



COMUNE DI
ALESSANDRIA DELLA ROCCA

"LAVORI DI COMPLETAMENTO DEGLI IMPIANTI
SPORTIVI IN ZONA DI ESPANSIONE NEL
COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA"

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

ELABORATO TECNICO DELLE COPERTURE

RTP

Architetto Vito Garbo
Architetto Paolo Pettene
Architetto Giancarlo Fischetti
Ingegnere Salvatore Barone
Architetto Ignazia Grimaudo
Ingegnere Gaetano Barresi
Architetto Giuseppe Barca
Ingegnere Giuseppe Lo Faro
Architetto Enrico Accardo
Geologo Gaspare Motisi

TAV. SIC 04

DATA

IL RUP

Relazione tecnico illustrativa

(Decreto Regionale del 5 settembre 2012 n.42 - Norme sulle misure di prevenzione e protezione dai rischi di caduta dall'alto da predisporre negli edifici per l'esecuzione dei lavori di manutenzione sulle coperture in condizioni di sicurezza)

Premessa

Ai sensi del Decreto della Regione Siciliana n. 42 del 5 settembre 2012, nel caso di edifici di nuova costruzione è obbligatorio garantire le adeguate misure di prevenzione e protezione dai rischi di caduta dall'alto durante l'esecuzione dei lavori di manutenzione sulle coperture.

1. Descrizione delle coperture e della soluzione progettuale scelta

L'area oggetto dell'intervento di progettazione riguarda le coperture a padiglione della palestra polivalente.

Per la realizzazione del sistema anticaduta si è optato per l'installazione di un set di ganci scala posizionato sul lato lungo della copertura e una scaletta a pioli in acciaio zincato fissata alla copertura grecata, necessaria per superare il tratto di copertura del padiglione a pendenza elevata, quindi una serie di ancoraggi puntuali fino a raggiungere la linea vita orizzontale, ancorata a due paletti di estremità installati in corrispondenza delle terzultime travi in legno lamellare e un paletto intermedio.

L'area oggetto dell'intervento di progettazione riguarda:

- Totalmente la copertura dell'immobile
- Parzialmente la copertura dell'immobile

Tipologia delle coperture

- piana
- a volta (padiglione palestra polivalente)
- a falda

Calpestabilità delle coperture

- totalmente calpestabile
- parzialmente calpestabile
- totalmente non calpestabile

Pendenze delle coperture

- Orizzontale/Sub-Orizzontale $0\% < P < 15\%$
- Inclinata $15\% < P < 50\%$ (padiglione palestra polivalente)
- Fortemente inclinata ($P > 50\%$)

Struttura delle coperture:

- latero-cemento
- lignea (padiglione palestra polivalente)
- metallica

Presenza in copertura di:

- Linee elettriche non protette a distanza non regolamentare (art. 117 e All. IX D.Lgs. 81/2008)
- Impianti tecnologici sulla copertura
- Dislivelli tra falde contigue
- Superfici non praticabili (quali finestre a tetto, lucernari, ecc)

Note:

Per quanto riguarda il padiglione sportivo i dispositivi anticaduta andranno fissati alle travi portanti in legno, stante che la copertura si caratterizza per una copertura a volta con strato superiore e inferiore in lamiera di acciaio dello spessore di 6/10 mm e coibentazione interna, un supporto che non garantisce la tenuta dei dispositivi di sicurezza. La posizione di queste travi lignee arcuate ha dunque indirizzato il posizionamento dei sistemi di ancoraggio per la protezione contro le cadute dall'alto.

2. Descrizione del percorso di accesso alle coperture

Il percorso di accesso alle coperture consiste nell'utilizzare una scala metallica a pioli temporanea da agganciare ai ganci scala installati sul prospetto est del padiglione.

Percorso permanente

- Scala fissa a gradini
- Scala fissa a pioli (padiglione)
- Scala retrattile
- Scala portatile (da installare sui ganci scala)
- Corridoi (Largh. Min 60 cm)
- Passerelle/Andatoie

Percorso non permanente

3. Descrizione dell'accesso alle coperture

L'accesso alla copertura avviene dunque sul lato est del fabbricato in cui sarà appositamente installata la scala temporanea a pioli (agganciata ai ganci scala permanenti) quando dovranno effettuarsi gli interventi di manutenzione sulle coperture.

Una volta giunti sulla copertura a volta, tramite gli ancoraggi A1 e un'altra scala a pioli (questa fissata permanentemente alla copertura grecata) sarà possibile accedere fino alla linea vita orizzontale del padiglione.

Accesso interno

Apertura orizzontale o inclinata (dimensioni di m x m; quantità N°)

Lato inferiore libero di almeno 0,7 m – Superficie non inferiore a 0,8 m²

Apertura verticale (dimensioni di 0,7 m x 1,2 m; quantità N°1)

Larghezza minima di 0,7 m – Altezza minima di 1,2 m

Accesso esterno

Ancoraggi UNI EN 795 – UNI EN 517

Linee di ancoraggio

Parapetti

Altro

Accesso permanente

Accesso non permanente

4. Transito ed esecuzione dei lavori sulle coperture

Una volta raggiunta la copertura l'operatore dovrà essere munito di cordino di 2m, da utilizzare allo sbarco in copertura e fino a raggiungere gli ancoraggi permanenti.

Quindi l'operatore, tramite la scala fissa a pioli e gli ancoraggi di classe A1, raggiungerà la linea vita orizzontale a cui dovrà agganciarsi con una corda della lunghezza massima di 7,5 m e in tal modo potrà lavorare in trattenuta su buona parte della copertura curva. La lunghezza della corda non dovrà mai superare tale valore (7,5m) in quanto lunghezze superiori permetterebbero all'operatore di raggiungere tratti di copertura a pendenza elevata e quindi a rischio di scivolamento. Si è ritenuto che tali aree (vedi dettaglio in planimetria) siano dichiarate "non accessibili" all'operatore in copertura, per cui la manutenzione sarà autorizzata solo con cestello elevatore o sistema equivalente.

