



TRATTA L3: PV-E-9-MD SERVIZI
DI PROGETTAZIONE RELATIVI
AL TRATTO DA PAVIA A SAN
ROCCO AL PORTO (LO) DELLA
CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE VENTO



PROGETTO FINANZIATO DAL PNRR:

Missione: M2 | Componente: C2 |
Investimento: 4.1 - Rafforzamento mobilità ciclistica |
Sub-intervento: 4.1.1 - Ciclovie turistiche

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

Agenzia Interregionale per il fiume Po
Ufficio operativo di Pavia

D.E.C.: Arch. Luigi Caligiuri

R.U.P.: Ing. Marco La Veglia

Coordinatore dei progetti: Dott. Christian Farioli

CUP: B21B22000960008

**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Dott. Agr. Mauro Perracino

Progettisti:

Ing. Giorgio Morini

Progettista strutturale:

Ing. Matteo Moratti, Prof. Ing. Gian Michele Calvi

Gruppo di progettazione:

Ing. Marco Salvadori, Ing. Tommaso Farchioni

Ing. Simone Lenzo, Ing. Marco Termine

Dott. Agr. Alessandro Maderna, Dott. Matteo Ruffoni,

Dott. Riccardo Inama, Dott. Manuele Bettoni,

Arch. Liliana Borrini, Ing. Khaled Breis, Arch. Valentina Lanati.

Geologo:

Dott. Geol. Maurizio Visconti

OGGETTO:

DOCUMENTI

PROGETTO:

RELAZIONE TECNICA OPERE D'ARTE ESISTENTI

n° elaborato

cod. elaborato

4.06

4258_PRO_E_STR_RT_01A

DATA 15.09.23

SCALA -

REVISIONE A

REDATTO

APPROVATO

VERIFICATO

SGL

MM

GMC



TAU Engineering S.r.l.
p.iva e c.f. 11045890966
Via Oslavia, 18/7
20134 Milano
t +39 02.26417244
tecnico@tauengineering.net
tau@pec.tauengineering.net
www.t-au.com



Studio Calvi S.r.l.
p.iva e c.f. 01673290183
Via Severino Boezio, 10
27100 Pavia
t +39 0382.538817
info@studiocalvi.eu
pec@pec.studioalcalvi.eu
www.studioalcalvi.eu/it/



Studio Associato Phytosfera
p.iva e c.f. 02015090182
Via Silvio Cappella, 14
27100 Pavia
t +39 0382.1902256
info@phytosfera.it
info@pec.phytosfera.it
www.phytosfera.it/



Signal S.r.l.
p.iva e c.f. 02667600031
Corso Lorenzo Cobiainchi, 72
28921 Verbania
t +39 339.2972479
info@signalitalia.it
signalitalia@pec.it
www.signalitalia.it

Relazione tecnica opere d'arte esistenti

4.06_4258_PRO_E_STR_RT_01A

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	5
2	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4	INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE ESISTENTI.....	8
4.1	SUB-TRATTA A	9
4.1.1	Opera esistente 1A.....	10
4.1.2	Opera esistente 2A.....	11
4.1.2.1	Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio.....	12
4.1.2.1	Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio.....	12
4.1.3	Opera esistente 3A.....	15
4.1.1	Opera esistente 4A.....	16
4.1.1.1	Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio.....	17
4.1.1.2	Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio.....	17
4.1.1	Opera esistente 5A.....	21
4.1.1.1	Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio.....	22
4.1.1.2	Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio.....	22
4.2	SUB-TRATTA B – ANTICO MEANDRO	26
4.2.1	Opera esistente 1B.....	27
4.2.1	Opera esistente 3B.....	28
4.2.1.1	Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio.....	29
4.2.1.2	Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio.....	29
4.3	SUB-TRATTA C – SANTA MARGHERITA	33
4.4	SUB-TRATTA D – BELGIOIOSO (TRACCIATO DEFINITIVO – NESSUNA VARIAZIONE RISPETTO AL PFTE	34
4.5	SUB-TRATTA E – SPERONI	35
4.6	SUB-TRATTA F – SAN ZENONE AL PO	36
4.6.1	Opera esistente 1F.....	37
4.6.2	Opera esistente 2F.....	39
4.7	SUB-TRATTA G – ZERBO – PIEVE PORTO MORONE.....	41
4.7.1	Opera esistente 1G	42
4.7.2	Opera esistente 2G	44

4.7.2.1	Descrizione della barriera anti lancio	45
4.7.2.2	Verifiche strutturali della barriera anti lancio	46
4.8	SUB-TRATTA H – PIEVE PORTO MORONE	49
4.9	SUB-TRATTA I – FRAZIONE BOSCO	50
4.9.1	<i>Opera esistente 1/</i>	51
4.9.1.1	Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio	52
4.10	SUB-TRATTA L – LAMBRINIA – ORIO LITTA.....	55
4.11	SUB-TRATTA M – CORTE SANT’ANDREA	56
4.12	SUB-TRATTA N – CASCINA SPRINGALLI	57
4.13	SUB-TRATTA O – GUARDAMIGLIO	58
4.14	SUB-TRATTA P – SAN ROCCO AL PORTO	59
5	ALLEGATO 1	60
6	ALLEGATO 2	61
7	ALLEGATO 3	62

1 INTRODUZIONE

La ciclovia VENTO è il progetto di un'infrastruttura ciclabile che corre per oltre 700 km lungo gli argini del fiume Po. Il percorso si sviluppa da Venezia a Torino, con una diramazione per il collegamento a Milano lungo il Naviglio Pavese, attraversando 4 regioni (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna e Veneto), 10 province, 3 città metropolitane e 116 comuni.

La presente elaborazione riguarda il servizio di progettazione esecutiva della Tratta L3, appartenente al Lotto Funzionale II della Ciclovia Vento, un percorso di circa 75 km da Pavia a San Rocco al Porto (LO), alle porte della città di Piacenza, che si sviluppa per la maggior parte sull'argine maestro del Po in sinistra idraulica.

L'Associazione Temporanea di Imprese "TAU - Calvi - Phytosfera - Signal", con mandataria Tau Engineering S.r.l., è risultata aggiudicataria con Determina Dirigenziale n. 1095 del 11/10/2022 dell'incarico relativo ai servizi di progettazione della ciclovia Vento con riferimento al Lotto II (PV-E-9-MD).

L'appalto è stato aggiudicato mediante Procedura Aperta (CIG 9339809E32) di cui all'art. 60 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. con il criterio di selezione dell'offerta "economicamente più vantaggiosa" (OEV) di cui all'art. 95, comma 2 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i..

La relazione è redatta ai sensi dell'art. 18 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, recante Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».

L'attività progettuale è identificata come *LOTTO 2: PV-E-9-MD - Servizio di progettazione esecutiva comprensiva anche degli elementi del progetto definitivo indispensabili per l'acquisizione dei pareri degli Enti competenti in sede di CDS, coordinamento sicurezza in progettazione, n. 1 direttore operativo, n. 1 ispettore di cantiere, contabilità dei lavori, coordinamento della sicurezza in esecuzione ed analisi storiografica aree progetto ai fini della valutazione del rischio di ritrovamento ordigni bellici inesplosi relativo alla tratta L3 della ciclovia turistica nazionale VENTO. C.I.G. 9339809E32 - C.U.P. B21B22000960008.*

Il progetto è finanziato dal PNRR e dal Piano Lombardia.

La seguente relazione è redatta dal raggruppamento temporaneo costituito da TAU Engineering (Capogruppo), Studio Calvi s.r.l. (mandante) e Phytosfera (Mandante).

I tecnici incaricati della stesura e firma del presente documento sono il Prof. Ing. Gian Michele Calvi (iscrizione all'albo di Pavia al n. 1036) e l'Ing. Matteo Moratti (iscrizione all'albo di Genova al n. 7845), entrambi per Studio Calvi S.r.l., con sede in via Boezio, n. 10 a Pavia.

Gli aspetti architettonici sono stati seguiti dall'arch. Valentina Lanati e hanno contribuito al progetto l'ing. Simone G. Lenzo, l'ing. Marco Termine, l'ing. Khaled Breis e l'arch. Liliana Borrini.

Si riportano di seguito gli interventi di progetto da eseguire sulle opere d'arte esistenti, con i dettagli costruttivi e le relative verifiche strutturali.

2 PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica di calcolo delle opere esistenti a corredo del progetto esecutivo strutturale.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito alcune valutazioni sintetiche sugli aspetti strutturali.

Le valutazioni sono elaborate con riferimento alle seguenti normative:

- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 “Codice dei contratti pubblici”;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
- Bozza di “Schema di regolamento di esecuzione, attuazione e integrazione del decreto legislativo 18 Aprile 2016, N. 50, Recante “Codice Dei Contratti Pubblici”
- D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- UNI EN 15129:2018 “Dispositivi antisismici”;
- UNI EN 1337:2005 “Appoggi strutturali”;
- Decreto 5 novembre 2001. “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- Per quanto non in contrasto con le precedenti normative si adotta inoltre quanto suggerito dalle seguenti norme volontarie:
- UNI EN 1992-1-1. Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”,
- UNI EN 1992-2. Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-1-1. Eurocodice 3: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”,
- UNI EN 1993-2. Eurocodice 3: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti in acciaio”;
- UNI EN 1994-1-1. Eurocodice 4: “Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per i ponti”
- UNI EN 1998-1. Eurocodice 8: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-1. Eurocodice 8: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-2. “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.

4 INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE ESISTENTI

Nelle pagine seguenti si identificano le opere d'arte esistenti e i relativi interventi proposti per l'adeguamento.

Si evidenzia inoltre il numero delle opere che erano comprese nel PFTE a base gara e quelle ora presenti in fase di progettazione definitiva, per effetto della variante resasi necessaria nella sub-tratta A.

In sintesi le opere che sono previste a seguito della variante sono riportate alla seguente Tabella 1:

Tabella 1. Opere d'arte nel PFTE a base gara e per progetto esecutivo

SUB-TRATTA	PFTE A BASE GARA	PROGETTO ESECUTIVO
	OPERE ESISTENTI DA AGGIORNARE	OPERE ESISTENTI DA AGGIORNARE
A	1	(4 in variante + 1 da PTFE) = 5
B	0	2 in variante
C	0	0
D	0	0
E	0	0
F	2	2 da PTFE
G	2	2 da PTFE
H	0	0
I	1	1 da PTFE
L	2	0
M	0	0
N	0	0
O	0	0
P	0	0
TOTALE	8	12

Le opere esistenti da aggiornare in progettazione esecutiva risultano essere n.12, 4 in più rispetto al PTFE a base gara.

Si riportano di seguito in tabelle dedicate, per ogni sub tratta in cui sono presenti opere d'arte esistenti, le informazioni circa le criticità rinvenute e gli interventi previsti per ogni opera. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

4.1 SUB-TRATTA A



Fig. 1 _ Tratta L3 – Sub tratta A

La tratta è oggetto di variante e contiene 5 opere esistenti, una delle quali già inclusa nel PFTE. Si riportano di seguito alcune informazioni fondamentali sugli interventi previsti. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

4.1.1 OPERA ESISTENTE 1A



Fig. 2 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 1A - LAT.: 45.17618 LONG 9.17023

Interventi strutturali da eseguire:

Non è previsto alcun intervento

4.1.2 OPERA ESISTENTE 2A



Fig. 3 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 2A - LAT.: 45.17707 LONG.: 9.18073

L'opera d'arte 2A è un ponticello ciclopedonale della lunghezza di circa 7,20 m.

L'impalcato è una soletta in c.a. della larghezza di circa 4,50 m più largo della struttura in appoggio ad arco in muratura di circa 1,00m e poggiante sulla parte in ampliamento su profili metallici e nuovi blocchi di spalla e fondazione in c.a.



Fig. 4 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 2A – Stato di fatto

La criticità strutturale principale che si riscontra è la mancanza di appoggio a terra di uno di questi nuovi blocchi in c.a.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Rifacimento blocco fondazione con corrazzamenti in pietra;
2. Rimozione parapetti in legno esistenti;
3. Installazione di parapetti in acciaio.

4.1.2.1 Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio

Si prevede l'installazione di due nuovi parapetti in acciaio S235J2 con verniciatura effetto Corten per la lunghezza complessiva di 6,56 m (cad. uno). La struttura principale è formata da montanti in profili scatolari rettangolari 100x60x3 mm con interasse fra loro di 1,30 m, ancorati tramite piastra di base 200x200x10mm e barre filettate M14 classe 8.8 con relativo inghisaggio utilizzando resina Hilti HIT-RE 500 V4 (o similare in prestazioni) per la profondità di 130mm nella soletta esistente.

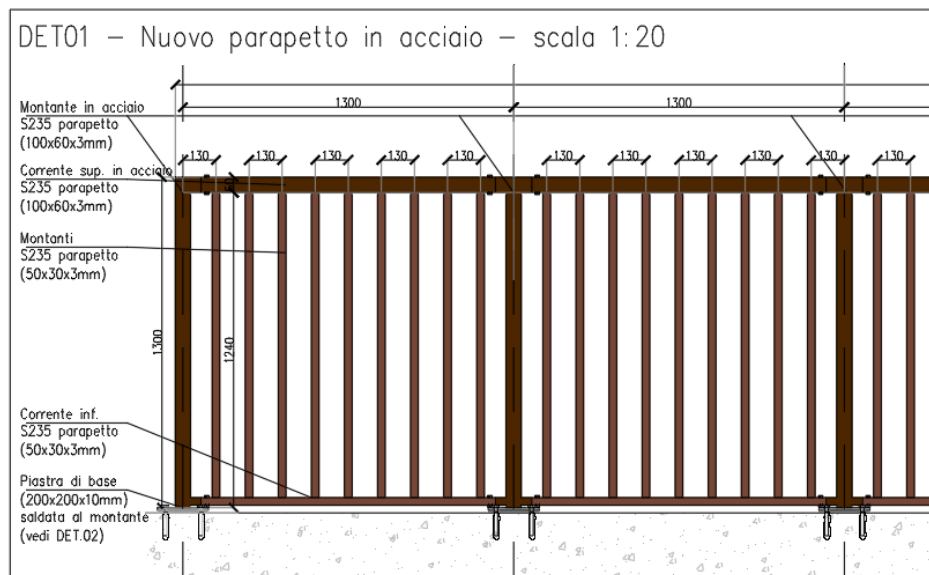


Fig. 5 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 2A – Nuovo parapetto in acciaio

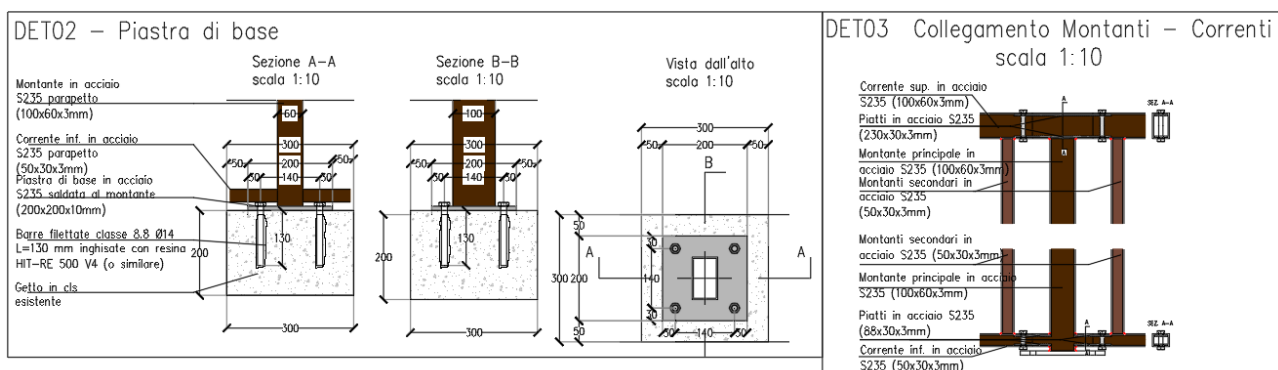


Fig. 6 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 2A – Dettagli connessioni

4.1.2.1 Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio

Si verificano i parapetti con un'azione variabile di spinta pari a 2 kN/m applicati al corrimano (corrente superiore).

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Montanti

La forza trasmessa dal corrente superiore al singolo montante è pari a:

$$F = 2 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 2,60 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$F_{Ed, SLU} = 2,60 \text{ kN} \times 1,50 = 3,90 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,90 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 5,07 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 5,07 \text{ kN};$$

Corrente superiore

La forza di taglio sul singolo corrente superiore considerandolo vincolato in appoggio-appoggio fra due montanti con interasse 1,30 m è pari a:

$$q = 2 \text{ kN/m}$$

che allo SLU è pari a:

$$q_{Ed, SLU} = 2,00 \text{ kN/m} \times 1,50 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il taglio agente è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30/2 \text{ m} = 1,95 \text{ kN}$$

Il momento massimo è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30^2/8 \text{ m} = 0,64 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 0,65 \text{ kN}$$

• VERIFICHE DEGLI INGHISAGGI

Le verifiche relative agli inghisaggi vengono svolte utilizzando il programma Hilti profis engineering. Si riportano in seguito alcuni screen del programma e si allega alla presente relazione i report completi di verifica (Allegato 1).

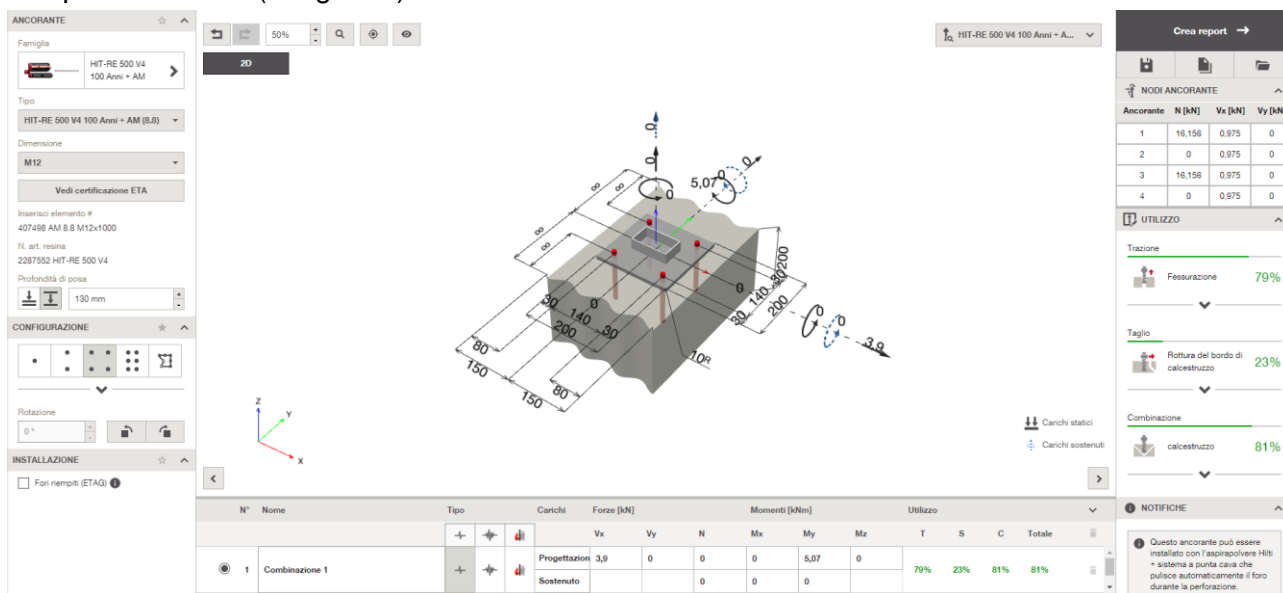


Fig. 7 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 2A – Screen output Verifica inghisaggi Hilti profis engineering

4.1.3 OPERA ESISTENTE 3A



Fig. 8 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 3A - LAT.: 45.17650 LONG.: 9.18214



Fig. 9 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 3A – Stato di fatto e targa

L'opera esistente 3A è un ponte ciclopedonale in legno, appartenente alla categoria di manufatto "ponte di III cat. (Par. 5.1.3.3.4. D.M. 14/01/2008) e costruito nel 2014, finanziato con il fondo europeo di sviluppo regionale dell'unione europea (Asse 4:"Expo 2015"- Linea di intervento 4.4.1) La portata massima è pari a 35 quintali.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Carteggiatura manuale/con mezzo meccanico dei parapetti esistenti in legno e successive mani di impregnante e vernice idonea;
2. Sostituzione delle tavole di assito mancanti e/o danneggiate.

