



Fascicolo tecnico

USO – MANUTENZIONE – INSTALLAZIONE

PROCT SUV – PROCT FSP

PARAPETTO PERMANENTE

UNI EN ISO n° 14122-3; NTC 2018; D.LGS 81/08 e s.m.i.

SOMMARIO

PREMESSA.....	4
1. PRODUTTORE.....	5
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1 QUADRO GENERICO.....	6
2.2 PRESTAZIONI RICHIESTE PER PARAPETTO A NORMA UNI EN 14122-3 :2016.....	6
2.3 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL METODO DEGLI STATI LIMITE SECONDO LA NTC 2018.....	8
3. GARANZIE.....	9
3.1 ESCLUSIONE DI GARANZIA DEL PRODOTTO.....	9
4. AVVERTENZE OBBLIGATORIE	10
5. CONTROLLI PRIMA DELL'USO.....	10
6. SCHEDA TECNICA – CASI CONSIDERATI.....	11
6.1 PARAPETTO PERMANENTE SU PIANO ORIZZONTALE E SU VELETTA VERTICALE	11
6.2 COMPONENTI PRINCIPALI.....	12
6.3 COMPONENTI ACCESSORI.....	13
6.4 DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIAGATI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	14
7. SCHEMA DI MONTAGGIO: PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE	15
8. SCHEMA DI MONTAGGIO: PARAPETTO SU VELETTA INTERNA/ESTERNA	22
9. RAPPORTO DI PROVA.....	33
10. RELAZIONE DI CALCOLO: PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE	37
10.1 VALUTAZIONI DEI CASI CONSIDERATI	37
10.2 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3 :2016	38
10.3 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8).....	38
10.4 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	39
10.5 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	41
10.6 VERIFICADELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	42
10.7 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NTC 2018.....	43
10.8 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	46
10.9 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	47
10.10 VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)	48
10.11 VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)	49
10.12 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE	50
10.12.1 Verifica a taglio dei bulloni (NTC18).....	51
10.12.2 Verifica a trazione dei bulloni (NTC18)	51
10.12.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)	51
10.12.4 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)	52
10.12.5 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	52
10.13 VERIFICA DELLE VITI SU SUPPORTO IN C.A.	53

10.13.1	Verifica a taglio delle viti (NTC18).....	54
10.13.2	Verifica a trazione delle viti (NTC18).....	54
10.13.3	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)	54
10.13.4	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)	55
10.13.5	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	55
10.13.6	Verifica della resistenza a taglio per rottura della vite (ETAG 001)	56
10.13.7	Verifica della resistenza a taglio per scalzamento (pryout) del calcestruzzo (ETAG 001).....	57
10.13.8	Verifica della resistenza a trazione per rottura della vite (ETAG 001)	57
10.13.9	Verifica della resistenza a trazione per rottura del cono di cls (ETAG 001)	58
10.13.10	Verifica della resistenza a trazione per fessurazione del cls (ETAG 001)	59
11.	RELAZIONE DI CALCOLO: PARAPETTO SU VELETTA INTERNA/ESTERNA	61
11.1	VALUTAZIONI DEI CASI CONSIDERATI	61
11.2	GENERALITÀ DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3 :2016.....	62
11.3	VERIFICA DELL'USABILITÀ DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	62
11.4	VERIFICA DELL'USABILITÀ DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8).....	63
11.5	VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	64
11.6	VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)	65
11.7	GENERALITÀ DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO NA NTC 2018	66
11.8	VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	69
11.9	VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	69
11.10	VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)	70
11.11	VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)	71
11.12	VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE	72
11.12.1	Verifica a taglio dei bulloni (NTC18).....	72
11.12.2	Verifica a trazione dei bulloni (NTC18)	72
11.12.3	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)	73
11.12.4	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)	73
11.12.5	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	74
11.13	VERIFICA DELLE VITI SU SUPPORTO IN C.A.	75
11.13.1	Verifica a taglio delle viti (NTC18).....	75
11.13.2	Verifica a trazione delle viti (NTC18).....	75
11.13.3	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)	76
11.13.4	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)	76
11.13.5	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	77
11.13.6	Verifica della resistenza a taglio per rottura della vite (ETAG 001)	78
11.13.7	Verifica della resistenza a taglio per scalzamento (pryout) del calcestruzzo (ETAG 001).....	78
11.13.8	Verifica della resistenza a trazione per rottura della vite (ETAG 001)	79
11.13.9	Verifica della resistenza a trazione per rottura del cono di cls (ETAG 001)	79
11.13.10	Verifica della resistenza a trazione per rottura del calcestruzzo dovuto alla fessurazione (ETAG 001)	
	81	
11.14	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA	83
11.15	MANUTENZIONE ORDINARIA.....	83
11.16	MANUTENZIONE STRAORDINARIA	83

11.17	REGISTRO DI PRESA VISIONE	84
12.	DICHIARAZIONE DI CORRETTA POSA	85

PREMESSA

Il presente fascicolo tecnico di installazione, uso e manutenzione è redatto in riferimento ai requisiti di Legge ed ha lo scopo di fornire all'installatore e all'utilizzatore una conoscenza appropriata e necessaria su:

- Installazione;
- Uso;
- Manutenzione;

del **parapetto permanente** come **dispositivo di protezione collettiva**.

Il presente **Fascicolo Tecnico è parte integrante del prodotto**, quindi deve essere conservato integralmente per tutta la durata dell'attrezzatura, custodito da persona responsabile in buono stato e messo a disposizione degli operatori che devono accedere al sistema.

Per ragioni di sicurezza è necessario che il personale che le intende utilizzare, deve controllarne i **potenziali rischi** derivanti dal lavoro in quota. È essenziale che il personale addetto ai lavori in quota sia addestrato, dichiarato come competente e che abbia ricevuto istruzioni che gli consentano di utilizzare ed eseguire le manutenzioni ed ispezioni periodiche sugli elementi in modo corretto, e di essere a conoscenza delle limitazioni, delle precauzioni e dei pericoli derivanti dall'uso improprio delle stesse.

Prima del montaggio è necessario verificare che la struttura di supporto a cui ci si va a fissare il prodotto, sia in grado di sopportare il carico derivante da un'eventuale caduta, tale **verifica** deve essere effettuata **da un tecnico qualificato**. Nel caso in cui l'installatore nutra qualche dubbio sul procedimento di installazione, non deve assolutamente procedere ma è tenuto a contattare l'azienda produttrice.

In caso di cessioni ad altri, il presente Fascicolo Tecnico, l'Elaborato Tecnico e la Relazione di calcolo dovranno essere consegnati al nuovo proprietario, il quale rimane investito di tutta la sua parte di responsabilità, indispensabile per il rispetto dell'obiettivo.

NOTA

I prodotti sono in continua evoluzione, il centro ricerca e sviluppo interno è costantemente impegnato a rispondere alle diverse esigenze creando sempre nuove risposte. Per questo motivo i prodotti di seguito riportati possono subire delle modifiche volte a migliorarne le possibilità di utilizzo e di impiego.

Per avere eventuali aggiornamenti sui prodotti di vostro interesse, Vi preghiamo di consultare il nostro ufficio tecnico:

- **+ 39 0172. 750 103**
- **+ 39 333. 742 87 37**
- **+ 39 340. 461 57 90**

1. PRODUTTORE

I **parapetti permanenti** sono prodotti dalla società iscritta alla CCIAA di Milano al Numero Rea MI2108086 C.F./P.IVA 09701120967.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I parapetti permanenti prodotti sono conformi alle Norme Tecniche vigenti; ed in particolare:

- Legge 5/11/1971 N. 1086:** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica";
- D.M. 10/03/1998:** "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro" e successive modificazioni;
- D.M. 09/01/1998:** "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per strutture metalliche"
- D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 21/01/2019:** Istruzioni per l'"Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. 09 Aprile 2008 n° 81:** "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";

Integrato dalla Legge 07/07/2009 n° 88 e dal D. Lgs. 03/Agosto 2009 n° 106;
- UNI 11578:2015:** "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova"
- UNI EN 795:2012:** "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio"
- UNI EN ISO 14122-3:2016:** "Sicurezza del macchinario – mezzi di accesso permanenti al macchinario – Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti" con particolare riferimento al Prg. 8.2;
- ETAG 001:** "Guida Europea delle tecniche di ancoraggi metallici per iniezione da utilizzare sul cemento – Allegato C: Metodi di progettazione per gli ancoraggi"

- Le comuni norme di Scienza e Tecnica delle Costruzioni**

La conformità alle norme citate è sempre subordinata all'impiego di DPI ed accessori conformi alle loro Norme di riferimento (UNI EN 352, UNI EN 354, UNI EN 355, UNI EN 358, UNI EN 361, UNI EN 362, UNI EN 363, UNI EN 365).

2.1 QUADRO GENERICO

Per la progettazione degli elementi e per la stesura della relazione stessa sono state considerate in particolar modo le presenti norme tecniche:

- **UNI EN ISO 14122-3:2016** "Sicurezza del macchinario - Mezzi di accesso permanenti al macchinario - Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti";
- **NTC 2018** Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

La terza fonte normativa che si intende citare è il Testo Unico in materia di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, per quanto concerne l'argomento in oggetto, si può far riferimento all'ALLEGATO IV D. Lgs 81/08: REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO:

- 1.7.2.1. Agli effetti del presente decreto è considerato "normale" un parapetto che soddisfi alle seguenti condizioni;
- 1.7.2.1.1. Sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione;
- 1.7.2.1.2. Abbia un'altezza utile di almeno un metro;
- 1.7.2.1.3. Sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed il pavimento;
- 1.7.2.1.4. Sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, al massimo sforzo cui può essere assoggettato, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione;
- 1.7.2.2. E' considerato "parapetto normale con arresto al piede" il parapetto definito al comma precedente, completato con fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno 15 centimetri.

2.2 PRESTAZIONI RICHIESTE PER PARAPETTO A NORMA UNI EN 14122-3 :2016

Si specifica chiaramente che i parapetti costruiti secondo questa norma debbano essere utilizzati ad uso esclusivo per la protezione dei lavori a macchine o in presenza di macchine.

I requisiti specifici applicabili ai parapetti per la Normativa sulla "Sicurezza del macchinari" UNI EN ISO 12100-3 sono:

"Quando l'altezza di un'eventuale caduta è maggiore di 500 mm è necessario installare un parapetto.

[...].

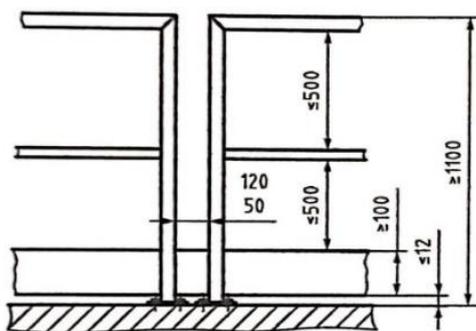
L'altezza minima del parapetto deve essere 1100 mm. L'altezza del corrimano deve essere \leq 1100 mm.

Il corrimano deve essere parallelo alla linea di percorso.

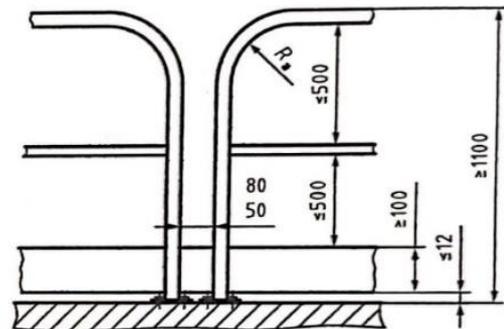
Il parapetto deve includere almeno un corrente intermedio o un'altra protezione equivalente. Lo spazio libero tra il corrimano e il corrente intermedio, come pure tra il corrente intermedio e la tavola fermapièdi, non deve essere maggiore di 500 mm. [...].

Una tavola fermapiedi con un'altezza minima di 100 mm deve essere installata al massimo a 12 mm dal piano di calpestio e dal bordo della piattaforma [...]. Se c'è uno spazio tra le tavole fermapiedi di segmenti adiacenti del parapetto, questo spazio non deve essere maggiore di 20 mm.

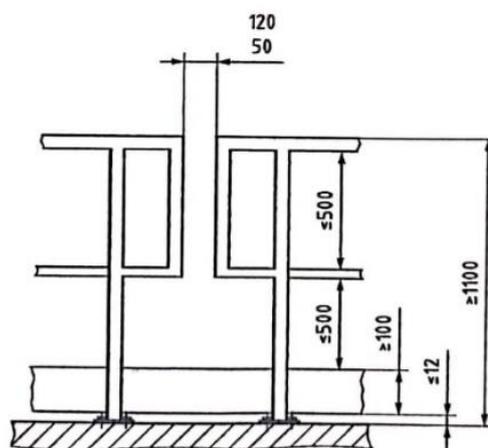
La distanza tra gli assi dei montanti deve essere preferibilmente limitata a 1500 mm. Se si eccede tale distanza, si deve prestare particolare attenzione alla resistenza del fissaggio dei montanti e ai dispositivi di fissaggio."



a)



b)



c)

2.3 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL METODO DEGLI STATI LIMITE SECONDO LA NTC 2018

Secondo la NTC18 - §2.1:

“Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- [...]”

La struttura viene pertanto progettata in modo da restare idonea, con accettabile probabilità e con un adeguato grado di sicurezza, all'utilizzo previsto, ossia per il suo normale uso, senza subire danni e dovrebbe sopportare eventi eccezionali, più gravosi di quelli normali, con adeguata capacità di resistenza senza giungere al crollo.

“Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d), con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d , funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

Il valore di progetto della resistenza di un dato materiale X_d è, a sua volta, funzione del valore caratteristico della resistenza, definito come frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza, attraverso l'espressione: $X_d = X_k / \gamma_M$, essendo γ_M il fattore parziale associato alla resistenza del materiale.” [NTC18 – §2.3]

3. GARANZIE

I prodotti distribuiti sono coperti dalla garanzia di durata 10 (dieci) anni ed è accordata solo nel caso in cui:

- Tutti gli accessori siano stati forniti dal produttore;
- I parapetti siano stati posati ed utilizzati secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico;
- Sono state eseguite le attività di manutenzione con cadenza annuale e secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico.

3.1 ESCLUSIONE DI GARANZIA DEL PRODOTTO

Le istruzioni riportate in questo Fascicolo Tecnico non sostituiscono, ma integrano gli obblighi per il rispetto della legislazione vigente sulle norme di sicurezza e antinfortunistica, per cui il produttore e il distributore declina ogni responsabilità in caso di:

- Uso contrario alle leggi nazionali sulla sicurezza e sull'antinfortunistica;
- Errata predisposizione del luogo presso il quale l'attrezzatura dovrà essere applicata;
- Mancanza o errata osservanza delle istruzioni fornite dal Fascicolo Tecnico;
- Modifiche all'attrezzatura non autorizzate;
- Uso da parte di personale non addestrato e non idoneo;
- Usi diversi da quelli previsti dal costruttore;
- Cattiva manutenzione e/o usi di parti di ricambio non originali;
- Non sono state eseguite le attività di manutenzione con cadenza annuale e secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico di installazione, uso e manutenzione;
- Manomissione dell'attrezzatura;
- Attrezzatura danneggiata durante la movimentazione e l'utilizzo.

Al ricevimento dell'attrezzatura, il destinatario deve controllare l'integrità e completezza della fornitura. Eventuali anomalie difetti o danni vanno immediatamente segnalati al costruttore tramite comunicazione scritta e controfirmata dal vettore.

Qualsiasi inosservanza di queste regole fa decadere automaticamente ogni forma di garanzia.

4. AVVERTENZE OBBLIGATORIE

- Non utilizzare questo prodotto prima di aver letto e compreso le istruzioni d'uso e di montaggio. In caso di dubbi contattare il fornitore;
- Prima di iniziare il lavoro verificare che l'area non presenti insidie pericolose per il lavoro stesso. Non utilizzare il prodotto prima di aver reso sicura la zona di lavoro;
- Prima dell'uso ci si deve assicurare che siano stati presi tutti i provvedimenti di sicurezza per impedire uno spostamento accidentale;
- E' proibito arrampicarsi sul parapetto di protezione;
- E' fatto divieto assoluto di avvicinarsi a meno di 5 ml da linee elettriche. Controllare che l'area sia libera prima di iniziare il lavoro;
- Controllare le parti del prodotto prima di ogni suo utilizzo e non usare mai il prodotto se presenta parti difettose o mancanti.

Il produttore non è responsabile di eventuali danni a persone o cose che possano derivare da improprio utilizzo del prodotto o da inosservanza anche parziale delle norme e indicazioni riportate sul presente Fascicolo Tecnico, o per mancanza di periodici controlli o manutenzioni contro eventuali danni causati dall'usura e degli agenti atmosferici. Si consiglia a proposito un attento controllo delle parti della struttura prima di ogni impiego.

5. CONTROLLI PRIMA DELL'USO

Assicurarsi che la zona di lavoro sia adatta e sicura, controllando che:

- Non ci siano elementi di disturbo al montaggio o utilizzo del prodotto;
- Tutte le parti del prodotto siano in buono stato;
- I fissaggi tra i vari componenti siano corretti e ben saldi;
- Che il piano di appoggio dei contrappesi, sia stabile e atto a garantire la portata degli stessi.

6. SCHEDA TECNICA – CASI CONSIDERATI

I casi a cui si riferisce tale relazione di calcolo sono i seguenti:

PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE

- Parapetto su solaio di copertura (montante verticale e montante curvo);
- Parapetto sulla testata della veletta (montante verticale e montante curvo).

PARAPETTO SU VELETTA VERTICALE

- Parapetto su veletta esterna (montante verticale e montante curvo);
- Parapetto su veletta interna (montante verticale e montante curvo).

6.1 PARAPETTO PERMANENTE SU PIANO ORIZZONTALE E SU VELETTA VERTICALE

Si tratta di parapetti permanenti impiegati per la protezione degli operatori contro cadute accidentali su luoghi di lavoro durante i lavori in quota. Il sistema segue le seguenti caratteristiche principali:

- Si prevede il montaggio di blocchi modulari di altezza minima da Normativa pari a 1,10 ml per tutto lo sviluppo necessario al fine di proteggere eventuali varchi con potenziale caduta;
- Il parapetto permanente può essere installato su falde con una pendenza massima del 10%;
- I montanti vengono posizionati ad un interasse massimo di 1.50 ml.

I montanti principali devono essere saldi e vincolati alla struttura di sostegno tramite apposite staffe sagomate, che permettono di:

- Sopportare il carico;
- Garantire il mantenimento delle distanze relative come da norma.

Contestualmente alla fornitura dei moduli di parapetto, vengono altresì indicati o forniti i sistemi di fissaggio opportuni adatti ad ogni tipologia di supporto.

Gli accessori disponibili sono tutti quelli di uso più comune, come:

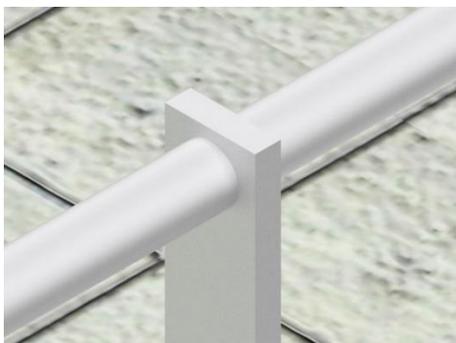
- Corrimano a gomito in grado di garantire la continuità dei blocchi;
- Fermapiedi;
- Cannelletto anti-intrusione.

Sono inoltre disponibili tutti i tipi di personalizzazioni e/o accessoristica speciale che risultassero utili al Cliente.

6.2 COMPONENTI PRINCIPALI

Montante

Il montante è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



Corrimano

Il corrimano è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



Giunto di collegamento Corrimano

Il giunto di collegamento del corrimano è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



Tappo chiusura Montante

Il tappo di chiusura del montante è realizzato in **Poliolefina** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.

