

REGIONE LIGURIA
ATO Idrico Ovest Provincia di Imperia

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TRATTO FOCIVO DEL
TORRENTE ARGENTINA A VALLE DEL PONTE DELLA VIA AURELIA
NEI COMUNI DI RIVA LIGURE E TAGGIA (IM)
- POSIZIONAMENTO NUOVA CONDOTTA FOGNARIA -



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA

PROGETTISTA
Dott. Ing. Valerio CHIARELLI
Lungomare Amerigo Vespucci n. 5
18100 Imperia (IM)
tel. (+39) 0184/538317
mail: info@rivieracqua.it - pec.rivieracqua_scpa@legalmail.it



RELAZIONE DI CALCOLO

Data: marzo 2024

Rev.:



RIVIERACQUA S.C.p.A. - Lungomare A. Vespucci n. 5 - 18100 IMPERIA - Tel. 0184.538.317
P.IVA: 01567830080 - mail: info@rivieracqua.it - pec: pec.rivieracqua_scpa@legalmail.it

1. PREMESSA

Il ponte ciclabile ex FS collega le due sponde del Torrente Argentina che costituisce il confine amministrativo fra i Comuni di Taggia e di Riva Ligure. Sulle rispettive sponde si sviluppa la viabilità locale nell'ambito dei due comuni e in destra idraulica, oltre alla strada che collega al lungomare, è presente una pista ciclabile a doppio senso di circolazione.

A valle del ponte ex FS si entra in ambito portuale; in particolare in destra idraulica si trova una piccola darsena e, più a valle andando verso la spiaggia, zone ricreative.



Immagine satellitare dell'area

L'intervento proposto prevede il posizionamento sul lato di valle dello erigendo ponte di una nuova condotta fognaria che collegherà la stazione di pompaggio posta in sponda destra alla stazione di pompaggio in sponda sinistra, in prossimità degli esistenti cantieri navali, così da riconfigurare le reti fognarie esistenti nell'area; l'alternativa dell'attraversamento in alveo, nonostante dal punto di vista inserimento nel paesaggio rimarrebbe più congrua, è stato scartato per le seguenti motivazioni :

- 1) elevato rischio di inquinamento nel caso di verificasse una accidentale rottura della tubazione ;
- 2) minore manutenibilità della condotta, che nel caso di attraversamento in alveo dovrebbe essere protetta tramite getto in calcestruzzo ;

Si evidenzia inoltre come risulti impossibile modificare la passerella ciclo-pedonale di prossima realizzazione, scelta che favorirebbe un miglior inserimento della tubazione ma al contrario comporterebbe una peggiore transitabilità del ponte; similmente è ritenuto non

attuabile la posa della nuova tubazione con sagomatura simile ai profili calandrati del ponte, scelta che comporterebbe significative perdite di carico e maggiori problematiche di funzionamento della condotta in pressione.

Si procede di seguito ad una riverifica della struttura di cui al progetto definitivo, tale da accertare che le variazioni intervenute con la soluzione sopra descritta siano minime e pertanto trascurabili; nello specifico si chiarisce che :

- a) i sovraccarichi dovuti alla tubazione definitiva non comporteranno alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica del ponte della ciclovia (profili principali, montanti, diagonali e traverse di collegamento delle travature reticolari, elementi di sostegno dell'impalcato, controventature, ecc.), come individuati nel progetto definitivo posto a base di gara e definitivamente sviluppati nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto;
- b) i sovraccarichi dovuti alla tubazione provvisoria non comporteranno alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica della passerella provvisoria, come risulteranno definiti nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto.

2. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DEL NUOVO PONTE

2.1 IL PONTE

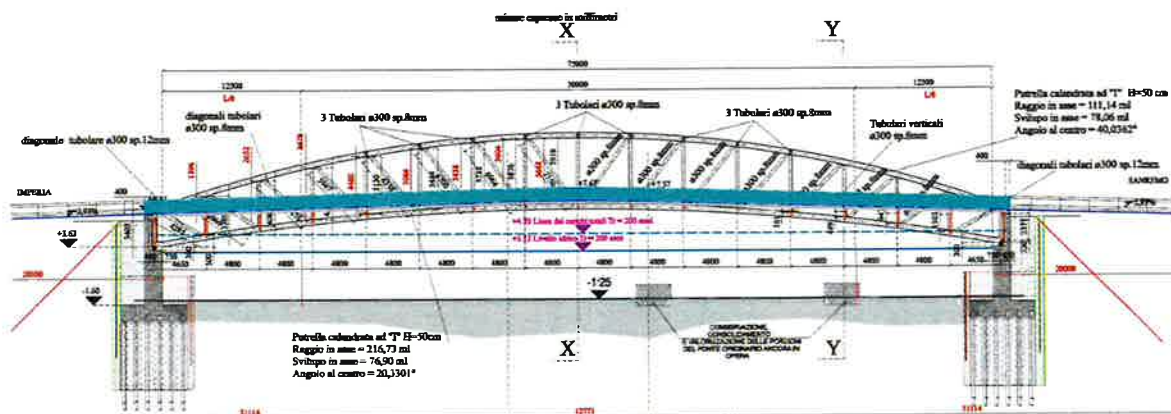
Il nuovo ponte ciclo-pedonale sarà realizzato a campata unica con struttura in carpenteria metallica in acciaio e spalle in c.a. fondate su micropali.

Come si evince dagli elaborati grafici di progetto, la struttura sarà costituita dai seguenti profili:

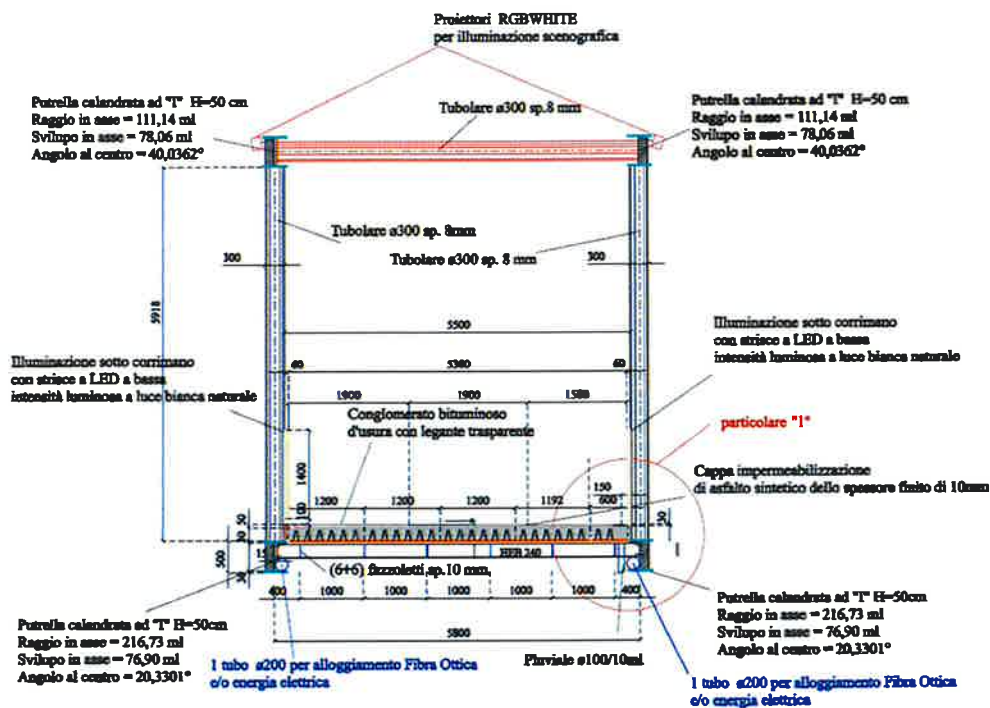
- **profili principali** formati da elementi calandrati in acciaio di tipo ad "I" avente larghezza 40 cm, altezza 50 cm, spessore ali 3 cm e spessore anima 1,5 cm;
- **montanti, diagonali e traverse superiori di collegamento delle travature reticolari:** formati da profili in carpenteria metallica tubolari $\varnothing 300$ sp.12 mm e $\varnothing 300$ sp.8 mm;
- **elementi di sostegno dell'impalcato:** tipo HEB240, HEB220 e HEA160;
- **controventi** formati da profili a L 150x150x12 mm.