4.1.1 OPERA ESISTENTE 4A



Fig. 10 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 4A - LAT.: 45.17634 LONG.: 9.18272



Fig. 11 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 4A – Stato di fatto

L'opera esistente 4A è una tombinatura scatolare in c.a. del reticolo idrico della zona.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Installazione di parapetti in acciaio.

4.1.1.1 Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio

Si prevede l'installazione di due nuovi parapetti in acciaio S235J2 con verniciatura effetto Corten per la lunghezza complessiva di 6,56 m (cad. uno). La struttura principale è formata da montanti in profili scatolari rettangolari 100x60x3 mm con interasse fra loro di 1,30 m, ancorati tramite piastra di base 200x200x10mm e tirafondi M14 classe 8.8 di L= 125mm, con relativi pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni interne 300x300x300 mm, successivamente armati e riempiti di getto in cls C32/40 XC4.

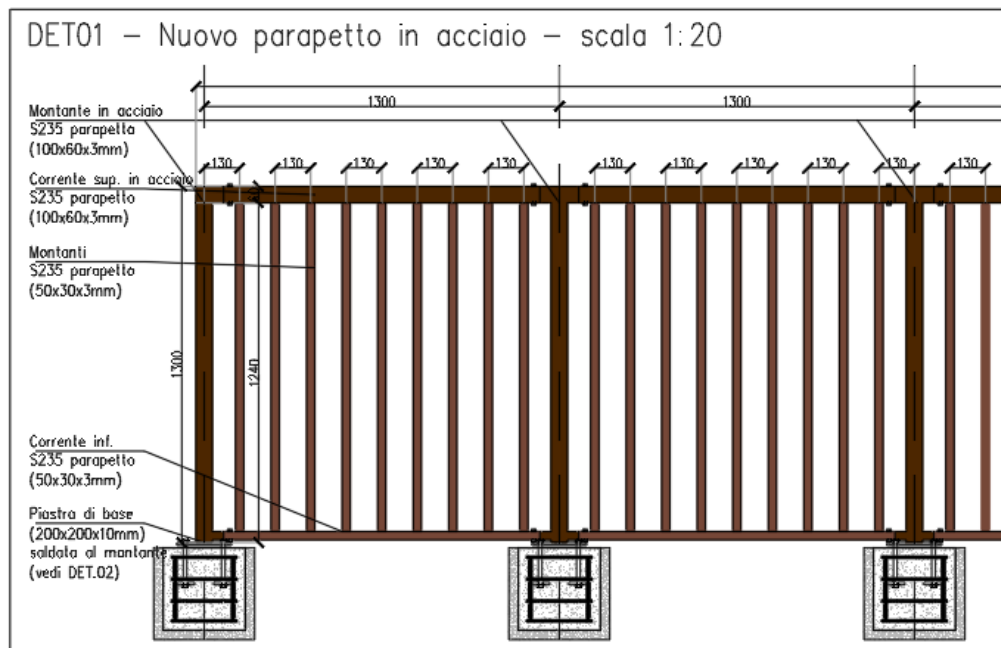


Fig. 12 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d’arte 4A – Nuovo parapetto in acciaio

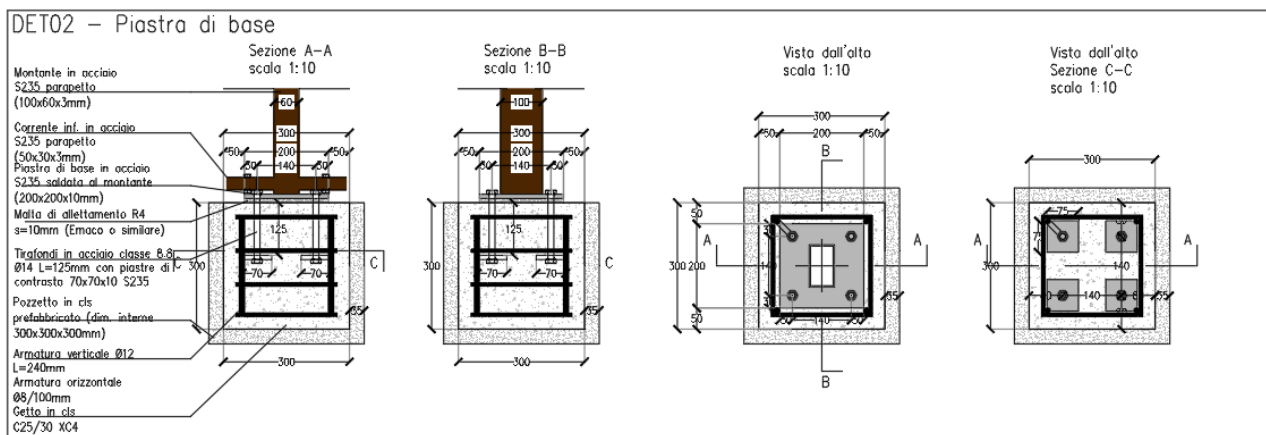


Fig. 13 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d’arte 4A – Dettagli connessioni

4.1.1.2 Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio

Si verificano i parapetti con un'azione variabile di spinta pari a 2 kN/m applicati al corrimano (corrente superiore).

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Montanti

La forza trasmessa dal corrente superiore al singolo montante è pari a:

$$F = 2 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 2,60 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$F_{Ed, SLU} = 2,60 \text{ kN} \times 1,50 = 3,90 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,90 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 5,07 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 5,07 \text{ kN};$$

Corrente superiore

La forza di taglio sul singolo corrente superiore considerandolo vincolato in appoggio-appoggio fra due montanti con interasse 1,30 m è pari a:

$$q = 2 \text{ kN/m}$$

che allo SLU è pari a:

$$q_{Ed, SLU} = 2,00 \text{ kN/m} \times 1,50 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il taglio agente è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30/2 \text{ m} = 1,95 \text{ kN}$$

Il momento massimo è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30^2/8 \text{ m} = 0,64 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 0,65 \text{ kN}$$

• VERIFICHE DEI TIRAFONDI

Si riportano in seguito alcuni screen di verifica per i tirafondi in oggetto.

Attraverso il programma VCA-slu nella sezione “solo barre” si determina lo stato tensionale agente sui tirafondi considerando:

$$N_{Ed,SLU} = 0,466 \text{ kN/m} * 1,30\text{m} * 1,3 = 0,61 \text{ kN} * 1,3 = 0,79 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,SLU} = 5,07 \text{ kNm}$$

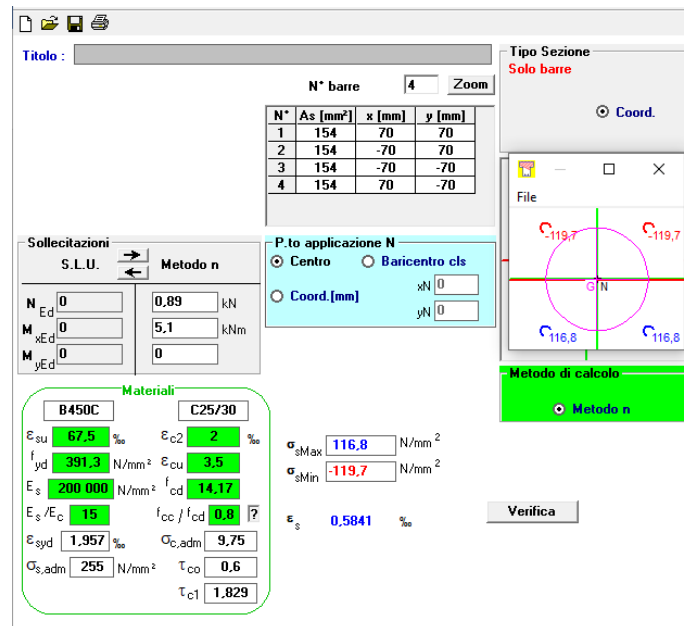


Fig. 14 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d’arte 4A – Screen output VCA-slu tensioni tirafondi

La massima tensione di trazione presente sul tirafondo è quindi pari a 116,80 MPa.

Nella pagina seguente si riportano i calcoli di verifica dei tirafondi.

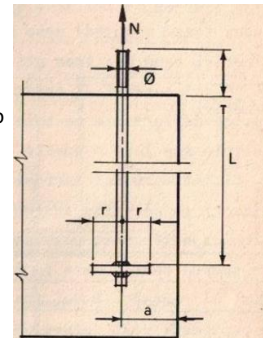
Calcolo portata tirafondi a testa di martello (con piatto)

Dati Azione assiale

$\sigma_s =$	116,8 MPa	Tensione massima di trazione agente sul tirafondo
$N_{Ed} =$	17,98 kN	Azione assiale massima di trazione agente sul tirafondo

Dati bullone

CLASSE BULLONI	8.8	
TIPO BULLONE	M	14
$f_{ybk} =$	640 MPa	Resistenza a snervamento dell'acciaio del bullone
$f_{tbk} =$	800 MPa	Resistenza a rottura dell'acciaio del bullone
$A =$	154 mm ²	Area lorda del bullone
$A_{res} =$	115 mm ²	Area resistente del bullone
$\phi =$	14,00 mm	Diametro barra
$a =$	80 mm	Distanza centro-barra da bordo
$L =$	125 mm	Lunghezza barra
$r = 2,5 \cdot \phi =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo
$r =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo



Dati piastra

ACCIAIO PIASTRA	S 235	
$t =$	10 mm	Spessore piastra
$d_0 =$	15,00 mm	Diametro foro

Dati calcestruzzo

CLS	C25/30	Classe di calcestruzzo
$R_{ck} =$	30 MPa	Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo
$f_{ck} =$	25 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo
$\eta_1 =$	0,7	$\eta_1 = 1$ condizioni di buona aderenza $\eta_1 = 0,7$ condizioni di non buona aderenza
$\eta_2 =$	1	Coefficiente in funzione del ϕ della barra
$f_{cd} = 0,85 \frac{f_{ck}}{1,5} =$	14,17 MPa	Resistenza a compressione di progetto calcestruzzo [4.1.2.1.1.1]
$f_{ctm} =$	2,56 MPa	Resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo [11.2.10.2]
$f_{ctk0,05} = 0,7 f_{ctm} =$	1,80 MPa	Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)
$f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk0,05} =$	2,83 MPa	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza
$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c =$	1,89 MPa	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

Calcolo Resistenza tirafondo

$N_{Rd,pull-out} = \frac{f_{bd} \pi \phi L}{\left(1 + \frac{\phi}{a}\right)^2} =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{tbk} A_{res}}{\gamma_{M2}} =$	66,24 kN	Resistenza a trazione del tirafondo in acciaio
$N_{Rd,1} = \min(N_{Rd,pull-out}; F_{t,Rd}) =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$N_{Rd,2} = f_{cd} \alpha \pi r^2 =$	30,67 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato al bolzone di ancoraggio
dove: $\alpha = \begin{cases} 1 - \frac{r}{L} & \text{per } L \leq a \\ 1 - \frac{r}{a} & \text{per } L > a \end{cases} \rightarrow \alpha =$	0,56	
$N_{Rd} = N_{Rd,1} + N_{Rd,2} =$	38,17 kN	Resistenza a sfilamento
$N_{Ed}/N_{Rd} =$	0,47 < 1	Verificato

Fig. 15 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 4A – Screen output Verifica tirafondi

4.1.1 OPERA ESISTENTE 5A



Fig. 17 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 5A – Stato di fatto

L'opera esistente 5A è una tombinatura scatolare in c.a. del reticolo idrico della zona.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Installazione di parapetti in acciaio.

4.1.1.1 Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio

Si prevede l'installazione di due nuovi parapetti in acciaio S235J2 con verniciatura effetto Corten per la lunghezza complessiva di 6,56 m (cad. uno). La struttura principale è formata da montanti in profili scatolari rettangolari 100x60x3 mm con interasse fra loro di 1,30 m, ancorati tramite piastra di base 200x200x10mm e tirafondi M14 classe 8.8 di L= 125mm, con relativi pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni interne 300x300x300 mm, successivamente armati e riempiti di getto in cls C32/40 XC4.

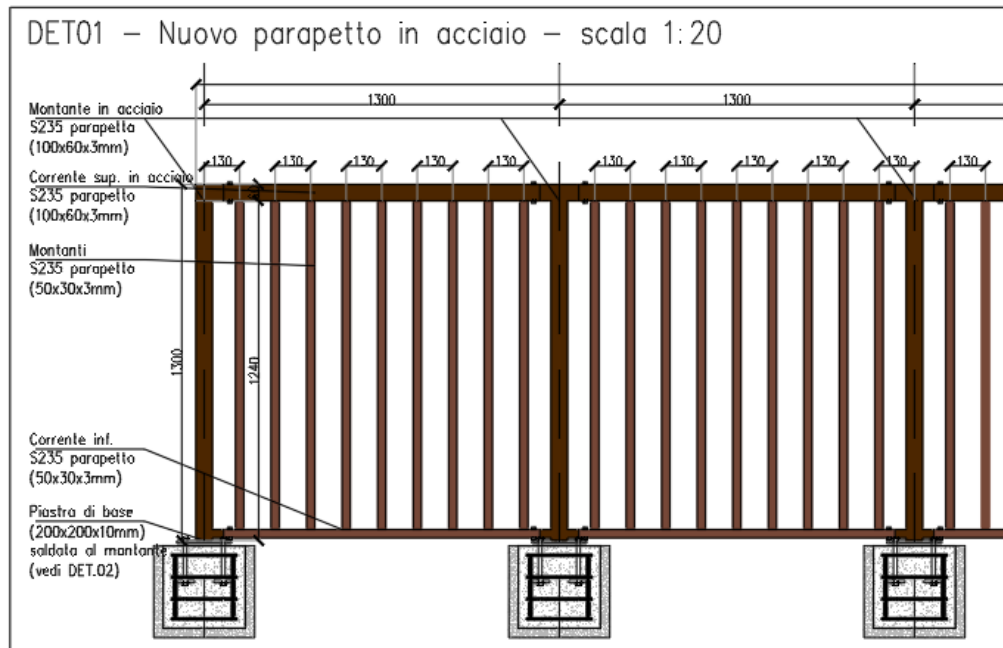


Fig. 18 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 5A – Nuovo parapetto in acciaio

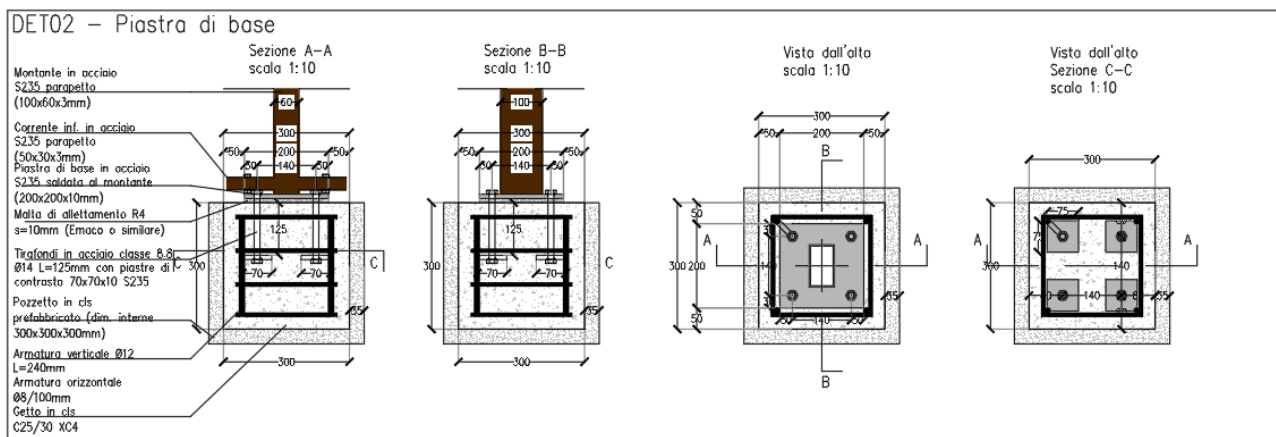


Fig. 19 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 5A – Dettagli connessioni

4.1.1.2 Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio

Si verificano i parapetti con un'azione variabile di spinta pari a 2 kN/m applicati al corrimano (corrente superiore).

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Montanti

La forza trasmessa dal corrente superiore al singolo montante è pari a:

$$F = 2 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 2,60 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$F_{Ed, SLU} = 2,60 \text{ kN} \times 1,50 = 3,90 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,90 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 5,07 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 5,07 \text{ kN};$$

Corrente superiore

La forza di taglio sul singolo corrente superiore considerandolo vincolato in appoggio-appoggio fra due montanti con interasse 1,30 m è pari a:

$$q = 2 \text{ kN/m}$$

che allo SLU è pari a:

$$q_{Ed, SLU} = 2,00 \text{ kN/m} \times 1,50 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il taglio agente è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30/2 \text{ m} = 1,95 \text{ kN}$$

Il momento massimo è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30^2/8 \text{ m} = 0,64 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 0,65 \text{ kN}$$

• VERIFICHE DEI TIRAFONDI

Si riportano in seguito alcuni screen di verifica per i tirafondi in oggetto.

Attraverso il programma VCA-slu nella sezione “solo barre” si determina lo stato tensionale agente sui tirafondi considerando:

$$N_{Ed,SLU} = 0,466 \text{ kN/m} * 1,30\text{m} * 1,3 = 0,61 \text{ kN} * 1,3 = 0,79 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,SLU} = 5,07 \text{ kNm}$$

TITOLO :

N° barre 4 **Zoom**

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	154	70	70
2	154	-70	70
3	154	-70	-70
4	154	70	-70

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **0,89** kN
M_{xEd} 0 **5,1** kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[mm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C **C25/30**

ε_{su} 67,5 ‰ **ε_{c2}** 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² **ε_{cu}** 3,5 ‰
E_s 200 000 N/mm² **f_{cd}** 14,17 ‰
E_s/E_c 15 **f_{cc}/f_{cd}** 0,8 ‰
ε_{syd} 1,957 ‰ **σ_{c,adm}** 9,75 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² **τ_{co}** 0,6 ‰
τ_{c1} 1,829

σ_{sMax} 116,8 N/mm²
σ_{sMin} -119,7 N/mm²
ε_s 0,5841 ‰

Metodo di calcolo
☒ Metodo n

Verifica

Fig. 20 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d’arte 5A – Screen output VCA-slu tensioni tirafondi

La massima tensione di trazione presente sul tirafondo è quindi pari a 116,80 MPa.