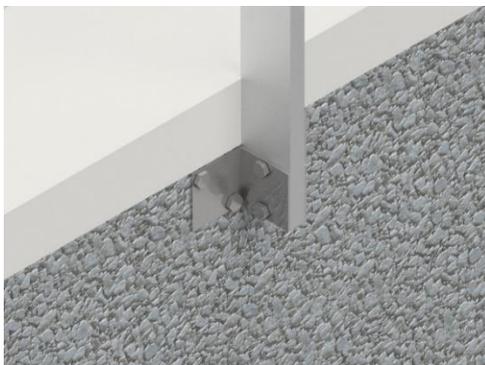
Tappo chiusura Corrimano

Il tappo di chiusura del montante è realizzato in **Poliolefina** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.

6.3 COMPONENTI ACCESSORI

Staffe di fissaggio su veletta verticale

Le staffe servono a fissare il montante ad una superficie verticale costituita da materiale avente opportuna resistenza meccanica, assicurando mediante il serraggio dei fissaggi la stabilità dei montanti stessi. Esse sono costruite in acciaio inossidabile INOX AISI 430.



Staffe di fissaggio su copertura piana

Le staffe servono a fissare il montante alla copertura piana assicurandone la stabilità. Esse sono costruite in acciaio inossidabile INOX AISI 430 di spessore pari a spessore 3 mm.



Corrimano a gomito

Il corrimano a gomito è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di garantire la continuità dei blocchi.



6.4 DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIAGATI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Il parapetto oggetto della presente relazione di calcolo viene realizzato mediante l'assemblaggio di elementi di carpenteria metallica di **alluminio** chiamato commercialmente "**ANTICORODAL EN 6060 T5**", le cui caratteristiche fisiche e meccaniche sono riportate in allegato alla presente.

Le parti di collegamento, quali fazzoletti, piastrine ed in generale ogni complemento bidimensionale ai profili di parapetto, viene realizzato mediante l'impiego di lamiere di acciaio INOX AISI 430 con spessore pari a 3 mm.

La bulloneria ed ogni elemento di ferramenta per l'assemblaggio ed il serraggio sarà diversamente in acciaio INOX AISI 316 con caratteristiche indicate dal produttore delle parti stesse, ravvisabili nelle schede tecniche messe a disposizione.

I profili di carpenteria metallica utilizzati sono:

- **Corrente di parapetto**

Realizzato mediante un tubolare $\phi 40$ mm, di spessore 1.5 mm in alluminio ANTICORODAL EN 6060 T5 che si considera essere un elemento continuo lungo lo sviluppo del parapetto, senza soluzione di continuità nel punto di innesto all'interno dei montanti.

- **Montante di parapetto**

Realizzato mediante uno scatolare a sezione rettangolare 80x40 mm di spessore 2 mm in alluminio ANTICORODAL EN 6060 T5.

- **Piastre forate ad "L"**

CASO PARAPETTO SU SOLAIO DI COPERTURA

Dimensioni 80x65+80x86, spessore 3 mm, in acciaio INOX AISI 430 per il raccordo montante soletta per fissaggio su superficie orizzontale, e 65x100+130x100 sp. 3 mm nel caso di fissaggio frontale su veletta.

CASO PARAPETTO SULLA TESTATA DELLA VELETTA

Dimensioni 80x65+80x105, spessore 3 mm, in acciaio INOX AISI 430 per il raccordo montante soletta per fissaggio su superficie orizzontale, e 65x100+130x100 sp. 3 mm nel caso di fissaggio frontale su veletta.

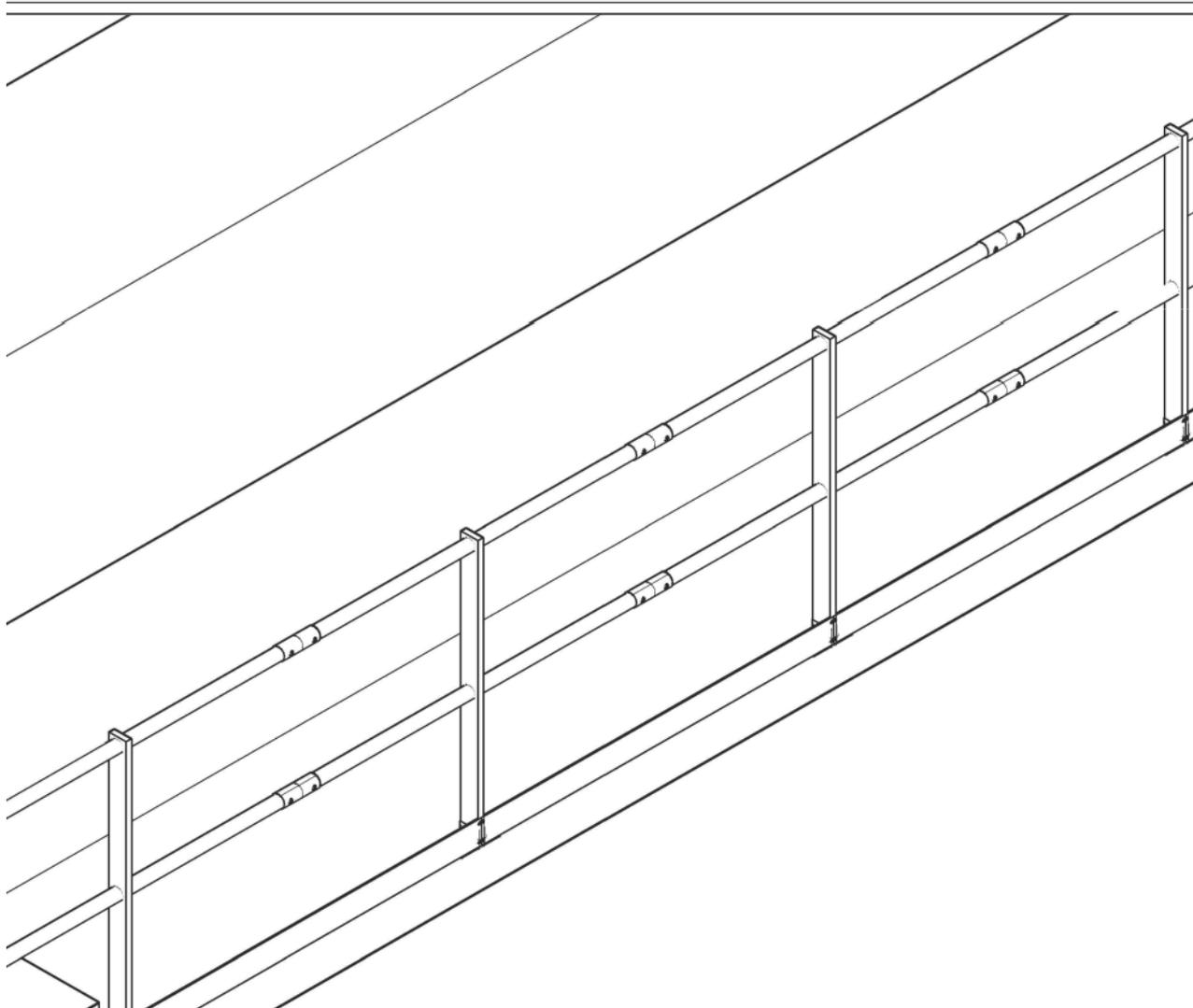
- **Bulloneria**

Per il serraggio e l'ancoraggio sarà costituita da elementi in acciaio INOX AISI 316 con caratteristiche note e dichiarate dal produttore nelle proprie schede tecniche di prodotto.

Data la aleatorietà dimensionale delle estensioni delle coperture che il parapetto deve proteggere, non è possibile, in via generale, definire misure precise relative alla estensione del parapetto stesso ed inoltre della distanza dei montanti che fungono da sostegno ai corrimano orizzontali. Per tale ragione, in ottemperanza alle norme specifiche, si suppone a favore di sicurezza un interasse all'asse dei montanti di 1,50 m e presenza di un corrimano superiore, un corrimano inferiore e laddove necessario e richiesto il fermapiede.

7. SCHEMA DI MONTAGGIO: PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE

SCHEMA DI MONTAGGIO PARAPETTO FISSATO SU PIANO ORIZZONTALE



AVVERTENZE

ATTENZIONE!

L'installazione dei sistemi di protezione collettiva e delle linee vita deve essere eseguita secondo le indicazioni del manuale di montaggio da personale specializzato.

WARNING!

The installation of collective protection systems and lifelines must be carried out according to the instructions of the assembly manual by a specialized staff.

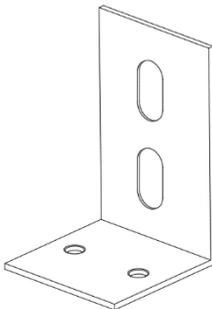
ATTREZZATURA



MATERIALE



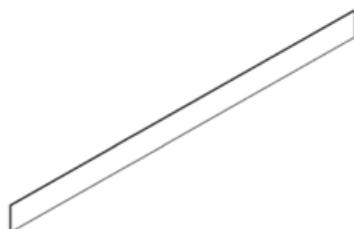
Montanti verticali



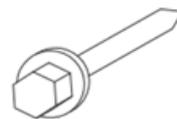
Piastre forate



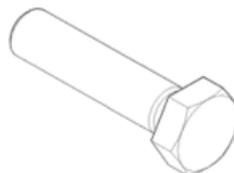
Corrimano Ø 45mm
Con innesto tubolare Ø 50



Fermapiede (se previsto)



Viti autoforanti
TE 5.5x25



Bulloni M10x50



Dadi M10



Tasselli M12
Filetto M8



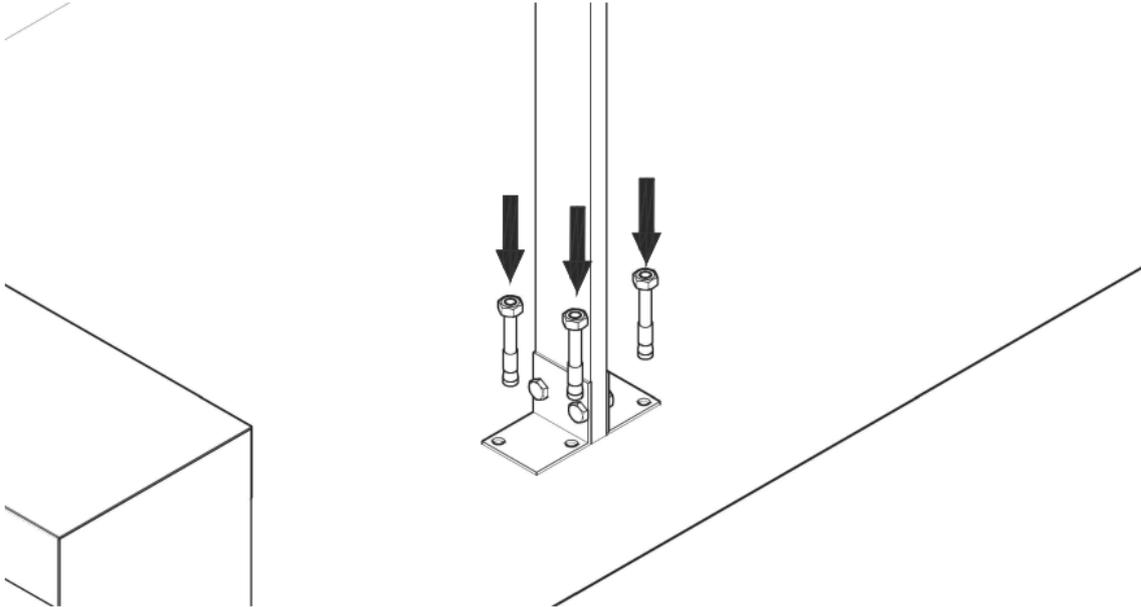
Rondelle spaccate



Rondelle Ø 36

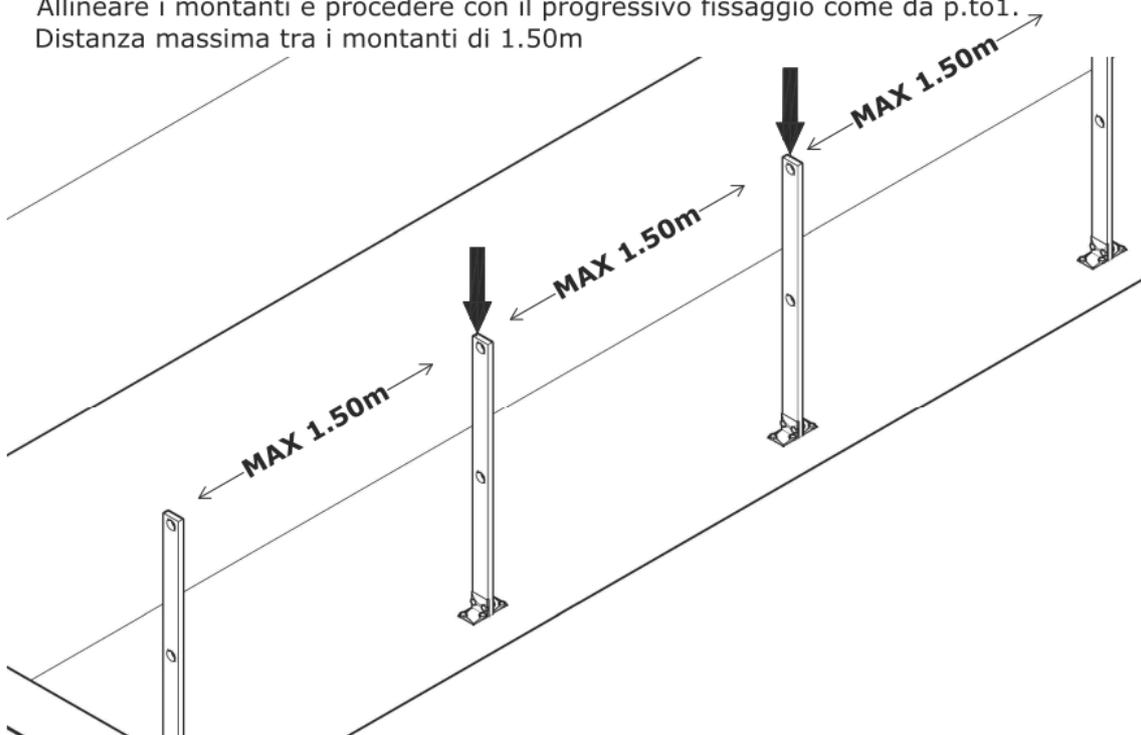
1

Fissare il primo montante della serie su superficie piana con i tasselli. Foro $\varnothing 12\text{mm}$, profondità foro 85mm. Applicare coppia di serraggio di 30 Nm.

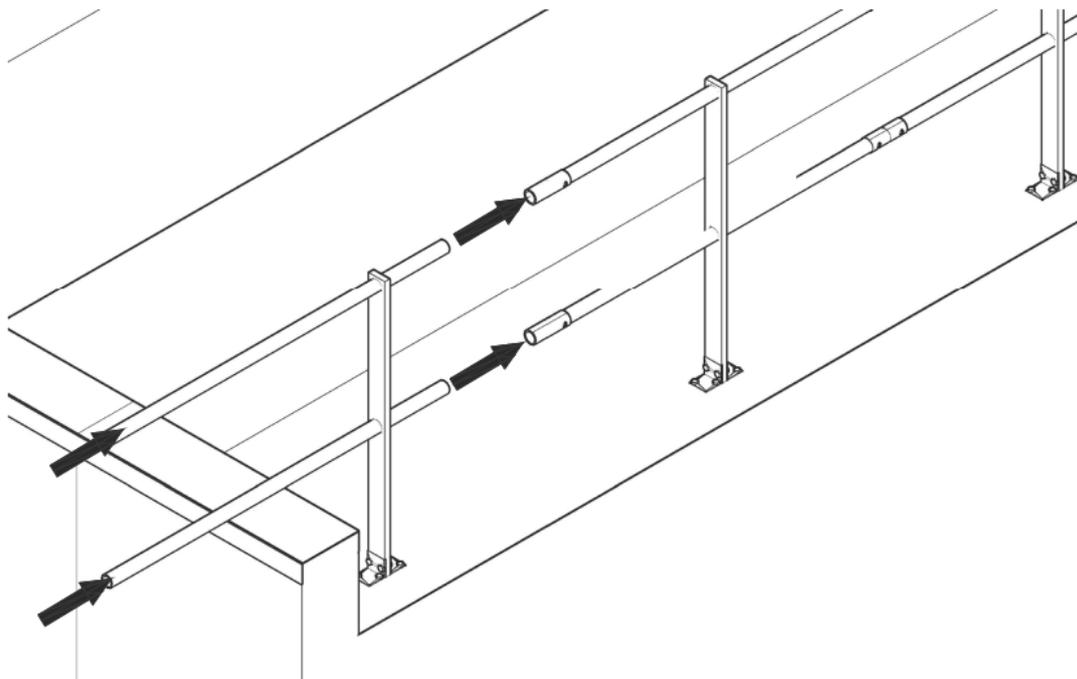


2

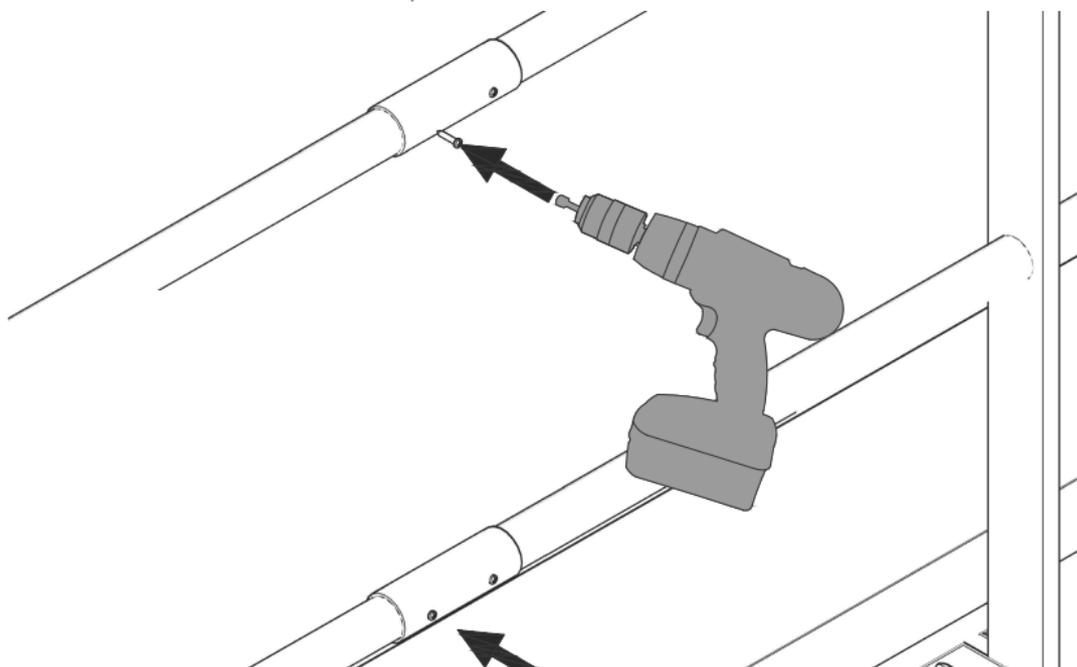
Allineare i montanti e procedere con il progressivo fissaggio come da p.to1. Distanza massima tra i montanti di 1.50m



- 3**
Inserire i corrimano attraverso i fori dei montanti verticali.

