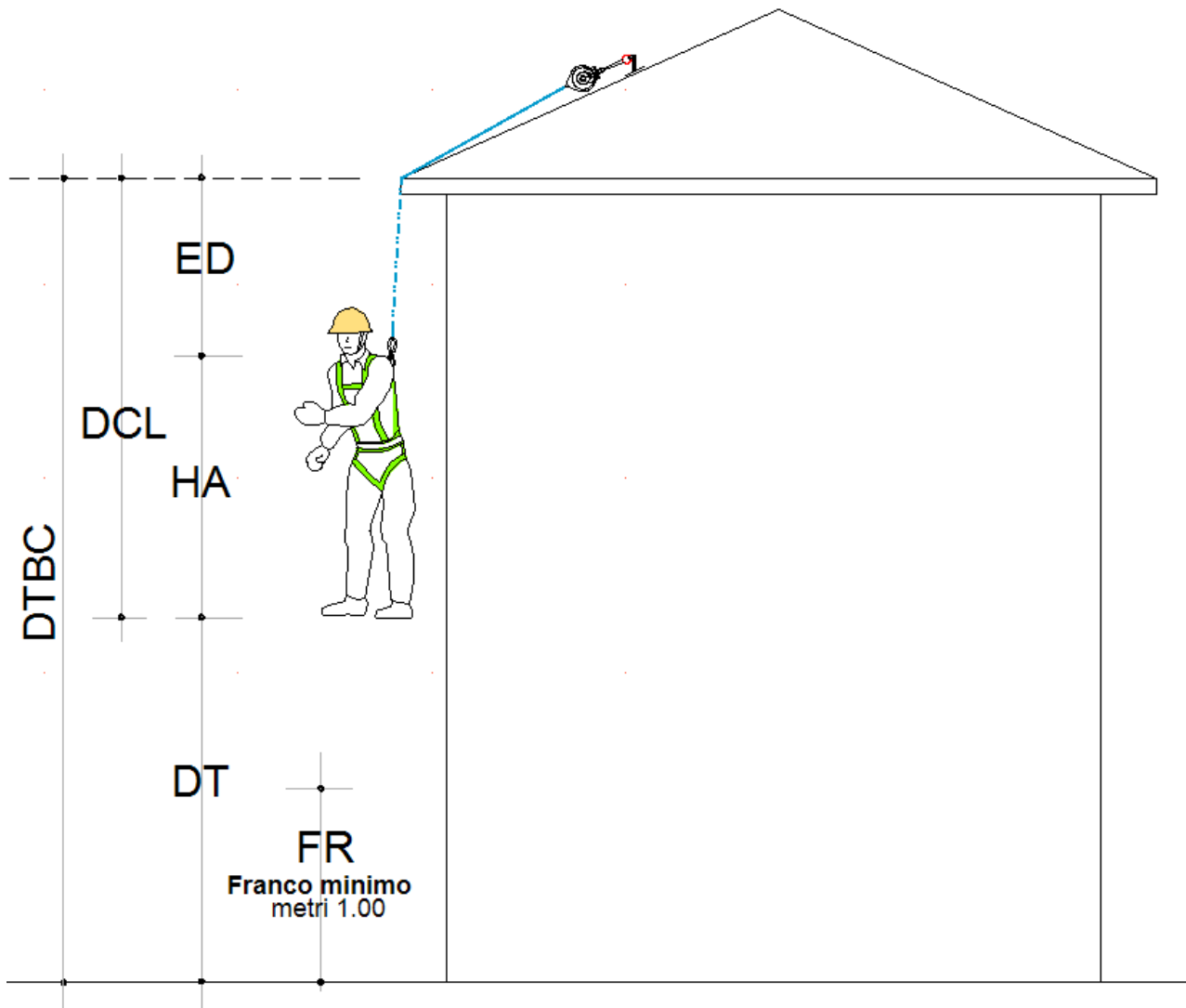
### Legenda

- DTBC Distanza da terra (o da altri ostacoli) del bordo di caduta
- LC Lunghezza del cordino compreso dissipatore di energia in condizioni statiche
- FLV Freccia Elastica Massima Linea Vita Flessibile
- 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)

Riferimento	Dati di progetto (misure in metri)						Risultati		
	DTBC	DR	LC	ED	FLV	HA	DCL	DT	Giudizio
Linea Vita A	6.5	3.5	1.7	0.9	1.2	1.5	1.8	4.7	Idoneo



## DISPOSITIVO RETRATTILE ANCORATO A PUNTO FISSO



### Legenda

DTBC	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del bordo di caduta
ED	Lunghezza di intervento del Dispositivo retrattile (max. 2.00 m)
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	ED	HA	DCL	DT	Giudizio
Punto fisso B	4.5	1.1	1.5	2.6	1.9	Idoneo

BATTIPAGLIA, 19 marzo 2013.