Nella pagina seguente si riportano i calcoli di verifica dei tirafondi.

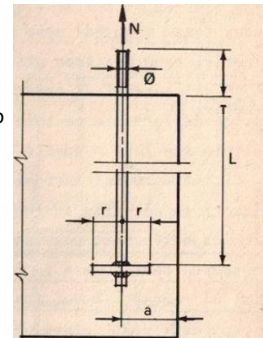
Calcolo portata tirafondi a testa di martello (con piatto)

Dati Azione assiale

$\sigma_s =$	116,8 MPa	Tensione massima di trazione agente sul tirafondo
$N_{Ed} =$	17,98 kN	Azione assiale massima di trazione agente sul tirafondo

Dati bullone

CLASSE BULLONI	8.8	
TIPO BULLONE	M	14
$f_{ybk} =$	640 MPa	Resistenza a snervamento dell'acciaio del bullone
$f_{tbk} =$	800 MPa	Resistenza a rottura dell'acciaio del bullone
$A =$	154 mm ²	Area lorda del bullone
$A_{res} =$	115 mm ²	Area resistente del bullone
$\phi =$	14,00 mm	Diametro barra
$a =$	80 mm	Distanza centro-barra da bordo
$L =$	125 mm	Lunghezza barra
$r = 2,5 \cdot \phi =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo
$r =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo



Dati piastra

ACCIAIO PIASTRA	S 235	
$t =$	10 mm	Spessore piastra
$d_o =$	15,00 mm	Diametro foro

Dati calcestruzzo

CLS	C25/30	Classe di calcestruzzo
$R_{ck} =$	30 MPa	Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo
$f_{ck} =$	25 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo
$\eta_1 =$	0,7	$\eta_1 = 1$ condizioni di buona aderenza $\eta_1 = 0,7$ condizioni di non buona aderenza
$\eta_2 =$	1	Coefficiente in funzione del ϕ della barra
$f_{cd} = 0,85 \frac{f_{ck}}{1,5} =$	14,17 MPa	Resistenza a compressione di progetto calcestruzzo [4.1.2.1.1.1]
$f_{ctm} =$	2,56 MPa	Resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo [11.2.10.2]
$f_{ctk0,05} = 0,7 f_{ctm} =$	1,80 MPa	Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)
$f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk0,05} =$	2,83 MPa	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza
$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c =$	1,89 MPa	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

Calcolo Resistenza tirafondo

$N_{Rd,pull-out} = \frac{f_{bd} \pi \phi L}{\left(1 + \frac{\phi}{a}\right)^2} =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{tbk} A_{res}}{\gamma_{M2}} =$	66,24 kN	Resistenza a trazione del tirafondo in acciaio
$N_{Rd,1} = \min(N_{Rd,pull-out}; F_{t,Rd}) =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$N_{Rd,2} = f_{cd} \alpha \pi r^2 =$	30,67 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato al bolzone di ancoraggio
dove: $\alpha = \begin{cases} 1 - \frac{r}{L} & \text{per } L \leq a \\ 1 - \frac{r}{a} & \text{per } L > a \end{cases} \rightarrow \alpha =$	0,56	
$N_{Rd} = N_{Rd,1} + N_{Rd,2} =$	38,17 kN	Resistenza a sfilamento
$N_{Ed}/N_{Rd} =$	0,47 < 1	Verificato

Fig. 21 _ Tratta L3 – Sub tratta A – Opera d'arte 5A – Screen output Verifica tirafondi

4.2 SUB-TRATTA B – ANTICO MEANDRO

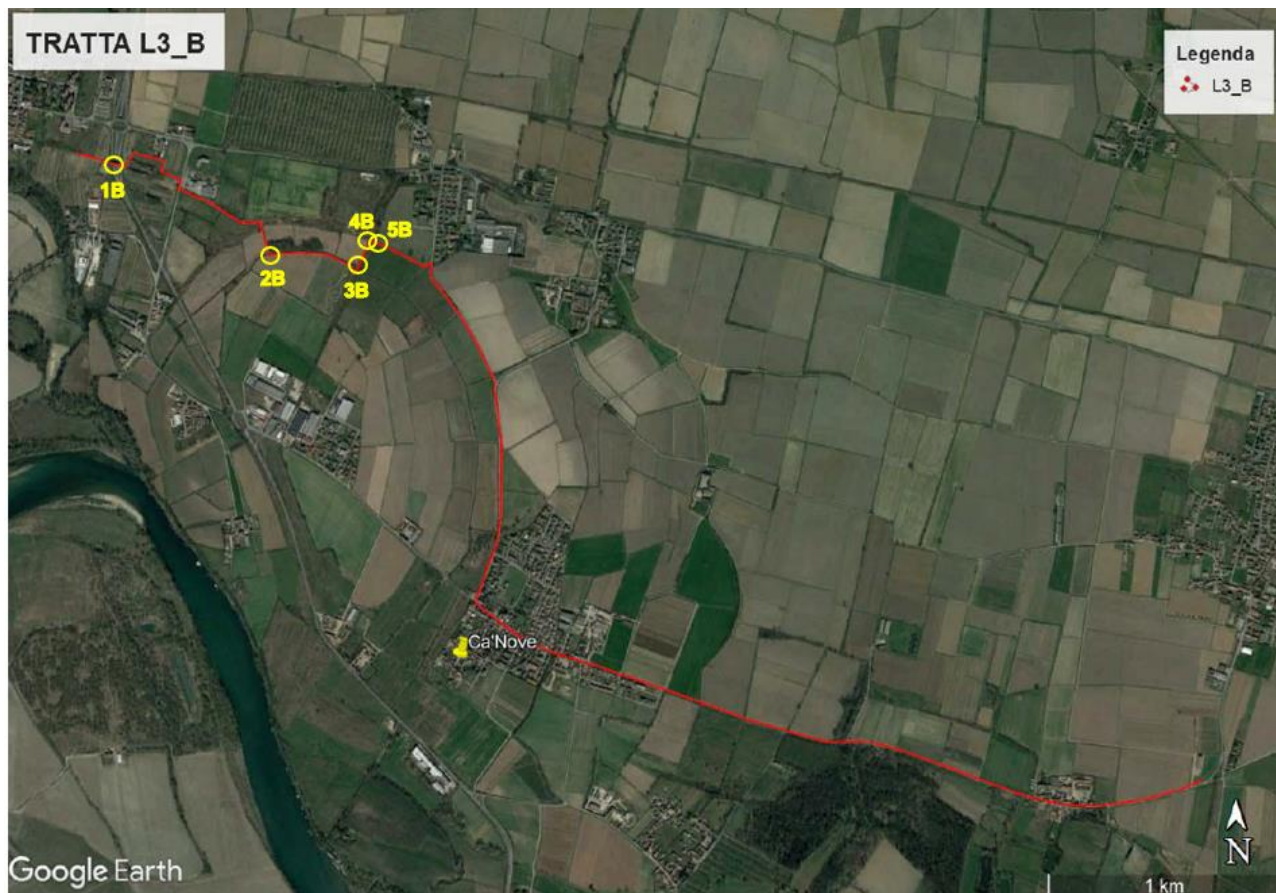


Fig. 22 _ Tratta L3 – Sub tratta B

La tratta è oggetto di variante e contiene 2 opere d'arte esistenti, 1B e 3B.

Le opere d'arte 2B, 4B-5B sono di nuova costruzione e non vengono descritte nella presente relazione.

4.2.1 OPERA ESISTENTE 1B



Fig. 23 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d'arte 1B - LAT.: 45.17520 LONG.: 9.20774

Interventi strutturali da eseguire:

Non è previsto alcun intervento

4.2.1 OPERA ESISTENTE 3B



Fig. 24 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d'arte 3B –LAT.: 45.17123 LONG.: 9.22100



Fig. 25 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d'arte 3B – Stato di fatto

L'opera esistente 3B è una tombinatura scatolare in c.a. del reticolo idrico della zona.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Installazione di parapetti in acciaio.

4.2.1.1 Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio

Si prevede l'installazione di due nuovi parapetti in acciaio S235J2 con verniciatura effetto Corten per la lunghezza complessiva di 6,56 m (cad. uno). La struttura principale è formata da montanti in profili scatolari rettangolari 100x60x3 mm con interasse fra loro di 1,30 m, ancorati tramite piastra di base 200x200x10mm e tirafondi M14 classe 8.8 di L= 125mm, con relativi pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni interne 300x300x300 mm, successivamente armati e riempiti di getto in cls C32/40 XC4.

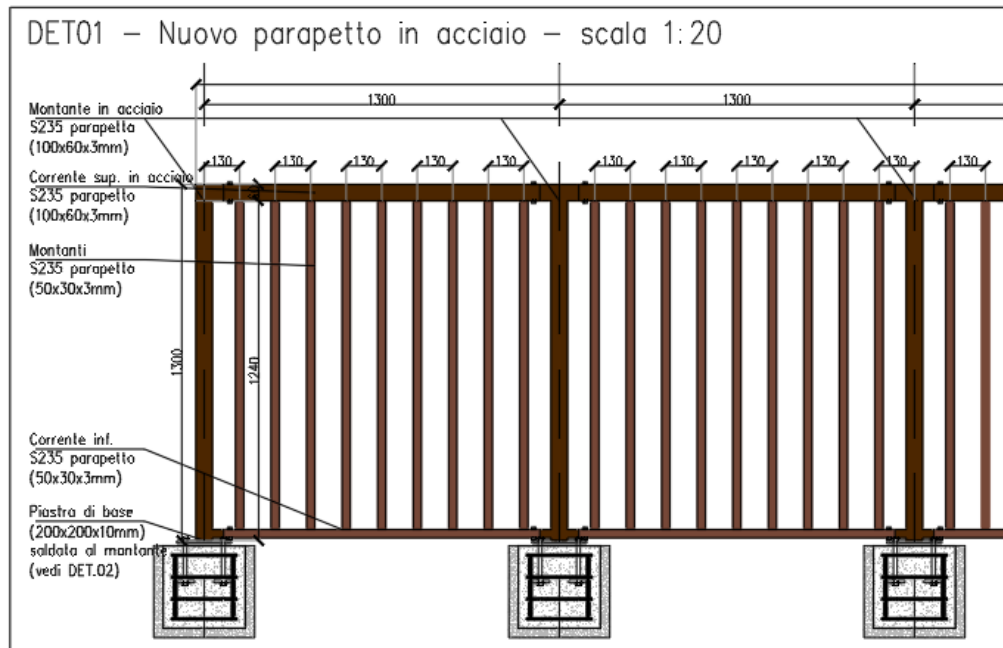


Fig. 26 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d’arte 3B – Nuovo parapetto in acciaio

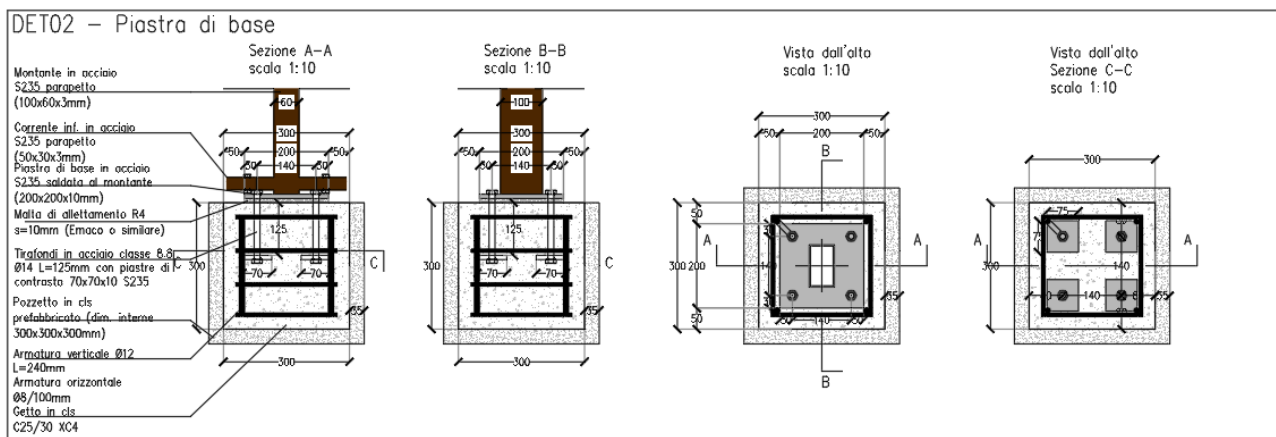


Fig. 27 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d’arte 3B – Dettagli connessioni

4.2.1.2 Verifiche strutturali dei nuovi parapetti in acciaio

Si verificano i parapetti con un'azione variabile di spinta pari a 2 kN/m applicati al corrimano (corrente superiore).

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Montanti

La forza trasmessa dal corrente superiore al singolo montante è pari a:

$$F = 2 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 2,60 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$F_{Ed, SLU} = 2,60 \text{ kN} \times 1,50 = 3,90 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,90 \text{ kN} \times 1,30 \text{ m} = 5,07 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 5,07 \text{ kN};$$

Corrente superiore

La forza di taglio sul singolo corrente superiore considerandolo vincolato in appoggio-appoggio fra due montanti con interasse 1,30 m è pari a:

$$q = 2 \text{ kN/m}$$

che allo SLU è pari a:

$$q_{Ed, SLU} = 2,00 \text{ kN/m} \times 1,50 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il taglio agente è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30/2 \text{ m} = 1,95 \text{ kN}$$

Il momento massimo è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 1,30^2/8 \text{ m} = 0,64 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{718 \cdot 100}{100+60} = 448,75 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 448,75 = 57,99 \gg V_{Ed} = 3,90 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 24700 = 5,52 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 0,65 \text{ kN}$$

• VERIFICHE DEI TIRAFONDI

Si riportano in seguito alcuni screen di verifica per i tirafondi in oggetto.

Attraverso il programma VCA-slu nella sezione “solo barre” si determina lo stato tensionale agente sui tirafondi considerando:

$$N_{Ed,SLU} = 0,466 \text{ kN/m} * 1,30\text{m} * 1,3 = 0,61 \text{ kN} * 1,3 = 0,79 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,SLU} = 5,07 \text{ kNm}$$

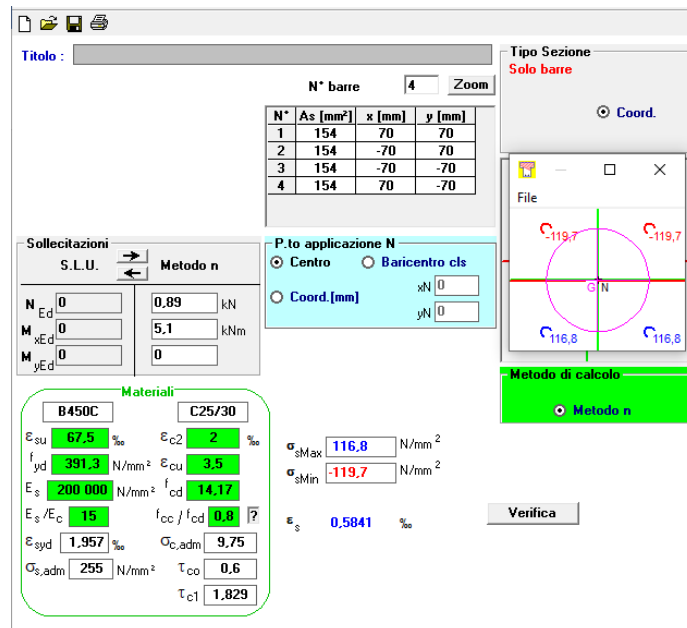


Fig. 28 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d’arte 3B – Screen output VCA-slu tensioni tirafondi

La massima tensione di trazione presente sul tirafondo è quindi pari a 116,80 MPa.

Nella pagina seguente si riportano i calcoli di verifica dei tirafondi.

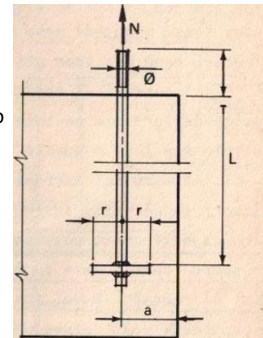
Calcolo portata tirafondi a testa di martello (con piatto)

Dati Azione assiale

$\sigma_s =$	116,8 MPa	Tensione massima di trazione agente sul tirafondo
$N_{Ed} =$	17,98 kN	Azione assiale massima di trazione agente sul tirafondo

Dati bullone

CLASSE BULLONI	8.8	
TIPO BULLONE	M	14
$f_{ybk} =$	640 MPa	Resistenza a snervamento dell'acciaio del bullone
$f_{tbk} =$	800 MPa	Resistenza a rottura dell'acciaio del bullone
$A =$	154 mm ²	Area lorda del bullone
$A_{res} =$	115 mm ²	Area resistente del bullone
$\varnothing =$	14,00 mm	Diametro barra
$a =$	80 mm	Distanza centro-barra da bordo
$L =$	125 mm	Lunghezza barra
$r = 2,5 \cdot \varnothing =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo
$r =$	35 mm	Raggio piatto del tirafondo



Dati piastra

ACCIAIO PIASTRA	S 235	
$t =$	10 mm	Spessore piastra
$d_o =$	15,00 mm	Diametro foro

Dati calcestruzzo

CLS	C25/30	Classe di calcestruzzo
$R_{ck} =$	30 MPa	Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo
$f_{ck} =$	25 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo
$\eta_1 =$	0,7	$\eta_1 = 1$ condizioni di buona aderenza $\eta_1 = 0,7$ condizioni di non buona aderenza
$\eta_2 =$	1	Coefficiente in funzione del \varnothing della barra
$f_{cd} = 0,85 \frac{f_{ck}}{1,5} =$	14,17 MPa	Resistenza a compressione di progetto calcestruzzo [4.1.2.1.1.1]
$f_{ctm} =$	2,56 MPa	Resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo [11.2.10.2]
$f_{ctk0,05} = 0,7 f_{ctm} =$	1,80 MPa	Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)
$f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk0,05} =$	2,83 MPa	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza
$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c =$	1,89 MPa	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

Calcolo Resistenza tirafondo

$N_{Rd,pull-out} = \frac{f_{bd} \pi \varnothing L}{\left(1 + \frac{\varnothing}{a}\right)^2} =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{tbk} A_{res}}{\gamma_{M2}} =$	66,24 kN	Resistenza a trazione del tirafondo in acciaio
$N_{Rd,1} = \min(N_{Rd,pull-out}; F_{t,Rd}) =$	7,51 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato all'aderenza acciaio-calcestruzzo
$N_{Rd,2} = f_{cd} \alpha \pi r^2 =$	30,67 kN	Resistenza a sfilamento = termine legato al bolzone di ancoraggio
dove: $\alpha = \begin{cases} 1 - \frac{r}{L} & \text{per } L \leq a \\ 1 - \frac{r}{a} & \text{per } L > a \end{cases} \rightarrow \alpha =$	0,56	
$N_{Rd} = N_{Rd,1} + N_{Rd,2} =$	38,17 kN	Resistenza a sfilamento
$N_{Ed}/N_{Rd} =$	0,47 < 1	Verificato

Fig. 29 _ Tratta L3 – Sub tratta B – Opera d'arte 3B – Screen output Verifica tirafondi

4.3 SUB-TRATTA C – SANTA MARGHERITA



Fig. 30 _ Tratta L3 – Sub tratta C

Nella sub tratta C è presente una sola opera d'arte (1C) di nuova realizzazione che non viene descritta nella presente relazione. Per tutti i dettagli riferirsi agli elaborati e documenti relativi.