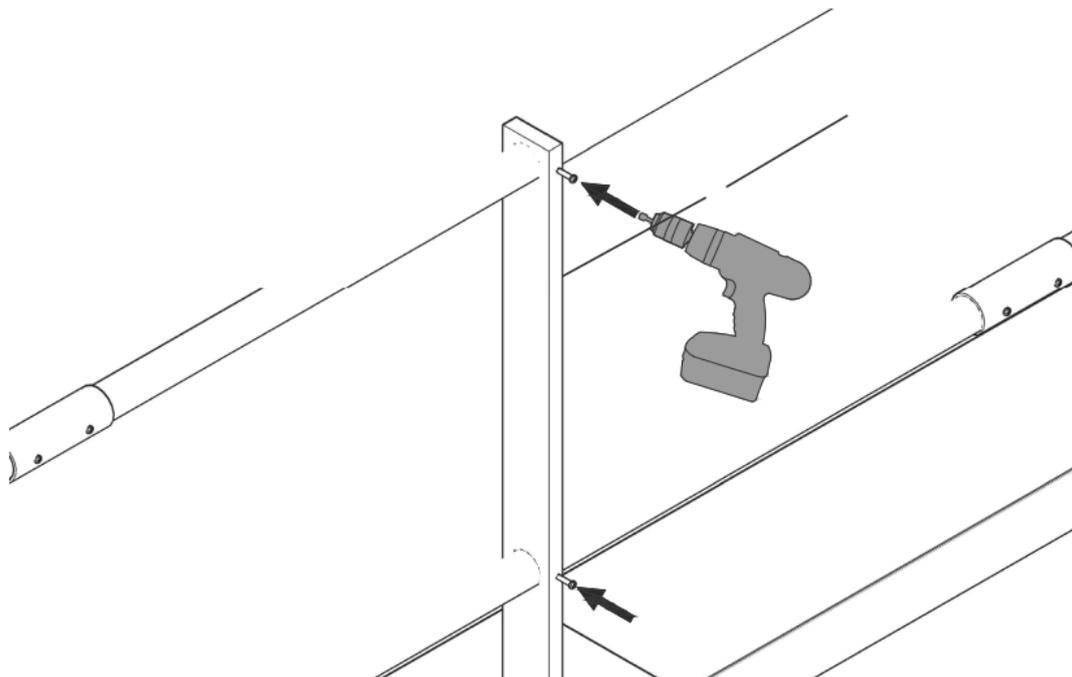


- 4**
Bloccare i corrimano nell'innesto, fissandoli con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



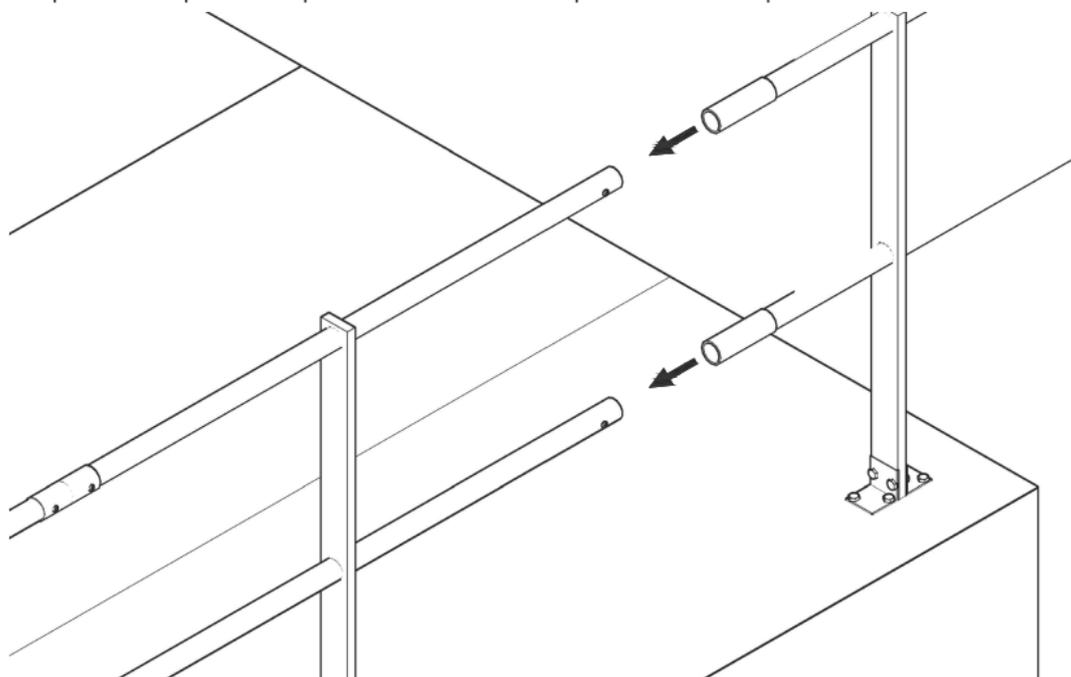
5

Bloccare i corrimano nel montante, fissandoli con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



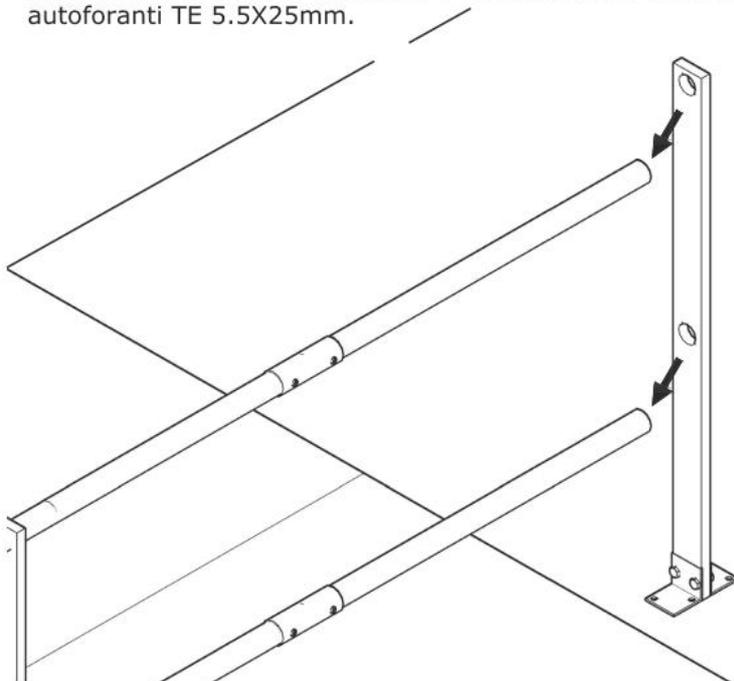
6

Ripetere le operazioni precedenti fino al completamento del percorso.



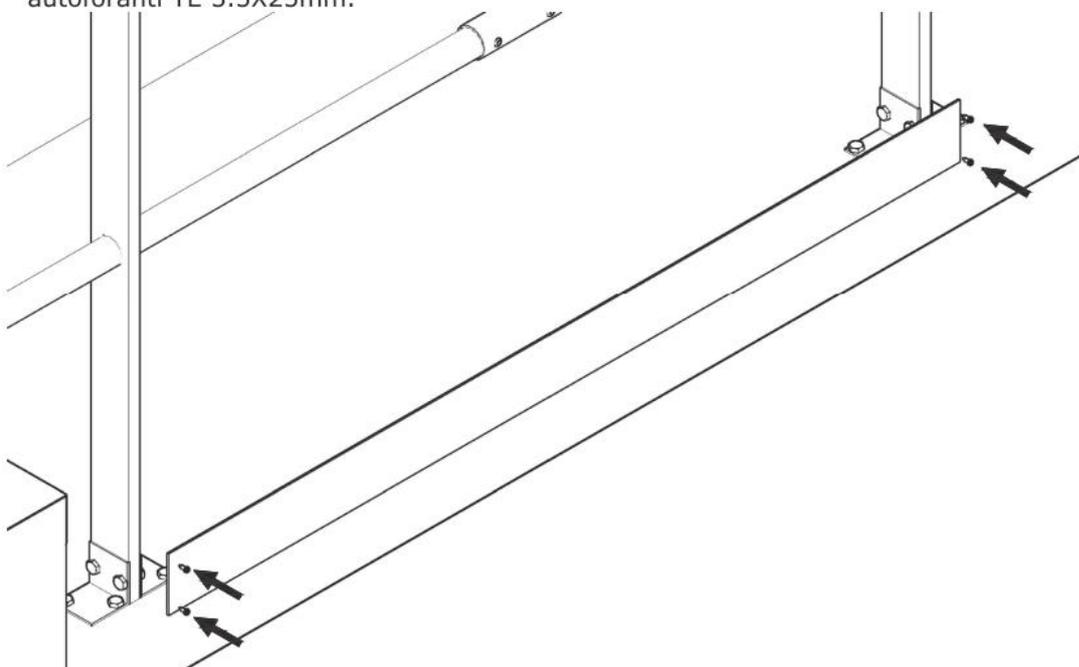
7

Inserire il montante in estremità e bloccarlo con i corrimano utilizzando le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



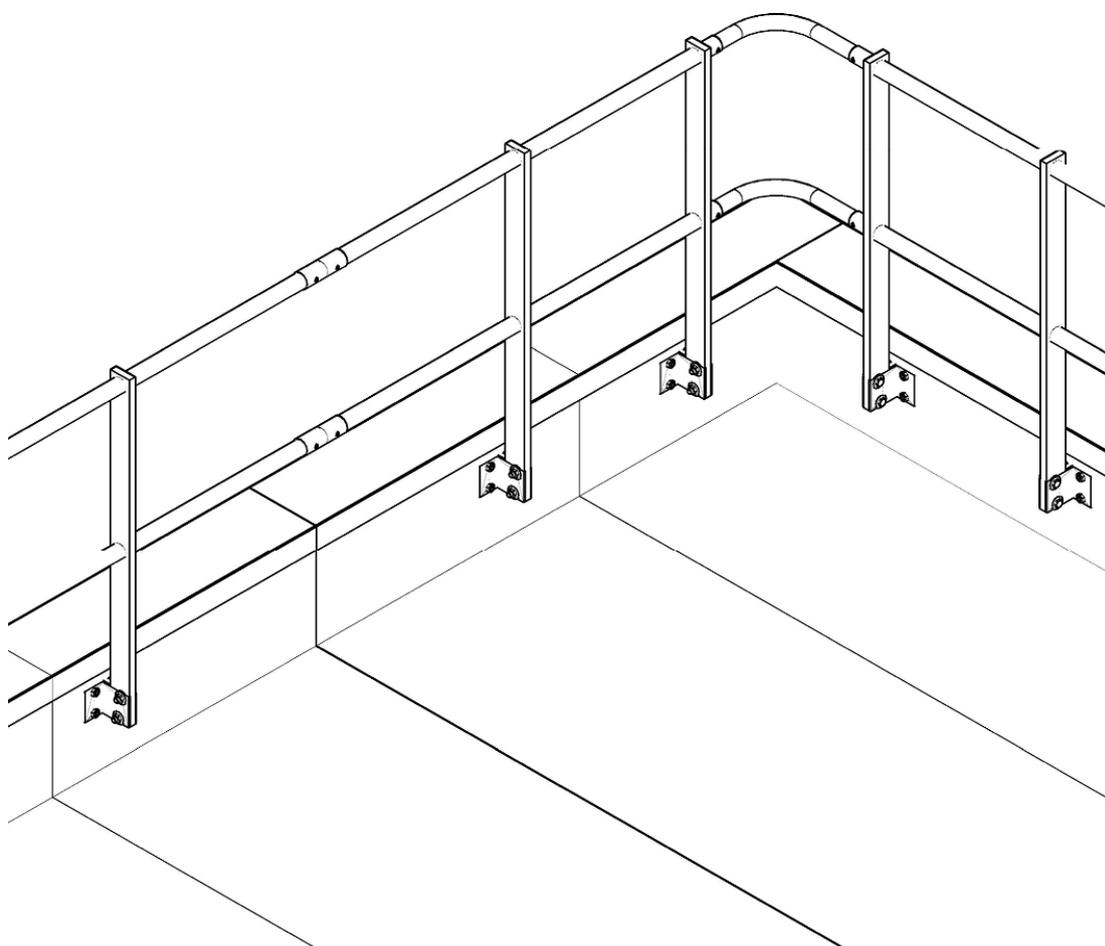
8

Applicare il fermapiède (se previsto) fissandolo alla base dei montanti con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



8. SCHEMA DI MONTAGGIO: PARAPETTO SU VELETTA INTERNA/ESTERNA

SCHEMA DI MONTAGGIO PARAPETTO FISSATO A VELETTA VERTICALE



AVVERTENZE

ATTENZIONE!

L'installazione dei sistemi di protezione collettiva e delle linee vita deve essere eseguita secondo le indicazioni del manuale di montaggio da personale specializzato.

WARNING!

The installation of collective protection systems and lifelines must be carried out according to the instructions of the assembly manual by a specialized staff.

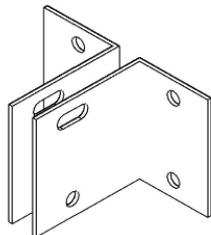
ATTREZZATURA



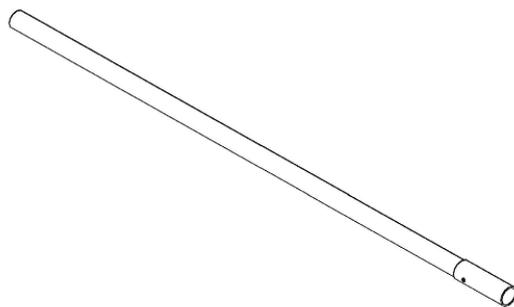
MATERIALE



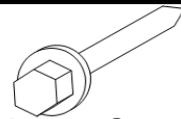
Montanti verticali



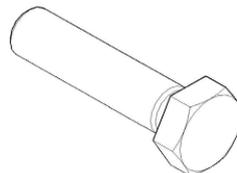
Piastre forate



Corrimano Ø 45mm
Con innesto tubolare Ø 50



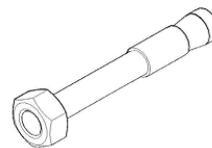
Viti autoforanti
TE 5.5x25



Bulloni M10x50



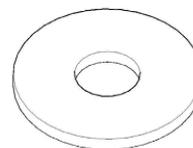
Dadi M10



Tasselli M12
Filetto M8



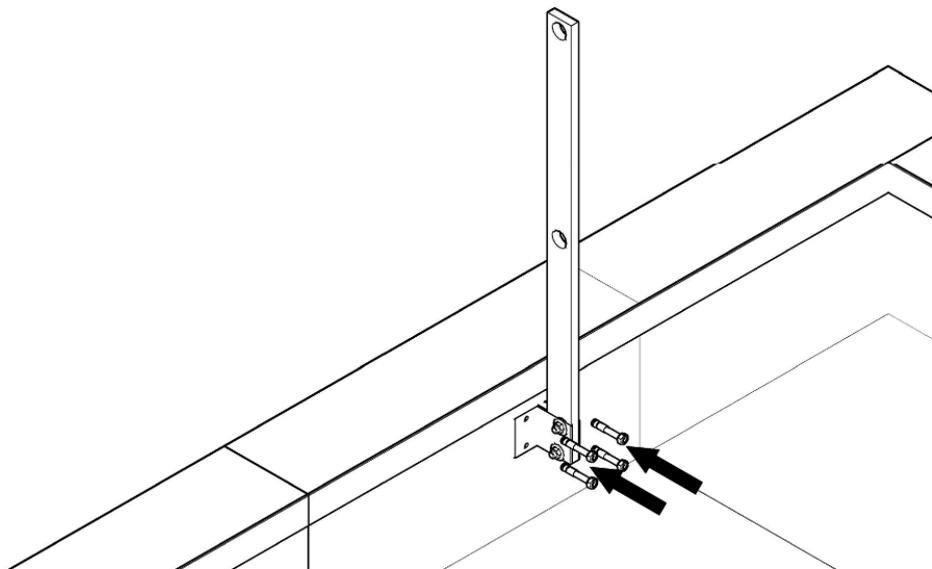
Rondelle spaccate



Rondelle Ø 36

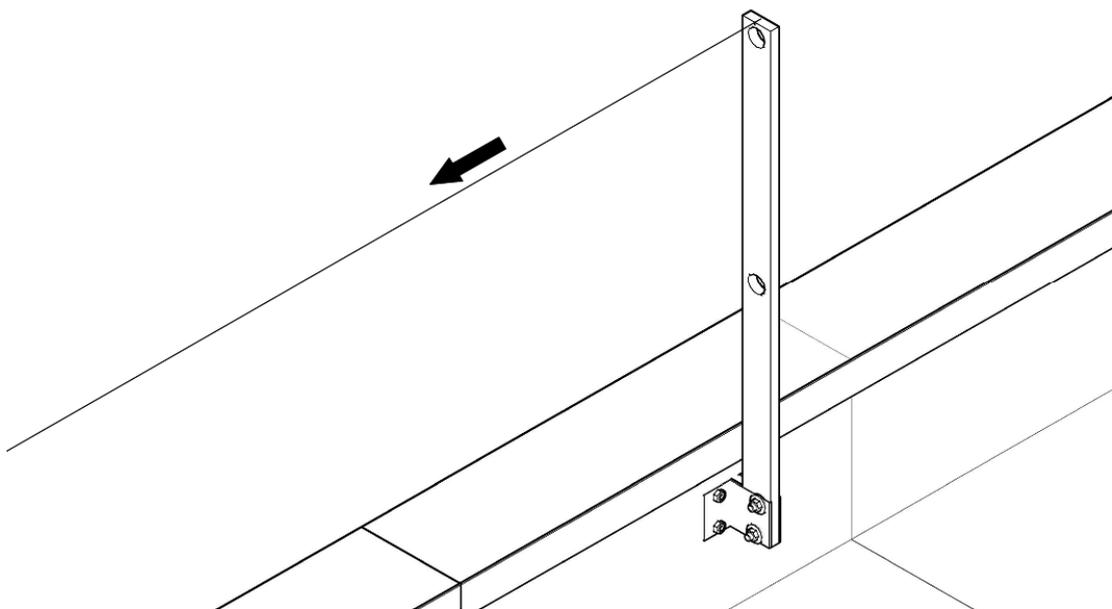
1

Fissare il primo montante della serie alla veletta con i tasselli. Foro $\varnothing 12\text{mm}$, profondità foro 85mm. Applicare coppia di serraggio di 30 Nm.



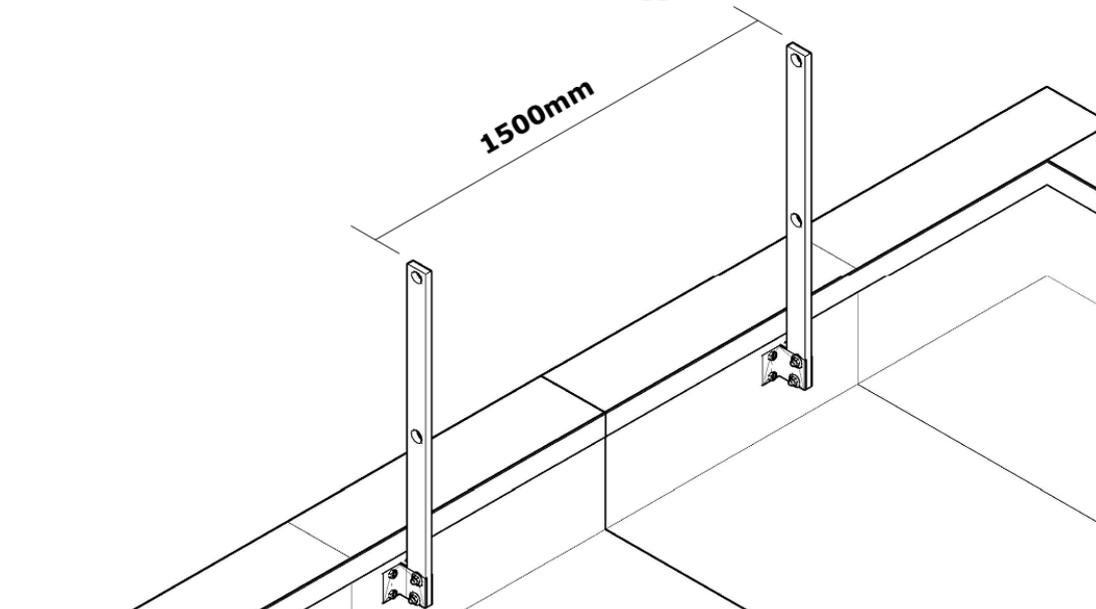
2

Tendere una lenza orizzontalmente per l'allineamento di tutti i montanti successivi.