*Il tecnico*  
Ing. Claudio Ciciriello

Ubicazione

# COMUNE DI BATTIPAGLIA

Provincia SA

Intervento

## Ristrutturazione Copertura edificio civile

via Roma 22

Committente

**Rossi Amedeo**

Progettista

**Ing. Claudio Ciciriello**

Impresa

**EDILCOM srl**

Direttore Lavori

**Ing. Claudio Ciciriello**



Data 26 marzo 2013	Elaborato	Tavola N°
Archivio	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	Scala

Il Progettista

Il Direttore dei Lavori

# LINEA VITA FLESSIBILE

## 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 fissate 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.

Qui di seguito si riporta il calcolo di verifica dei dispositivi da mettere in opera sulla copertura esaminata, tenendo presente che le verifiche all'evento dinamico è condotta con una forza statica equivalente indicata dal produttore del sistema anticaduta. La massima forza che si può sviluppare al momento della caduta sul cavo di una linea flessibile (UNI EN 795 Classe C) è fornita dal produttore della linea vita insieme con la freccia massima in campata (dati desumibili da tabelle o grafici e variabili in funzione della geometria del sistema e del numero contemporaneo di utilizzatori).

La forza applicata viene trasmessa dal cavo ai paletti in relazione alla geometria della funicolare così come risultante al momento della caduta, ricavando per ogni paletto la condizione di carico più sfavorevole.

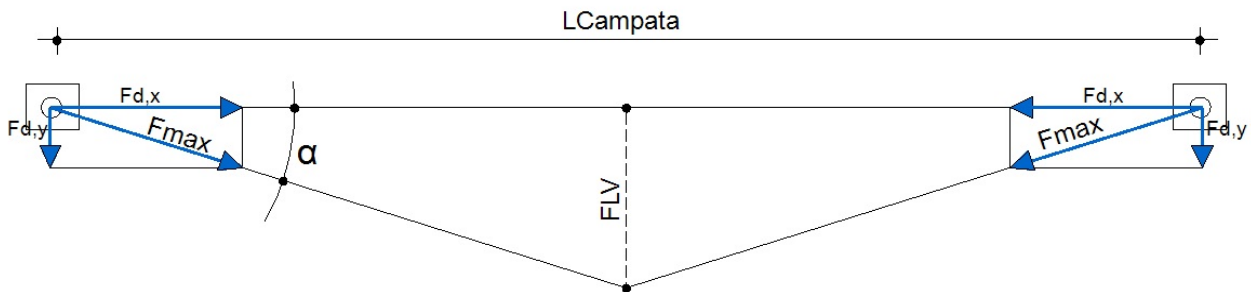
## ANCORAGGIO DEL SISTEMA ANTICADUTA

Gli elementi utilizzati (paletti, cavi, connessioni terminali, assorbitore di energia e quant'altro) sono certificati dal fabbricante e, di conseguenza, non necessitano di ulteriori verifiche. La documentazione tecnica specifica viene allegata all'elaborato tecnico della copertura.

Oggetto della presente verifica è l'ancoraggio dei paletti sottoposti alla forza massima trasmessa dal cavo al momento dell'eventuale caduta.

La linea è costituita da un cavo in acciaio con due paletti di ancoraggio alle estremità.

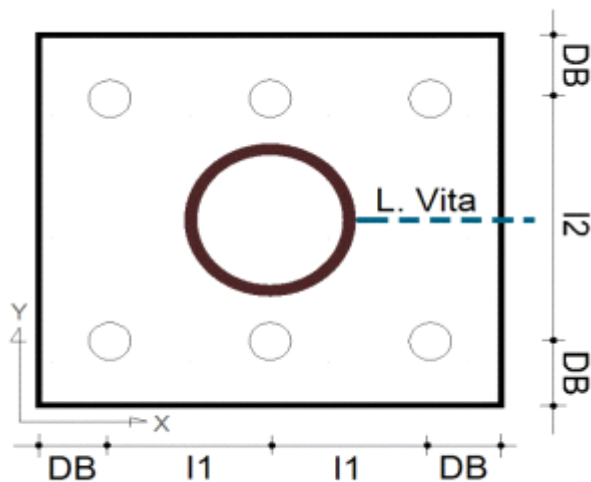
Il fabbricante del sistema adottato fornisce due abachi da cui è possibile ricavare i valori massimi della trazione sul cavo e della freccia che si sviluppano all'atto della caduta, in funzione della lunghezza totale della linea, della lunghezza della campata e del numero di utilizzatori.