4.4 SUB-TRATTA D – BELGIOIOSO (TRACCIATO DEFINITIVO – NESSUNA VARIAZIONE RISPETTO AL PFTE)

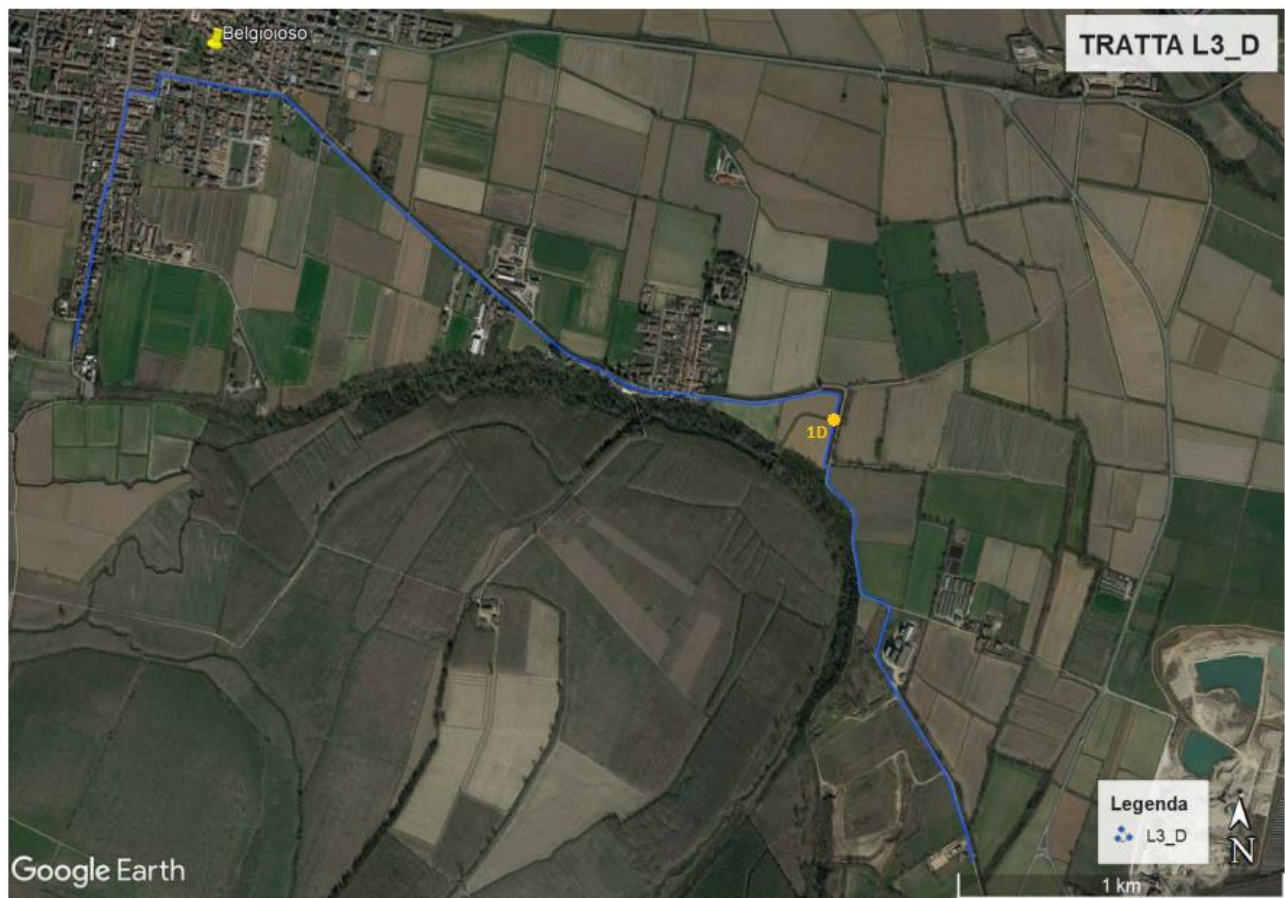


Fig. 31 _ Tratta L3 – Sub tratta D

Nella sub tratta D è presente una sola opera d'arte (1D) di nuova realizzazione che non viene descritta nella presente relazione. Per tutti i dettagli riferirsi agli elaborati e documenti relativi.

4.5 SUB-TRATTA E – SPERONI

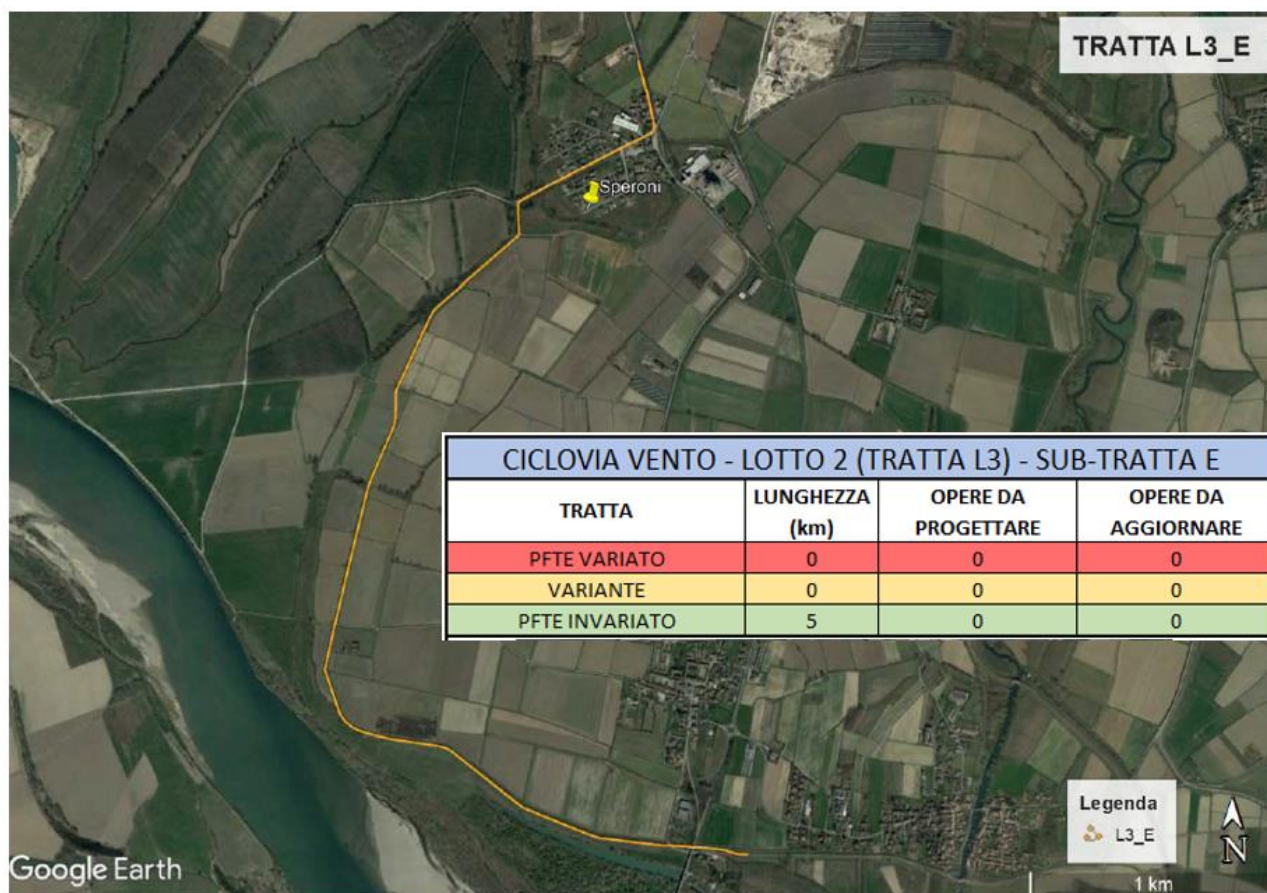
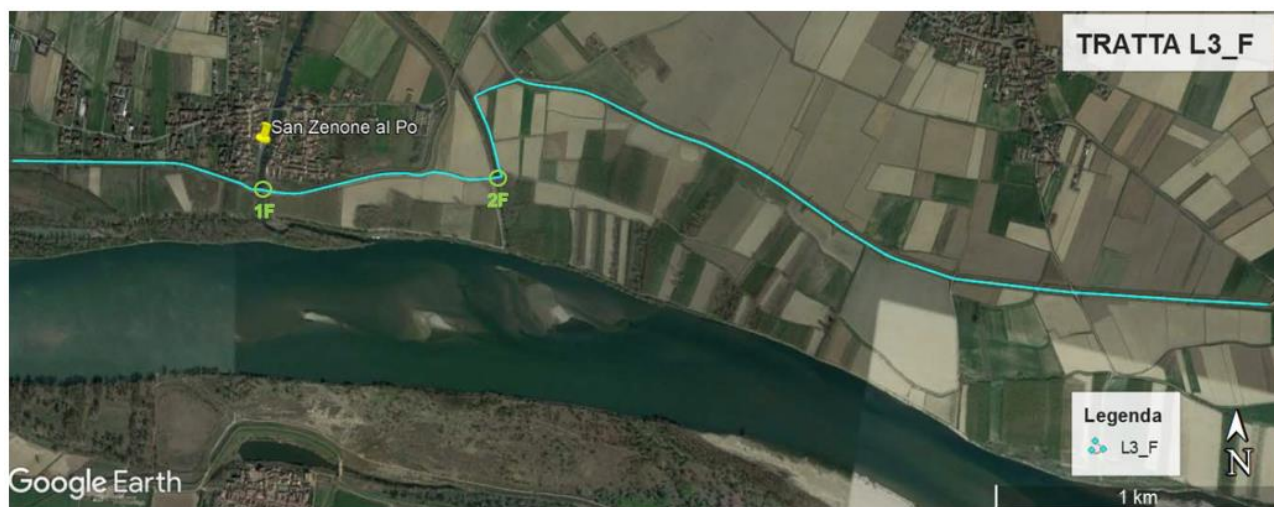


Fig. 32 _ Tratta L3 – Sub tratta E

Nella sub-tratta E NON sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

4.6 SUB-TRATTA F – SAN ZENONE AL PO



CICLOVIA VENTO - LOTTO 2 (TRATTA L3) - SUB-TRATTA F			
TRATTA	LUNGHEZZA (km)	OPERE DA PROGETTARE	OPERE DA AGGIORNARE
PFTE VARIATO	0	0	0
VARIANTE	0	0	0
PFTE INVARIATO	5	0	2

Fig. 33 _ Tratta L3 – Sub tratta F

La sub-tratta F contiene 2 opere d'arte esistenti, 1F e 2F.

4.6.1 OPERA ESISTENTE 1F



Fig. 34 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 1F –LAT.: 45.106281 LONG.: 9.362381



Fig. 35 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 1F – Stato di fatto

L'opera esistente 1F è la chiavica Olona di valle.

Interventi strutturali da eseguire:

1. Rimozione parapetti esistenti;
2. Demolizione parziale cordolo esistente e ricostruzione nuovo cordolo in c.a.;
3. Installazione barriere bordo ponte tipologia H3.

AIPO - AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
**LOTTO 2: PV-E-9-MD SERVIZI DI PROGETTAZIONE RELATIVI ALLA TRATTA L3 DA PAVIA
A SAN ROCCO AL PORTO (LO) DELLA CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE VENTO**

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA OPERE D'ARTE ESISTENTI

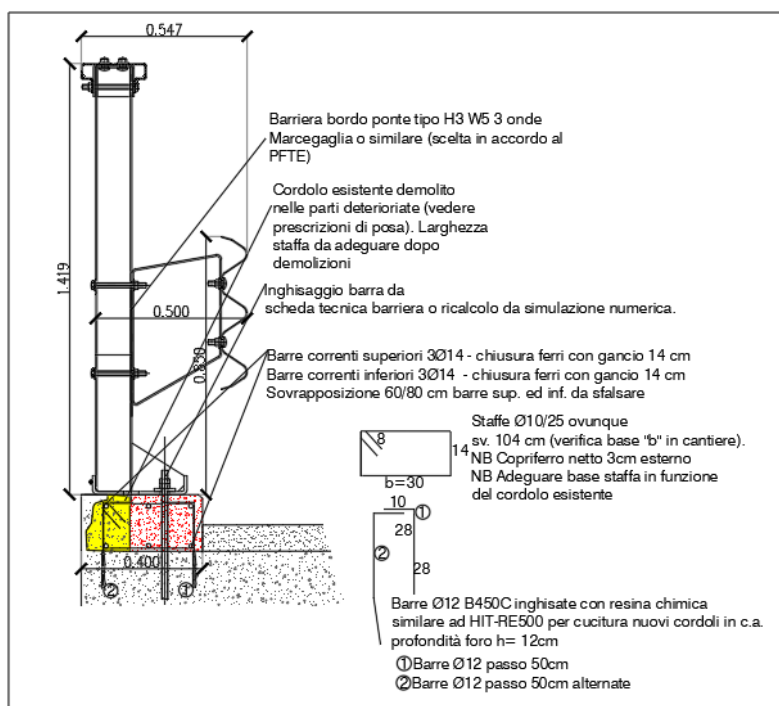
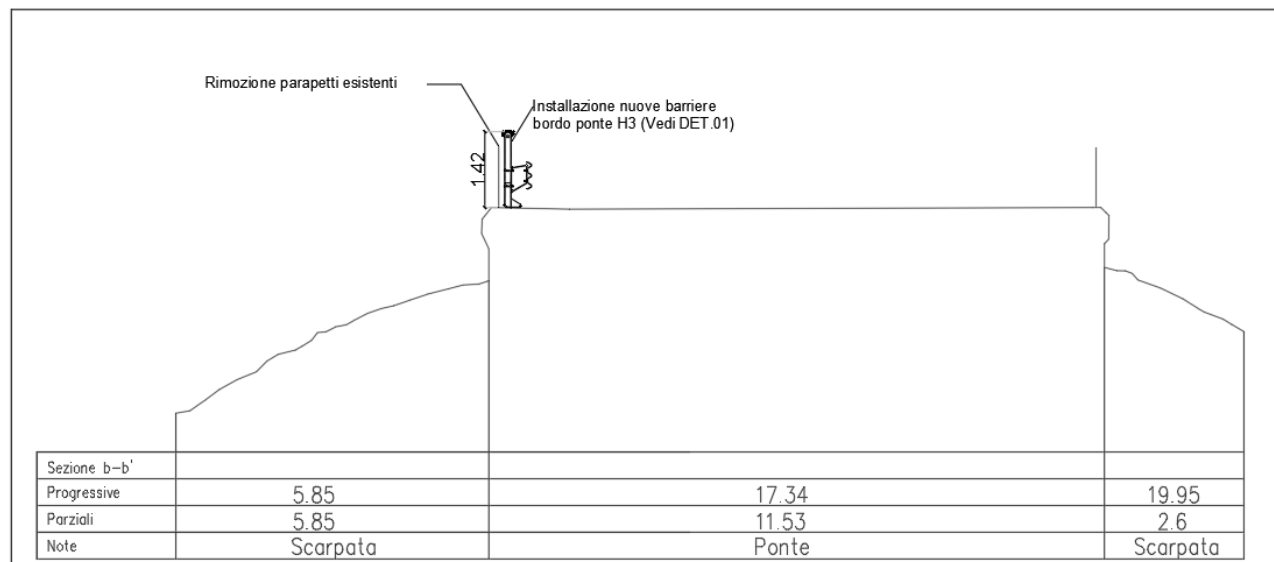
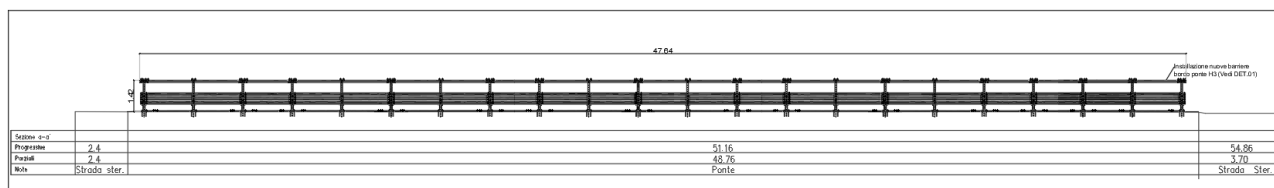


Fig. 36 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 1F – Stato di progetto

4.6.2 OPERA ESISTENTE 2F



Fig. 37 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 2F –LAT.: 45.106617 LONG.: 9.372836



Fig. 38 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 2F – Stato di fatto

Interventi strutturali da eseguire:

1. Rimozione parapetti esistenti;
2. Demolizione cordolo esistente e ricostruzione nuovo cordolo in c.a.;
3. Installazione barriere bordo ponte tipologia H2.

