



**PROVINCIA DI BRESCIA**

AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE  
SETTORE DELLE STRADE E TRASPORTI

## **PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE  
ESISTENTE SULLA SPBS 510quinquies SEBINA ORIENTALE  
"Raccordo SPBS11 TS" - KM 2+146 in Comune di CASTEGNATO  
per conto AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BRESCIA -  
Area del territorio Settore Strade e Trasporti**



### **All. 2 – RELAZIONE STRUTTURALE STATICO SISMICA**

## 1 Inquadramento

Il ponte esistente sulla SPBS 510 quinquies Sebina Orientale "Raccordo SPBS11 TS" al km 2+146 è formato da tre campate in appoggio su 4 pile in C.A.. La prima e l'ultima pila, denominate "A" quella verso Nord e "D" quella verso Sud, sostengono una trave-pulvino trasversale all'andamento del ponte su cui poggiano le travi prefabbricate in C.A. precompresso.

Le due pile centrali, denominate "B" e "C" e fondate su plinti presumibilmente con pali di fondazione, portano ognuna un pulvino con marcato sbalzo trasversale. Tali pulvini portano le travi prefabbricate in C.A. precompresso attraverso *Selle Gerber* alle loro estremità longitudinali.

Il numero totale di *Selle Gerber* per il ponte in oggetto è quindi pari a quattro.

Partendo da Nord verso Sud vengono definite le pile con le lettere A, B, C e D.

Tra le pile A e B sono presenti 8 travi prefabbricate da 24,2 m di lunghezza tra gli appoggi, due trasversi in C.A. centrali e due trasversi in C.A. d'estremità.

Tra le pile B e C sono presenti 10 travi prefabbricate da 31,3 m di lunghezza tra gli appoggi, tre trasversi in C.A. centrali e due trasversi in C.A. d'estremità.

Tra le pile C e D sono presenti 8 travi prefabbricate da 24,5 m di lunghezza tra gli appoggi, due trasversi in C.A. centrali e due trasversi in C.A. d'estremità.

Le travi prefabbricate sono state numerate partendo da Ovest verso Est, da 1 a 8 o 10 in base alla campata.

La lunghezza totale dell'impalcato dal centro della pila A al centro della Pila D è di 86,9 m.

L'impalcato presenta una larghezza costante all'intradosso di 10,54 m, con cordoli e relative barriere bordo ponte alle due estremità, banchine laterali e due corsie con unico senso di marcia di cui una, quella ad Ovest, vietata al traffico attraverso segnaletica orizzontale.

Le travi prefabbricate poggiano sui pulvini delle pile A e C e sulle selle Gerber delle pile B e C attraverso piastre di appoggio presumibilmente in neoprene con dimensioni 25x25cm.

All'estradosso dell'impalcato, tra gli estremi delle campate ed i pulvini, sono presenti fessure e spaccature nell'asfalto che sottolineano come tali impalcati siano soggetti a dilatazione termica; allo stato di fatto non sono presenti giunti di dilatazione ad evitare tali fessurazioni nel pacchetto stradale.

## 2 Interventi in progetto

Come meglio descritto nella Relazione Tecnica allegata al progetto Definitivo Esecutivo, visto lo stato di degrado in cui versa il ponte in oggetto sono stati progettati degli interventi di risanamento, rinforzo, regimentazione delle acque meteoriche e messa in sicurezza del manufatto.

Le opere da eseguire, per sommi capi, sono (si rimanda agli allegati elaborati grafici per maggiori dettagli):

### - Risanamento dei getti esistenti di pulvini, travi e pile.

L'intervento viene eseguito verificando e rimuovendo i getti incoerenti attraverso pulitura meccanica o sabbiatura. Viene poi applicato un prodotto specifico per la passivazione dei ferri/trefoli esistenti e successivamente vengono ricostruite le sezioni originarie delle strutture ripristinando gli spessori di copriferro mancanti con malte/betoncini ad alte prestazioni (vedi elaborati grafici per la tipologia di ciclo proposta).

### - Consolidamento statico del ponte esistente in corrispondenza dei pulvini centrali.

L'intervento verrà eseguito "a settori", dividendo la campata del ponte in due parti e consentendo quindi una costante circolazione sul raccordo, senza interromperne il flusso veicolare sulla corsia di transito.

Verrà per prima cosa asportato il pacchetto stradale esistente sino a livello del pulvino in C.A. a cui seguirà poi la creazione di una livelletta in cls e la posa della sovrastruttura costituita da travi reticolari miste acciaio-cls resinate alla struttura in C.A. esistente.

Verranno quindi gettate tali nuove travi miste acciaio-cls creando una struttura collegata e a sbalzo sopra gli estremi delle travi in C.A.P..

Verranno realizzati dei carotaggi attraverso la sola cappa esistente del ponte, dai quali verranno inseriti i tiranti in acciaio per l'appensione delle teste delle travi in C.A.P.: tali tiranti saranno collegati alla sovrastruttura mediante piastre di contrasto/distribuzione, ed all'intradosso delle estremità delle travi in C.A.P. mediante selle in acciaio.

#### **- Consolidamento della pila C.**

L'intervento viene eseguito verificando e rimuovendo i getti incoerenti attraverso pulitura meccanica o sabbiatura. Viene poi applicato un prodotto specifico per la passivazione dei ferri esistenti della pila. Successivamente viene posizionata armatura esterna verticale ed orizzontale, collegata con spezzoni resinati ai getti esistenti. Viene quindi completata l'incamiciatura attraverso il getto di calcestruzzo ad alte prestazioni per uno strato di 6 cm di spessore attorno all'intera pila (vedasino gli elaborati grafici per la tipologia di prodotti previsti).

**- Posizionamento e fissaggio dei giunti di dilatazione** a delimitare ogni sovrastruttura di consolidamento sui pulvini centrali B e C, oltre che lungo i giunti tra i pulvini d'estremità A e D e gli estremi delle relative travi. Il fissaggio di tali giunti avverrà a seguito di getto di cordoli in C.A. trasversali all'impalcato e fissati alle strutture esistenti.

Il posizionamento di tali giunti, oltre che svolgere un fondamentale compito permettendo lo sfogo delle deformate termiche degli impalcato, avrà anche un importante valore funzionale in quanto tali giunti saranno utilizzati per convogliare le acque meteoriche da sopra il ponte sino ai vari dispositivi di dispersione delle acque meteoriche previsti dal progetto:

- parte convogliata in canalette prefabbricate in C.A. che andranno a ruscellare sul verde esistente della scarpata/terrapieno Sud;
- parte canalizzata, in corrispondenza dei giunti di dilatazione, mediante elementi di lattoneria che condurranno le acque in pozzi a perdere posizionati alla base delle pile e delle spalle.

#### **- Ricostruzione dei cordoli laterali sull'intera lunghezza dell'impalcato.**

Per il fissaggio delle nuove barriere stradali bordo ponte H3 con rete leggera, vengono necessariamente ricostruiti i cordoli laterali in C.A. per tutta la lunghezza del ponte. La ricostruzione avviene con sezioni differenti tra le campate ed i pulvini a causa delle differenti stratigrafie e delle nuove sovrastrutture di rinforzo da realizzare (vedasino gli elaborati grafici per le sezioni dei cordoli in progetto).

**- Sostituzione barriere stradali bordo ponte tipo H3** zincate a caldo e con rete leggera anti-lancio; le barriere stradali verranno installate secondo normativa vigente e con prescrizione al loro fornitore di rilasciarne dimensionamento, marcatura CE, omologazione e certificazione di conformità, a firma di proprio tecnico abilitato, con riferimento alla loro resistenza agli urti stradali, nonché con prescrizione al loro installatore di rilasciarne certificazione di conformità relativamente alla corretta posa (ivi compresa la certificazione di conformità delle resine epossidiche o equiv. utilizzate).

A tal proposito è utile sottolineare che nel progetto è prescritta la realizzazione di due tratti di guard-rail, uno per ogni lato di lunghezza pari a tutto il ponte ed oltre (da oltre spalla A ad oltre spalla D), tali da superare ciascuno la lunghezza di omologazione relativa alle prove di crash-test effettuate e certificate dal produttore delle barriere.

Le nuove barriere bordo ponte saranno realizzate previo rifacimento / adeguamento dei relativi cordoli di appoggio / fissaggio in C.A., dimensionati come da prescrizioni del produttore delle barriere stesse.

- **Rifacimento del manto stradale** lungo tutta la lunghezza del ponte (da oltre la spalla A ad oltre la spalla D), a spessori variabili: in particolare, sulle campate verrà solo eseguita la scarifica del tappetino di usura, e verrà dunque rifatto solo quest'ultimo – con spessori variabili adeguati, tali da consentire il corretto raccordo del piano stradale con le zone di intervento sopra i pulvini delle pile centrali.

Sulle zone oggetto di intervento (sopra i pulvini delle pile centrali ed in corrispondenza dei giunti sulle spalle) sarà realizzata l'impermeabilizzazione mediante stesura di impermeabilizzante vetrificante tipo Ecobeton Evercrete Vetrolfluid, sia sui getti esistenti che sui getti nuovi.

Lo spessore minimo del pacchetto di asfalto, presente in corrispondenza delle zone di intervento sopra i pulvini delle pile centrali ed in corrispondenza dei bordi laterali del ponte (per via della conformazione del piano stradale a leggero "dorso d'asino" mantenuta), è stato dimensionato come da prescrizione fornita dall'Ente gestore Provincia di Brescia, ovvero pari a 4 cm di binder + 3 cm di tappetino d'usura, per un totale di 7 cm (incrementati a 10 cm in corrispondenza del centro / linea mediana dell'impalcato).

Lungo l'intera zona oggetto di asfaltature verrà ripristinata esattamente la segnaletica orizzontale attualmente presente (corsia con larghezza utile pari a m 3,75, zebrature laterali, ecc.).

Dal punto di vista **geotecnico**, il manufatto esistente non subirà variazioni in quanto non saranno modificati gli elementi fondazionali.

Dal punto di vista **statico**, il progetto prevede il consolidamento delle selle Gerber mediante il già descritto sistema di appensione delle travi in C.A.P. esistenti, il quale opera da sistema resistente passivo in grado di garantire la sicurezza statica del ponte in caso di collasso delle selle Gerber (vedasi Relazione Strutturale dedicata).

Dal punto di vista **sismico**, il progetto strutturale sarà corredato da relativa Relazione di Calcolo ed Analisi Sismica agli Elementi Finiti (vedasi Relazione Strutturale dedicata), la quale mostra le verifiche eseguite sugli elementi sismo-resistenti verticali esistenti (pile centrali e spalle), ai quali sono state imputate le proprietà meccaniche dei materiali fornite dalla Spett.le C.G.G. S.r.l. (ditta che ha condotto le Indagini Strutturali sul manufatto); il sistema di trasmissione delle sollecitazioni sismiche tra impalcato ed elementi sismo-resistenti verticali rimane quello esplicito dai vincoli esistenti (appoggi in neoprene su selle Gerber); pertanto, in caso di collasso delle selle Gerber dovrà essere prevista la loro ricostruzione, sia con funzione di trasmissione delle sollecitazioni sismiche qui descritte che di ripristino della ridondanza / robustezza statica degli appoggi delle travi del ponte.

In caso di ricostruzione delle selle Gerber, si consiglia l'implementazione di sistemi di ritegno / vincolo aggiuntivi tra nuove selle e travi del ponte, in modo da garantire la trasmissione delle sollecitazioni sismiche non più solo mediante attrito; per consentire un'efficace azione delle selle Gerber ricostruite, si consiglia altresì di operare sui tiranti del sistema qui in progetto di appensione delle travi del ponte, applicandovi, prima della ricostruzione delle selle, un'adeguata pre-sollecitazione di sollevamento mediante i dadi di serraggio inferiori, e procedendo poi, successivamente alla realizzazione ed alla maturazione delle selle stesse, al rilascio di tale pre-sollecitazione al fine di consentire il corretto riposizionamento delle travi sulle selle ricostruite.

Non vi saranno modifiche ai flussi veicolari attuali, ad eccezione del periodo di esecuzione del cantiere durante il quale saranno apportati restringimenti di carreggiata / deviazioni di corsia / limitazioni alla velocità di percorrenza, ecc. – aspetti per i quali si rimanda al Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto dal CSP / CSE incaricato, oltre che alle indicazioni impartite dall'Ente gestore Provincia di Brescia. Come già indicato, saranno utilizzate alternativamente due differenti corsie, sfalsate rispetto alla larghezza dell'impalcato, in modo



da non dover mai interrompere il transito veicolare sopra il ponte. Lungo la strada sotto il ponte, il traffico veicolare verrà regolamentato mediante restringimento ad un'unica corsia solo durante le principali e inderogabili lavorazioni richieste all'intradosso del ponte e nell'ingombro della strada sottostante, privilegiando, in tali situazioni, le operazioni nei fine settimana e/o notturne – anche per questi aspetti, si rimanda al Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto dal CSP / CSE incaricato ed alle indicazioni impartite dall'Ente gestore Provincia di Brescia.

### 3 Aspetti Sismici

La struttura in progetto ricade principalmente in Comune di Castegnato ed in parte in Comune di Rodengo Saiano. Secondo il D.M. 17-01-2018 (N.T.C. 2018) entrambi i Comuni rientrano in zona sismica 3 (*macro-zonizzazione*). Di seguito sono altresì riportati i valori puntuali di accelerazione sismica, come individuati in funzione delle coordinate geografiche dei Comuni in cui è presente l'opera (*Imm. 1*):

Preferenze D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

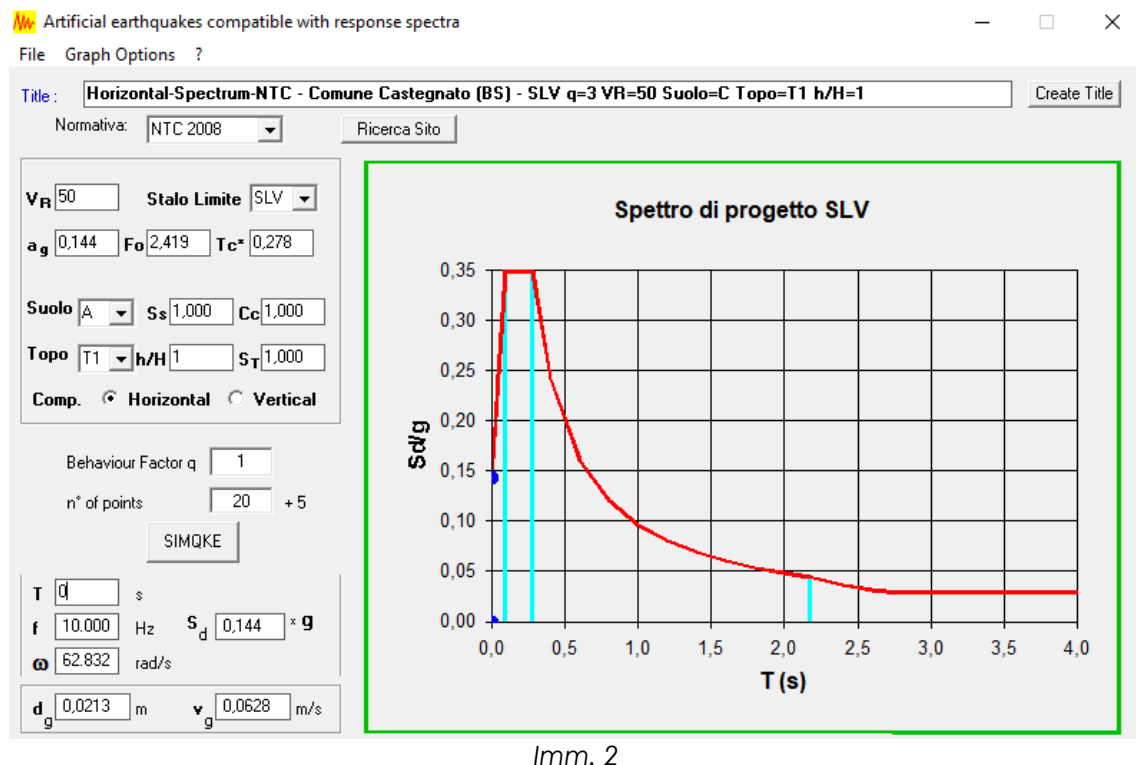
The screenshot shows the 'Preferenze D.M. 17-01-18 (N.T.C.)' window. The 'Generali' tab is selected. The 'Tipo di costruzione' is set to '2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari'. The 'Vn' parameter is set to 'Default (50)'. The 'Classe d'uso' is set to 'II'. The 'Località' is 'Brescia, Castegnato' with coordinates: Latitudine ED50 45,5611° (45° 33' 40"), Longitudine ED50 10,115° (10° 6' 54"), and Altitudine s.l.m. 139,3 m. The 'Vr' parameter is set to 'Default (50)'. Below this, a table lists seismic states and their parameters:

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	30	Default (0,0398)	Default (2,456)	Default (0,21)
SLD	Default (63)	50	Default (0,0537)	Default (2,402)	Default (0,23)
SLV	Default (10)	475	Default (0,144)	Default (2,418)	Default (0,28)
SLC	Default (5)	975	Default (0,1845)	Default (2,447)	Default (0,29)

*Imm. 1*

Nella scelta del fattore di struttura, il Cap. 7.9.2.1 delle NTC2018, definisce il fattore di base  $q_0$  per i ponti, pari a 1,0 per comportamento non dissipativo dell'intero impalcato.

Per completezza, si riporta lo spettro di risposta allo Stato Limite di salvaguardia della Vita su suolo rigido e con una Vita di riferimento  $V_R$  nominale pari a 50 anni (*Imm. 2*) posizionato in Comune di Castegnato.



Delle 3 componenti traslazionali dovute all'azione sismica, verranno considerate solo quelle orizzontali X e Y, e non la componente verticali in Z, in quanto, come descritto al Cap. 3.2.3.1 NTC 2018, il sito in cui sorge l'opera non è caratterizzato da un'accelerazione al suolo pari ad  $a_g \geq 0.15$  g.

#### 4 Analisi dei carichi, stati limite e combinazioni

Il Capitolo 5.1.3 delle NTC 2018 definisce le "Azioni sui ponti stradali" individuando, per quanto riguarda i carichi variabili da traffico, diversi schemi disposti su corsie convenzionali.

Nel caso in esame, lungo la sezione trasversale dell'impalcato da ponte, risultano presenti:

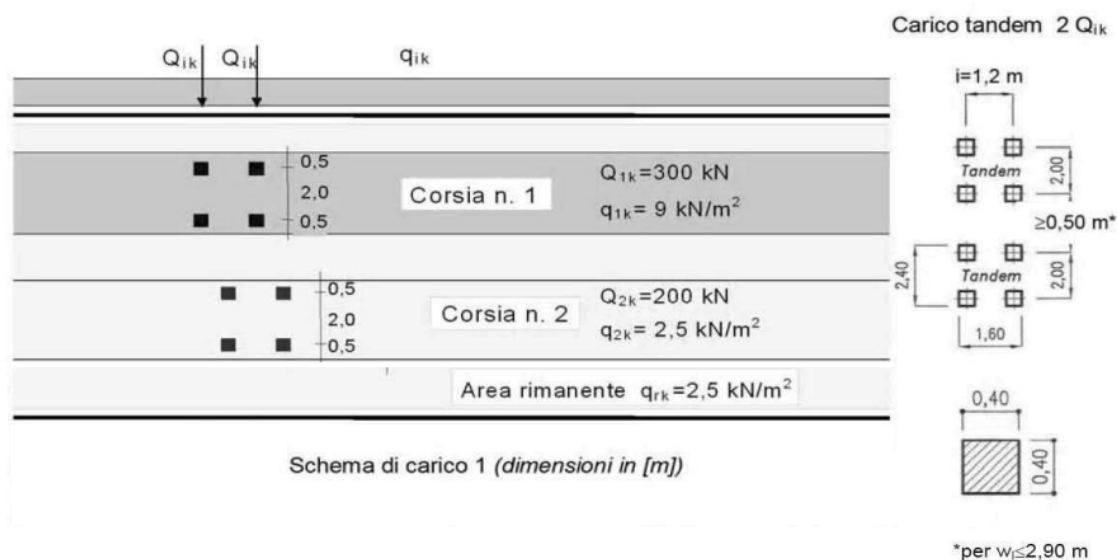
- cordoli d'estremità ai lati dell'impalcato;
- due zone di banchina ai lati della carreggiata;
- due corsie per un unico senso di marcia.

Nello specifico, attualmente una delle due corsie è vietata al traffico attraverso una segnaletica orizzontale che impone ai veicoli l'utilizzo della sola corsia di destra lungo il senso di marcia (da Brescia verso il Lago d'Iseo, ovvero da Est verso Ovest).

Come previsto dalla normativa al par. 5.1.3.3.2. NTC2018, sono state definite e numerate le corsie convenzionali e le zone rimanenti in quanto, per ognuna, verranno applicati diversi carichi da traffico. Nello specifico, negli 8,2 m tra le banchine esistenti, si identificano due corsie convenzionali da 3,00 m cad. e due zone rimanenti da 1,1 m cad..

Nello specifico è stato considerato lo Schema di Carico 1 come definito al par. 5.1.3.3.3 NTC2018.

In Imm. 3 si riporta lo schema tipo utilizzato per le verifiche globali e locali dell'impalcato.



Imm. 3

Tali carichi variabili da traffico vengono posizionati su ogni campata del ponte esistente. In base alle verifiche locali da eseguire viene modificata solamente la posizione del carico tandem lungo la campata in modo da ottenere le sollecitazioni maggiori per le verifiche specifiche.

Carichi per impalcato CD (interasse tra le travi 1,36 m; numero travi 8):

- **Peso proprio strutturale:  $g_1$** 
  - n° 1 trave  $23 \text{ m} * 0,33 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 + 1 \text{ m} * 0,55 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 = 203,50 \text{ kN}$
  - n° 2 traversi d'estremità  $2 * 1,36 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 34 \text{ kN}$
  - n° 2 traversi centrali  $2 * 1,24 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 31 \text{ kN}$
  - cappa esistente con peso cordoli spalmati  $(0,15 \text{ m} + 0,04 \text{ m}) * 1,36 \text{ m} * 24 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 155 \text{ kN}$
- **Peso proprio portato:  $g_2$** 
  - manto stradale binder e asfalto  $0,26 \text{ m} * 1,36 \text{ m} * 24 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 = 203,7 \text{ kN}$
  - barriere bordo ponte spalmate su 8 travi  $(24 \text{ m} * 2 * 0,25 \text{ kN/m}) / 8 \text{ travi} = 1,5 \text{ kN}$
  - nuovo manto stradale da max. 10cm  $0,1 * 25 * 1,36 * 24 \text{ kN/m}^3 = 81,6 \text{ kN}$
- **Variabile:  $q_{1k}$  e  $Q_{1k}$**

La condizione più gravosa prevista dalla normativa per un ponte di prima categoria è lo Schema di Carico 1 delle NTC 2018

Corsia n. 1

carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 3 \text{ m} * 9 \text{ kN/m}^2 = 27 \text{ kN/m}$   
 carico concentrato per asse: derivante da un carico tandem che rappresenta un mezzo stradale a due assi distanti 1.2 m  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$

Corsia n. 2

carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 3 \text{ m} * 2,5 \text{ kN/m}^2 = 7,5 \text{ kN/m}$   
 carico concentrato per asse: derivante da un carico tandem che rappresenta un mezzo stradale a due assi distanti 1.2 m  $Q_{1k} = 200 \text{ kN}$

Area rimanente

carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Si considerano gli stessi carichi per l'impalcato AB in quanto avente lunghezza solo leggermente inferiore, stesso numero di travi e medesimo interasse.

Carichi per impalcato BC (interasse tra le travi 1,08 m; numero travi 10):

- **Peso proprio strutturale:  $g_1$** 
  - n° 1 trave  $29,8 \text{ m} * 0,33 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 + 1 \text{ m} * 0,55 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 = 259,6 \text{ kN}$
  - n° 2 traversi d'estremità  $2 * 1,08 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 27 \text{ kN}$
  - n° 2 traversi centrali  $3 * 1 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 18,7 \text{ kN}$
  - cappa esistente con peso cordoli spalmati  $(0,15 \text{ m} + 0,04 \text{ m}) * 1,08 \text{ m} * 31,8 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 158 \text{ kN}$
- **Peso proprio portato:  $g_2$** 
  - manto stradale binder e asfalto  $0,26 \text{ m} * 1,08 \text{ m} * 31,8 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 = 214,3 \text{ kN}$
  - barriere bordo ponte spalmate su 10 travi  $31,8 \text{ m} * 2 * 0,25 \text{ kN/m} / 10 \text{ travi} = 1,6 \text{ kN}$
  - nuovo manto stradale binder e asfalto da 10cm  $0,1 * 31,8 * 1,08 * 24 \text{ kN/m}^3 = 82,4 \text{ kN}$
- **Variabile:  $q_{1k}$  e  $Q_{1k}$** 

La condizione più gravosa prevista dalla normativa per un ponte di prima categoria è lo Schema di Carico 1 delle NTC 2018

Corsia n. 1

  - carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 3 \text{ m} * 9 \text{ kN/m}^2 = 27 \text{ kN/m}$
  - carico concentrato per asse: derivante da un carico tandem che rappresenta un mezzo stradale a due assi distanti 1.2 m  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$

Corsia n. 2

  - carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 3 \text{ m} * 2,5 \text{ kN/m}^2 = 7,5 \text{ kN/m}$
  - carico concentrato per asse: derivante da un carico tandem che rappresenta un mezzo stradale a due assi distanti 1.2 m  $Q_{1k} = 200 \text{ kN}$

Area rimanente

  - carichi variabili distribuiti  $q_{1k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Per le combinazioni di carico si fa riferimento ai Par. 5.1.3.14. e 2.6.1 NTC2018.

In particolare, si riporta la combinazione fondamentale allo SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

Si riportano in breve i coefficienti moltiplicativi dei carichi per lo SLU (con condizioni sfavorevoli e combinazioni EQU STR) estrapolati dalla Tab. 5.1.V NTC2018:  $\gamma_{G1} = 1.10$ ;  $\gamma_{G2} = 1.5$ ;  $\gamma_Q = 1.35$ .

I coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}$ , estrapolati dalla Tab. 5.1.VI, sono:  $\psi_{02}=0.75$  per il carico tandem e  $\psi_{02}=0.4$  per i carichi distribuiti.

La combinazione SLU viene applicata in due casi specifici:

- con il carico tandem come carico variabile principale ed il carico distribuito come secondario, ovvero moltiplicato per  $\psi_{02}$ ;
- viceversa, con il carico distribuito come carico variabile principale ed il carico tandem come secondario.

Si riporta inoltre la combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

In questo caso non vi sono coefficienti moltiplicativi dei carichi ma solo coefficienti di combinazione  $\psi_{2j}$  che la Tab. 5.1.VI NTC2018 pone uguali a 0.

## 5 Materiali

Per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali che compongono la struttura esistente è stata eseguita una campagna approfondita di prove in sito da parte della C.G.G. S.r.l. di cui si allegano le relazioni di Gennaio ed Aprile 2022.

Le prove eseguite sulle strutture esistenti sono state del tipo non distruttivo e con prelievo ed analisi di campioni. Nello specifico sono state effettuate prove quali:

- carotaggio per prelievo provini e successive prove di schiacciamento in laboratorio;
- prova della profondità della carbonatazione del calcestruzzo;
- rilievi pacometrici tramite Georadar;
- prove sclerometriche sui cls;
- misura del potenziale di corrosione dell'armatura;
- prove di estrazione Pull Out.

Le strutture su cui sono state eseguite le prove da parte della C.G.G. S.r.l. sono:

- le pile B e C;
- il plinto C;
- le selle Gerber delle pile B e C;
- le spalle A e D;
- le travi in C.A.P..

La ricerca della pratica di Denuncia dei C.A. depositata in Comune o al Genio Civile non ha portato a risultati, per questo motivo la campagna di prove è risultata fondamentale per conoscere adeguatamente l'opera in oggetto.

I valori riscontrati dalle campagne di prova hanno evidenziato resistenze a compressione del calcestruzzo basse per le pile C e B e alti valori di profondità di carbonatazione del cls.

Nei calcoli, nel modello sismico ad elementi finiti e nelle verifiche effettuate sul ponte esistente sono state inserite tali caratteristiche meccaniche specifiche per ogni elemento strutturale.

Il livello di conoscenza adottato è LC3 con un fattore di confidenza pari a 1.0.

L'acciaio esistente è stato classificato come FeB44k con  $f_{yd}=374$  MPa.

I materiali utilizzati per i rinforzi in progetto saranno:

#### Calcestruzzo per getti in opera

- Classe di esposizione		XC2
- Diametro massimo aggregati	$d =$	<32 mm
- Rapporto massimo a/c	$a/c =$	0.55
- Rapporto massimo a/c	$a/c =$	0.50
- Classe di calcestruzzo		<b>C32/40</b>
- Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	40.00 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 R_{ck} =$	33.20 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20 N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico convenzionale	$E_{cm} = 22\,000 (f_{cm} / 10)^{0.3} =$	33642 N/mm <sup>2</sup>
- Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.2
- Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	1.00E-05
- Fattore parziale di sicurezza per c.a.o.	$\gamma_c =$	1.50
- Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85
- Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c =$	18.81 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza a trazione media (assiale)	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} =$	2.12 N/mm <sup>2</sup>
	$(C > 60) f_{ctm} = 2.12 \ln(1 + f_{cm} / 10) =$	-
- Resistenza a trazione caratteristica (assiale)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} =$	1.48 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza a trazione di calcolo (assiale)	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	0.99 N/mm <sup>2</sup>

- Resistenza a trazione di calcolo (flessione)	$f_{ctd} = 1.20 \times 0.70 f_{ctm} / \gamma_c =$	1.19 N/mm <sup>2</sup>
- Tensione limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	1.76 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk} =$	3.33 N/mm <sup>2</sup>
- Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c =$	2.22 N/mm <sup>2</sup>

Tensioni limite in esercizio

- Compressione ammissibile		
- comb. caratteristica (rara)	$\sigma_c = 0.6 f_{ck} =$	19.20 N/mm <sup>2</sup>
- comb. quasi permanente	$\sigma_c = 0.45 f_{ck} =$	14.40 N/mm <sup>2</sup>

#### Acciaio B450C per c.a.

- Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540 N/mm <sup>2</sup>
- Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450 N/mm <sup>2</sup>
- Fattore parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15
- Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30 N/mm <sup>2</sup>
- Modulo elastico convenzionale	$E_s =$	210 000 N/mm <sup>2</sup>
- Allungamento sotto carico massimo	$A_{gt} =$	7.50 %

Tensioni limite in esercizio

- Tensione in comb. caratteristica (rara)	$\sigma_s = 0.8 f_{yk} =$	360.00 N/mm <sup>2</sup>
---	---------------------------	--------------------------

#### Profili in Acciaio S275

- Resistenza a snervamento per spessori ≤40mm	$f_y =$	275 N/mm <sup>2</sup>
- $\sigma$ ammissibile per spessori ≤40mm	$\sigma_{amm} =$	190 N/mm <sup>2</sup>
- Resistenza a rottura ≤40mm	$f_y =$	430 N/mm <sup>2</sup>

#### Barre filettate di classe 8.8

- Tensione di rottura	$f_{ub} =$	800 N/mm <sup>2</sup>
- Tensione di snervamento	$f_{yb} =$	640 N/mm <sup>2</sup>

Vedasi Elaborati grafici strutturali per materiali tipo utilizzati nei cicli di ripristino di getti e ferri, ripristini e incamicature.

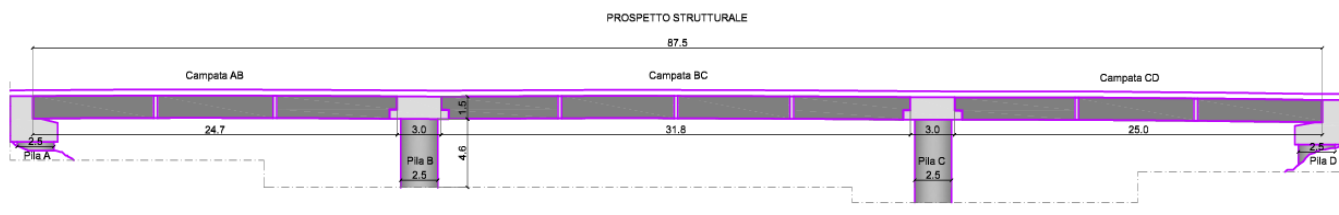
Vedasi Par. 7.1 per descrizione materiali costituenti le travi reticolari miste acciaio-clt tipo.

## 6 Schema Statico Ponte

Si riporta l'immagine Imm. 4 riguardante il prospetto strutturale dell'impalcato da ponte in cui è possibile identificare le 3 differenti campate di cui le due esterne molto simili in lunghezza e la centrale più lunga.

Le travi della campata AB e CB presentano un appoggio sulla pila d'estremità e il secondo appoggio con sella Gerber.

Le travi della campata BC presentano entrambi gli appoggi con sella Gerber.



Imm. 4

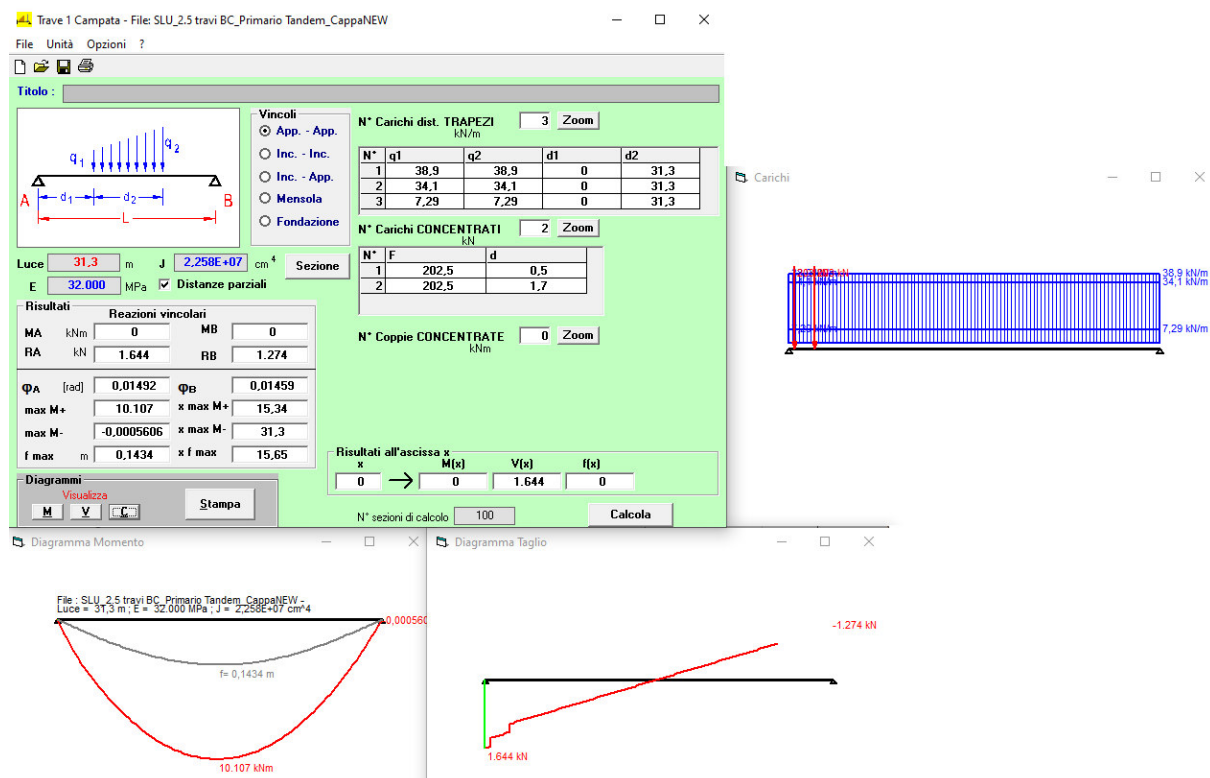
Visti gli schemi di carico precedentemente descritti, si è preso a riferimento lo schema statico delle travi della campata BC e CD (o AB) in corrispondenza della corsia maggiormente caricata dai carichi variabili tandem e distribuito.

## 6.1 Campata BC

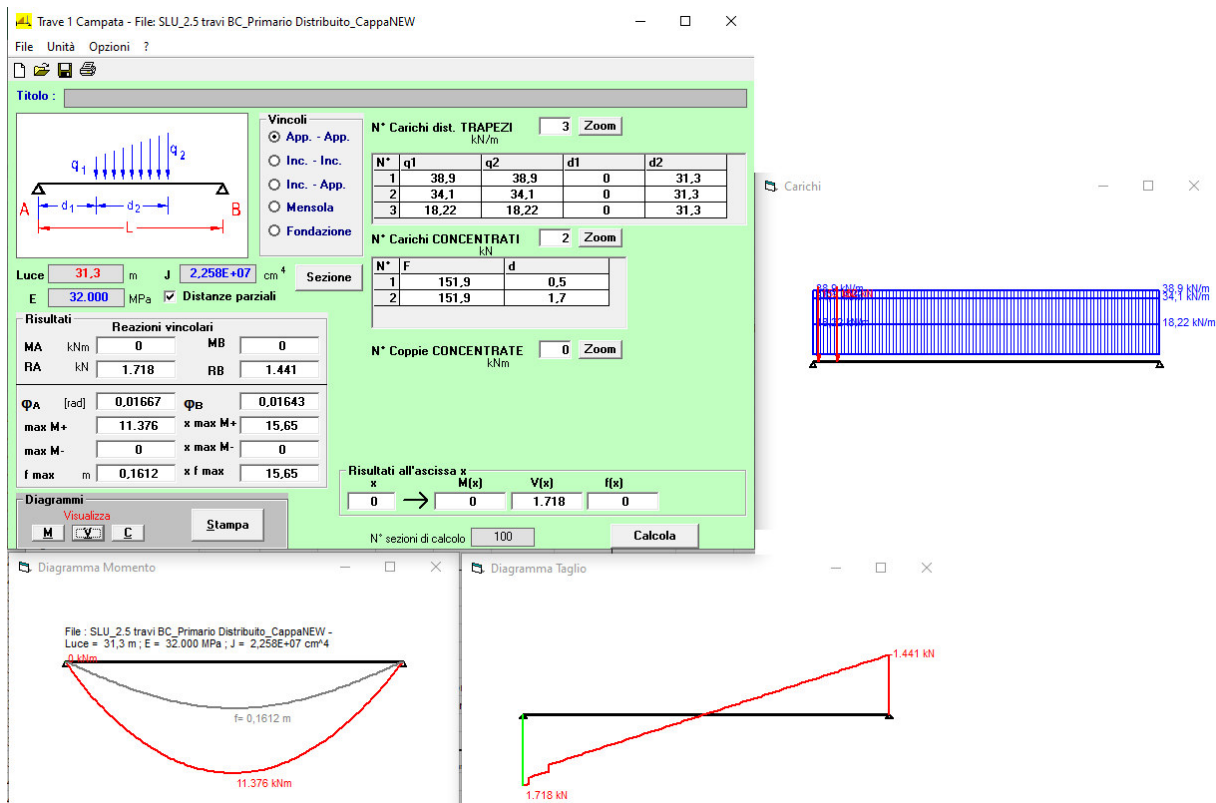
Per la campata BC si sono considerate 2,5 travi per lo scarico dei carichi permanenti e di metà dei carichi variabili della corsia maggiormente caricata. Questa ipotesi è resa possibile grazie alla presenza dei traversi di irrigidimento agli appoggi ed in campata che favoriscono la distribuzione dei carichi lungo l'impalcato.

Si è considerata la situazione maggiormente gravosa per le selle Gerber ovvero quella per cui il carico tandem viene posizionato appena oltre la sella stessa. Nel caso specifico, il carico tandem, attraverso lo schema di carico visibile in Imm. 5 e Imm. 6, è stato posizionato con la prima impronta di ruota a 50 cm dall'appoggio e la seconda impronta a 120 cm dalla prima. La restante metà del carico tandem è stata considerata gravante su altre 2,5 travi.

Si riporta lo schema statico nella combinazione allo SLU, con carico tandem come carico variabile principale ed il carico uniforme come secondario, e viceversa.



Imm. 5: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico tandem come variabile principale e carico distribuito come variabile secondario.

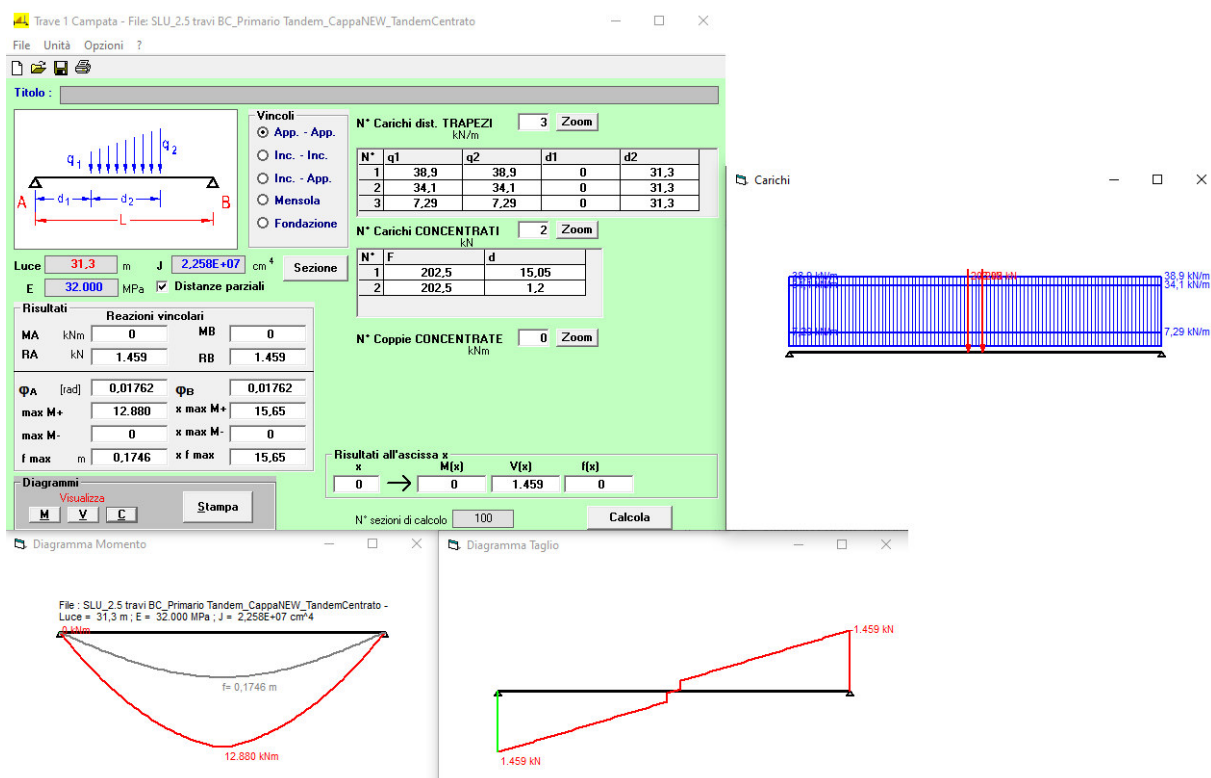


Imm. 6 Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico distribuito come variabile principale e carico tandem come variabile secondario

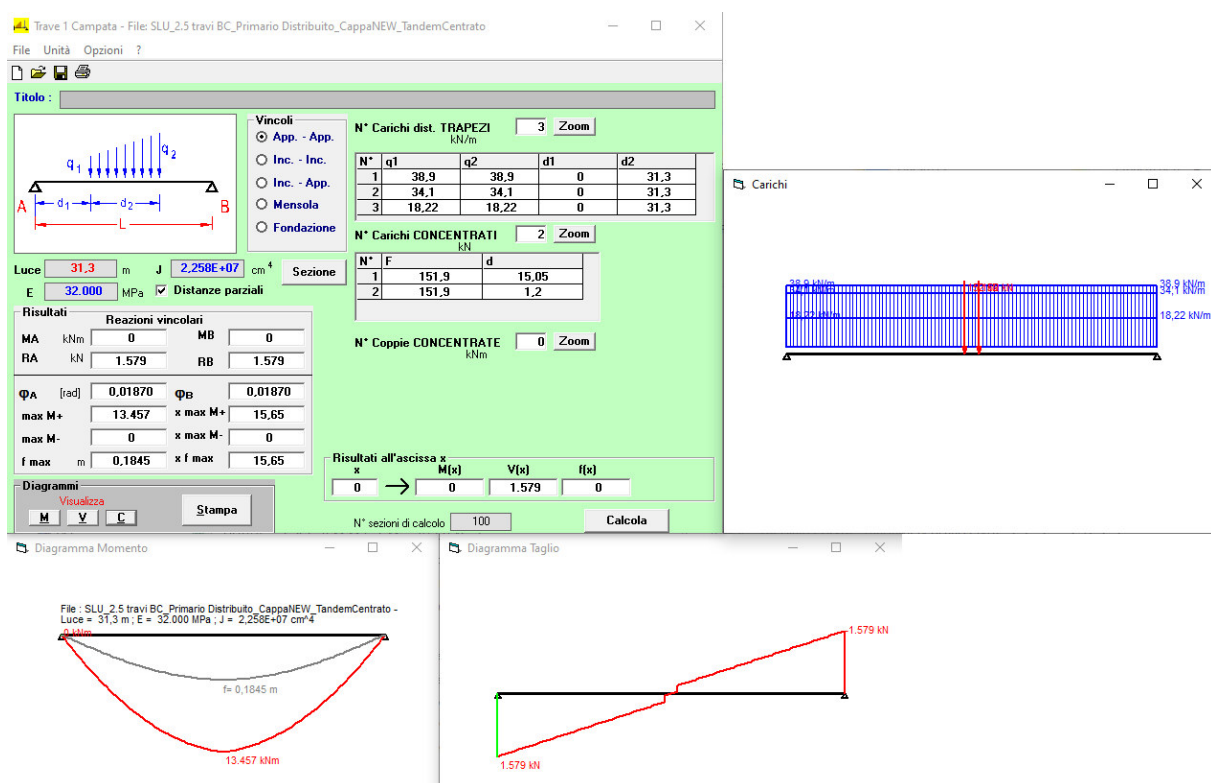
In aggiunta a tale situazione, è stata considerata la situazione maggiormente gravosa a flessione per le travi in C.A.P. ovvero quella per cui il carico tandem viene posizionato al centro della campata. Nel caso specifico, il carico tandem, attraverso lo schema di carico visibile in Imm. 7 e Imm. 8 è stato posizionato a cavallo della mezzeria della luce, mantenendo una distanza pari a 120 cm tra i due carichi concentrati. La restante metà del carico tandem è stata considerata gravante su altre 2,5 travi.

Si riporta lo schema statico nella combinazione allo SLU, con carico tandem come carico variabile principale ed il carico uniforme come secondario, e viceversa.





Imm. 7: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico tandem (centrato in mezzeria) come variabile principale e carico distribuito come variabile secondario.