## ANCORAGGI LINEA VITA A

### Dati di progetto

Freccia elastica Linea Vita	FLV	= 1.1 [m]
Forza massima sul cavo	$F_{max}$	= 12.5 [kN]
Lunghezza della campata	$L_{Campata}$	= 10 [m]
Altezza paletto ancoraggio	$H_p$	= 0.3 [m]
Numero di utilizzatori	$N_u$	= 1



DB	3 [cm]
I1	10 [cm]
I2	20 [cm]

Tipologia piastra	A 6 fori
Materiale di Ancoraggio	Legno
Massa volumica	= 380 [kg/m <sup>3</sup> ]

### Sistema di serraggio

Serraggio a "Bullone".

Diametro Nominale	$D_n$	= 12 [mm]
Diametro Filettatura	$D_f$	= 10 [mm]
Classe Acciaio	C	Classe 6.8
Lunghezza gambo	$L_g$	= 180 [mm]
Lunghezza filettatura	$L_f$	= 108 [mm]
Profondità infissione	$P_i$	= 96 [mm]

## VERIFICA ANCORAGGIO PALETTI DI ESTREMITÀ

Ogni paletto ha una flangia di incastro rettangolare ed è fisato all'elemento strutturale del tetto mediante bulloni.

$$F_d = F_k \cdot \gamma_q = 25 \quad [\text{kN}]$$

Essendo  $\gamma_q = 2$  il coefficiente di sicurezza parziale per la verifica allo stato limite ultimo, dedotto dalla UNI EN 795.

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

$$F_{d,x} = 24.42 \quad [\text{kN}] \quad (\text{valore di calcolo, nella direzione della linea vita})$$

$$F_{d,y} = 5.37 \quad [\text{kN}] \quad (\text{valore di calcolo, perpendicolarmente alla linea vita})$$

### Reazioni al piede del paletto

$$V_s = F_d = 25 \quad [\text{kN}] \quad (\text{forza di taglio risultante})$$

$$M_{s,y} = F_{d,x} \cdot H_p = 7.32 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad (\text{momento in direzione y, dovuto a } F_{d,x})$$

$$M_{s,x} = F_{d,y} \cdot H_p = 1.61 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad (\text{momento in direzione x, dovuto a } F_{d,y})$$

### 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:

$$V_b = V_s / n_t = 4.17 \quad [\text{kN}]$$

dove:

$$n_t = 6 \quad (\text{numero totale di bulloni})$$

### 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:

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

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:

$$N_x = 11.91 \quad [\text{kN}]$$

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:

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

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:

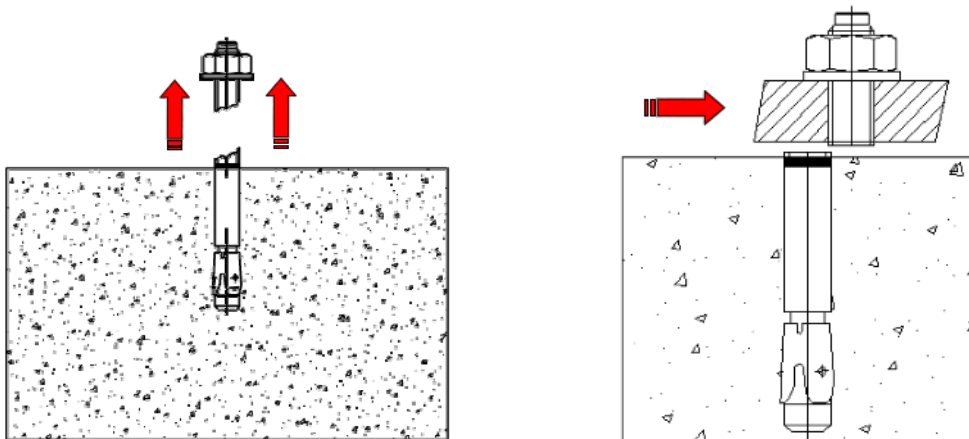
$$N_y = 2.30 \text{ [kN]}$$

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

$$N_b = N_x + N_y = 14.21 \text{ [kN]}$$

## 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

$$F_{t.Sd} = N_b = 14.21 \text{ [kN]}$$

(Valore di progetto forza di trazione)

$$F_{v.Sd} = V_b = 4.17 \text{ [kN]}$$

(Valore di progetto forza di taglio)