AIPO - AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
**LOTTO 2: PV-E-9-MD SERVIZI DI PROGETTAZIONE RELATIVI ALLA TRATTA L3 DA PAVIA
A SAN ROCCO AL PORTO (LO) DELLA CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE VENTO**

PROGETTO ESECUTIVO
 RELAZIONE TECNICA OPERE D'ARTE ESISTENTI

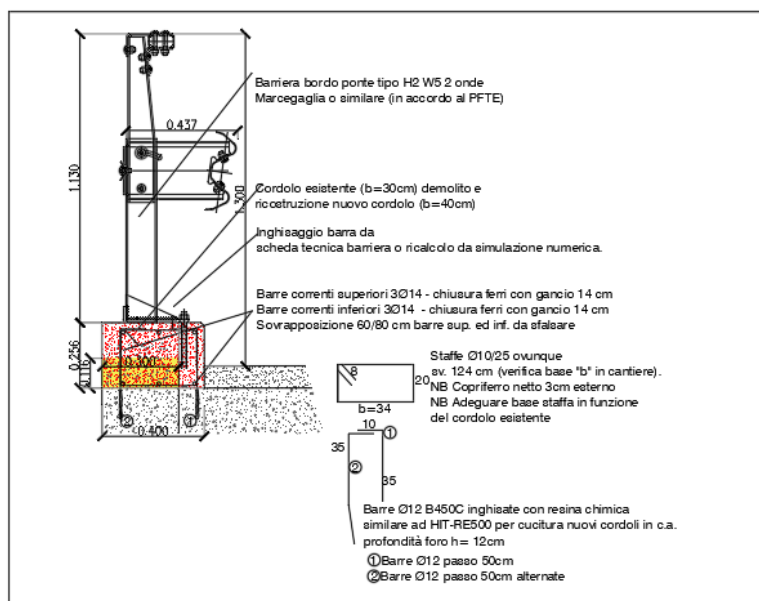
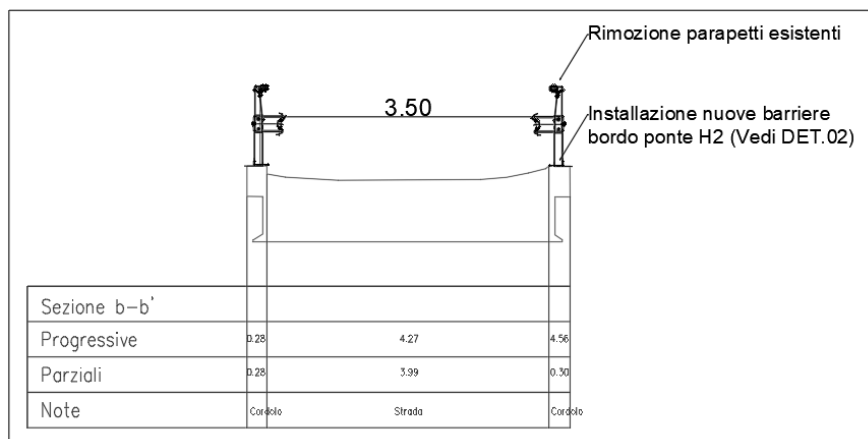
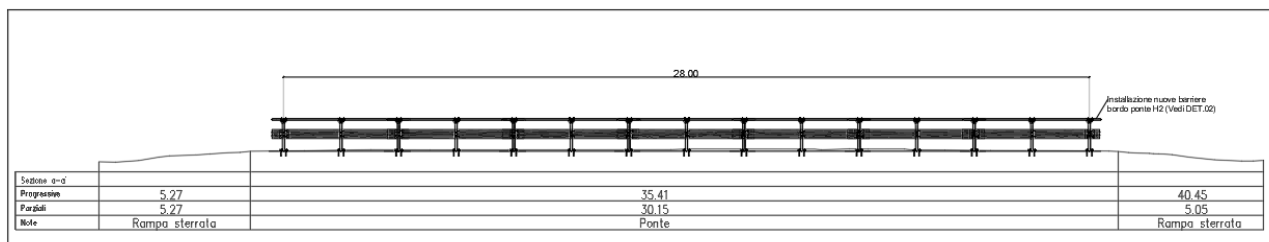
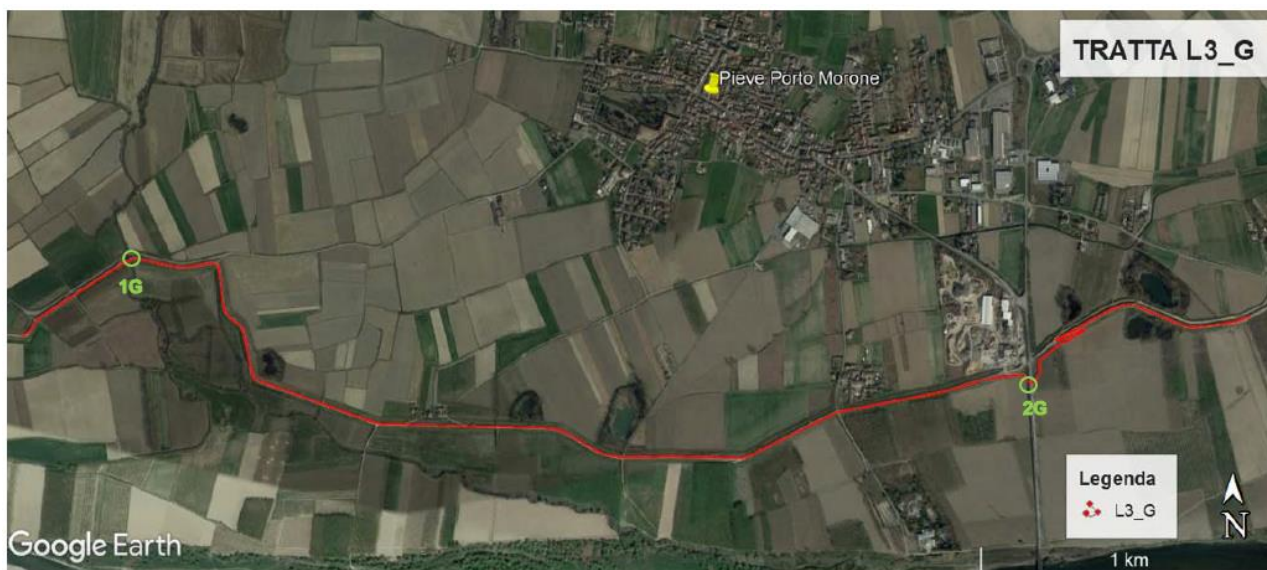


Fig. 39 _ Tratta L3 – Sub tratta F – Opera d'arte 2F – Stato di progetto

4.7 SUB-TRATTA G – ZERBO – PIEVE PORTO MORONE



CICLOVIA VENTO - LOTTO 2 (TRATTA L3) - SUB-TRATTA G			
TRATTA	LUNGHEZZA (km)	OPERE DA PROGETTARE	OPERE DA AGGIORNARE
PFTE VARIATO	0	0	0
VARIANTE	0	0	0
PFTE INVARIATO	5	0	2

Fig. 40 _ Tratta L3 – Sub tratta G

La sub-tratta G contiene 2 opere d'arte esistenti, 1G e 2G.

4.7.1 OPERA ESISTENTE 1G



Fig. 41 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 1G –LAT.: 45.104878 LONG.: 9.411972



Fig. 42 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 1G – Stato di fatto

Interventi strutturali da eseguire:

1. Demolizione pavimentazione stradale (su un lato) in corrispondenza dell'installazione delle nuove barriere stradali;
2. Installazione barriere per rilevato tipologia H3.

AIPO - AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
**LOTTO 2: PV-E-9-MD SERVIZI DI PROGETTAZIONE RELATIVI ALLA TRATTA L3 DA PAVIA
 A SAN ROCCO AL PORTO (LO) DELLA CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE VENTO**

PROGETTO ESECUTIVO
 RELAZIONE TECNICA OPERE D'ARTE ESISTENTI

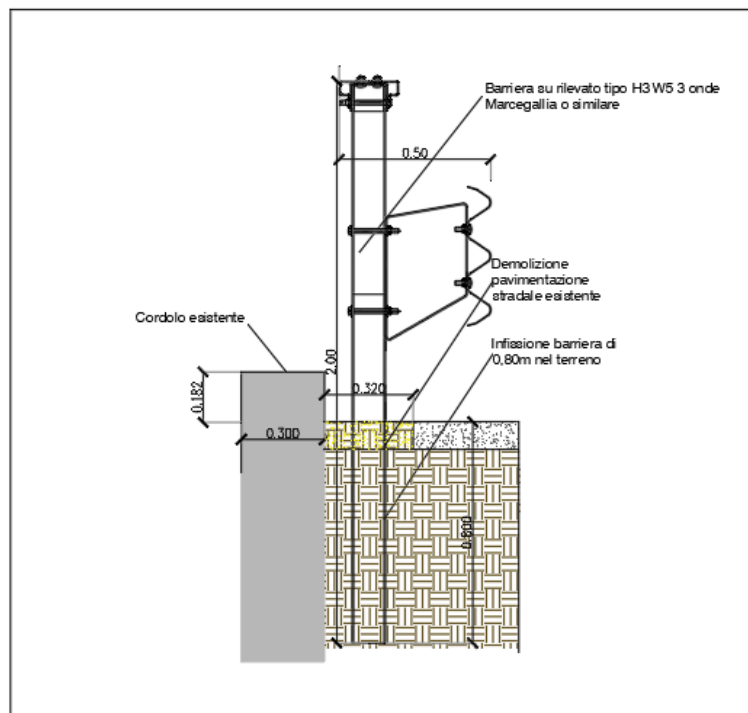
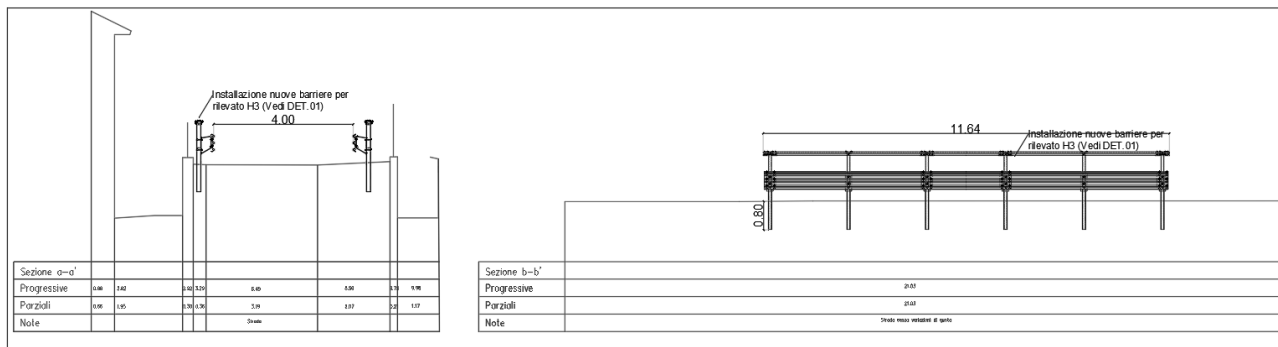


Fig. 43 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 1G – Stato di progetto

4.7.2 OPERA ESISTENTE 2G



Fig. 44 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 2G –LAT.: 45.101164 LONG.: 9.450572



Fig. 45 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 2G – Stato di fatto

Interventi strutturali da eseguire:

1. Smontaggio dei parapetti esistenti bordo ponte (L=20m per due lati);
2. Demolizione e ricostruzione cordoli in c.a.
3. Installazione barriere antilancio (L=20 m per due lati)

4.7.2.1 Descrizione della barriera anti lancio

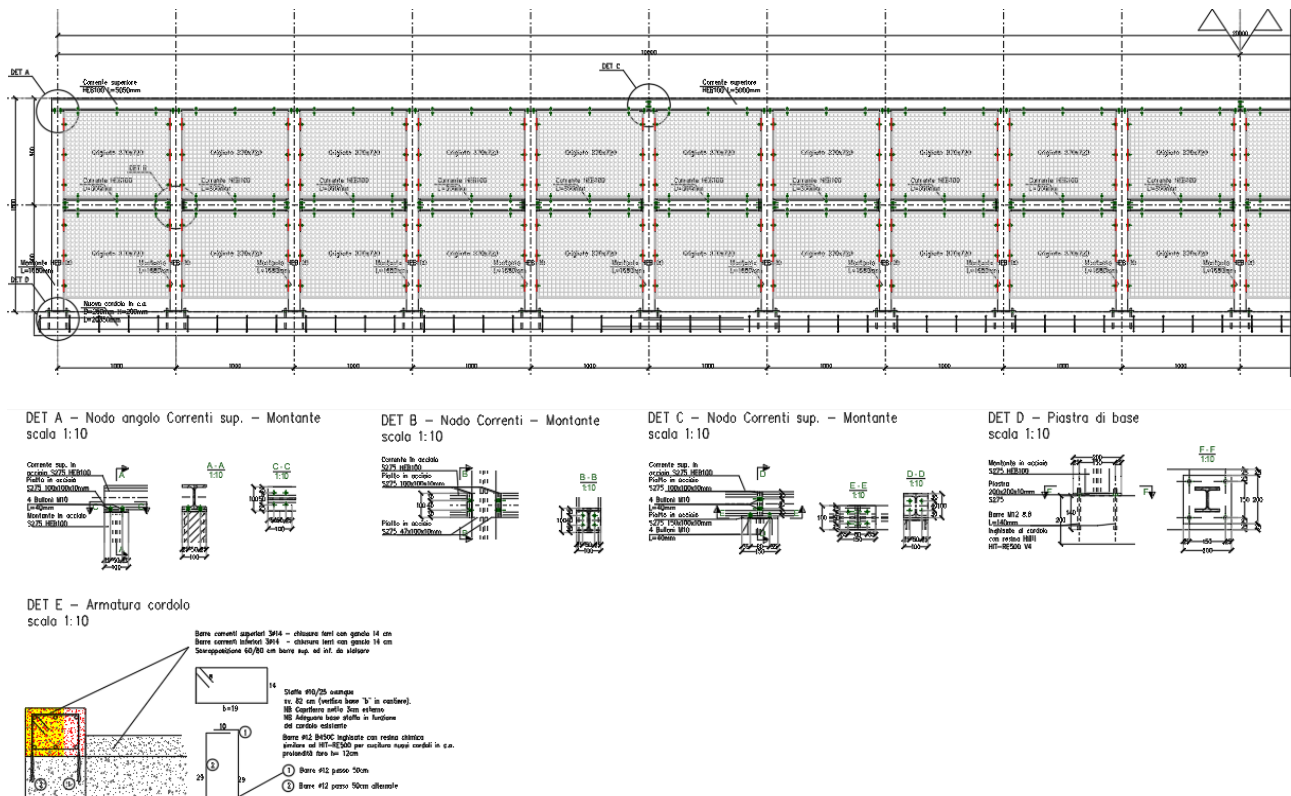


Fig. 46 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 2G – Stato di progetto

La struttura della barriera anti lancio in progetto prevede un telaio di dimensioni 20,00x1,80m in profili in acciaio S275JR formato da n.21 montanti HEB100 con interasse di 1,00 m, di lunghezza 1680 mm sui quali vengono connesse n. 4 travi (correnti superiori) HEB100 di lunghezza rispettivamente di 5050 mm per quelle laterali e di 5000 mm per quelle centrali.

Il corrente centrale invece è formato da travi HEB100 di lunghezza 860mm connesse ad entrambe le estremità ai montanti di supporto.

Il grigliato ha maglie di dimensioni 870x720mm (di peso indicativo di 50kg/mq) ed è connesso lungo il perimetro con connessioni imbullonate.

È prevista la realizzazione di un nuovo cordolo in c.a. (b=250 - h=200mm) con armatura longitudinale 3+3Ø14 e staffe Ø10/250mm e inghisaggi di barre B450C Ø12 ad "L" alternate con passo 500mm con resina Hilti HIT-RE 500V4 alla struttura dell'impalcato esistente.

I montanti in acciaio della barriera sono connessi tramite piastra di base 200x200x10mm e barre M12 8.8. inghisate con resina Hilti HIT-RE 500V4 al nuovo cordolo in c.a. per una lunghezza di 140mm

Per tutti i dettagli riferirsi all'elaborato 4.19_4258_PRO_ES_STR_PZ_01A.

4.7.2.2 Verifiche strutturali della barriera anti lancio

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Si considerano come azioni agenti:

1. Il peso proprio degli elementi strutturali (G_1);
2. Il peso proprio degli elementi non strutturali (G_2) - grigliato;
3. Il carico variabile del vento Q

Montanti

Si considera il montante come una mensola di altezza 1,80 m.

La pressione del vento, calcolata come da par. §3.3 delle NTC2018 per il sito in esame ad un'altezza di circa 12 m da terra (10 m circa quota impalcato) è pari a 1,15 kN/mq (somma di faccia in sopravento e sottovento).

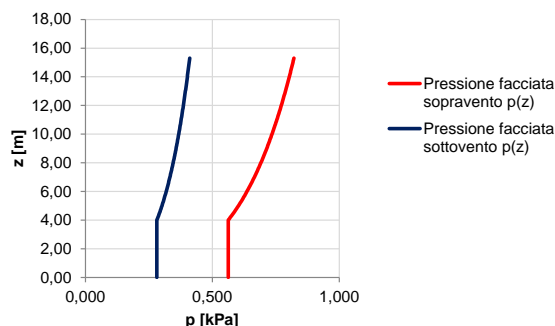
CALCOLO VENTO

ρ	1,25
$V_{b,0}$	25,00
C_a	1,00
V_b	25,00
C_r	1,00
V_r	25,00

qr 390,63 Pa

Calcolo coefficiente esposizione C_e

K_r	0,19	
Z_0	0,05 m	
Z_{min}	4,00 m	
C_t	1,00	
Zona		1
Classe di rugosità		D
Distanza dal mare	>30km	
Categoria esposizione		II



Considerando la luce di interesse per il montante di 1,00 m e il grigliato come se fosse pieno si determinano le forze che i correnti per effetto del vento esercitano su esso:

1. Per il corrente superiore la forza è pari a $F_1 = 1,15 \text{ kN/mq} \times 1,00 \text{ m} \times 0,425 \text{ m} = 0,49 \text{ kN}$
2. Per il corrente centrale la forza è pari a $F_2 = 1,15 \text{ kN/mq} \times 1,00 \text{ m} \times (0,425 + 0,80) \text{ m} = 1,41 \text{ kN}$

Il taglio agente al piede del montante per effetto del vento è pari a:

$$V_{Ed} = 0,49 + 1,41 = 2,10 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 2,10 \text{ kN} \times 1,50 = 3,15 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 1,50 \times (0,49 \text{ kN} \times 1,75 \text{ m} + 1,41 \text{ kN} \times 0,90 \text{ m}) = 1,50 \times 2,13 \text{ kNm} = 3,20 \text{ kNm}$$

L'azione assiale dovuta ai carichi permanenti è pari a:

$$G_{1, \text{montante}} = 0,20 \text{ kN/m} \times 1,68 \text{ m} = 0,34 \text{ kN}$$

$$G_{1, \text{travi}} = 0,20 \text{ kN/m} \times 1,00 \text{ m} \times 4 = 0,80 \text{ kN}$$

$$G_{2, \text{grigliato}} = 0,70 \text{ kN/mq} \times 0,87 \times 0,72 \times 2 = 0,88 \text{ kN}$$

$$N_{slu} = 1,3 \times (0,34 + 0,80) + 1,50 \times 0,88 = 2,80 \text{ kN}$$

Verifica a taglio e momento:

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioClis Normativa: NTC ?

Ordina per: ☒ W_y ☐ I_y ☐ g

Acciaio: S275 (Fe430) f_y (N/mm²): 275 f_u: 430

Lunghezze di libera inflessione [m]: I_{0y}: 1,68 I_{0z}: 1,68

N_{s,d} [kN]: 0

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
HE 100 B	20,4	100	100	6,00	10,00	12,00
HE 120 B	26,7	120	120	6,50	11,00	12,00
HE 140 B	33,7	140	140	7,00	12,00	12,00
HE 160 B	42,6	160	160	8,00	13,00	15,00
HE 180 B	51,2	180	180	8,50	14,00	15,00
HE 200 B	61,3	200	200	9,00	15,00	18,00
UC 200 B	71,5	200	200	9,50	16,00	18,00

HE 100 B

N_{s,Rd} [kN]: 613,3 M_{s,Rd} [kNm]: 27,29

N_{b,Rd} [kN]: 466,6 M_{b,Rd} [kNm]: 13,47

V_{pl,Rd} [kN]: 136,7 V_{pl,Rd} [kN]: 302,4

g (Kg/m): 20,4 h (mm): 100 r2 (mm): 0

b (mm): 100 A (cm²): 26,04 i_y (cm): 4,16 i_z (cm): 2,53

tw (mm): 6 I_y (cm⁴): 449,5 I_z (cm⁴): 167,3 I_t (cm⁴): 9,25

tf (mm): 10 W_y (cm³): 89,91 W_z (cm³): 33,45 I_w (cm⁶): 3 390

r1 (mm): 12 W_{pl,y} (cm³): 104,2 W_{pl,z} (cm³): 51,42

Classe Sezione:

Compressione: ☐ Flexione My: ☐ Flexione Mz: ☐ Presso-Flessione: ☐

Verifiche:

Presso-Flessione: ☐ Svergolamento: ☐

Il massimo taglio sollecitante è pari a:

$$V_{Ed} = 3,15 \text{ kN}$$

Il massimo taglio resistente è pari a:

$$V_{Rd} = 136,70 \text{ kN}$$

Il massimo momento sollecitante è pari a:

$$M_{Ed} = 3,20 \text{ kNm}$$

Il massimo momento resistente è pari a:

$$V_{Rd} = 27,29 \text{ kNm}$$

Tenendo conto anche degli effetti di instabilità il momento resistente è pari a:

Verifica Presso-Flessione - EC3 (edizione 1992) #5.5.4.