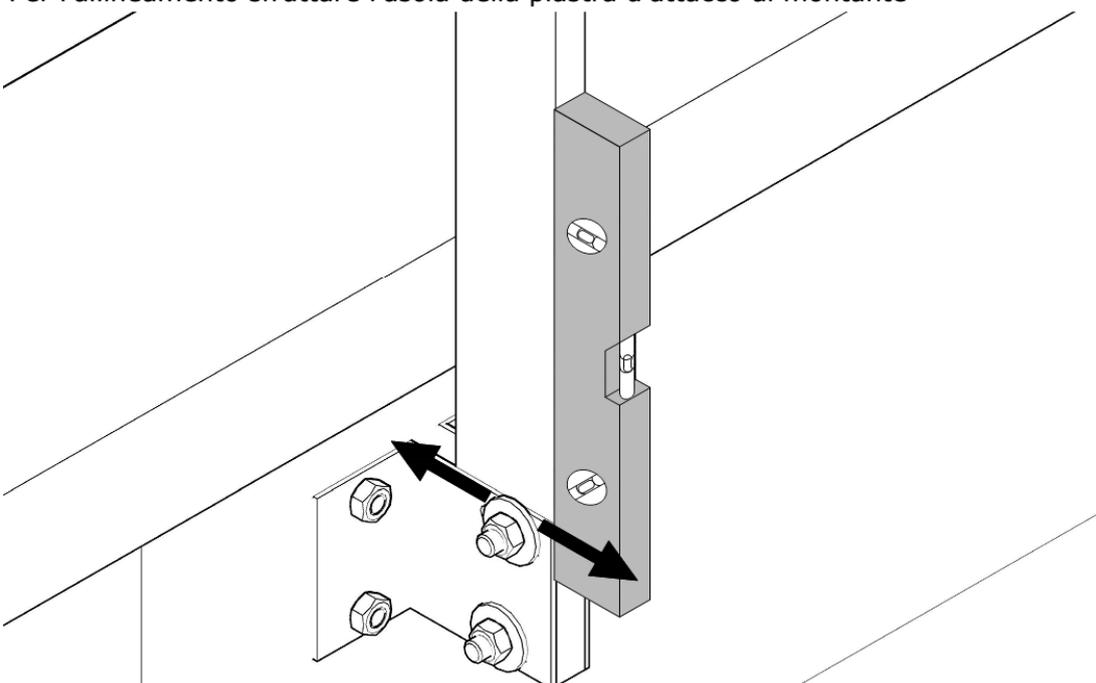
3

Fissare il montante successivo. Interasse di fissaggio dei montanti: 1500mm



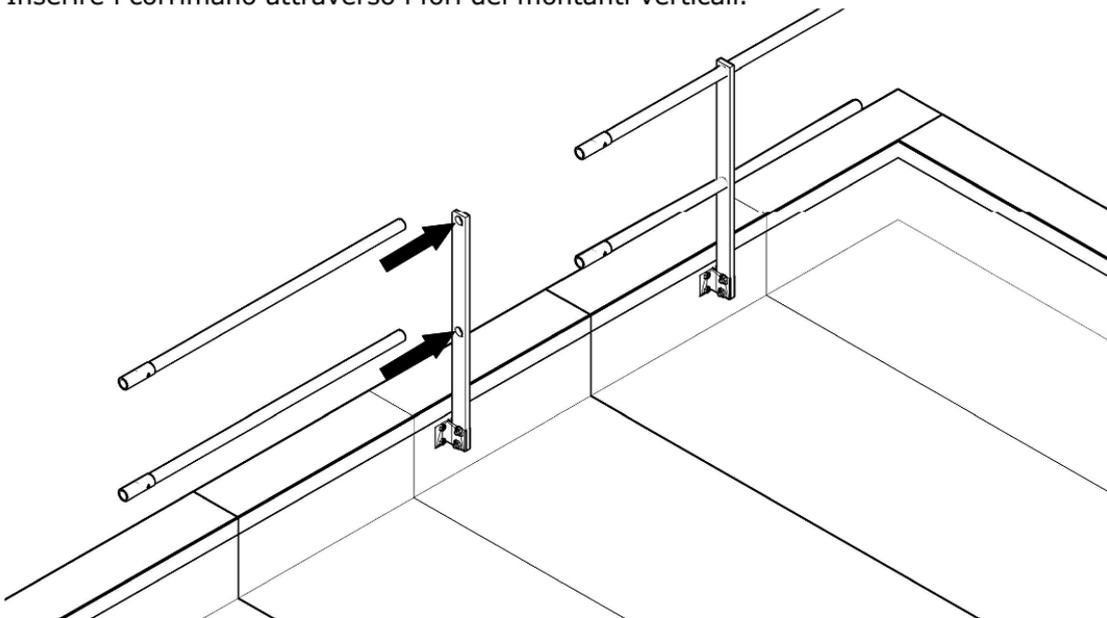
4

Regolare l'allineamento rispetto all'asse verticale dei montanti con una bolla. Per l'allineamento sfruttare l'asola della piastra d'attacco al montante



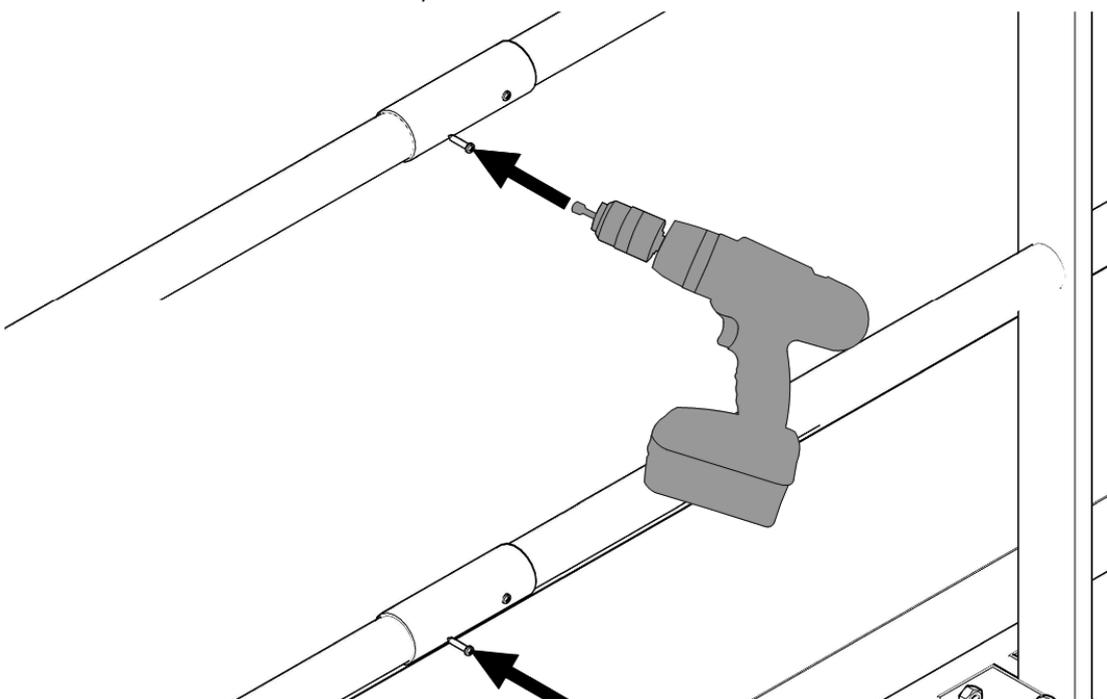
5

Inserire i corrimano attraverso i fori dei montanti verticali.



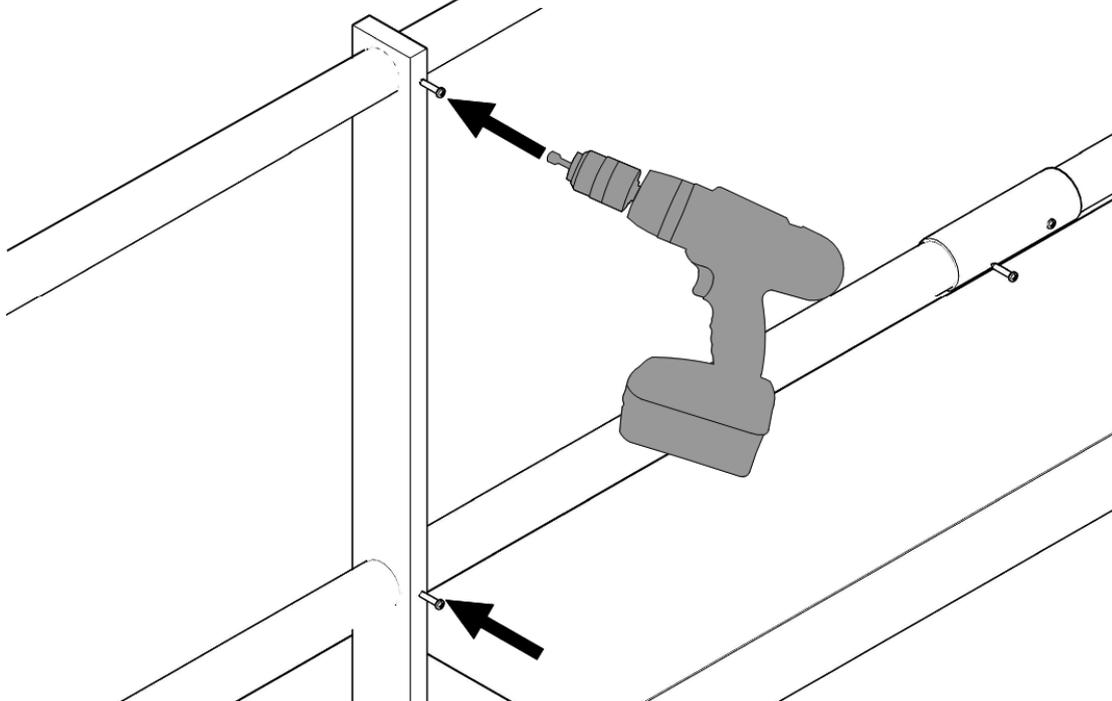
6

Bloccare i corrimano nell'innesto, fissandoli con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



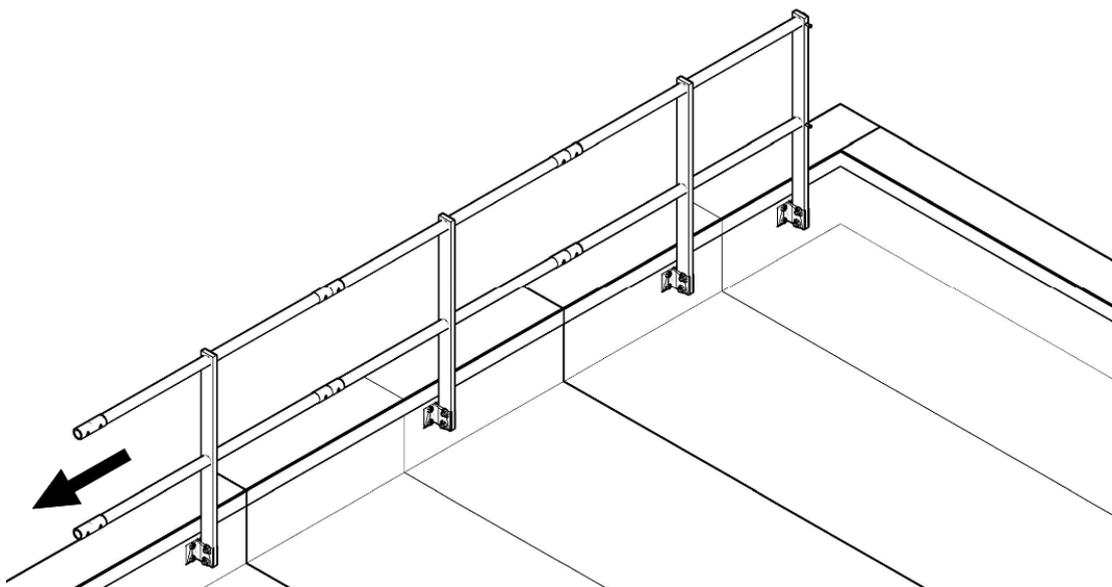
7

Bloccare i corrimano nel montante, fissandoli con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



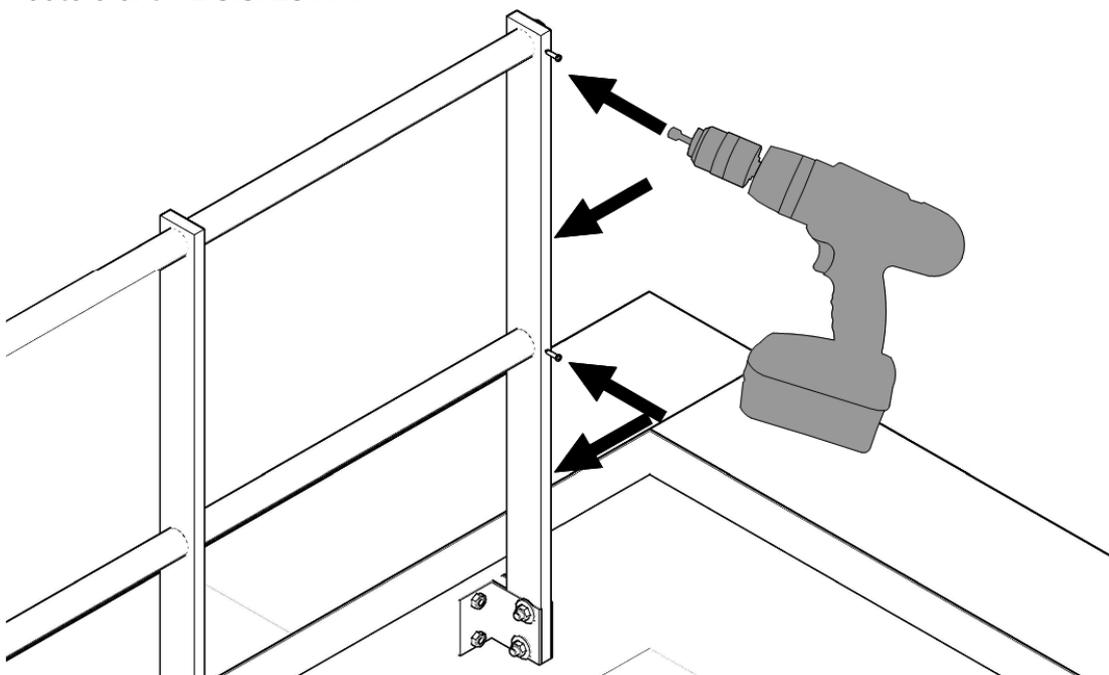
8

Ripetere le operazioni precedenti fino al completamento del percorso.



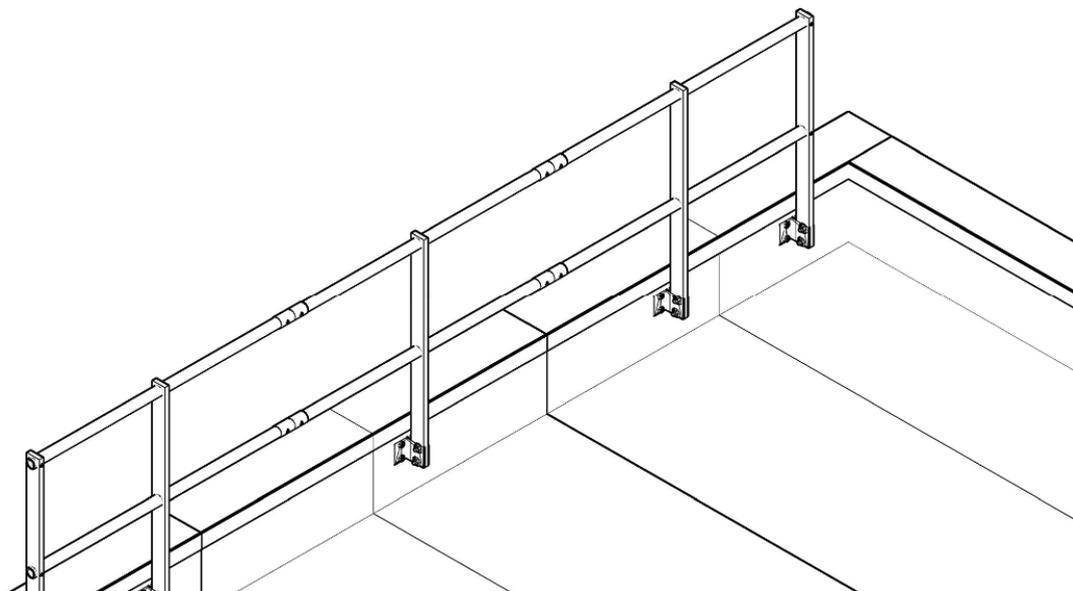
9

Inserire il montante in estremità e bloccarlo con i corrimano utilizzando le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



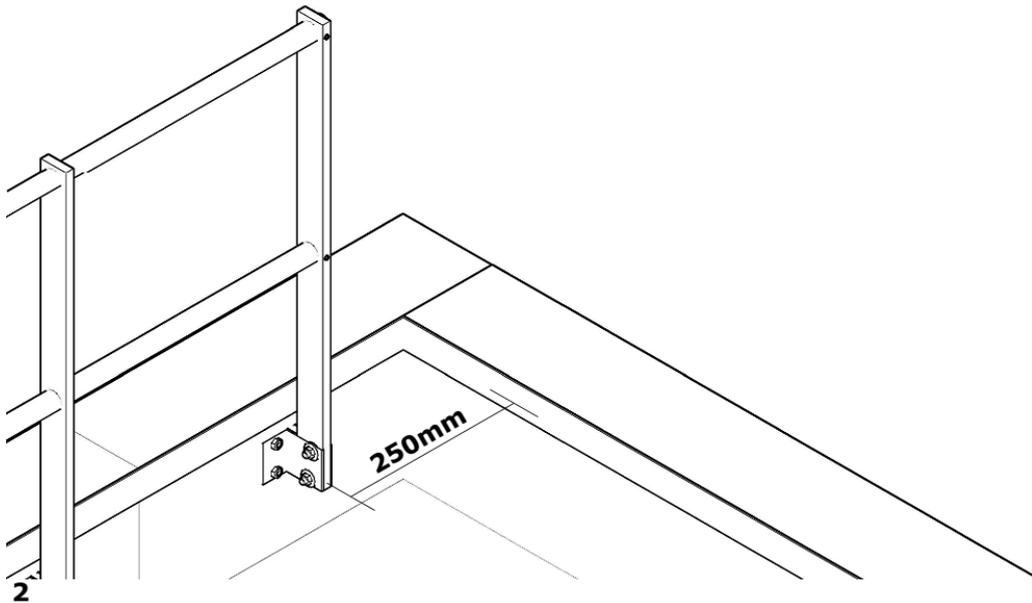
10

Risultato finale.

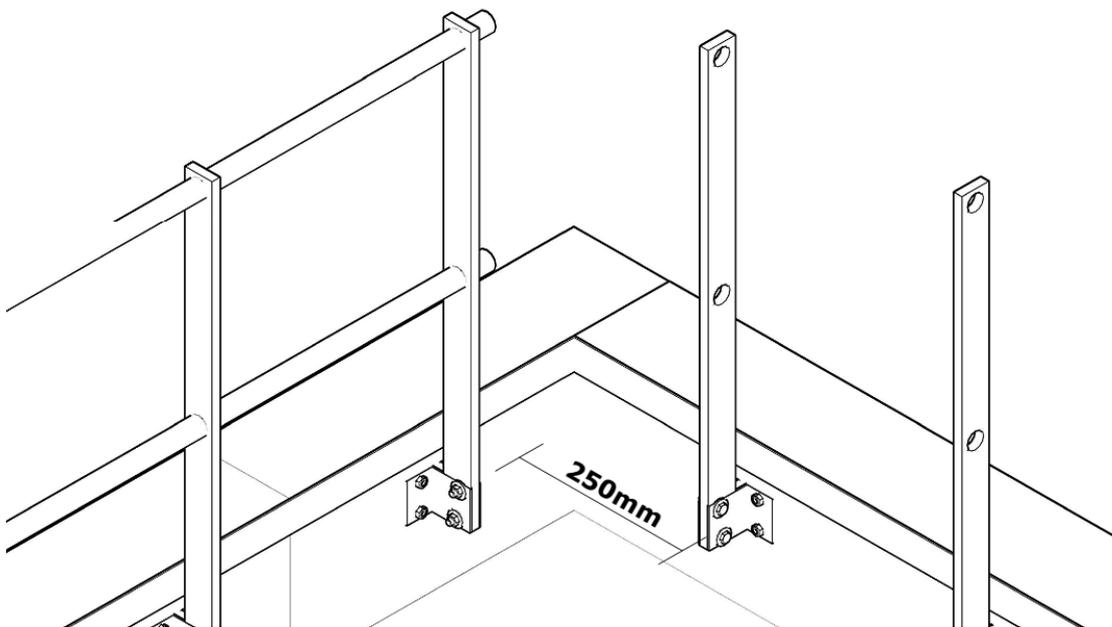


1 PARAPETTO COMPONENTE ANGOLARE

Posizionare l'ultimo montante verticale a distanza di 250mm dal bordo interno.