Imm. 8: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico distribuito come variabile principale e carico tandem (centrato in mezzeria) come variabile secondario

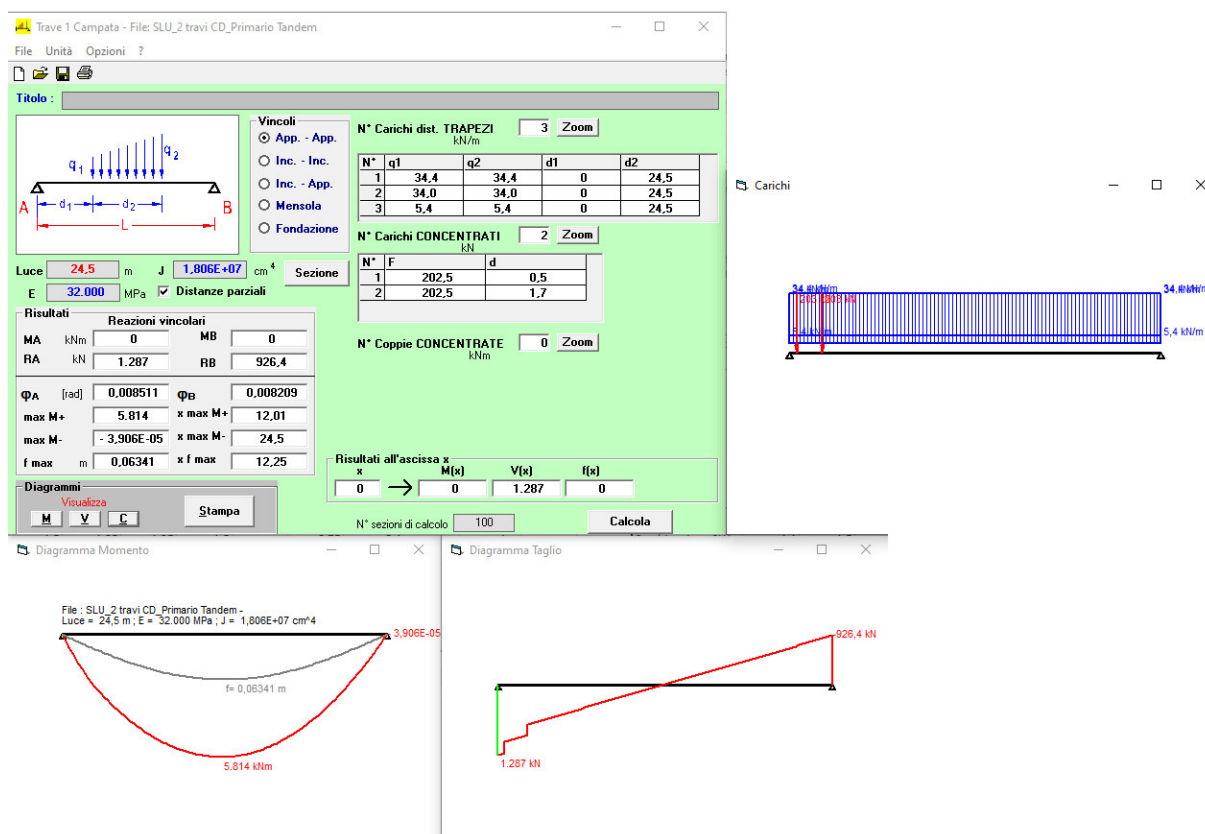
## 6.2 Campata CD (e AB)

Per la campata CD, ed in conseguenza per la AB in quanto aventi le medesime geometrie, si sono considerate 2 travi per lo scarico dei carichi permanenti e di metà dei carichi variabili

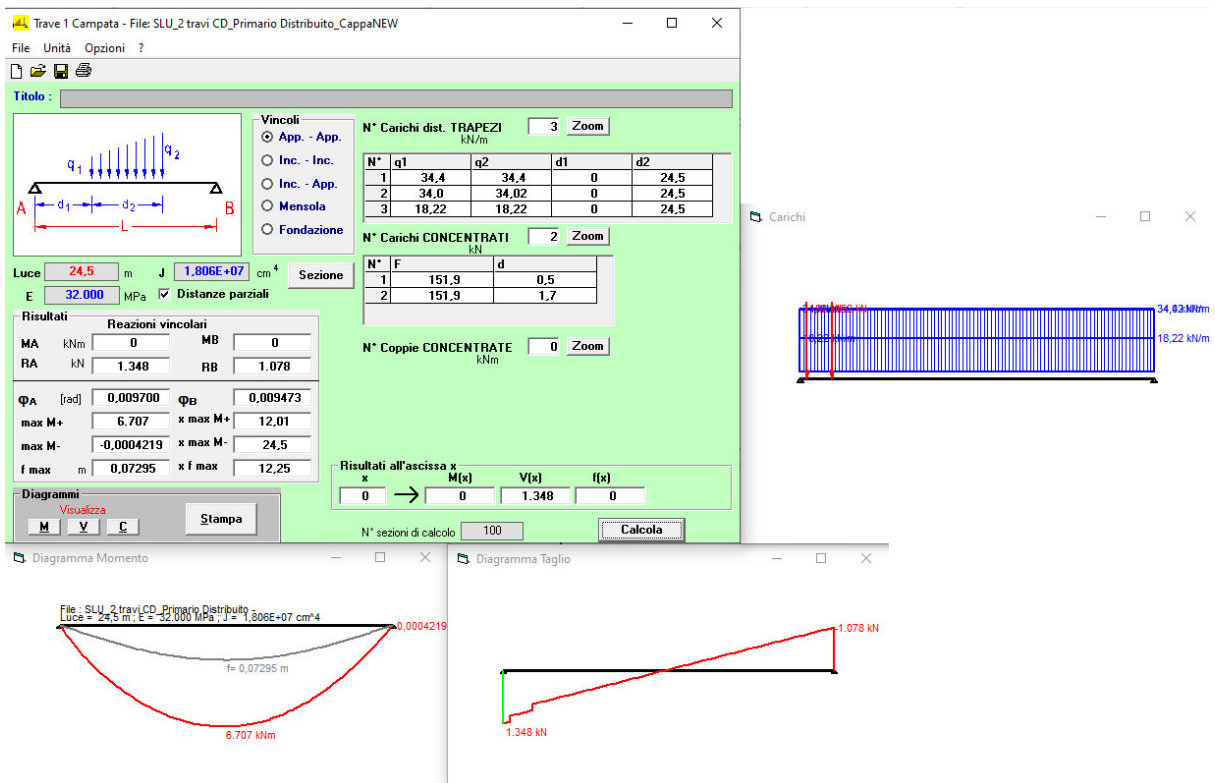
della corsia maggiormente caricata. Anche per tali campate, tale ipotesi è resa possibile grazie alla presenza dei traversi di irrigidimento agli appoggi ed in campata che favoriscono la distribuzione dei carichi lungo l'impalcato.

Si è considerata la situazione maggiormente gravosa per le selle Gerber ovvero quella per cui il carico tandem viene posizionato appena oltre la sella stessa. Nel caso specifico, il carico tandem, attraverso lo schema di carico visibile in Imm. 9 e Imm. 10, è stato posizionato con la prima impronta di ruota a 50 cm dall'appoggio e la seconda impronta a 120 cm dalla prima. La restante metà del carico tandem è stata considerata gravante su altre 2 travi.

Si riporta lo schema statico nella combinazione allo SLU, con carico tandem come carico variabile principale ed il carico uniforme come secondario, e viceversa.

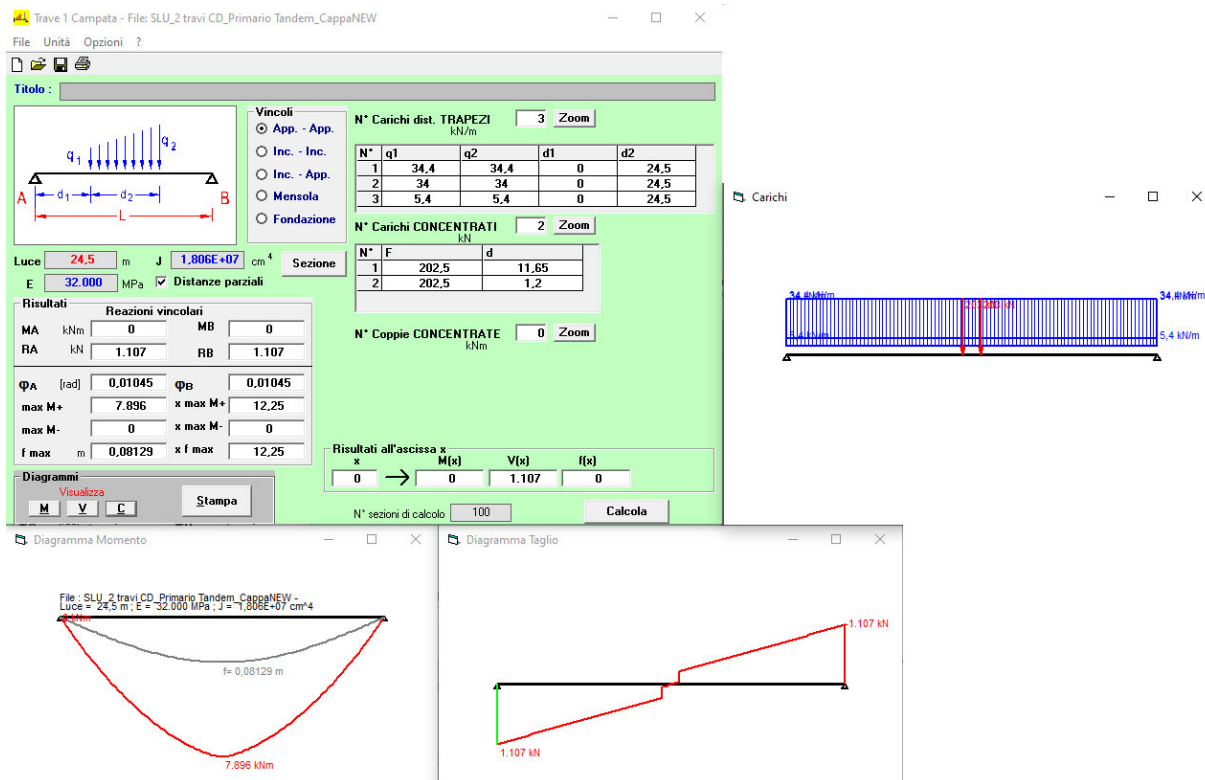


Imm. 9: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico tandem come variabile principale e carico distribuito come variabile secondario.

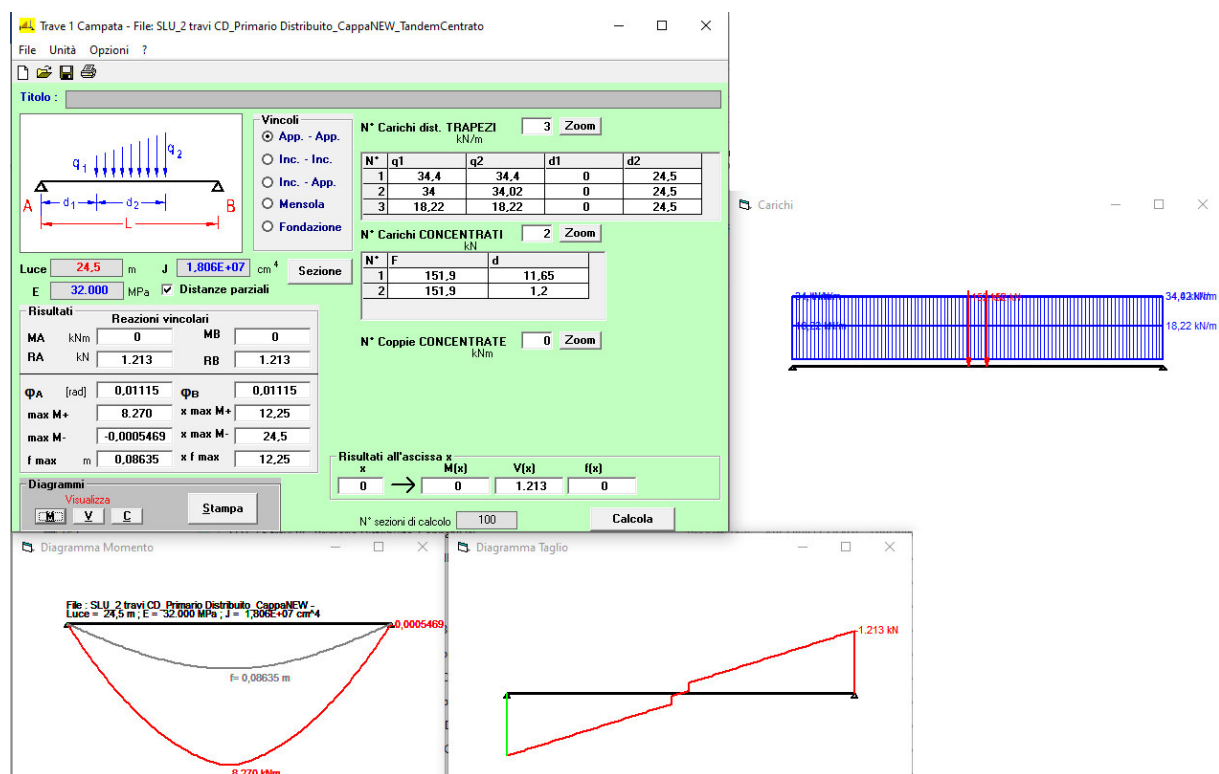


Imm. 10: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico distribuito come variabile principale e carico tandem come variabile secondario

In aggiunta a tale situazione, è stata considerata la situazione maggiormente gravosa a flessione per le travi in C.A.P. ovvero quella per cui il carico tandem viene posizionato al centro della campata. Nel caso specifico, il carico tandem, attraverso lo schema di carico visibile in Imm. 11 e Imm. 12 è stato posizionato a cavallo della mezzera della campata CD (e AB), mantenendo una distanza pari a 120 cm tra i due carichi concentrati. La restante metà del carico tandem è stata considerata gravante su altre 2 travi. Si riporta lo schema statico nella combinazione allo SLU, con carico tandem come carico variabile principale ed il carico uniforme come secondario, e viceversa.



Imm. 11: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico tandem (centrato in mezzera) come variabile principale e carico distribuito come variabile secondario.



Imm. 12: Schema statico e sollecitazioni in combinazione SLU con carico distribuito come variabile principale e carico tandem (centrato in mezzera) come variabile secondario

## 7 Rinforzi e opere in progetto

### 7.1 Rinforzo selle Gerber: Sovrastruttura e appensione estremi travi C.A.P.

Le selle Gerber in C.A. delle pile B e C presentano copriferri espulsi e disgregati in varie parti e ferri esposti che saranno oggetto di risanamento di cui verranno esposte le principali caratteristiche in un successivo paragrafo.

Oltre al risanamento risulterebbe necessario un rinforzo intradossale in quanto la più logica delle soluzioni di intervento, tuttavia, vista l'impossibilità di installare rinforzi/profilati intradossali che causerebbero una diminuzione dell'attuale franco d'altezza della strada provinciale passante sotto il ponte in oggetto, è stato progettato un intervento di rinforzo con appensione delle travi in C.A.P.

Tale intervento passivo, che entrerebbe in funzione solo in caso di collasso delle selle Gerber, si compone di una sella in acciaio all'intradosso di ogni trave in C.A.P. posizionata alle estremità di ogni trave. Attraverso dei manicotti saldati a tali piastre e ad una doppia coppia di barre filettate verticali diam. 30mm, ogni trave C.A.P. verrà appesa ad un graticcio formato da travi reticolari miste acciaio-clt del tipo "BASIC Sistema NPS" della ditta Tecnostrutture s.r.l. di altezza finita di 26 cm.

Le travi reticolari miste acciaio-clt del tipo "BASIC Sistema NPS" sono formate da una piastra di base da 1.5 cm di spessore con larghezza da 100 cm e da 120 cm in base alla posizione e alla campata da rinforzare. Saldate ad ogni piastra di base vi sono tre reticolari formate da tondi di acciaio liscio NPS S355 o NPS S450 (per diam.>36mm). In testa a questi moduli di trave a sbalzo sono presenti piastre verticali di chiusura a delimitare il getto di completamente da eseguirsi dopo la stesura dell'armatura lenta in progetto nella cappa di clt.

Tali travi miste saranno posizionate, sul pulvino in seguito all'asportazione del pacchetto stradale e alla creazione di una livelletta in clt. Tali operazioni verranno eseguite in due fasi, ovvero lavorando su un'unica corsia/metà di impalcato alla volta, lasciando così la possibilità di transito sulla corsia libera.

Per ognuno dei due pulvini da rinforzare verranno posizionate, fissate e gettate un totale di 16 travi reticolari miste del tipo "BASIC Sistema NPS":

- 2 travi continue di bordo di larghezza pari a 100 cm sbalzanti verso entrambe le campate;
- 8 travi di larghezza pari a 100 cm sbalzanti verso le travi della campata BC;
- 6 travi di larghezza pari a 120 cm sbalzanti verso le travi della campata AB (e CD).

Tali travi presentano piastre di base in acciaio asolate in modo da permettere il fissaggio di spezzoni resinati in acciaio B450C sui pulvini ad aumentare l'ancoraggio di tale sovrastruttura ai pulvini. L'asolatura permette inoltre un ulteriore ingranamento del getto di completamento delle travi con il getto della livelletta di base.

Come ulteriore sicurezza al ribaltamento delle singole travi reticolari miste, tali travi centrali sono dotate di piastra verticale di chiusura in acciaio da posizionare al centro dell'asse del pulvino. A travi posate, vengono saldati tutti i lembi di tali piastre di fondo dove queste si sovrappongono.

Ogni trave, nella zona a sbalzo, a 65 e 85 cm dal filo del pulvino, ha montata una coppia di tubi da 50 mm di diametro con relativi fori nella piastra di base.

Una volta posata l'armatura lenta trasversale superiore di completamento della cappa e gettata la struttura in calcestruzzo, viene a crearsi una struttura superiore al pulvino di 26 cm di spessore, aggettante su entrambi i lati di circa 110 cm per lato.

Attraverso le tubazioni annegate nel getto vengono infilate le barre filettate diam. 30mm da inserire nei manicotti delle selle di base (sopra descritte) agli estremi di ogni trave in C.A.P..

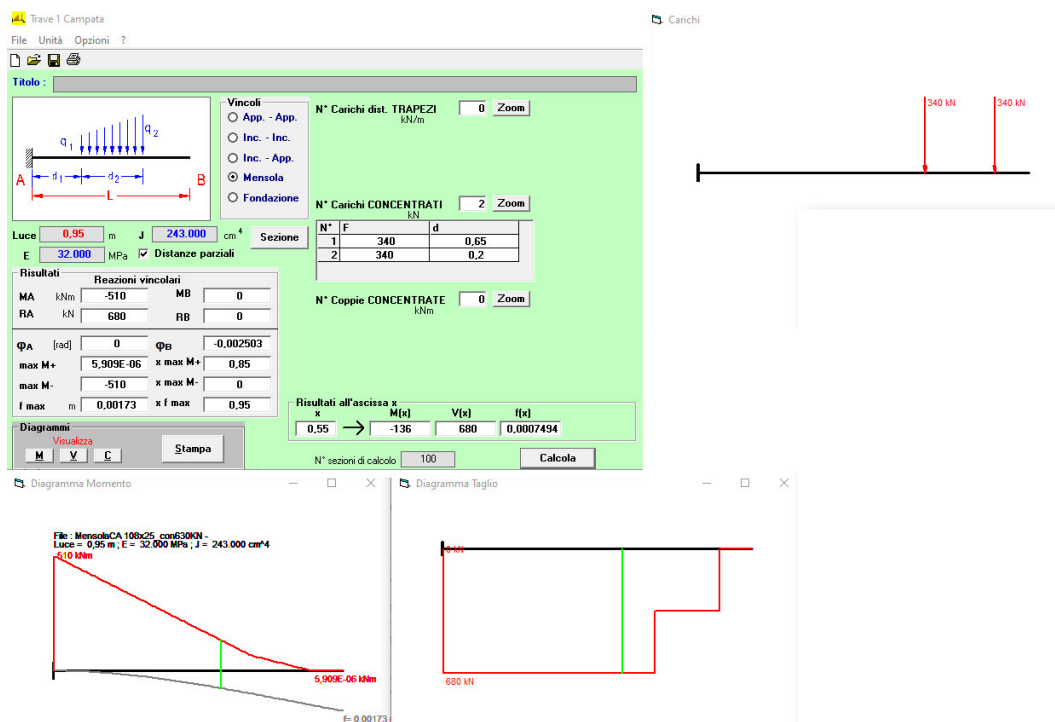


- 10 Giunto tipo: AGOM AGFLEXJ50 (proseguire giunto sui cordoli) con pannello XPS inferiore
- 11 4 strati da 5mm cad. di polietilene espanso in teli posizionati tra Trave mista e travi CAP
- 12 Piastra di fondo della Trave mista reticolare
- 13 Piastre ad unire coppie di barre filettate imbullonate
- 14 Correnti superiori delle reticolari per ogni trave mista
- 15 Se quota cappa capitello uguale quota cappa travi: creare livelletta di 1.5/2 cm sopra cappa capitello per appoggio travi miste
- 16 Spezzoni sagomati Ø16/ 30cm resinati con resina strutturale per applicazioni anti-sismiche, L ancoraggio=25 cm min.
- 17 Saldatura S275 a completo ripristino tra piastre delle travi reticolari miste (h gola 10 mm) sia orizzontali che verticali
- 18 Cappa in CA gettata a completamento delle travi reticolari miste.
- 19 Nuovo strato di pavimentazione stradale formato da binder e tappetino usura (sp. totale 7-10 cm)
- 20 Carotaggio della cappa esistente con Ø50mm
- 21 Barre filettate 8.8 Ø30 mm n°4 per ogni trave in CAP
- 22 Manicotto cilindrico Ø76mm saldato, diam. interno 60 mm (min. 50mm), sp. 8 mm, saldato a piastra in acciaio con doppia saldatura laterale continua (h gola 10 mm)
- 23 Piastra da 10 mm con funzione di rondella + rondella anti-svitamento e dado M30
- 24 Sella sotto ogni estremo delle travi CAP formata da piastre da 20mm saldate con cordone continuo h gola 10mm  
ATTENZIONE A LARGHEZZA NELLE TRAVI CAP DOVE VENGONO RICOSTRUITI COPRIFERRI: RIVERIFICARE IN SITO OGNI LARGHEZZA ESTREMI TRAVI
- 25 Armatura trasversale in cappa formata da ferri Ø12/25cm. Sovrapposizione al centro min.60cm
- 26 Lamiera esterna a protezione cls esistente fissata con tubolari tassellati, in prosecuzione in campata per i primi 50 cm dall'asse dei giunti.
- 27 Cordolini per fissaggio giunti (vedi particolare con ferri d'armatura)
- 28 Cordolo di bordo in CA
- 29 Barriere bordo ponte H3 (3N.TU-Bpl.71) con rete antilancio leggera
- 30 Ricostruzione copriferro delle sezioni di trave CAP urtate e/o danneggiate mantenendo più possibile la sezione originaria
- 31 Trattamento vetrificante tipo Ecobeton Evercrete Vetrolfluid sopra la cappa esistente del pulvino e sopra il getto del rinforzo

Imm. 13: Rinforzo nodo travi C.A.P.-selle Gerber

Partendo dalle sollecitazioni calcolate per la campata BC e riportate all'Imm. 5, si riporta lo schema statico a mensola di una singola trave reticolare mista a rinforzo di un singolo appoggio di trave in C.A.P..

Nello schema statico sono rappresentate due azioni verticali dovute all'appensione di una singola trave in C.A.P. per la campata maggiore (BC) derivanti dalla combinazione allo SLU nella condizione con carico distribuito veicolare come carico principale e carico tandem come variabile secondario.



Imm. 14: Rinforzo nodo travi C.A.P. - selle Gerber

Le sollecitazioni riportate in Imm. 14 sono state utilizzate per le verifiche delle travi reticolari miste del tipo "BASIC Sistema NPS" che vengono riportate all'Allegato A e che sono state eseguite dalla società Tecnostrutture s.r.l..



sella in acciaio all'intradosso di ogni trave in C.A.P. posizionata alle estremità di ogni trave. Attraverso dei manicotti saldati a tali piastre e ad una doppia coppia di barre filettate verticali diam. 30mm

### 7.1.1 Selle intradossali e manicotti

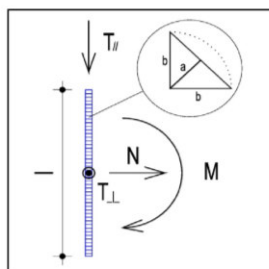
Le selle intradossali da montare agli estremi inferiori di ogni trave in C.A.P. saranno costituite da tre piastre in acciaio S275 da 20 mm saldate tra loro con saldature continue da 10 mm di altezza di gola. Non vi è differenza tra selle applicate a travi in C.A.P. di diverse campate; dovranno comunque essere controllate tutte le larghezze esistenti delle ali inferiori delle travi per adattare la larghezza delle piastre intradossali.

Si riportano nel seguito alcune delle verifiche principali eseguite sulle saldature.

Ogni sella subisce un tiro ripartito in 4 punti, ovvero i 4 manicotti saldati ai lati delle piastre verticali. Ognuno dei 4 manicotti trasferisce un'azione massima verticale di 179 KN. A favore di sicurezza, valutando un possibile allungamento termico delle travi in C.A.P. e quindi un possibile spostamento indotto sulle barre filettate e considerando quest'ultime fisse/incastrate agli estremi (manicotti e sovrastruttura), si è ricavata un'azione orizzontale su ogni manicotto e quindi una sollecitazione su ogni saldatura tra le piastre di  $2 \times 51$  KN.

Sollecitazioni	
N (N)	0
$T_{//}$ (N)	102310
$T_{\perp}$ (N)	358000
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	14
l (mm)	400
n° cordoni	1
$\gamma_{M2}$	1.25
a (mm)	9.90



$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	275
$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	430

#### Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta_1 \cdot \gamma_{M2})$$

$\beta_w$	0.85
$f_{w,Ed}$ (N/mm <sup>2</sup> )	233.657
$F_{T//}$ (N/mm)	255.775
$F_{T_{\perp}}$ (N/mm)	895.000

$F_{T_{TOT}}$ (N/mm)	930.831
$F_{\perp,N}$ (N/mm)	0.000
$F_{\perp,M}$ (N/mm)	0.000
$F_{\perp,TOT}$ (N/mm)	0.000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	930.831
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	2313.087

S/R	OK
0.402	

#### Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

$\beta_1$	0.7
$\beta_2$	0.85
$t_{//}$ (N/mm <sup>2</sup> )	25.8372
$t_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	90.4087

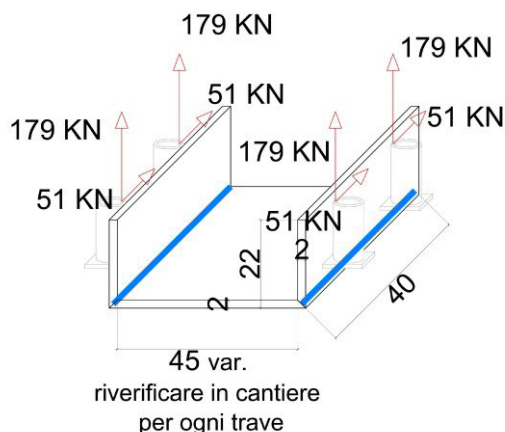
$n_{\perp,N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000
$n_{\perp,M}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000
$n_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)}$	94.0281
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192.5000

S/R	OK
0.49	

$ n_{\perp}  +  t_{\perp} $	90.4087
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233.7500

S/R	OK
0.39	

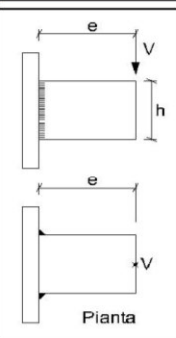


45 var.  
riverificare in cantiere  
per ogni trave

Le verifiche secondo NTC2018 risultano soddisfatte con coefficienti di sicurezza molto a favore di sicurezza.

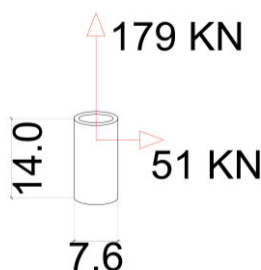


Le doppie saldature verticali in acciaio S275 da 7 mm di altezza di gola a collegare i manicotti alle piastre verticali sono state verificate e se ne riportano le principali calcolazioni.

UNIONE A FLESSIONE E TAGLIO - cordoni paralleli all'azione			
 <p>Pianta</p>	INPUT	OUTPUT	VERIFICA (NTC 2018)
	Definizione dell'azione	$\tau_y = 91.33 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ $n_{Lmax} = 176.13 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	Metodo direzionale $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_R}{\beta \gamma_{M2}}$ $\sigma_{\perp} \leq 0,9 f_{tk} / \gamma_{M2}$
	Definizione della geometria dell'unione	$h = 140 \text{ [mm]}$ $a_w = 7 \text{ [mm]}$ $A_w = 980 \text{ [mm}^2\text{]}$	EN10210 - S275 H/NH/NLH $295.07 < 404.71$ <b>Verificato</b> $124.54 < 309.60$ <b>Verificato</b>

Le verifiche secondo NTC2018 risultano soddisfatte con coefficienti di sicurezza molto a favore di sicurezza.

I manicotti sono formati da tubolari tipo con diametro esterno 76 mm, spessore 8 mm e diametro interno 60 mm in acciaio S275. Tali tubolari sono stati verificati e se ne riportano le principali calcolazioni effettuate.



#### 4.2.4.1.2 Resistenza delle membrature

Per la verifica delle travi la resistenza di progetto da considerare dipende dalla classificazione delle sezioni.

La verifica in campo elastico è ammessa per tutti i tipi di sezione, con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \sigma_{z,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2 \quad [4.2.4]$$

dove:

$\sigma_{x,Ed}$  è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

$\sigma_{z,Ed}$  è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

$\tau_{Ed}$  è il valore di progetto della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

$$(17900 \text{ kg} / 17 \text{ cm}^2)^2 + 3 (5130 \text{ kg} / 11 \text{ cm}^2)^2 = 1761170 \leq (2500 \text{ kg/cm}^2)^2 = 6250000$$

Verificato

#### 4.2.4.1.2.1 Trazione

L'azione assiale di progetto  $N_{Ed}$  deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad [4.2.5]$$

dove la resistenza di progetto a trazione  $N_{t,Rd}$  di membrature con sezioni indebolite da fori per collegamenti bullonati o chiodati deve essere assunta pari al minore dei valori seguenti:

a) la resistenza plastica di progetto della sezione lorda,  $A$ ,

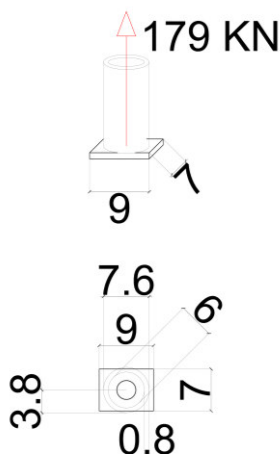
$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad [4.2.6]$$

$$17900 \text{ kg} / (17 \text{ cm}^2 * 2750 \text{ kg/cm}^2 / 1.10) = 0.42 \leq 1$$

Verificato

Le verifiche secondo NTC2018 risultano soddisfatte con coefficienti di sicurezza molto a favore di sicurezza.

Sotto ad ogni manicotto viene posizionata una piastra da 10 mm e dimensioni 70x90 mm in acciaio S275 sotto cui viene fissato il dado di serraggio della barra filettata M30.



#### 4.2.4.1.2 Resistenza delle membrature

Per la verifica delle travi la resistenza di progetto da considerare dipende dalla classificazione delle sezioni.

La verifica in campo elastico è ammessa per tutti i tipi di sezione, con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \sigma_{z,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2 \quad [4.2.4]$$

dove:

$\sigma_{x,Ed}$  è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

$\sigma_{z,Ed}$  è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

$\tau_{Ed}$  è il valore di progetto della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

$$(17900 \text{ kg} / 18.84 \text{ cm}^2)^2 = 902701 \leq (2500 \text{ kg/cm}^2)^2 = 6250000 \text{ Verificato}$$

Le verifiche secondo NTC2018 risultano soddisfatte con coefficienti di sicurezza molto a favore di sicurezza.

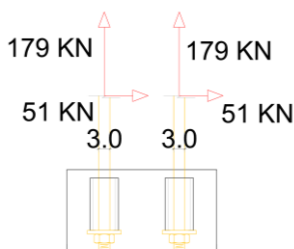
### 7.1.2 Barre filettate, dadi e rondelle

Come detto, ogni trave C.A.P. con relativa sella e manicotti sono appesi alla sovrastruttura. Il passaggio delle sollecitazioni derivante da tale appensione è completamente a carico di 4 barre filettate 8.8 del diametro M30 con relativi dadi certificati.

Ognuna delle barre filettate porta un carico di trazione di massimo 179 kN allo SLU.

Come già trattato al par. 7.1.1, è stata presa a riferimento nelle verifiche anche una forza di taglio sulle barre di 51 kN.

Di seguito le verifiche secondo il capitolo 4 delle NTC2018.



#### 4.2.8.1.1 Unioni con bulloni e chiodi

Nei collegamenti con bulloni "non precaricati" gli assiemi Vite/Dado/Rondella devono essere conformi a quanto specificato nel § 11.3.4.6.1.

Nei collegamenti con bulloni "precaricati" gli assiemi Vite/Dado/Rondella devono essere conformi a quanto specificato nel § 11.3.4.6.2.

##### Unioni con bulloni o chiodi soggette a taglio e/o a trazione

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni e dei chiodi  $F_{v,Rd}$  per ogni piano di taglio che interessa il gambo dell'elemento di connessione, può essere assunta pari a:

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tkk} A_{res} / \gamma_{M2} \quad \text{bulloni classe 4,6, 5,6 e 8,8;} \quad [4.2.63]$$

$$F_{t,Rd} = 0,6 * 8000 \text{ kg/cm}^2 * 5.61 \text{ cm}^2 / 1.25 = 21542 \text{ kg} \leq 5130 \text{ kg Verificato}$$

La resistenza di progetto a rifollamento  $F_{b,Rd}$  del piatto dell'unione, bullonata o chiodata, può essere assunta pari a

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2} \quad [4.2.67]$$

dove:

$d$  è il diametro nominale del gambo del bullone,

$t$  è lo spessore della piastra collegata,

$f_{tk}$  è la resistenza caratteristica a rottura del materiale della piastra collegata,

$\alpha = \min [e_1 / (3 d_0) ; f_{tkk} / f_{tk} ; 1]$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato,

$\alpha = \min [p_1 / (3 d_0) - 0,25 ; f_{tkk} / f_{tk} ; 1]$  per bulloni interni nella direzione del carico applicato,

$k = \min [2,8 e_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5]$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato,

$k = \min [1,4 p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5]$  per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico applicato,

essendo  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $p_1$  e  $p_2$  indicati in Fig. 4.2.5 e  $d_0$  il diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone.

$$F_{b,Rd} = 2.5 * 0.38 * 4300 \text{ kg/cm}^2 * 1 \text{ cm} * 3 \text{ cm} / 1.25 = 9804 \text{ kg} \leq 5130 \text{ kg Verificato}$$

La resistenza di progetto a trazione degli elementi di connessione  $F_{t,Rd}$  può essere assunta pari a:

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{tk} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ per i bulloni;} \quad [4.2.68]$$

$$F_{t,Rd} = 0,9 * 8000 \text{ kg/cm}^2 * 5,61 \text{ cm}^2 / 1,25 = 32313,6 \text{ kg} \leq 17900 \text{ kg Verificato}$$

Inoltre, nelle unioni bullonate soggette a trazione è necessario verificare la piastra a punzonamento; ciò non è richiesto per le unioni chiodate. La resistenza di progetto a punzonamento del piatto collegato è pari a

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_{tk} / \gamma_{M2}, \quad [4.2.70]$$

dove  $d_m$  è il minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del bullone;  $t_p$  è lo spessore del piatto e  $f_{tk}$  è la tensione di rottura dell'acciaio del piatto.

$$B_{p,Rd} = 0,6 * \pi * 4 \text{ cm} * 1 \text{ cm} * 4300 \text{ kg/cm}^2 / 1,25 = 25923,8 \text{ kg} \leq 17900 \text{ kg Verificato}$$

La resistenza di progetto complessiva della singola unione a taglio è perciò data da  $\min(F_{v,Rd}; B_{p,Rd})$ , mentre la resistenza di progetto della singola unione a trazione è ottenuta come  $\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$ .

**Verificato**

Nel caso di presenza combinata di trazione e taglio si può adottare la formula di interazione lineare:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1 \quad [4.2.71]$$

con la limitazione  $\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$ , dove con  $F_{v,Ed}$  ed  $F_{t,Ed}$  si sono indicate rispettivamente le sollecitazioni di taglio e di trazione agenti sull'unione; per brevità, le resistenze a taglio ed a trazione dell'unione sono state indicate con  $F_{v,Rd}$  ed  $F_{t,Rd}$ .

$$17900 \text{ kg} / 32313 \text{ kg} + 5130 \text{ kg} / (21542 \text{ kg} * 1,4) = 0,632 \leq 1 \text{ kg Verificato}$$

Le verifiche secondo NTC2018 risultano soddisfatte con coefficienti di sicurezza molto a favore di sicurezza.

### 7.1.3 Saldature tra travi reticolari miste in corrispondenza del centro del pulvino

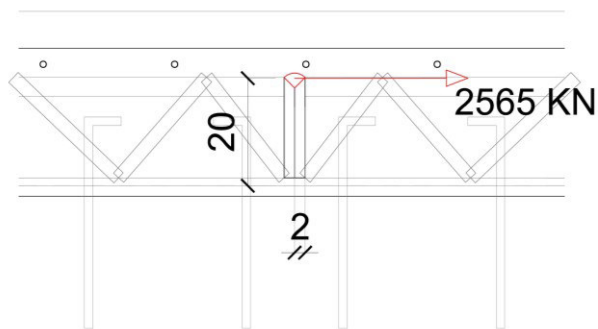
Dove le travi reticolari miste vengono posizionate in due metà differenti partendo dal centro del pulvino, le loro piastre di testata interne coincideranno a tratti. Questo perché le travi reticolari miste di base 100 e 120 cm sono posizionate rispettivamente in asse a travi C.A.P. con interasse diverso (108 cm e 135 cm circa).

Dove tali piastre di testata interne verranno a contatto, si eseguiranno saldature continue o a tratti, sia orizzontali che verticali in modo da ridare continuità alle travi e poter considerare un minor momento negativo al centro dovuto agli sbalzi delle sovrastrutture.

Si riportano le verifiche sulle lunghezze minime di saldatura da eseguire in corrispondenza dei punti di contatto tra le piastre esterne delle travi miste reticolari.

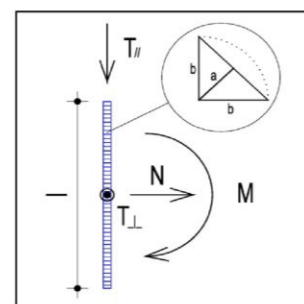
L'azione di calcolo, a favore di sicurezza è stata calcolata come se tutto il momento sulle travi miste al limite dell'incastro fosse portata fino al centro del pulvino. Tale ipotesi è molto pesante in termini di calcolo in quanto non considera la presenza degli ancoraggi della sovrastruttura tramite spezzoni annegati nel getto e resinati nel pulvino esistente.

Dal momento al limite dello sbalzo (513 kNm) si è calcolato il tiro sulla saldatura utilizzando il minore dei bracci interni della sovrastruttura ovvero 20 cm. Il risultato utilizzato per il calcolo della lunghezza minima di saldatura S355 da effettuare lungo i margini a contatto tra le piastre è pari a 2565 kN.



Sollecitazioni	
N (N)	2565000
$T_{//}$ (N)	0
$T_{\perp}$ (N)	0
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S355
b (mm)	20
l (mm)	800
n° cordoni	1
$\gamma_{M2}$	1.25
a (mm)	14.14



$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	355
$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	510

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

$\beta_w$	0.9
$f_{w,d}$ (N/mm <sup>2</sup> )	261.732
$F_{T//}$ (N/mm)	0.000
$F_{T_{\perp}}$ (N/mm)	0.000

$F_{T_{TOT}}$ (N/mm)	0.000
$F_{\perp N}$ (N/mm)	3206.250
$F_{\perp M}$ (N/mm)	0.000
$F_{\perp_{TOT}}$ (N/mm)	3206.250

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	3206.250
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	3701.451

S/R	OK
0.866	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

$\beta_1$	0.7
$\beta_2$	0.85
$t_{//}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000
$t_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000

$n_{\perp N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	226.7161
$n_{\perp M}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.0000
$n_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	226.7161

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)}$	226.7161
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	248.5000

S/R	OK
0.91	

$ n_{\perp}  +  t_{\perp} $	226.7161
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	301.7500

S/R	OK
0.75	

Dal calcolo, risulta verificata una saldatura S355 continua di minimo 80 cm con base 20 cm. In aggiunta, verranno eseguite saldature verticali tra le piastre di testata interne dove queste verranno a sovrapporsi.

#### 7.1.4 Fissaggi travi reticolari miste a pulvino

Come descritto al Par. 7.1, le travi reticolari miste presentano piastre di base in acciaio con asolature, ovvero tagli di dimensione 10 cm x 145 cm nelle travi base 100 cm e 20 cm x 145 cm nelle travi base 120 cm. In questo modo è reso possibile il fissaggio di spezzoni in acciaio B450C sagomati a L resinati sui pulvini ad aumentare l'ancoraggio di tale sovrastruttura ai pulvini. L'asolatura permette inoltre un ulteriore ingranamento del getto di completamento delle travi con il getto della livelletta di base.

Per il dimensionamento dei fissaggi con spezzoni in acciaio B450C sagomati a L è stato confrontato il 60 % del momento sollecitante (ribaltante) della struttura a sbalzo con il momento resistente fornito da tali spezzoni collegati al pulvino.

Come già descritto al Par. 7.1.3, l'equilibrio della sovrastruttura e la verifica del momento creato dagli sbalzi opposti è stato già verificato attraverso le saldature tra le piastre di testata centrali delle travi reticolari miste. Per questo motivo, il calcolo dei fissaggi resinati al pulvino è stato eseguito considerando il 60 % del momento ribaltante.

La resina ipotizzata per l'ancoraggio delle barre B450C è del tipo BCR V PLUS della società Bossong s.p.a.. Per la verifica dei fissaggi è stato utilizzato un software di calcolo Bossong FIX 4.0 della stessa ditta e relativo allo specifico ancorante. Se in fase esecutiva venisse utilizzata differente marca o tipologia di ancorante, sarà necessario confrontarne le caratteristiche meccaniche e riverificare gli ancoraggi.

Il momento sollecitante (SLU) è pari a:

$$60\% \times 513 \text{ KNm} = 308 \text{ KNm}$$

Il momento resistente è calcolato attraverso l'ipotesi di posizionamento degli ancoraggi resinati in 3 file per ogni trave reticolare mista. Ogni fila di ancoraggi presenta uno spezzone resinato min. 20 cm di lunghezza e ogni 30 cm. Ogni fila risulta quindi avere un numero di spezzoni resinati pari a 5. Si rimanda all' Allegato C per la verifica del singolo spezzone resinato B450c diam. 16 mm con resina BCR V PLUS.

Il calcolo del momento resistente (stabilizzante) per una singola trave, ipotizzando un tiro resistente per singolo ancoraggio di 23.1 KN (valore minore rispetto a quello calcolato all' Allegato C e quindi a favore di sicurezza), è pari a:

$$23.1 \text{ KN} \times 3 \times (0,3 + 0,6 + 0,9 + 1,2 + 1,5) \text{ m} = 312 \text{ KNm} > 308 \text{ KNm}$$

Il 60% del momento ribaltante è equilibrato dal momento stabilizzante dovuto agli spezzoni quindi la verifica è soddisfatta.

## **7.2 Risanamento dei getti esistenti di pulvini, pile**

Come facilmente osservabile ad occhio nudo e come dimostrato nello specifico dalle campagne prove effettuate dalla società C.G.G. s.r.l., i getti che costituiscono la struttura portante del ponte (pulvini e pile) versano in condizioni di degrado. Le principali problematiche sono la perdita degli strati copriferro, l'ossidazione dell'armatura e un approfondito strato di carbonatazione dei getti.

Per sopperire a tali situazioni il progetto prevede un ciclo di risanamento con l'utilizzo di prodotti specifici per cui si rimanda agli elaborati grafici per le specifiche tipo.

Nello specifico viene prevista la verifica e la rimozione dei getti incoerenti attraverso pulitura meccanica e/o sabbiatura. La successiva applicazione di un prodotto specifico per la passivazione dei ferri esistenti e successivamente la ricostruzione delle sezioni originarie delle strutture ripristinando gli spessori di copriferro mancanti con malte/betoncini ad alte prestazioni (vedi elaborati grafici per la tipologia di ciclo proposta).

## **7.3 Risanamento dei getti delle travi C.A.P.**

Come per le strutture portanti descritte in precedenza, anche le travi in C.A.P. presentano rotture dei copriferri e ferri/trefoli esposti.

Diversamente da quanto avvenuto per pile e pulvini, nel caso specifico delle travi in C.A.P. le rotture del copriferro sono facilmente correlabili a urti veicolari in quanto presenti principalmente nella campata centrale BC sotto cui passa la strada. L'altezza dell'impalcato rispetto alla strada è di circa 4,70 m in questo punto; tale altezza permette ai normali mezzi di circolare ma sono presenti segni evidenti di urti dovuti molto probabilmente a trasporti eccezionali.





*Imm. 15: Urti veicolari sotto travi C.A.P. e trefolo tranciato su trave BC 1*

Come facilmente osservabile, tutte le travi in C.A.P. sopra la zona di ingombro della strada hanno parti urtate ed in particolare si notano le rotture maggiori sulle travi di bordo d'estremità.

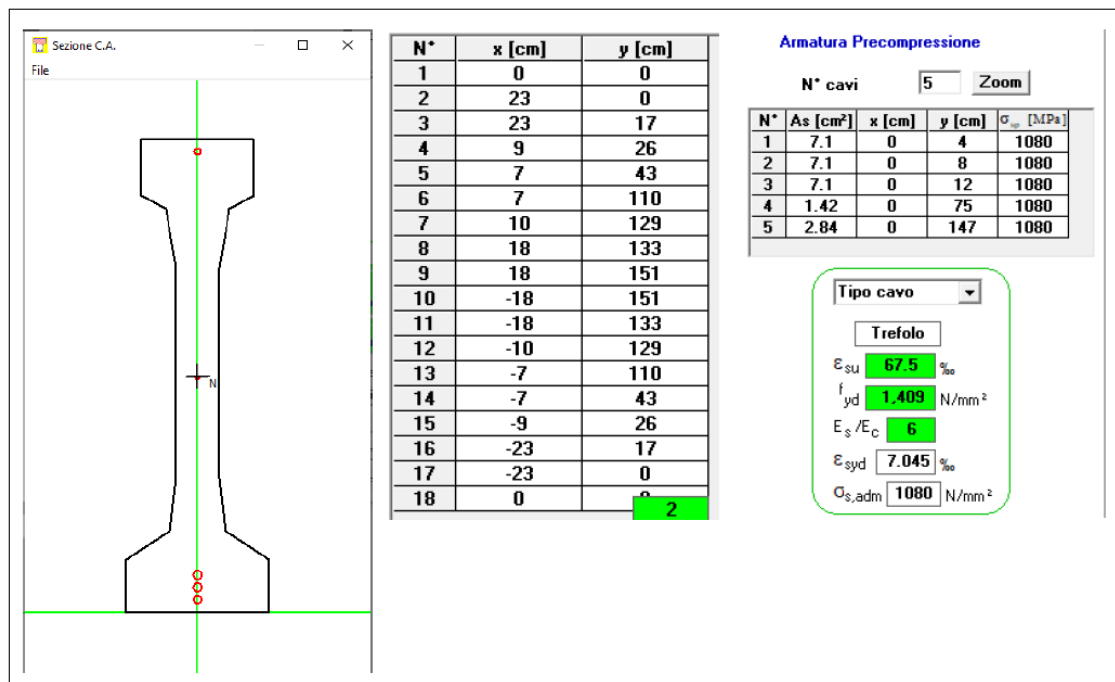
Soprattutto la trave BC 1 presenta profonde rotture del copriferro con trefoli esposti ricoperti da guaina o con guaina spezzata.

Un trefolo, il più esterno dell'ala inferiore di tale trave, risulta completamente tranciato a circa 3,50 m dall'appoggio. La rottura del trefolo è avvenuta in zona inguainata e questo permette di considerare il trefolo non attivo in quella specifica zona. La resistenza a flessione dall'appoggio alla zona di fine guaina del trefolo non ha quindi subito diminuzioni.