HE 100 B Acciaio S275 (Fe430) f_y (N/mm²) 275

$N_{s,d}$ [kN] 2.8

Inflessione attorno all'asse

	y-y	z-z
I_0 [m]	0.68	1.68
Snellezza λ	40.38	66.40
$N_{b,Rd}$ [kN]	613.3	466.6
$M_{1,Sd}$ [kNm]	3.20	0
$M_{2,Sd}$ [kNm]	0	0
β_M	1.8	1.1
μ	-0.027	-0.840
k	1.000	1.005
$M_{e,Rd}$ [kNm]	27.29	13.47
$M_{s,d}$ [kNm]	3.2	0

Resistenza della sezione 0.014 OK ?

Instabilità flessione-torsionale 0.123 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 1 - EC3 #5.5.4.(1)

$$\frac{N_{s,d}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{e,y,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{e,z,Rd1}} = \frac{0.006}{0.006} + \frac{0.117}{0.117} + \frac{0}{0} = 0.123$$

OK

Tutte le verifiche risultano soddisfatte

• VERIFICHE INGHISAGGI

Le verifiche relative agli inghisaggi vengono svolte utilizzando il programma Hilti profis engineering. Si riportano in seguito alcuni screen del programma e si allega alla presente relazione i report completi di verifica (Allegato 3).

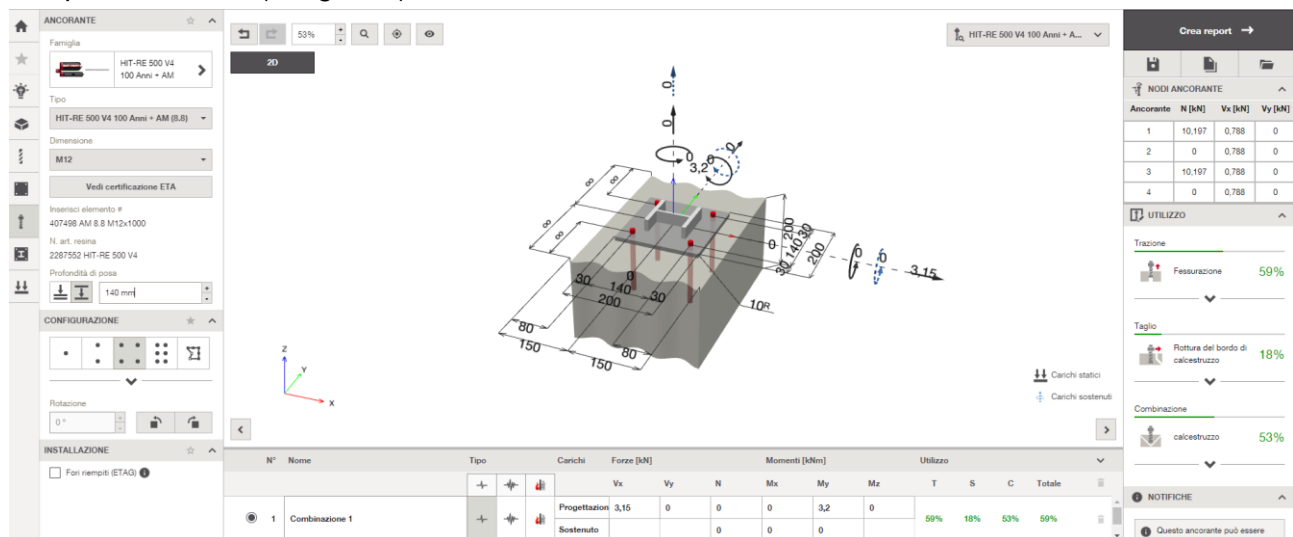


Fig. 47 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 2G – Screen output Verifica inghisaggi Hilti profis engineering

4.8 SUB-TRATTA H – PIEVE PORTO MORONE

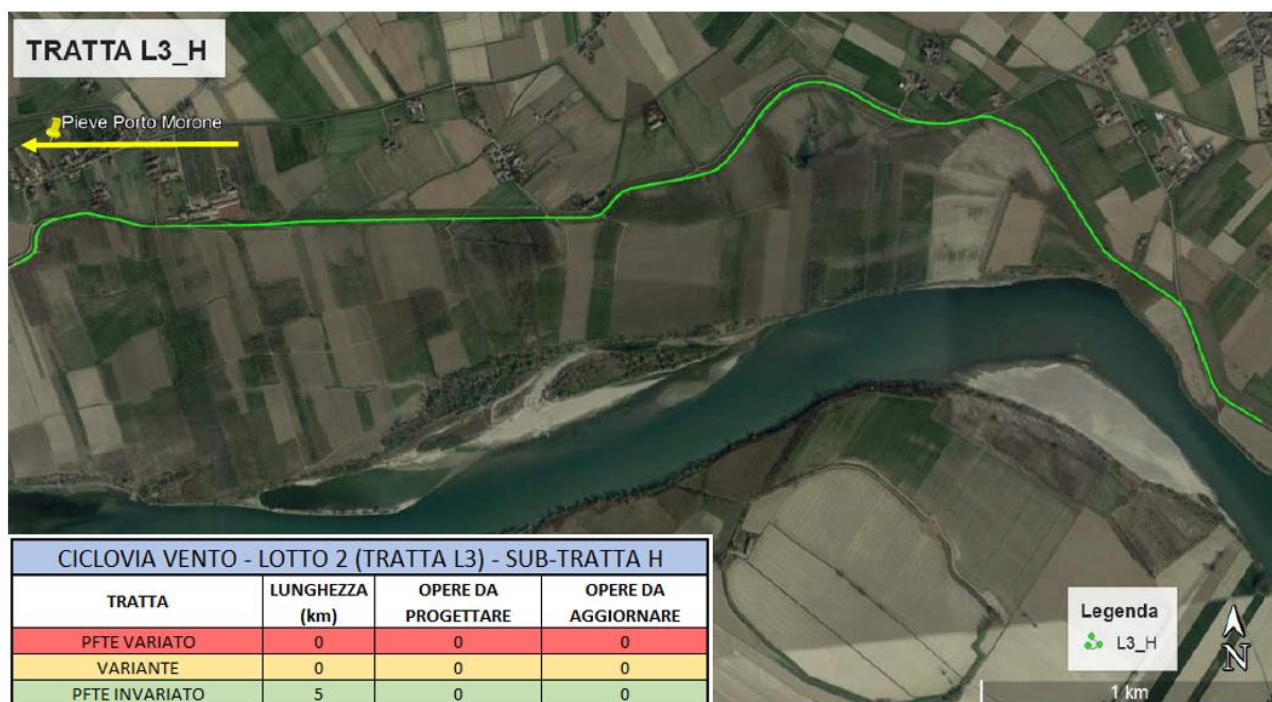


Fig. 48 _ Tratta L3 – Sub tratta H

Nella sub-tratta H non sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

4.9 SUB-TRATTA I – FRAZIONE BOSCO

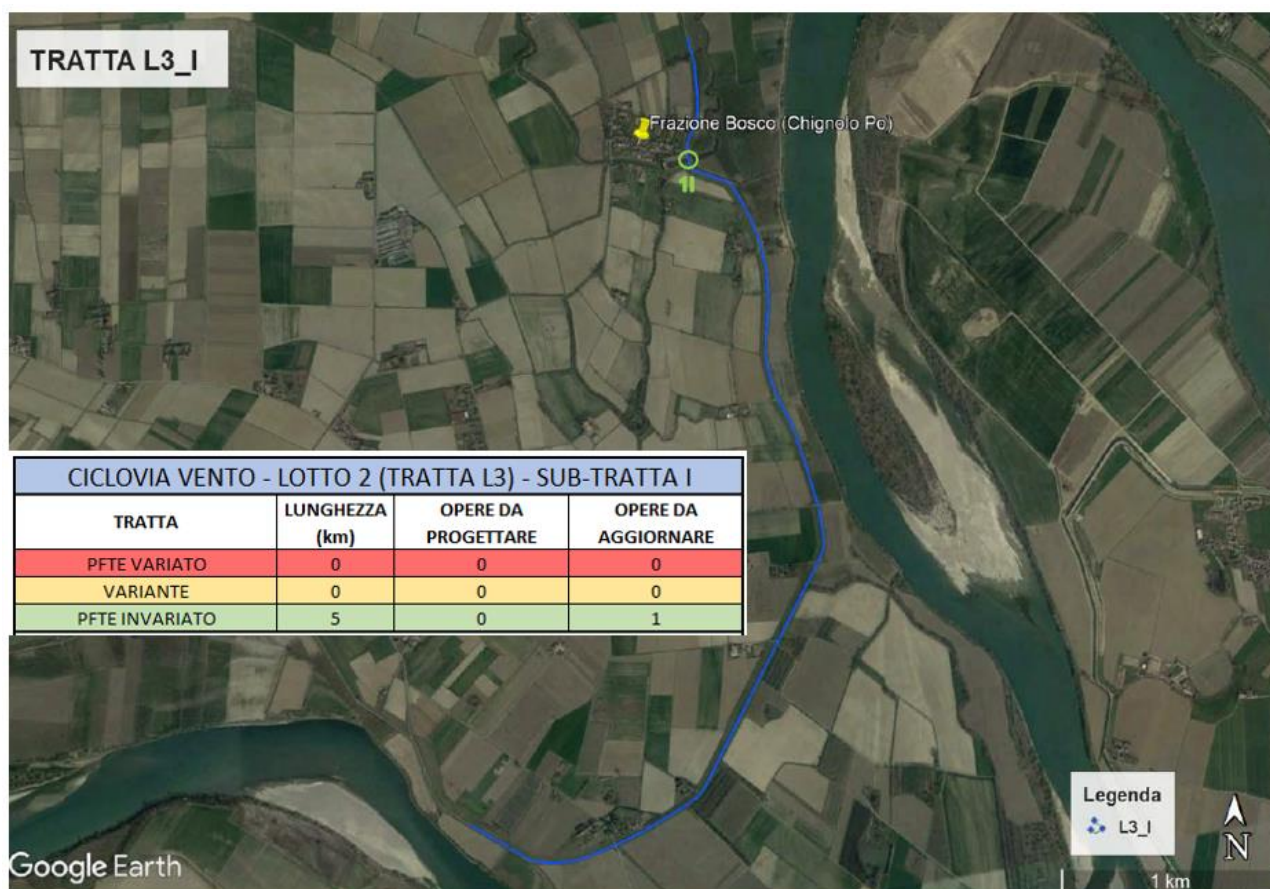


Fig. 49 _ Tratta L3 – Sub tratta I

La sub-tratta I contiene un'opera d'arte esistenti 11 , nella Frazione Bosco (Chignolo Po)

4.9.1 OPERA ESISTENTE 1I

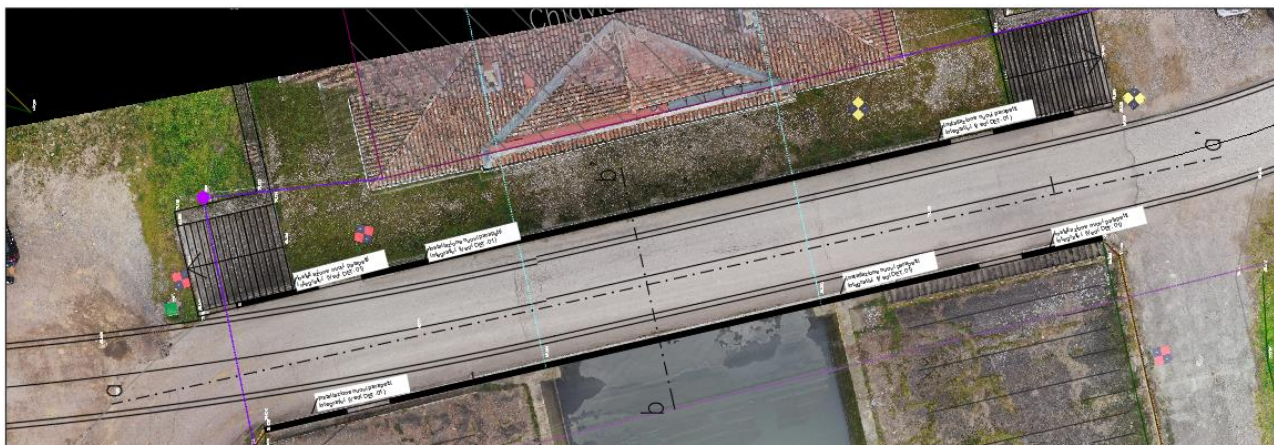


Fig. 50 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 1I –LAT.: 45.125675 LONG.: 9.526081

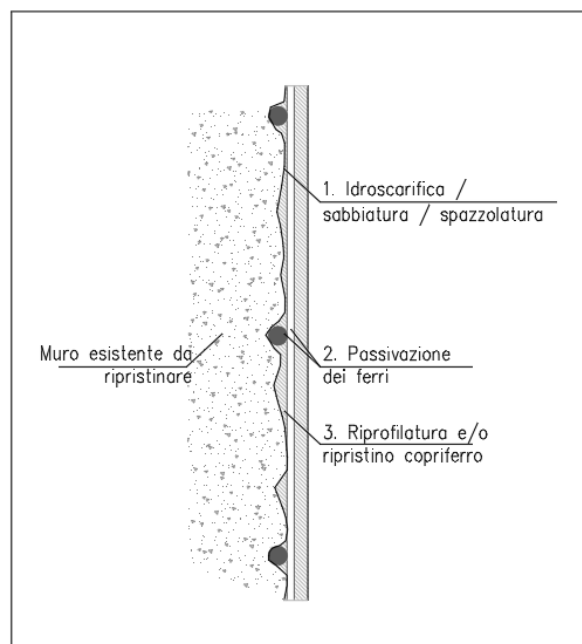
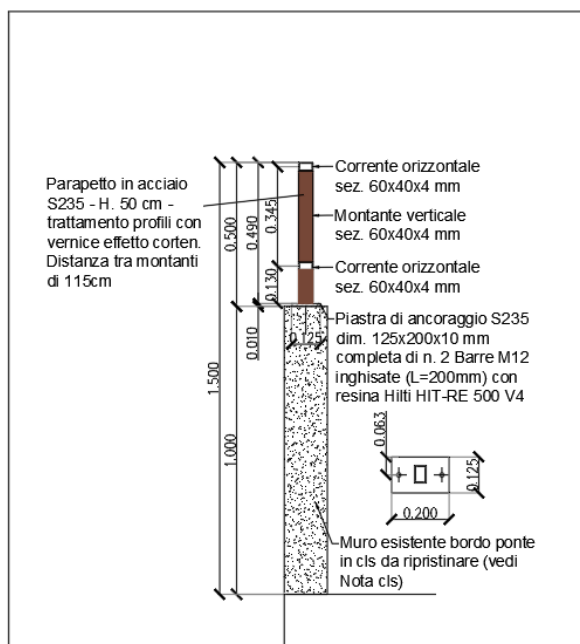
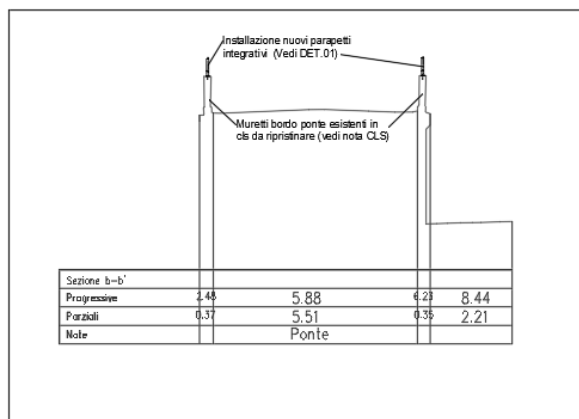


Fig. 51 _ Tratta L3 – Sub tratta G – Opera d'arte 1G – Stato di fatto

Interventi strutturali da eseguire:

1. Ciclo di ripristino del cls dei muretti bordo ponte esistenti;
2. Installazione nuovi parapetti integrativi in acciaio;

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA OPERE D'ARTE ESISTENTI



4.9.1.1 Dettagli dei nuovi parapetti in acciaio

VENTO

• VERIFICHE DI RESISTENZA PROFILI

Montanti

La forza trasmessa dal corrente superiore al singolo montante è pari a:

$$F = 2 \text{ kN} \times 1,15 \text{ m} = 2,30 \text{ kN}$$

che allo SLU è pari a:

$$F_{Ed, SLU} = 2,30 \text{ kN} \times 1,50 = 3,45 \text{ kN}$$

Il momento alla base del montante è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,45 \text{ kN} \times 0,50 \text{ m} = 1,725 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{719 \cdot 60}{40+60} = 431,40 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 431,40 = 55,74 \gg V_{Ed} = 3,45 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 10900 = 2,44 \text{ kNm} > M_{Ed} = 1,725 \text{ kN};$$

Corrente superiore

La forza di taglio sul singolo corrente superiore considerandolo vincolato in appoggio-appoggio fra due montanti con interasse massimo di 2,40m è pari a:

$$q = 2 \text{ kN/m}$$

che allo SLU è pari a:

$$q_{Ed, SLU} = 2,00 \text{ kN/m} \times 1,50 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il taglio agente è pari a:

$$V_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 2,40/2 \text{ m} = 3,60 \text{ kN}$$

Il momento massimo è quindi pari a:

$$M_{Ed, SLU} = 3,00 \text{ kN} \times 2,40^2/8 \text{ m} = 2,16 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio:

$$A_V = \frac{A \cdot h}{b+h} = \frac{719 \cdot 60}{40+60} = 431,40 \text{ mm}^2;$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot A_V = \frac{235}{1,05} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 431,40 = 55,74 \gg V_{Ed} = 3,60 \text{ kN};$$

Verifica a momento:

$$M_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \cdot W_{El} = \frac{235}{1,05} \cdot 10900 = 2,44 \text{ kNm} \gg M_{Ed} = 2,16 \text{ kN}$$

• VERIFICHE DEGLI INGHISAGGI

Le verifiche relative agli inghisaggi vengono svolte utilizzando il programma Hilti profis engineering. Si riportano in seguito alcuni screen del programma e si allega alla presente relazione i report completi di verifica (Allegato 2).