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

Elementi protettivi non permanenti

5. DPI necessari

- Imbracatura (UNI EN 361)
- Assorbitori di energia (UNI EN 355)
- Dispositivo anticaduta retrattile (UNI EN 360)
- Dispositivo anticaduta di tipo guidato (UNI EN 353-2)
- Cordino L_{max} 7,5 m (UNI EN 354) solo per transito su copertura del padiglione
- Doppio cordino L_{max} 2 metri (UNI EN 354)
- Connettori (moschettoni) (UNI EN 363)
- Kit di emergenza per recupero persone

6. Valutazioni

Valutazione del rischio di caduta:

- Arresto caduta: spazio minimo di caduta dalla copertura ammesso > 4,50 m
- Trattenuta (presenza di sistemi e procedure che impediscono, correttamente utilizzati, il raggiungimento di aree a rischio)

Valutazione delle misure di emergenza per il recupero in caso di caduta:

- Area raggiungibile da parte dei Vigili del Fuoco entro i termini raccomandati (30 minuti)
- Area non raggiungibile da parte dei Vigili del Fuoco entro i termini raccomandati (30 minuti) per cui è necessario un piano di emergenza da parte degli operatori prima di accedere alla copertura

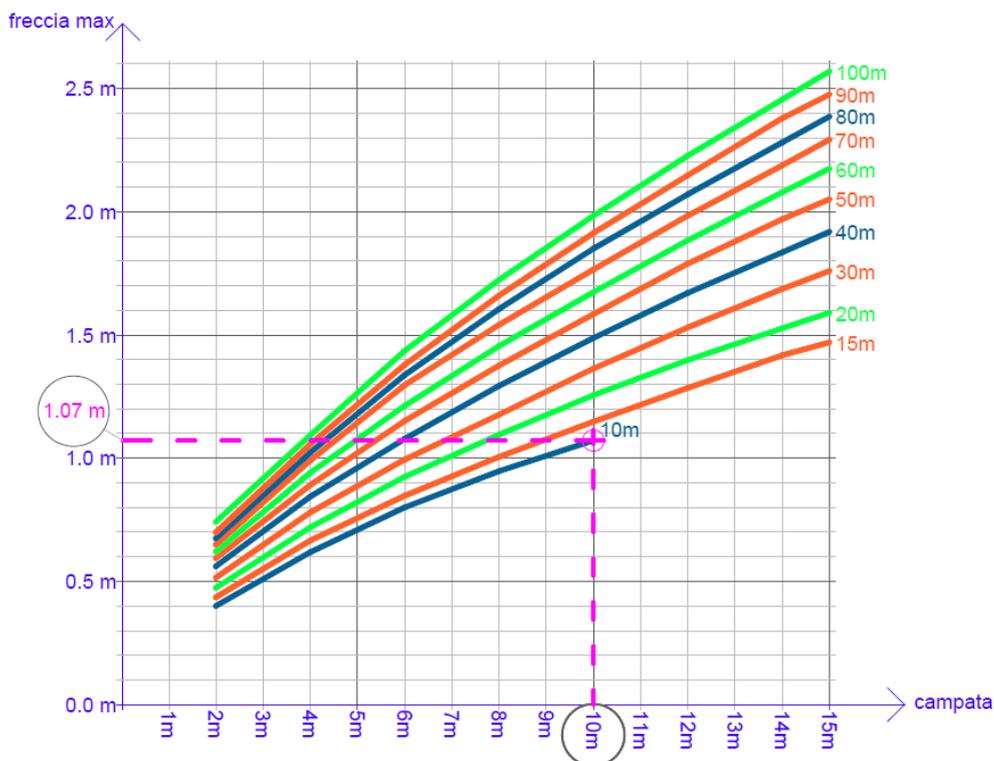
Relazione di calcolo

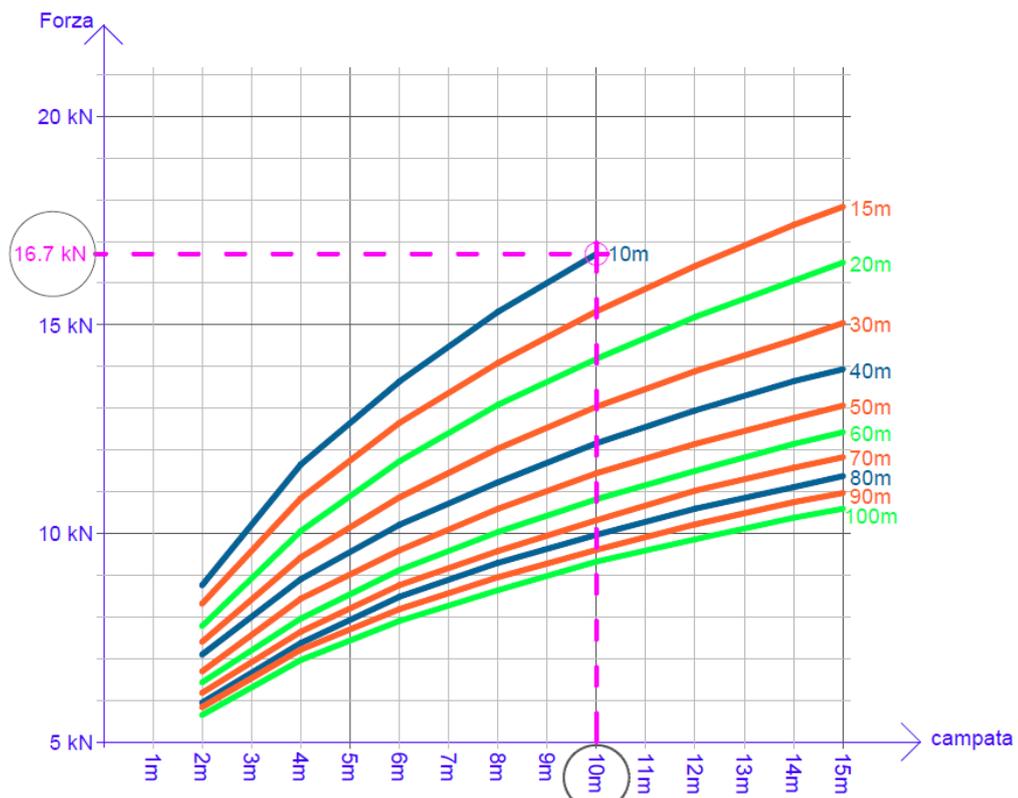
L'elaborato tecnico delle coperture ha previsto l'installazione di dispositivi permanenti anticaduta sulla copertura del padiglione.