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

$$F_{t.Rd} = 0.9 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 31.42 \text{ [kN]}$$

(Forza resistente a trazione)

$$F_{v.Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot \omega'_b / \gamma_{Mb} = 20.94 \text{ [kN]}$$

(Forza resistente a taglio)

dove:

$$\omega'_b = 78.54 \text{ [mm}^2\text{]}$$

(area efficace della sezione ridotta (parte filettata))

$$\gamma_{Mb} = 1.35$$

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

$$f_{ub} = 600 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

(tensione ultima della vite (classe Classe 6.8))

### Condizioni di verifica (EC3 - 6.5.5)

Taglio:  $F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$  (4.17 ≤ 20.94) (VERIFICATO)

Trazione:  $F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$  (14.21 ≤ 31.42) (VERIFICATO)

Azioni combinate:  $[ F_{t,Sd} / (1.4 \cdot F_{t,Rd}) ] + [ F_{v,Sd} / F_{v,Rd} ] = 0.52 \leq 1$  (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)

$$F_{t.Sd} = 14.21 \text{ [kN]}$$

(Azione di calcolo a trazione)

$$\varphi = 12.00 \text{ [mm]}$$

(diametro del bullone)

$$L_o = 96.00 \text{ [mm]}$$

(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:

$$F_{ak} = (\pi \cdot \varphi \cdot L_o)^{0.8} \cdot f_{ak} = 18743.89 \text{ [N]}$$

con:

$$f_{ak} = 3.6 (\rho_k/100)^{1.5} = 26.67 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

(tensione di aderenza caratteristica)

$$\rho_k = 380 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

(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:

$$F_{ad} = k_{mod} \cdot F_{ak} / \gamma_M = 15.86 \text{ [kN]}$$

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

$$F_{t.Sd} \leq F_{ad} \quad (14.21 \leq 15.86)$$

(VERIFICATO)

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

$$F_{V.Sd} = 4.17 \text{ [kN]}$$

(Azione di calcolo a taglio)

$$\varphi = 12.00 \text{ [mm]}$$

(diametro nominale del bullone)



$$\varphi' = 11.00 \text{ [mm]}$$

(diametro resistente, nucleo della filettatura x 1.1)

$$t = 84.00 \text{ [mm]}$$

(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  $F_{V_k}$  risulta pari al minimo valore tra i seguenti:

$$F_{V_{k1}} = f_{hk} \cdot t \cdot \varphi'$$

(collasso per rifollamento del materiale)

$$F_{V_{k2}} = 2.3 \cdot \sqrt{M_y \cdot f_{hk} \cdot \varphi} + F_{ak} / 4$$

(collasso per plasticizzazione del gambo del bullone)

$$F_{V_{k3}} = f_{hk} \cdot t \cdot \varphi' \cdot \left( \sqrt{2 + \frac{4M_y}{(f_{hk} \cdot \varphi' \cdot t^2)}} - 1 \right) + F_{ak} / 4$$

(collasso per rifollamento e plasticizzazione)

dove:

$$M_y = 0.3 f_t \varphi^{2.6} = 115118.13 \text{ [N}\cdot\text{mm]}$$

(Momento di plasticizzazione del gambo del bullone)

$$f_{hk} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot (1 - \varphi / 100) = 27.42 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

(tensione di rifollamento nel caso di azione parallela alla direzione delle fibre, con preforo nel legno)

con:

$$\rho_k = 380.00 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

(massa volumica caratteristica del legno)

$$f_t = 600.00 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

tensione ultima del bullone (classe Classe 6.8))

Risulta, pertanto:

$$F_{V_{k1}} = 25336.82 \text{ [N]}$$

$$F_{V_{k2}} = 18841.64 \text{ [N]}$$

$$F_{V_{k3}} = 17069.18 \text{ [N]}$$

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

$$F_{V_k} = 17069.18 \text{ [N]}$$

### Resistenza di calcolo a taglio

$$F_{V_d} = K_{mod} \cdot F_{V_k} / \gamma_M = 14.44 \text{ [kN]} \quad (k_{mod}, \gamma_M \text{ sono gli stessi del caso precedente})$$

### Condizione di verifica

$$F_{V.sd} \leq F_{Vd} \quad (4.17 \leq 14.44) \quad (\text{VERIFICATO})$$

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

$$(F_{t.sd} / F_{ad})^2 + (F_{V.sd} / F_{Vd})^2 = 0.89 \leq 1 \quad (\text{VERIFICATO})$$

BATTIPAGLIA, 19 marzo 2013.

*Il tecnico*

**Ing. Claudio Ciciriello**