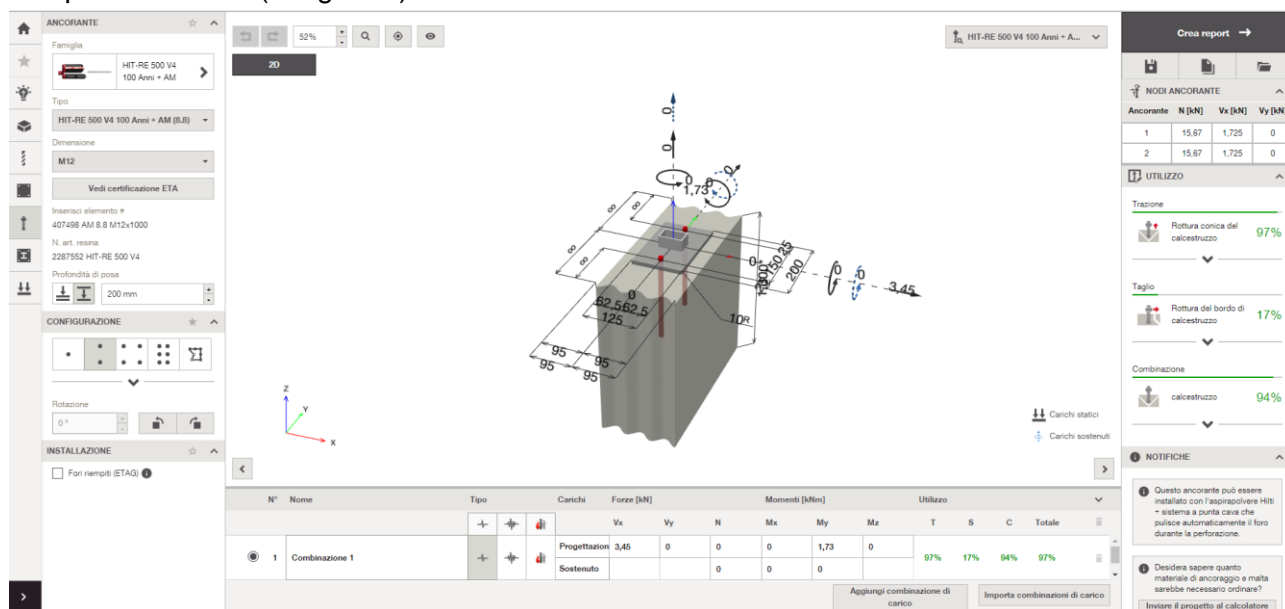


Fig. 53 _ Tratta L3 – Sub tratta I – Opera d'arte 11 – Screen output Verifica inghisaggi Hilti profis engineering

4.10 SUB-TRATTA L – LAMBRINIA – ORIO LITTA



Fig. 54 _ Tratta L3 – Sub tratta L

Nella sub-tratta L verrà realizzata l'opera d'arte di nuova costruzione più rilevante dell'intera tratta: il ponte ciclopeditone di Lambrinia Orio Litta. Il ponte ha una luce totale di 155 m e una larghezza di 4,10 m.

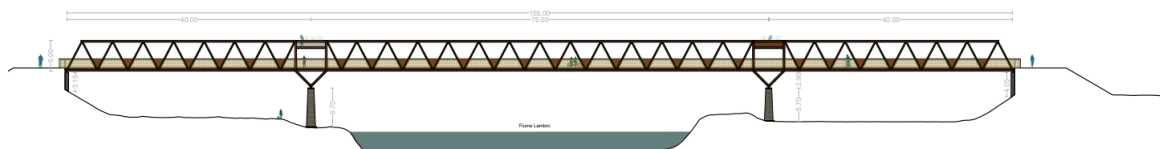


Fig. 55 _ Tratta L3 – Sub tratta L – Opera d'arte Ponte ciclopeditone Lambrinia – Orio Litta - LAT.: 45.15583
 LONG.: 9.53914

Per tutti i dettagli dell'opera si rimanda agli elaborati e la documentazione relativa.

4.11 SUB-TRATTA M – CORTE SANT'ANDREA

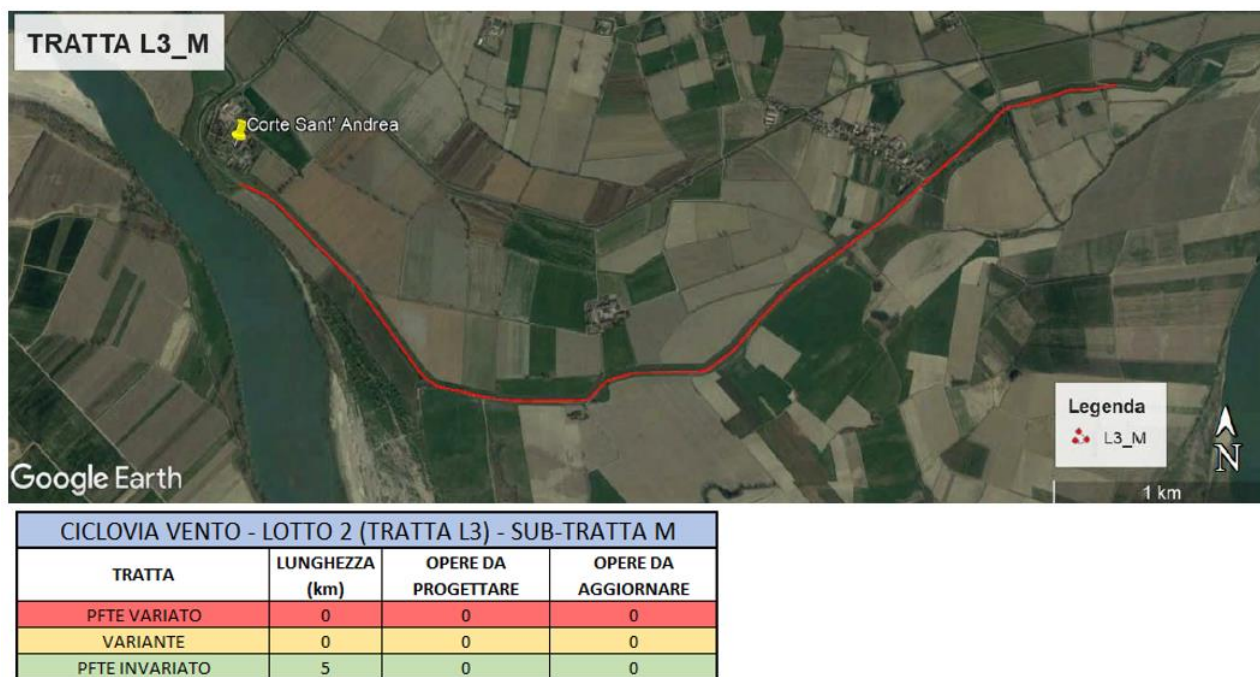


Fig. 56 _ Tratta L3 – Sub tratta M

Nella sub-tratta M non sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

4.12 SUB-TRATTA N – CASCINA SPRINGALLI

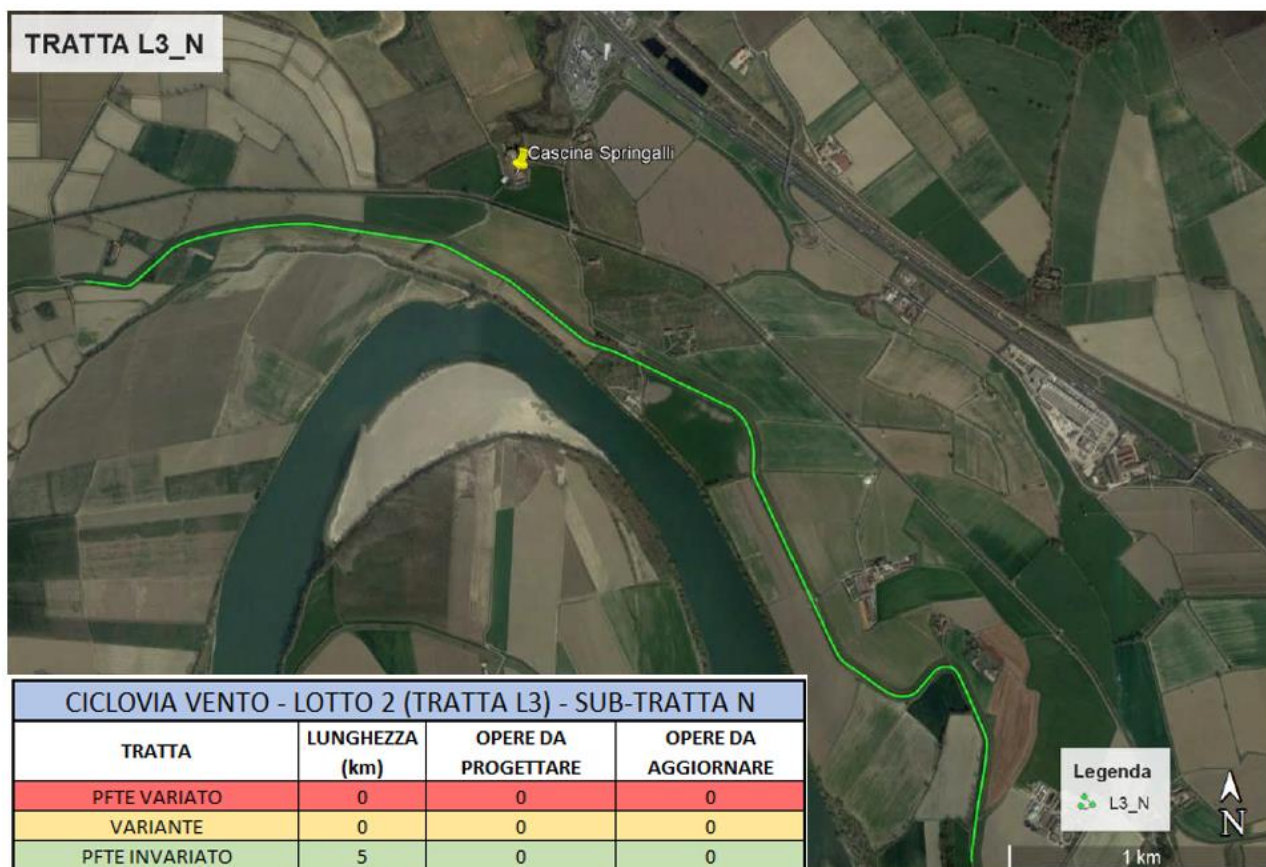


Fig. 57 _ Tratta L3 – Sub tratta N

Nella sub-tratta N non sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

4.13 SUB-TRATTA O – GUARDAMIGLIO

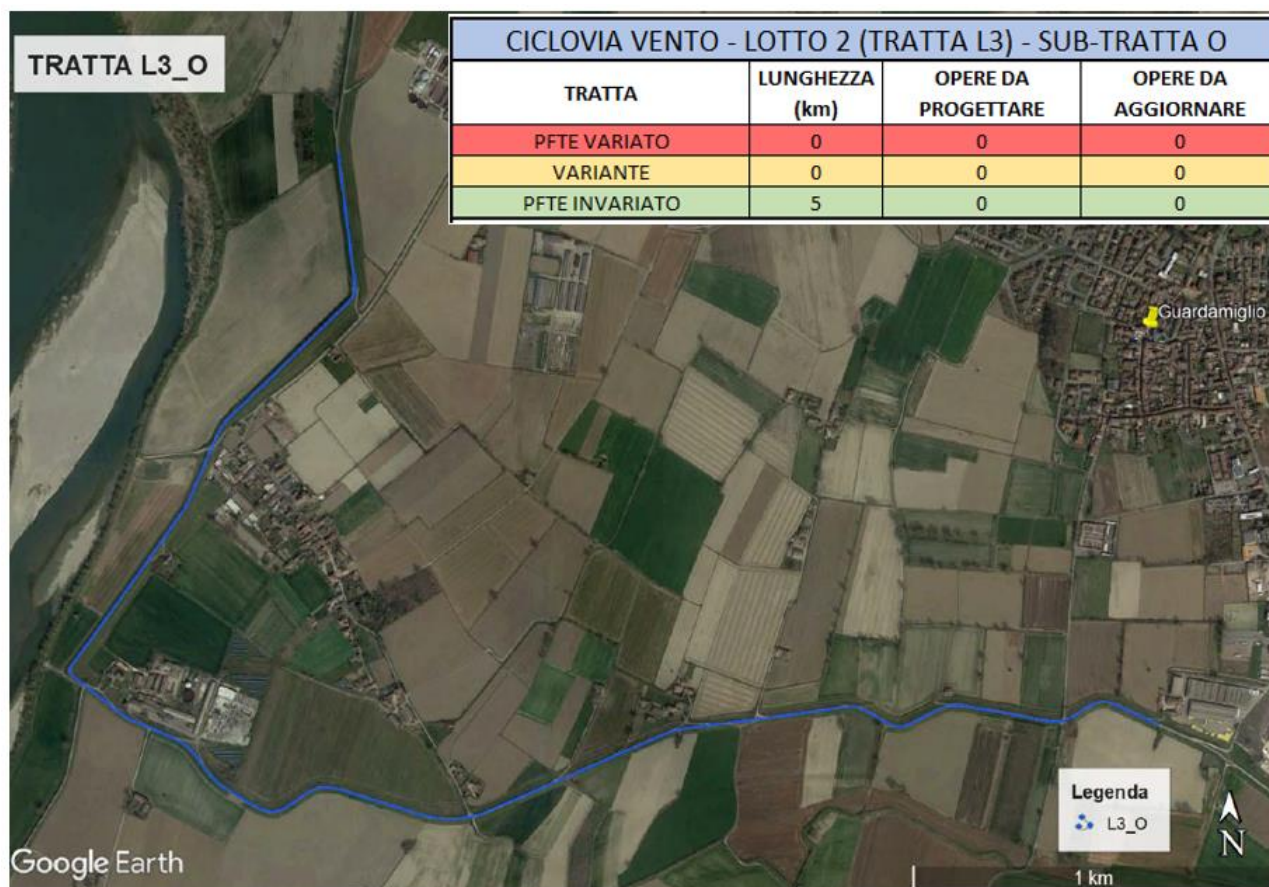


Fig. 58 _ Tratta L3 – Sub tratta O

Nella sub-tratta O non sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

4.14 SUB-TRATTA P – SAN ROCCO AL PORTO

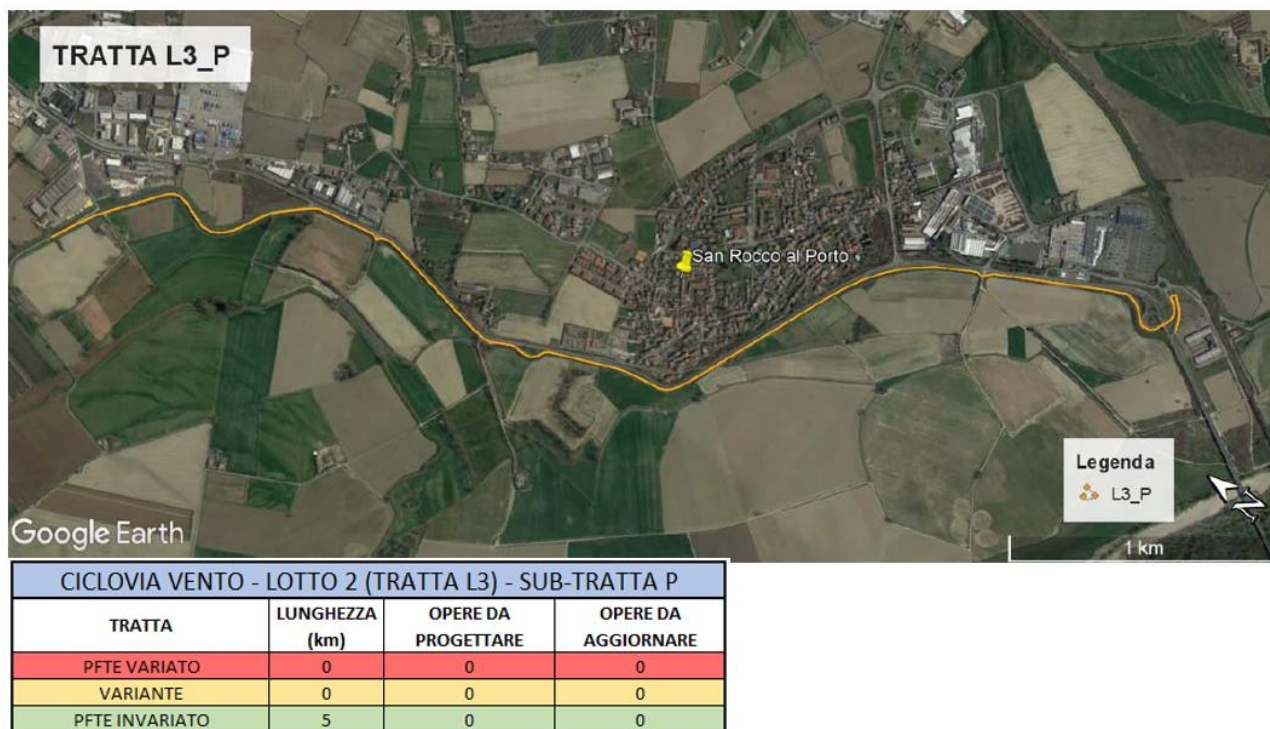


Fig. 59 _ Tratta L3 – Sub tratta P

Nella sub-tratta P non sono presenti opere d'arte esistenti e di nuova realizzazione.

5 ALLEGATO 1

6 ALLEGATO 2

7 ALLEGATO 3

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design:
Contratto N°:

Pagina: 1
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

Commenti del progettista:

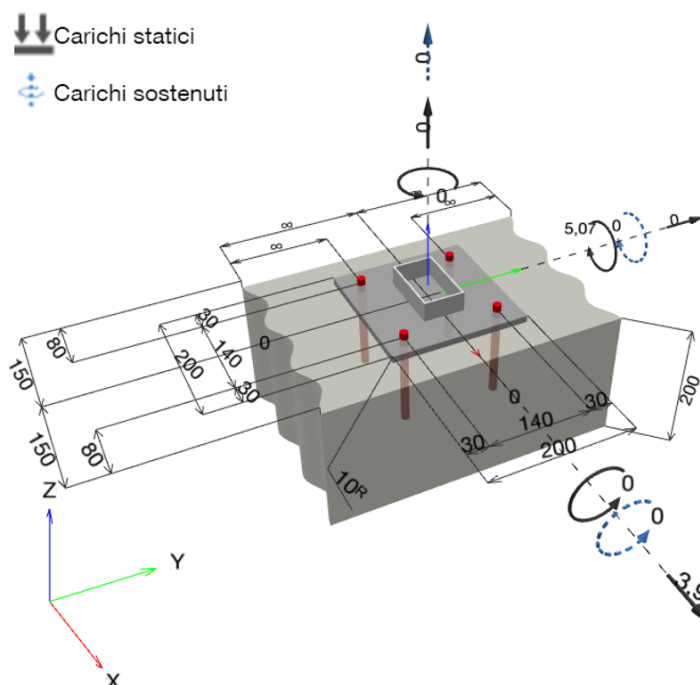
1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12
Vita utile (durata in anni):	100
Codice articolo:	2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 130,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso / Valido:	04/09/2021 -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10,0 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	Profilo cavo allungato, 100 x 60 x3; ($L \times W \times T$) = 100,0 mm x 60,0 mm x 3,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = 3,900; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 5,070; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	no	no	81

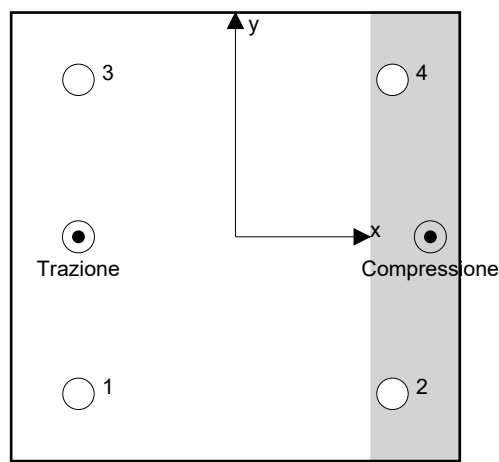
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	16,156	0,975	0,975	0,000
2	0,000	0,975	0,975	0,000
3	16,156	0,975	0,975	0,000
4	0,000	0,975	0,975	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,27 [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 8,23 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-70,0/0,0): 32,312 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(86,9/0,0): 32,312 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	3
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	16,156	44,933	36	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	32,312	49,100	66	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	32,312	42,865	76	OK
Fessurazione**	32,312	41,193	79	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,400	1,500	44,933	16,156

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono / Fax:
 Design:
 Contratto N°:

Pagina: 4
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/07/2023

| Parapetti inghisati su cordoli esistenti

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
136.012	138.128	18,00	371,7	185,8	80,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,ucr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	18,41	11,000	16,63	1,000	1,000	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,829	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,850	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
90,207	73,649	1,500	49,100	32,312		

ID gruppo ancoranti

1, 3

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Parapetti inghisati su cordoli esistenti
Contratto N°:

Pagina: 5
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
145.750	152.100	195,0	390,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,823	1,000	
$z [\text{mm}]$	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$
156,9	1,000	11,000	81,523	1,500	42,865	32,312

ID gruppo ancoranti

1, 3

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

3.4 Fessurazione

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$	
184.800	226.576	238,0	476,0	1,160	25,00	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	0,801	1,000	11,000
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
81,523	1,500	41,193	32,312			

ID gruppo ancoranti
1, 3

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	0,975	26,960	4	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	3,900	93,524	5	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	3,900	17,359	23	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
33,700	1,000	33,700	1,250	26,960	0,975

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
159.000	152.100	195,0	390,0	2,000	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,823	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11.000	81.523	1.500	93.524	3.900		

ID gruppo ancoranti

1-4

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design:
Contratto N°:

Pagina: 8
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
130,0	12,00	2,400	0,127	0,068	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
80,0	45.600	28.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	0,00	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
16,445	1,0	1,500	17,359	3,900		

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Parapetti inghisati su cordoli esistenti
Contratto N°:

Pagina: 9
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,360	0,036	2,000	14	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,784	0,225	1,500	81	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	11,967 [kN]	δ_N	=	0,1221 [mm]
V_{Sk}	=	0,722 [kN]	δ_V	=	0,0361 [mm]
			δ_{NV}	=	0,1273 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	11,967 [kN]	δ_N	=	0,3419 [mm]
V_{Sk}	=	0,722 [kN]	δ_V	=	0,0578 [mm]
			δ_{NV}	=	0,3467 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,V}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 100



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	10
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

L'ancoraggio risulta verificato!