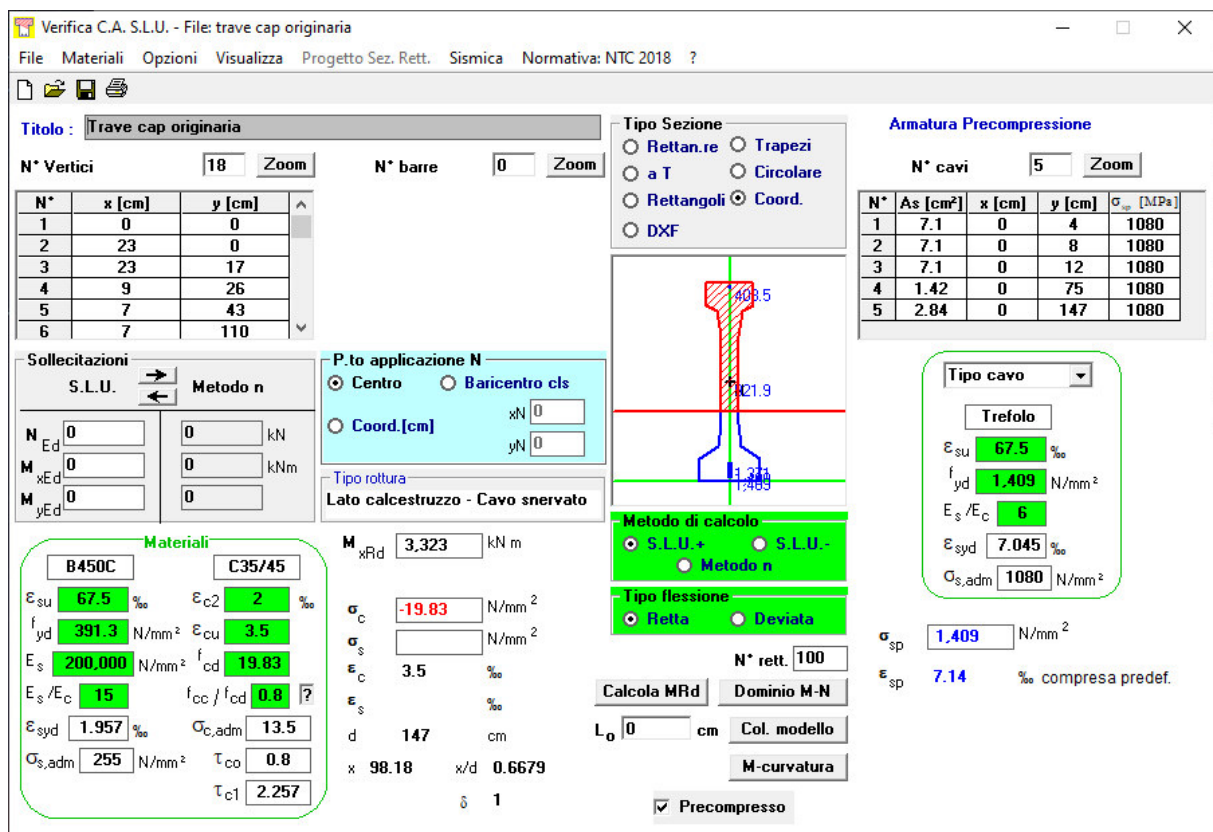
A favore di sicurezza, per controllare quale potesse essere il deficit di sicurezza dovuto alla mancanza di un solo trefolo all'interno della maglia trefoli della trave in C.A.P., sono state calcolati i momenti resistenti pre e post rottura dello stesso.

Si riportano i momenti resistenti della trave calcolati pre e post rottura del trefolo e considerando la maschera trefoli rilevata tramite laser scanner e indagini pacometriche dalla società C.G.G. s.r.l. e confrontate con la posizione tipo dei trefoli per travi di medesima luce e stesso periodo di costruzione.

La sezione tipo delle travi in C.A.P. è riportata nella Tavola strutturale 9.a e viene riportata nell'immagine seguente con armatura precompressa concentrata sull'asse verticale della trave. L'armatura lenta viene trascurata nel calcolo.



Imm. 16: Sezione tipo trave C.A.P. con posizione trefoli concentrati su asse verticale e trascurando armatura lenta.



Imm. 17: Calcolo del momento resistenze della trave C.A.P.

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave cap trefolo rotto

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

**Titolo:** Trave cap originaria

N° Vertici: 18 Zoom N° barre: 0 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	23	0
3	23	17
4	9	26
5	7	43
6	7	110

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

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Cavo snervato

**Materiali**  
B450C C35/45  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  19.83 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

**M**  
M<sub>xRd</sub> 3.274 kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  3.5 ‰  
d 147 cm  
x 95.15 x/d 0.6473  
 $\delta$  1

**Tipo Sezione**  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☒ Coord.  
☐ DXF

**Armatura Precompressione**  
N° cavi: 5 Zoom

N°	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{sp}$ [MPa]
1	6.39	0	4	1080
2	7.1	0	8	1080
3	7.1	0	12	1080
4	1.42	0	75	1080
5	2.84	0	147	1080

**Tipo cavo**  
Trefolo  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1.409 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  7.045 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1080 N/mm<sup>2</sup>

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 M-curvatura

☒ Precompresso

$\sigma_{sp}$  1.409 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_{sp}$  7.307 ‰ compressa predef.

Imm. 18: Calcolo del momento resistenze della trave C.A.P. senza trefolo tranciato

Come ben visibile dal confronto tra momenti resistenti della trave in C.A.P. pre e post rottura del trefolo, la differenza risulta minima e nell'ordine del 1,47 %.

Vista la differenza percentuale minima di resistenza e visto che nella realtà il trefolo tranciato risultava non attivo nella zona impattata, si è considerato non necessario un rinforzo strutturale della sezione interessata se non un ripristino dei copriferri esistenti.

Per questo motivo verrà seguito un ciclo di risanamento con l'utilizzo di prodotti specifici per cui si rimanda agli elaborati grafici per le specifiche tipo (Tavola 9.a).

Nello specifico, dopo il taglio del ricciolo di trefolo tranciato presente all'intradosso della trave, viene prevista la verifica e la rimozione dei getti incoerenti attraverso pulitura meccanica e/o sabbiatura. Successivamente vi sarà l'applicazione di un prodotto specifico per la passivazione dei ferri esistenti e successivamente la ricostruzione delle sezioni originarie della trave in C.A.P. ripristinando gli spessori di copriferro mancanti con malte/betoncini ad alte prestazioni (vedi elaborati grafici Tavola 9.a) per la tipologia di ciclo proposta).

## 7.4 Muretto di contenimento sotto pulvini A e D

Si rimanda all'allegato D per la verifica della fondazione dei muretti di contenimento del solo terreno sotto ai pulvini A e D. L'opera è formata da una fondazione in C.A. di lunghezza pari al pulvino e con sezione 120x40 cm. Il muretto è formato da prismi in cemento con spessore 20 cm.

## 7.5 Calcolo dell'azione sui parapetti/barriere bordo ponte a causa di urto veicoli

Il progetto prevede l'installazione di nuove barriere bordo ponte H3 (del tipo 3N.TU-Bpl.71 con rete anti-lancio leggera della società Tubosider o similari).

Le nuove barriere bordo ponte saranno realizzate previo rifacimento adeguamento dei relativi cordoli fissaggio in C.A., dimensionati come da prescrizioni del produttore delle barriere stesse.



La tipologia di barriera da adottare presenta una piastra di base ogni montante verticale di dimensioni 300x250 mm e con 4 tirafondi M20x220 con ½ dadi, rondella e piastrina 40x40x5. Si rimanda all'Allegato E in cui sono riportati il Piano di Installazione, il Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto ed il disegno tecnico della barriera.

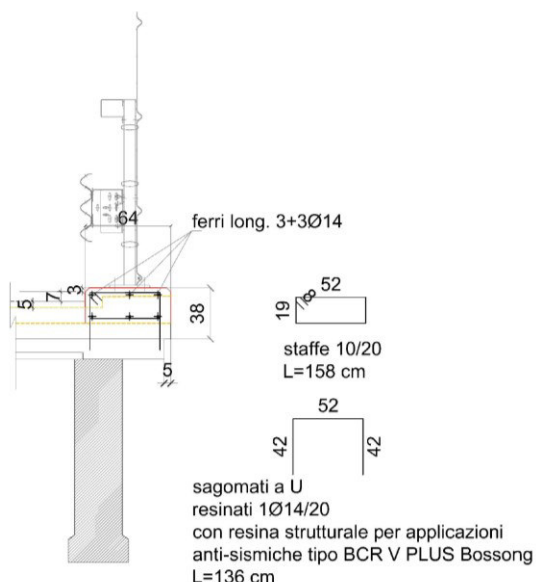
Sono stati verificati i cordoli lato ponte su cui vengono ancorate le barriere di protezione certificate in modo che garantiscano la resistenza agli urti in progetto.

Il criterio di verifica adottato, in assenza di riferimenti normativi cogenti, è quello redatto dall'Istituto Europeo "E.O.T.A." (European Organisation for Technical Approvals) con il nome di "TR 029 – Design of Bonded Anchors – Edition June 2007, amended September 2010". La verifica lato acciaio dei tirafondi a trazione risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza  $\beta_N$  pari a  $0.41 < 1$ .

La verifica di resistenza combinata sfilamento e rottura conica risulta soddisfatta con  $\beta_N$  pari a  $0.96 < 1$ .

La verifica di resistenza a rottura conica del calcestruzzo non risulta soddisfatta e per questo motivo si affida la trasmissione ad apposite barre integrative che collegano la nuova parte di cordolo alla parte di cordolo esistente mantenuto. Tali barre integrative dovranno essere posizionate con ancoraggi disposti all'interno del cono di rottura del gruppo di ancoranti della barriera. Nel caso specifico vengono utilizzate barre B450c sagomate a U due bracci, resinate rovesciate, del diametro di 14 mm e con passo 20 cm. Si riportano nell'Allegato F le verifiche degli ancoraggi per tali barre B450c diam. 14 mm aggiuntive.

Come ulteriore verifica è stato seguito il par. 5.1.3.10 delle NTC2018 che definisce l'altezza minima dei parapetti di 1.10 m e l'azione orizzontale di calcolo pari a 1.5 kN/m applicata ad un'altezza dal piano finito dell'impalcato di 1.2 m. Utilizzando un coefficiente amplificativo pari a 1.5, viene calcolato il Momento di progetto ed il taglio nel cordolo di base in C.A.. Calcolando in questo modo il momento sollecitante ed il taglio, tali azioni risultano molto inferiori rispetto alle sollecitazioni utilizzate nelle precedenti verifiche e per questo si considerano le verifiche soddisfatte.



Imm. 19: Particolare tipo cordolo laterale bordo ponte per installazione barriere

## 7.6 Rinforzo Pila C con incamiciatura esterna

A seguito di modellazione agli elementi finiti dell'intero impalcato, vengono utilizzate le combinazioni di carico agli stati limite EQU, A1 per verificare gli elementi strutturali ed in

particolare la pila C in quanto la struttura con le peggiori caratteristiche meccaniche riscontrate dalle campagne di prova.

La campagna di prove della società C.G.G. s.r.l. ha infatti mostrato delle resistenze a compressione dei provini estratti dalla pila C di soli 17.2 MPa rispetto a valori ipotizzabili (vista la mancanza della Denuncia dei Cementi Armati originaria) nell'ordine di 25 – 30 Mpa.

All'Allegato B vengono riportate le verifiche eseguite per la pila C attraverso il software Sismicad 12.19 della società Concrete s.r.l. (di cui lo Studio Piotti possiede Licenza aggiornata all'anno 2022 e relativi "Documenti di Affidabilità" e test di validazione dei codici di calcolo utilizzati dal software).

Tali verifiche, sia statiche che sismiche risultano soddisfatte ma visto lo stato di degrado in cui versa tale spalla, come descritto in precedenza, si è optato per un intervento di incamiciatura esterna in C.A. a ripristinare e rinforzare la pila esistente. L'Allegato B riporta quindi la verifica allo Stato di fatto e quella Post-intervento.

L'intervento sulla pila C viene eseguito verificando e rimuovendo i getti incoerenti attraverso pulitura meccanica o sabbiatura. Viene poi seguito un ciclo di risanamento con prodotti specifici partendo dalla passivazione dei ferri esistenti della pila. Successivamente viene posizionata armatura esterna verticale ed orizzontale, collegata con spezzoni resinati al getto esistente. Viene quindi completata l'incamiciatura attraverso il getto di calcestruzzo ad alte prestazioni per uno strato di 6 cm di spessore attorno all'intera pila (vedi elaborati grafici per la tipologia di prodotti proposti).

Per ogni ulteriore approfondimento sulla progettazione e la verifica delle strutture in progetto, si rimanda agli allegati della presente relazione.



Ing. Carlo **Piotti**  
Albo degli Ingegneri della Provincia di Brescia, Sez.A,  
n.4417

#### **ALLEGATI:**

- A. Relazione di Calcolo ed Illustrativa – Travi BASIC NPS della società Tecnostrutture s.r.l.**
- B. Verifiche pila "C" – Stato di fatto e Post-intervento**
- C. Verifica dell'ancoraggio di spezzone resinato a pulvino con resina tipo Bossong BRC V PLUS**
- D. Calcolo fondazione e spinta su muretto di contenimento sotto pulvini A e D**
- E. Relazioni specifiche Barriera Bordo Ponte H3 (del tipo 3N.TU-Bpl.71 con rete anti-lancio leggera)**
- F. Verifica dell'ancoraggio di spezzoni a U aggiuntivi dei cordoli bordo ponte con resina tipo Bossong BRC V PLUS**

**ALLEGATO A**

**Relazione di Calcolo ed Illustrativa – Travi BASIC NPS della società Tecnostrutture s.r.l.**

<b>CALCOLATORE SISTEMA NPS®/ECOTRAVE®</b> NPS®/ECOTRAVE® DESIGNER	<b>TECNICO CERTIFICATORE DELLA RESISTENZA AL FUOCO DELLE TRAVI</b> TECHNICIAN CERTIFYING THE FIRE RESISTANCE OF BEAMS
--	--



Strutture orizzontali presenti in questa commessa:

☒ Trave BASIC
 ☐ Trave CLS
 ☐ Trave LIGHT
 ☐ Lastra NPS®
 ☐ Trave REI 5  
☐ ECOTRAVE® NPS®
 ☐ Trave ISO
 ☐ Trave LC
 ☐ Trave CLS Plus
 ☐ Trave REI S

REVISIONI REVISION	DATA DATE	MODIFICHE MODIFICATIONS	REDATTO EDITED BY	VERIFICATO CHECKED BY	APPROVATO APPROVED BY
A	01/01/2018	EMISSIONE			
<b>DITTA:</b> PIOTTI STUDIO TECNICO ASSOCIATO <b>FIRM:</b> 22a Via John Fitzgerald Kennedy, 22a  <b>CANTIERE:</b> PIOTTI STUDIO (PONTE BRESCIA) <b>COSTRUCTION SITE:</b> TRAVE BASIC TIPOLOGICA			CLIENTE CT062104  C.O. 0000/22  C.M. 015185/22  LOTTO		
<b>TITOLO:</b> — <b>TITLE:</b> RELAZIONE DI CALCOLO E ILLUSTRATIVA			FILE: NOMEFILE.PDF Mod.08.03.09 rev.00 del 10/01/2018		
<b>ELABORATO N°</b> WORK N°		<b>TIPO</b> TYPE	<b>COMMESSA</b> CONTRACT	<b>TAVOLA</b> DRAW	<b>REV.</b> REV
		RE	15185	T	001
RIPRODUZIONE E DIFFUSIONE VIETATA A TERMINI DI LEGGE - REPRODUCTION AND DIFFUSION PROHIBITED BY LAW					

**Tecnostrutture srl**  
 Via Antonio Meucci, 26  
 30020 Noventa di Piave (VE)

E mail: [com@tecnostrutture.eu](mailto:com@tecnostrutture.eu)  
[www.tecnostrutture.eu](http://www.tecnostrutture.eu)

Tel. +39 0421.570970  
 Fax. +39 0421.570980



Con la presente il sottoscritto calcolatore delle strutture del **Sistema NPS®** e **ECOTRAVE®**

## DICHIARA

che i componenti strutturali del **Sistema NPS®** e **ECOTRAVE®**, oggetto della presente relazione tecnica, sono progettati e calcolati a norma delle vigenti disposizioni di legge.

### Premesso che:

- Art. 1 della Legge n°1086 riporta "... Sono considerate opere a struttura metallica quelle nelle quali la statica è assicurata in tutto o in parte da elementi strutturali in acciaio o in altri metalli."
- Le **Travi NPS®** e **ECOTRAVE®** sono travi composte in acciaio e calcestruzzo
- La presente relazione comprende sia le calcolazioni eseguite, il tipo, le dimensioni delle strutture del **Sistema NPS®** e **ECOTRAVE®** (e quanto altro occorre per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione), che i contenuti della relazione illustrativa, dalla quale risultano le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati.
- Le travi reticolari autoportanti acciaio-calcestruzzo realizzate con acciaio da carpenteria sono costituite da una reticolare metallica collaborante con il getto di calcestruzzo, previa posa in opera delle armature integrative aggiuntive. Sono prevalentemente utilizzate per la realizzazione di impalcati di piano, in associazione a svariate tipologie di solai.
- I principali vantaggi nell'utilizzo di questa tipologia di struttura mista acciaio-calcestruzzo conseguono alla capacità autoportante del traliccio metallico, durante la fase di assemblaggio e getto dei solai, a calcestruzzo fresco e quindi non collaborante. Ciò consente di evitare le strutture provvisorie di sostegno e la cassetatura, semplifica la posa delle strutture prefabbricate e riduce i tempi di esecuzione, in modo da ottimizzare il rapporto fra costo e beneficio.
- Il traliccio reticolare è formato da elementi strutturali monodimensionali (corrente superiore ed inferiore, anima di collegamento e dispositivo di appoggio), realizzati mediante l'impiego di piatti, tondi e profilati quadri pieni in acciaio per carpenteria metallica, assemblati tra loro tramite unioni saldate.
- Tutte le preparazioni, gli assemblaggi, le saldature sono eseguite da personale specializzato, secondo quanto previsto e prescritto dalla normativa vigente, in stabilimenti industriali a ciò preposti.

### Si precisa che:

- I diagrammi involuppo dei momenti flettenti e delle azioni taglianti sono ricavati mediante analisi elastica lineare; si è tenuto conto sia della sequenza della modalità di costruzione che dell'applicazione dei carichi
- Il momento d'inerzia della sezione reagente **Trave NPS®** e **ECOTRAVE®** viene calcolato considerando il contributo della soletta collaborante
- Il valore del momento d'inerzia  $I$ , riportato sulla relazione di calcolo, viene utilizzato unicamente per la ricerca delle caratteristiche della sollecitazione ai vari nodi
- La **Trave NPS®** e **ECOTRAVE®** non presenta rigidità torsionale, pertanto ruota di un angolo  $\alpha$ , come pure le travi in cemento armato, che viene valutato secondo i criteri di Scienza delle Costruzioni. Per questo motivo non si prevede un'armatura integrativa a torsione per la **Trave NPS®** e **ECOTRAVE®**
- L'autoportanza delle travi, nelle fasi di montaggio e getto del cls, è affidata al solo traliccio metallico costituito da elementi in acciaio da carpenteria metallica, per cui per

tale fase si applicano norme e codici di calcolo relative alle strutture in acciaio in vigore, quali:

- Decreto Min. Infrastrutture 17.01.2018, paragrafo 4.2 “*Costruzioni di acciaio*”;
  - Eurocodice 3 “*Progettazione delle strutture in acciaio*”;
  - CNR N. 182 - 1997 “*COSTRUZIONI DI ACCIAIO. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*”.
- Dopo la maturazione ed il raggiungimento della resistenza caratteristica di progetto prevista per il calcestruzzo, la trave reticolare si costituisce elemento monolitico misto acciaio calcestruzzo con soletta collaborante, in cui il profilato metallico reticolare è interamente inglobato nel conglomerato cementizio. In questa fase, le travi reticolari autoportanti rientrano nella famiglia delle “*travi miste acciaio-calcestruzzo*”, in cui l'uguaglianza di deformazione fra parti in acciaio e il calcestruzzo, che le avvolge, è assicurata dalla penetrazione di quest'ultimo fra le maglie della struttura reticolare, e come tali sono verificate con le norme e codici di calcolo relativi:
- Decreto Min. Infrastrutture 17.01.2018, paragrafo 4.3 “Costruzioni composte di acciaio - calcestruzzo”;
  - Eurocodice 4 “Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo”;
  - CNR 10016 N. 194 “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni”.
- Tutto lo sforzo di taglio, in prima e seconda fase, viene assorbito interamente dall'anima. Il traliccio è pertanto verificato sia agli effetti degli sforzi assiali sulle aste tese della trave metallica in **prima fase**, che agli sforzi di scorrimento della trave mista collaborante in **seconda fase**, che differiscono dagli usuali modelli consolidati per le travi in c.a..
- Le strutture miste acciaio-calcestruzzo sono particolarmente indicate per la zona sismica, sia per la loro *resistenza*, che consente una riduzione delle masse, sia per la loro *duttilità*, che permette alla struttura di andare oltre il limite elastico senza rischio di collasso.

# Sistema NPS® e ECOTRAVE®

## GENERALITÀ

La **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, è un manufatto prodotto in stabilimento secondo una precisa ripetitività tipologica. Essa è, inoltre, completata in opera con la posa delle armature integrative esterne ed il getto di calcestruzzo, da parte dell'impresa appaltante.

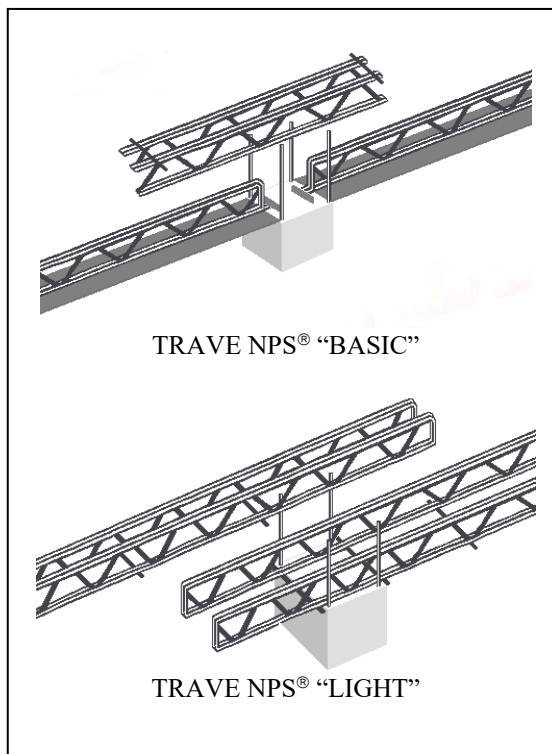
Ogni fornitura di manufatti prefabbricati è accompagnata da relazione di calcolo e da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche e i limiti d'impiego dei manufatti stessi.

## DESCRIZIONE

La **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, è composta da:

- piatto inferiore e/o corrente inferiore e superiore in acciaio per carpenteria metallica;
- un'anima di collegamento ottenuta con barre inclinate in acciaio per carpenteria metallica, saldate al corrente superiore ed a quello inferiore.

Un dispositivo d'appoggio antiscorrimento, ed antiribaltamento, permette il razionale collegamento con le strutture verticali.



## COMPORTAMENTO STATICO

Il comportamento statico della **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, è collegato ai due diversi momenti in cui la trave metallica svolge la sua completa funzione statica:

- prima fase**, sino al consolidamento del calcestruzzo, la **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, funziona come una struttura reticolare metallica a maglia triangolare e presenta lo schema statico di una trave in semplice appoggio.
- seconda fase**, a getto solidificato, la **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, è solidarizzata con le strutture portanti contigue (travi e pilastri), con conseguente configurazione meccanica di struttura mista acciaio-calcestruzzo.


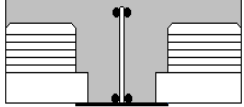
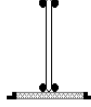
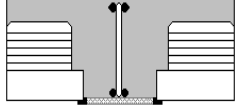

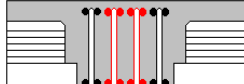


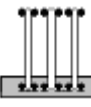
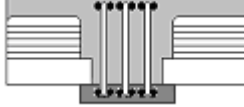
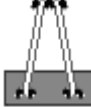
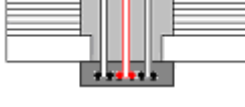

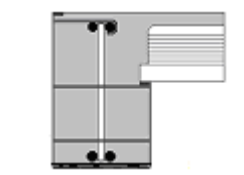

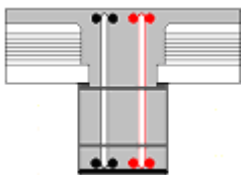



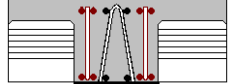

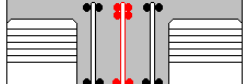


## LA TIPOLOGIA TRAVI NPS® e ECOTRAVE®

Le **Trave NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, si dividono in travi con piatto inferiore che costituisce parte dell'armatura attiva della trave e nel contempo supporto dei solai a spessore, ed in travi composte da tralicci collegati da calastrelli inferiori.

Le travi con piatto, le **Travi BASIC**, vengono completate in opera con i tralicci di collegamento NPS o con i monconi. per c.a.

Le travi **LIGHT**, composte con il numero di tralicci occorrenti alla trave saldati su calastrelli inferiori, presentano larghezze diverse, in modo di poter essere sovrapposte per integrare le armature nei nodi e/o dove è necessario.

*Nelle sottostanti sezioni, in cui sono indicate solo le travi di produzione di serie, sono indicate in rosso le armature delle travi **LIGHT**.*

TRAVI NPS® "BASIC" CON PIATTO INFERIORE				
Le Travi BASIC sono composte da struttura reticolare saldata nella mezzera del piatto.				
TRAVI NPS® "LIGHT" A TRALICCI ACCOPPIABILI				
Le Travi LIGHT vengono posizionate sui pilastri e gettate in opera tradizionalmente, realizzando un copriferro di spessore adeguato.				
Possono essere fornite con uno zoccolo in calcestruzzo confezionato in stabilimento opportunamente armato.				
TRAVI NPS® CASSERATE				
Le Travi BASIC emergenti, di mezzera o di bordo, vengono prodotte inserendo i tralicci in casseri e possono anche essere parzialmente pregegettati.				
TRALICCI DI COLLEGAMENTO "NPS®"				
Il doppio traliccio collegato dai calastrelli superiori è usato per i momenti d'incastro nelle travi con fondello e Travi BASIC a una o 2 anime.				
Il traliccio singolo viene associato alle travi a due anime e viene utilizzato come elemento di continuità nelle Travi secondarie.				



## METODOLOGIA DI CALCOLO

Il metodo di verifica adottato per il calcolo delle **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, viene specificato sulla premessa della relazione di calcolo.

La metodologia di calcolo adottata può far riferimento a:

### - **METODO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE**

Il calcolo allo Stato Limite Ultimo viene effettuato per la combinazione di azioni più sfavorevole. Le azioni di carico sono cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

### - **METODO ALLE TENSIONI AMMISSIBILI**

Le azioni di carico sono cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La produzione e la progettazione dei componenti strutturali del **Sistema NPS®** e **ECOTRAVE®**, avviene nel rispetto delle normative di seguito citate, nonché di tutte quelle che da esse sono direttamente richiamate:

- ⇒ **Legge 5.11.1971 n.1086**, “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- ⇒ **CNR 10011/85**, “Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”
- ⇒ **CNR 10016/85**, “Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni.”
- ⇒ **D.M. 03.12.1987**, “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”
- ⇒ **Circolare Ministero dei Lavori Pubblici, n. 31104 - 16.03.1989**
- ⇒ **Circolare 15.10.1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.**, Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M. 9.01.1996
- ⇒ **CNR N. 182 - 1997** “*COSTRUZIONI DI ACCIAIO. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione*”
- ⇒ **CNR 10016 N. 194** “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni”
- ⇒ **Decreto Min. Infrastrutture 17.01.2018**, Nuove norme tecniche per le costruzioni
- ⇒ **Eurocodice 3** “*Progettazione delle strutture in acciaio*”;
- ⇒ **Eurocodice 4** “*Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo*”.

## PRODUZIONE MANUFATTI PREFABBRICATI

I manufatti prefabbricati vengono costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico vengono eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità prevista dalle Norme in vigore.

## MATERIALI

I materiali utilizzati vengono riportati nella relazione di calcolo, nelle schede esecutive e sul frontespizio dei disegni di posa.

I materiali base componenti le travi risultano :

- ⇒ Piatto in acciaio per carpenteria metallica, conforme alle norme armonizzate UNI EN 10025, a formare il corrente inferiore della trave.
- ⇒ Barre in acciaio per carpenteria metallica, conforme alle norme armonizzate UNI EN 10025, utilizzate sia per il corrente superiore compresso che per l'armatura integrativa in zona tesa e le aste di parete.
- ⇒ Saldature a filo continuo con gas protettivo CO<sub>2</sub>, ottenute con fili del tipo 3° - UNI 8031/79
- ⇒ Acciaio ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento disposto in opera a lembo superiore della trave ove fosse richiesto per l'assorbimento di sollecitazioni flessionali a tendere tali fibre.

Tutto l'acciaio per carpenteria utilizzato è prodotto qualificato ai sensi del *Capitolo 11.3.4.* relativo al **D.M. 17.01.2018**, "Acciai per strutture metalliche e per strutture composte" e s.m.i.

## CARATTERISTICHE DI PRODUZIONE

In conformità alle prescrizioni in vigore <sup>(1)</sup> la preparazione dei tondi da saldare, sia tra loro che col piatto inferiore, avviene prelevando spezzoni di idonea lunghezza da una barra origine operando con macchina utensile ad ossitaglio automatico: la preparazione dei lembi risulta regolare e ben liscia.

I lembi, al momento della saldatura, sono esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Per evitare nella zona termicamente alterata e nella saldatura il fenomeno delle cricche da idrogeno, le parti da saldare sono sottoposte localmente a preriscaldamento a +30 °C.

La zona preriscaldata si estende per 75 mm in ogni senso dal punto in cui si salda.

## TOLLERANZE DIMENSIONALI

Le tolleranze di produzione, in accordo con normativa in vigore UNI EN 1090, e sono da riferirsi alla specifica classe di esecuzione (EXC) dichiarata negli elaborati.

## FASI TRANSITORIE

Si intendono le fasi di accatastamento in stabilimento, sollevamento, trasporto e successivo sollevamento per posa in opera.

Durante tali fasi le **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, sono soggette ad effetti dinamici, che sono opportunamente valutati. Gli organi di sollevamento dovranno essere tali da poter agganciare senza danneggiare le travi al loro corrente superiore in almeno due punti, tali da realizzare eventuali sbalzi simmetrici e comunque di luce non superiore a 1/4 di quella dell'intera trave.

## APPOGGI

Poiché è sempre previsto un getto di completamento in opera a garantire la continuità tra gli elementi strutturali, gli appoggi delle **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, quali ad esempio pilastri, murature, setti in cls o simili elementi portanti, dovranno garantire una profondità d'appoggio non inferiore a 10 cm (salvo diverse specifiche Tecnostrutture).

## METODI E PROCEDIMENTI COSTRUTTIVI

Tutte le preparazioni, gli assemblaggi, le saldature sono eseguite secondo quanto previsto e prescritto dalla normativa vigente, su cui le maestranze sono istruite e controllate.

Appositi operai specializzati preparano i singoli elementi costitutivi delle **NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**.

Le **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, sono assemblate sul banco di lavoro da saldatori, muniti di idoneo patentino – Tipo A, che tagliano e saldano insieme i singoli pezzi costitutivi.

## CAMPI DI UTILIZZO

Le **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, permettono al progettista di sfruttare al meglio le caratteristiche dei materiali a disposizione, ottimizzando gli spessori delle travi e dei solai, la loro capacità portante.

Nelle opere ex novo le **Travi NPS®**, e/o **ECOTRAVE®**, consentono forti economie di cantiere, grazie alla rapidità di posa, all'assenza di puntellazione, all'assenza di cassature.

Nel restauro offrono una facile soluzione in tutti i casi in cui si progetti il rinforzo dei solai con travi di cemento armato preesistenti, oppure qualora si debbano sostituire travi o solette degradate con elementi di esiguo spessore altrettanto resistenti.

## PROVE DI LABORATORIO

PROVE SUI MATERIALI. Le prove si effettuano presso:

- LABORATORIO SPERIMENTALE PER LE PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA – FACOLTÀ DI INGEGNERIA
- Laboratorio Ufficiale dell'Istituto Tecnico Industriale Statale “Leonardo da Vinci”, Portogruaro (VE)
- LABORATORIO SPERIMENTALE PER LE PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE DELL'UNIVERSITÀ “IUAV” DI VENEZIA

# GENERALITÀ

**COMMESSA** PIOTTI STUDIO (PONTE BRESCIA)  
**IMPRESA** PIOTTI STUDIO TECNICO ASSOCIATO  
**LOCALITÀ** Tavernole sul Mella (BS)  
**PRATICA N.** 015185  
**DATA** 30.05.2022

## UNITA` DI MISURA:

Lunghezze: ..... m  
Inerzie: ..... cm<sup>4</sup>  
Forze: ..... kN  
carichi distribuiti: ..... kN/m  
Momenti: ..... kNm  
Tensioni: ..... MPa

## AZIONI DI CALCOLO:

PER GLI STATI LIMITE ULTIMI SI ADOTTERANNO LE COMBINAZIONI DEL TIPO:

$$F_d = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot \left[ Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

DOVE:

- $G_1$  È IL VALORE CARATTERISTICO DELLE AZIONI PERMANENTI;
- $G_2$  È IL VALORE CARATTERISTICO DELLE AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI;
- $Q_{1k}$  È IL VALORE CARATTERISTICO DELL'AZIONE DI BASE DI OGNI COMBINAZIONE;
- $Q_{ik}$  I VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI VARIABILI TRA LORO INDIPENDENTI;
- $\gamma_{g1}$  = 1.30 (0.9 SE IL SUO CONTRIBUTO AUMENTA LA SICUREZZA; 1.0 NELLE COMBINAZIONI SLE);
- $\gamma_{g2}$  = 1.5 (0.0 SE IL SUO CONTRIBUTO AUMENTA LA SICUREZZA; 1.3 QUALORA I CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI SIANO COMPIUTAMENTE DEFINITI; 1.0 NELLE COMBINAZIONI SLE);
- $\gamma_q$  = 1.5 (0.0 SE IL SUO CONTRIBUTO AUMENTA LA SICUREZZA; 1.0 NELLE COMBINAZIONI SLE);
- $\psi_{0i}$  È IL COEFFICIENTE DI COMBINAZIONE GENERICO DELLE AZIONI VARIABILE CONSIDERATE COME SECONDARIE;

PER GLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO SI DEVONO PRENDERE IN ESAME LE COMBINAZIONI RARE, FREQUENTI E QUASI FREQUENTI. IN FORMA CONVENZIONALE LE COMBINAZIONI POSSONO ESSERE ESPRESSE NEL MODO SEGUENTE:

. COMBINAZIONI CARATTERISTICA:

$$F_d = G_1 + G_2 + Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})$$

. COMBINAZIONI FREQUENTI:

$$F_d = G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$$

. COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI:

$$F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$$

I COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI VARIABILI PER STATI LIMITE DI ESERCIZIO SONO:

. COMBINAZIONI CARATTERISTICA: 1.00  
. COMBINAZIONI FREQUENTI: 0.50  
. COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI: 0.30

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI:

CALCESTRUZZO	C25/30 XC3 S4	$\gamma_{CLS}$	= 1.50	fcd = 14.11	fctm = 2.56
		Ec	= 31447.16	n = 15.00	
ACCIAIO	B450C	$\gamma_{ACC}$	= 1.15	fyk = 450.00	ftk = 540.00
ACCIAIO NPS®	S355	$\gamma_M$	= 1.05	fyk = 355.00	
ACCIAIO NPS®(ø≥36)	S450	$\gamma_M$	= 1.05	fyk = 440.00	

## VALORI NOMINALI PER LE FESSURE (in mm):

Gruppi di esigenze	Ordinarie	Aggressive	Molto aggressive
	a	b	c
Frequente	0.4	0.3	0.2
Quasi perm.	0.3	0.2	0.2

## SOLLECITAZIONI OBBIETTIVO

Nella progettazione delle Travi NPS®, oltre alle sollecitazioni derivanti dallo schema di calcolo adottato come *trave continua* o a *graticcio*, vengono considerate anche le "sollecitazioni involuppo" per le sezioni rappresentative, lette dal modello di calcolo redatto dal progettista principale dell'opera e trasmesso il DATE\_TP. Tali sollecitazioni chiamate in gergo "sollecitazioni obbiettivo", permettono di ricostruire i diagrammi del taglio e del momento flettente fornire e riverificare poi le travi per le condizioni più sfavorevoli. Tale procedura assicura la congruenza del calcolo NPS® con quella del progettista principale.

Le sollecitazioni obbiettivo per le travi in progetto, possono essere ricostruite a partire dalle sollecitazioni di estremità e di campata oppure essere modellate per ogni singola ascissa della trave.

I valori riportati nelle tabelle tengono in considerazione sia le sollecitazioni obbiettivo fornite sia quelle ricalcolate sulla base dei carichi sui solai, sulle condizioni di vicolo, ecc.


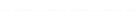


Per ogni trave, vengono riportati, se presenti, i dati relativi alla sollecitazione obbiettivo.

Il significato dei parametri della tabella [Sollecitazioni obbiettivo] è il seguente

SLU      Stato limite ultimo  
SLR      Stato limite di esercizio raro  
SLF      Stato limite di esercizio frequente  
SLQ      Stato limite di esercizio quasi permanente

Msx      Momento all'appoggio sinistro [kNm]  
Vsx      Taglio all'appoggio sinistro [kN]  
Msx      Momento massimo in campata o in mezzeria (se il massimo non è presente) [kNm]  
Msx      Momento all'appoggio destro [kN]  
Vsx      Taglio all'appoggio sinistro [kN]  
AF      Sforzo assiale [kN]

Nella sezione finale della relazione, dove vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni, si considera la seguente convenzione grafica:

	Sollecitazioni di calcolo	Sollecitazioni obbiettivo
<b>Momento</b>		
<b>Taglio</b>		

## LEGENDA

Di seguito sono riportati i carichi, le caratteristiche geometriche ed elastiche, le sollecitazioni relative alle travi secondo la nomenclatura di seguito riportata.

TR. NPS	Tipologia trave
n.	numero trave
T	numero travata
Tipo	sezione tipo della trave
BS	Larghezza cls compresso all'estremo sinistro [cm]
BC	Larghezza collaborante della trave in mezzeria [cm]
BD	Larghezza cls compresso all'estremo destro [cm]
S	Spessore della soletta superiore [cm]
HT	Altezza della trave (da intradosso ad estradosso) [cm]
Lt	Luce teorica [cm]
L0	Luce netta [cm]
s_p	spessore piatto inferiore
b_p	larghezza piatto
Ai	armatura inferiore
As	armatura superiore
Adi	armatura diagonali e passo anime
Monta:	controfreccia trave [mm] (Trave BASIC)
Fp(I+G):	Abbassamento max in mezzeria per i soli carichi fissi $t=\infty$ [mm] (Trave LIGHT o CLS)
tipo	tipo di carico: q=carico distribuito; P=carico concentrato; M=coppia concentrata
C.C.	Condizione di carico
fase	prima (I) o seconda (II)
a	distanza da sinistra dell'inizio carico [m]
qa	valore di sinistra del carico distribuito trapezio [kN/m] o valore del carico concentrato
b	distanza da sinistra della fine carico [m]
qb	valore di destra del carico distribuito trapezio [kN/m]
I	Inerzia della sezione mista (sezione completamente reagente) [cm <sup>4</sup> ]
Md_I	Momento sollecitante di calcolo allo slu in prima fase [kNm]
Mu_I	Momento resistente ultimo in prima fase [kNm]
Md_II	Momento sollecitante di calcolo allo slu in seconda fase [kNm]
Mdr_II	Momento sollecitante di calcolo allo slu in seconda fase traslato e ridistribuito [kNm]
Mu	Momento resistente ultimo [kNm]
c.s.	Coefficiente di sicurezza [Mu / Mdr_II] se i segni del numeratore e il denominatore sono discordi viene indicato con '--'; se il valore supera 100 viene indicato con '***';
x/d	Rapporto tra la distanza dell'asse neutro e l'altezza utile
Campo	Campo di stato limite ultimo
arm.	Armatura e lunghezza delle armature aggiuntive (Spezzoni-B450C o Connessioni NPS-acciaio da carp. metallica)
Area	Aree complessive ai fini della resistenza nella posizione e nella sezione indicata
Y	Baricentro equivalente delle aree complessive
Vd_I	Taglio sollecitante di calcolo allo slu in prima fase [kN]
Vu_I	Taglio resistente ultimo in prima fase [kN]
s.f.I	Coefficiente di sicurezza in prima fase
Vd,tot	Taglio sollecitante totale allo slu [kN]
Vu,w_II	Taglio resistente ultimo in seconda fase ANIME [kN]
Vu,st_II	Taglio resistente ultimo in seconda fase STAFFE [kN]
Vu_II	Ultimate resistant shear in the second phase [kN]
s.f.II	Coefficiente di sicurezza in seconda fase
Staffe	Staffe presenti nella sezione
M_raro	Momento sollecitante sle (combinazione rara) di limitazione delle tensioni [kNm]
M_qperm	Momento sollecitante sle (combinazione quasi permanente) di limitazione delle tensioni [kNm]
$\sigma_{cls}$	Tensione minima del calcestruzzo sle [MPa]
$\sigma_{acc}$	Tensione massima acciaio sle [MPa]
Amb.	Condizione di ambiente per la verifica a fessurazione
W <sub>RARO</sub>	Apertura in mm per combinazione rara
W <sub>FREQ</sub>	Apertura in mm per combinazione frequente
W <sub>Q.P.</sub>	Apertura in mm per combinazione quasi permanente
Condizioni di carico	
C.C	Descrizione
1	Permanenti prima fase
2	Permanenti seconda fase
3	Accidentali
Diagramma deformata ideale - combinazione Q.P. (con effetto della monta in caso di travi BASIC)	
-----	Deformata (I) in mm
-.-.-.-	Deformata (I+G) minima in mm
-----	Deformata (I+G+P) massima in mm
-----	Deformata (I+G+P) minima in mm

VERIFICA

TR. NPS. Basic n. 101 T1 tipo =

BS = 100.0 BC = 100.0 BD = 100.0 S = 0.0 Ht = 24.0  
Lt = 510.0 L0 = 500.0 I = 4.00e+05  
s\_p= 15 b\_p= 800 Ai= As= 9ø36 Adi= 6ø26/20 Monta= 0

Carichi:  
Tipo C.C. a qa b qb  
q 1 0.00 7.75 5.10 7.75  
p 3 0.00 325.00

Sollecitazioni obbiettivo:  
SL Msx Vsx Mc Mmax Mdx Vdx AF  
SLU 0.00 680.00 0.00 0.00 0.00 -680.00 0.00

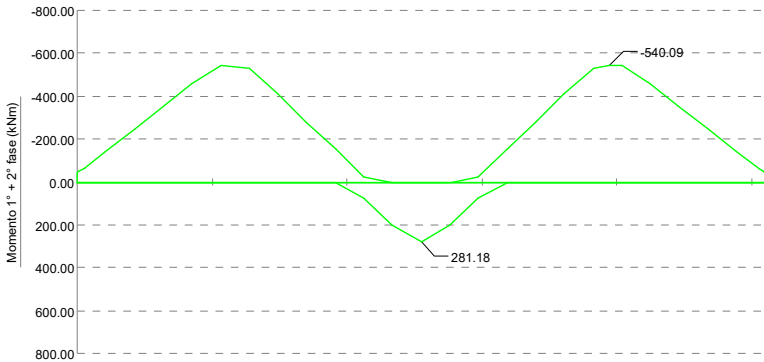
	Z	Md_I	Mu_I	Md_II	Mdr_II	Mu	c.s.	x/d	Campo	arm.	Area	Y
sx_sup	0.05	---	---	0.00	0.00	29.78	----	0.90	**			
sx_inf	0.05	---	---	-24.38	-63.88	-181.10	2.84	0.81	**			
ca_sup	2.45	0.98	723.53	220.25	269.88	754.40	2.80	0.47	3		91.61	6.8
ca_inf	2.45	0.98	723.53	0.00	0.00	-689.07	----	0.00	1		120.00	24.8
max_sup	4.05	-5.56	-723.53	0.00	0.00	754.40	----	0.47	3		91.61	6.8
max_inf	4.05	-5.56	-723.53	-511.88	-539.07	-689.07	1.28	0.00	1		120.00	24.8
dx_sup	5.05	---	---	0.00	0.00	29.78	----	0.90	**			
dx_inf	5.05	---	---	-24.37	-63.88	-181.10	2.84	0.81	**			

	Z	Vd_I	Vu_I	s.f.I	Vd,tot	Vu,w_II	Vu,s_II	Vu_II	s.f.II	Staffe
Left	0.05	0.50	667.58	----	667.67	737.16	0.00	737.16	1.10	
Right	5.05	0.50	667.58	****	667.67	737.16	0.00	737.16	1.10	

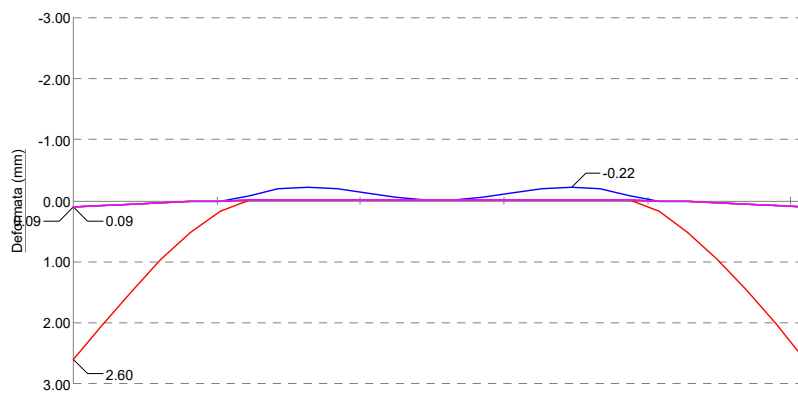
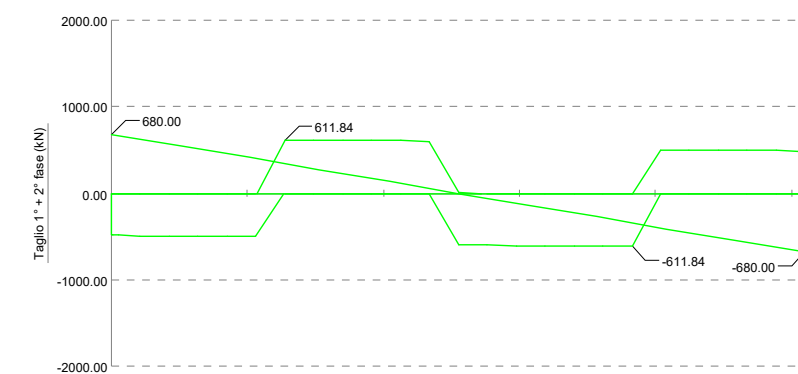
	Z	M_raro	σ_cls	σ_acc	c.s.	M_q.perm.	σ_cls	σ_acc	c.s.
sx_sup	0.05	0.00	0.00	0.00	---	0.00	0.00	0.00	---
sx_inf	0.05	-16.25	-2.05	13.44	7.27	-4.88	-0.62	4.04	18.18
ca_sup	4.05	0.00	0.00	2.60	---	0.00	0.00	2.60	---
ca_inf	4.05	-341.25	-8.34	214.78	1.64	-102.38	-2.50	66.25	4.48
dx_sup	5.05	0.00	0.00	0.00	---	0.00	0.00	0.00	---
dx_inf	5.05	-16.25	-2.05	13.44	7.27	-4.87	-0.62	4.04	18.18

SOLLECITAZIONI, DEFORMAZIONI E REAZIONI VINCOLARI

Travata: T1  
TR. NPS n. 101







REAZIONI VERTICALI:

Appog.	ULTIME max	min	CARATTERISTICHE max	min	FREQUENTI max	min	QUASI PERMANENTI max	min
1	--	--	--	--	--	--	--	--
2	1106.65	0.00	743.93	0.00	381.20	0.00	236.11	0.00
3	2.58	-1201.34	2.58	-800.89	2.58	-400.45	2.58	-240.27
4	1106.65	0.00	743.93	0.00	381.20	0.00	236.11	0.00
5	--	--	--	--	--	--	--	--

**ALLEGATO B**  
**Verifiche pila “C” – Stato di fatto e Post-intervento**

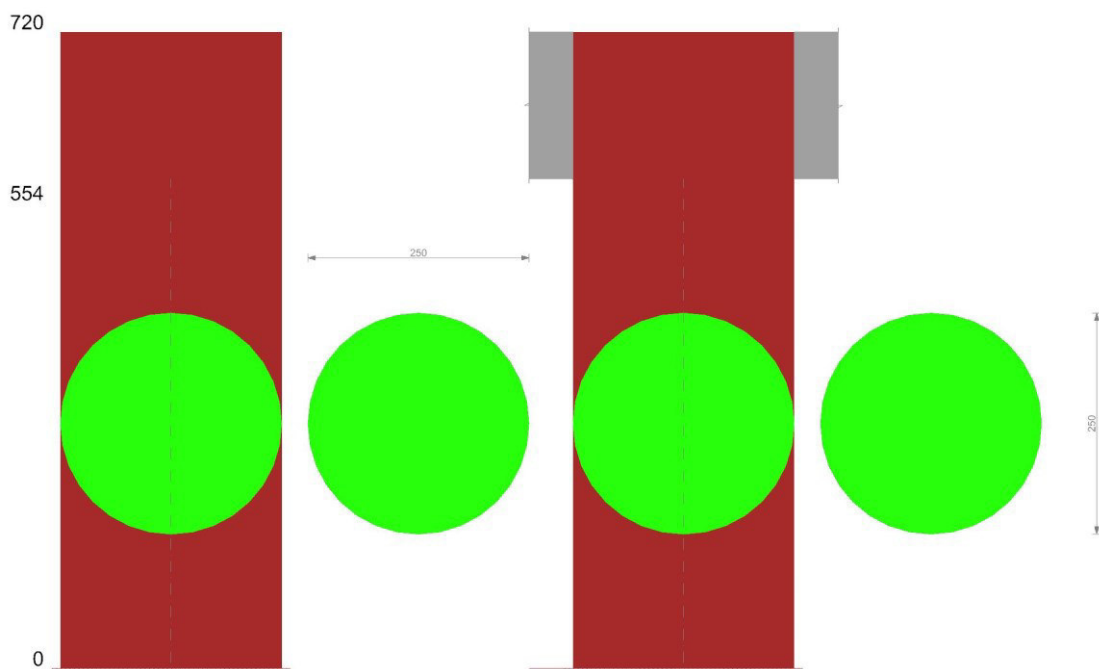
# Verifiche pila “C” – Stato di fatto e Post-intervento

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN] ove non espressamente specificato.