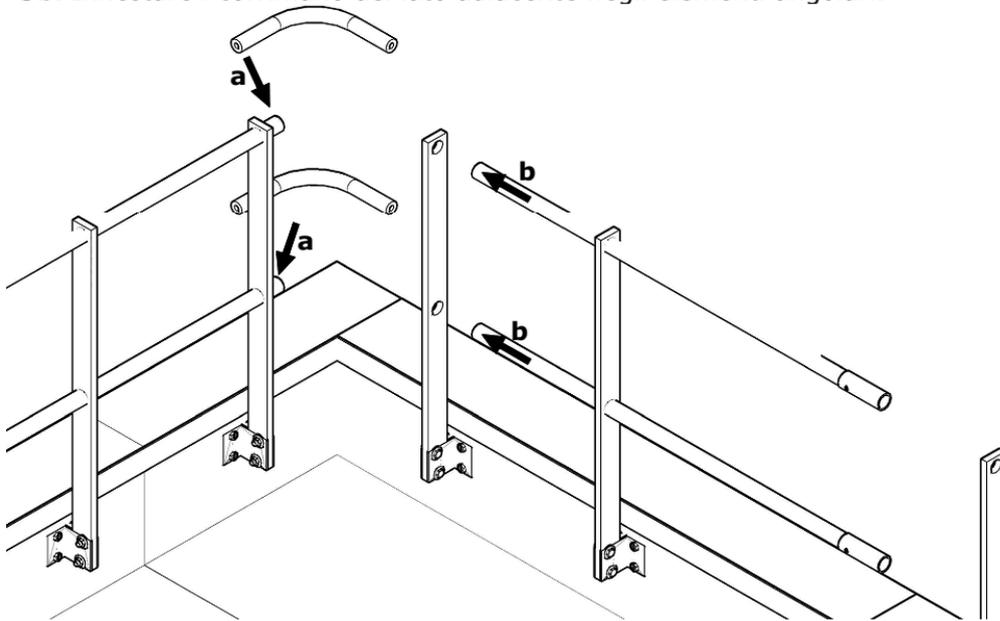


Ripetere la stessa operazione del p.to 1 per il lato adiacente.



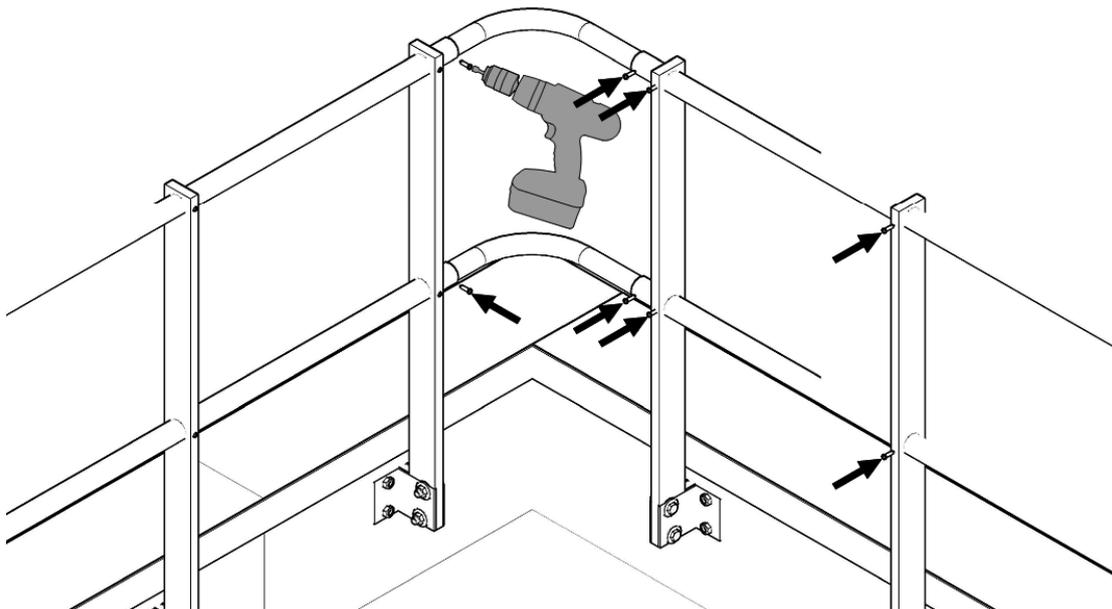
3a. Innestare gli elementi angolari nei corrimano tubolari.

3b. Innestare i corrimano del lato adiacente negli elementi angolari.

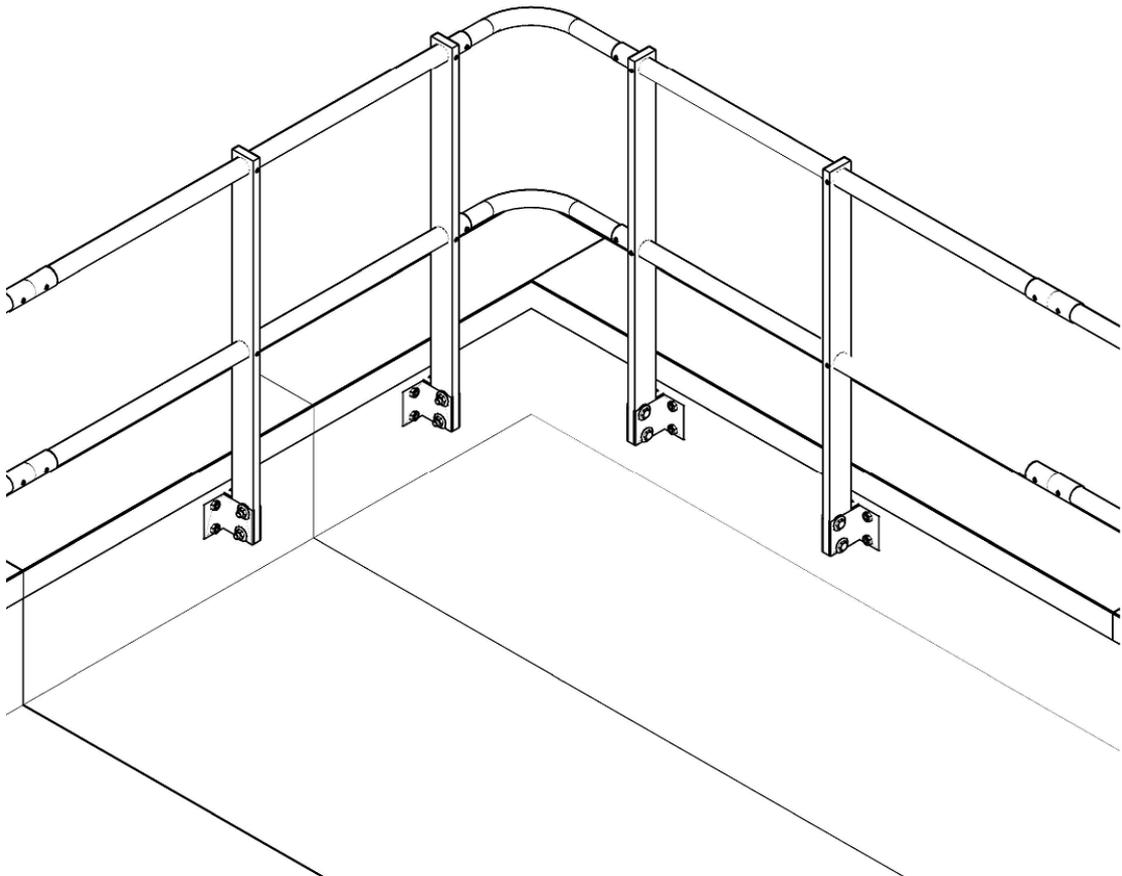


4

Fissare gli elementi innestati nel p.to 3 con le viti autoforanti TE 5.5X25mm.



5
Installazione completata



9. RAPPORTO DI PROVA

CER.CO.S&S DIVISIONE TESTING		RAPPORTO DI PROVA		RPV0378
				Data 2020-07-10
				Foglio 1 di 8
DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE				
Tipo	Mezzi di accesso permanenti al macchinario - parapetti			
Modello	Parapetto PROCT.			
Classificazione	n.a.			
Fabbricante	LineTeck S.r.l.			
DATI IDENTIFICATIVI DEL COMMITTENTE				
Richiedente	LineTeck S.r.l.			
Indirizzo - Sede legale	Via Martelli, 20 20080 Zibido San Giacomo (MI)			
Indirizzo - Sede operativa	Via Martelli, 20 20080 Zibido San Giacomo (MI)			
DATI RELATIVI ALLA COMMESSA				
Commessa numero	20029			
Scopo	Verifica delle prestazioni utilizzando i metodi di prova descritti nelle norme di riferimento, limitatamente alle prove richieste.			
Norme di riferimento	EN ISO 14122-3:2016			
Prove richieste	<input checked="" type="checkbox"/> parziali <input type="checkbox"/> complete Requiriti generali NO Requiriti specifici applicabili ai parapetti per piattaforme, passerelle e pianerottoli NO Verifica dei requisiti di sicurezza - prove su parapetti SI Note: nessuna			
Campionatura	Effettuata dalla committente			
Data di ricezione dei campioni	2020-06-03; 2020-07-07			
Data di esecuzione delle prove	2020-07-09			
LISTA DI DISTRIBUZIONE				
Distribuzione esterna	LineTeck S.r.l. (file PDF firmato digitalmente)			
Distribuzione interna	Responsabile del Laboratorio (file PDF firmato digitalmente)			
NOTE				
<p>Le masse di prova sono state verificate con il campione primario DT037 (Cella di carico TSTM 1 kN seriale 23273 by AEP Transducers S.r.l.) dotato di Certificato di taratura LAT n. 083 76914F rilasciato da AEP Transducers S.r.l. in data 2014-04-22. Esecuzione delle prove con campioni montati su interfacce in acciaio.</p> <p>Le prestazioni descritte nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione costituito dal dispositivo e dal supporto su cui questo è ancorato. Il campione così costituito è installato rigidamente sull'attrezzatura del laboratorio.</p>				
<p>Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.</p>				
<p>Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 0361989069</p>				

CER.CO.S&S DIVISIONE TESTING		RAPPORTO DI PROVA		RPV0378
				Data 2020-07-10
				Foglio 2 di 8
INDICE				
Dati identificativi del campione	1			
Dati identificativi del Committente	1			
Dati relativi alla commessa	1			
Lista di distribuzione	1			
Campionatura	2			
Composizione e identificazione dei campioni	3			
Preparazione dei campioni	3			
Allestimento delle prove e principio di misurazione	3			
Configurazioni di prova	3			
Verifica dei requisiti di sicurezza - Prove su parapetti (EN ISO 14122-3:2016)	4			
Allegato A - Documentazione fotografica	5			
Allegato B - Grafici	6			
Allegato C - Riferibilità	8			
CAMPIONATURA				
Codice	Descrizione	Quantità	Materiale	ID campione
N.d.	Montante verticale per parapetto 80x40 mm sp.2 mm	3	Alluminio EN 6060 T5	
N.d.	Staffe di fissaggio	3	Acciaio INOX AISI 430	20029R01
N.d.	Corrente per parapetto L. 3050 mm Ø 40 mm sp. 1,5 mm	2	Alluminio EN 6060 T5	
<p>Note: Bulloneria per assemblaggio montante-staffa: M10 A2. Fissaggio correnti-montanti con viti bimetallo 5.8x30 autoforanti. Materiali dichiarati dal committente, non soggetti a verifica.</p>				
<p>Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.</p>				
<p>Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 0361989069</p>				



**CER.CO.SAS
DIVISIONE
TESTING**

RAPPORTO DI PROVA

RPV0378
Data 2020-07-10
Foglio 3 di 8

COMPOSIZIONE E IDENTIFICAZIONE DEI CAMPIONI

ID campione	Lunghezza nominale	Montante	Corrimano	Paragocchia
20029H01	3 m	20029H01 (3 pezzi)	20029H01	20029H01

Note:
Il campione in prova (colonna "ID campione") è costituito da più particolari assemblati.
I particolari richiamati più volte in tabella sono stati utilizzati più volte per costituire campioni differenti.

PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

Nessun pretrattamento e/o condizionamento applicati.
Campioni sottoposti a prova come ricevuti.

ALLESTIMENTO DELLE PROVE E PRINCIPIO DI MISURAZIONE

Le prove sono eseguite su un elemento parapetto costituito da due correnti L3050 mm (corrimano e paragocchia) e da tre montanti con piastre per fissaggio a parete (il fissaggio, quindi, è previsto al di sotto del piano calpestabile in modo tale che il montante verticale con il corrimano posto a 1160 mm di altezza, rientri nei requisiti specifici, ovvero che abbia un'altezza \leq 1100 mm). Il passo tra gli assi dei montanti è di 1500 mm (corrispondente alla distanza massima consentita dal fabbricante). Il campione così costituito è installato sul telaio in acciaio utilizzando piastre e contropiastre in acciaio (fissate con barre M16) come supporto per le piastre di base (vedi documentazione fotografica).
Per le misurazioni viene utilizzato un trasduttore di spostamento con risoluzione centesimale e applicazione di pesi morti di massa predefinita.

CONFIGURAZIONI DI PROVA

#	Lunghezza nominale	Punto di applicazione del carico
1	3 m	Sul montante centrale, a livello del corrimano
2	3 m	Al centro del corrimano in corrispondenza del punto più sfavorevole tra due montanti (centro campata)

Note:
Nessuna

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale, senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

Cer.Co.Sas di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619890969
MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)



**CER.CO.SAS
DIVISIONE
TESTING**

RAPPORTO DI PROVA

RPV0378
Data 2020-07-10
Foglio 4 di 8

VERIFICA DEI REQUISITI DI SICUREZZA - PROVE SU PARAPETTI (EN ISO 14122-3:2016)

Attrezzatura e ID	DT065
Sistema di acquisizione ad alta velocità MAS028 by CrestTechS.r.l.-VA	-
Massa 112,5 N autocostruita (precarico F_p)	-
Massa 450 N autocostruita (carico F_c)	-
Massa 787,5 N autocostruita (carico F_s)	-
Trasduttore di spostamento PF100 by FIAMA S.r.l. - PR	DT019

Requisito e metodo di prova
EN ISO 14122-3:2016 § 8.2

Metodo di prova
EN ISO 14122-3:2016 § 8.2.2.1 (Configurazione 1)
EN ISO 14122-3:2016 § 8.2.2.2 (Configurazione 2)

Deviazioni del metodo di prova
nessuna

CONDIZIONI DI PROVA E REQUISITI

Massima deformazione consentita sotto carico F_p
30 mm

Massima deformazione permanente consentita dopo carico F_s
Configurazione 1: 3.48 mm (0.3% dell'altezza del montante)
Configurazione 2: 4.5 mm (0.3% della distanza massima tra due montanti)

Carico statico nominale
112.5 N x 1 min (precarico F_p), 450 N x 1 min (carico F_c), 787.5 N x 1 min (carico F_s)

RISULTATI

Campione	Configurazione	ID Prova e data	Max deformazione sotto carico F_u	Deformazione permanente	Esito
20029H01	1	B1530 2020-07-09	12.39 mm	1.34 mm	PASSA
20029H01	2	B1531 2020-07-09	17.73 mm	1.44 mm	PASSA

Note:
Nessuna

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO
CER.CO.SAS
DOTT. FABIO GALIMBERTI

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale, senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

Cer.Co.Sas di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619890969
MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

ALLEGATO A - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Allestimento parapetto PROCT. Distanza montante-montante 1,5 m

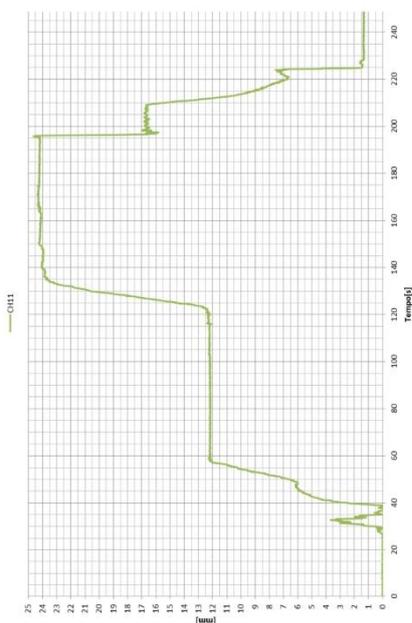


Prova su parapetti: posizione 1 sotto carico F_1 (a sinistra) e posizione 2 sotto carico F_2 (a destra)

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619890669 MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

ALLEGATO B - GRAFICI



UNI EN ISO 14122-3:2016 posizione 1

Prova: **B1530**
 ID Prova: 2020-07-09
 Data prova: 20029M01
 Campione: 1
 Configurazione: CH11
 Frequenza di campionamento: Primario
 Etichetta sul grafico: Verde
 Asse sul grafico: DT019
 Canale: 24.63 mm
 Sensore: 0 mm
 Picco:
 Offset*:

*Le curve sul grafico rappresentano i dati grezzi e sono inclusive di eventuali offset

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619890669 MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

CER.CO.S&S DIVISIONE TESTING

RAPPORTO DI PROVA

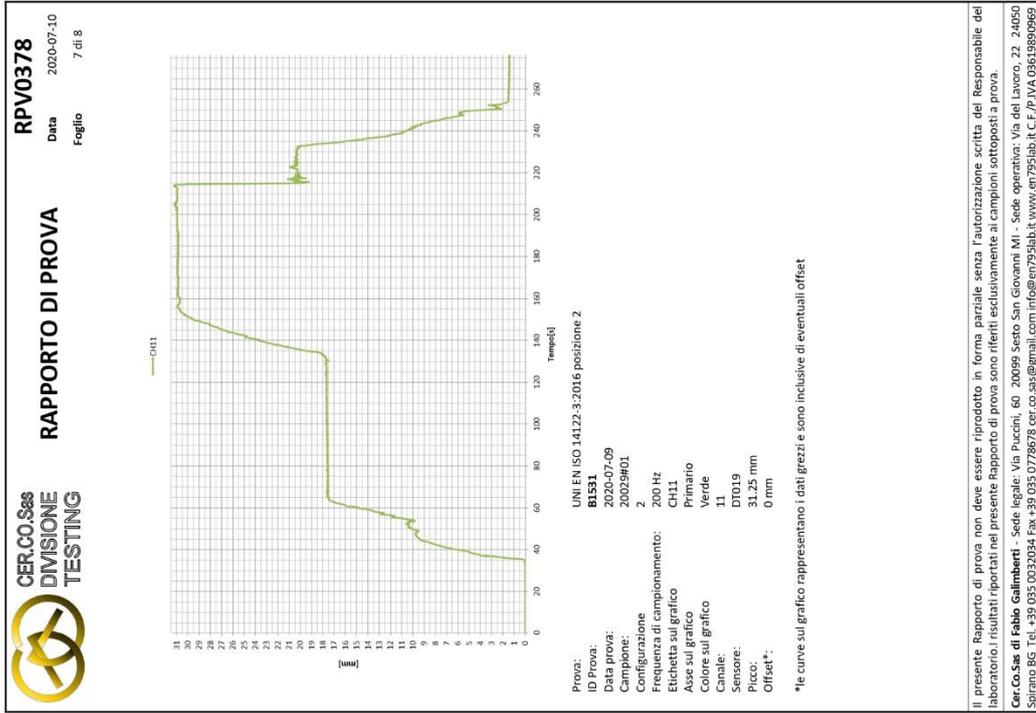
RPV0378
Data 2020-07-10
Foglio 8 di 8

ALLEGATO C - RIFERIBILITÀ								
ID	Tipo	Fabricante	Modello	Sequenziale	Campo di misura	Rapporto di lettura	Emissione	Emesso da
DT085	Sistema di acquisizione dati	CreshTech S.r.l.	MAS002B	091533	-10÷10 V	Nota 1	Nota 1	Nota 1
DT019	Trascurtore di posizione	Flama S.r.l.	PF100	n.a.	0÷90 mm	RT02049	2016-03-22	MTA S.r.l.