I componenti del sistema anticaduta permanente (paletti, cavi, connessioni terminali, assorbitori, ecc) sono già certificati dal fabbricante e dunque non devono essere ulteriormente verificati. È invece oggetto di questa verifica l'ancoraggio dei paletti di estremità delle linee vita e dei dispositivi puntuali di classe A1 e A2 al sistema strutturale sottostante, sottoposti alla forza massima trasmessa dal cavo all'atto dell'eventuale caduta di un operatore.

La configurazione della linea di vita in esame è quella classica con cavo di acciaio inox collegato a due paletti di ancoraggio alti 50 cm e posizionati alle due estremità. Per ridurre la campata delle 2 linee vita sono stati previsti dei paletti intermedi di pari altezza a quelli di estremità, dotati di dispositivo di testa per lo scorrimento del cavo di acciaio.

Per verificare gli ancoraggi di estremità, in caso di caduta di uno dei 2 operatori ammessi a lavorare sulle coperture, si sono presi come base del calcolo la freccia massima del cavo e la forza di trazione sul cavo, generalmente forniti dal produttore del sistema linea vita e funzione della lunghezza complessiva della linea vita e dalla lunghezza della singola campata (vedi esempi di grafici a seguire).



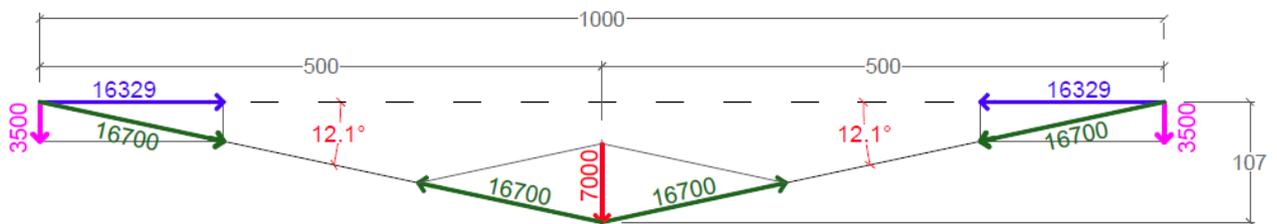


Quindi, conoscendo la geometria della linea e l'allungamento del cavo, possiamo ottenere le azioni caratteristiche trasmesse ai paletti di estremità.

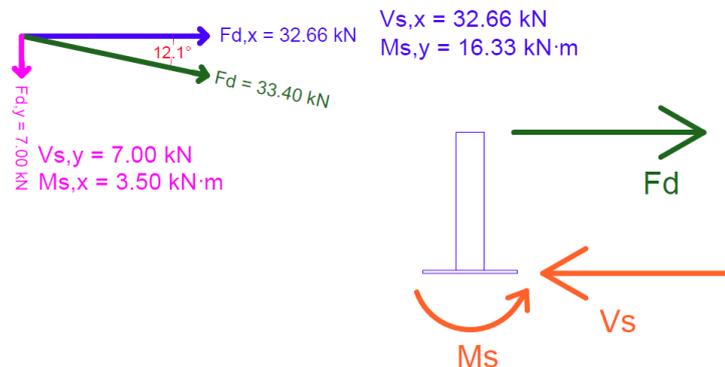
Dal momento che le sollecitazioni sono deviate rispetto agli assi principali di inerzia della flangia di incastro del paletto è necessario scomporre la forza sollecitante nelle due direzioni principali.

Le forze sollecitanti sono state moltiplicate per un coefficiente di sicurezza pari a 2 (come previsto dalla legge) in modo da ottenere le azioni sollecitanti di calcolo.

Dopo aver svolto le due analisi si sovrappongono quindi le sollecitazioni risultanti sugli ancoranti. A tal proposito si veda il seguente schema grafico della funicolare con i poligoni delle forze e lo schema delle azioni agenti sul paletto e delle conseguenti reazioni della flangia riportati di seguito.



Azioni massime di calcolo sul paletto di estremità e reazioni di incastro della flangia



Gli ancoraggi della linea vita verranno fissati alla struttura portante della copertura con la loro piastra di base disposta con il lato lungo ortogonale alla direzione della linea vita. La verifica delle viti e dell'unione viti-legno è stata condotta con calcolo allo stato limite ultimo.

Verifica dei dispositivi di classe C

La linea vita del padiglione per via della sua lunghezza complessiva di 16,4 m è stata suddivisa in più campate mediante l'installazione di un paletto di ancoraggio intermedio che porta ad una configurazione con due campate da 8,2 m.

La linea vita sarà installata completa degli accessori necessari al suo corretto funzionamento ovvero tenditore, assorbitore di energia, kit di serraggio del cavo, sigillo di garanzia, targhette identificative, ecc.