**Q.inf.:** quota inferiore. [cm]  
**Q.sup.:** quota superiore. [cm]  
**Sezione:** sezione impiegata.  
**Esistente:** campata esistente.  
**Secondaria:** campata secondaria.  
**Dissipativa:** campata dissipativa.  
**Interna a parete:** campata adiacente ad una parete in c.a.  
**Sovraresistenza:** aliquota di sovraresistenza da assicurare in verifica.  
**Materiale CLS:** materiale calcestruzzo impiegato.  
**Materiale Acciaio:** materiale/i acciaio impiegato/i.  
**FC:** fattore di confidenza riferito al materiale CLS.  
**Posizione:** posizione della barra.  
**X:** ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]  
**Y:** ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]  
**Diametro:** diametro nominale della barra. [cm]  
**Area:** area nominale della barra. [cm<sup>2</sup>]  
**Q.inf.:** quota inferiore della barra. [cm]  
**Q.sup.:** quota superiore della barra. [cm]  
**Materiale:** materiale della barra.  
**Quota:** quota della sezione. [cm]  
**As:** area complessiva delle armature verticali. [cm<sup>2</sup>]  
**%:** percentuale di acciaio.  
**At:** area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [cm<sup>2</sup>]  
**Pos.:** posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.  
**Mx:** momento Mx. [daN\*cm]  
**My:** momento My. [daN\*cm]  
**N:** sforzo normale. [daN]  
**MRdx:** momento resistente in direzione X. [daN\*cm]  
**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [daN\*cm]  
**Comb.:** combinazione peggiore.  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Verifica:** stato di verifica.  
 **$\epsilon_{cu}$ :** deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [%].  
 **$\epsilon_{fk}$ :** deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%].  
**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Nmin:** compressione massima. [daN]  
**Nlim:** compressione limite. [daN]  
**Comb.Nmin:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.

**Molt.:** moltiplicatore delle azioni sismiche che attiva il meccanismo.  
**TR:** periodo di ritorno associato all'attivazione del meccanismo.  
**I.R.TR:** indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno.  
**PGA:** pga associata all'attivazione del meccanismo.  
**I.R.PGA:** indicatore di rischio sismico in termini di pga.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Direzione X:** dati della verifica a taglio in direzione X.  
**V:** taglio di verifica per la direzione considerata. [daN]  
**N:** sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Comb.:** combinazione per la verifica nella direzione considerata.  
**VRd:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VRsd:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VRcd:** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Cot:** cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.  
**Direzione Y:** dati della verifica a taglio in direzione Y.  
**Quota:** quota di verifica. [cm]  
**Q.inf.:** quota inferiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [cm]  
**Q.sup.:** quota superiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [cm]  
**Dir.:** direzione di riferimento della verifica.  
**Lv:** luce di taglio considerata. [cm]  
**x:** altezza della zona compressa della sezione. [cm]  
**h:** altezza totale della sezione. [cm]  
**p,tot:** percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.  
 **$\vartheta_m$ :** rotazione massima per la combinazione considerata.  
 **$\vartheta_y$ :** rotazione di prima plasticizzazione.  
 **$\mu\Delta_{pl}$ :** parte plastica della domanda di duttilità.  
**VRcd(cot $\vartheta$ =1):** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cot $\vartheta$  unitario. [daN]  
**Vw:** contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio. [daN]  
**VR:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.8]). [daN]  
**VR,f:** resistenza a taglio considerata in condizioni cicliche (secondo §C8.7.2.3.5). [daN]  
**VED:** sollecitazione tagliante. [daN]  
**NED:** sollecitazione di sforzo normale. [daN]  
**Comb.:** combinazione di riferimento.

## Verifica pila C.A. “C” – Stato di fatto (diam.250 cm)



Geometria

Dati della pilastrata

Analisi di edificio esistente con fattore di struttura.  
Fattore di comportamento per meccanismi duttili in direzione X: 1  
Fattore di comportamento per meccanismi duttili in direzione Y: 1  
Fattore di comportamento per meccanismi fragili in direzione X: 1  
Fattore di comportamento per meccanismi fragili in direzione Y: 1  
Verifica dei meccanismi fragili condotta secondo Circolare 7 21-01-19 (§C8.7.2.2) Analisi lineare con fattore q.  
Fattore di amplificazione dei meccanismi fragili della componente sismica in direzione X: 1  
Fattore di amplificazione dei meccanismi fragili della componente sismica in direzione Y: 1

Campate costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovraresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
0	554	Circolare (D=250)	Si	No	No	No		C12/15 LC3	B450C LC3_FC = 1	1

Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	119.6	0	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	114.76	33.7	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	100.61	64.66	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	78.32	90.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	49.68	108.79	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	17.02	118.38	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-17.02	118.38	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-49.68	108.79	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-78.32	90.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-100.61	64.66	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-114.76	33.7	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-119.6	0	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-114.76	-33.7	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-100.61	-64.66	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-78.32	-90.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-49.68	-108.79	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-17.02	-118.38	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	17.02	-118.38	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	49.68	-108.79	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	78.32	-90.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	100.61	-64.66	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	114.76	-33.7	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.2	119.6	0	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	114.76	33.7	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	100.61	64.66	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	78.32	90.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	49.68	108.79	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	17.02	118.38	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-17.02	118.38	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-49.68	108.79	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-78.32	90.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-100.61	64.66	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-114.76	33.7	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-119.6	0	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-114.76	-33.7	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-100.61	-64.66	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-78.32	-90.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-49.68	-108.79	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	-17.02	-118.38	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	17.02	-118.38	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	49.68	-108.79	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	78.32	-90.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	100.61	-64.66	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3
p.2	114.76	-33.7	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=250)	B450C LC3

Controlli geometrici NTC18

Nessuna anomalia

Verifiche delle sezioni

Verifica a pressoflessione in SLU

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	55.98	0.2	0	1,2	102910	-21539043	-1720074	177798	-37213214	SLU A1 sfavorevole	1.728	Si
31	55.98	0.2	0	1,2	-349476	-17926336	-1714975	-605588	-31063590	SLU A1 sfavorevole	1.733	Si
62	55.98	0.2	0	1,2	-801861	-14313630	-1709876	-1393646	-24877290	SLU A1 sfavorevole	1.738	Si
92	55.98	0.2	0	1,2	-1248399	-10747623	-1704843	-2176140	-18734666	SLU A1 sfavorevole	1.743	Si
123	55.98	0.1	0	2	-1706632	-7088217	-1699678	-2983947	-12393336	SLU A1 sfavorevole	1.748	Si
154	55.98	0.1	0	2	-2159017	-3475511	-1694579	-3786275	-6095013	SLU A1 sfavorevole	1.754	Si
185	55.98	0.1	0	2	-2611403	137196	-1689481	-4593447	241327	SLU A1 sfavorevole	1.759	Si
215	55.98	0.1	0	2	-3063788	3749902	-1684382	-5405504	6616030	SLU A1 sfavorevole	1.764	Si
246	55.98	0.1	0	2	-3516174	7362609	-1679283	-6222494	13029445	SLU A1 sfavorevole	1.77	Si
277	55.98	0.1	0	2	-3968559	10975315	-1674184	-7044461	19481925	SLU A1 sfavorevole	1.775	Si
308	55.98	0.1	0	2	-4420945	14588022	-1669085	-7871449	25973830	SLU A1 sfavorevole	1.78	Si
339	55.98	0.1	0	2	-4873330	18200728	-1663986	-8703505	32505521	SLU A1 sfavorevole	1.786	Si
369	55.98	0.1	0	2	-5325715	21813435	-1658887	-9540677	39077365	SLU A1 sfavorevole	1.791	Si
400	55.98	0.1	0	2	-5778101	25426141	-1653788	-10383011	45689734	SLU A1 sfavorevole	1.797	Si
431	55.98	0.1	0	2	-6230487	29038848	-1648689	-11230555	52343004	SLU A1 sfavorevole	1.803	Si
462	55.98	0.1	0	2	-6682872	32651554	-1643590	-11809393	57699003	SLU A1 sfavorevole	1.767	Si
492	55.98	0.1	0	2	-7135257	36264261	-1638491	-12314317	62586337	SLU A1 sfavorevole	1.726	Si
523	55.98	0.1	0	2	-7587643	39876967	-1633392	-12776060	67144771	SLU A1 sfavorevole	1.684	Si

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
554	55.98	0.1	0	2	-8032679	43430982	-1628376	-13197454	71355819	SLU A1 sfavorevole	1.643	Si

Verifica a pressoflessione in SLV (domini sostanzialmente elastici)

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	ε <sub>cu</sub>	ε <sub>fk</sub>	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
0	55.98	0.2	0	1,2	-19105828	-67628619	-1016014	-2.02	2.21	-33680736	-119219207	SLV 15	1.763				Si
31	55.98	0.2	0	1,2	-60590017	-26004188	-1012122	-2.02	2.21	-115161459	-49425308	SLV 11	1.901				Si
62	55.98	0.2	0	1,2	-57804060	-23394621	-1008345	-2.02	2.21	-116922290	-47321116	SLV 11	2.023				Si
92	55.98	0.2	0	1,2	-55054098	-20818787	-1004616	-2.02	2.21	-118316234	-44741456	SLV 11	2.149				Si
123	55.98	0.1	0	2	-52232106	-18175493	-1000791	-2.02	2.21	-119370220	-41537912	SLV 11	2.285				Si
154	55.98	0.1	0	2	-49446122	-15565936	-997014	-2.02	2.21	-119889625	-37741974	SLV 11	2.425				Si
185	55.98	0.1	0	2	-46660144	-12956384	-993237	-2.02	2.21	-119695141	-33236421	SLV 11	2.565				Si
215	55.98	0.1	0	2	-43875206	12563457	-989361	-2.02	2.21	-117879391	33754203	SLV 7	2.687				Si
246	55.98	0.1	0	2	-41089384	13668500	-985584	-2.02	2.21	-114794894	38186845	SLV 7	2.794				Si
277	55.98	0.1	0	2	-38303580	14773545	-981807	-2.02	2.21	-110923394	42782730	SLV 7	2.896				Si
308	55.98	0.1	0	2	-35517802	15878593	-978030	-2.02	2.21	-106483971	47604737	SLV 7	2.998				Si
339	55.98	0.1	0	2	-9911416	36691834	-974138	-2.02	2.21	-30183470	111738512	SLV 3	3.045				Si
369	55.98	0.1	0	2	-9075520	36041700	-970361	-2.02	2.21	-28041894	111363048	SLV 3	3.09				Si
400	55.98	0.1	0	2	-8239639	35391615	-966584	-2.02	2.21	-25826581	110932579	SLV 3	3.134				Si
431	55.98	0.1	0	2	-7403778	34741594	-962807	-2.02	2.21	-23536727	110444080	SLV 3	3.179				Si
462	55.98	0.1	0	2	-6567941	34091660	-959030	-2.02	2.21	-21172583	109898739	SLV 3	3.224				Si
492	55.98	0.1	0	2	-5732142	33441867	-955253	-2.02	2.21	-18738381	109321505	SLV 3	3.269				Si
523	55.98	0.1	0	2	-4896400	32792291	-951476	-2.02	2.21	-16229323	108691422	SLV 3	3.315				Si
554	55.98	0.1	0	2	-4074318	32153609	-947761	-2.02	2.21	-13683561	107987614	SLV 3	3.358				Si

Verifica a pressoflessione in SLD

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	55.98	0.2	0	1,2	-7095158	-32558336	-1015910	-22672642	-104040458	SLD 15	3.196	Si
31	55.98	0.2	0	1,2	-6787898	-29771305	-1012133	-22591477	-99084842	SLD 15	3.328	Si
62	55.98	0.2	0	1,2	-6480610	-26984275	-1008356	-22453779	-93494120	SLD 15	3.465	Si
92	55.98	0.2	0	1,2	-6177271	-24233275	-1004628	-22257716	-87316445	SLD 15	3.603	Si
123	55.98	0.1	0	2	-5865967	-21410225	-1000802	-22010736	-80337109	SLD 15	3.752	Si
154	55.98	0.1	0	2	-18358069	-7411074	-996983	-71411840	-28828656	SLD 11	3.89	Si
185	55.98	0.1	0	2	-17327878	-5274878	-993206	-69267528	-21086123	SLD 11	3.997	Si
215	55.98	0.1	0	2	-16298075	5356191	-989392	-66273317	21780028	SLD 7	4.066	Si
246	55.98	0.1	0	2	-4638020	16194578	-985573	-18995905	66328023	SLD 3	4.096	Si
277	55.98	0.1	0	2	-4330840	17122090	-981796	-17573351	69476702	SLD 3	4.058	Si
308	55.98	0.1	0	2	-4023665	18049610	-978019	-16172636	72548225	SLD 3	4.019	Si
339	55.98	0.1	0	2	-3716494	18977140	-974242	-14795383	75548091	SLD 3	3.981	Si
369	55.98	0.1	0	2	-3409328	19904683	-970465	-13444194	78491252	SLD 3	3.943	Si
400	55.98	0.1	0	2	-3102168	20832245	-966688	-12116312	81365681	SLD 3	3.906	Si
431	55.98	0.1	0	2	-2795015	21759832	-962911	-10811204	84167700	SLD 3	3.868	Si
462	55.98	0.1	0	2	-2487872	22687452	-959134	-9530486	86910612	SLD 3	3.831	Si
492	55.98	0.1	0	2	-2180743	23651527	-955357	-8273079	89588638	SLD 3	3.794	Si
523	55.98	0.1	0	2	-1873636	24542886	-951580	-7038005	92191292	SLD 3	3.756	Si
554	55.98	0.1	0	2	-1571551	25455704	-947864	-5841854	94625322	SLD 3	3.717	Si

Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLV

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	1.405	1241	1.483	0.239	1.382	SLV 11	Si
31	1.477	1443	1.577	0.25	1.449	SLV 11	Si
62	1.556	1686	1.681	0.263	1.522	SLV 11	Si
92	1.641	1980	1.796	0.277	1.601	SLV 11	Si
123	1.737	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
154	1.84	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
185	1.956	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
215	2.073	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
246	2.198	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
277	2.34	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
308	2.502	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
339	2.69	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
369	2.913	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
400	3.181	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
431	3.512	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
462	3.923	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
492	4.46	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
523	5.186	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
554	6.202	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si

Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLD Resistenza

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	3.789	1241	3.731	0.239	3.704	SLD 11	Si
31	3.984	1444	3.97	0.25	3.884	SLD 11	Si
62	4.196	1687	4.232	0.263	4.079	SLD 11	Si
92	4.428	1981	4.52	0.277	4.289	SLD 11	Si
123	4.684	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
154	4.963	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
185	5.276	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
215	5.592	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
246	5.926	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
277	6.31	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
308	6.748	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
339	7.254	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
369	7.855	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
400	8.579	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
431	9.471	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
462	10.583	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
492	12.03	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
523	13.985	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
554	16.725	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si

## Verifica a taglio in famiglia SLU

Quota		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
31	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
62	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
92	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
123	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
154	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
185	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
215	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
246	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
277	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
308	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
339	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
369	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
400	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
431	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
462	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
492	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
523	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si
554	2X/2Y ø10/21.3	117380	-	SLU A1 sfavorevole	239549	158761	836793	2.5	2.04	-14698	-	SLU A1 sfavorevole	238448	157971	832628	2.5	16.22	Si

## Verifica a taglio in famiglia SLV

Quota		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
31	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
62	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
92	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
123	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
154	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
185	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
215	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
246	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
277	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
308	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
339	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
369	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
400	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
431	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
462	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
492	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
523	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si
554	2X/2Y ø10/21.3	141819	-	SLV 14	239549	158761	836793	2.5	1.69	-90807	-	SLV 6	238448	157971	832628	2.5	2.63	Si

## Verifica taglio ciclico secondo Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5 formula [C8.7.2.8] in combinazione SLV

Quota	Q.inf.	Q.sup.	Dir.	Lv	x	h	p <sub>tot</sub>	θ <sub>m</sub>	θ <sub>y</sub>	μΔ <sub>pl</sub>	VRd	VRcd(cotθ=1)	VRsd	Vw	VR	VR <sub>f</sub>	VEd	NEd	Comb.	Verifica
0	0	637	X	476.9	125.2	250	0.0011	0.000272	0.005519	0	239548.5	1213349.8	158761.4	110111.4	270360.8	270360.8	141819.3	-	SLV 14	Si

Analisi Sismica\_Ponte Castegnato

Quota	Q.inf.	Q.sup.	Dir.	Lv	x	h	p_tot	θ,m	θ,y	μΔ,pl	VRd	VRcd(cotθ=1)	VRsd	Vw	VR	VR,f	VEd	NEd	Comb.	Verifica
0	0	637	Y	285	125.2	250	0.0011	0.000195	0.005532	0	238447.6	1207311	157971.3	110111.4	358582.2	358582.2	-90807.1	-	SLV 6	Si
																		1015800.5		

Verifica a taglio in famiglia SLD Resistenza

		Direzione X									Direzione Y									Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.			
0	2X/2Y ø10/21.3	90554	- 1015910	SLD 14	301184	158761	836793	2.5	3.33	-33758	- 1015831	SLD 6	299761	157971	832628	2.5	8.88	Si		
31	2X/2Y ø10/21.3	90554	- 1012133	SLD 14	300473	158761	836793	2.5	3.32	-33758	- 1012054	SLD 6	299054	157971	832628	2.5	8.86	Si		
62	2X/2Y ø10/21.3	90554	- 1008356	SLD 14	299763	158761	836793	2.5	3.31	-33758	- 1008277	SLD 6	298347	157971	832628	2.5	8.84	Si		
92	2X/2Y ø10/21.3	90554	- 1004628	SLD 14	299062	158761	836793	2.5	3.3	-33758	- 1004549	SLD 6	297650	157971	832628	2.5	8.82	Si		
123	2X/2Y ø10/21.3	90554	- 1000802	SLD 14	298342	158761	836793	2.5	3.29	-33758	- 1000723	SLD 6	296934	157971	832628	2.5	8.8	Si		
154	2X/2Y ø10/21.3	90554	-997025	SLD 14	297632	158761	836793	2.5	3.29	-33758	-996946	SLD 6	296227	157971	832628	2.5	8.78	Si		
185	2X/2Y ø10/21.3	90554	-993248	SLD 14	296922	158761	836793	2.5	3.28	-33758	-993169	SLD 6	295520	157971	832628	2.5	8.75	Si		
215	2X/2Y ø10/21.3	90554	-989471	SLD 14	296211	158761	836793	2.5	3.27	-33758	-989392	SLD 6	294814	157971	832628	2.5	8.73	Si		
246	2X/2Y ø10/21.3	90554	-985694	SLD 14	295501	158761	836793	2.5	3.26	-33758	-985615	SLD 6	294107	157971	832628	2.5	8.71	Si		
277	2X/2Y ø10/21.3	90554	-981917	SLD 14	294791	158761	836793	2.5	3.26	-33758	-981838	SLD 6	293400	157971	832628	2.5	8.69	Si		
308	2X/2Y ø10/21.3	90554	-978140	SLD 14	294080	158761	836793	2.5	3.25	-33758	-978061	SLD 6	292693	157971	832628	2.5	8.67	Si		
339	2X/2Y ø10/21.3	90554	-974363	SLD 14	293370	158761	836793	2.5	3.24	-33758	-974284	SLD 6	291986	157971	832628	2.5	8.65	Si		
369	2X/2Y ø10/21.3	90554	-970586	SLD 14	292660	158761	836793	2.5	3.23	-33758	-970507	SLD 6	291280	157971	832628	2.5	8.63	Si		
400	2X/2Y ø10/21.3	90554	-966809	SLD 14	291949	158761	836793	2.5	3.22	-33758	-966730	SLD 6	290573	157971	832628	2.5	8.61	Si		
431	2X/2Y ø10/21.3	90554	-963032	SLD 14	291239	158761	836793	2.5	3.22	-33758	-962953	SLD 6	289866	157971	832628	2.5	8.59	Si		
462	2X/2Y ø10/21.3	90554	-959255	SLD 14	290529	158761	836793	2.5	3.21	-33758	-959176	SLD 6	289159	157971	832628	2.5	8.57	Si		
492	2X/2Y ø10/21.3	90554	-955478	SLD 14	289818	158761	836793	2.5	3.2	-33758	-955399	SLD 6	288452	157971	832628	2.5	8.54	Si		
523	2X/2Y ø10/21.3	90554	-951701	SLD 14	289108	158761	836793	2.5	3.19	-33758	-951622	SLD 6	287746	157971	832628	2.5	8.52	Si		
554	2X/2Y ø10/21.3	90554	-947986	SLD 14	288409	158761	836793	2.5	3.18	-33758	-947907	SLD 6	287050	157971	832628	2.5	8.5	Si		

Indicatori di rischio sismico a taglio in SLV

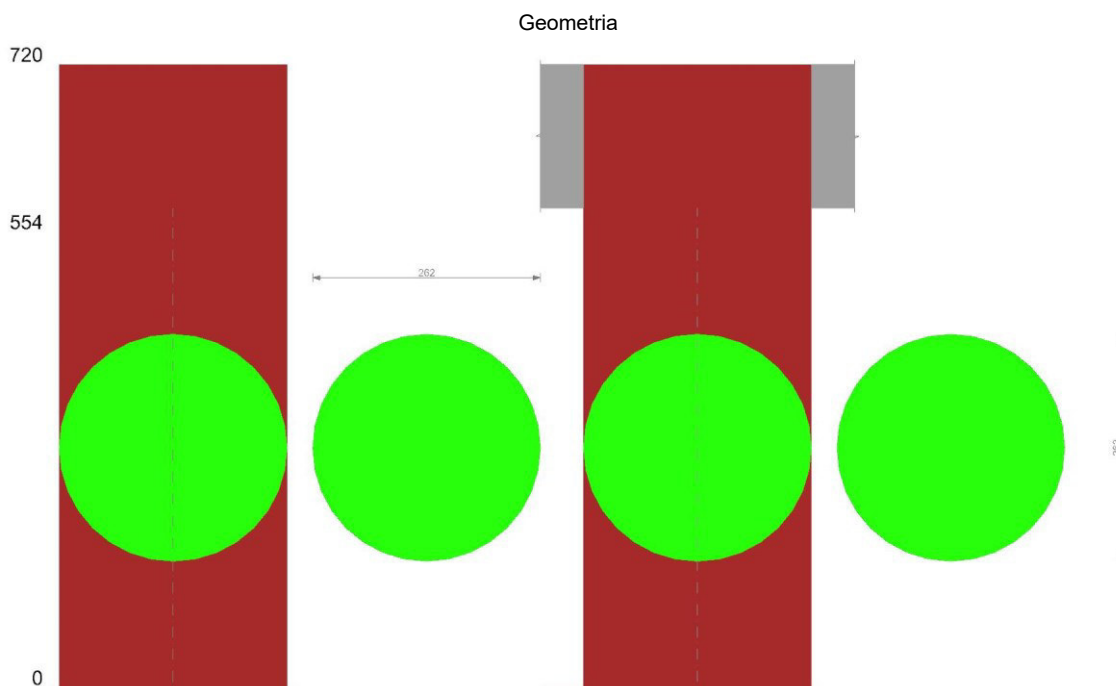
Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	
31	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
62	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
92	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
123	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
154	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
185	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
215	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
246	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
277	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
308	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
339	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
369	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
400	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
431	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
462	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
492	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
523	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si
554	2.2	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 14	Si

Indicatori di rischio sismico a taglio in SLD Resistenza

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	
0	7.976	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
31	7.953	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
62	7.931	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
92	7.908	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
123	7.885	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
154	7.862	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
185	7.839	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
215	7.816	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
246	7.793	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
277	7.769	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
308	7.746	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
339	7.722	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
369	7.699	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
400	7.675	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
431	7.651	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
462	7.627	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
492	7.603	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
523	7.578	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si
554	7.554	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 14	Si



## Verifica pila C.A. "C" – Post-intervento (250 cm + incamiciatura sp. 6cm)



### Dati della pilastrata

Analisi di edificio esistente con fattore di struttura.

Fattore di comportamento per meccanismi duttili in direzione X: 1

Fattore di comportamento per meccanismi duttili in direzione Y: 1

Fattore di comportamento per meccanismi fragili in direzione X: 1

Fattore di comportamento per meccanismi fragili in direzione Y: 1

Verifica dei meccanismi fragili condotta secondo Circolare 7 21-01-19 (§C8.7.2.2) Analisi lineare con fattore q.

Fattore di amplificazione dei meccanismi fragili della componente sismica in direzione X: 1

Fattore di amplificazione dei meccanismi fragili della componente sismica in direzione Y: 1

### Campate costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovraresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
0	554	Circolare (D=262)	Si	No	No	No		C16/20 LC3	B450C LC3 FC = 1	1

### Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	125.6	0	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	120.51	35.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	105.66	67.9	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	82.25	94.92	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	52.18	114.25	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	17.87	124.32	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-17.87	124.32	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-52.18	114.25	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-82.25	94.92	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-105.66	67.9	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-120.51	35.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-125.6	0	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-120.51	-35.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-105.66	-67.9	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-82.25	-94.92	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-52.18	-114.25	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	-17.87	-124.32	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	17.87	-124.32	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	52.18	-114.25	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	82.25	-94.92	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	105.66	-67.9	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.1	120.51	-35.39	1.8	2.545	-1	0		B450C LC3
p.2	125.6	0	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	120.51	35.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	105.66	67.9	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	82.25	94.92	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	52.18	114.25	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	17.87	124.32	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-17.87	124.32	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-52.18	114.25	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-82.25	94.92	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-105.66	67.9	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.2	-120.51	35.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-125.6	0	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-120.51	-35.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-105.66	-67.9	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-82.25	-94.92	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-52.18	-114.25	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	-17.87	-124.32	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	17.87	-124.32	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	52.18	-114.25	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	82.25	-94.92	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	105.66	-67.9	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.2	120.51	-35.39	1.8	2.545	0	554	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	125.7	0	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	124.67	16.07	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	121.59	31.88	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	116.51	47.17	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	109.52	61.68	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	100.74	75.18	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	90.3	87.45	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	78.37	98.28	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	65.16	107.49	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	50.88	114.94	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	35.77	120.5	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	20.06	124.09	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	4.03	125.64	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-12.07	125.12	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-27.97	122.55	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-43.41	117.97	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-58.14	111.45	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-71.92	103.1	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-84.51	93.05	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-95.71	81.48	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-105.35	68.57	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-113.25	54.54	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-119.3	39.61	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-123.38	24.03	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-125.44	8.05	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-125.44	-8.05	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-123.38	-24.03	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-119.3	-39.61	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-113.25	-54.54	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-105.35	-68.57	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-95.71	-81.48	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-84.51	-93.05	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-71.92	-103.1	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-58.14	-111.45	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-43.41	-117.97	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-27.97	-122.55	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	-12.07	-125.12	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	4.03	-125.64	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	20.06	-124.09	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	35.77	-120.5	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	50.88	-114.94	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	65.16	-107.49	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	78.37	-98.28	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	90.3	-87.45	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	100.74	-75.18	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	109.52	-61.68	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	116.51	-47.17	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	121.59	-31.88	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3
p.3	124.67	-16.07	1.6	2.011	-27.6	563.9	Circolare (D=262)	B450C LC3

Controlli geometrici NTC18

Nessuna anomalia

Verifiche delle sezioni

Verifica a pressoflessione in SLU

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	154.5	0.4	0	1,2,3	-974545	-20841782	-1729373	-2612324	-55867592	SLU A1 sfavorevole	2.681	Si
31	154.5	0.4	0	1,2,3	-1380893	-17256249	-1723773	-3713589	-46406644	SLU A1 sfavorevole	2.689	Si
62	154.5	0.4	0	1,2,3	-1787242	-13670716	-1718173	-4822034	-36884022	SLU A1 sfavorevole	2.698	Si
92	154.5	0.3	0	2,3	-2188337	-10131532	-1712645	-5923259	-27423420	SLU A1 sfavorevole	2.707	Si
123	154.5	0.3	0	2,3	-2599938	-6499651	-1706972	-7060742	-17651328	SLU A1 sfavorevole	2.716	Si
154	154.5	0.3	0	2,3	-3006286	-2914119	-1701372	-8191150	-7940022	SLU A1 sfavorevole	2.725	Si
185	154.5	0.3	0	2,3	-3412635	671414	-1695772	-9329023	1835426	SLU A1 sfavorevole	2.734	Si
215	154.5	0.3	0	2,3	-3818983	4256947	-1690171	-10474437	11675654	SLU A1 sfavorevole	2.743	Si
246	154.5	0.3	0	2,3	-4225331	7842479	-1684571	-11627467	21581307	SLU A1 sfavorevole	2.752	Si
277	154.5	0.3	0	2,3	-4631679	11428012	-1678971	-12788189	31553041	SLU A1 sfavorevole	2.761	Si
308	154.5	0.3	0	2,3	-5038028	15013545	-1673371	-13956680	41591519	SLU A1 sfavorevole	2.77	Si
339	154.5	0.3	0	2,3	-5444376	18599077	-1667771	-15133017	51697413	SLU A1 sfavorevole	2.78	Si
369	154.5	0.3	0	2,3	-5850724	22184610	-1662171	-16317282	61871407	SLU A1 sfavorevole	2.789	Si
400	154.5	0.3	0	2,3	-6257073	25770143	-1656570	-17509554	72114187	SLU A1 sfavorevole	2.798	Si
431	154.5	0.3	0	2,3	-6663421	29355675	-1650970	-18709913	82426454	SLU A1 sfavorevole	2.808	Si

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
462	154.5	0.3	0	2,3	-7069769	32941208	-1645370	-19496803	90844304	SLU A1 sfavorevole	2.758	Si
492	154.5	0.3	0	2,3	-7476118	36526741	-1639770	-20184691	98618163	SLU A1 sfavorevole	2.7	Si
523	154.5	0.3	0	2,3	-7882465	40112273	-1634170	-20830085	106000091	SLU A1 sfavorevole	2.643	Si
554	154.5	0.3	0	2,3	-8282213	43639557	-1628660	-21414976	112837006	SLU A1 sfavorevole	2.586	Si

### Verifica a pressoflessione in SLV (domini sostanzialmente elastici)

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	ε <sub>cu</sub>	ε <sub>fk</sub>	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
0	154.5	0.4	0	1,2,3	-	-	-1022783	-2.02	2.21	-	-77510494	SLV 11	2.33				Si
31	154.5	0.4	0	1,2,3	80859801	33262015	-1018634	-2.02	2.21	188427642	-75230577	SLV 11	2.471				Si
62	154.5	0.4	0	1,2,3	77319251	30450762	-1014486	-2.02	2.21	191022208	-72539135	SLV 11	2.624				Si
92	154.5	0.3	0	2,3	73778693	27639511	-1010391	-2.02	2.21	193630143	-69359598	SLV 11	2.789				Si
123	154.5	0.3	0	2,3	70283903	24864601	-1006189	-2.02	2.21	196056361	-65477232	SLV 11	2.974				Si
154	154.5	0.3	0	2,3	66697584	22017015	-1002041	-2.02	2.21	198354465	-60760951	SLV 11	3.164				Si
185	154.5	0.3	0	2,3	63157033	19205770	-997893	-2.02	2.21	199808779	-55197672	SLV 11	3.367				Si
215	154.5	0.3	0	2,3	59616490	16394529	-993648	-2.02	2.21	200718880	56362605	SLV 7	3.551				Si
246	154.5	0.3	0	2,3	56077204	15870627	-989500	-2.02	2.21	199151376	62501871	SLV 7	3.726				Si
277	154.5	0.3	0	2,3	52536805	16773395	-985352	-2.02	2.21	195765293	68923976	SLV 7	3.899				Si
308	154.5	0.3	0	2,3	48996420	17676167	-981203	-2.02	2.21	191049795	75767388	SLV 7	4.078				Si
339	154.5	0.3	0	2,3	45456056	18578943	-976942	-2.02	2.21	185375805	53666688	SLV 3	4.231				Si
369	154.5	0.3	0	2,3	44938970	12685195	-972794	-2.02	2.21	190121299	50355255	SLV 3	4.333				Si
400	154.5	0.3	0	2,3	43615250	11621399	-968646	-2.02	2.21	188983882	46859427	SLV 3	4.438				Si
431	154.5	0.3	0	2,3	42291572	10557615	-964498	-2.02	2.21	187708945	43147147	SLV 3	4.545				Si
462	154.5	0.3	0	2,3	40967950	9493848	-960349	-2.02	2.21	186189009	39225937	SLV 3	4.653				Si
492	154.5	0.3	0	2,3	39644402	8430101	-956201	-2.02	2.21	184468578	35080618	SLV 3	4.762				Si
523	154.5	0.3	0	2,3	38320971	7366386	-952053	-2.02	2.21	182494288	30728146	SLV 3	4.875				Si
554	154.5	0.3	0	2,3	36997722	6302717	-947972	-2.02	2.21	180377977	26212273	SLV 3	4.987				Si

### Verifica a pressoflessione in SLD

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	154.5	0.4	0	1,2,3	-9063910	-38312163	-1022794	-41653119	-176063215	SLD 15	4.595	Si
31	154.5	0.4	0	1,2,3	-8671629	-35275788	-1018646	-41547197	-169012075	SLD 15	4.791	Si
62	154.5	0.4	0	1,2,3	-8279339	-32239415	-1014498	-41338121	-160968998	SLD 15	4.993	Si
92	154.5	0.3	0	2,3	-7892112	-29242293	-1010403	-41030336	-152027898	SLD 15	5.199	Si
123	154.5	0.3	0	2,3	-7494738	-26166675	-1006201	-40610585	-141785343	SLD 15	5.419	Si
154	154.5	0.3	0	2,3	-723450193	-8738018	-1002011	-130984137	-48807349	SLD 11	5.586	Si
185	154.5	0.3	0	2,3	-72139766	-6527225	-997863	-127178221	-37494565	SLD 11	5.744	Si
215	154.5	0.3	0	2,3	-70829806	6604743	-993679	-121993877	38681981	SLD 7	5.857	Si
246	154.5	0.3	0	2,3	-719519434	8107896	-989530	-115708867	48062634	SLD 7	5.928	Si
277	154.5	0.3	0	2,3	-75535062	20701465	-985340	-32784609	122616401	SLD 3	5.923	Si
308	154.5	0.3	0	2,3	-75142915	21379042	-981192	-30326268	126065966	SLD 3	5.897	Si
339	154.5	0.3	0	2,3	-74750771	22056628	-977044	-27877988	129430446	SLD 3	5.868	Si
369	154.5	0.3	0	2,3	-74358631	22734226	-972895	-25453167	132761439	SLD 3	5.84	Si
400	154.5	0.3	0	2,3	-73966495	23411840	-968747	-23051712	136060425	SLD 3	5.812	Si
431	154.5	0.3	0	2,3	-73574365	24089474	-964599	-20669434	139301883	SLD 3	5.783	Si
462	154.5	0.3	0	2,3	-73182244	24767139	-960450	-18305226	142468061	SLD 3	5.752	Si
492	154.5	0.3	0	2,3	-72790134	25444848	-956302	-15965077	145594773	SLD 3	5.722	Si
523	154.5	0.3	0	2,3	-72398043	26122626	-952154	-13648629	148678764	SLD 3	5.692	Si
554	154.5	0.3	0	2,3	-72012348	26789500	-948073	-11390260	151633523	SLD 3	5.66	Si

### Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLV

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	1.6	1835	1.74	0.27	1.563	SLV 11	Si
31	1.678	2115	1.845	0.282	1.634	SLV 11	Si
62	1.763	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
92	1.855	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
123	1.958	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
154	2.071	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
185	2.199	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 11	Si
215	2.33	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
246	2.473	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
277	2.636	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
308	2.825	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
339	3.045	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
369	3.304	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
400	3.616	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
431	4	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
462	4.48	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
492	5.103	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
523	5.942	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si
554	7.103	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 7	Si

**Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLD Resistenza**

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	4.315	1834	4.379	0.27	4.187	SLD 11	Si
31	4.525	2115	4.643	0.282	4.378	SLD 11	Si
62	4.758	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
92	5	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
123	5.281	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
154	5.585	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
185	5.928	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 11	Si
215	6.285	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
246	6.669	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
277	7.109	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
308	7.619	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
339	8.214	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
369	8.913	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
400	9.755	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
431	10.786	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
462	12.082	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
492	13.764	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
523	16.031	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si
554	19.165	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 7	Si

**Verifica a taglio in famiglia SLU**

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1729373	sfavorevole							1729373	sfavorevole						
31	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1723373	sfavorevole							1723373	sfavorevole						
62	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1718173	sfavorevole							1718173	sfavorevole						
92	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1712645	sfavorevole							1712645	sfavorevole						
123	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1706972	sfavorevole							1706972	sfavorevole						
154	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1701372	sfavorevole							1701372	sfavorevole						
185	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1695772	sfavorevole							1695772	sfavorevole						
215	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1690171	sfavorevole							1690171	sfavorevole						
246	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1684571	sfavorevole							1684571	sfavorevole						
277	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1678971	sfavorevole							1678971	sfavorevole						
308	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1673371	sfavorevole							1673371	sfavorevole						
339	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1667771	sfavorevole							1667771	sfavorevole						
369	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1662171	sfavorevole							1662171	sfavorevole						
400	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1656570	sfavorevole							1656570	sfavorevole						
431	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1650970	sfavorevole							1650970	sfavorevole						
462	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1645370	sfavorevole							1645370	sfavorevole						
492	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1639770	sfavorevole							1639770	sfavorevole						
523	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1634170	sfavorevole							1634170	sfavorevole						
554	2X/2Y ø10/12	116497	-	SLU A1	328421	295728	1226643	2.5	2.82	-13203	-	SLU A1	328464	295769	1226812	2.5	24.88	Si
			1628660	sfavorevole							1628660	sfavorevole						

**Verifica a taglio in famiglia SLV**

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	328421	295728	1180522	2.5	2.01	-115273	-	SLV 6	328464	295769	1180644	2.5	2.85	Si
			1022895								1022686							
31	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	328421	295728	1179714	2.5	2.01	-115273	-	SLV 6	328464	295769	1179836	2.5	2.85	Si
			1018747								1018538							
62	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	328421	295728	1178906	2.5	2.01	-115273	-	SLV 6	328464	295769	1179028	2.5	2.85	Si
			1014599								1014390							
92	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	328421	295728	1178109	2.5	2.01	-115273	-	SLV 6	328464	295769	1178231	2.5	2.85	Si
			1010504								1010295							
123	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	328144	295728	1177290	2.5	2	-115273	-	SLV 6	328147	295769	1177412	2.5	2.85	Si
			1006302								1006093							
154	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	327363	295728	1176482	2.5	2	-115273	-	SLV 6	327366	295769	1176604	2.5	2.84	Si
			1002154								1001945							
185	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	326582	295728	1175675	2.5	2	-115273	-	SLV 6	326585	295769	1175796	2.5	2.83	Si
			-998006								-997797							
215	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	325801	295728	1174867	2.5	1.99	-115273	-	SLV 6	325804	295769	1174988	2.5	2.83	Si
			-993857								-993648							
246	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	325020	295728	1174059	2.5	1.99	-115273	-	SLV 6	325023	295769	1174180	2.5	2.82	Si
			-989709								-989500							
277	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	324239	295728	1173251	2.5	1.98	-115273	-	SLV 6	324241	295769	1173372	2.5	2.81	Si
			-985561								-985352							
308	2X/2Y ø10/12	163685	-	SLV 16	323458	295728	1172443	2.5	1.98	-115273	-	SLV 6	323460	295769	1172564	2.5	2.81	Si
			-981412								-981203							

Direzione X										Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
339	2X/2Y ø10/12	163685	-977264	SLV 16	322677	295728	1171635	2.5	1.97	-115273	-977055	SLV 6	322679	295769	1171756	2.5	2.8	Si
369	2X/2Y ø10/12	163685	-973116	SLV 16	321896	295728	1170827	2.5	1.97	-115273	-972907	SLV 6	321898	295769	1170948	2.5	2.79	Si
400	2X/2Y ø10/12	163685	-968968	SLV 16	321115	295728	1170019	2.5	1.96	-115273	-968759	SLV 6	321117	295769	1170140	2.5	2.79	Si
431	2X/2Y ø10/12	163685	-964819	SLV 16	320334	295728	1169212	2.5	1.96	-115273	-964610	SLV 6	320336	295769	1169332	2.5	2.78	Si
462	2X/2Y ø10/12	163685	-960671	SLV 16	319554	295728	1168404	2.5	1.95	-115273	-960462	SLV 6	319555	295769	1168524	2.5	2.77	Si
492	2X/2Y ø10/12	163685	-956523	SLV 16	318773	295728	1167596	2.5	1.95	-115273	-956314	SLV 6	318774	295769	1167716	2.5	2.77	Si
523	2X/2Y ø10/12	163685	-952374	SLV 16	317992	295728	1166788	2.5	1.94	-115273	-952165	SLV 6	317993	295769	1166908	2.5	2.76	Si
554	2X/2Y ø10/12	163685	-948293	SLV 16	317223	295728	1165993	2.5	1.94	-115273	-948084	SLV 6	317225	295769	1166113	2.5	2.75	Si

Verifica taglio ciclico secondo Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5 formula [C8.7.2.8] in combinazione SLV

Quot a	Q.inf .	Q.sup .	Dir .	Lv	x	h	ρ,tot	θ,m	θ,y	μΔ,p i	VRd	VRcd(cotθ=1 )	VRsd	Vw	VR	VR,f	VEd	NEd	Comb .	Verific a
0	0	637	X	508.4	110.7	262	0.0029	0.00027	0.005377	0	328421.4	1711756.7	295728	205169.8	385308.5	385308.5	163684.6	-1022895.4	SLV 16	Si
0	0	637	Y	285	110.7	262	0.0029	0.000191	0.005378	0	328463.6	1711933.9	295768.8	205169.8	503756.9	503756.9	-115273.4	-1022686.4	SLV 6	Si

Verifica a taglio in famiglia SLD Resistenza

Direzione X										Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø10/12	98655	-	SLD 16	331249	295728	1180502	2.5	3.36	-42813	-	SLD 6	331277	295769	1180650	2.5	7.74	Si
31	2X/2Y ø10/12	98655	-1022794	SLD 16	330468	295728	1179694	2.5	3.35	-42813	-1022717	SLD 6	330496	295769	1179842	2.5	7.72	Si
62	2X/2Y ø10/12	98655	-1018646	SLD 16	329687	295728	1178886	2.5	3.34	-42813	-1018568	SLD 6	329715	295769	1179034	2.5	7.7	Si
92	2X/2Y ø10/12	98655	-1014498	SLD 16	328916	295728	1178089	2.5	3.33	-42813	-1014420	SLD 6	328944	295769	1178236	2.5	7.68	Si
123	2X/2Y ø10/12	98655	-1010403	SLD 16	328125	295728	1177271	2.5	3.33	-42813	-1010325	SLD 6	328152	295769	1177418	2.5	7.66	Si
154	2X/2Y ø10/12	98655	-1006201	SLD 16	327344	295728	1176463	2.5	3.32	-42813	-1006124	SLD 6	327371	295769	1176610	2.5	7.65	Si
185	2X/2Y ø10/12	98655	-1002053	SLD 16	326563	295728	1175655	2.5	3.31	-42813	-1001975	SLD 6	326590	295769	1175802	2.5	7.63	Si
215	2X/2Y ø10/12	98655	-997904	SLD 16	325782	295728	1174847	2.5	3.3	-42813	-997827	SLD 6	325809	295769	1174994	2.5	7.61	Si
246	2X/2Y ø10/12	98655	-993756	SLD 16	325001	295728	1174039	2.5	3.29	-42813	-993679	SLD 6	325028	295769	1174186	2.5	7.59	Si
277	2X/2Y ø10/12	98655	-989608	SLD 16	324220	295728	1173231	2.5	3.29	-42813	-989530	SLD 6	324247	295769	1173378	2.5	7.57	Si
308	2X/2Y ø10/12	98655	-985460	SLD 16	323439	295728	1172423	2.5	3.28	-42813	-985382	SLD 6	323466	295769	1172570	2.5	7.56	Si
339	2X/2Y ø10/12	98655	-981311	SLD 16	322658	295728	1171616	2.5	3.27	-42813	-981234	SLD 6	322685	295769	1171762	2.5	7.54	Si
369	2X/2Y ø10/12	98655	-977163	SLD 16	321877	295728	1170808	2.5	3.26	-42813	-977085	SLD 6	321904	295769	1170954	2.5	7.52	Si
400	2X/2Y ø10/12	98655	-973015	SLD 16	321096	295728	1170000	2.5	3.25	-42813	-972937	SLD 6	321123	295769	1170146	2.5	7.5	Si
431	2X/2Y ø10/12	98655	-968866	SLD 16	320315	295728	1169192	2.5	3.25	-42813	-968789	SLD 6	320342	295769	1169338	2.5	7.48	Si
462	2X/2Y ø10/12	98655	-964718	SLD 16	319534	295728	1168384	2.5	3.24	-42813	-964641	SLD 6	319561	295769	1168530	2.5	7.46	Si
492	2X/2Y ø10/12	98655	-960570	SLD 16	318754	295728	1167576	2.5	3.23	-42813	-960492	SLD 6	318780	295769	1167722	2.5	7.45	Si
523	2X/2Y ø10/12	98655	-956421	SLD 16	317973	295728	1166768	2.5	3.22	-42813	-956344	SLD 6	317999	295769	1166914	2.5	7.43	Si
554	2X/2Y ø10/12	98655	-952273	SLD 16	317204	295728	1165974	2.5	3.22	-42813	-952196	SLD 6	317230	295769	1166119	2.5	7.41	Si

Indicatori di rischio sismico a taglio in SLV

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.
31	2.594	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
62	2.594	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
92	2.594	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
123	2.592	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
154	2.584	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
185	2.577	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
215	2.569	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
246	2.562	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
277	2.554	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
308	2.549	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
339	2.541	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
369	2.533	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
400	2.525	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
431	2.517	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
462	2.509	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
492	2.5	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 13
523	2.494	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16
554	2.487	2187	1.87	0.285	1.651	SLV 16

Indicatori di rischio sismico a taglio in SLD Resistenza

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.
0	7.075	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
31	7.054	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
62	7.032	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
92	7.011	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
123	6.99	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
154	6.971	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
185	6.952	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
215	6.932	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
246	6.913	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
277	6.893	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
308	6.873	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
339	6.853	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
369	6.833	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
400	6.813	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
431	6.793	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
462	6.773	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
492	6.753	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
523	6.732	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16
554	6.712	2187	4.707	0.285	4.424	SLD 16

## **ALLEGATO C**

**Verifica dell'ancoraggio di spezzone resinato a pulvino con resina  
tipo Bossong BRC V PLUS**



## Materiale base

Non fessurato Calcestruzzo

Spessore materiale base 400 mm

Classe resistenza C25/30

 $f_{ck, cube}$  30 N/mm<sup>2</sup>

Temp.breve termine 40 °C

Temp.lungo termine 24 °C

## Installazione

Nessun braccio di leva

### Oggetto da fissare

Senza piastra base

## Posizione ancoranti

Ancorante	x	y	Asole -x	Asole -y
1	0,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



= Asole

## Profilo

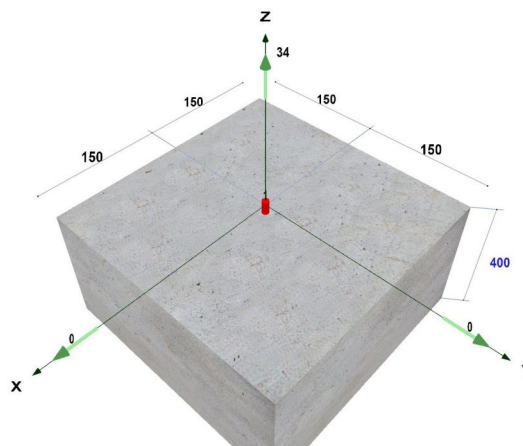
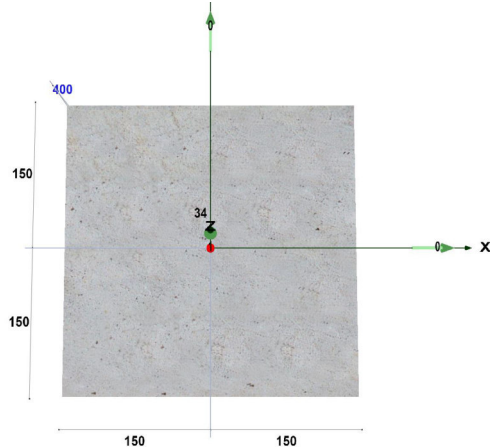
Profilo selezionato

Non è stato impostato nessun profilo

Eccentricità

X: 0,0 mm

Y: 0,0 mm



## Prodotto selezionato

Ancorante (nome)

BCR V PLUS/W/T + REBAR B450C - Chimico

Certificazione

ETA-09/0140

Dimensione

BCR V-PLUS - REBAR 16

Codice articolo

-

Rivestimento/Materiale

Zincato

- MATERIALE:

- Resina vinilestere bicomponente

- Barra ad aderenza migliorata

- TIPOLOGIA ANCORANTE:

- Ancorante chimico disponibile nei formati: 825 ml, 400 ml, 345 ml, 300 ml, 165 ml.