Note:
Nessuna

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.s&s@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619890669 MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)



10. RELAZIONE DI CALCOLO: PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE

Il sottoscritto **Dott. Ing. Andrea Alberto**, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al numero 2058, Sezione A Settore Civile-Ambientale, redige la presente relazione di calcolo volta alla **verifica dei requisiti di resistenza strutturale alle sollecitazioni** per il sistema di **parapetti provvisori/permanenti**.

Tali dispositivi di protezione sono collocati sul perimetro di coperture calpestabili e praticabili in normali condizioni di uso, ovvero durante le fasi di costruzione e/o manutenzione da parte di personale autorizzato, siano essi lavoratori o folla non compatta.

Le verifiche in merito al soddisfacimento dei requisiti e delle misure di sicurezza sono effettuate mediante approccio di calcolo e l'utilizzo di un programma di modellazione FEM.

10.1 VALUTAZIONI DEI CASI CONSIDERATI

I casi a cui si riferisce tale relazione di calcolo sono i seguenti:

PARAPETTO SU PIANO ORIZZONTALE

- **Parapetto su solaio di copertura (montante verticale e montante curvo);**
- **Parapetto sulla testata della veletta (montante verticale e montante curvo).**

Entrambi i casi sono molto simili in quanto il piano di appoggio è per l'appunto orizzontale.

Nel caso in cui, però, il parapetto venga posto sulla testata della veletta vanno rispettate le seguenti misure:

1. **L'altezza dal piano orizzontale fino al bordo superiore del corrimano del parapetto deve comunque rimanere pari a $h=110\text{mm}$, qualunque sia l'altezza della veletta in questione;**
2. **In funzione delle viti utilizzate, devono essere rispettate le distanze minime tra di essi e rispetto al bordo del supporto. Le dimensioni delle piastre di collegamento usate varieranno in funzione dei casi.**

Considerando delle viti WURTH W-BS / S, la distanza minima tra gli ancoranti deve essere pari a 75 mm. La larghezza minima della veletta deve essere di 180 mm in quanto la distanza dal bordo delle viti deve essere minimo di 90 mm;

3. **La lunghezza delle piastre di ancoraggio con il supporto varierà in funzione delle distanze minime da rispettare tra gli ancoranti stessi e tra gli ancoranti e il bordo del supporto.**

Per le verifiche di seguito effettuate è stato considerato il caso peggiore in modo da andare sempre a favore di sicurezza.

- **Altezza del corrimano massima rispetto al piano di calpestio secondo le Norme, $h=110\text{mm}$;**
- **Larghezza della veletta (piano di appoggio) minimo pari a 180 mm (per rispettare le distanze minime dai bordi delle viti da considerare).**

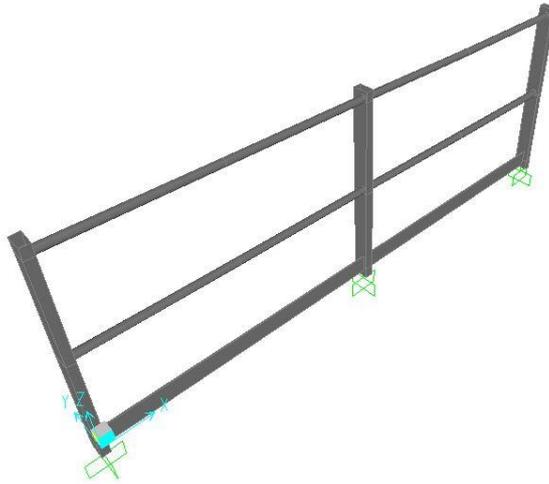
10.2 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3 :2016

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 - §8.2.1 si ha che:

“La prova è eseguita su un elemento del parapetto con tre montanti, corrimano e corrente intermedio, che è montato nel corridoio di passaggio. [...]”

Il carico deve essere applicato orizzontalmente senza introdurre un carico dinamico, prima a livello del centro del corrimano sul montante centrale [...]. Nella seconda prova, il carico deve essere applicato al centro del corrimano nel punto meno favorevole tra due montanti [...].”

Lo schema, precedentemente descritto, è stato eseguito nel programma di modellazione FEM:



10.3 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico F_u deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre “[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm.”

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30mm$$

Dove:

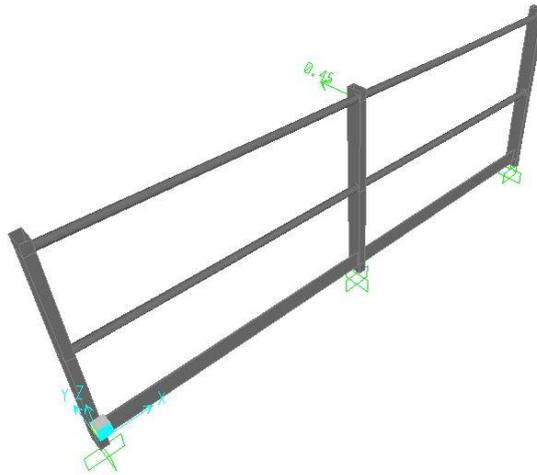
δ Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

$$F_u = 300 \frac{N}{m} \cdot L = 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 450N = 0.45kN$$

Dove:

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 1.46 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$1.46 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

10.4 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico F_u deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

Dove:

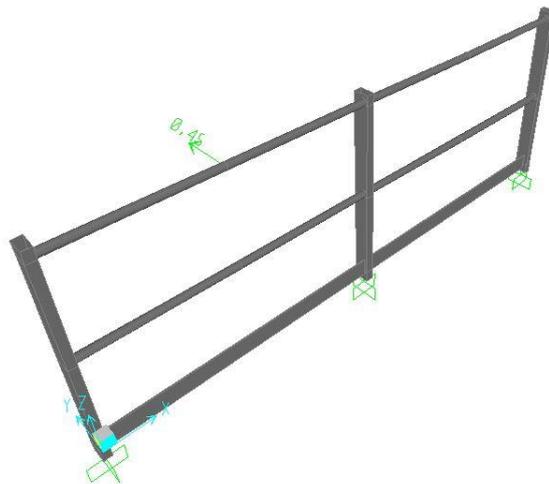
δ Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

$$F_u = 300 \frac{N}{m} \cdot L = 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 450N = 0.45kN$$

Dove:

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 2.51 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$2.51 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

10.5 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.2], il carico deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre “[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% dell'altezza, H.”

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot (1100\text{mm})$$

$$\delta \leq 3.3\text{mm}$$

Dove:

δ Deflessione permanente

H Altezza montante

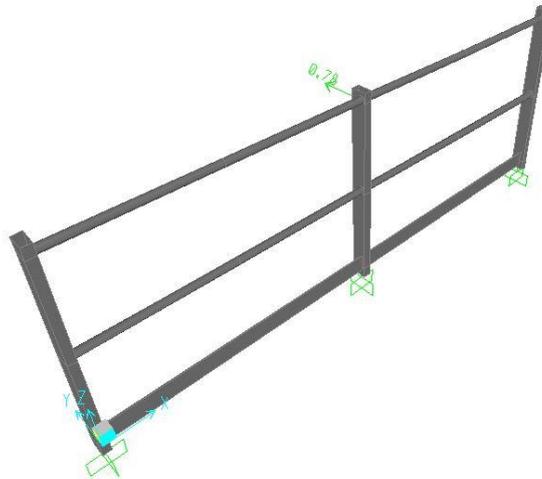
Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 1.5\text{m} = 787.5\text{N} = 0.7875\text{kN}$$

Dove:

$\gamma = 1.75$ Coefficiente di sicurezza del materiale

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 2.51 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 3.3 \text{ mm}$$

$$2.52 \leq 3.3 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

10.6 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% della distanza, L."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot 1500 \text{ mm}$$

$$\delta \leq 4.5 \text{ mm}$$

Dove:

δ Deflessione permanente

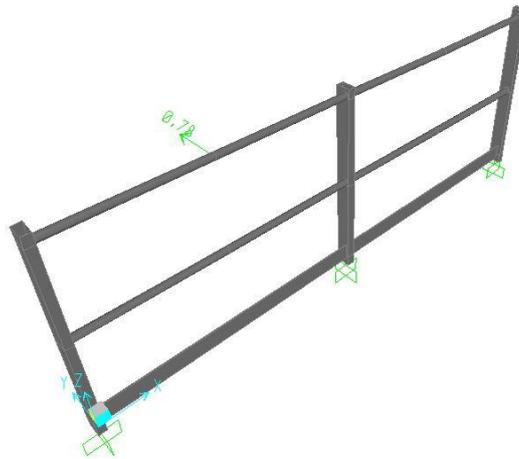
L Lunghezza di influenza

Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} = 787.5 \text{ N} = 0.7875 \text{ kN}$$

Dove:

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 4.35 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 4.5 \text{ mm}$$

$$4.35 \text{ mm} \leq 4.5 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

10.7 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NTC 2018

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma NTC18 si ha che:

“Il valore di progetto di ciascuna delle azioni agenti sulla struttura F_d è ottenuto dal suo valore caratteristico F_k , inteso come frattile 95% della distribuzione statistica o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno, attraverso l'espressione: $F_d = \gamma_F \cdot F_k$ essendo γ_F il fattore parziale relativo alle azioni.” [§2.3]

Inoltre:

“Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

[...]” [§2.5.3]

“[...] la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli afetti delle azioni nelle verifiche degli stati limite ultimi. [...] Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.”

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Il coefficiente parziale per l'effetto delle azioni nelle verifiche in condizioni sfavorevoli si considera pari a:

$$\gamma_k = 1.5$$

Per la verifica degli elementi del parapetto si considereranno i sovraccarichi.

“I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; [...]”

Tra i quali, in particolar modo, si considerano i **carichi orizzontali lineari H_k** dati dalla Tabella della Norma:

“I valori riportati nella Tab. 3.1.11 sono riferiti a condizioni di uso corrente delle rispettive categorie.”

Come categoria d'uso si considera la **Categoria H** che comprende **Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione.**

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	7,00	1,00*
F-G	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
F-G	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Il carico da considerarsi nelle verifiche sarà pari a:

$$H = 1.00 \text{ [kN/m]}$$

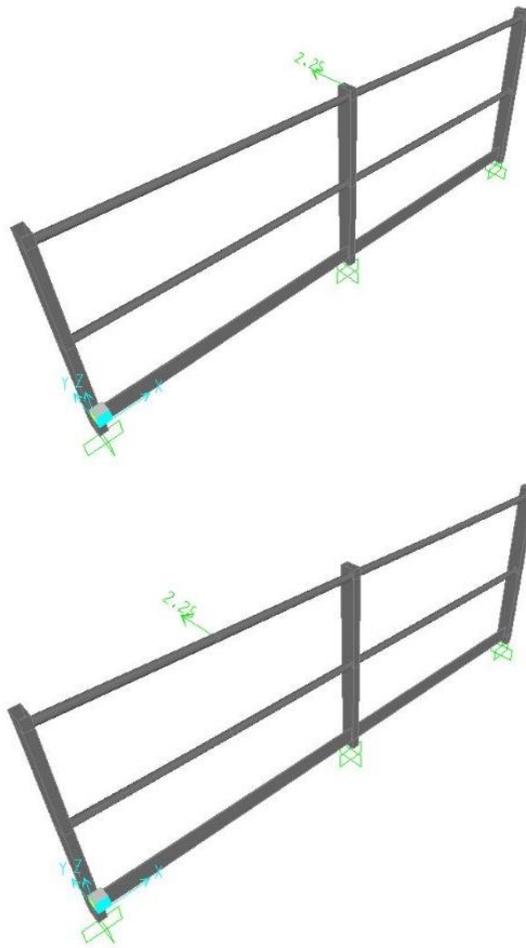
Inoltre:

“I sovraccarichi orizzontali lineari [...] devono essere applicati ai parapetti o ai mancorrenti alla quota del bordo superiore.” [3.1.4.3]

In conclusione, la forza di progetto da considerare al **bordo superiore del montante centrale (CASO 1)** e al **centro del corrimano (CASO 2)** sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Sul software di modellazione FEM è stata applicata la forza sia sul bordo superiore del montante (**CASO 1**) che al centro del corrimano (**CASO 2**):



10.8 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

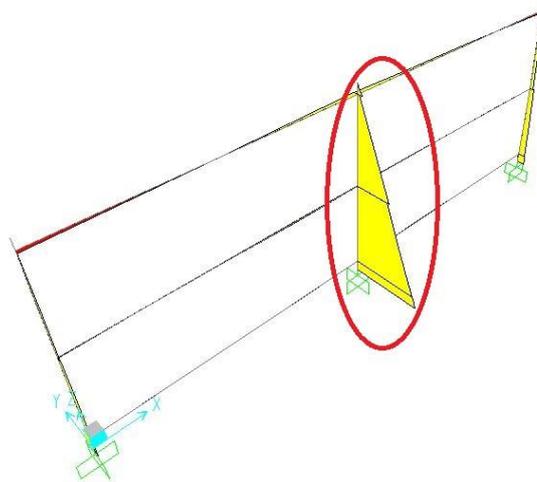
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{kN}{m} \cdot 1.5m \cdot 1.5 = 2.25kN$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 2 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione $M_{C,Rd}$ vale:

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{11905 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 2.3 \text{ kNm}$$

Dove:

W_{el}	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{C,Rd}} = \frac{2 \text{ kNm}}{2.3 \text{ kNm}} = 0.88 < 1$$

SODDISFATTA

10.9 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

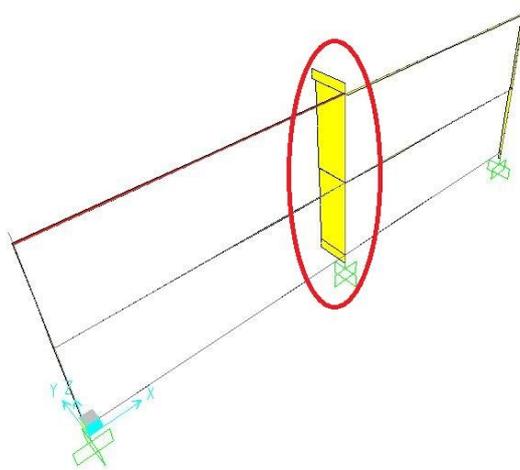
$$\frac{V_{Ed}}{V_{C,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 2.5 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione $V_{c,Rd}$ vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{575 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 63.23 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area della sezione del tubolare
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{2.5 \text{ kN}}{63.23 \text{ kN}} = 0.02 < 1$$

SODDISFATTA

10.10 VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

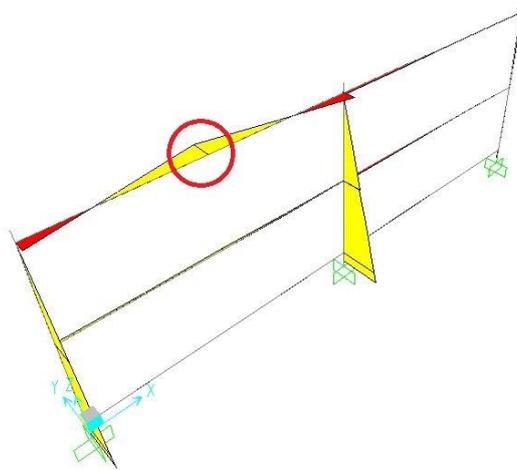
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 0.4 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione $M_{C,Rd}$ vale:

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{3000 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 0.57 \text{ kNm}$$

Dove:

W_{el}	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{c,Rd}} = \frac{0.4 \text{ kNm}}{0.57 \text{ kNm}} = 0.7 < 1$$

SODDISFATTA

10.11 VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

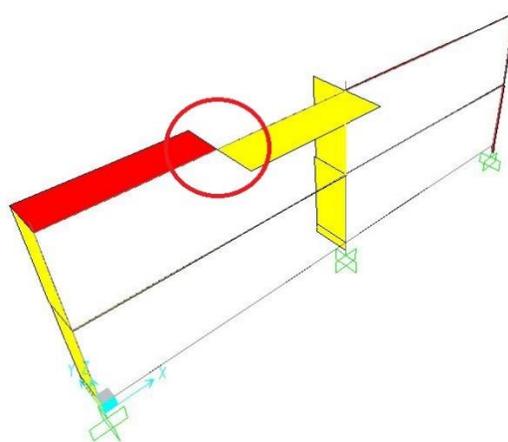
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 1.13 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione $V_{c,Rd}$ vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{250.04 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 27.5 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area della sezione del tubolare
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

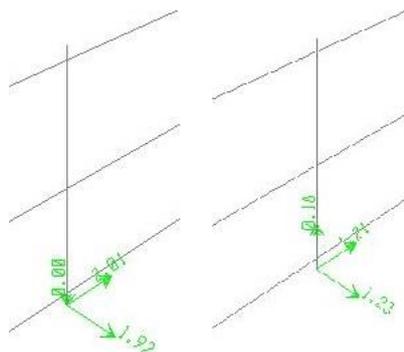
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.13 \text{ kN}}{27.5 \text{ kN}} = 0.04 < 1$$

SODDISFATTA

10.12 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE

Si considerano 2 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante.

Le sollecitazioni massime (CASO 1 e CASO 2) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i fissaggi come incastri:



10.12.1 Verifica a taglio dei bulloni (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 2 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 1.9 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni $F_{v,Rd}$ è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area resistente del bullone
f_{tb}	Resistenza a rottura dei bulloni
γ_{m2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{2 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.10 \leq 1$$

SODDISFATTA

10.12.2 Verifica a trazione dei bulloni (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.18 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni $F_{t,Rd}$ è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area resistente del bullone
f_{tb}	Resistenza a rottura dei bulloni
γ_{m2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{0.18 \text{ kN}}{12.82 \text{ kN}} = 0.01 < 1$$

SODDISFATTA

10.12.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{2\text{kN}}{19.23\text{kN}} + \frac{0.18\text{kN}}{1.4 \cdot 12.82\text{kN}} = 0.11 \leq 1$$

SODDISFATTA

10.12.4 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.18\text{kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra $B_{p,Rd}$ vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{ kN}$$

Dove:

d_m	Diametro minimo tra il dado e la testa della vite
t_p	Spessore della piastra
f_{tk}	Resistenza a rottura dell'acciaio
γ_{M2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{0.18\text{kN}}{15.4\text{kN}} = 0.01 < 1$$

SODDISFATTA

10.12.5 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 2 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra $F_{b,Rd}$ vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

t

Spessore della piastra

d

Diametro del bullone

γ_{M2}

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

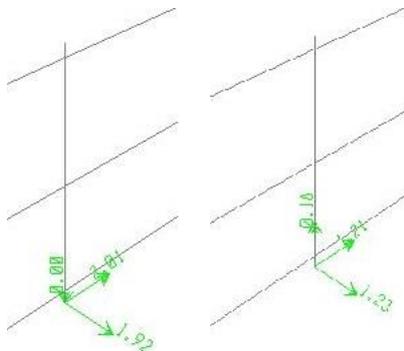
$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{2 \text{ kN}}{16.8 \text{ kN}} = 0.12 < 1$$

SODDISFATTA

10.13 VERIFICA DELLE VITI SU SUPPORTO IN C.A.

Si considerano 4 viti da cemento diam 12x100 mm in acciaio zincato che collegano le piastre ad L al supporto in calcestruzzo armato.