A tal proposito si riporta di seguito un'immagine esplicativa con tutti i componenti necessari per la formazione di una linea vita flessibile orizzontale, conforme alle norme tecniche:



CAVO PER DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO LINEARE
Cod. SD00700A Acciaio INOX

Cavo con diametro nominale di 8 mm composto da 7 trefoli ciascuno dei quali composto da 7 fili. Fornito con una estremità già crimpata e l'altra da redanciare durante la posa in opera tramite terminale di serraggio del cavo. A supporto dell'elevata qualità e tenuta il cavo riporta all'interno fettuccia marcata Sicur Delta; sulla crimpatura realizzata nella nostra officina sono impressi marchio registrato SD, n° di lotto del cavo e metratura.

Packaging unico dove sono inclusi i componenti necessari a formare la linea vita flessibile orizzontale TIPO C, conformi alla norma tecnica così come da test di laboratorio.

TENDITORE

Acciaio INOX

Elemento a due forcelle tornite e fresate con canala chiusa, necessario per ottenere una giusta regolazione della tensione del cavo. Si installa direttamente fra la testa del supporto ed il terminale di serraggio del cavo. In entrambi i perni filettati sono presenti forature per apporre il sigillo di garanzia.



ASSORBITORE DI ENERGIA

Acciaio INOX

Di forma elicoidale ha funzione dissipatrice degli sforzi indotti per caduta del personale utilizzatore del sistema, riducendo la forza d'impatto sugli ancoraggi di estremità. Si installa direttamente fra la testa del supporto e l'estremità di cavo redanciato.



ASSORBITORE CON SERRAGAVO INCORPORATO

Variante da utilizzare per la gamma INDUSTRY oppure in caso di cavo non redanciato.



TERMINALE DI SERRAGGIO DEL CAVO

Acciaio INOX

Con ogiva interna per garantire una tenuta maggiore rispetto alla resistenza a trazione del cavo stesso. Essendo abolito l'utilizzo dei morsetti ad U dalla norma tecnica EN 795:2012, si rende necessario questo sistema che aumenta la sua tenuta con il progressivo aumento della trazione imposta sul cavo. TESTATO IN LABORATORIO sia sull'intero sistema che in prove di trazione con il solo cavo installato.



SIGILLO DI GARANZIA

Riporta il n° impianto. Garantisce prova di non manomissione e che non è stato utilizzato il tenditore. Ad ogni intervento di ispezione o manutenzione sul sistema, la sua sostituzione con la registrazione del nuovo numero identificativo, dà prova dell'avvenuto controllo.



TARGHETTA IDENTIFICATIVA

Necessaria per annotare riferimenti e note dell'impianto.

MANUALE INSTALLAZIONE, USO E MANUTENZIONE



I paletti di ancoraggio della linea vita sono previsti con base rettangolare piana, come quelli raffigurati di seguito:

PALO BASE PIANA
Elemento con base piana utilizzato per il fissaggio su strutture con estradosso piano quali travi e cordoli in c.a., travi in legno e supporti in acciaio.

	Codice	Misura
Acciaio INOX	SD76015A	15 cm
	SD76035A	35 cm
	SD76050A	50 cm
	SD76060A	60 cm
S235 zincato a caldo	SD76015Z	15 cm
	SD76035Z	35 cm
	SD76050Z	50 cm
	SD76060Z	60 cm

In testa ai paletti di estremità dovranno essere installati i componenti necessari all'ancoraggio della linea vita, mentre in testa ai paletti intermedi dovranno essere installati dei dispositivi che consentono lo scorrimento del cavo di acciaio. Nelle figure seguenti si riportano degli esempi relativi a prodotti in commercio e idonei allo scopo.



TESTA SINGOLA

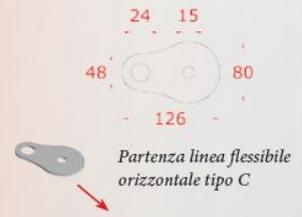
Cod. SDO0200Z - S235 zincato a caldo

Cod. SDO0200A - Acciaio INOX

Costituito da un piatto dotato di un foro centrale per l'assemblaggio all'elemento di supporto, tramite bullone fornito in dotazione con quest'ultimo.

Si utilizza per formare supporti di estremità tipo C. La terminazione forata nella parte anteriore viene utilizzata per l'inserimento dell'assorbitore di energia e/o del tenditore.

- Compatibile con:
- LINEA ROOF
 - LINEA WALL



TESTA INTERMEDIA/CURVA

Cod. SDO0410Z - S235 zincato a caldo

Cod. SDO0410A - Acciaio INOX

Costituito da doppio piatto con interposte carrucole per lo scorrimento del cavo.

Si utilizza per formare supporti intermedi delle linee in quanto permette il passaggio continuo del cavo.

La testa permette inoltre di effettuare cambi direzionali della linea vita poiché il cavo può rotare in uscita dall'elemento.

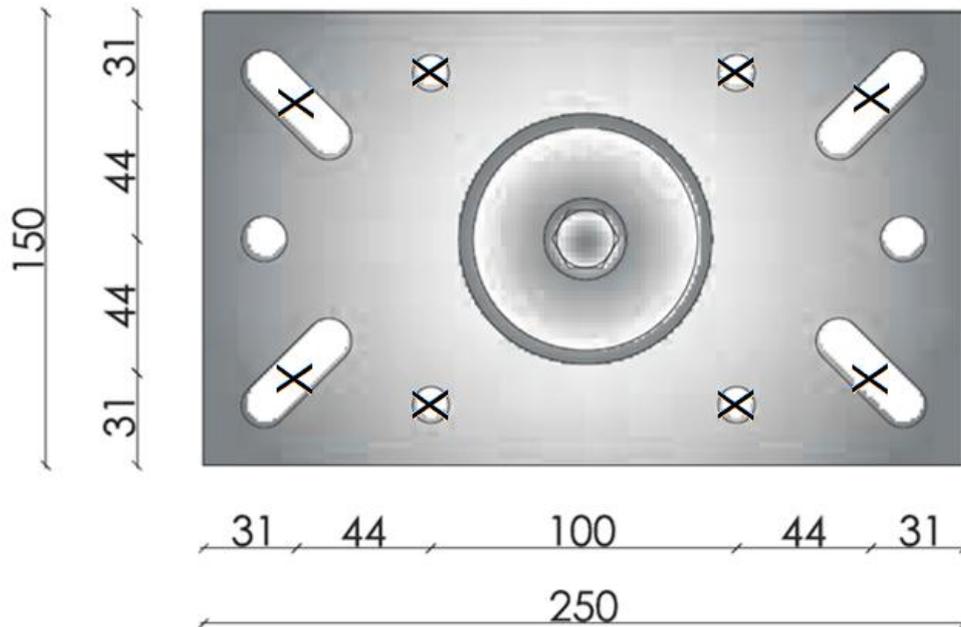
- Compatibile con:
- LINEA ROOF, LINEA WALL, LINEA FLAT.