BOSSONG S.p.A. - Via E. Fermi, 49/51 (Z.I.2) - 24050 GRASSOBBIO (BG) Italy  
Tel +39 035 3846 011 - info@bossong.com - www.bossong.com

## Progetto

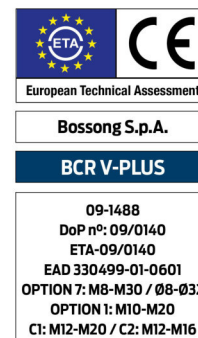
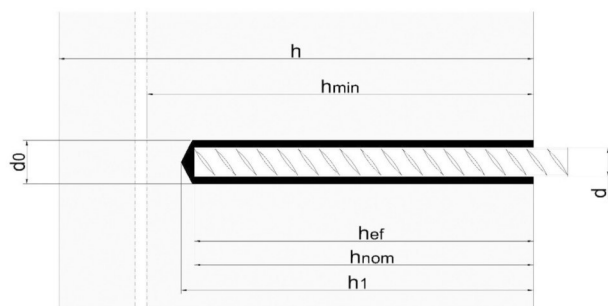
Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata



## Dati installazione

d	Diametro filettatura ancorante:	16,0	mm			
d <sub>nom</sub>	Diametro esterno ancorante:	16,0	mm	SW	Chiave:	0,0 mm
d <sub>0</sub>	Diametro del foro:	20,0	mm	T <sub>inst</sub>	Coppia di serraggio massima	0,0 Nm
h <sub>1</sub>	Profondità del foro:	130,0	mm		Categoria di utilizzo, calcestruzzo	Foro asciutto/bagnato
h <sub>nom</sub>	Profondità di inserimento:	125,0	mm			
h <sub>ef</sub>	Profondità effettiva di ancoraggio:	125,0	mm		Minima lunghezza barra	140,0 mm

## PRODOTTO:

Resina vinilestere bi-componente ad alto valore di aderenza per fissaggi pesanti per applicazioni su calcestruzzo. Questa resina può essere utilizzata anche in condizioni di calcestruzzo umido e foro allagato inclusi i fissaggi subacquei.

## CONDIZIONI DI CALCOLO:

Questo calcolo è basato esclusivamente su valori specifici per il prodotto.

Qualsiasi modifica apportata - cambiamento del prodotto o cambiamenti delle condizioni al contorno - richiederà un nuovo calcolo.

## Tipo di applicazione

L'applicazione risulta essere quella tipica degli spinotti.

L'ancoraggio risulta essere completamente immerso all'interno del calcestruzzo.

## Condizioni aggiuntive:

Per quanto riguarda la progettazione degli ancoraggi si deve essere a conoscenza delle verifiche supplementari per garantire la resistenza caratteristica dell'elemento di calcestruzzo (componente strutturale) EOTA TR029 ed Eurocodice 2 parte 4.



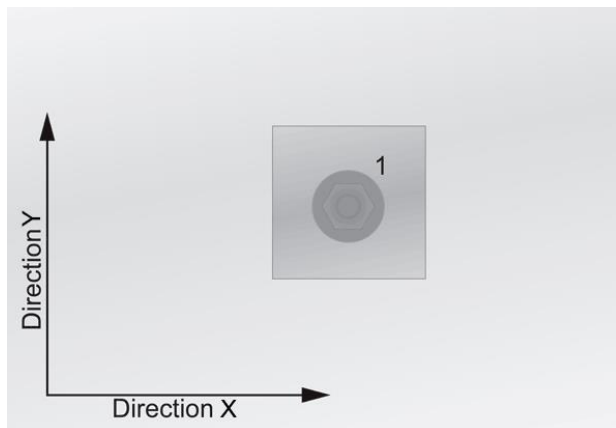
Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata



## Dati di Input

### Trazione

$N_{Sd,Z}$  34,00 kN

### Taglio

$V_{Sd,X}$  0,00 kN

$V_{Sd,Y}$  0,00 kN

### Flessione

$M_{Sd,X}$  0,00 kN·m

$M_{Sd,Y}$  0,00 kN·m

### Torsione

$M_{Sd,Z}$  0,00 kN·m

### Armatura

Diametro 14 mm

Distanza ferri 200 mm

Distanza staffe 200 mm

Armatura del bordo No

### Bordi

$C_{xp}$  150,00 mm

$C_{xn}$  150,00 mm

$C_{yp}$  150,00 mm

$C_{yn}$  150,00 mm

### Standard di calcolo

ETAG

**Carichi di progetto calcolati sugli ancoranti**

Ancorante	Trazione [kN]	Taglio [kN]	Taglio (x) [kN]	Taglio (y) [kN]
1	34,00	0,00	0,00	0,00
Risultante forze di trazione:		34,00	[kN]	
Risultante forze di compressione:		0,00	[kN]	
Risultante forze di taglio:		0,00	[kN]	

**Calcolo dell'utilizzo in accordo a: TECHNICAL REPORT TR029**

(β- è il rapporto tra la sollecitazione di progetto e la resistenza di progetto)

**Calcolo di utilizzo - Trazione****Trazione - Rottura Acciaio**

Ancorante	$N_{Rk,s}$ [kN]	$V_{M,s}$ [ - ]	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	$\beta_{N,s}$ [ % ]
1	108,50	1,44	75,35	34,00	45,1%

**Rottura combinata**

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,n}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{-x}$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_{-y}$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]
1	[1]	54,07	90.000	90.000	101	300	150	150	150	150	150
$\gamma_{Nr,p}$ [ - ]	$s_m$ [mm]	$\psi_{g,Np}$ [ - ]	$\psi_{re,Np}$ [ - ]	$\psi_{s,Np}$ [ - ]	$e_{Np,x}$ [mm]	$e_{Np,y}$ [mm]	$\psi_{ec,Np}$ [ - ]	$N_{Sd}$ [ kN ]	$N_{Rk,p}$ [ kN ]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$\beta_{Np}$ [ % ]
1.5	0,0	1,000	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	34,00	54,07	36,05	94,3%

**Trazione - Rottura per formazione del cono**

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,n}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$c_{-x}$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_{-y}$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]	$\gamma_{Nrkc}$ [ - ]
1	[1]	55,32	90.000	90.000	100,0	300	150	150	150	150	150	1,5



$\psi_{s,N}$ [ - ]	$\psi_{re,N}$ [ - ]	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [ - ]	$N_{Rk,c}$ [ kN ]	$N_{sd}$ [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	$\beta_{N,c}$ [ % ]
1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	55,3	34,0	36,9	92,2%

### Trazione - Rottura per Fessurazione del Calcestruzzo

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,sp}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$S_{cr,sp}$ [mm]	$C_{cr,sp}$ [mm]	$C_{-x}$ [mm]	$C_{+x}$ [mm]	$C_{-y}$ [mm]	$C_{+y}$ [mm]
1	[1]	77,31	62.500	62.500	250	125	150	150	150	150

$h_{ef}$ [mm]	$\psi_{s,sp}$ [ - ]	$\psi_{re,sp}$ [mm]	$e_{Nx}$ [mm]	$e_{Ny}$ [mm]	$\psi_{ec,sp}$ [ - ]	$\psi_{h,sp}$ [ - ]	$N_{Rk,sp}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$\gamma_{Msp}$ [ - ]	$\beta_{N,sp}$ [ % ]
125,0	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,319	101,99	34,00	67,992	1,5	50,0%

### Calcolo utilizzo - Taglio

Le forze applicate sulla piastra non causano taglio in nessun ancorante

### Combinazione trazione e taglio

	Ancorante	Trazione ( $\beta_N$ )	Taglio ( $\beta_V$ )	Condizione	Utilizzazione	Status
Acciaio	1	45,1%	0,0%	$\beta = \beta_N^2 + \beta_V^2$	20,4%	✓
Calcestruzzo	1	94,3%	0,0%	$\beta = (\beta_N + \beta_V) / 1.2$	78,6%	✓



Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata

## RISULTATO

OK - La capacità è adeguata

## NOTE

La verifica dei casi progettuali coperti da ETAG 001 e TR029 è eseguita in accordo a tali linee guida. La verifica dei casi progettuali non coperti da ETAG 001 o TR029 è eseguita tramite specifica linea guida. Maggiori dettagli possono essere trovati in ACP Design Guides. I carichi agenti sugli ancoranti sono valutati in accordo alla teoria dell'elasticità, assumendo che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida. L'utente deve verificare questa condizione, dal momento che il programma non verifica automaticamente la rigidità della piastra. Il trasferimento dei carichi dagli ancoranti al materiale base dovrà essere verificato in accordo a ETAG 001 Annex C o TR029 sezione 7. Il metodo di progettazione è valido solo per fori nella piastra di fissaggio con un diametro non superiore ai valori riportati in ETAG 001 Annex C o TR029 Tabella 4.1.

I coefficienti parziali di sicurezza applicati sono in accordo all'ETA del prodotto e ai documenti di progettazione sopra indicati, si prega di controllare le verifiche rispetto agli standard ed ai requisiti locali.

## AVVISO IMPORTANTE

I dati inseriti nel software, ed i relativi risultati, devono essere verificati dall'utente sotto la responsabilità di un ingegnere con esperienza nel settore dell'ancoraggio in calcestruzzo. Questo per assicurare che non vi siano errori e che tutti i dati siano completi, accurati e che rispettino le norme ed i regolamenti relativi alla condizione reale ed all'applicazione. I dati contenuti nel software sono relativi solo ed esclusivamente ai prodotti inseriti e si basano sui principi, formule e regolamenti di sicurezza in accordo alle esistenti linee guida per ancoraggi in calcestruzzo, oltre che all'esperienza tecnica del produttore. L'utente deve rispettare tali principi. L'utente è il solo responsabile circa i dati inseriti nel programma per eseguire il calcolo; qualsiasi errore od omissione ricade sotto la responsabilità dell'utente. L'utente deve assicurarsi di utilizzare la versione aggiornata del programma utilizzando la funzione di auto-aggiornamento messa a disposizione. L'utente deve aggiornare il programma quando è richiesto di farlo. L'obiettivo del programma è quello di agire come un aiuto al calcolo per aiutare a rispettare i regolamenti e le attuali linee guida, senza alcuna garanzia di idoneità per qualsiasi applicazione specifica.

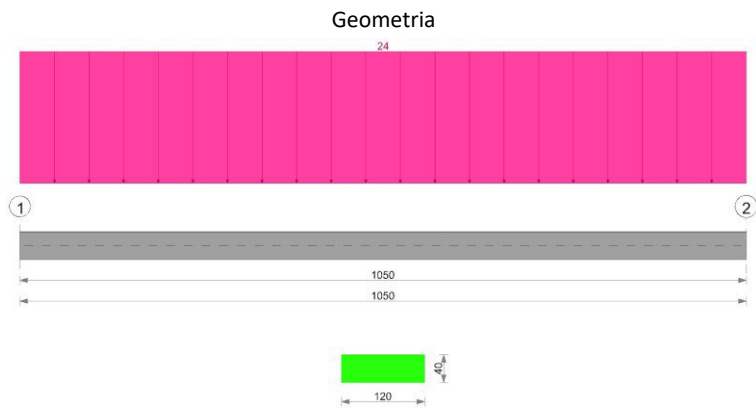
## **ALLEGATO D**

**Calcolo fondazione e spinta su muretto di contenimento sotto pulvini A e D**

# Muretto di contenimento dietro pile A e D

## Fondazione muretto di contenimento sezione 120x40 cm

Verifica di trave di fondazione condotta secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.).



### Fattori di sicurezza parziali per le proprieta' del calcestruzzo

$\gamma_C = 1.5$ ;  $\gamma_S = 1.15$

### Condizioni elementari di carico

Descrizione	Tipo	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
G1	Permanente strutturale			
G2	Permanente portato			
Q	Variabile	0.7	0.5	0.3

### Combinazioni di carico

#### Famiglia "SLU"

Descrizione	G1	G2	Q
1	1	0.8	0
2	1	0.8	1.5
3	1	1.5	0
4	1	1.5	1.5
5	1.3	0.8	0
6	1.3	0.8	1.5
7	1.3	1.5	0
8	1.3	1.5	1.5

#### Famiglia "SLE rara"

Descrizione	G1	G2	Q
1	1	1	0
2	1	1	1

#### Famiglia "SLE frequente"

Descrizione	G1	G2	Q
1	1	1	0
2	1	1	0.5

#### Famiglia "SLE quasi permanente"

Descrizione	G1	G2	Q
1	1	1	0
2	1	1	0.3

### Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500  
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

### Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 120x40_1	Rettangolare	120	40	3.5	3.5	3.5

### Geometria delle campate



**Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2**

Luce: 1050;

sezione n° 1 - R 120x40\_1

Rigidità elastica terreno compressione: 1

Rigidità elastica terreno trazione: 1

Magrone: spessore: 10; sbordo: 10

**Elenco dei carichi**

Peso proprio valutato automaticamente e riportato nei carichi in elenco.

**Campata 1**

Peso proprio: 15.5

Carico uniforme: G1 0; G2 24; Q 0

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

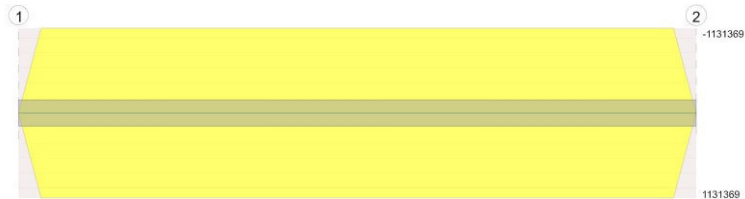


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

**Output campate****Campata 1****Verifiche a flessione in famiglia SLU**

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	0	0	0	0	0	SLU 1	0	0	0	+∞	0	SLU 1	0	0	0	+∞	Si
525	7.92	5.3	7.92	5.3	0	SLU 1	0	1131369	0.105	+∞	0	SLU 1	0	-1131369	0.105	+∞	Si
1050	0	0	0	0	0	SLU 1	0	0	0	+∞	0	SLU 1	0	0	0	+∞	Si

**Verifiche geotecniche****Tensioni sul terreno campata 1**

x	σ min.	Comb.	σ lim.	γR	Coeff. sic.
0	0.401	SLU 7	2.609	2.3	6.5
490	0.401	SLU 7	2.609	2.3	6.5
525	0.401	SLU 7	2.609	2.3	6.5
1050	0.401	SLU 7	2.609	2.3	6.5

**Verifica di capacità portante SLU**

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 12.09

Cmp	Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
0	SLU 8	0	0	-58957	0	0	140	1050	LT	0	38	0.00195	0.02	2.3	712839	58957	12.09		Si

**Fattori di capacità portante SLU**

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
48.9	61.4	78	1.1	1.11	0.95	1.02	1.03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## Spinta sul muretto e in fondazione

Nel seguito si riportano le verifiche effettuate sui muretti di contenimento in progetto dietro alle pile A e D.

Le azioni di progetto ipotizzate sono certamente a favore di sicurezza rispetto alla situazione di spinta reale. La parte verticale del muro di contenimento, edificato in prismi in cemento da 20 cm di spessore, infatti, presenterà spinte del terreno molto basse in quanto posizionato sotto il pulvino delle pile e quindi sgravato dalle spinte dovuto al terreno ed al traffico.

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File:

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno  $\phi^o$  30  
Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro  $\delta^o$  20  
Inclinazione parete (%) i 0 Ang. attrito fondazione  $\phi_f^o$  30  
Altezza parete (m) h2 1.6 Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$  20  
Spessore in testa (m) s2 0.2 Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$  10  
Spessore alla base (m) s3 0.2 Dati Sisma  $K_v$  0.0207  $K_h$  0.0415  
Altezza fondazione (m) h3 0.4 N° lati terreno 1  
Sbalzo fond. contro terra L1 0  
Larghezza totale fond. L2 1.2 Calcolo Visualizza

Impalcato  
Ni 4 dN 0  
Vi 0 kN

Zoom

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	5	0	0

**Parete**

St 9.218 kN  
Sq 0 kN  
Ss 0.9696 kN  
Si 0.1328 kN  
M 5.264 kNm  
N 10.75 kN  
V 9.706 kN

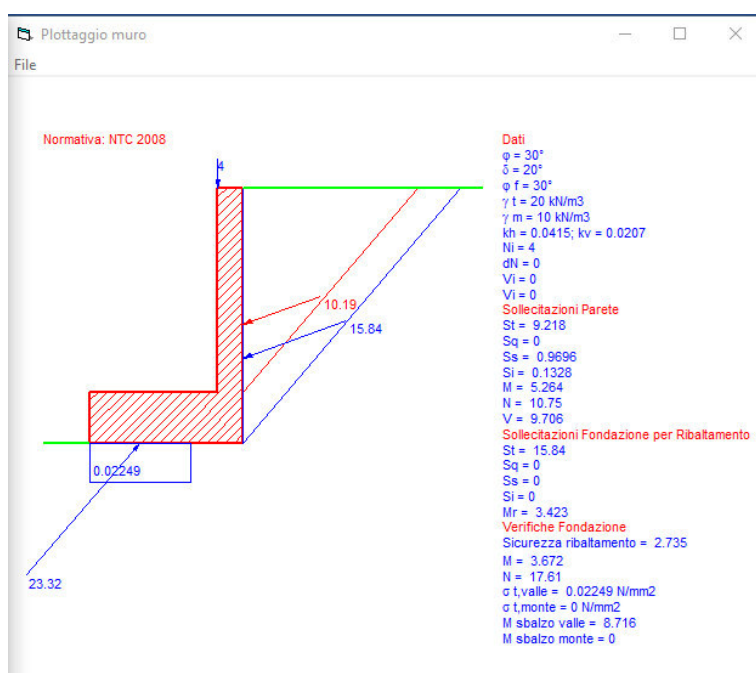
**Fondazione**

**Ribaltamento**  
St 15.84 ?1  
Sq 0  
Ss 0  
Si 0  
Mr 3.423  
Ms 9.360  
Ms/Mr 2.735

**Scorrimento**  
St 14.40 ?2  
Sq 0  
Ss 1.515  
Si 0.3320  
V 15.29  
N 17.61  
c. scor.


**Schiacciamento**  
St 14.40 ?2  
Sq 0  
Ss 1.515  
Si 0.3320  
M 3.672  
N 17.61  
V 15.29

**Sbalzi Fondazione**  
M valle 8.716  
M monte 0  
 $\sigma_{t, valle}$  0.02249 MPa  
 $\sigma_{t, monte}$  0  
% comp. 65.25  
Verifiche più gravose



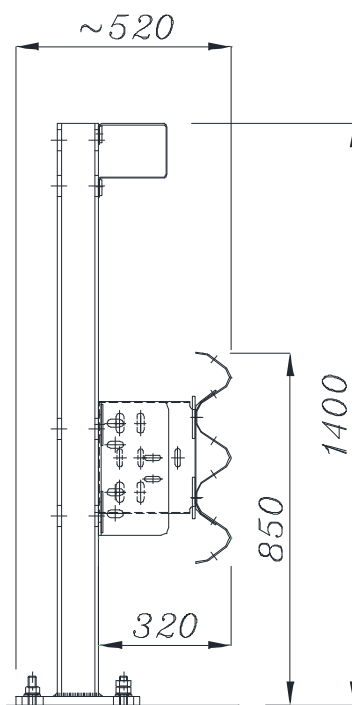
**ALLEGATO E**


**Relazioni specifiche Barriera Bordo Ponte H3 (del tipo 3N.TU-Bpl.71 con rete anti-lancio leggera)**

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

## MANUALE D'INSTALLAZIONE


**(Rif. Dis. 050-A740/00)**



Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

## **INDICE GENERALE**

1. INSTALLAZIONE DELLA BARRIERA 3N.TU-BPL.71
  - 1.1 Operazioni preliminari e scarico in sito del materiale
  - 1.2 Tracciamento
  - 1.3 Posizionamento e fissaggio dei pali
  - 1.4 Posizionamento ed assemblaggio della trave superiore
  - 1.5 Posizionamento ed assemblaggio dei distanziatori
  - 1.6 Posizionamento ed assemblaggio del nastro a tripla onda
  - 1.7 Allineamento della barriera e serraggio dei bulloni
  - 1.8 Controlli e precauzioni
  - 1.9 Ancoraggi di inizio e fine tratta
  - 1.10 Terminali semplici e speciali
  - 1.11 Transizioni
  - 1.12 Elementi per giunti di dilatazione
  - 1.13 Installazione in presenza di curve
  - 1.14 Accorgimenti particolari
  - 1.15 Deposito di cantiere
  - 1.16 Attrezzature
  - 1.17 Manutenzione
  - 1.18 Ispezione
  - 1.19 Norme armonizzate di riferimento
  - 1.20 Avvertenze

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

## 1. MANUALE PER L'INSTALLAZIONE (RIF. DISEGNO 050-A740/00<sup>1</sup>).

Lo schema d'installazione della barriera 3N.TU-bpl.71 è costituito dai disegni di riferimento:

- disegno 050-A740/00 complessivo,
- disegno 050-B574/00 e 050-B575/00 ancoraggi estremità inizio tratta,
- disegno 050-A742/00 esploso assonometrico
- disegno 050-A740/0B "Elenco dei componenti della barriera"
- disegno 050-C667/00 configurazione su giunti di dilatazione.

Ai suddetti disegni deve essere fatto pieno riferimento.

Nella posa in opera delle barriere dovranno essere osservate le norme e le prescrizioni seguenti.

### 1.1 Operazioni preliminari e scarico in sito del materiale.

1. Lo scarico del materiale costituente la barriera stradale dagli automezzi di trasporto deve essere effettuato utilizzando idonee attrezzature di movimentazione (gru installata sul camion o carrello elevatore munito di forche), nel rispetto delle vigenti norme in materia di sicurezza.
2. Per lavori d'installazione in presenza di traffico, predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare e convogliare il traffico stesso e proteggere il personale preposto ai lavori dal flusso normale degli autoveicoli circolanti, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza.
3. Il personale deputato all'esecuzione dei lavori deve essere munito del previsto equipaggiamento, quale scarpe antinfortunistiche, guanti, cuffie antirumore, casco e cinture di sicurezza e quant'altro previsto dalle norme vigenti in materia di sicurezza sul lavoro.
4. Le operazioni d'installazione devono sempre avvenire sotto la sorveglianza di un tecnico specializzato e nel rispetto delle norme di sicurezza applicabili.

### 1.2 Tracciamento.

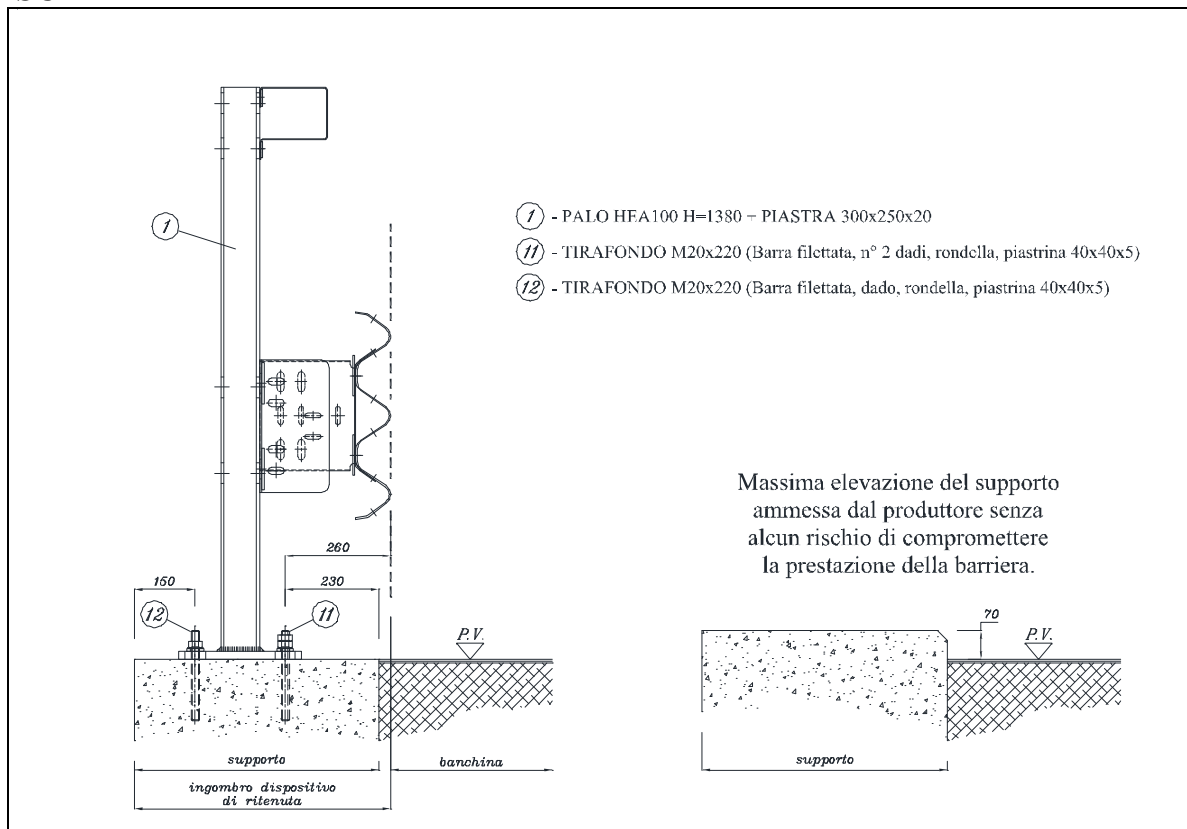
5. Lo schema d'installazione della barriera 3N.TU-bpl.71 è costituito dai disegni di riferimento indicati a paragrafo 1. Ai suddetti disegni deve essere fatto pieno riferimento.
6. Nella condizione ottimale la barriera sarà posizionata al limite esterno della banchina stradale<sup>2</sup> – **SCHEMA 1** -. I fori per l'infissione dei tirafondi anteriori della barriera devono essere predisposti a distanza uguale o superiore a 23 cm dal bordo del supporto

- <sup>1</sup> Le ultime due cifre della stringa di identificazione del disegno Tubosider ne specificano il numero di revisione. Il manuale riporta l'indicazione del disegno nella revisione originaria, quella presentata in sede di prove iniziali di tipo (ITT). Tubosider si riserva sempre la possibilità di operare nuove revisioni, purché non sostanziali e/o inficianti l'ITT, che annullano e sostituiscono le versioni precedenti. La versione più aggiornata dei disegni è quella richiamata nella Dichiarazione di Prestazioni rilasciata dal produttore e nella documentazione tecnica di prodotto.

- <sup>2</sup> Fatte salve indicazioni diverse impartite dal Progettista degli interventi e/o dalla Direzione Lavori.

(tolleranza di posa  $\pm 1$  cm). I tirafondi posteriori devono essere predisposti ad una distanza uguale o superiore a 15 cm dal bordo del supporto (tolleranza di posa  $\pm 1$  cm).


## SCHEMA 1



7. Il supporto<sup>3</sup> deve essere realizzato, preferibilmente, in calcestruzzo C32/40, secondo EN 206-1 e, perlomeno, deve assicurare una resistenza a compressione minima  $f_{ck,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ .
8. Posizionamenti differenti dalla condizione ottimale sono possibili, ma devono essere preventivamente concordati con Tubosider<sup>4</sup>.
9. Le operazioni di tracciamento devono essere eseguite con accuratezza, avvalendosi di sistemi di tracciamento laser oppure più semplicemente prendendo a riferimento una corda tesa e fissata alle due estremità dell'impianto.
10. E' buona prassi disporre di un supporto in cemento armato progettato in modo da evitare interferenze tra tirafondi d'ancoraggio e ferri longitudinali d'armatura. Questo genere di condizione consente il posizionamento verticale dei tirafondi e in modo agevole. Diversamente, sarà cura dell'esecutore informare la Direzione Lavori dell'impedimento e congiuntamente decidere quali correttivi adottare. Qualsiasi taglio

- <sup>3</sup> Le dimensioni del supporto non rappresentano un vincolo purchè il manufatto sia stato calcolato per resistere alle sollecitazioni trasmesse dalla barriera, o nel rispetto dei carichi specificati nella EN 1991-2 punto 4.7.3.3 "Forze di collisione sui sistemi di contenimento" e relative norme nazionali di recepimento.

- <sup>4</sup> Senza particolari prescrizioni, è possibile posizionare i tirafondi anteriori anche a soli 18 cm dal bordo anteriore del supporto, mantenendo quelli posteriori a distanza di 15 cm dal bordo posteriore, purchè il calcestruzzo sia di classe superiore/uguale a C35/45, in presenza di armature longitudinali diametro  $\geq 12$  mm (almeno 5-6 barre correnti superiori ed inferiori) e staffe diametro  $\geq 12$  mm, con passo inferiore/uguale a 20 cm.

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <b>Manuale d'installazione</b>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> GRUPPO RUSCALLA
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiotti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

dei ferri d'armatura deve essere autorizzato dalla Direzione Lavori. Qualsiasi infissione di tirafondi in deroga alle prescrizioni del presente Manuale deve essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

### 1.3 Posizionamento e fissaggio dei pali.

11. I pali di sostegno (riferimento 1) devono essere distanziati all'interasse di  $2250^{+20}$  mm e collegati al cordolo in c.a. mediante tirafondi d'ancoraggio. Si consiglia di munirsi di "dima" per la foratura del cordolo in c.a. in modo tale da avere i pali all'interasse prescritto.
12. In presenza di supporti con pendenza trasversale inferiore o uguale al 3% i pali della barriera possono essere installati ortogonali allo stesso, senza compromettere il funzionamento del dispositivo (soluzione consigliata). Per pendenze superiori o in caso di prescrizioni progettuali differenti, occorrerà collocare i pali in posizione zenitale, provvedendo alla realizzazione di idoneo baggiolo di livellamento. In presenza di baggiolo non si esclude che si debbano anche adottare tirafondi con profondità d'infissione maggiorata pari allo spessore del riporto (evenienza da valutare caso per caso).
13. Eseguire il tracciamento della posizione dei tirafondi d'ancoraggio M20x220 classe 8.8 (riferimento 11 e 12) e procedere alla perforazione del cordolo mediante attrezzatura con punta perforante di misura compatibile con il diametro foro ed alla profondità idonea all'alloggiamento dei suddetti tirafondi:
  - Diametro foro: 24 mm
  - Profondità foro<sup>5</sup>: 155 mm
14. Si prescrive l'applicazione di ancoraggi chimici. In ogni caso il sistema adottato dovrà assicurare una tensione tangenziale ultima di aderenza superiore/uguale a  $15,0 \text{ N/mm}^2$  con calcestruzzi di  $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ . Per applicazioni ordinarie si propone l'impiego dei seguenti prodotti:
  - FORI DIAMETRO 24 mm.
    - HILTI HIT RE 500..... ml 1400 (2,1 kg) per n° 28 fori (n° 7 pali)
    - FISCHER ECM-X..... kg. 5,0 per 72 fori (n° 18 pali)
    - ALPAS ALPAPOX AD2189-AD2190/C ..... kg. 6,0 per 92 fori (n° 23 pali)


#### NOTE:

- Altre tipologie<sup>6</sup> di "malta/resina per fissaggio chimico" sono ammesse a condizione che il prodotto utilizzato in alternativa garantisca una tensione tangenziale ultima di aderenza superiore a  $15,0 \text{ N/mm}^2$ .
  - Per applicazioni in ambiente con temperatura inferiore a  $-5 \text{ °C}$  si consiglia l'utilizzo di ancorante chimico HILTI HVU, oppure HILTI HIT-ICE, oppure equivalenti.
15. I fori devono essere riempiti di "malta/resina per fissaggio chimico".
- Eseguire la preparazione della malta/resina secondo le istruzioni del produttore della malta/resina utilizzata, ponendo particolare attenzione alle raccomandazioni

- <sup>5</sup> Il foro non deve raggiungere una profondità di 5-10 mm superiore a quella prescritta per l'infissione del tirafondo. Fori troppo profondi possono compromettere la tenuta dell'ancoraggio.

- <sup>6</sup> In qualsiasi caso, l'equivalenza d'impiego deve essere avallata dal produttore Tubosider.



Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <b>Manuale d'installazione</b>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> GRUPPO RUSCALLA
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiotti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

per la miscelazione del prodotto e a quelle di sicurezza in quanto la malta/resina è un prodotto pericoloso.

- Eseguire la pulizia dei fori mediante getto di aria compressa da almeno 7/8 bar, provvedendo ad eliminare completamente la presenza di umidità sulle pareti del foro, e procedere alla colata della malta/resina. **Il corretto funzionamento dell'ancoraggio è garantito dalla completa saturazione del foro che ospita il tirafondo.** In situazioni normali tale risultato è raggiunto riempiendo il foro per 1/3 della sua profondità.
- Le quantità di prodotto fornite da TUBOSIDER S.p.A. assicurano la corretta esecuzione dell'ancoraggio per la situazione indicata al punto 14 e, comunque, viene fornita una quantità di resina in eccesso (+ 40 %) rispetto alle reali esigenze, garantendo così la compensazione di eventuali inconvenienti e/o sprechi in fase di colata del prodotto.
- Posizionare i pali (riferimento 1), come indicato nello **SCHEMA 2**, controllando gli allineamenti.
- Procedere quindi con l'inserimento dei tirafondi<sup>7</sup> d'ancoraggio, con profondità di posa pari a minimo 150 mm (tolleranza di posa  $\pm 5$  mm):
- pulire i tirafondi, verificando che siano privi di polvere, grassi e quant'altro possa comprometterne l'adesione alla resina;
- accertarsi che i fori siano portati a saturazione. In caso contrario aggiungere della malta/resina;
- accertarsi che nei fori non vi siano bolle d'aria<sup>8</sup>.
- Non appena la malta/resina si è indurita, procedere all'inserimento delle rondelle e dei dadi M20 per i tirafondi d'ancoraggio unitamente alla piastrina 40x40x5 (riferimento 13) – **SCHEMA 3** -<sup>9</sup>
- In fase di posa, si raccomanda di fare particolare attenzione al mantenimento dell'ortogonalità dei tirafondi. Massima deviazione ammissibile: 6 gradi rispetto all'asse verticale.<sup>10</sup>
- In presenza di supporti non correttamente livellati, non si esclude di dover spessorare la piastra di base dei pali. Senza richiedere l'adeguamento del cordolo è possibile colmare delle fessure di altezza massima inferiore a 9 mm. Si agisce collocando sotto la piastra del palo delle piastrine di acciaio così da mantenere il palo verticale.
- Per ragioni di durata nel tempo, si consiglia di sigillare la fessura lungo tutto il perimetro della piastra mediante malte livellanti oppure silicone. Per fessure

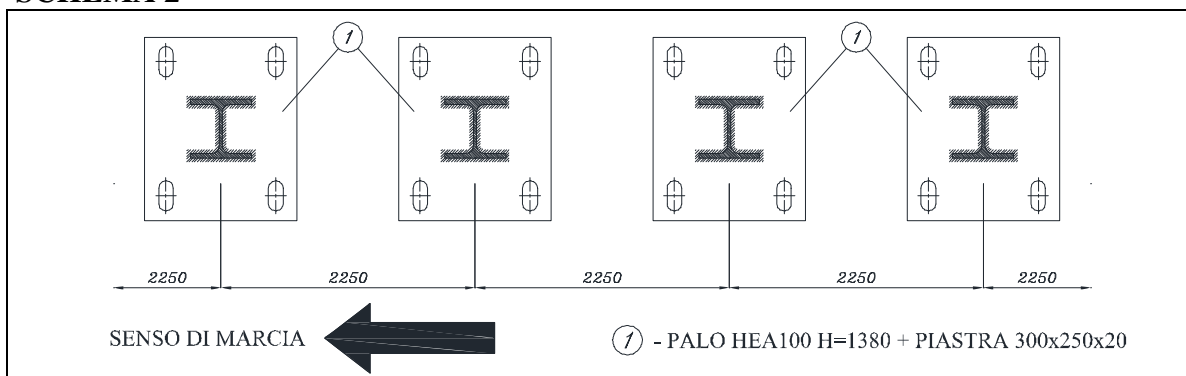
- <sup>7</sup> La barriera potrà considerarsi effettivamente funzionante soltanto una volta decorso il periodo di indurimento della resina (ricavabile consultando le specifiche tecniche del prodotto adottato).
- <sup>8</sup> Inserire per almeno 2/3 il tirafondo all'interno del foro imprimendo una rotazione, estrarlo nuovamente e posarlo definitivamente, sempre imprimendo una rotazione per permettere ai filetti di impastarsi perfettamente con la resina.
- <sup>9</sup> Tale operazione deve essere eseguita rispettando il tempo di lavorazione specificato nelle schede tecniche del produttore della resina adottata; non prima e sempre accertandosi che la resina abbia una consistenza solida. Si specifica inoltre che è fatto divieto di procedere al serraggio dei tirafondi appena ultimata la fase di lavorazione della resina. Ciò potrà essere effettuato una volta trascorso un periodo di tempo pari, almeno, al 20% di quello specificato dal produttore della resina adottata per il tempo di indurimento.
- <sup>10</sup> Sull'argomento consultare anche il "Manuale di manutenzione". Si osserva che un tirafondo sensibilmente inclinato determina una minor infissione. Pertanto, sincerarsi sempre che si raggiunga la corretta profondità. Qualche prova di sfilamento è sempre consigliata, a maggior ragione in casi del genere.

superiori a 9 mm è necessario realizzare un baggiolo di livellamento (e valutare l'idoneità della profondità d'infissione del tirafondo).

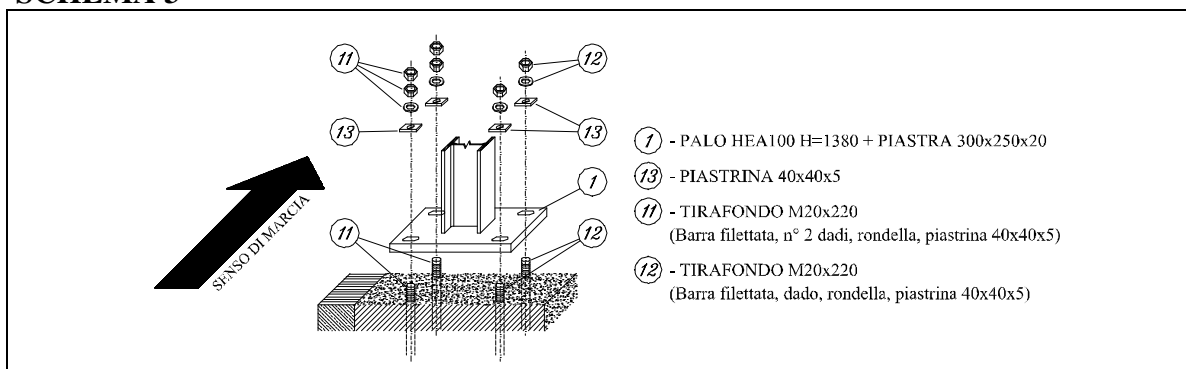
16. Il corretto posizionamento del palo HEA100 (riferimento 1) è il seguente:

- L'estremità inferiore del palo è quella contraddistinta dalla piastra di base 300x250x20 con asole 24x50 mm predisposte per l'inserimento dei tirafondi d'ancoraggio.
- Il palo deve essere posizionato con l'anima da 96 mm orientata in senso ortogonale alla strada – **SCHEMA 2** -

**SCHEMA 2**



**SCHEMA 3**



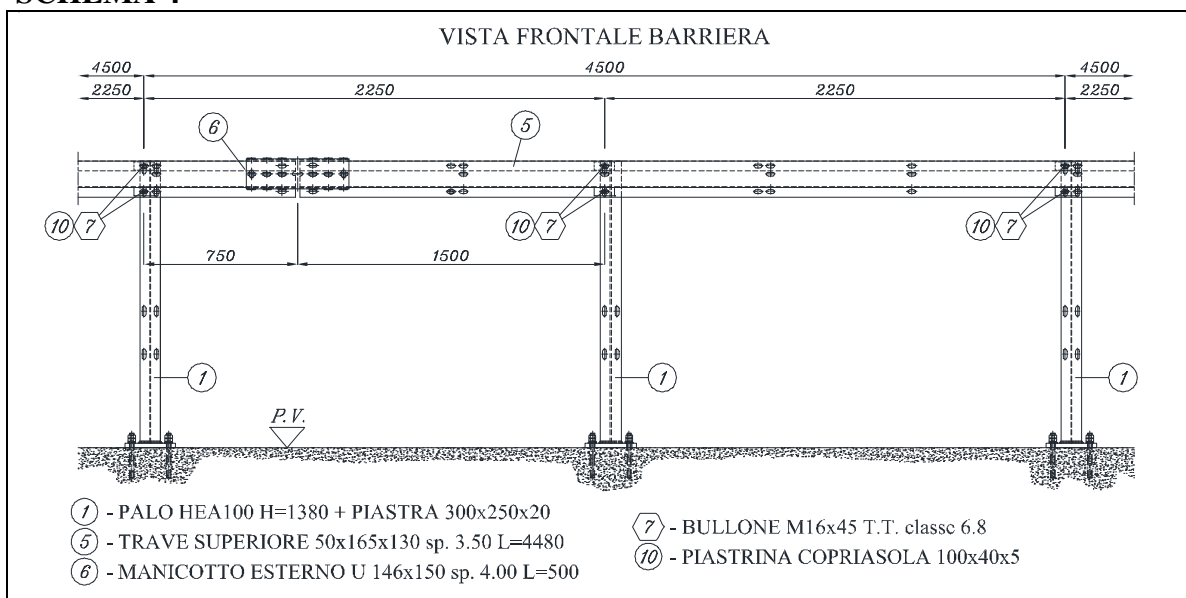
#### 1.4 Posizionamento ed assemblaggio della trave superiore.

17. Si sottolinea che il corretto montaggio della trave superiore (riferimento 5) al palo (riferimento 1) prevede, nella vista frontale della barriera, uno sfalsamento della giunzione delle travi rispetto alla mezzzeria dell'interasse tra i pali – **SCHEMA 4** - . Tale operazione consentirà la corretta installazione delle travi d'estremità in inizio e fine tratta della barriera 3N.TU-bpl.71.
18. La trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5) deve essere fissata al palo in corrispondenza delle asole presenti sull'ala del palo stesso nella sua estremità superiore dalla parte prospiciente la sede stradale (le due asole da utilizzare, a seconda del senso di marcia del traffico, sono indicate negli schemi 5a e 5b seguenti). Il

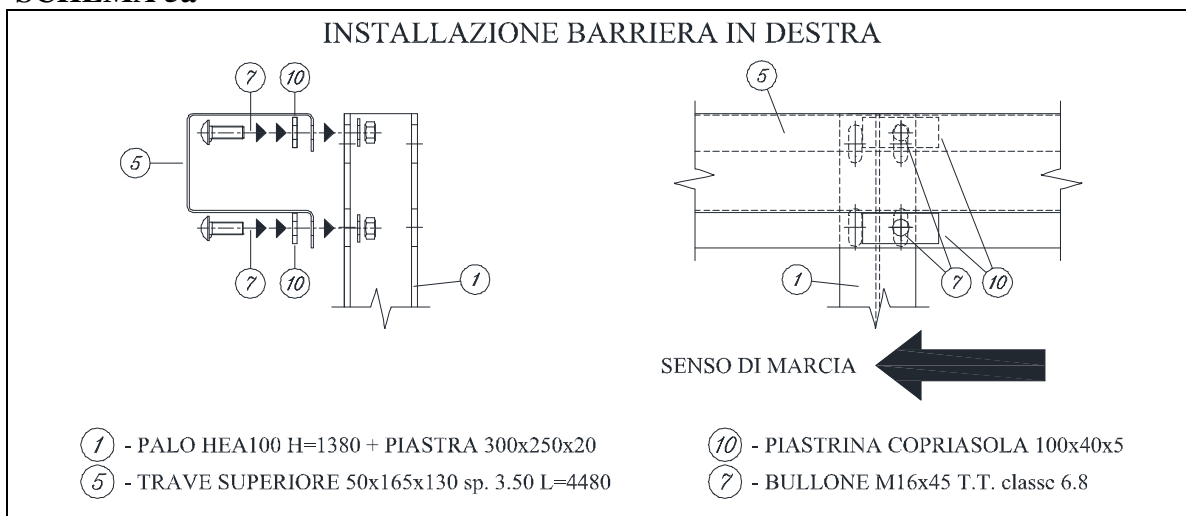
bloccaggio deve essere realizzato utilizzando n° 2 bulloni di tipo M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) unitamente alla piastrina copriasola (riferimento 10) – **SCHEMA 5a / 5b** - . La reciproca giunzione tra le travi superiori consecutive si attua impiegando il manicotto di giunzione esterno U 146x150 sp. 4 l=500 (riferimento 6) ed utilizzando n° 18 bulloni M16x40 T.T.D.E classe 8.8 (riferimento 8). Si raccomanda di utilizzare, per i 12 bulloni di giunzione superiori ed inferiori, le piastrine copriasola (riferimento 10) come indicato nello – **SCHEMA 6** - .