Le sollecitazioni massime (CASO 1 e CASO 2) sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i fissaggi come incastri:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y, mentre per le resistenze si considerano i valori tabellati degli elementi:

VITE PER CALCESTRUZZO W-BS



W-BS/S-S

10.13.1 Verifica a taglio delle viti (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sulle viti è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = \frac{2 \text{ kN}}{n_f} = \frac{2 \text{ kN}}{4} = 0.5 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = \frac{1.9 \text{ kN}}{n_f} = \frac{1.9 \text{ kN}}{4} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio delle viti $F_{v,Rd}$ è data dalla scheda tecnica degli elementi ed è pari a:

$$F_{v,Rd} = 24.0 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{14.3 \text{ kN}} = 0.04 \leq 1$$

SODDISFATTA

10.13.2 Verifica a trazione delle viti (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = \frac{M \cdot b}{n_f \sum y_i^2} = 0.5 \text{ kN}$$

Dove:

M	Momento massimo agente
b	Braccio massimo
n_f	Numero di file di fissaggi
y_i	Distanza dei fissaggi dal polo

La resistenza di progetto a trazione delle viti $F_{t,Rd}$ è data dalla scheda tecnica degli elementi ed è pari a:

$$F_{t,Rd} = 12.8 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{12.6 \text{ kN}} = 0.4 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{24.0 \text{ kN}} + \frac{0.5 \text{ kN}}{1.4 \cdot 12.8 \text{ kN}} = 0.05 \leq 1$$

SODDISFATTA

10.13.4 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = \frac{M \cdot b}{n_f \sum y_i^2} = 0.5 \text{ kN}$$

Dove:

M	Momento massimo agente
b	Braccio massimo
n_f	Numero di file di fissaggi
y_i	Distanza dei fissaggi dal polo

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra $B_{p,Rd}$ vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 12 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 18.46 \text{ kN}$$

Dove:

d_m	Diametro minimo tra il dado e la testa della vite
t_p	Spessore della piastra
f_{tk}	Resistenza a rottura dell'acciaio
γ_{M2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{18.46 \text{ kN}} = 0.03 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.5 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra $F_{b,Rd}$ vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{1.8 \cdot 0.42 \cdot 12\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 7.34 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

t

Spessore della piastra

d

Diametro del fissaggio

γ_{M2}

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.5\text{kN}}{7.34\text{N}} = 0.07 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.6 Verifica della resistenza a taglio per rottura della vite (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd,S}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sulle viti è pari a:

$$V_{Sd} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica a taglio di un ancorante, nel caso di rottura dell'acciaio è data dalla formula:

$$V_{Rd,S} = 0.5 \frac{A_S \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = 0.5 \frac{113.10 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.67} = 9.4 \text{ kN}$$

Dove:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1.25$$

Coefficiente di sicurezza

f_{yk}

Resistenza a snervamento dell'acciaio

f_{uk}

Resistenza a rottura dell'acciaio

A_S

Area resistente del bullone

Risulta:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd,S}} = \frac{0.5\text{kN}}{9.4\text{kN}} = 0.05 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.7 Verifica della resistenza a taglio per scalzamento (pryout) del calcestruzzo (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{RD,cp}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massimo è pari a:

$$V_{Sd} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza a taglio di un ancorante, nel caso di scalzamento del calcestruzzo, è data dalla:

$$V_{RD,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Ms}} = \frac{k \cdot N_{Rk,c}}{\gamma_{Ms}} = \frac{1 \cdot 2.2 \text{ kN}}{1.8} = 1.2 \text{ kN}$$

Dove:

$N_{Rk,c}$	Resistenza di progetto a taglio dell'ancorante
$k = 1$	Coefficiente che tiene conto della lunghezza di infissione dell'ancorante
$\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$	Coefficiente parziale di sicurezza
$\gamma_c = 1.5$	Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione
$\gamma_1 = 1.2$	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo
$\gamma_2 = 1$	Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti

Risulta:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{RD,cp}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.4 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.8 Verifica della resistenza a trazione per rottura della vite (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica a trazione di un ancorante, nel caso di rottura dell'acciaio è data dalla:

$$N_{Rd,s} = \frac{A_s \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = \frac{113.10 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2} = 15.7 \text{ kN}$$

Dove:

$\gamma_{Ms} = \frac{1.2}{\frac{f_{yk}}{f_{uk}}} \geq 1.4$	Coefficiente di sicurezza
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'acciaio inossidabile
f_{uk}	Resistenza a rottura dell'acciaio inossidabile

A_S

Area resistente del bullone

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{RD,G}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{15.7 \text{ kN}} = 0.3 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.9 Verifica della resistenza a trazione per rottura del cono di cls (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,c}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione di un ancorante, nel caso di rottura del cono di calcestruzzo è data dalla:

$$\begin{aligned} N_{Rd,c} &= \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} = \frac{N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0} \cdot \psi_{S,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ucr,N}}{\gamma_{Mc}} = \\ &= \frac{8.15 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \cdot 1 \cdot 0.9 \text{ mm} \cdot 0.4 \cdot 1}{1.5 \cdot 1.2 \cdot 1} = 1.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dove:

$$N_{Rk,c}^0 = 7.2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

Resistenza caratteristica di un ancorante posto in calcestruzzo fessurato

$$f_{ck,cube} = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo

$$h_{ef}$$

Profondità di ancoraggio effettiva

$$\frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0}$$

Rapporto tra l'area di calcestruzzo di un ancorante singolo senza effetti di interassi e distanza dal bordo sulla superficie di calcestruzzo schematizzando il cono come una piramide e l'area effettiva del cono di calcestruzzo di un ancorante sulla superficie di calcestruzzo

$$\psi_{S,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}$$

Fattore che considera la distribuzione non uniforme delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuta alla vicinanza dai bordi dell'elemento in calcestruzzo

$$c$$

Distanza minima dal bordo

$$c_{cr,N}$$

Distanza critica dal bordo tabellato nelle informazioni tecniche dell'ancorante

$$\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200}$$

Fattore che considera l'effetto dell'armatura

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_n/s_{cr,N}}$$

Fattore che considera l'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agisce sui singoli ancoranti

$$e_n$$

Eccentricità della risultante del carico di trazione agente sugli ancoranti tesi

$$s_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$\Psi_{ucr,N}$	Fattore che considera la posizione dell'ancorante in calcestruzzo fessurato (=1) oppure in calcestruzzo non fessurato (=1.4)
$\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$	Coefficiente parziale di sicurezza
$\gamma_c = 1.5$	Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione
$\gamma_1 = 1.2$	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo
$\gamma_2 = 1$	Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti

Risulta:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,c}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.4 < 1$$

SODDISFATTA

10.13.10 Verifica della resistenza a trazione per fessurazione del cls (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,sp}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.5 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione di un ancorante, nel caso di rottura del cono di calcestruzzo è data dalla:

$$N_{Rd,SP} = \frac{N_{Rk,SP}}{\gamma_{Msp}} = \frac{N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0} \cdot \Psi_{S,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{ucr,N} \cdot \Psi_{h,sp}}{\gamma_{Msp}}$$

$$= \frac{8.15 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 1 \cdot 1}{1.5 \cdot 1.2 \cdot 1} = 1.2 \text{ kN}$$

Dove:

$$N_{Rk,c}^0 = 7.2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{Resistenza caratteristica di un ancorante posto in calcestruzzo fessurato}$$

$$f_{ck,cube} = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo}$$

$$h_{ef} \quad \text{Profondità di ancoraggio effettiva}$$

$$\frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0} \quad \text{Rapporto tra l'area di calcestruzzo di un ancorante singolo senza effetti di interassi e distanza dal bordo sulla superficie di calcestruzzo schematizzando il cono come una piramide e l'area effettiva del cono di calcestruzzo di un ancorante sulla superficie di calcestruzzo}$$

$$\Psi_{S,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \quad \text{Fattore che considera la distribuzione non uniforme delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuta alla vicinanza dai bordi dell'elemento in calcestruzzo}$$

$$c \quad \text{Distanza minima dal bordo}$$

$$c_{cr,N} \quad \text{Distanza critica dal bordo tabellato nelle informazioni tecniche dell'ancorante}$$

$$\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \quad \text{Fattore che considera l'effetto dell'armatura}$$

$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_n/s_{cr,N}}$	Fattore che considera l'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agisce sui singoli ancoranti
e_n	Eccentricità della risultante del carico di trazione agente sugli ancoranti tesi
$s_{cr,N} = 2$	
$\psi_{ucr,N}$	Fattore che considera la posizione dell'ancorante in calcestruzzo fessurato (=1) oppure in calcestruzzo non fessurato (=1.4)
$\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$	Coefficiente parziale di sicurezza
$\gamma_c = 1.5$	Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione
$\gamma_1 = 1.2$	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo
$\gamma_2 = 1$	Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti
$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{2 \cdot h_{ef}}\right)^{2/3}$	Coefficiente che tiene conto l'influenza dello spessore del materiale base sulla resistenza a fessurazione degli ancoranti
h	Spessore del materiale di supporto
Risulta:	

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,sp}} = \frac{0.5 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.4 < 1$$

SODDISFATTA

11. RELAZIONE DI CALCOLO: PARAPETTO SU VELETTA INTERNA/ESTERNA

Il sottoscritto **Dott. Ing. Andrea Alberto**, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al numero 2058, Sezione A Settore Civile-Ambientale, redige la presente relazione di calcolo volta alla **verifica dei requisiti di resistenza strutturale alle sollecitazioni** per il sistema di **parapetti provvisori/permanenti**.

Tali dispositivi di protezione sono collocati sul perimetro di coperture calpestabili e praticabili in normali condizioni di uso, ovvero durante le fasi di costruzione e/o manutenzione da parte di personale autorizzato, siano essi lavoratori o folla non compatta.

11.1 VALUTAZIONI DEI CASI CONSIDERATI

I casi a cui si riferisce tale relazione di calcolo sono i seguenti:

PARAPETTO SU VELETTA VERTICALE

- **Parapetto su veletta esterna (montante verticale e montante curvo);**
- **Parapetto su veletta interna (montante verticale e montante curvo);**

Entrambi i casi sono molto simili in quanto il piano di appoggio è per l'appunto verticale.

Anche in questo caso vanno rispettate le seguenti misure:

4. **L'altezza dal piano orizzontale di calpestio fino al bordo superiore del corrimano del parapetto deve comunque rimanere pari a $h=110$ mm, qualunque sia l'altezza della veletta in questione;**
5. **In funzione dei fissaggi utilizzati, devono essere rispettate le distanze minime tra di essi e rispetto al bordo del supporto. Le dimensioni delle piastre di collegamento usate varieranno in funzione dei casi.**

Considerando delle viti WURTH W-BS / S, la distanza minima tra gli ancoranti deve essere pari a 75 mm. La larghezza minima della veletta deve essere di 180 mm in quanto la distanza dal bordo dei fissaggi deve essere minimo 90 mm;

6. **La lunghezza delle piastre di ancoraggio con il supporto varierà in funzione delle distanze minime da rispettare tra gli ancoranti stessi e tra gli ancoranti e il bordo del supporto.**

Per le verifiche di seguito effettuate è stato considerato il caso più sfavorevole in modo da andare sempre a favore di sicurezza.

- **PARAPETTO MONTATO SU VELETTA ESTERNA in quanto l'altezza del montante è maggiore (si considera un'altezza di $h=1500$ mm)**
- **Larghezza della veletta pari a 180 mm (distanze minime dai bordi delle viti da considerare).**

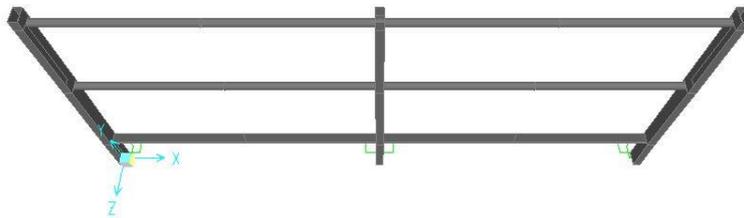
11.2 GENERALITÀ DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3 :2016

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 - §8.2.1 si ha che:

“La prova è eseguita su un elemento del parapetto con tre montanti, corrimano e corrente intermedio, che è montato nel corridoio di passaggio. [...]”

Il carico deve essere applicato orizzontalmente senza introdurre un carico dinamico, prima a livello del centro del corrimano sul montante centrale [...]. Nella seconda prova, il carico deve essere applicato al centro del corrimano nel punto meno favorevole tra due montanti [...].”

Lo schema, precedentemente descritto, è stato eseguito nel programma di modellazione FEM:



11.3 VERIFICA DELL'USABILITÀ DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico F_u deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre “[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm.”

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30\text{mm}$$

Dove:

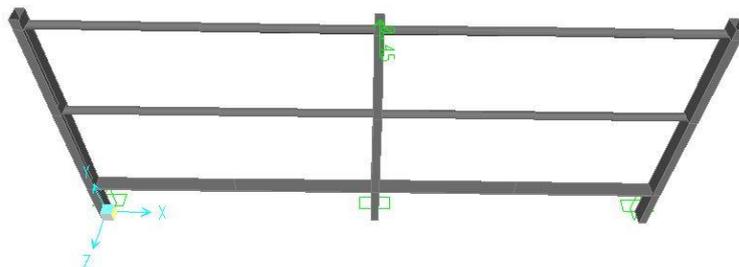
δ Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

$$F_u = 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot L = 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 1.5\text{m} = 450\text{N} = 0.45\text{kN}$$

Dove:

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 2.12 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$2.12 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

11.4 VERIFICA DELL'USABILITÀ DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico F_u deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

Dove:

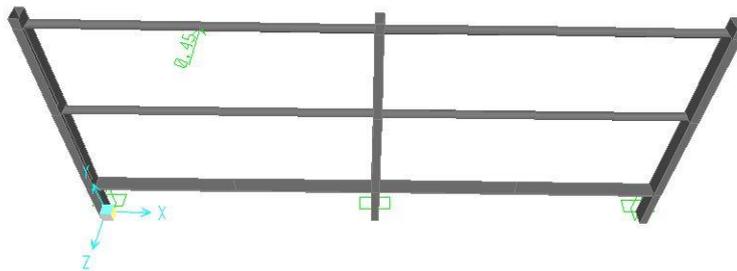
δ Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

$$F_u = 300 \frac{N}{m} \cdot L = 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 450N = 0.45kN$$

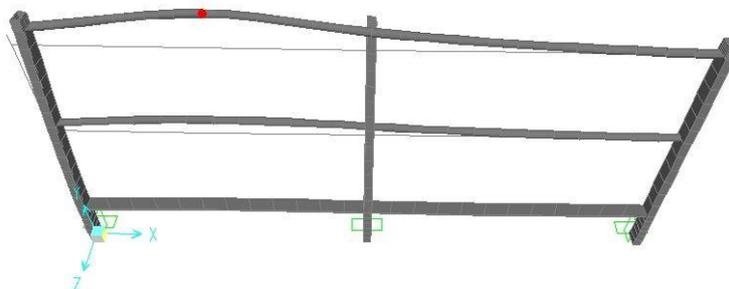
Dove:

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:

Joint Displacements			
Joint	Object	2	Joint Element
	1	2	3
Trans	0.00000	0.00000	-2.51225
Rotn	-0.00144	-3.090E-05	0.00000



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 2.52 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$2.52 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

11.5 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.2], il carico deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% dell'altezza, H."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot (1500\text{mm})$$

$$\delta \leq 4.5\text{mm}$$

Dove:

δ Deflessione permanente

H Altezza del montante

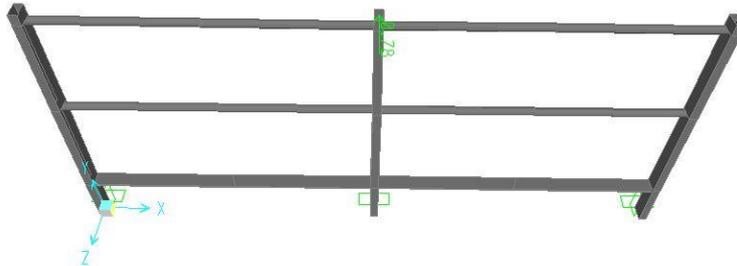
Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 787.5N = 0.7875kN$$

Dove:

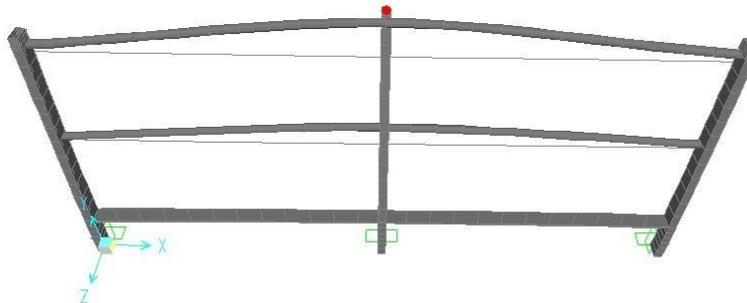
$\gamma = 1.75$ Coefficiente di sicurezza del materiale

L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:

Joint Displacements			
Joint Object	21	Joint Element 21	
	1	2	3
Trans	0.00000	0.00000	-3.66426
Rotn	-0.00400	0.00000	0.00000



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 3.67 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 4.5 \text{ mm}$$

$$3.67 \leq 4.5 \text{ mm}$$

SODDISFATTA

11.6 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre *"[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% della distanza, L ."*

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot 1500\text{mm}$$

$$\delta \leq 4.5\text{mm}$$

Dove:

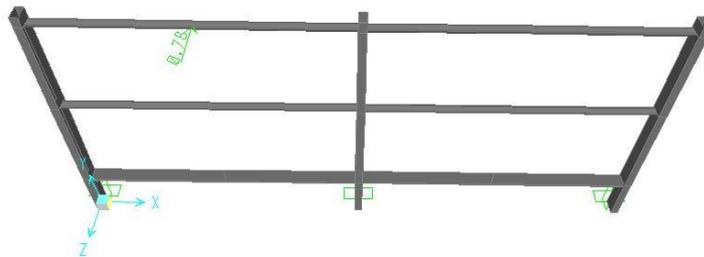
- δ Deflessione permanente
- L Lunghezza di influenza

Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 1.5\text{m} = 787.5\text{N} = 0.7875\text{kN}$$

Dove:

- L Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 4.35\text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 4.5\text{ mm}$$

$$4.35\text{ mm} \leq 4.5\text{ mm}$$

SODDISFATTA

11.7 GENERALITÀ DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO NA NTC 2018

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma NTC18 si ha che:

“Il valore di progetto di ciascuna delle azioni agenti sulla struttura F_d è ottenuto dal suo valore caratteristico F_k , inteso come frattile 95% della distribuzione statistica o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno, attraverso l’espressione: $F_d = \gamma_F \cdot F_k$ essendo γ_F il fattore parziale relativo alle azioni.” [§2.3]

Inoltre:

“Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

[...].” [§2.5.3]

“[...] la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli afetti delle azioni nelle verifiche degli stati limite ultimi. [...] Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.”

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Il coefficiente parziale per l’effetto delle azioni nelle verifiche in condizioni sfavorevoli si considera pari a:

$$\gamma_k = 1.5$$

Per la verifica degli elementi del parapetto si considereranno i sovraccarichi.

“I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d’uso dell’opera; [...]”

Tra i quali, in particolar modo, si considerano i **carichi orizzontali lineari H_k** dati dalla Tabella della Norma:

“I valori riportati nella Tab. 3.1.11 sono riferiti a condizioni di uso corrente delle rispettive categorie.”