CASO 1 - Linea vita del padiglione - installazione su trave in legno

Ogni paletto di estremità della linea vita, alto 50 cm e con una flangia di incastro rettangolare di 150x250x10 mm, sarà fissato alla trave in legno con 8 viti in acciaio (classe 4.6) di diametro nominale pari a 16 mm e lunghezza nominale di infissione di 200 mm.

Di seguito si riporta il disegno della piastra di base rettangolare con l'indicazione dei fori utilizzati per fissare il paletto alla copertura tramite le viti in acciaio.



La sollecitazione su ogni vite è stata determinata ipotizzando una ripartizione uniforme della sollecitazione, dividendo il taglio di incastro per il numero di viti.

La sollecitazione di trazione su ogni vite viene determinata ipotizzando un meccanismo di rotazione rigida della flangia sul supporto. Si è determinata quindi l'aliquota dovuta alla componente dell'azione di calcolo in direzione X e poi in direzione Y.

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

dove:

- x_i è la distanza in direzione X dal punto di rotazione alla fila i -esima
- y_i è la distanza in direzione Y dal punto di rotazione alla fila i -esima
- n_i è il numero di viti per fila
- m è il numero di file

Il centro di rotazione è stato posto in entrambi i casi in corrispondenza della prima fila di viti, per cui x_1 e y_1 risultano pari a 0 mm.

La forza di trazione sulla vite più sollecitata, risultante dalla combinazione delle due azioni, risulta essere pari a circa 36 kN, come si evince dalla tabella seguente.

A questo punto è stato accertato il rispetto, per la vite più sollecitata, delle seguenti condizioni di verifica:

$$\text{Taglio:} \quad F_{v.Sd} \leq F_{v.Rd}$$

$$\text{Trazione:} \quad F_{t.Sd} \leq F_{t.Rd}$$

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

La connessione tra la piastra in acciaio e la trave in legno è soggetta alla forza di taglio V e al momento M precedentemente considerati per la verifica delle viti, pertanto le stesse azioni precedentemente considerate per la fila di viti più sollecitate sono state ora applicate alla verifica della connessione piastra-legno.

È stata condotta prima la verifica all'estrazione della vite per effetto dell'azione di trazione parallela al suo asse e poi la verifica all'azione di taglio perpendicolare all'asse vite.

$$F_{t.Sd} \leq F_{ad}$$

$$F_{V.Sd} \leq F_{Vd}$$

Per ultimo si è svolta la verifica alle azioni combinate di estrazione e taglio per la connessione vite-legno.

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

In definitiva possiamo affermare che i paletti di estremità scelti, avendo superato tutte le verifiche svolte sono idonei a essere installati sulle coperture oggetto di studio e a proteggere l'operatore da una sua eventuale caduta durante i lavori di manutenzione in quota.

A seguire si riporta la tabella con i calcoli effettuati per la linea vita della copertura del padiglione con struttura portante in legno.

LINEA VITA - PADIGLIONE		
Elementi strutturali di classe A2 - C		
Parametro	Valore	U.M.
Lunghezza della linea vita	16,4	m
Numero di campate	2	-
Lunghezza della singola campata	8,20	m
Altezza del paletto di estremità	0,5	m
Freccia massima del cavo ipotizzata	1,05	m
Forza di trazione sul cavo in caso di caduta di un operatore	14200	N
Angolo orizzontale tra linea indeformata e linea deformata	14,4	°
Forza di trazione nella direzione del colmo (Fd,x)	13756	N
Forza di trazione perpendicolarmente al colmo (Fd,y)	3523	N

Verifica dell'ancoraggio dei paletti di estremità		
Azione caratteristica agente sul paletto metallico (Fk)	14200	N
Coeff. Di sicurezza parziale per la verifica allo stato limite ultimo (γ_q)	2	-
Azione orizzontale di calcolo sul paletto metallico (Fd)	28400	N
Azione di calcolo nella direzione del colmo (Fd,x)	27512	N
Azione di calcolo perpendicolarmente al colmo (Fd,y)	7046	N
Reazioni di incastro al piede del paletto		
Taglio totale (Vs)	28400	N
Taglio dovuto a Fd,x (Vs,x)	27512	N
Momento sollecitante dovuto a Fd,x (Ms,y)	13756	N*m
Taglio dovuto a Fd,y (Vs,y)	7046	N
Momento sollecitante dovuto a Fd,y (Ms,x)	3523	N*m
Numero di viti per il fissaggio del paletto	8	-
Taglio su ogni singola barra (Vb)	3550	N
Distanza (in direzione x) della 1ª fila dal centro di rotazione (x_1)	0	m
Distanza (in direzione x) della 2ª fila dal centro di rotazione (x_2)	0,044	m
Distanza (in direzione x) della 3ª fila dal centro di rotazione (x_3)	0,144	m