8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profilo: Profilo cavo allungato, 100 x 60 x3; $(L \times W \times T) = 100,0 \text{ mm} \times 60,0 \text{ mm} \times 3,0 \text{ mm}$

Diametro del foro nella piastra: $d_f = 14,0 \text{ mm}$

Spessore della piastra (input): 10,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12

Codice articolo: 2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 40 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 14,0 mm

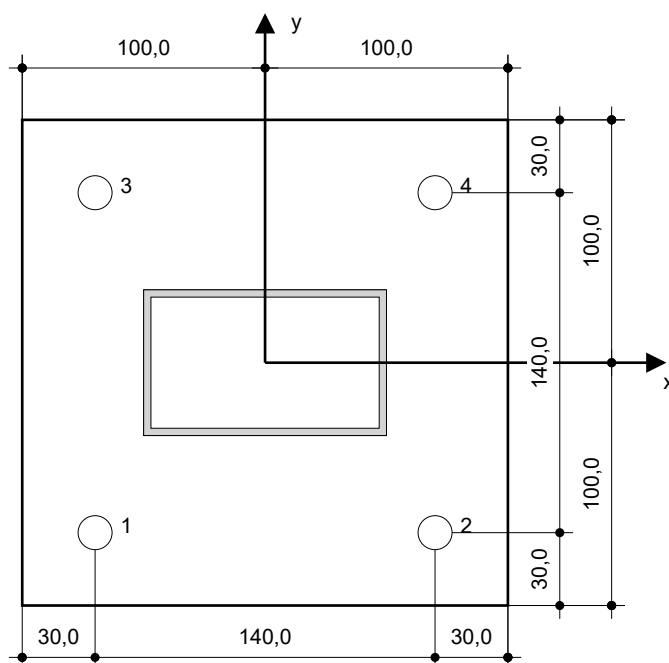
Profondità del foro nel materiale base: 130,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 160,0 mm

Hilti AM barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 130 mm embedment h_{ef} , M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-70,0	-70,0	80,0	220,0	-	-
2	70,0	-70,0	220,0	80,0	-	-
3	-70,0	70,0	80,0	220,0	-	-
4	70,0	70,0	220,0	80,0	-	-

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	12
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti inghisati su cordoli esistenti	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

9 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design:
Contratto N°:

Pagina: 1
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

Commenti del progettista:

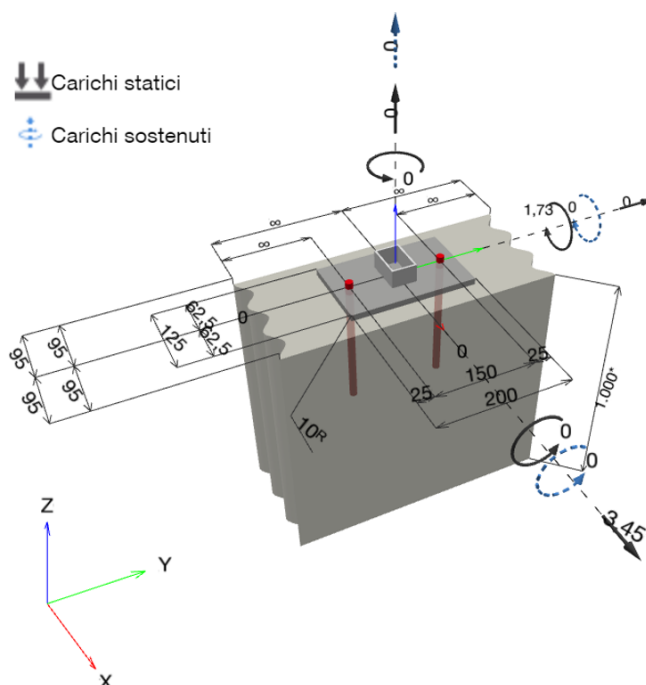
1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12
Vita utile (durata in anni):	100
Codice articolo:	2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 200,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso / Valido:	04/09/2021 -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10,0 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 125,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	Profilo cavo allungato, 60 x 40 x3; ($L \times W \times T$) = 60,0 mm x 40,0 mm x 3,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls
Contratto N°:

Pagina: 2
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = 3,450; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 1,730; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	no	no	97

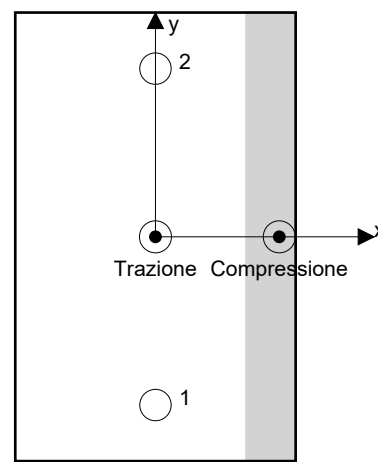
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	15,670	1,725	1,725	0,000
2	15,670	1,725	1,725	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,48 [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 14,32 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 31,339 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(55,2/0,0): 31,339 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls
Contratto N°:

Pagina: 3
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	15,670	44,933	35	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	31,339	58,000	55	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	31,339	32,636	97	OK
Fessurazione**	31,339	66,388	48	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,400	1,500	44,933	15,670

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
99.115	138.128	18,00	371,7	185,8	95,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,ucr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	18,41	11,000	20,63	1,065	1,024	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,853	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,850	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
138,779	87,001	1,500	58,000	31,339		

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono / Fax: |
 Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls
 Contratto N°:

Pagina: 5
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/07/2023

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
142.500	360.000	300,0	600,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,795	1,000	
$z [\text{mm}]$	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$
55,2	1,000	11,000	155,563	1,500	32,636	31,339

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono / Fax: Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls Contratto N°:	Pagina: 6 Progettista: E-mail: Data: 27/07/2023
--	--

3.4 Fessurazione

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,sp} [mm]$	$s_{cr,sp} [mm]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [N/mm^2]$	
104.500	160.000	200,0	400,0	1,304	25,00	
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	0,842	1,000	11,000
$N_{Rk,sp}^0 [kN]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$			
138,779	1,500	66,388	31,339			

ID gruppo ancoranti
1, 2

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1,725	26,960	7	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	3,450	65,272	6	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	3,450	21,325	17	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
33,700	1,000	33,700	1,250	26,960	1,725

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,chl}$ [N/mm ²]	
142.500	360.000	300,0	600,0	2,000	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,795	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11.000	155.563	1.500	65.272	3.450		

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls
Contratto N°:

Pagina: 8
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
144,0	12,00	2,400	0,123	0,066	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
95,0	61.988	40.612				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	0,00	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
20,957	1,0	1,500	21,325	3,450		

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls
Contratto N°:

Pagina: 9
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,349	0,064	2,000	13	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,960	0,162	1,000	94	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	11,607 [kN]	δ_N	=	0,0770 [mm]
V_{Sk}	=	1,278 [kN]	δ_V	=	0,0639 [mm]
			δ_{NV}	=	0,1000 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	11,607 [kN]	δ_N	=	0,2155 [mm]
V_{Sk}	=	1,278 [kN]	δ_V	=	0,1022 [mm]
			δ_{NV}	=	0,2385 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,V}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 100



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	10
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

L'ancoraggio risulta verificato!

8 Dati relativi all'installazione

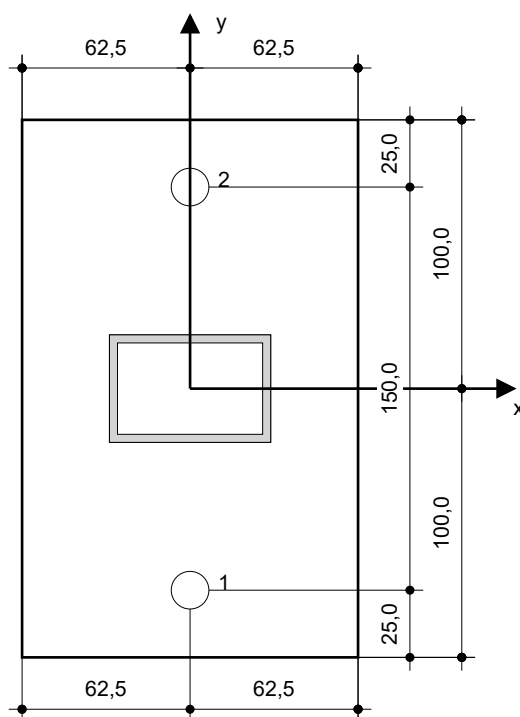
Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²
 Profilo: Profilo cavo allungato, 60 x 40 x3; (L x W x T) = 60,0 mm x 40,0 mm x 3,0 mm
 Diametro del foro nella piastra: $d_f = 14,0$ mm
 Spessore della piastra (input): 10,0 mm
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12
 Codice articolo: 2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
 Coppia di serraggio massima: 40 Nm
 Diametro del foro nel materiale base: 14,0 mm
 Profondità del foro nel materiale base: 200,0 mm
 Spessore minimo del materiale base: 230,0 mm

Hilti AM barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 200 mm embedment h_{ef} , M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-75,0	95,0	95,0	-	-
2	0,0	75,0	95,0	95,0	-	-

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	12
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Parapetti 1l - inghisaggio su muretti in cls	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

9 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design:
Contratto N°:

Barriere antilancio

Pagina:
Progettista:
E-mail:
Data:

1

27/07/2023

Commenti del progettista:

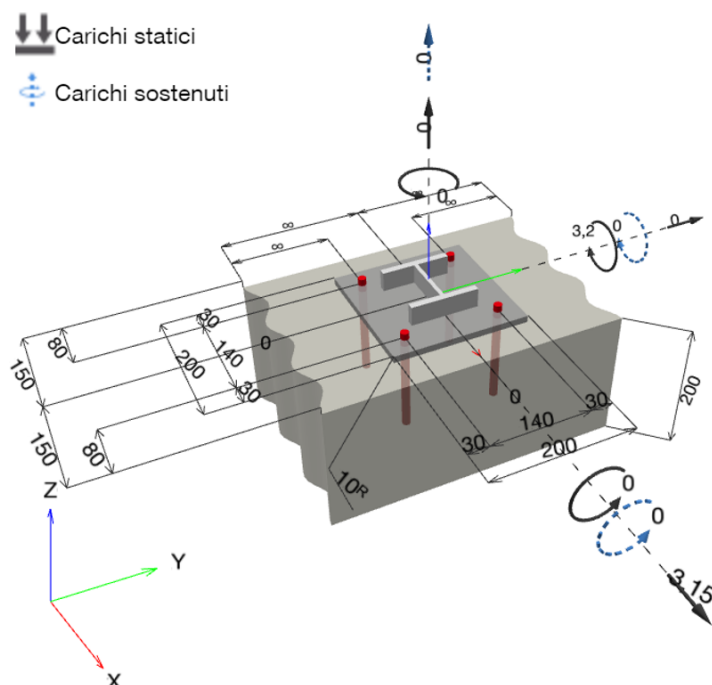
1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12
Vita utile (durata in anni):	100
Codice articolo:	2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 140,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso / Valido:	04/09/2021 -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10,0 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; ($L \times W \times T \times FT$) = $100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax:
Design:
Contratto N°:

Barriere antilancio

Pagina: 2
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = 3,150; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 3,200; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	no	no	59

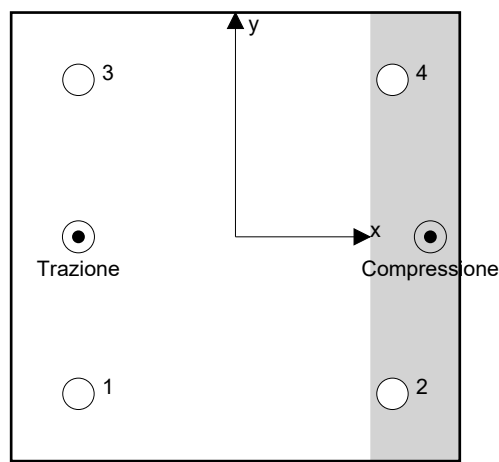
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	10,197	0,787	0,787	0,000
2	0,000	0,787	0,787	0,000
3	10,197	0,787	0,787	0,000
4	0,000	0,787	0,787	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,17 [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 5,19 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-70,0/0,0): 20,394 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(86,9/-0,0): 20,394 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	3
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Barriere antilancio	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	10,197	44,933	23	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	20,394	52,876	39	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	20,394	45,533	45	OK
Fessurazione**	20,394	34,960	59	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,400	1,500	44,933	10,197

www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono I Fax: Design: Barriere antilancio Contratto N°:	Pagina: 4 Progettista: E-mail: Data: 27/07/2023
---	--

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
136.012	138.128	18,00	371,7	185,8	80,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,ucr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	18,41	11,000	17,26	1,000	1,000	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,829	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,850	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
97,145	79,315	1,500	52,876	20,394		

ID gruppo ancoranti

1, 3

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: Barriere antilancio
Contratto N°:

Pagina: 5
Progettista:
E-mail:
Data: 27/07/2023

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
162.400	176.400	210,0	420,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,814	1,000	
$z [\text{mm}]$	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$
156,9	1,000	11,000	91,108	1,500	45,533	20,394

ID gruppo ancoranti

1, 3

www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono Fax: Design: Barriere antilancio Contratto N°:	Pagina: 6 Progettista: E-mail: Data: 27/07/2023
---	--

3.4 Fessurazione

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$	
212.400	322.624	284,0	568,0	1,114	25,00	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	0,785	1,000	11,000
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
91,108	1,500	34,960	20,394			

ID gruppo ancoranti
1, 3

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:		E-mail:	
Design:	Barriere antilancio	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	0,787	26,960	3	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	3,150	94,207	4	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	3,150	17,657	18	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
33,700	1,000	33,700	1,250	26,960	0,787

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,chl}$ [N/mm ²]	
168.000	176.400	210,0	420,0	2,000	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,814	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11.000	91.108	1.500	94.207	3.150		

ID gruppo ancoranti

1-4

www.hilti.it

Impresa:

Indirizzo:

Telefono I Fax:

Design:

Contratto N°:

Barriere antilancio

Pagina:

Progettista:

E-mail:

Data:

8

27/07/2023

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
140,0	12,00	2,400	0,132	0,068	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
80,0	45.600	28.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	0,00	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
16,727	1,0	1,500	17,657	3,150		

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono / Fax: |
 Design: Barriere antilancio
 Contratto N°:

Pagina: 9
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/07/2023

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,227	0,029	2,000	6	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,583	0,178	1,500	53	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	7,553 [kN]	δ_N	=	0,0716 [mm]
V_{Sk}	=	0,583 [kN]	δ_V	=	0,0292 [mm]
			δ_{NV}	=	0,0773 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	7,553 [kN]	δ_N	=	0,2004 [mm]
V_{Sk}	=	0,583 [kN]	δ_V	=	0,0467 [mm]
			δ_{NV}	=	0,2057 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo!
 Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,V}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 100



www.hilti.it

Impresa:

Indirizzo:

Telefono / Fax:

Design:

Contratto N°:

|

Barriere antilancio

Pagina:

Progettista:

E-mail:

Data:

10

27/07/2023

L'ancoraggio risulta verificato!

8 Dati relativi all'installazione

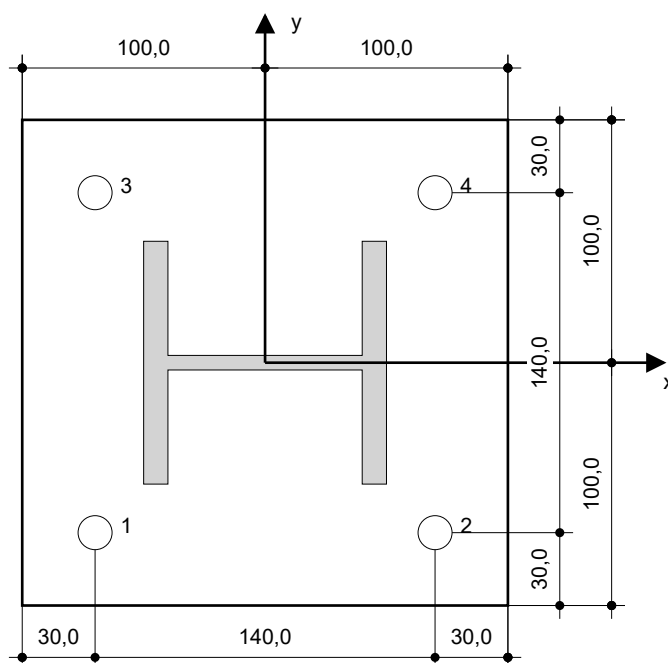
Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Profilo: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm
 Diametro del foro nella piastra: $d_f = 14,0 \text{ mm}$
 Spessore della piastra (input): 10,0 mm
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 100 anni + AM (8.8) M12
 Codice articolo: 2218548 AM12x1000 8.8 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
 Coppia di serraggio massima: 40 Nm
 Diametro del foro nel materiale base: 14,0 mm
 Profondità del foro nel materiale base: 140,0 mm
 Spessore minimo del materiale base: 170,0 mm

Hilti AM barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 140 mm embedment h_{ef} , M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-70,0	-70,0	80,0	220,0	-	-
2	70,0	-70,0	220,0	80,0	-	-
3	-70,0	70,0	80,0	220,0	-	-
4	70,0	70,0	220,0	80,0	-	-

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	12
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	Barriere antilancio	Data:	27/07/2023
Contratto N°:			

9 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.