19. In corrispondenza della metà dell'interasse dei pali, nella parte posteriore della trave superiore devono essere posizionati i rinforzi 70x5 l=175 (riferimento 9), n° 2 per ogni interasse tra i pali, fissandoli alla trave tramite n° 2 bulloni M16x30 T.T. classe 6.8 (riferimento 7).

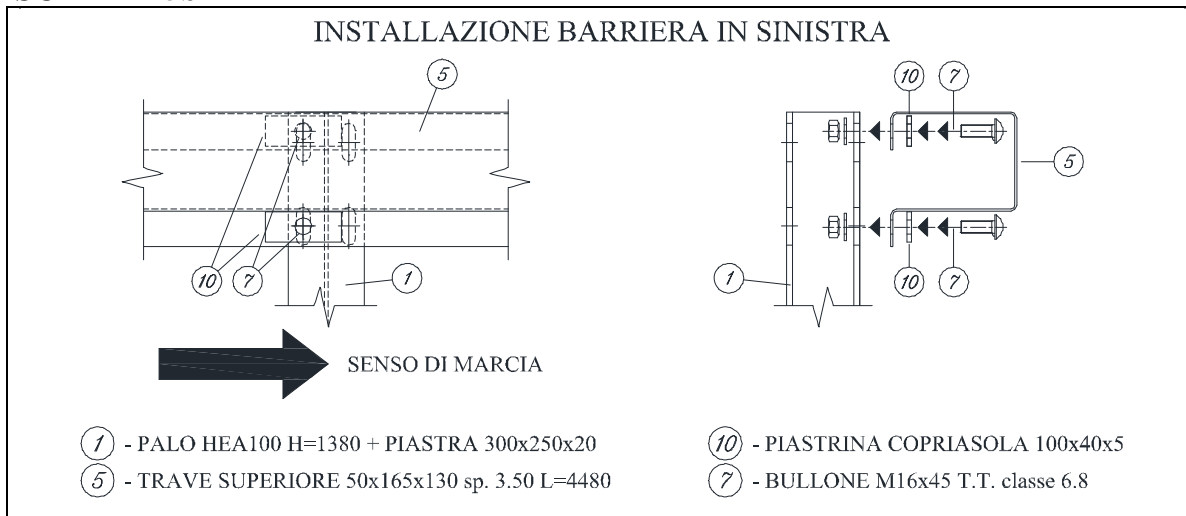
#### SCHEMA 4



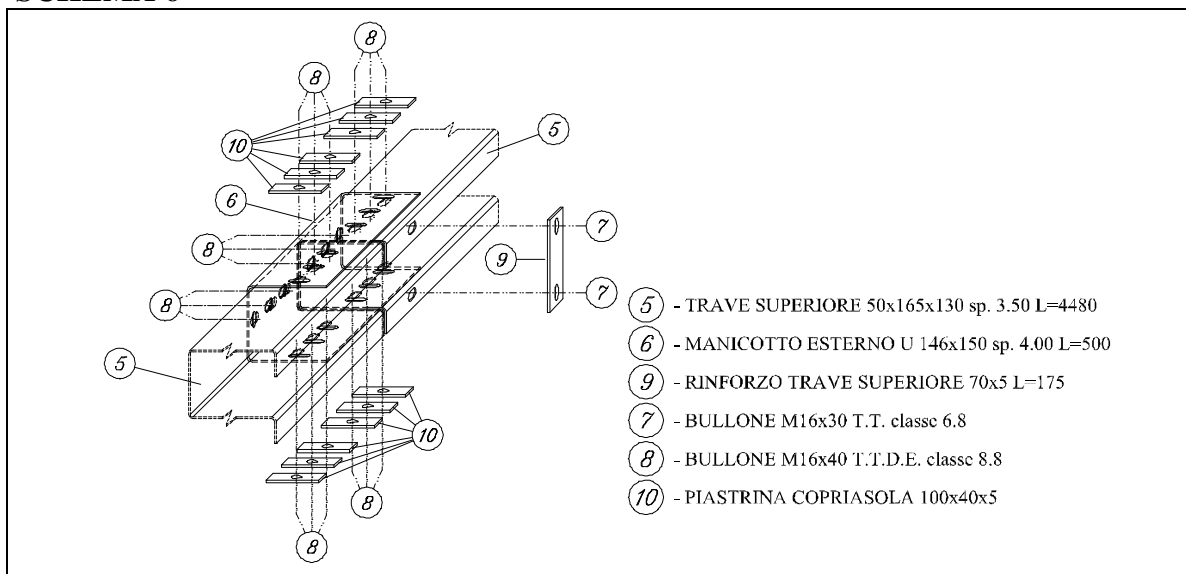
#### SCHEMA 5a



## SCHEMA 5b



## SCHEMA 6



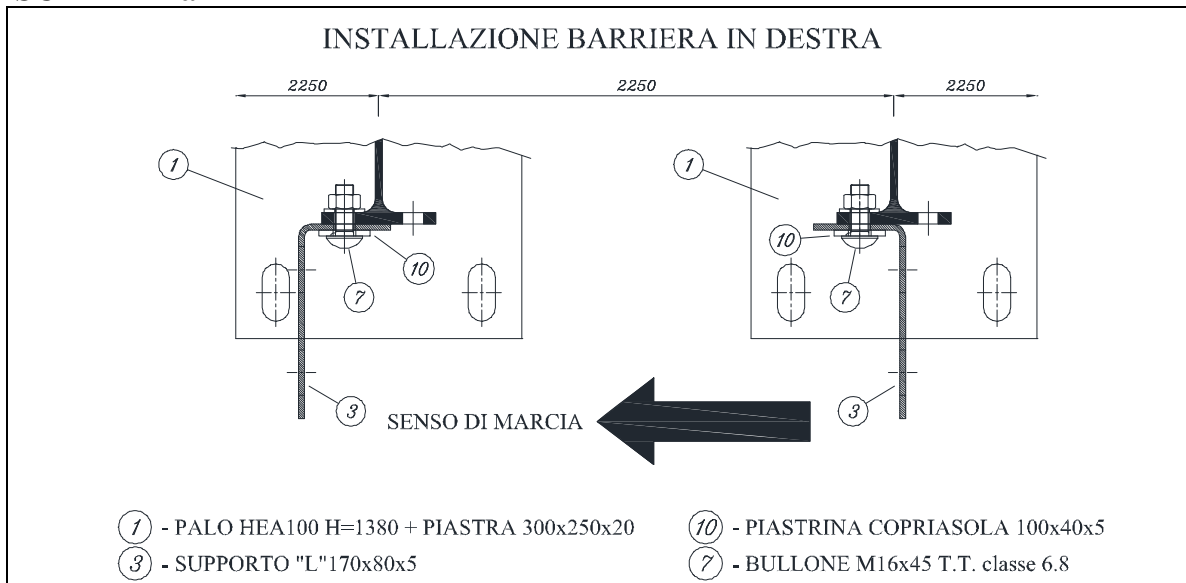
## 1.5 Posizionamento ed assemblaggio dei distanziatori

20. Il distanziatore per il nastro a tripla onda è formato da n° 2 componenti:

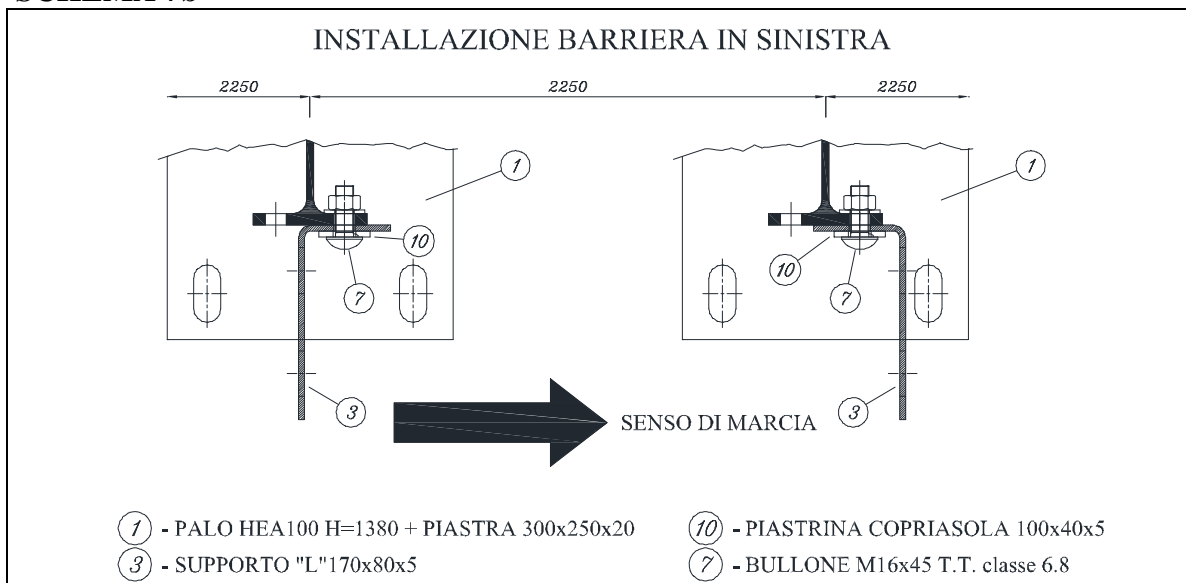
- Supporto "L" 170x80 sp. 5 h=324 mm (riferimento 3)
- Distanziatore per nastro a tre onde (riferimento 4)

21. Il fissaggio sul palo del supporto "L" 170x80 (riferimento 3), deve essere attuato facendo collimare le due asole presenti sull'ala da 80 mm con quelle presenti sull'ala del palo nella parte prospiciente la sede stradale (le due asole da utilizzare, a seconda del senso di marcia del traffico, sono indicate negli schemi 7a e 7b seguenti). I supporti "L" 170x80 devono essere in posizione "ALTERNATA" ogni 2250 mm. Per il corretto posizionamento del supporto, fare riferimento allo - **SCHEMA 7a / 7b** -.

## SCHEMA 7a

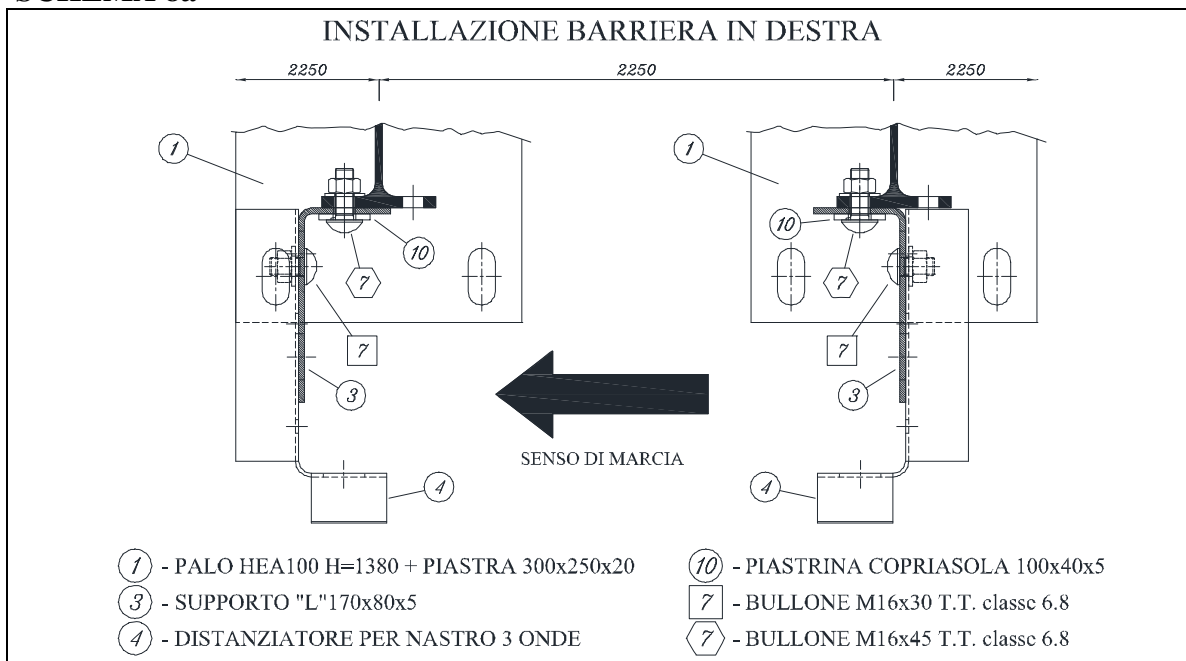


## SCHEMA 7b

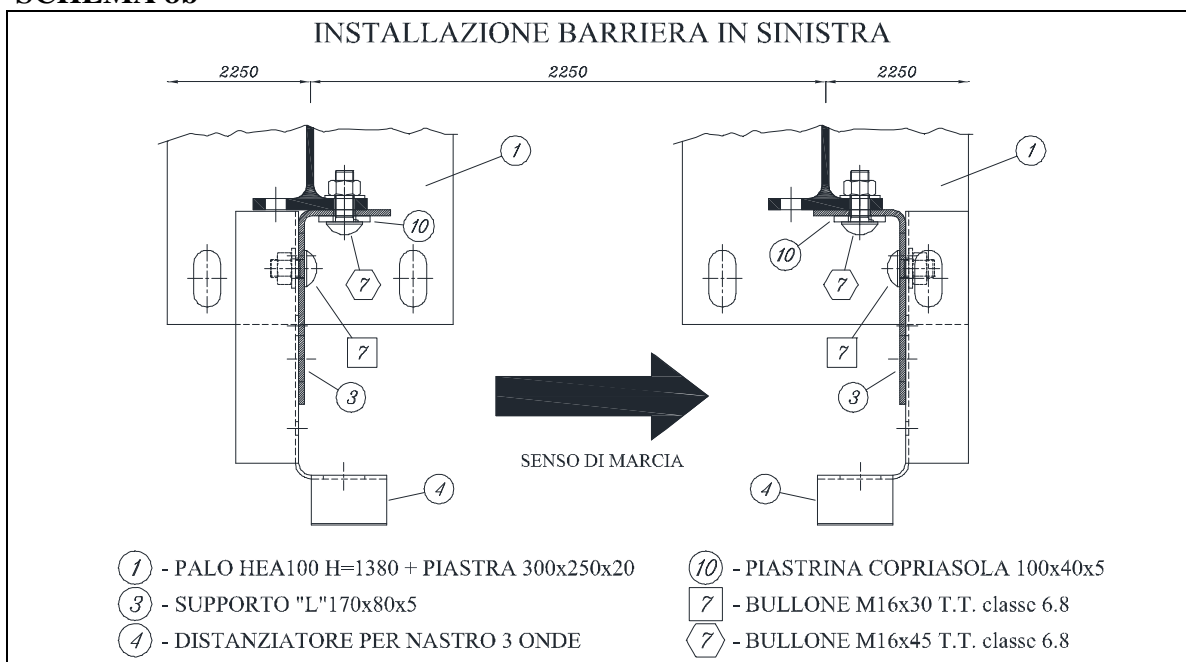


22. Per il fissaggio del supporto "L" 170x80 (riferimento 3) al palo (riferimento 1) utilizzare n° 2 bulloni M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) unitamente alla piastrina copriasola (riferimento 10).
23. Il distanziatore per il nastro a tripla onda (riferimento 4) deve essere accoppiato al supporto ad "L" 170x80 (riferimento 3) facendo adagiare la parte "piatta" del distanziatore a quella del supporto "L" 170x80. Anche i distanziatori, come avviene per i profili ad "L", devono essere in posizione "ALTERNATA" ogni 2250 mm. Per il corretto posizionamento del distanziatore, fare riferimento allo - **SCHEMA 8a / 8b** -.

## SCHEMA 8a



## SCHEMA 8b

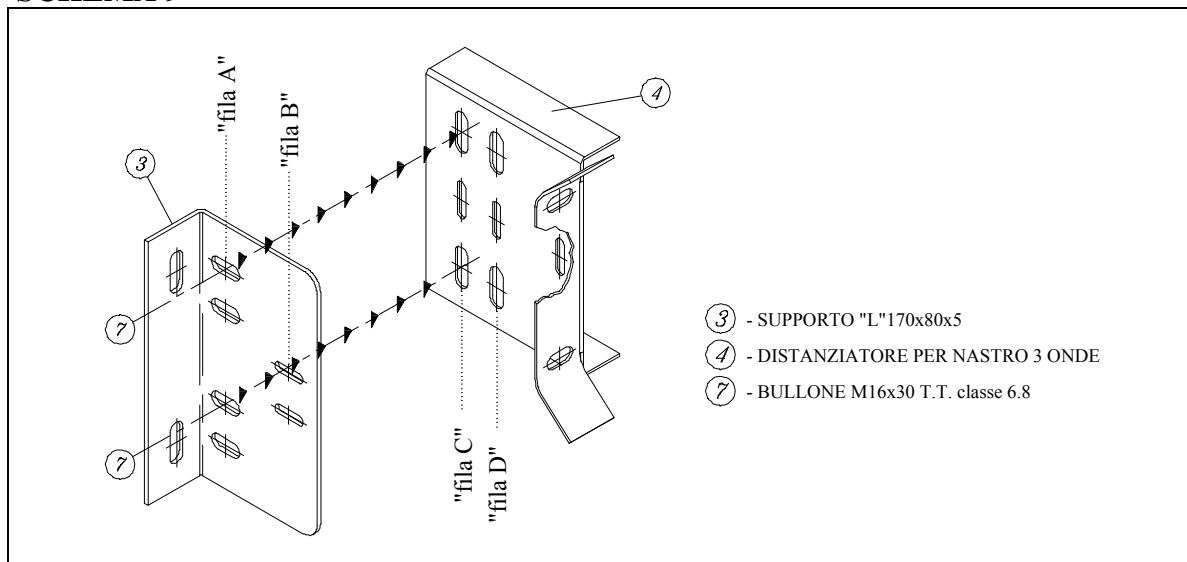


24. La giunzione tra il distanziatore per il nastro a tripla onda (riferimento 4) ed il supporto "L" 170x80 (riferimento 3) deve avvenire nel seguente modo:

- Accostare il distanziatore per il nastro a tripla onda al supporto "L" 170x80 posizionando il distanziatore a "filo" con la parte superiore del supporto. Il distanziatore deve essere poi fatto traslare verso il palo, in modo da far sì che la "fila A" di asole presenti sul supporto "L" 170x80 collimi con la "fila C" di asole presenti sul distanziatore per il nastro a tripla onda.
- Procedere con il reciproco fissaggio dei due componenti impiegando n° 2 bulloni M16x30 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) inserendoli nelle asole

predisposte su di essi e che si vengono a rendere “visibili” – **SCHEMA 9** -.  
Le coppie di serraggio da adottare per i due suddetti bulloni devono essere in media pari a 70 Nm per entrambi i bulloni M16.

## SCHEMA 9



### 1.6 Posizionamento ed assemblaggio del nastro a tripla onda.

Il posizionamento e l'assemblaggio del nastro a tripla onda (riferimento 2) avvengono in due fasi.

#### 25. Fase A

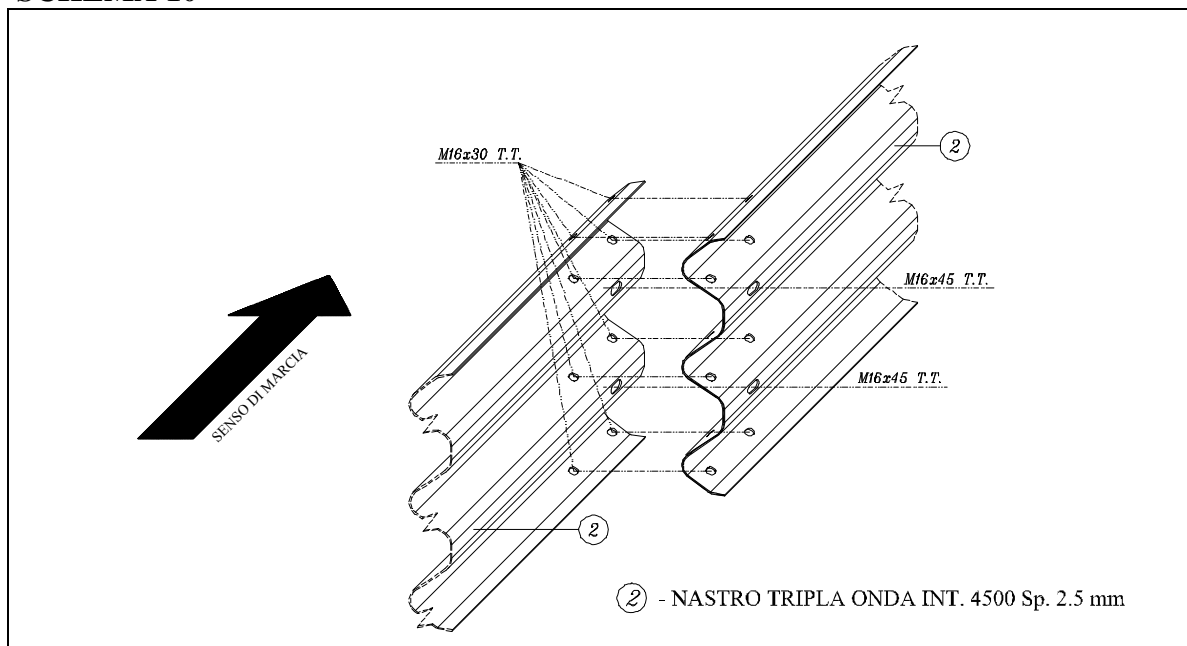
- Fissaggio del nastro a tripla onda (riferimento 2) nell'asola inferiore presente sul distanziatore (riferimento 4) utilizzando n.° 1 bullone di tipo M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) unitamente alla piastrina copriasola (riferimento 10). La piastrina copriasola (riferimento 10) deve essere installata anche dal lato interno della giunzione tra nastro a tripla onda e distanziatore. Eseguire la medesima operazione collegando il nastro a tripla onda all'asola superiore del distanziatore, tenendo in considerazione il senso di marcia (ogni nastro deve sovrapporsi al successivo in modo da evitare sporgenze rivolte verso il traffico) – **SCHEMA 10** -.
- La corretta sovrapposizione tra i nastri prevede l'accoppiamento del tipo “maschio” / “femmina”. In particolare la testata “maschio” (contraddistinta dalle asole di testata orizzontali) deve sempre essere messa sopra alla testata “femmina” (contraddistinta dalle asole di testata verticali).

#### 26. Fase B. Una volta ultimata la fase A procedere al collegamento reciproco tra i nastri.

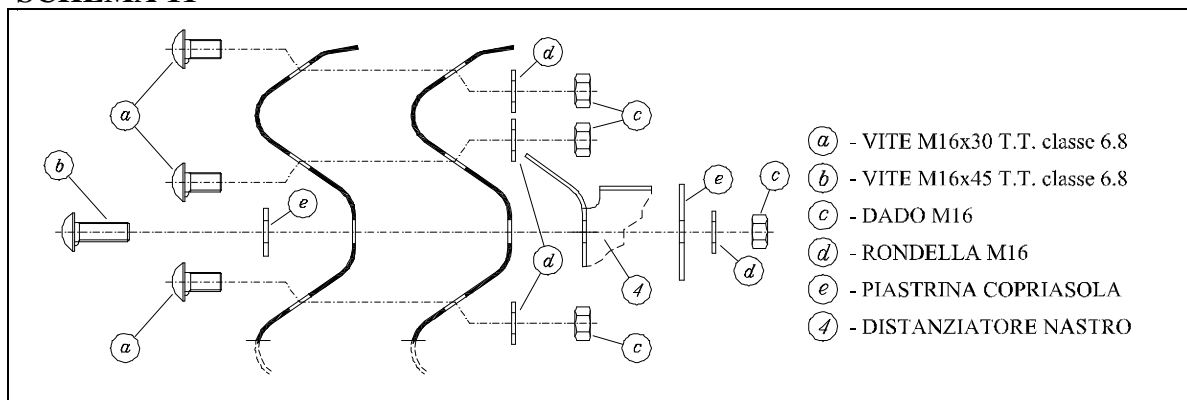
- Per il fissaggio utilizzare n° 12 bulloni M16x30 T.T. classe 6.8 (riferimento 7).
- Si raccomanda il corretto impiego delle rondelle e delle piastrine copriasola nei punti di collegamento nastro con nastro e nastro con altri componenti – **SCHEMA 11** -.
- Il serraggio dei bulloni deve essere svolto in due tempi:
  - Avvitare fino a battuta tutti e 12 i bulloni in modo che i nastri si assestino e si sovrappongano.
  - Portare alla coppia di serraggio richiesta tutti e 12 i bulloni.
  - Per una migliore garanzia di tenuta, controllare nuovamente l'avvitatura dei bulloni 2 o 3 ore dopo aver eseguito il serraggio.



## SCHEMA 10



## SCHEMA 11




### 1.7 Allineamento della barriera e serraggio bulloni.

27. Il nastro a tripla onda deve essere posizionato all'altezza prescritta dalle specifiche di disegno<sup>11</sup>. Per consentire l'allineamento si agisce regolando i bulloni che collegano il distanziatore pre-montato con il palo.
28. La trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 deve essere posizionata all'altezza prescritta dalle specifiche di disegno. Per consentire l'allineamento si agisce regolando i bulloni che collegano la trave con il palo.

<sup>11</sup> Sia il nastro tripla onda sia la trave devono essere posizionati alla corretta altezza dalla piastra di base, secondo indicazioni di disegno 050-A740/00. In caso di supporti realizzati a raso della pavimentazione stradale le quote di riferimento coincideranno. La configurazione appena descritta corrisponde a quella collaudata con prove d'urto al vero EN 1317. Diversamente, la barriera risulterà rialzata in misura dello scalino. Elevazioni inferiori o uguali a 7 cm dal piano viario non compromettono il funzionamento del dispositivo. Per elevazioni superiori è necessario operare previo benestare del produttore.



Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

29. Per il serraggio dei bulloni adottare le coppie prescritte dalla seguente tabella<sup>12</sup>.

Bullone TIPO	POSIZIONE/GIUNZIONE	COPPIA DI SERRAGGIO (Nm) *	
		Minima	Media
M16x30 T.T. classe 6.8	Nastri tripla onda	80	95
M16x45 T.T. classe 6.8	Nastro - distanziatore	90	100
M16x30 T.T. classe 6.8 **	Supporto "L" – distanziatore	60	70
M16x45 T.T. classe 6.8	Palo - Supporto "L"	80	90
M16x45 T.T. classe 6.8	Palo - trave superiore	70	100
M16x40 T.T. classe 8.8	Trave superiore – manicotto di collegamento	60	70
M16x30 T.T. classe 6.8	Trave superiore – rinforzo trave	60	70
Tirafondo M20 classe 8.8	Fissaggio palo - cordolo d'ancoraggio	150	160


\* Valori ricavati sperimentalmente a seguito prova d'urto 0022/ME/HRB/11, barriera bordo ponte H3.

\*\* Valori da adottare nel caso il distanziatore per nastro a tripla onda NON venga fornito pre-montato.

## 1.8 Controlli e precauzioni.

30. Il tecnico responsabile della sorveglianza dei lavori, tramite gli adeguati strumenti di misura, durante e dopo l'esecuzione dei lavori dovrà controllare l'interasse e l'ortogonalità dei pali, l'altezza di posa del nastro, l'allineamento della barriera e verificare le coppie di serraggio una volta ultimata l'installazione. La coppia di serraggio media deve essere sempre verificata, secondo indicazioni precisate al capo precedente.
31. In caso di carenza di vincolo del supporto (in termini di caratteristiche del calcestruzzo e di dimensioni del basamento), la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di particolari opere od accorgimenti di rinforzo. Si rammenta che la profondità d'infissione dei tirafondi necessariamente deve essere incrementata in presenza di un supporto in calcestruzzo di caratteristiche inferiori o uguali a  $f_{ck,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ .

- <sup>12</sup> La coppia di serraggio media è quella di riferimento per assicurare il funzionamento delle giunzioni. Pertanto, il singolo bullone si reputa correttamente serrato se supera il valore medio dichiarato. La coppia di serraggio minima rappresenta il limite al di sotto del quale il serraggio è inammissibile perché insufficiente. Valore medio e minimo di serraggio derivano dalle evidenze di collaudo in sede di prove d'urto dal vero propedeutiche alla certificazione CE dei singoli prodotti. Nell'ambito dei controlli iniziali e periodici che devono essere eseguiti per assicurare il mantenimento funzionale della barriera (vedasi indicazioni del manuale di manutenzione) è ammissibile rilevare ed accettare dei valori di serraggio inferiori alla media, purché superiori al minimo, nella misura in cui tale eccezione non sia quantitativamente significativa rispetto alla campionatura complessiva effettuata (qualche punto percentuale) e non si verifichi una concentrazione di casi in un tratto limitato di barriera (non più di 1 bullone per giunzione). Valori della coppia di serraggio superiori al valore medio sono di regola sempre ammissibili.

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

## 1.9 Ancoraggi di inizio/fine tratta (Rif. Disegni 050-B574/00, 050-B575/00).

32. Gli elementi di inizio e fine tratta della barriera 3N.TU-bpl.71 sono costituiti da:

- Diagonale 70x5 l=1785 (riferimento 14)
- Puntone U 70x70x6 l=1925 (riferimento 15)
- Rinforzo longitudinale 70x5 l=1596 (riferimento 16)
- Nastro tripla onda int. 1500 sp. 2.50 (riferimento 17)
- Terminale sagomato per nastro a tripla onda (riferimento 18)
- Trave superiore l=1480 (riferimento 19)
- Palo U 120x80x6 h=1750 per terminale (riferimento 20)
- Manicotto esterno per travi d'estremità (riferimento 22)

### 33. Gli elementi di inizio e fine tratta devono essere installati alle estremità dell'impianto<sup>13</sup>. Si segnala che negli interassi da 4500 mm delle due sezioni d'estremità i pali devono essere posti ad una distanza reciproca pari a 1500 mm.

Soluzione valida ed indispensabile per le tratte isolate ed anche in quelle situazioni in cui occorra installare tratti di barriera inferiori alla estensione minima consigliata (vedasi scheda tecnica). In continuità con altre barriere sarà possibile derogare, purché le transizioni adottate siano adeguate e capaci di trasferire correttamente i carichi longitudinali. Nei tratti isolati, agli elementi di estremità va sempre associato un terminale semplice o speciale.<sup>14</sup>

### 34. INSTALLAZIONE DELLE DIAGONALI 70x5 L=1785.

- Devono essere installate n° 12 diagonali (n° 6 nel primo e n° 6 nell'ultimo interasse da 4500 mm della tratta di barriera 3N.TU-bpl.71).
- Occorre prestare attenzione al loro corretto posizionamento per far sì che, in caso di impatto contro la barriera di un veicolo in svio, esse lavorino come tiranti e possano scongiurare sensibili deformazioni e traslazioni longitudinali della barriera – **SCHEMA 12a - SCHEMA 12b** - .
- In corrispondenza del primo interasse da 1500 mm di barriera 3N.TU-bpl.71 (inizio tratta) occorre fissare n° 2 (n° 1 per parte) diagonali 70x5 l=1785 (riferimento 14) ai fori asolati presenti su entrambe le ali del primo palo

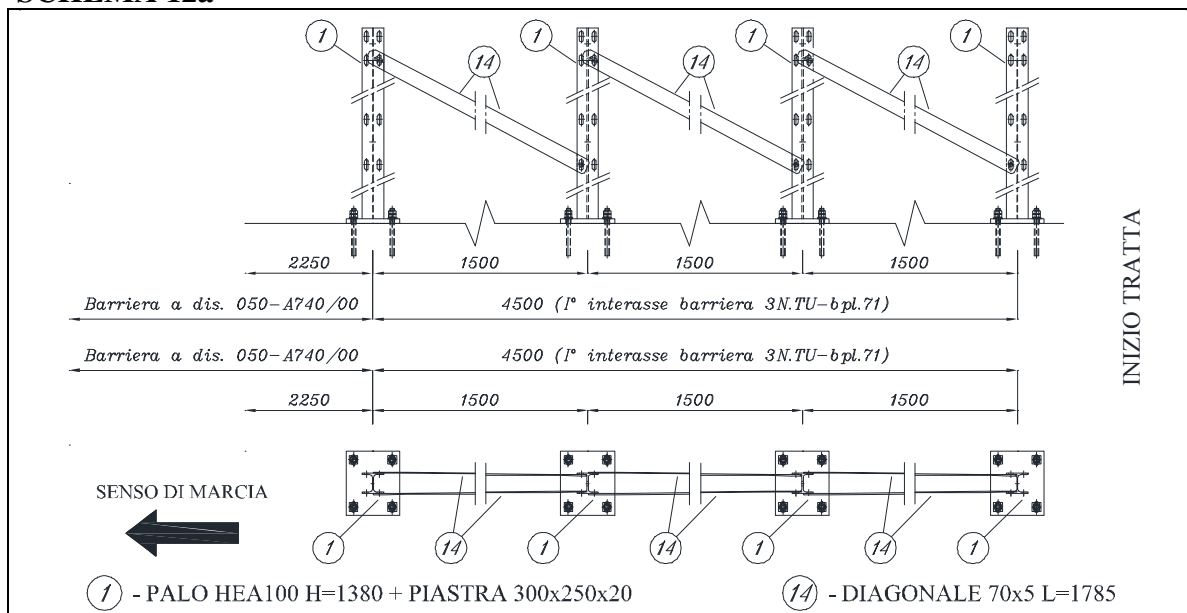
- <sup>13</sup> E' ammesso, per esigenze di cantiere o progettuali, derogare alla configurazione originale, purché il numero di diagonali e puntone resti invariato in quantità e geometria. Pertanto, se giustificato, l'ancoraggio d'estremità può anche essere in posizione di poco avanzata rispetto all'ultimo interasse e, anche, le crociere rappresentate dal sistema puntone+tirante non necessariamente devono essere realizzate tra loro contigue.

- <sup>14</sup> La barriera è stata collaudata prevedendo l'impiego di "elementi d'estremità" all'inizio ed alla fine della tratta. Gli elementi di inizio e fine tratta servono per contrastare la spinta che i componenti longitudinali trasferiscono dal punto d'impatto lungo tutta la barriera fino alle estremità. Questi elementi garantiscono quindi la tenuta del sistema, anche nel caso pessimistico che l'urto avvenga a circa 30-40 metri dall'inizio dell'impianto, oppure dalla fine. Le soluzioni utilizzabili devono pertanto fornire la necessaria rigidità in modo da impedire un'eccessiva deformazione alle estremità dell'impianto. Gli elementi di inizio e fine tratta possono anche svolgere funzione di terminale semplice. Non hanno però alcuna specifica capacità nell'assicurare prestazioni di sicurezza in caso di urti frontali e laterali (non sono terminali collaudati secondo EN 1317). A discrezione del progettista utilizzarli come terminali semplici, sebbene tale impiego, secondo i disegni 050-B574/00 e 050-B575/00, sia consigliabile unicamente a fine tratta e per strade a carreggiate separate.

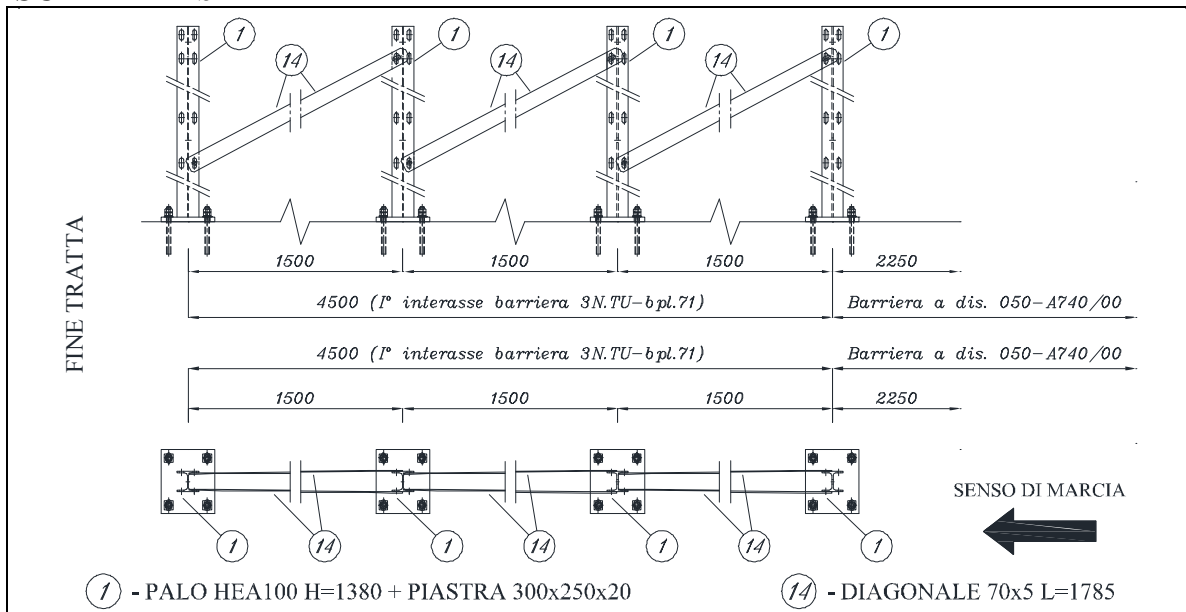
(riferimento 1) della tratta di barriera, utilizzando il foro diametro 20 realizzato nella loro estremità inferiore ed impiegando n° 2 bulloni M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7). La diagonale verso la sede stradale dovrà essere inserita tra il supporto "L" 170x80 (riferimento 3) ed il palo (riferimento 1). Procedere quindi al fissaggio, utilizzando n° 2 bulloni M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7), delle due estremità superiori delle diagonali alla parte superiore del palo immediatamente consecutivo. Le due diagonali devono essere fissate una per parte in corrispondenza delle asole 18x50 ubicate sulle ali del palo nella sua estremità superiore. La diagonale posizionata nel lato prospiciente la sede stradale sarà interposta tra il palo (riferimento 1) e la trave superiore (riferimento 5) – **SCHEMA 13** - .

- Ripetere la medesima operazione per le n° 2 diagonali previste nel secondo e terzo interasse da 1500 mm della tratta di barriera 3N.TU-bpl.71.
- Le medesime operazioni anzi descritte, devono essere eseguite anche in corrispondenza dell'ultimo interasse da 4500 mm di barriera 3N.TU-bpl.71 (fine tratta).

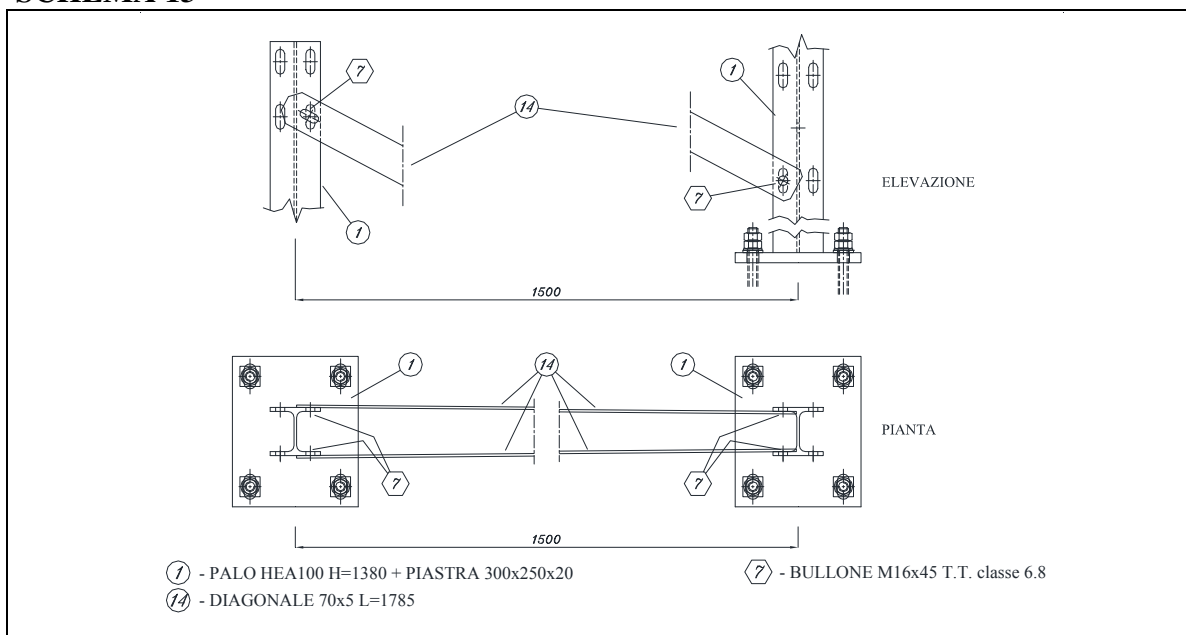
**SCHEMA 12a**



## SCHEMA 12b



## SCHEMA 13

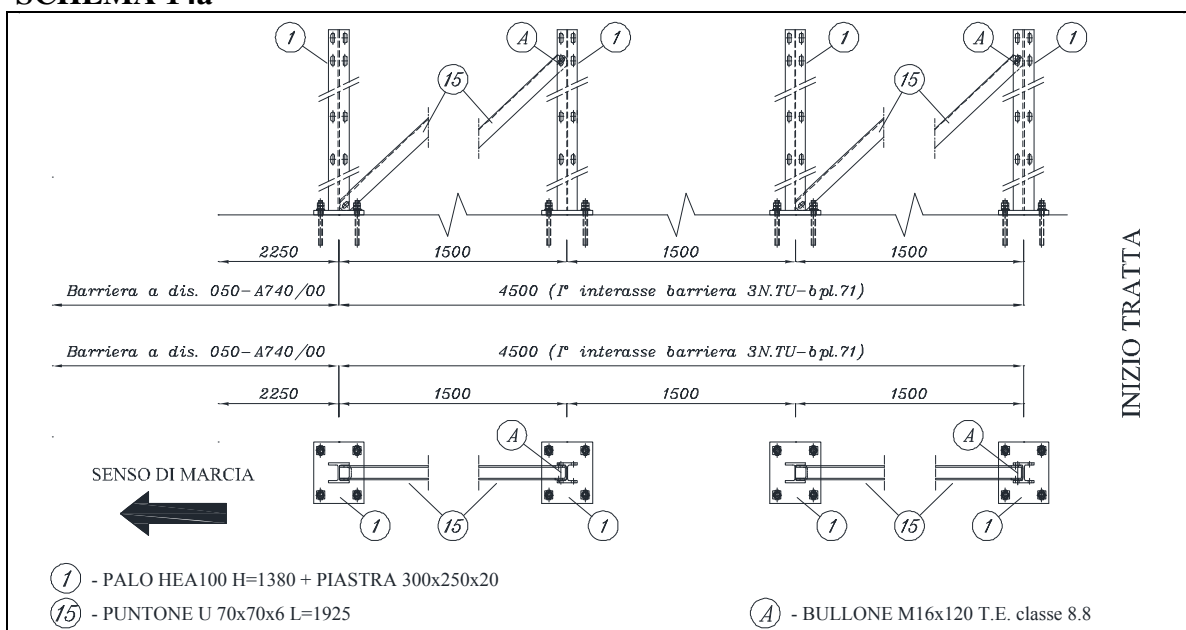


### 35. INSTALLAZIONE DEI PUNTONI U 70x70x6 L=1925

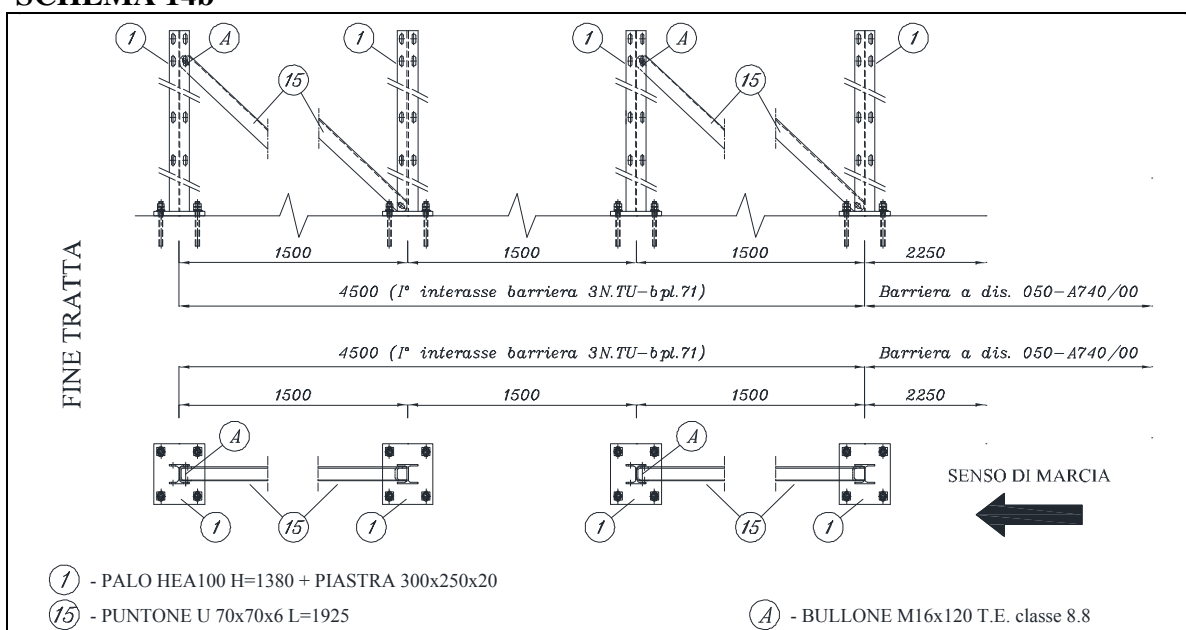
- Devono essere installati n° 4 puntoni U 70x70x6 l=1925 (n° 2 nel primo e n° 2 nell'ultimo interasse da 4500 mm della tratta di barriera 3N.TU-bpl.71).
- Occorre prestare attenzione al corretto posizionamento per far sì che, in caso di impatto contro la barriera di un veicolo in svio, essi lavorino in modo da scongiurare sensibili deformazioni e traslazioni longitudinali della barriera – **SCHEMA 14a - SCHEMA 14b** –

L'estremità superiore del puntone (riferimento 15) munita di asole 18x50 deve essere fissata alle asole inferiori presenti sul palo (riferimento 1) nella sua estremità superiore (su entrambe le ali) e predisposte per il fissaggio della trave superiore utilizzando n° 1 bullone M16x120 T.E. classe 8.8 (riferimento A). L'estremità inferiore deve invece essere inserita "libera", senza l'impiego di bulloni, all'interno della sezione ad H del palo immediatamente consecutivo.

**SCHEMA 14a**



**SCHEMA 14b**



**Manuale d'installazione**

Redatto da:  
Natta Roberto

Verificato da:  
Cucchiatti Massimo

Approvato da:  
D.T.