Distanza (in direzione x) della 4 ^a fila dal centro di rotazione (x_4)	0,188	m
Numero di viti (in direzione x) della 1 ^a fila	2	-
Numero di viti (in direzione x) della 2 ^a fila	2	-
Numero di viti (in direzione x) della 3 ^a fila	2	-
Numero di viti (in direzione x) della 4 ^a fila	2	-
Forza di trazione su ogni vite della 1 ^a fila ($N_{x,1}$)	0	N
Forza di trazione su ogni vite della 2 ^a fila ($N_{x,2}$)	5216	N
Forza di trazione su ogni vite della 3 ^a fila ($N_{x,3}$)	17072	N
Forza di trazione su ogni vite della 4 ^a fila ($N_{x,4}$)	22288	N
Forza di trazione massima in direzione x ($N_{x,max}$)	22288	N
Distanza (in direzione y) della 1 ^a fila dal centro di rotazione (y_1)	0	m
Distanza (in direzione y) della 2 ^a fila dal centro di rotazione (y_2)	0,088	m
Numero di barre (in direzione y) della 1 ^a fila	4	-
Numero di barre (in direzione y) della 2 ^a fila	4	-
Forza di trazione su ogni vite della 1 ^a fila ($N_{y,1}$)	0	N
Forza di trazione su ogni vite della 2 ^a fila ($N_{y,2}$)	10008	N
Forza di trazione massima in direzione y ($N_{y,max}$)	10008	N
Forza di trazione sulla vite più sollecitata (N_b)	32296	N

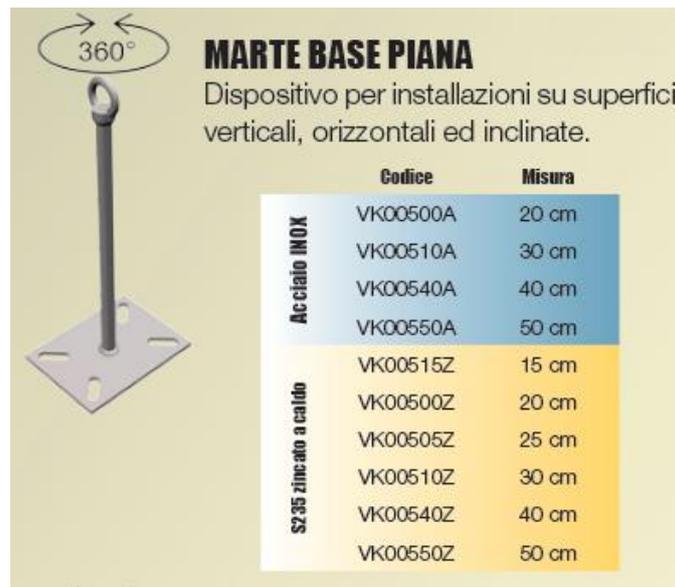
Verifica della vite più sollecitata		
Diametro nominale della vite - gambo liscio (ϕ)	16	mm
Area della sezione della vite - gambo liscio (ω_b)	201	mm ²
Diametro della sezione ridotta della vite - parte filettata (ϕ')	14,0	mm
Area efficace della sezione ridotta - parte filettata ($\omega'b$)	154	mm ²
Coeff. di sicurezza del materiale (EC3 - 6.1.1) (γ_{Mb})	1,35	-
Tensione ultima della vite per Classe 4.6 (f_{ub})	400	N/mm ²
Forza di calcolo a trazione (F_t, S_d)	32296	N
Forza di calcolo a taglio (F_v, S_d)	3550	N
Forza resistente a trazione (F_t, R_d)	41029	N
Forza resistente a taglio per classe 4.6 (F_v, R_d)	35726	N
Verifica della resistenza alla trazione $F_t, S_d \leq F_t, R_d$	VERO	

Verifica della resistenza al taglio	$F_v, S_d \leq F_v, R_d$	VERO	
Verifica delle azioni combinate di taglio e trazione $[F_t, S_d / (1,4 * F_t, R_d)] + [F_v, S_d / F_v, R_d] \leq 1$		0,66	VERO

Verifica della connessione PIASTRA - LEGNO			
Forza di calcolo a trazione (Ft,Sd)		32296	N
Diametro nominale della vite (ϕ)		16	mm
Lunghezza totale della vite (L)		200	mm
Lunghezza efficace di infissione - lunghezza p. filettata meno un diam. (L_0)		184	mm
Massa volumica caratteristica del legno (ρ_k)		450	kg/m ³
Tensione di aderenza caratteristica (f_{ak})		34,37	N/mm ²
Resistenza caratteristica all'estrazione (F_{ak})		51146	N
Coeff. di sicurezza parziale (EC.5 prospetto 2.3) (γ_M)		1,3	-
Coeff. Di correzione in funzione della durata del carico (k_{mod})		1,1	-
Resistenza di calcolo all'estrazione (F_{ad})		43278	N
Verifica della resistenza all'estrazione della vite per effetto di trazione parallela al suo asse	$F_t, S_d \leq F_{ad}$	VERO	
Forza di calcolo a taglio (FV,Sd)		3550	N
Diametro resistente della vite (d sezione ridotta*1,1) (ϕ'')		15,4	mm
Lunghezza efficace di infissione - lunghezza p. filettata meno un diam. (L_0)		184	mm
Momento di plasticizzazione del gambo della vite (M_y)		162141	N*mm
Tensione di rifollamento caratteristica nella vite (f_{hk})		31,00	N/mm ²
Resistenza al collasso per rifollamento del legno		87830	N
Resistenza al collasso per plasticizzazione del gambo della vite		33411	N
Resistenza al collasso per rifollamento e plasticizzazione		102362	N
Resistenza caratteristica all'azione di taglio (la minima tra le tre) (F_{vk})		33411	N
Resistenza di calcolo all'azione di taglio perpendicolare all'asse della vite (F_{vd})		28271	N
Verifica della resistenza all'azione di taglio perpendicolare all'asse della vite	$F_v, S_d \leq F_{vd}$	VERO	
Verifica delle azioni combinate di estrazione e taglio per la connessione vite-legno	$(F_t, S_d / F_{ad})^2 + (F_v, S_d / F_{vd})^2 \leq 1$	0,57	VERO

Verifica dei dispositivi di classe A1 e A2

I dispositivi di classe A1 e A2 utilizzati nel caso in esame sono caratterizzati da una piastra di distribuzione dei carichi dotata di 4 fori per il fissaggio dei tasselli di ancoraggio alle coperture dell'edificio. A seguire si riportano un'immagine relativa ai dispositivi di classe A1 e A2 presi a riferimento per il calcolo:



Tali dispositivi dovranno essere utilizzati da un solo operatore alla volta e la forza di progetto è stata fissata pari a 10.000 N, come previsto dalla norma e dal produttore. L'azione sull'ancoraggio la si può scomporre in due componenti di taglio e trazione sulle viti.