Come categoria d’uso si considera la **Categoria H** che comprende **Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione.**

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		1,00**
		5,00	2 x 50,00	
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Il carico da considerarsi nelle verifiche sarà pari a:

$$H = 1.00 \text{ [kN/m]}$$

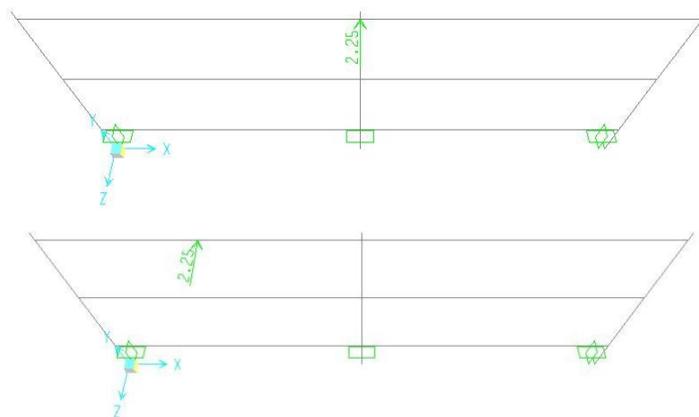
Inoltre:

“I sovraccarichi orizzontali lineari [...] devono essere applicati ai parapetti o ai mancorrenti alla quota del bordo superiore.” [3.1.4.3]

In conclusione, la forza di progetto da considerare al **bordo superiore del montante centrale (CASO 1)** e al **centro del corrimano (CASO 2)** sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5\text{m} \cdot 1.5 = 2.25\text{kN}$$

Sul software di modellazione FEM è stata applicata la forza sia sul bordo superiore del montante (CASO 1) che al centro del corrimano (CASO 2):



11.8 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

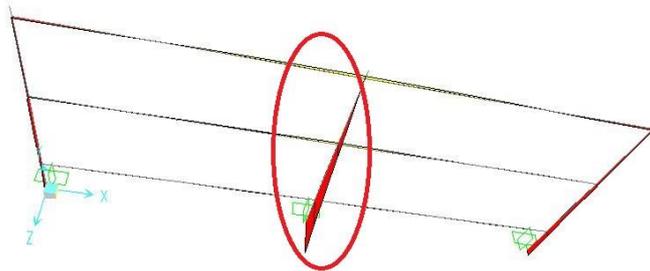
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{kN}{m} \cdot 1.5m \cdot 1.5 = 2.25kN$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 2.15 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{11905 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{N}{\text{mm}^2}}{1.05} = 2.3 \text{ kNm}$$

Dove:

W_{el}	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{c,Rd}} = \frac{2.15 \text{ kNm}}{2.3 \text{ kNm}} = 0.95 < 1$$

SODDISFATTA

11.9 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

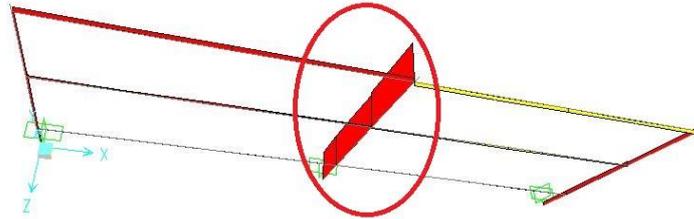
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{kN}{m} \cdot 1.5m \cdot 1.5 = 2.25kN$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 1.7 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione $V_{c,Rd}$ vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{575 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 63.23 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area della sezione del tubolare
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.7 \text{ kN}}{63.23 \text{ kN}} = 0.02 < 1$$

SODDISFATTA

11.10 VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

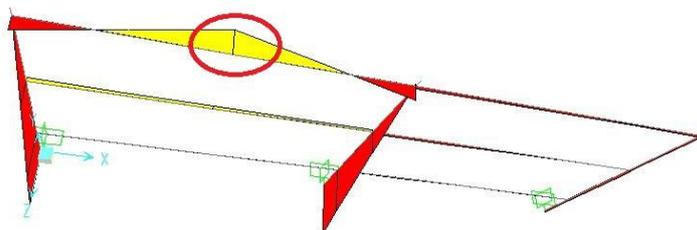
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 0.54 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{3000 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 0.57 \text{ kNm}$$

Dove:

W_{el}	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{c,Rd}} = \frac{0.54 \text{ kNm}}{0.57 \text{ kNm}} = 0.94 < 1$$

SODDISFATTA

11.11 VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

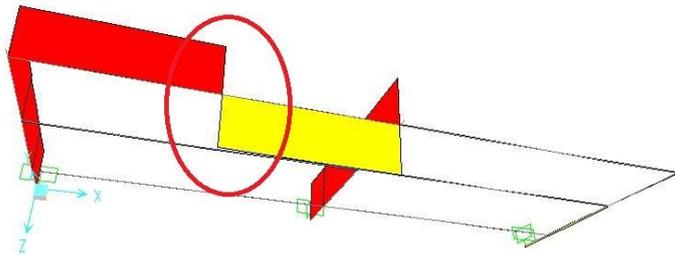
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 1.51 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione $V_{c,Rd}$ vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{250.04 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 27.5 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area della sezione del tubolare
f_{yk}	Resistenza a snervamento dell'elemento
γ_{M0}	Coefficiente di sicurezza

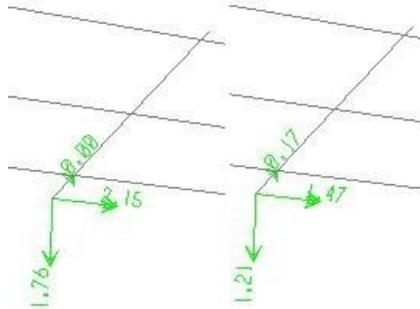
Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.51 \text{ kN}}{27.5 \text{ kN}} = 0.06 < 1$$

SODDISFATTA

11.12 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE

Si considerano 2 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante.
 Le sollecitazioni massime (CASO 1 e CASO 2) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i fissaggi come incastri:



11.12.1 Verifica a taglio dei bulloni (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 2.2 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 0.2 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni $F_{v,Rd}$ è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

A	Area resistente del bullone
f_{tb}	Resistenza a rottura dei bulloni
γ_{m2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{2.2 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.11 \leq 1$$

SODDISFATTA

11.12.2 Verifica a trazione dei bulloni (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 1.8 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni $F_{v,Rd}$ è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{kN}$$

Dove:

A	Area resistente del bullone
f_{tb}	Resistenza a rottura dei bulloni
γ_{m2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{1.8 \text{kN}}{12.82 \text{kN}} = 0.14 < 1$$

SODDISFATTA

11.12.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{2.2 \text{kN}}{19.23 \text{kN}} + \frac{1.8 \text{kN}}{1.4 \cdot 12.82 \text{kN}} = 0.21 \leq 1$$

SODDISFATTA

11.12.4 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 1.8 \text{kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra $B_{p,Rd}$ vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10 \text{mm} \cdot 3 \text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{kN}$$

Dove:

d_m	Diametro minimo tra il dado e la testa della vite
t_p	Spessore della piastra
f_{tk}	Resistenza a rottura dell'acciaio
γ_{M2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{1.8 \text{ kN}}{15.4 \text{ kN}} = 0.12 < 1$$

SODDISFATTA

11.12.5 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 2.2 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra $F_{b,Rd}$ vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

t

Spessore della piastra

d

Diametro del bullone

γ_{M2}

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

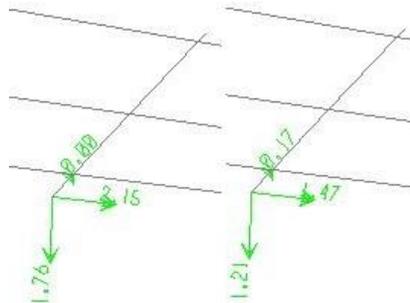
$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{2.2 \text{ kN}}{16.8 \text{ kN}} = 0.13 < 1$$

SODDISFATTA

11.13 VERIFICA DELLE VITI SU SUPPORTO IN C.A.

Si considerano 4 viti M12x100 mm in acciaio zincato che collegano le piastre ad L al supporto in calcestruzzo armato.

Le sollecitazioni massime (CASO 1 e CASO 2) sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i fissaggi come incastri:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y, mentre per le resistenze si considerano i valori tabellati degli elementi:

VITE PER CALCESTRUZZO W-BS



W-BS/S-S

11.13.1 Verifica a taglio delle viti (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sulle viti è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = \frac{2.2 \text{ kN}}{n_f} = \frac{2.2 \text{ kN}}{4} = 0.6 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio delle viti $F_{v,Rd}$ è data dalla scheda tecnica degli elementi ed è pari a:

$$F_{v,Rd} = 24.0 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.6 \text{ kN}}{14.3 \text{ kN}} = 0.04 \leq 1$$

SODDISFATTA

11.13.2 Verifica a trazione delle viti (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = \frac{M \cdot b}{n_f \sum y_i^2} = 0.7 \text{ kN}$$

Dove:

M	Momento massimo agente
b	Braccio massimo
n_f	Numero di file di fissaggi
y_i	Distanza dei fissaggi dal polo

La resistenza di progetto a trazione delle viti $F_{v,Rd}$ è data dalla scheda tecnica degli elementi ed è pari a:

$$F_{t,Rd} = 12.8 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{0.7 \text{ kN}}{12.8 \text{ kN}} = 0.05 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{0.6 \text{ kN}}{24.0 \text{ kN}} + \frac{0.7 \text{ kN}}{1.4 \cdot 12.8 \text{ kN}} = 0.06 \leq 1$$

SODDISFATTA

11.13.4 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = \frac{M \cdot b}{n_f \sum y_i^2} = 0.7 \text{ kN}$$

Dove:

M	Momento massimo agente
b	Braccio massimo
n_f	Numero di file di fissaggi
y_i	Distanza dei fissaggi dal polo

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra $B_{p,Rd}$ vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 12 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 18.46 \text{ kN}$$

Dove:

d_m	Diametro minimo tra il dado e la testa della vite
t_p	Spessore della piastra
f_{tk}	Resistenza a rottura dell'acciaio
γ_{M2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{0.7\text{kN}}{18.46\text{kN}} = 0.04 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.5 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.6 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra $F_{b,Rd}$ vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{1.8 \cdot 0.42 \cdot 12\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 7.34 \text{ kN}$$

Dove:

$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$	Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$	Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
t	Spessore della piastra
d	Diametro del fissaggio
γ_{M2}	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.5\text{kN}}{7.34\text{kN}} = 0.01 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.6 Verifica della resistenza a taglio per rottura della vite (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd,S}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sulle viti è pari a:

$$V_{Sd} = 0.6 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica a taglio di un ancorante, nel caso di rottura dell'acciaio è data dalla formula:

$$V_{Rk,S} = 0.5 \frac{A_S \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = 0.5 \frac{113.10 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.67} = 9.4 \text{ kN}$$

Dove:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1}{\bar{f}_{yk}/f_{uk}} \geq 1.25$$

Coefficiente di sicurezza

$$f_{yk}$$

Resistenza a snervamento dell'acciaio

$$f_{uk}$$

Resistenza a rottura dell'acciaio

$$A_S$$

Area resistente del bullone

Risulta:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rk,S}} = \frac{0.6 \text{ kN}}{9.4 \text{ kN}} = 0.06 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.7 Verifica della resistenza a taglio per scalzamento (pryout) del calcestruzzo (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{RD,cp}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massimo è pari a:

$$V_{Sd} = 0.6 \text{ kN}$$

La resistenza a taglio di un ancorante, nel caso di scalzamento del calcestruzzo, è data dalla:

$$V_{RD,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Ms}} = \frac{k \cdot N_{Rk,c}}{\gamma_{Ms}} = \frac{1 \cdot 2.2 \text{ kN}}{1.8} = 1.2 \text{ kN}$$

Dove:

$$N_{Rk,c}$$

Resistenza di progetto a taglio dell'ancorante

$$k = 1$$

Coefficiente che tiene conto della lunghezza di infissione dell'ancorante

$$\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_c = 1.5$$

Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione

$$\gamma_1 = 1.2$$

Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo

$$\gamma_2 = 1$$

Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti

Risulta:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{RD,cp}} = \frac{0.6 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.37 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.8 Verifica della resistenza a trazione per rottura della vite (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.7 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica a trazione di un ancorante, nel caso di rottura dell'acciaio è data dalla:

$$N_{Rd,s} = \frac{A_S \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = \frac{113.10 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2} = 22.6 \text{ kN}$$

Dove:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1.2}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1.4$$

Coefficiente di sicurezza

f_{yk}

Resistenza a snervamento dell'acciaio inossidabile

f_{uk}

Resistenza a rottura dell'acciaio inossidabile

A_S

Area resistente del bullone

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{RD,G}} = \frac{0.7 \text{ kN}}{15.7 \text{ kN}} = 0.04 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.9 Verifica della resistenza a trazione per rottura del cono di cls (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,c}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.7 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione di un ancorante, nel caso di rottura del cono di calcestruzzo è data dalla:

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} = \frac{N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0} \cdot \psi_{S,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ucr,N}}{\gamma_{Mc}} =$$

$$= \frac{8.15 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \cdot 1 \cdot 0.9 \text{ mm} \cdot 0.4 \cdot 1}{1.5 \cdot 1.2 \cdot 1} = 1.2 \text{ kN}$$

Dove:

$$N_{Rk,c}^0 = 7.2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$$f_{ck,cube} = 20 \frac{N}{mm^2}$$

$$h_{ef}$$

$$\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0}$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}$$

$$c$$

$$c_{cr,N}$$

$$\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200}$$

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_n/s_{cr,N}}$$

$$e_n$$

$$s_{cr,N} = 3h_{ef}$$

$$\psi_{ucr,N}$$

$$\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\gamma_1 = 1.2$$

$$\gamma_2 = 1$$

Risulta:

Resistenza caratteristica di un ancorante posto in calcestruzzo fessurato

Resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo

Profondità di ancoraggio effettiva

Rapporto tra l'area di calcestruzzo di un ancorante singolo senza effetti di interassi e distanza dal bordo sulla superficie di calcestruzzo schematizzando il cono come una piramide e l'area effettiva del cono di calcestruzzo di un ancorante sulla superficie di calcestruzzo

Fattore che considera la distribuzione non uniforme delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuta alla vicinanza dai bordi dell'elemento in calcestruzzo

Distanza minima dal bordo

Distanza critica dal bordo tabellato nelle informazioni tecniche dell'ancorante

Fattore che considera l'effetto dell'armatura

Fattore che considera l'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agisce sui singoli ancoranti

Eccentricità della risultante del carico di trazione agente sugli ancoranti tesi

Fattore che considera la posizione dell'ancorante in calcestruzzo fessurato (=1) oppure in calcestruzzo non fessurato (=1.4)

Coefficiente parziale di sicurezza

Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione

Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo

Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,c}} = \frac{0.7 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.6 < 1$$

SODDISFATTA

11.13.10 Verifica della resistenza a trazione per rottura del calcestruzzo dovuto alla fessurazione (ETAG 001)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,sp}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione agente sulla piastra è pari a:

$$N_{Sd} = 0.7 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione di un ancorante, nel caso di rottura del cono di calcestruzzo è data dalla:

$$N_{Rd,SP} = \frac{N_{Rk,SP}}{\gamma_{Msp}} = \frac{N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0} \cdot \psi_{S,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,sp}}{\gamma_{Msp}}$$

$$= \frac{8.15 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 1 \cdot 1}{1.5 \cdot 1.2 \cdot 1} = 1.2 \text{ kN}$$

Dove:

$N_{Rk,c}^0 = 7.2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5}$	Resistenza caratteristica di un ancorante posto in calcestruzzo fessurato
$f_{ck,cube} = 20 \frac{N}{\text{mm}^2}$	Resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo
h_{ef}	Profondità di ancoraggio effettiva
$\frac{A_{C,N}}{A_{C,N}^0}$	Rapporto tra l'area di calcestruzzo di un ancorante singolo senza effetti di interassi e distanza dal bordo sulla superficie di calcestruzzo schematizzando il cono come una piramide e l'area effettiva del cono di calcestruzzo di un ancorante sulla superficie di calcestruzzo
$\psi_{S,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}$	Fattore che considera la distribuzione non uniforme delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuta alla vicinanza dai bordi dell'elemento in calcestruzzo
c	Distanza minima dal bordo
$c_{cr,N}$	Distanza critica dal bordo tabellato nelle informazioni tecniche dell'ancorante
$\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200}$	Fattore che considera l'effetto dell'armatura
$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_n/s_{cr,N}}$	Fattore che considera l'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agisce sui singoli ancoranti
e_n	Eccentricità della risultante del carico di trazione agente sugli ancoranti tesi
$s_{cr,N} = 2$	
$\psi_{ucr,N}$	Fattore che considera la posizione dell'ancorante in calcestruzzo fessurato (=1) oppure in calcestruzzo non fessurato (=1.4)
$\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$	Coefficiente parziale di sicurezza
$\gamma_c = 1.5$	Coefficiente per calcestruzzo sottoposto a compressione
$\gamma_1 = 1.2$	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della resistenza a trazione del calcestruzzo
$\gamma_2 = 1$	Coefficiente che tiene conto dell'installazione in sicurezza di un sistema di ancoranti

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{2 \cdot h_{ef}} \right)^{2/3}$$

h

Risulta:

Coefficiente che tiene conto l'influenza dello spessore del materiale base sulla resistenza a fessurazione degli ancoranti

Spessore del materiale di supporto

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd,sp}} = \frac{0.7 \text{ kN}}{1.2 \text{ kN}} = 0.6 < 1$$

SODDISFATTA

In ragione delle valutazioni effettuate e dei calcoli svolti si può asserire che tutte le verifiche di resistenza condotte restituiscono esito positivo.

IL TECNICO

11.14 MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

La manutenzione dei parapetti è di fondamentale importanza in quanto la sicurezza degli utilizzatori dipende dalla continua efficienza e durabilità del sistema stesso.

Le operazioni di manutenzione devono essere effettuate da personale autorizzato e adeguatamente formato.

11.15 MANUTENZIONE ORDINARIA

L'impianto deve essere sottoposto a manutenzione ordinaria una volta all'anno da un soggetto abilitato al fine di verificare che l'impianto non sia stato alterato e quindi mantenga lo stesso livello di efficienza che aveva al termine dell'installazione e messa in esercizio.

La mancata manutenzione ordinaria comporta il divieto di utilizzo dell'impianto e la cessazione della garanzia da parte del produttore.

Segue l'elenco delle attività da svolgere durante la manutenzione ordinaria del sistema:

- Controllo del serraggio dei bulloni;
- Verifica della tenuta complessiva dei fissaggi; avvertire il committente se si notano segni di infiltrazioni, crepe o fessure sul calcestruzzo, ruggine sul supporto in acciaio, segni di espulsione del copri ferro o altri sintomi che possono far pensare ad un'alterazione delle caratteristiche originarie del supporto;
- Verifica della presenza di tutta la documentazione dell'impianto (elaborato tecnico, manualistica...).

11.16 MANUTENZIONE STRAORDINARIA

In caso di eventi straordinari, l'impianto deve essere sottoposto ad una manutenzione straordinaria durante la quale quella porzione dell'impianto non può essere utilizzata e si deve pertanto ricorrere ad altri presidi di sicurezza. Tutti i componenti che hanno subito deformazioni devono essere sostituiti.

I fissaggi strutturali della porzione interessata devono essere verificati secondo le indicazioni di un tecnico abilitato.

La manutenzione straordinaria, prevede oltre ai punti di quella ordinaria, le seguenti integrazioni:

- Sostituire tutti gli elementi coinvolti;
- Verificare l'integrità del supporto e dei fissaggi avvalendosi di un tecnico abilitato.
- Verificare che non siano stati coinvolti altri elementi.

12. DICHIARAZIONE DI CORRETTA POSA

Spett.le

Il Sottoscritto

In qualità di Legale Rappresentante della _____

Con _____ sede _____ in _____

Da Voi incaricato per i lavori di installazione di **parapetto permanente come dispositivo di protezione collettiva**

DICHIARA

Che nella fase di installazione e montaggio dei componenti di sicurezza, ha rispettato le Norme di buona tecnica in conformità alle:

- UNI EN ISO n° 14122-3 "Mezzi di accesso permanenti al macchinario del Maggio 2017 Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti.";
- NTC 2008/NTC 2018 Norme tecniche per le costruzioni;
- D.lgs 81/08 e s.m.i.

nonché

Le indicazioni del produttore **C.F. e P.IVA IT09701120967** con sede in via Martelli 20 Zibido San Giacomo (MI) e dei contenuti di cui all'elaborato tecnico.

Si dichiara quindi, non sussistendo alcuna anomalia, che il parapetto permanente e le tutte le sue parti sono correttamente installate.

N.B. La presente dichiarazione può essere sostituita dalla modulistica Regionale di riferimento