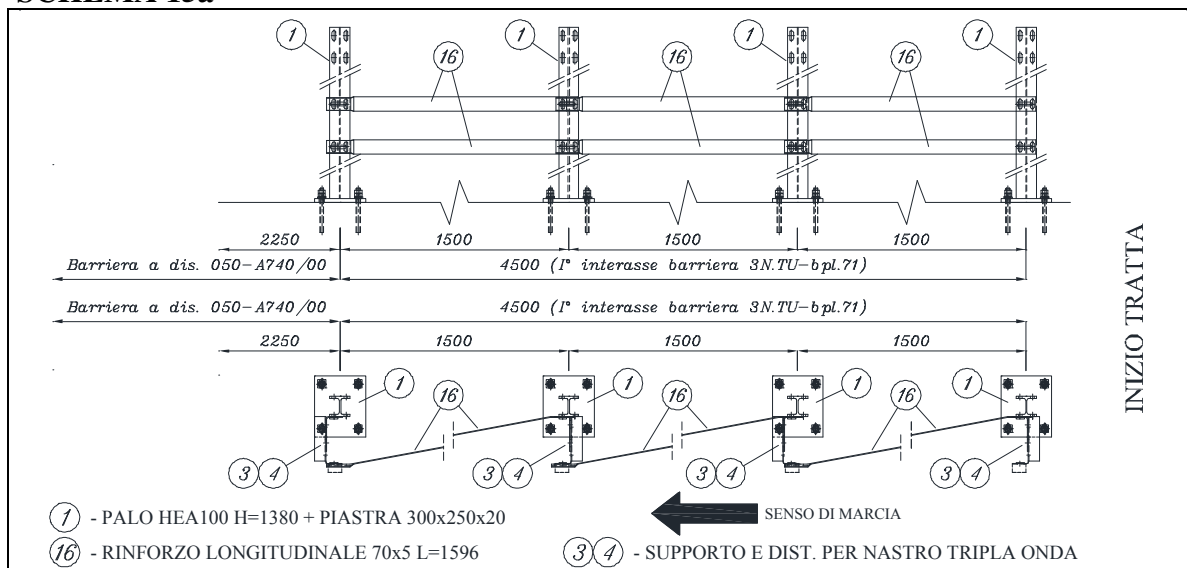
Emesso in data:  
05.06.2017

Riferimento:  
UNI EN 1317-5

### 36. INSTALLAZIONE DEI RINFORZI LONGITUDINALI

- Devono essere installati n° 12 rinforzi longitudinali 70x5 l=1596 (n° 6 nel primo e n° 6 nell'ultimo interasse da 4500 mm della tratta di barriera).
- Occorre prestare attenzione al loro corretto posizionamento per far sì che, in caso di impatto contro la barriera di un veicolo in svio, essi lavorino come tiranti e possano scongiurare sensibili deformazioni e traslazioni longitudinali della barriera – **SCHEMA 15a** - - **SCHEMA 15b** –
- In corrispondenza del primo interasse da 1500 mm di barriera 3N.TU-bpl.71 (inizio tratta) occorre installare n° 2 rinforzi longitudinali 70x5 l=1596 (riferimento 16). Devono essere fissati alle asole presenti sul primo palo (riferimento 1), nella parte posteriore opposta al lato strada utilizzando n° 1 bullone M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) per ogni rinforzo. L'altra estremità dei rinforzi longitudinali dovrà essere fissata tra nastro a tripla onda (riferimento 2) e distanziatore per nastro a tripla onda (riferimento 4) interponendo tra essi il rinforzo longitudinale ed utilizzando i bulloni M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7) di collegamento tra i due anzidetti componenti.
- Ripetere la medesima operazione per i n° 4 rinforzi longitudinali previsti nel secondo e terzo interasse da 1500 mm della tratta standard di barriera.
- Le medesime operazioni anzi descritte, devono essere eseguite anche in corrispondenza dell'ultimo interasse da 4500 mm di barriera (fine tratta).

**SCHEMA 15a**



**Manuale d'installazione**

Redatto da:  
Natta Roberto

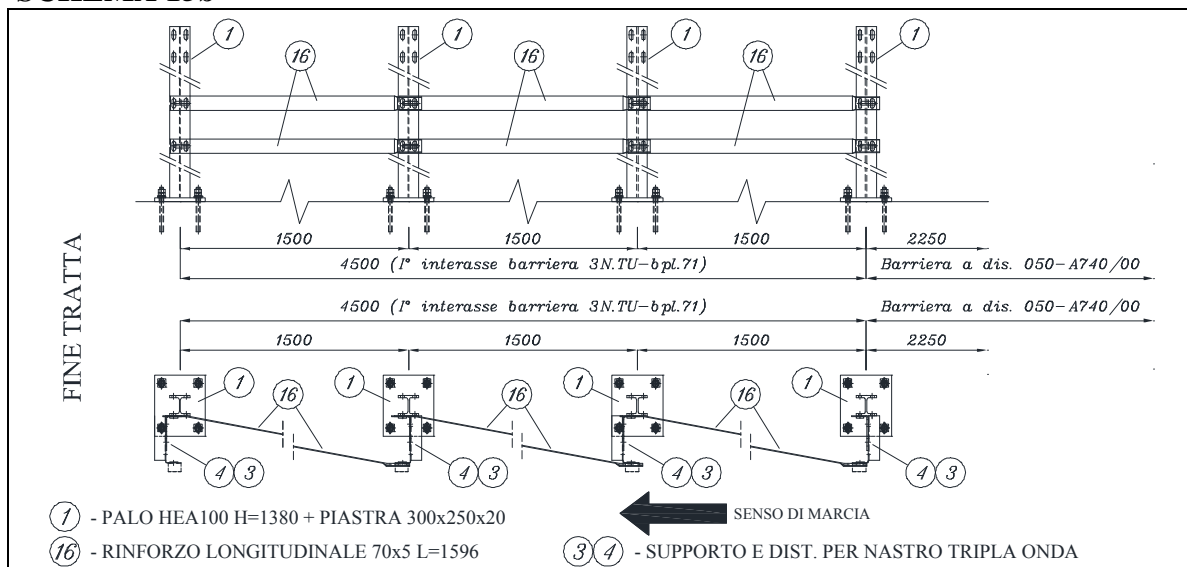
Verificato da:  
Cucchiatti Massimo

Approvato da:  
D.T.

Emesso in data:  
05.06.2017

Riferimento:  
UNI EN 1317-5

**SCHEMA 15b**



**37. INSTALLAZIONE DEL NASTRO A TRIPLA ONDA INT. 1500**

- Il nastro a tripla onda int. 1500 (riferimento 17) è l'elemento che consente la corretta installazione delle travi terminali. Deve essere montato in continuità con il nastro a tripla onda (riferimento 2) all'inizio ed alla fine della tratta di barriera 3N.TU-bpl.71.
- Il montaggio del nastro a tripla onda int. 1500 si attua come indicato al paragrafo "1.6 Posizionamento ed assemblaggio del nastro a tripla onda".


**38. INSTALLAZIONE DEI TERMINALI PER NASTRO A TRIPLA ONDA**

- Gli elementi terminali per il nastro a tripla onda (riferimento 18) sono costituiti da n° 2 terminali sagomati in modo da eliminare sporgenze pericolose del nastro stesso.
- Il montaggio dei due elementi terminali si attua come indicato al paragrafo "1.6 Posizionamento ed assemblaggio del nastro a tripla onda".

**39. INSTALLAZIONE DELLE TRAVI TERMINALI**

- Gli elementi terminali della trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5) prevedono n° 3 elementi d'estremità (riferimento 19), aventi sempre la medesima sezione, di lunghezza pari a 1480 mm. Si segnala che, in corrispondenza del fine della tratta di barriera, è necessario procedere all'installazione di n° 1 elemento anzidetto in continuità alla trave l=4480 (riferimento 5) in modo da compensare lo sfalsamento dovuto al montaggio della trave superiore nella tratta standard della barriera 3N.TU-bpl.71. Gli altri n° 2 elementi dovranno essere collegati alla trave mediante appositi manicotti "angolari" (riferimento 22) in modo da essere orientati verso il terreno in modo da scongiurare pericolose sporgenze della trave superiore stessa.
- Il montaggio dei due elementi terminali destro e sinistro si attua come indicato al paragrafo "1.4 Posizionamento ed assemblaggio della trave superiore". Le estremità verso il terreno devono essere fissate al palo U 120x80x6 h=1750 per terminale (riferimento 20) utilizzando n° 1 bullone M16x45 T.T. classe 6.8 (riferimento 7).



Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>CECISORUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

#### 40. INSTALLAZIONE DEL PALO U120x80x6 PER TERMINALE.

- Il palo U 120x80x6 h=1750 per terminale (riferimento 20) è l'elemento che consente la corretta installazione delle travi terminali. Deve essere piazzato ad una distanza di 1500 mm dal primo palo della tratta standard della barriera 3N.TU-bpl.71 ed infisso nel terreno, mediante apposita attrezzatura vibrante od a percussione, alla profondità di 1000 mm.

### 1.10 Terminali semplici e speciali.

- La barriera è progettata per raccordarsi in modo funzionale e sicuro a terminali semplici oppure speciali. I primi non hanno alcuna specifica capacità nell'assicurare prestazioni di sicurezza in caso di urti frontali e laterali. I secondi sono collaudati in conformità alla norma EN 1317, sia di produzione Tubosider sia di produttori diversi. Le modalità di collegamento ai terminali devono essere stabilite in relazione a specifiche indicazioni di progetto.
- Soluzioni standard compatibili con le barriere Tubosider sono disponibili se direttamente richieste al produttore.

### 1.11 Transizioni.

- Vengono predisposte secondo specifiche indicazioni di progetto. Soluzioni standard compatibili con le barriere Tubosider sono disponibili se direttamente richieste al produttore.

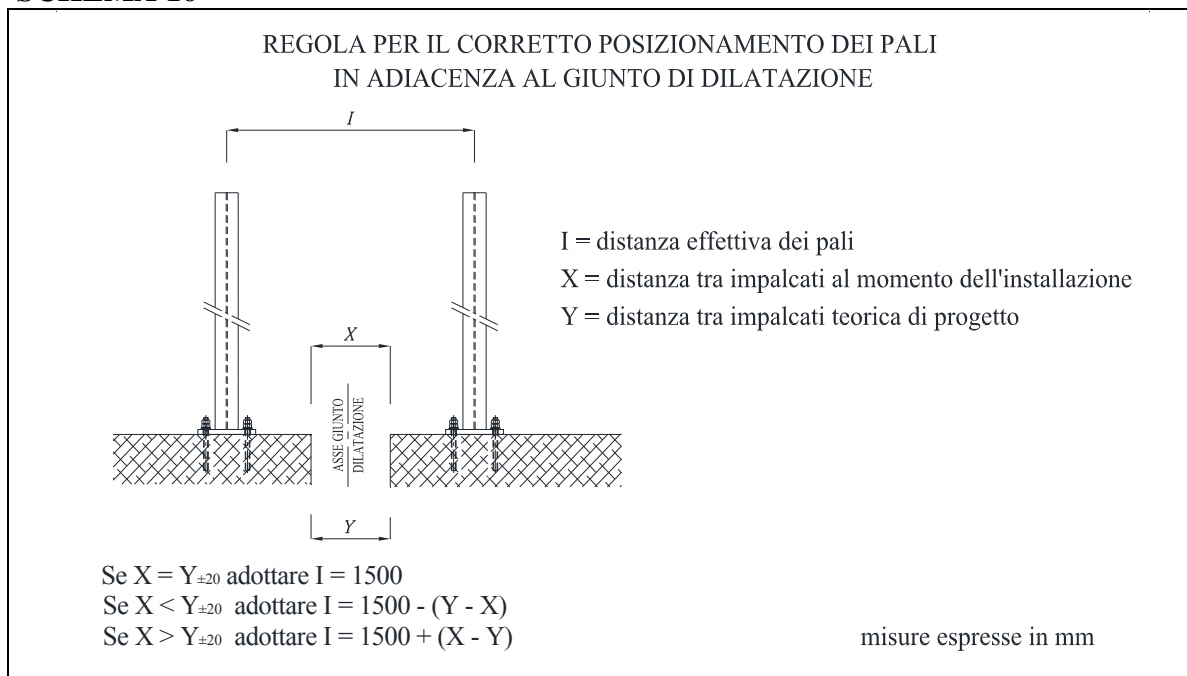
### 1.12 Elementi per giunti di dilatazione (Rif. Disegno 050-C667/00).

- La soluzione per giunti d'uso ordinario è quella rappresentata nel disegno 050-C667/00 e che si può impiegare su impalcati che ammettono escursioni al giunto inferiori/uguali a  $\pm 80$  mm (per scorrimenti  $> 80$  mm la soluzione è da definire con l'ufficio tecnico TUBOSIDER).
- Gli elementi per giunti di dilatazione della barriera 3N.TU-bpl.71 sono costituiti dai seguenti componenti:
  - Nastro tripla onda int. 1500 per giunti di dilatazione tipo "2" (riferimento 17)
  - Trave superiore l=1280 per giunti di dilatazione (riferimento 23)
  - Manicotto U 115x135 sp. 4 l=800 interno per giunti di dil. (riferimento 24)
  - Manicotto U 146x150 sp. 4 l=800 esterno per giunti di dil. (riferimento 25)
  - Nastro tripla onda int. 1500 per giunti di dilatazione tipo "1" (riferimento 26)
  - Manicotto U 115x135 sp. 4 l=800 interno con asole piccole (riferimento 27)
  - Manicotto U 146x150 sp. 4 l=800 esterno con asole piccole (riferimento 28)
- Gli elementi per giunto di dilatazione devono essere installati in corrispondenza dell'interasse da 4500 mm della barriera 3N.TU-bpl.71 interessato dal giunto di dilatazione presente sull'impalcato. I pali dovranno essere posizionati ad un interasse reciproco pari a 1500 mm.**




**47. I pali in adiacenza del giunto di dilatazione devono essere posizionati nel rispetto dello – SCHEMA 16 -**

**SCHEMA 16**



**48. INSTALLAZIONE DEL NASTRO A TRIPLA ONDA PER GIUNTI DI DILATAZIONE**

- In corrispondenza del giunto di dilatazione dell'impalcato, occorre sostituire l'elemento "standard" con i corrispondenti elementi che permettono di assecondare il movimento dell'impalcato.
- Il nastro a tripla onda (riferimento 2) deve essere sostituito con n° 2 nastri per giunti di dilatazione tipo "2" (riferimento 17) e con n° 1 nastro per giunti di dilatazione tipo "1" (riferimento 26) facendo in modo che le estremità dotate di asole 23x223 mm vengano posizionate in corrispondenza del giunto strutturale di dilatazione.
- Il montaggio degli elementi per giunti di dilatazione del nastro a tripla onda si attua come indicato al paragrafo "1.6 Posizionamento ed assemblaggio del nastro a tripla onda".
- Particolare attenzione deve essere prestata nel posizionare in corrispondenza di tutte le asole presenti nella giunzione tra i due nastri riferimento 17 e 26 le piastrine copriasola (riferimento 10) da ambo i lati (esterno ed interno).
- I bulloni applicati alla sovrapposizione tra i nastri (riferimento 17 e 26) in corrispondenza del giunto di dilatazione non devono essere serrati, ma devono favorire lo scorrimento. Pertanto assicurarsi che vi sia del gioco tra dado e nastro (1 mm di gioco). Là dove si presenti il rischio che le vibrazioni dell'impalcato possano allentare la giunzione bullonata adottare un controdado aggiuntivo.

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

#### 49. INSTALLAZIONE DELLA TRAVE SUPERIORE PER GIUNTI DI DILATAZIONE

- In corrispondenza del giunto di dilatazione dell'impalcato, occorre sostituire gli elementi "standard" con i corrispondenti elementi che permettono di assecondare il movimento dell'impalcato.
- La trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5) deve essere sostituita con n° 3 travi superiori 50x165x130 sp. 3.5 l=1280 per giunti di dilatazione (riferimento 23).
- La giunzione tra le due travi superiori l=1280 (riferimento 23) in corrispondenza del giunto di dilatazione deve essere realizzata impiegando n° 1 manicotto di giunzione interno U 115x135 sp. 4 l=800 per giunti di dilatazione (riferimento 24) e con n° 1 manicotto di giunzione esterno U 146x150 sp. 4 l=800 per giunti di dilatazione (riferimento 25).
- I manicotti da utilizzare per il collegamento delle travi superiori non interessate dal giunto di dilatazione sono invece quello interno U 115x135 sp. 4 l=800 (riferimento 27) e U 146x150 sp. 4 l=800 (riferimento 28) dotati di asole "piccole".
- Il montaggio degli elementi per giunti di dilatazione della trave si attua come indicato al paragrafo "1.4 Posizionamento ed assemblaggio della trave superiore". Si evidenzia che i manicotti interno ed esterno (riferimento 24 e 25) posizionati in corrispondenza del giunto di dilatazione devono essere fissati alle due travi adiacenti mediante n° 12 bulloni M16x50 T.T.D.E. (riferimento 8) in luogo dei n° 18 bulloni impiegati nella tratta standard della barriera 3N.TU-bpl.71 (cfr. paragrafo "1.4 Posizionamento ed assemblaggio della trave superiore").
- Particolare attenzione deve essere prestata nel posizionare ortogonali allo sviluppo della trave le piastrine copriasola (riferimento 10).
- I bulloni applicati alla coppia di manicotti (riferimento 24 e 25) in corrispondenza del giunto di dilatazione non devono essere serrati, ma devono favorire lo scorrimento. Pertanto assicurarsi che vi sia del gioco tra dado manicotto interno (1 mm di gioco). Là dove si presenti il rischio che le vibrazioni dell'impalcato possano allentare la giunzione bullonata adottare un controdado aggiuntivo. Gli altri manicotti (riferimento 27 e 28) vanno serrati regolarmente.

### 1.13 **Installazione in presenza di curve.**

50. Per il nastro a tripla onda (riferimento 2), nei tratti stradali in curva con raggio inferiore a 45 m impiegare nastri appositamente centinati con raggio uguale a quello della curva.
51. Per la trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5), gli elementi che ne consentono l'installazione in curva sono i seguenti:
  - Trave superiore l=2230
  - Trave superiore l=365 iniziale
  - Trave superiore l=1855 finale
  - Manicotto U 115x135 sp. 4 l=430 concavo  $\alpha=8^\circ$
  - Manicotto U 115x135 sp. 4 l=380.5 convesso  $\alpha=8^\circ$
  - Manicotto esterno U 142x150 sp. 2 l=420

**Manuale d'installazione**

Redatto da:  
Natta Roberto

Verificato da:  
Cucchiatti Massimo

Approvato da:  
D.T.

Emesso in data:  
05.06.2017

Riferimento:  
UNI EN 1317-5

52. I suddetti elementi devono essere impiegati nei tratti stradali in curva con raggio inferiore a 45 m procedendo come segue:

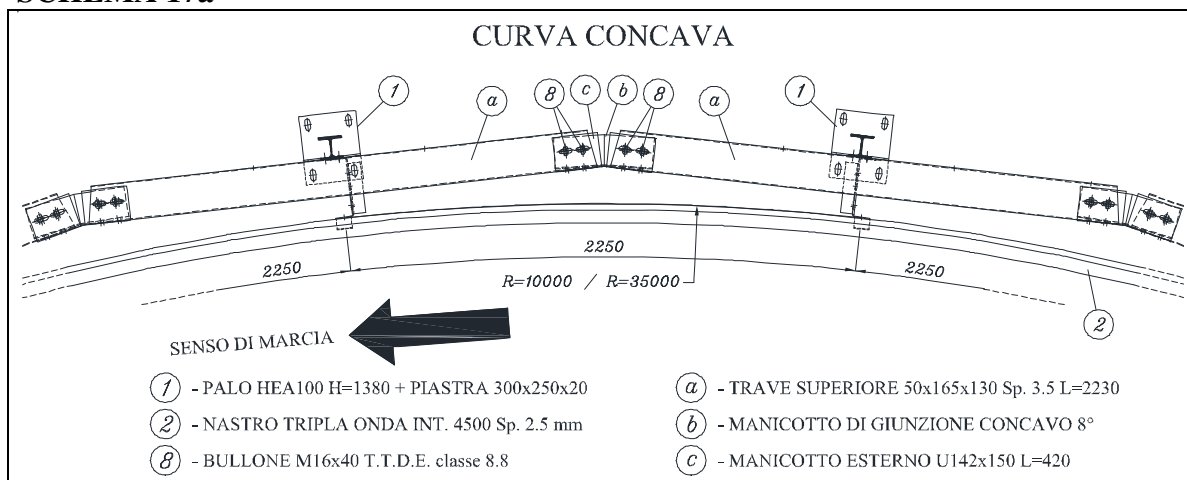
**PER RAGGI DI CURVATURA COMPRESI TRA 45 E 35 m.**

La trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5) deve essere sostituita con n° 2 travi di lunghezza pari a 2230 mm. Inoltre, per ogni tratto interessato dall'installazione in curva, dovranno essere utilizzate n° 1 trave l=365 iniziale e n° 1 trave l=1855 finale per il collegamento delle travi in curva ad entrambi i lati della tratta di barriera rettilinea. La giunzione tra le suddette travi avverrà impiegando i manicotti di giunzione esterni U 146x150 sp. 4 l=500 (riferimento 6) come nella tratta standard. Il fissaggio dei suddetti componenti avverrà come indicato al paragrafo "1.4 Posizionamento e fissaggio della trave superiore".

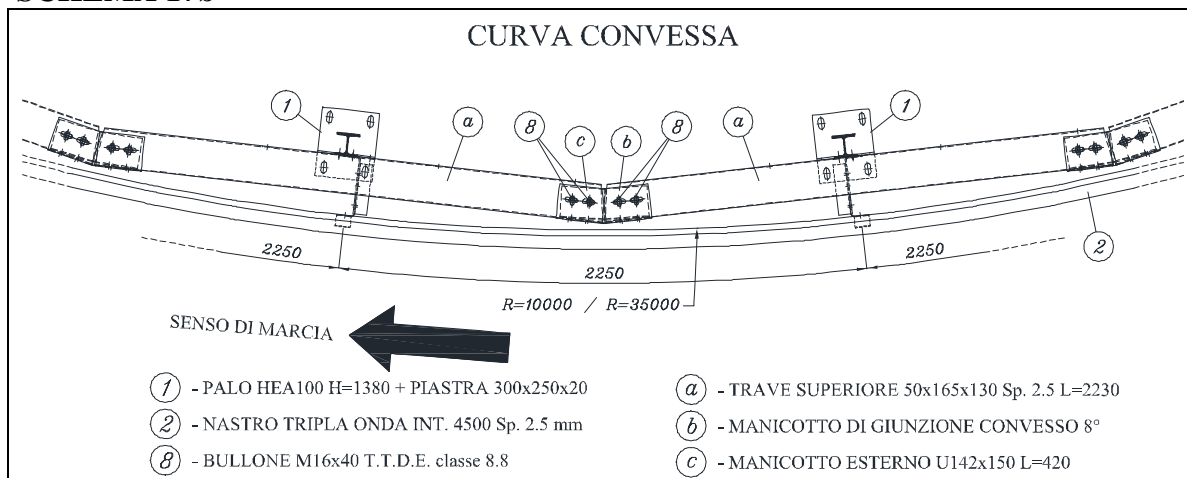
**PER RAGGI DI CURVATURA COMPRESI TRA 35 E 10 m.**

La trave superiore 50x165x130 sp. 3.5 l=4480 (riferimento 5) deve essere sostituita con n° 2 travi di lunghezza pari a 2230 mm. Inoltre, per ogni tratto interessato dall'installazione in curva, dovranno essere utilizzate n° 1 trave l=365 iniziale e n° 1 trave l=1855 finale per il collegamento delle travi in curva ad entrambi i lati della tratta di barriera rettilinea. La giunzione tra le suddette travi avverrà impiegando manicotti di giunzione interni U 115x135 sp. 4 sagomati concavi e convessi a seconda della natura del tratto in curva oggetto dell'installazione. Occorre inoltre impiegare il manicotto esterno U142x150 sp. 2 l=420 – **SCHEMA 17a** - - **SCHEMA 17b** -. Il fissaggio dei suddetti componenti avverrà come indicato al paragrafo "1.4 Posizionamento e fissaggio della trave superiore".

**SCHEMA 17a**



## SCHEMA 17b



53. Nel caso di cuspidi e terminali di raggio ridotto (inferiore a 2 metri) la trave non si presta ad essere calandarata. E' quindi opportuno impiegare specifici elementi calandrati che, in deroga alla applicazione tipo, utilizzino quale trave un nastro doppia onda, più pratico e funzionale. La soluzione è migliorativa rispetto all'analogia ottenuta però saldando tra loro più spezzoni della trave originale.

### 1.14 Accorgimenti particolari.


54. Sul bordo superiore dei nastri applicare gli elementi rifrangenti.

### 1.15 Deposito di cantiere.

55. Tutti i componenti devono essere mantenuti isolati dal terreno fino al loro impiego, interponendo un adeguato supporto tra le cataste di materiale ed il sottostante piano d'appoggio.
56. In particolare, componenti quali i nastri, le travi ed i pali devono essere conservati in posizione leggermente inclinata (di almeno 5°), in modo da impedire all'acqua piovana e/o alla umidità di ristagnare.
57. Anche per la bulloneria, se non fornita in appositi fusti di plastica, deve essere conservata protetta contro l'umidità.

### 1.16 Attrezzature.

58. Seguono specifiche della minima dotazione necessaria per l'installazione delle barriere:
- Livella, stadia e quant'altro necessario per eseguire l'allineamento a corretta regola d'arte.
  - Battipalo idraulico potenza min 830 Joule con idonea massa battente
  - Compressore d'aria min 2000/3000 litri con idonee tubazioni di condotta d'aria compressa
  - Fioretti perforatori, carotatrice o trapano con idonee punte
  - Avvitatori pneumatici con potenza di circa 1500 Nm
  - Chiavi dinamometriche per serraggi bulloneria compresi tra 10 Nm e 200 Nm.

Barriera 3N.TU-bpl.71 da BORDO PONTE, classe H3 Rif. Disegno n°: 050-A740/00, 050-B574/00 e 050-B575/00 <i>Manuale d'installazione</i>			<b>BTH3 BPL071</b>	 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO RUSCALLA</small>
Redatto da: Natta Roberto	Verificato da: Cucchiatti Massimo	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 05.06.2017	Riferimento: UNI EN 1317-5

## 1.17 Manutenzione.

59. Si rimanda al “Manuale di manutenzione e durata del prodotto nel tempo”.

## 1.18 Ispezione.

60. Si rimanda al “Manuale di manutenzione e durata del prodotto nel tempo”.

## 1.19 Norme armonizzate di riferimento

Il prodotto è certificato CE secondo norma armonizzata EN 1317-5 e sottoposto a regime di valutazione e controllo della costanza di prestazione secondo prescrizioni CPR Sistema 1 (regolamento UE N. 305/2011).

Le prove di tipo sono state eseguite presso il Laboratorio C.S.I. di Bollate (MI) - Italia, mentre il certificato di Costanza di Prestazione è rilasciato dall'Ente Certificatore C.S.I. di Bollate (MI) – Italia; ente riconosciuto presso la UE al numero di registro 0497.

## 1.20 Avvertenze

La barriera è in grado di soddisfare alle prestazioni di sicurezza, rilevate in sede di prove iniziali di tipo, solamente se gli impianti avranno un'estensione pari alla lunghezza di funzionamento indicata nei rapporti di prova, e pari alla estensione minima consigliata nella scheda tecnica di prodotto.

Si sottolinea che la barriera deve considerarsi effettivamente funzionante soltanto una volta pronti gli ancoraggi dei pali, ovvero decorso il periodo di indurimento della resina.



**Manuale d'installazione**

Redatto da:  
Natta Roberto

Verificato da:  
Cucchiatti Massimo

Approvato da:  
D.T.

Emesso in data:  
05.06.2017

Riferimento:  
UNI EN 1317-5

**SCHEDA TECNICA  
BARRIERA BORDO PONTE CLASSE "H3"**



**Barriera di sicurezza deformabile, monolaterale,  
per bordo ponte – Livello di contenimento H3**



Certificato secondo norma EN 1317-5

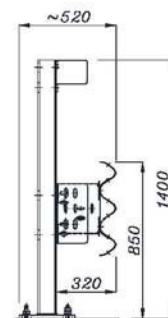
0497/CPR/4169

**GENERALITA'**

Codice prodotto	BTH3BPL071
Altezza fuori terra	mm 1400 ± 30
Profondità d'infissione	mm -
Ingombro trasversale	mm 520
Interasse pali	mm 2250
Estensione minima consigliata	m 81,0 + elementi d'estremità <sup>(1)</sup>
Qualità dell'acciaio	S235JR / S275JR
Zincatura	EN ISO 1461

**PRESTAZIONI**

Livello di contenimento "Lc"	kJ	473,21 <sup>(2)</sup>	Livello severità d'urto <b>B</b>
Severità dell'accelerazione "ASI"		1,1	
Velocità teorica d'urto della testa "THIV"	km/h	27,0	
Larghezza operativa normalizzata e classe "W <sub>N</sub> " (larghezza operativa permanente <sup>(3)</sup> )	m	Veicolo pesante	Veicolo leggero
		1,6 / W5 (1,5)	0,6 / W1
Deflessione dinamica normalizzata "D <sub>N</sub> " (deflessione permanente)	m	Veicolo pesante	Veicolo leggero
		1,2 (1,1)	0,2 (0,2)
Intrusione veicolo normalizzata "V <sub>N</sub> " (posizione laterale estrema del veicolo)	m	Veicolo pesante	Angolo di rollio v.p. <sup>(4)</sup>
		3,3 / V18 (1,8)	55,6°
Lunghezza di barriera del tratto deformato	m	Veicolo pesante	Veicolo leggero
		23,0	2,5
Indice deformazione abitacolo veicolo "VCDI"		LS2111100	



3N.TU-bpl.71 dis. 050-A740/00

- (1) Elementi d'estremità obbligatori (in inizio e fine tratta) per installazioni isolate.  
(2) Il veicolo leggero e quello pesante sono stati contenuti in carreggiata, all'interno del box CEN, senza ribaltamento; non si sono inoltre riscontrate espulsioni di componenti principali, né penetrazioni di elementi nell'abitacolo.  
(3) E' la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale permanente di una qualunque parte principale della barriera.  
(4) Nota informativa a cura del produttore.



**RAPPORTI DI PROVA**

Rapporto N°	Istituto certificatore	Data della prova	Veicolo	Massa (kg)	Velocità (km/h)	Angolo d'impatto
0021MEVHRB\11	C.S.I. - Bollate (I)	14.03.11	Autovettura	937,00	101,1	20,0°
0022MEVHRB\11	C.S.I. - Bollate (I)	18.03.11	Autocarro	16.255,00	80,3	20,0°

REV.  
10/15

- BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA -

**ELENCO COMPONENTI**  
**BARRIERA BORDO PONTE CLASSE "H3"**

POS.	DESCRIZIONE COMPONENTI	MATERIALE	DISEGNO N°
1	<i>PALO HEA 100 H=1380 + p.300x250x20</i>	<i>S275JR</i>	<i>050-3873/00</i>
2	<i>NASTRO 3 ONDE INT.4500 Sp.2.5 mm</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-2421/00</i>
3	<i>SUPPORTO "L" 170x80 H=324 Sp.5.0mm</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3251/01</i>
4	<i>DISTANZIATORE NASTRO 3 ONDE</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3720/00</i>
5	<i>TRAVE SUPERIORE 50x165x130 Sp.3.5 L=4480</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3440/01</i>
6	<i>MANICOTTO U 146x150 Sp.4.0 L=500 ESTERNO</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3064/01</i>
7a	<i>BULLONI M16x30 T.T.</i>	<i>CLASSE 6.8</i>	<i>080-2331/03</i>
7b	<i>BULLONI M16x45 T.T.</i>	<i>CLASSE 6.8</i>	<i>080-2332/03</i>
8	<i>BULLONI M16x40 T.T.D.E.</i>	<i>CLASSE 8.8</i>	<i>080-2114/03</i>
9	<i>RINFORZO 70x5 L=175</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3628/01</i>
10	<i>PIASTRINA COPRIASOLA 100x40x5</i>	<i>S235JR-S355JR</i>	<i>050-2649/01</i>
11	<i>TIRAFONDI D'ANCORAGGIO M20x220</i>	<i>CLASSE 8.8</i>	<i>080-2351/01</i>
12	<i>TIRAFONDI D'ANCORAGGIO M20x220</i>	<i>CLASSE 8.8</i>	<i>080-2344/01</i>
13	<i>PIASTRINA 40x40x5</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3125/00</i>
14	<i>DIAGONALE 70x5 L=1785</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-4030/00</i>
15	<i>PUNTONE U 70x70x6 L=1925</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-4246/00</i>
16	<i>RINFORZO LONGITUDINALE 70x5 L=1596</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3204/00</i>
17	<i>NASTRO 3 ONDE INT.1500 Sp.2.5 mm</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-2756/00</i>
18	<i>TERMINALE STANDARD NASTRO TRIPLA ONDA</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-2880/00</i>
19	<i>TRAVE SUP. 50x165x130 L=1480 TERMINALE</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-3975/02</i>
20	<i>PALO "U" 120x80x6 H=1750 PER TERMINALE</i>	<i>S235JR</i>	<i>050-2913/02</i>
21	<i>BULLONI M16x120 T.E.</i>	<i>CLASSE 8.8</i>	-
22	<i>MANICOTTO U 146x150 Sp.4.0 D'ESTREMITA'</i>	<i>S355JR</i>	<i>050-4101/00</i>

MODIFICATO 18/04/'16  
MODIFICATO 30/01/'14



C.so Torino, 236 - 14100 Asti (Italia)  
Tel +390141418411 - Fax +390141211373  
P.O. BOX 201

www.tubosider.com  
E-Mail utecnico@tubosider.it

CLIENTE: /

CANTIERE: /

OGGETTO:

BARRIERA SINGOLA PER MANUFATTO cl. "H3"  
3N.TU-bpl.71 - Rif. dis. 050-A740/00,  
050-B574/00, 050-B575/00 - ELENCO COMPONENTI

Scala

/

Data

04/03/'11

Rif. ordine

/

Data ordine

/

TOLLERANZE: ±3%

Progettista

M. Cucchiatti

Disegnatore

R. Natta

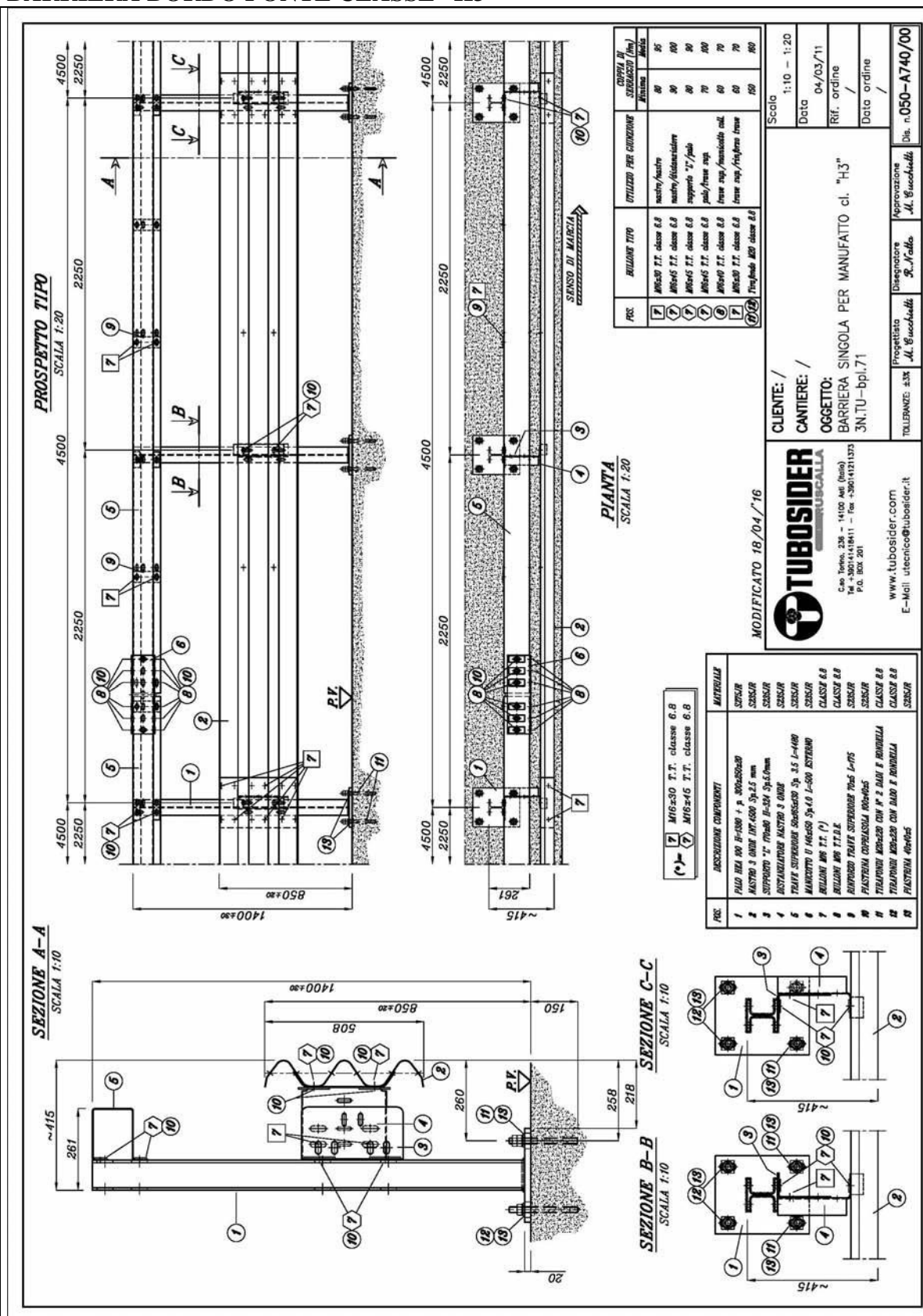
Approvazione

M. Cucchiatti

Dis. n. 050-A740/08

# DISEGNO 050-A740/00

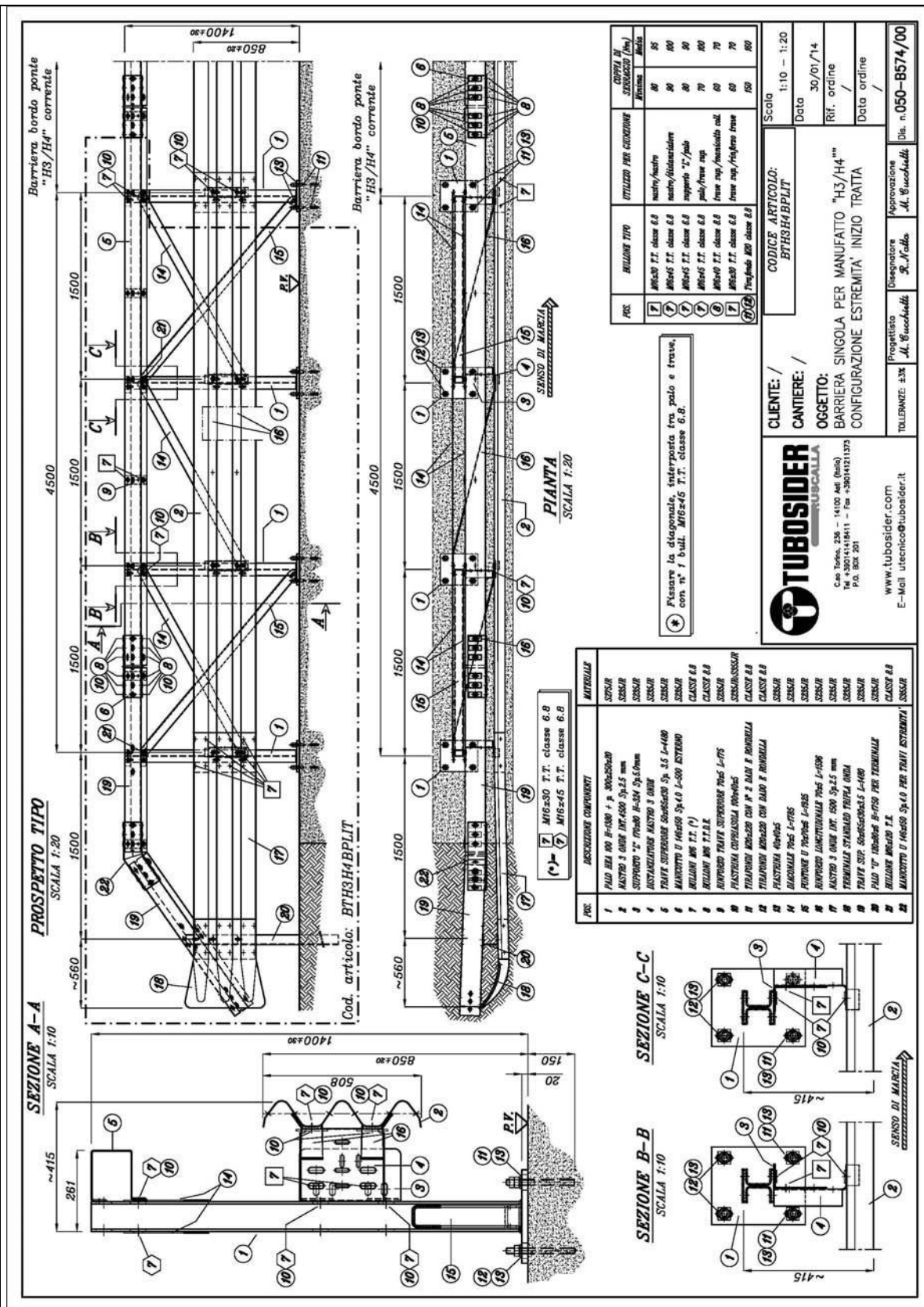
## BARRIERA BORDO PONTE CLASSE "H3"



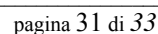


## DISEGNO 050-B574/00

### CONFIGURAZIONE ESTREMITA' INIZIO TRATTA



## **CONFIGURAZIONE ESTREMITA' FINE TRATTA**





Redatto da:  
Natta Roberto

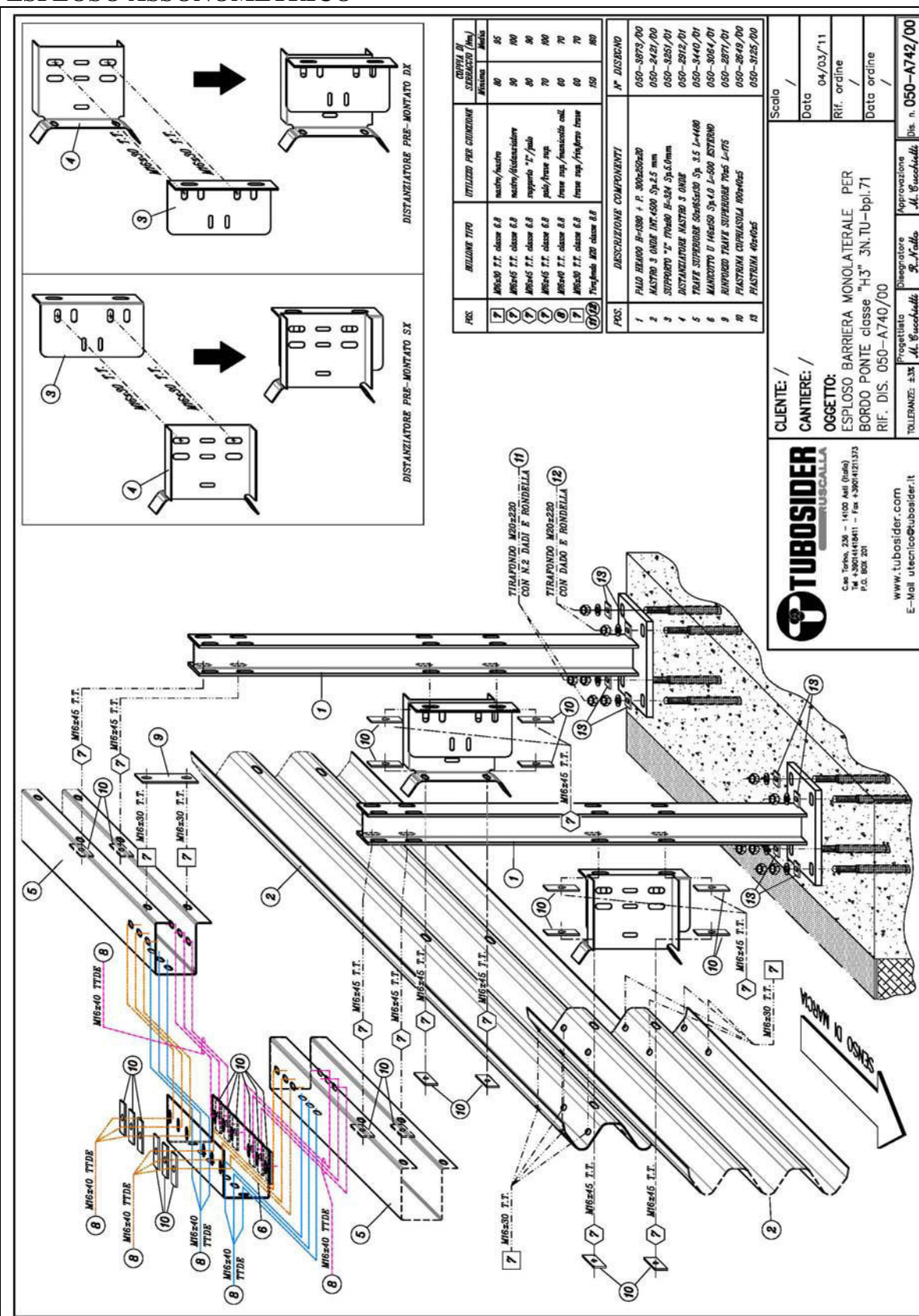
Verificato da:  
Cucchietti Massimo

Approvato da:  
D.T.

Emesso in data:  
05.06.2017

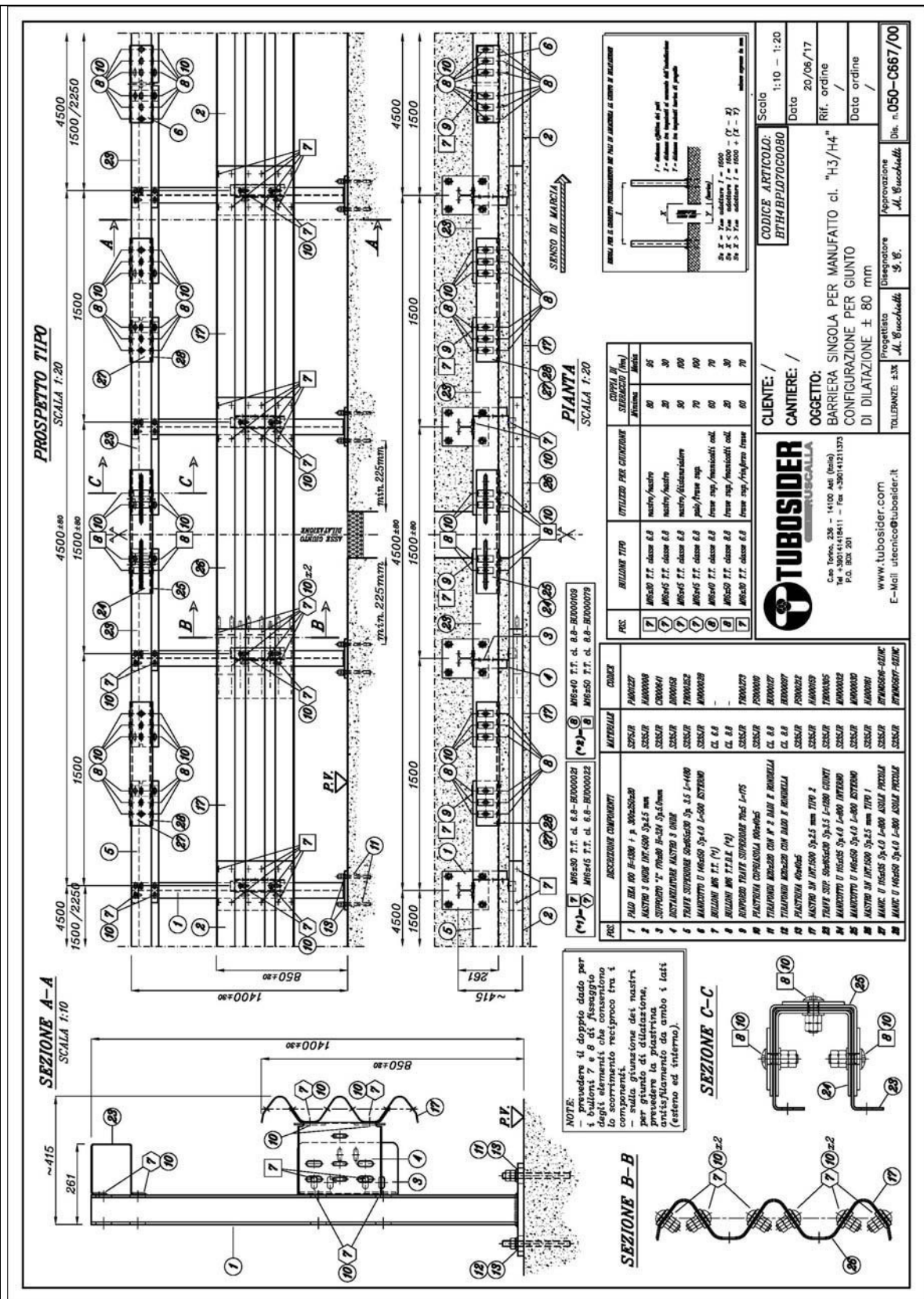
Riferimento:  
UNI EN 1317-5


**DISEGNO 050-A742/00**  
**ESPLOSO ASSONOMETRICO**



## DISEGNO 050-C667/00

### CONFIGURAZIONE SU GIUNTO DI DILATAZIONE



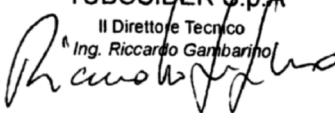
<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO USCALLA</small>
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:

## BARRIERE STRADALI


### H4 3N.TU-BPL.70 – H3 3N.TU-BPL.71

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI TRASMESSE AL SUPPORTO

TUBOSIDER S.p.A.  
Il Direttore Tecnico  
Ing. Riccardo Gambarino



Rev. n.	Titolo	Eseguito	Verificato	Data
0	Relazione tecnica	R.G.	A.I.	10.06.2020

<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO USCALLA</small>
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:

### **INDICE degli argomenti**

- 1 Premessa
- 2 Modalità di installazione
- 3 Azioni di progetto
- 4 Caratteristiche dei tirafondi e del legante chimico



## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il calcolo delle sollecitazioni trasmesse al supporto delle seguenti barriere di produzione Tubosider:

Denominazione barriera	Classe di contenimento	Certificato CE
3N.TU-Bpl.70	H4	0497/CPR/4148
3N.TU-Bpl.71	H3	0497/CPR/4169

Il supporto deve rispettare le caratteristiche minime e la geometria di cui al manuale di installazione della barriera che si considera parte integrante del presente documento. Posizionamenti differenti dalla condizione suddetta sono possibili, ma devono essere preventivamente valutati con Tubosider.