Non volendo affrontare l'analisi esatta di questo problema, in quanto difficile e poco affidabile nei risultati, si assume a vantaggio di sicurezza che il taglio complessivo sulle viti sia pari al valore della forza di progetto (10.000 N) e la componente di trazione complessiva sia pari alla metà del taglio.

Azioni di calcolo sugli ancoraggi di classe A1 o A2		
Parametro	Valore	U.M.
Azione di progetto agente sull'ancoraggio (F_d)	10000	N
Numero di barre filettate per il fissaggio dell'ancoraggio (n_{tot})	4	-
Forza di calcolo a taglio (F_v, S_d)	2500	N
Forza di calcolo a trazione (F_t, S_d)	1250	N

Per gli ancoraggi A1 del padiglione è stata effettuata la verifica dell'ancoraggio delle viti, fissate alle travi in legno. A tal proposito sono state effettuate le seguenti verifiche:

$$\text{Taglio:} \quad F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$\text{Trazione:} \quad F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$$

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

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti:

Verifica delle viti M12 di classe 5.8 alle azioni di calcolo		
Diametro nominale della vite (ϕ)	12	mm
Diametro della sezione ridotta della vite (ϕ')	10,3	mm
Area resistente di una vite M12 ($\omega'b$)	84	mm ²
Coeff. parziale di sicurezza del materiale (γ_{Mb})	1,35	-
Resistenza caratteristica a rottura delle viti in acciaio classe 5.8 (f_{ub})	500	N/mm ²
Forza sollecitante di calcolo a trazione ($F_{t,Sd}$)	1250	N
Forza sollecitante di calcolo a taglio ($F_{v,Sd}$)	2500	N
Forza resistente a trazione ($F_{t,Rd}$)	27998	N
Forza resistente a taglio ($F_{v,Rd}$)	18665	N
Verifica della resistenza alla trazione $F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$	VERO	
Verifica della resistenza al taglio $F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$	VERO	
Verifica delle azioni combinate di taglio e trazione $[F_{t,Sd}/(1,4 \cdot F_{t,Rd})] + [F_{v,Sd}/F_{v,Rd}] \leq 1$	0,17	VERO

Come si evince dalle tabelle sopra riportate vengono rispettate tutte le condizioni di verifica per cui possiamo affermare che i dispositivi scelti sono idonei ad essere installati nella configurazione di calcolo studiata.

CONCLUSIONI

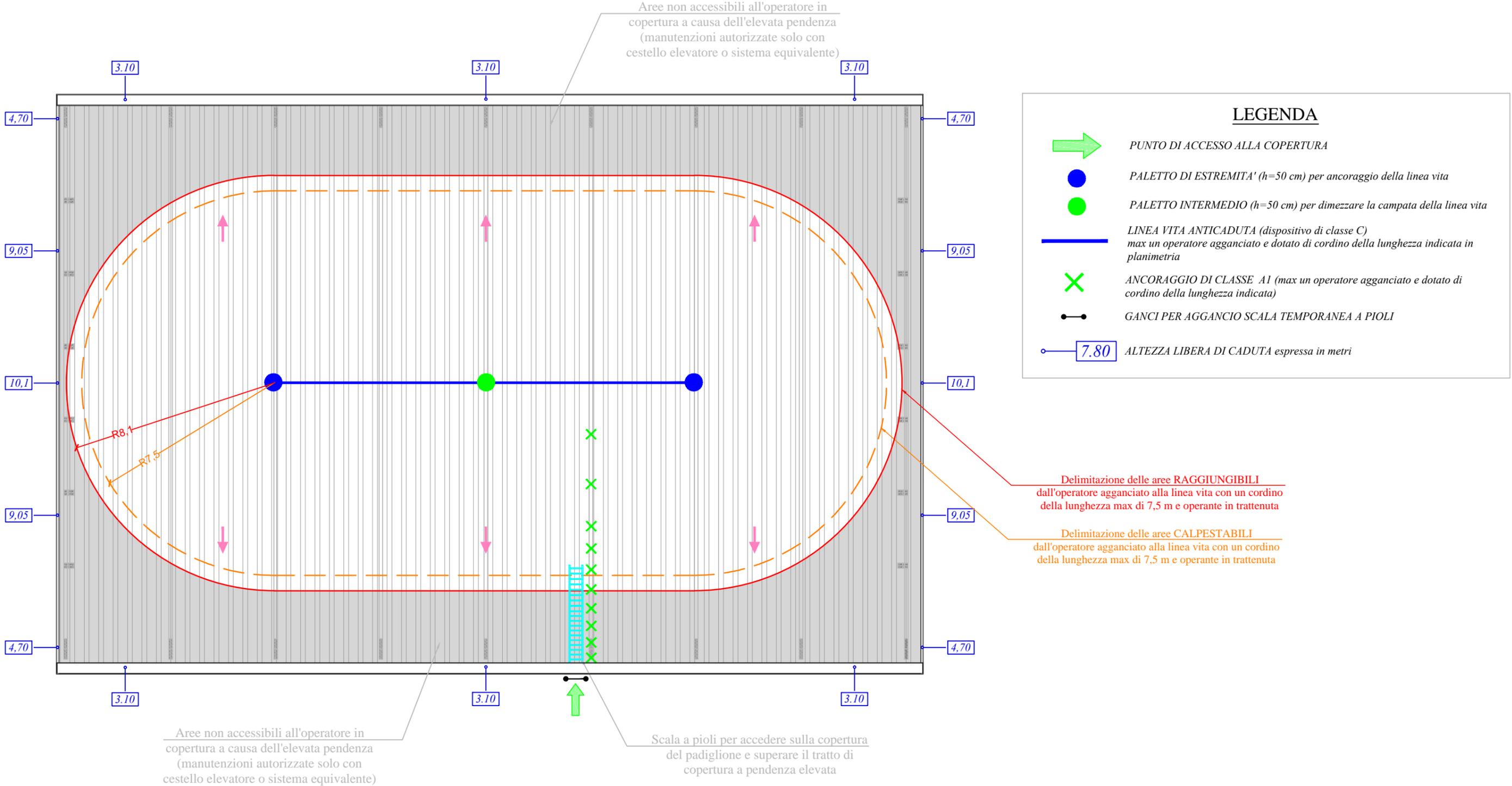
Tutti i calcoli effettuati hanno confermato la fattibilità della soluzione progettuale scelta per cui è possibile installare la linea vita nella configurazione ipotizzata, così come calcolata nelle pagine precedenti, e i vari dispositivi di ancoraggio puntuale A1 e A2, anch'essi calcolati e verificati.