Lo schema di calcolo è quello di Figura 1/I.

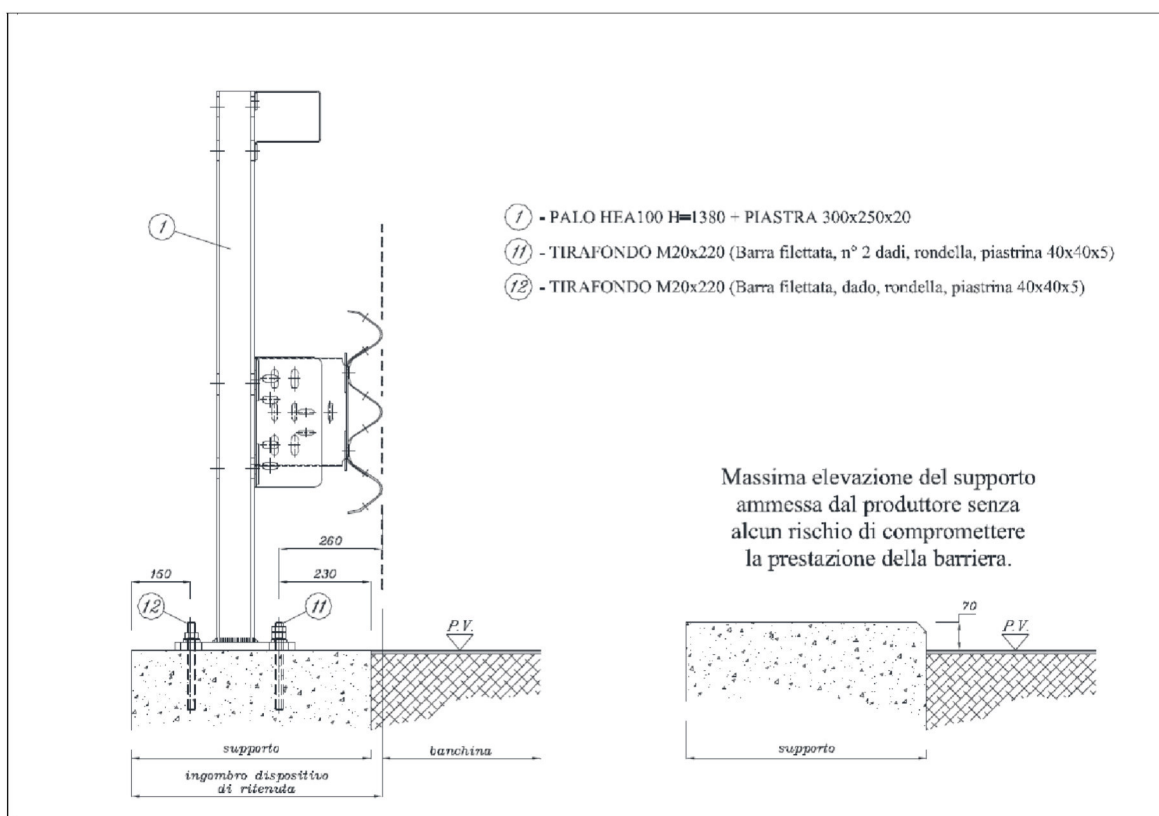




Figura 1/I – Schema di posizionamento

<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO USCALLA</small>
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:

L'ancoraggio osserva le seguenti prescrizioni di posa:

- Distanza minima dei tirafondi dal bordo esterno del supporto: 150 mm
- Distanza minima dei tirafondi anteriori dal bordo interno del supporto: 230 mm
- Distanza minima dei tirafondi dal bordo laterale del supporto: 500 mm
- Il supporto deve essere realizzato in calcestruzzo di classe minima C32/40 secondo EN 206-1 e deve assicurare una resistenza a compressione minima  $f_{ck,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ .



<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> GRUPPO USCALLA
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:


## 2. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

L'installazione dovrà avvenire con modalità operative e sistemi di controllo tali da garantire un elevato standard di installazione, quale quello adottato durante l'installazione della barriera in fase di crash test. Ciò dipende dal fatto che la resistenza e l'affidabilità dei fissaggi sono significativamente influenzate dal modo in cui sono installati gli ancoranti. In particolare i coefficienti parziali di sicurezza sono validi solo qualora siano rispettate le seguenti condizioni:

- a) Il calcestruzzo è stato compattato adeguatamente nella zona dell'attacco. Ciò deve essere controllato prima e durante l'installazione, per esempio mediante ispezione visiva;
- b) I requisiti per l'operazione di perforazione e alesaggio sono soddisfatti quando:
  - 1) I fori sono praticati perpendicolarmente alla superficie del calcestruzzo;
  - 2) La perforazione è eseguita mediante perforatori a percussione secondo le istruzioni del manuale di installazione della barriera di sicurezza stradale;
  - 3) Si utilizzano punte a percussione conformi alle norme ISO (per esempio ISO 5468) o alle norme nazionali;
  - 4) Il diametro dei fori è conforme al diametro prescritto nella Specifica tecnica di prodotto europea della resina utilizzata;
  - 5) I fori sono puliti secondo le istruzioni di installazione riportate nella Specifica tecnica di prodotto europea della resina utilizzata;
  - 6) I fori interrotti o inutilizzati siano riempiti con malta antiritiro con una resistenza almeno pari a quella del supporto e comunque  $\geq 40 \text{ N/mm}^2$ .

Molte punte da trapano presentano un marchio che indica che sono conformi alle norme ISO (per esempio ISO 5468) o alle norme nazionali. Se le punte non recano un marchio di conformità, si deve fornire evidenza della loro idoneità.

- c) Ispezione e approvazione della corretta installazione degli ancoranti sono effettuate da personale adeguatamente qualificato.
- d) L'armatura in prossimità della posizione del foro non deve essere danneggiata durante la perforazione. Negli elementi di calcestruzzo precompresso la distanza tra il foro da perforare e l'armatura precompressa deve essere di almeno 50 mm; per determinare la posizione dell'armatura precompressa nella struttura si può utilizzare un dispositivo idoneo, per esempio un rilevatore di armatura.

<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> GRUPPO USCALLA
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:

### 3. AZIONI DI PROGETTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, in accordo alla vigente normativa Italiana (NTC 2018) e Europea (norme EN e Eurocodici).

L'azione derivante dall'urto di veicolo in svio è da intendersi come azione eccezionale, come specificato nel punto c) par. 2.5.1.3 delle NTC 2018:

- c) *eccezionali (A)*: azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;
- incendi;
  - esplosioni;
  - urti ed impatti;

Per tali azioni viene utilizzata la combinazione di carico di tipo eccezionale per il calcolo agli stati limite ultime come specificato nel par. 2.5.3 delle NTC 2018:

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
- $$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Considerato che le azioni permanenti (peso proprio di tutti gli elementi strutturali  $G_1$  e non strutturali  $G_2$ ) sono di ordine di grandezza sicuramente inferiore a quelle dell'urto, la presollecitazione  $P$  è nulla e il coefficiente  $\psi_{2i}$  delle azioni variabili di diversa natura che potrebbero agire contemporaneamente all'azione da urto è pari a 0 (vedi tab. 5.1.VI delle NTC 2018), la combinazione eccezionale si riduce alla sola azione  $A$  che può essere trasmessa dal montante della barriera stradale agli ancoraggi in seguito all'urto. Tale azione, in ottemperanza al paragrafo 4.7.3.3 della UNI EN 1991-2 come emendato dal documento di applicazione nazionale di cui al D.M. 31/07/2012, corrisponde al momento di plasticizzazione del profilo.

Il montante delle barriere 3N.TU-Bpl.70 e 3N.TU-Bpl.71 della Tubosider (figura 1/III) è costituito da un palo HEA100 realizzato in acciaio S275. Il momento di plasticizzazione del montante è dato dalla formula:

$$M_{pl} = 2 * S * f_{yd}$$

dove:

$2 * S$  è il modulo di resistenza plastico

$S$  è il momento statico di snervamento ( $41,5 \text{ cm}^3$  per HEA100 secondo UNI 5397-64)

$f_{yd}$  è la tensione di snervamento.

**SEZIONE A-A**

SCALA 1:10

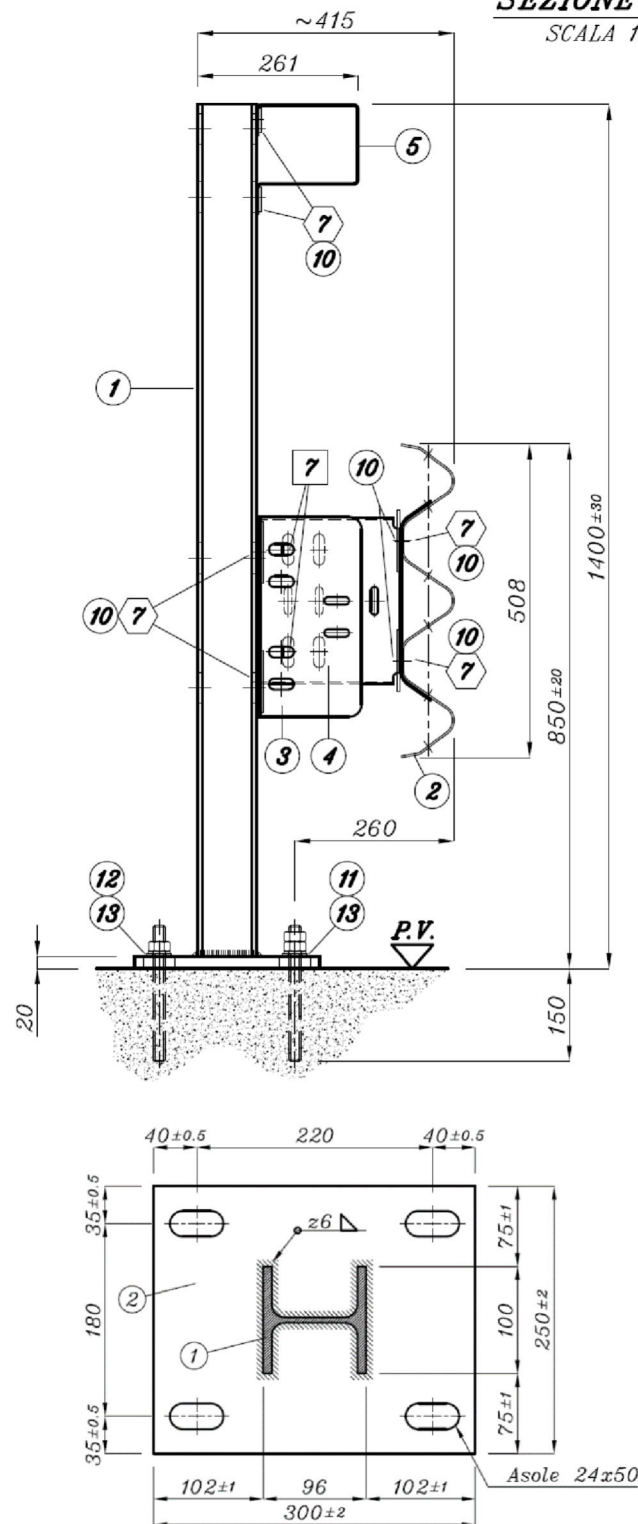


Figura 1/III – Sezione barriera 3N.TU-Bpl.70 e 3N.TU-Bpl.71 della Tubosider

A riguardo della tensione di snervamento, occorre osservare che la tensione caratteristica minima di un acciaio classificato come S275 è pari a 275 N/mm<sup>2</sup>. Nella realtà le tensioni di snervamento dei materiali a commercio sono superiori e occorre pertanto riferirsi a una tensione di snervamento che rappresenti con buona approssimazione quella più probabile.

Per tale motivo sono state analizzate le forniture di travi degli ultimi due anni e, con riferimento al metodo semiprobabilistico degli stati limite, è stato calcolato il valore del frattile di ordine superiore, ovvero il valore della tensione di snervamento  $f_{yd,95\%}$  cui corrisponde il 95% della probabilità di non essere minorato. La figura 2/III rappresenta la curva gaussiana delle tensioni di snervamento con la relativa densità di probabilità.

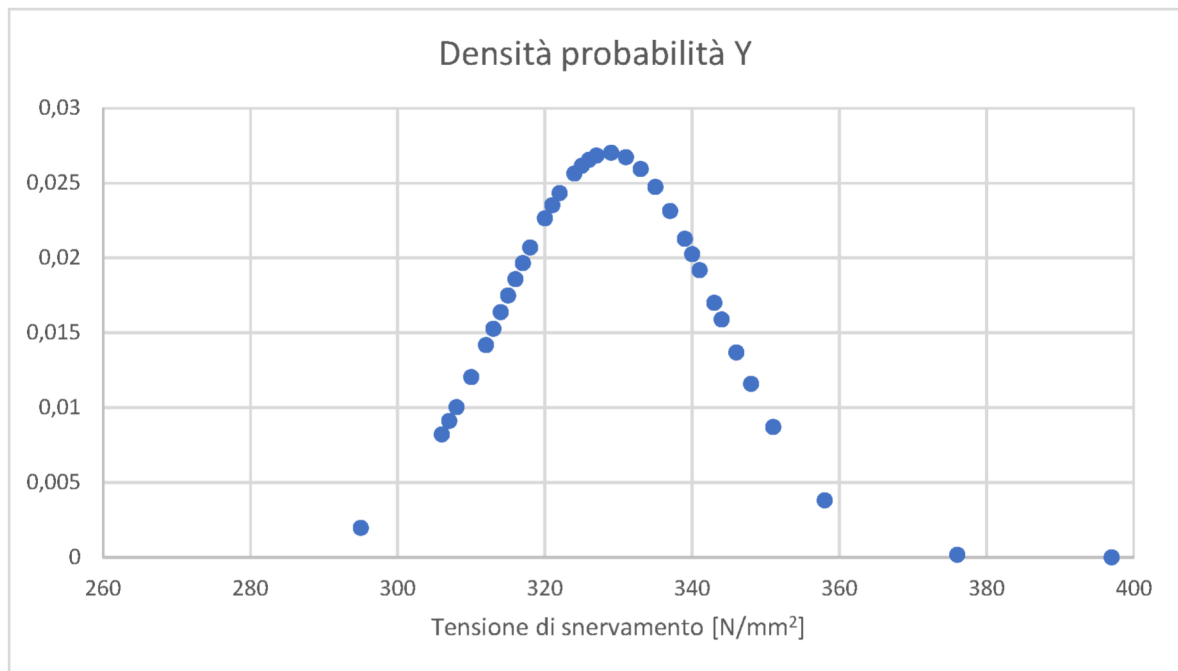


Figura 2/III – Curva gaussiana delle tensioni di snervamento di profilati HE100

I valori caratteristici della curva sono i seguenti:

Minimo valore della tensione di snervamento

$$f_{yd,min} = 295 \text{ N/mm}^2$$

Massimo valore della tensione di snervamento

$$f_{yd,max} = 397 \text{ N/mm}^2$$

Valore medio delle tensioni di snervamento

$$f_{yd,media} = 328,78 \text{ N/mm}^2$$

Deviazione standard

$$\sigma = 14,76 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente  $k$  (distribuzione normale e frattile dell'ordine 5%)


$$k = 1,645$$

Il frattile di ordine superiore si può calcolare con la formula:

$$f_{yd,95\%} = f_{yd,media} + k \sigma = 328,78 + 1,645 * 14,76 = \mathbf{353,06 \text{ N/mm}^2}$$

Avremo pertanto:

$$\mathbf{M_p = 2 * S * f_{yd,95\%} = 2 * 41,5 * 353,06 = 29,30 \text{ kNm}}$$

<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO USCALLA</small>
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:


L'azione di taglio trasferibile alla base del montante si calcola dal momento trasmesso in fase di urto considerando un braccio di 1m così come indicato al par. 3.6.3.3.2 delle NTC 2018:

#### 3.6.3.3.2 Traffico veicolare sopra i ponti

In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN. Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo.

$$F_{h,urto} = M_p / 1m = \mathbf{29,30 \text{ kN}}$$

Tali azioni dovranno essere utilizzate per la relativa verifica di resistenza.

<b>Barriere 3N.TU-bpl.70/71 - Calcolo sollecitazioni trasmesse al supporto</b>				 <b>TUBOSIDER</b> <small>GRUPPO USCALLA</small>
Redatto da: Riccardo Gambarino	Verificato da: A.I.	Approvato da: D.T.	Emesso in data: 10.06.2020	Riferimento:

#### **4. CARATTERISTICHE DEI TIRAFONDI E DEL LEGANTE CHIMICO**

Si adottano 2+2 tasselli del tipo barre filettate dalle seguenti caratteristiche:

- acciaio classe 8.8;
- diametro 20 mm
- infissione minima tasselli anteriori: 150 mm
- infissione minima tasselli posteriori: 150 mm

Le resine chimiche da utilizzare per il fissaggio dei tirafondi sono indicate nel manuale di manutenzione della barriera.

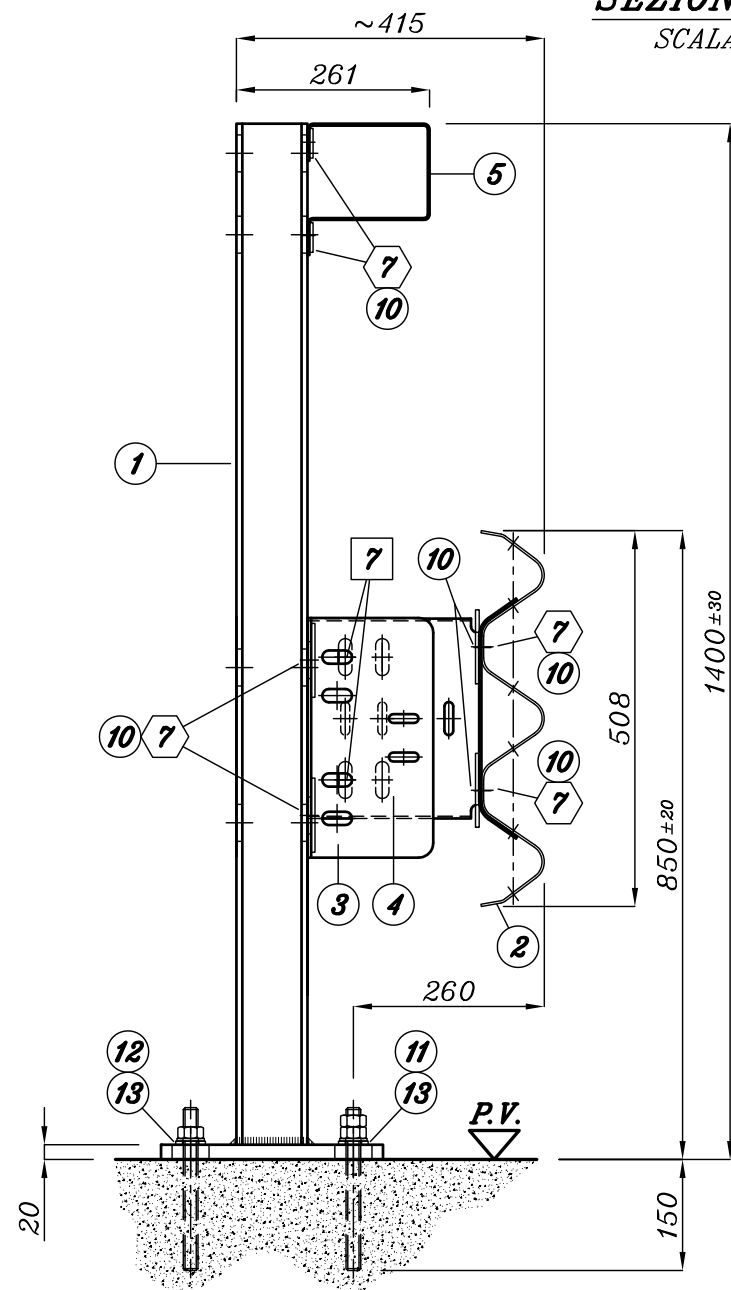
Qualora si utilizzi una resina diversa, o debba essere verificato l'attacco a un supporto di caratteristiche non compatibili con quello indicato nel manuale di installazione, dovrà essere utilizzato un ancorante chimico con idoneità stabilita per l'applicazione specifica, trattato da disposizioni che fanno riferimento alla norma EN 1992-4: 2018 e che fornisce i dati per il dimensionamento richiesti da quest'ultima.

L'idoneità dell'ancorante è specificata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.



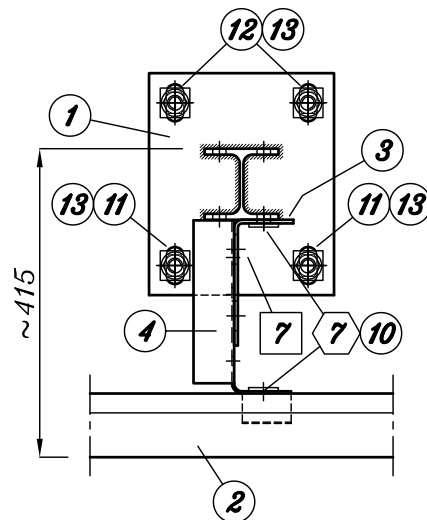
# SEZIONE A-A

SCALA 1:10



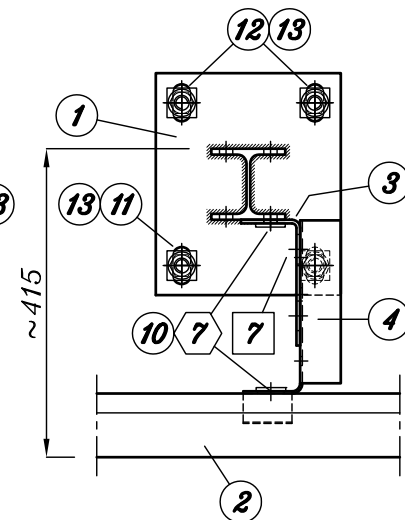
# SEZIONE B-B

SCALA 1:10



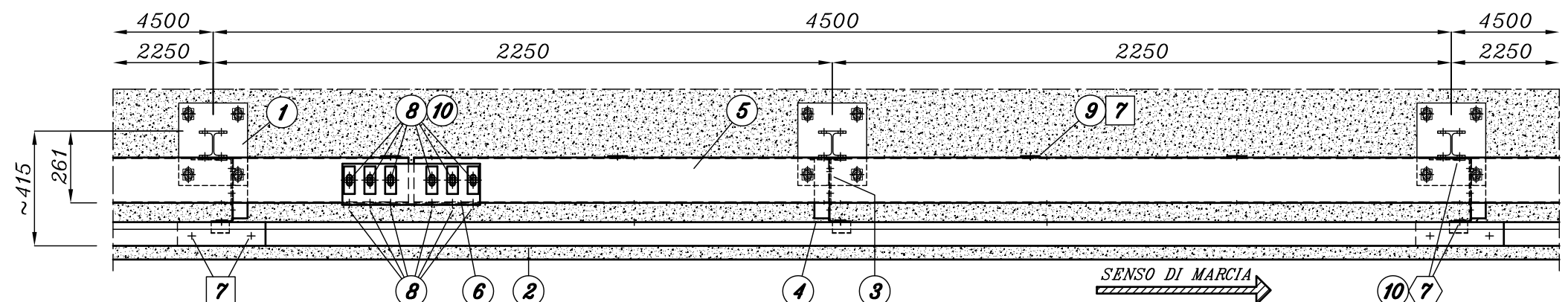
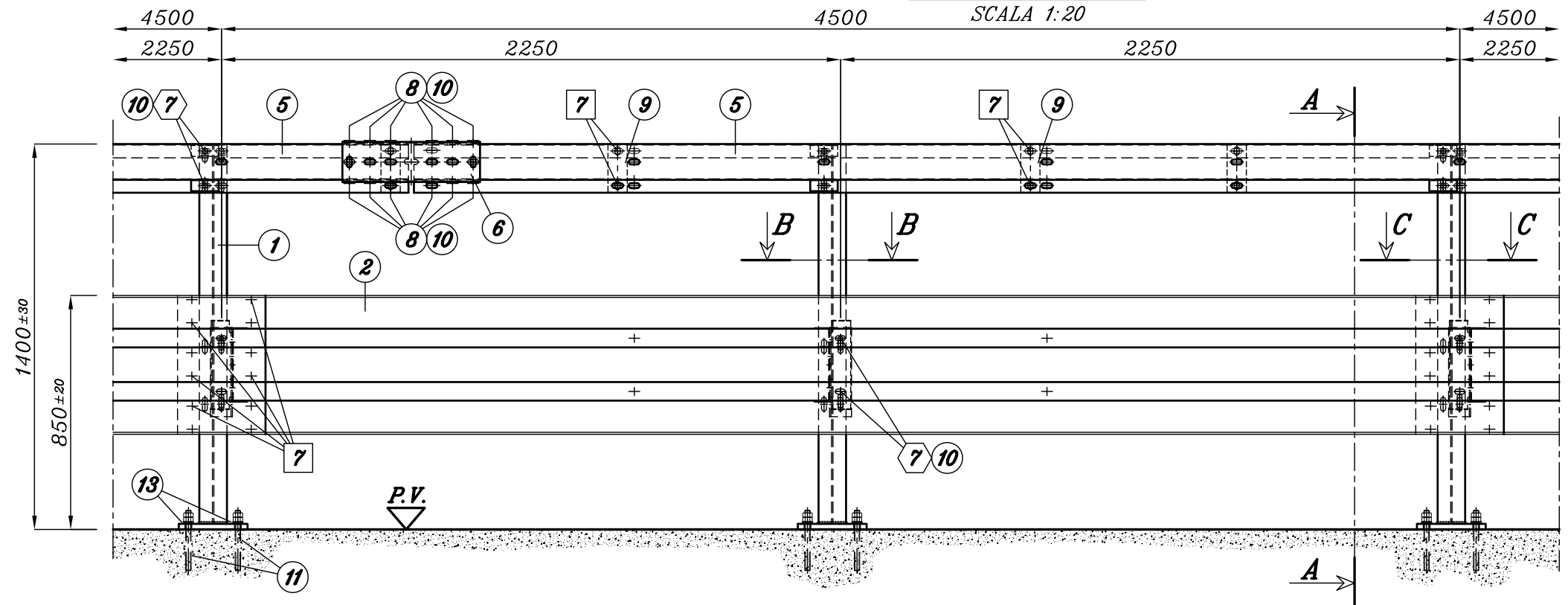
# SEZIONE C-C

SCALA 1:10



# PROSPETTO TIPO

SCALA 1:20



# PIANTA

SCALA 1:20

(\*)= M16x30 T.T. classe 6.8  
 M16x45 T.T. classe 6.8

POS.	DESCRIZIONE COMPONENTI	MATERIALE
1	PALO HEA 100 H=1380 + p. 300x250x20	S275JR
2	NASTRO 3 ONDE INT.4500 Sp.2.5 mm	S235JR
3	SUPPORTO "L" 170x80 H=324 Sp.5.0mm	S235JR
4	DISTANZIATORE NASTRO 3 ONDE	S235JR
5	TRAVE SUPERIORE 50x165x130 Sp. 3.5 L=4480	S235JR
6	MANICOTTO U 146x150 Sp.4.0 L=500 ESTERNO	S235JR
7	BULLONI M16 T.T. (*)	CLASSE 6.8
8	BULLONI M16 T.T.D.E.	CLASSE 8.8
9	RINFORZO TRAVE SUPERIORE 70x5 L=175	S235JR
10	PIASTRINA COPRIASOLA 100x40x5	S235JR
11	TIRAFONDI M20x220 CON N° 2 DADI E RONDELLA	CLASSE 8.8
12	TIRAFONDI M20x220 CON DADO E RONDELLA	CLASSE 8.8
13	PIASTRINA 40x40x5	S235JR

POS.	BULLONE TIPO	UTILIZZO PER GIUNZIONE	COPPIA DI SERRAGGIO (Nm)	
			Minima	Media
	M16x30 T.T. classe 6.8	nastro/nastro	80	95
	M16x45 T.T. classe 6.8	nastro/distanziatore	90	100
	M16x45 T.T. classe 6.8	supporto "L"/palo	80	90
	M16x45 T.T. classe 6.8	palo/trave sup.	70	100
	M16x40 T.T. classe 8.8	trave sup./manicotto coll.	60	70
	M16x30 T.T. classe 6.8	trave sup./rinforzo trave	60	70
	Tirafondo M20 classe 8.8		150	160

MODIFICATO 18/04/'16



C.so Torino, 236 - 14100 Asti (Italia)  
Tel +390141418411 - Fax +390141211373  
P.O. BOX 201

www.tubosider.com  
E-Mail utecnico@tubosider.it

CLIENTE: /

CANTIERE: /

OGGETTO:

BARRIERA SINGOLA PER MANUFATTO cl. "H3"  
3N.TU-bpl.71

TOLLERANZE: ±3%

Progettista  
*M. Cucchiatti*

Disegnatore  
*R. Natta*

Approvazione  
*M. Cucchiatti*

Scala  
1:10 - 1:20

Data  
04/03/'11

Rif. ordine  
/

Data ordine  
/

Dis. n.050-A740/00

**ALLEGATO F**

**Verifica dell'ancoraggio di spezzoni a U aggiuntivi dei cordoli bordo ponte con resina  
tipo Bossong BRC V PLUS**





## Materiale base

Non fessurato Calcestruzzo

Spessore materiale base 500 mm

Classe resistenza C25/30

 $f_{ck, cube}$  30 N/mm<sup>2</sup>

Temp.breve termine 40 °C

Temp.lungo termine 24 °C

## Vertici piastra

Vertice	X	Y
1	-450,0	-150,0
2	-450,0	150,0
3	450,0	150,0
4	450,0	-150,0

## Installazione

Nessun braccio di leva

### Oggetto da fissare

Ipotesi di piastra rigida

Spessore della piastra 10 mm

Forma piastra Geometria personalizzata

## Posizione ancoranti

Ancorante	X	Y	Asole -x	Asole -y
1	-220,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	-400,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	200,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	400,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	0,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



= Asole

## Profilo

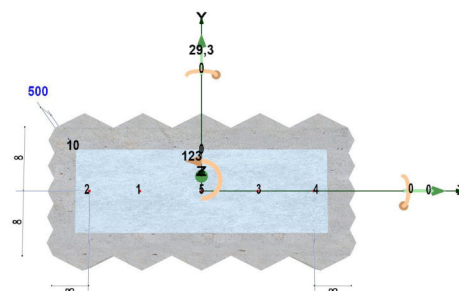
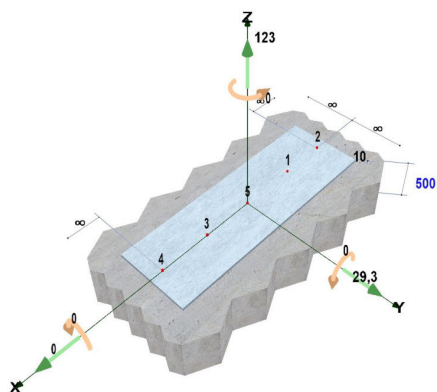
Profilo selezionato

Non è stato impostato nessun profilo

Eccentricità

X: 0,0 mm

Y: 0,0 mm





BOSSONG S.p.A. - Via E. Fermi, 49/51 (Z.I.2) - 24050 GRASSOBBIO (BG) Italy  
Tel +39 035 3846 011 - info@bossong.com - www.bossong.com

Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata

## Prodotto selezionato

Ancorante (nome)	BCR V PLUS/W/T + REBAR B450C - Chimico
Certificazione	ETA-09/0140
Dimensione	BCR V-PLUS - REBAR 12
Codice articolo	-
Rivestimento/Materiale	Zincato

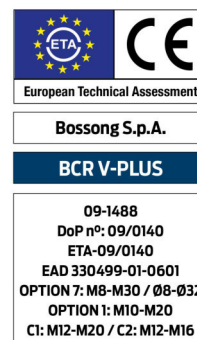
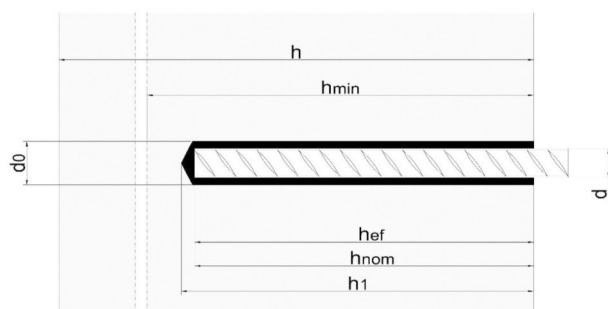
### - MATERIALE:

- Resina vinilestere bicomponente

- Barra ad aderenza migliorata

### - TIPOLOGIA ANCORANTE:

- Ancorante chimico disponibile nei formati: 825 ml, 400 ml, 345 ml, 300 ml, 165 ml.



## Dati installazione

d	Diametro filettatura ancorante:	12,0	mm	t <sub>fix</sub>	Spessore fissabile:	10,0	mm
d <sub>nom</sub>	Diametro esterno ancorante:	12,0	mm	SW	Chiave:	0,0	mm
d <sub>0</sub>	Diametro del foro:	16,0	mm	T <sub>inst</sub>	Coppia di serraggio massima	0,0	Nm
h <sub>1</sub>	Profondità del foro:	115,0	mm		Categoria di utilizzo, calcestruzzo	Foro asciutto/bagnato	
h <sub>nom</sub>	Profondità di inserimento:	110,0	mm				
h <sub>ef</sub>	Profondità effettiva di ancoraggio:	110,0	mm		Minima lunghezza barra	125.0	mm
d <sub>f</sub>	Diametro foro oggetto da fissare:	0,0	mm				



Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata

**PRODOTTO:**

Resina vinilestere bi-componente ad alto valore di aderenza per fissaggi pesanti per applicazioni su calcestruzzo. Questa resina può essere utilizzata anche in condizioni di calcestruzzo umido e foro allagato inclusi i fissaggi subacquei.

**CONDIZIONI DI CALCOLO:**

Questo calcolo è basato esclusivamente su valori specifici per il prodotto.

Qualsiasi modifica apportata - cambiamento del prodotto o cambiamenti delle condizioni al contorno - richiederà un nuovo calcolo.

**Tipo di applicazione**

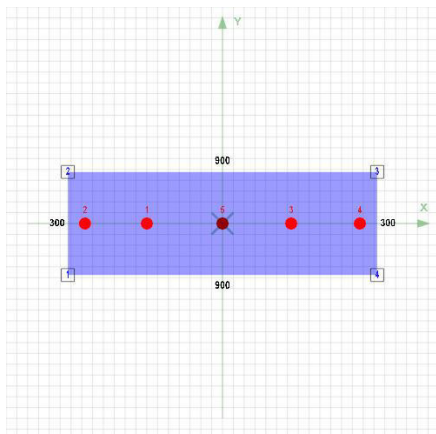
L'applicazione risulta essere quella tipica degli spinotti.

L'ancoraggio risulta essere completamente immerso all'interno del calcestruzzo.

**Condizioni aggiuntive:**

Per quanto riguarda la progettazione degli ancoraggi si deve essere a conoscenza delle verifiche supplementari per garantire la resistenza caratteristica

dell'elemento di calcestruzzo (componente strutturale) EOTA TR029 ed Eurocodice 2 parte 4.





## Dati di Input

### Trazione

$N_{Sd,Z}$  123,00 kN

### Taglio

$V_{Sd,X}$  0,00 kN

$V_{Sd,Y}$  29,30 kN

### Flessione

$M_{Sd,X}$  0,00 kN·m

$M_{Sd,Y}$  0,00 kN·m

### Torsione

$M_{Sd,Z}$  0,00 kN·m

### Armatura

Diametro 11 mm

Distanza ferri 200 mm

Distanza staffe 200 mm

Armatura del bordo No

### Bordi

$C_{Xp}$  ∞ mm

$C_{Xn}$  ∞ mm

$C_{Yp}$  ∞ mm

$C_{Yn}$  ∞ mm

### Standard di calcolo

ETAG

## Carichi di progetto calcolati sugli ancoranti

Ancorante	Trazione [kN]	Taglio [kN]	Taglio (x) [kN]	Taglio (y) [kN]
1	24,34	5,80	0,00	5,80
2	24,12	5,75	0,00	5,75
3	24,85	5,92	0,00	5,92
4	25,09	5,98	0,00	5,98
5	24,60	5,86	0,00	5,86

Risultante forze di trazione: 123,00 [kN]

Risultante forze di compressione: -0,00 [kN]

Risultante forze di taglio: 29,30 [kN]

## Calcolo dell'utilizzo in accordo a: TECHNICAL REPORT TR029

( $\beta$ - è il rapporto tra la sollecitazione di progetto e la resistenza di progetto)



## Calcolo di utilizzo - Trazione

### Trazione - Rottura Acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$Y_{M,s}$ [ - ]	$N_{Rd,s}$ [kN]	Ancorante	$N_{Sd}$ [kN]	$\beta_{N,s}$ [ % ]
61,00	1,44	42,36	1	24,34	57,5%
			2	24,12	56,9%
			3	24,85	58,7%
			4	25,09	59,2%
			5	24,60	58,1%

### Trazione - Rottura combinata

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \psi_{A,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np}$$

$\tau_{Rk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\psi_c$ [ - ]	d [mm]	$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	k [ - ]	$f_{ck,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Nrkp}$ [ - ]
13,0	13,0	1,060	12,0	110	316	158	2,0	30	1,5

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,n}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\psi_{s,Np}$ [ - ]	$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{-x}$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_{-y}$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]
0	[1, 2, 3, 4, 5]	57,14	352.620	99.840	1,000	110	316	158	6.000	6.000	6.000	6.000

Gruppo No.	Ancorante	$s_m$ [mm]	$\psi_{g,Np}$ [ - ]	$\psi_{re,Np}$ [ - ]	$e_{Np,x}$ [mm]	$e_{Np,y}$ [mm]	$\psi_{ec,Np}$ [ - ]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	$\beta_{Np}$ [ % ]
0	[1, 2, 3, 4, 5]	200,0	1,055	1,000	4,0	0,0	0,975	207,70	138,46	123,00	88,8%

### Trazione - Rottura per formazione del cono

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}$$

$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$f_{ck,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{Mc}$ [ - ]
110,0	330	165	30	1,5

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$c_{-x}$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_{-y}$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	63,82	372.900	108.900	110,0	330	165	6.000	6.000	6.000	6.000



Gruppo No.	Ancorante	$\psi_{s,N}$ [ - ]	$\psi_{re,N}$ [ - ]	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [ - ]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]	$\beta_{N,c}$ [ % ]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	1,000	1,000	4,0	0,0	0,976	213,37	142,25	123,00	86,5%

## Trazione - Rottura per Fessurazione del Calcestruzzo

Distanza minima dal bordo superiore a  $1,2 \times c_{cr,sp}$  e spessore del supporto maggiore di  $2h_{ef}$ , in accordo ad Annex C e TR029 5.2.2.6 a), verifica per fessurazione non necessaria.

## Calcolo utilizzo - Taglio

### Taglio - Rottura acciaio senza braccio di leva

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	$V_{Rk,s}$ [kN]	$V_{Ms}$ [ - ]	$V_{Rd,s}$ [kN]		
30,50	30,50	1,50	20,33		
	1	2	3	4	5
$V_{sd}$ [kN]	5,80	5,75	5,92	5,98	5,86
$\beta_{V,s}$ [ % ]	28,5%	28,3%	29,1%	29,4%	28,8%

### Taglio - Rottura acciaio con braccio di leva

Braccio di leva non applicato

**Taglio - Rottura per scalzamento(NRk,c)**

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V,cp}$$

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}$$

$h_{ef}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$f_{ck,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k [ - ]	$V_{Mc}$ [ - ]
110,0	330	165	30	2,00	1,5

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\psi_{s,N}$ [ - ]	$\psi_{re,N}$ [ - ]	$c_x$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_y$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	63,82	372.900	108.900	1,000	1,000	6.000	6.000	6.000	6.000

Gruppo No.	Ancorante	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [ - ]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]	$\beta_{V,cp}$ [ % ]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	0,0	0,0	1,000	218,54	437,08	291,39	29,30	10,1%

**Taglio - Rottura per scalzamento(NRk,p)**

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \psi_{A,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{gN,p} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec,V,cp}$$

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p}$$

$h_{ef}$ [mm]	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	d [mm]	$\tau_{Rk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\psi_c$ [ - ]	k [ - ]	$V_{Mc}$ [ - ]
110,0	13,0	316,0	158,0	12,0	13,0	1,060	2,0	1,5

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

Gruppo No.	Ancorante	$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$A_{p,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{p,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$s_m$ [ - ]	$\psi_{gN,p}$ [ - ]	$c_x$ [mm]	$c_{+x}$ [mm]	$c_y$ [mm]	$c_{+y}$ [mm]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	57,14	352.620	99.840	200,0	1,055	6.000	6.000	6.000	6.000



Gruppo No.	Ancorante	$\psi_{s,N}$ [ - ]	$\psi_{re,N}$ [ - ]	$e_{n,x}$ [mm]	$e_{n,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [ - ]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]	$\beta_{V,cp}$ [ % ]
1	[1, 2, 3, 4, 5]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	212,95	425,91	283,94	29,30	10,3%

## Taglio - Rottura del bordo di calcestruzzo

Nessun bordo < 10hef, verifica rottura bordo omessa.

## Combinazione trazione e taglio

	Ancorante	Trazione ( $\beta_N$ )	Taglio ( $\beta_V$ )	Condizione	Utilizzazione	Status
Acciaio	4	59,2%	29,4%	$\beta = \beta_N^2 + \beta_V^2$	43,7%	✓
Calcestruzzo	4	88,8%	10,3%	$\beta = (\beta_N + \beta_V) / 1.2$	82,6%	✓

Ancorante	$\beta_{N,s}$	$\beta_{N,p}$	$\beta_{N,comb}$	$\beta_{N,c}$	$\beta_{N,sp}$	$\beta_{V,s}$	$\beta_{V,sla}$	$\beta_{V,cp}$	$\beta_{V,c}$	$\beta_{N,s,max}$	$\beta_{V,s,max}$	$\beta_{N,c,max,E}$	$\beta_{V,c,max,E}$	$\beta_{combi,c,E}$	$\beta_{combi,s,E}$
1	57,5%	0,0%	88,8%	86,5%	0,0%	28,5%	0,0%	10,3%	0,0%	57,5%	28,5%	88,8%	10,3%	82,6%	41,1%
2	56,9%	0,0%	88,8%	86,5%	0,0%	28,3%	0,0%	10,3%	0,0%	56,9%	28,3%	88,8%	10,3%	82,6%	40,4%
3	58,7%	0,0%	88,8%	86,5%	0,0%	29,1%	0,0%	10,3%	0,0%	58,7%	29,1%	88,8%	10,3%	82,6%	42,9%
4	59,2%	0,0%	88,8%	86,5%	0,0%	29,4%	0,0%	10,3%	0,0%	59,2%	29,4%	88,8%	10,3%	82,6%	43,7%
5	58,1%	0,0%	88,8%	86,5%	0,0%	28,8%	0,0%	10,3%	0,0%	58,1%	28,8%	88,8%	10,3%	82,6%	42,0%

$$\beta_{N,s,max} = \beta_{N,s}$$

$$\beta_{V,s,max} = \max(\beta_{V,s}, \beta_{V,sla})$$

$$\beta_{N,c,max,E} = \max(\beta_{N,p}, \beta_{N,c}, \beta_{N,sp}, \beta_{N,comb})$$

$$\beta_{V,c,max,E} = \max(\beta_{V,cp}, \beta_{V,c})$$

$$\beta_{combi,s,E} = \beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2$$

$$\beta_{combi,c,E} = \min(\beta_{N,c,max,E}^{1.5} + \beta_{V,c,max,E}^{1.5}, (\beta_{N,c,max,E} + \beta_{V,c,max,E}) / 1.2)$$

Considerando gli ancoranti correlati e la separazione tra rottura acciaio e calcestruzzo





Codice di riferimento

Ufficio progettazione

Persona incaricata

Ufficio costruzioni

Persona incaricata

## RISULTATO

OK - La capacità è adeguata

## NOTE

La verifica dei casi progettuali coperti da ETAG 001 e TR029 è eseguita in accordo a tali linee guida. La verifica dei casi progettuali non coperti da ETAG 001 o TR029 è eseguita tramite specifica linea guida. Maggiori dettagli possono essere trovati in ACP Design Guides. I carichi agenti sugli ancoranti sono valutati in accordo alla teoria dell'elasticità, assumendo che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida. L'utente deve verificare questa condizione, dal momento che il programma non verifica automaticamente la rigidità della piastra. Il trasferimento dei carichi dagli ancoranti al materiale base dovrà essere verificato in accordo a ETAG 001 Annex C o TR029 sezione 7. Il metodo di progettazione è valido solo per fori nella piastra di fissaggio con un diametro non superiore ai valori riportati in ETAG 001 Annex C o TR029 Tabella 4.1.

I coefficienti parziali di sicurezza applicati sono in accordo all'ETA del prodotto e ai documenti di progettazione sopra indicati, si prega di controllare le verifiche rispetto agli standard ed ai requisiti locali.

## AVVISO IMPORTANTE

I dati inseriti nel software, ed i relativi risultati, devono essere verificati dall'utente sotto la responsabilità di un ingegnere con esperienza nel settore dell'ancoraggio in calcestruzzo. Questo per assicurare che non vi siano errori e che tutti i dati siano completi, accurati e che rispettino le norme ed i regolamenti relativi alla condizione reale ed all'applicazione. I dati contenuti nel software sono relativi solo ed esclusivamente ai prodotti inseriti e si basano sui principi, formule e regolamenti di sicurezza in accordo alle esistenti linee guida per ancoraggi in calcestruzzo, oltre che all'esperienza tecnica del produttore. L'utente deve rispettare tali principi. L'utente è il solo responsabile circa i dati inseriti nel programma per eseguire il calcolo; qualsiasi errore od omissione ricade sotto la responsabilità dell'utente. L'utente deve assicurarsi di utilizzare la versione aggiornata del programma utilizzando la funzione di auto-aggiornamento messa a disposizione. L'utente deve aggiornare il programma quando è richiesto di farlo. L'obiettivo del programma è quello di agire come un aiuto al calcolo per aiutare a rispettare i regolamenti e le attuali linee guida, senza alcuna garanzia di idoneità per qualsiasi applicazione specifica.