ALLEGATI

Alla presente relazione sono allegate:

- Planimetria delle coperture con dispositivi di sicurezza contro le cadute dall'alto
- Sezione dell'impianto sportivo con dispositivi di sicurezza contro le cadute dall'alto

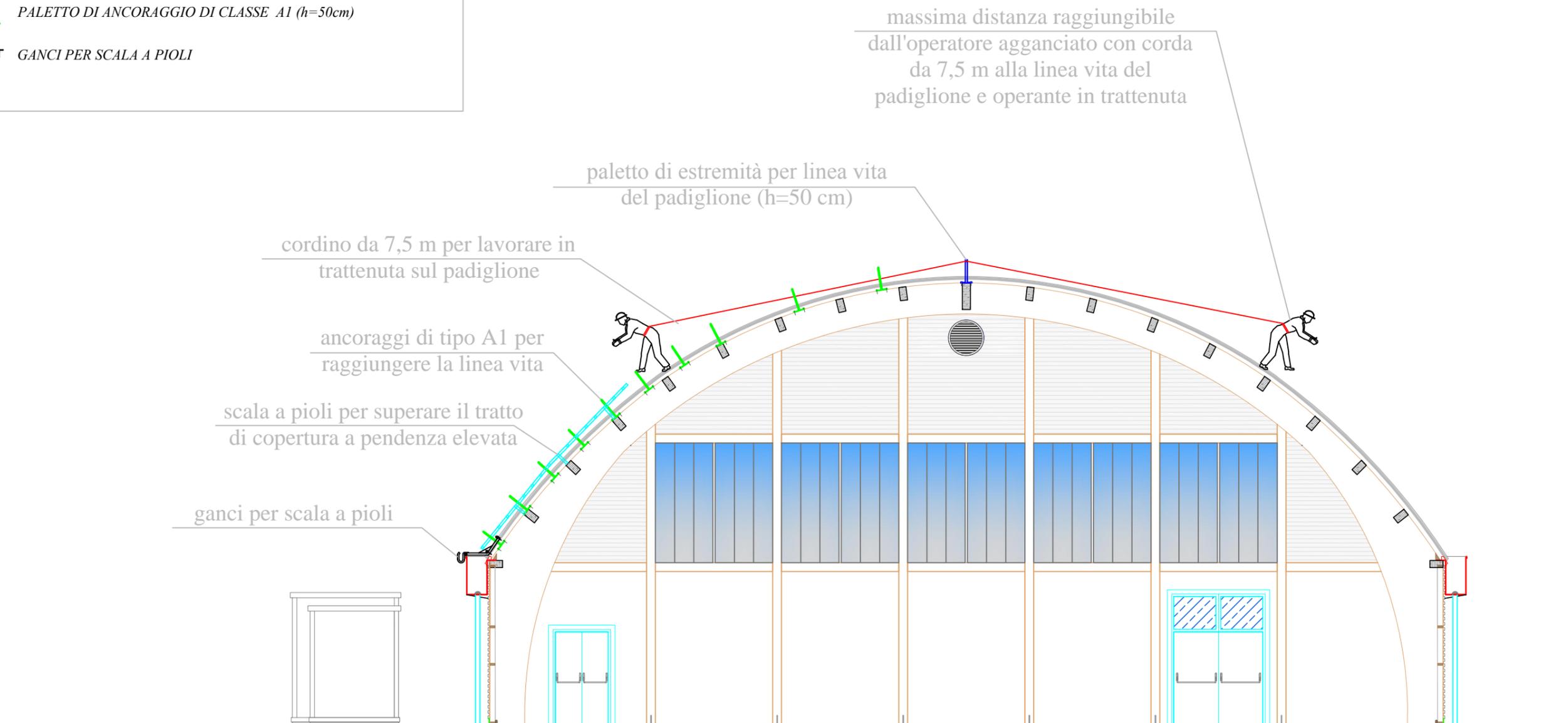
PLANIMETRIA DELLE COPERTURE CON DISPOSITIVI DI SICUREZZA CONTRO LE CADUTE DALL'ALTO



SEZIONE DELL'IMPIANTO SPORTIVO CON DISPOSITIVI DI SICUREZZA CONTRO LE CADUTE DALL'ALTO

LEGENDA

-  PALETTO DI ESTREMITA' (h=50cm) per ancoraggio della linea vita
-  PALETTO DI ANCORAGGIO DI CLASSE A1 (h=50cm)
-  GANCI PER SCALA A PIOLI



SCALA 1:100