Tutti gli elementi saranno assemblati tramite unioni saldate o bullonate realizzate in officina e/o in cantiere.

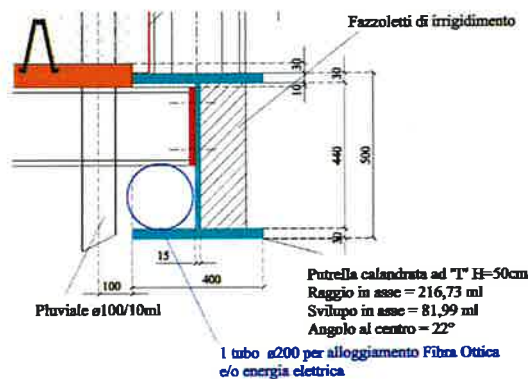
A scopo esplicativo si riporta in seguito il prospetto estratto dagli elaborati grafici di progetto e il particolare riferito alla sezione del profilo principale della travatura reticolare.



Estratto elaborato grafico di progetto definitivo – profili principali



Sezione tipo X-X'



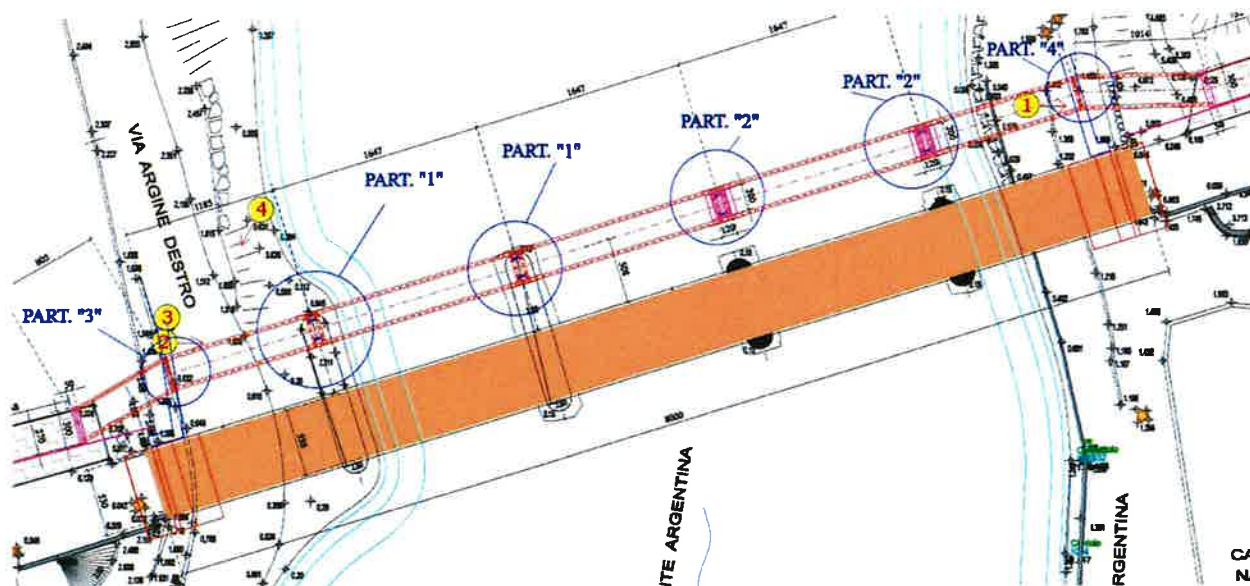
Estratto elaborato grafico di progetto definitivo – profili principali

2.2 LE SPALLE

Il nuovo ponte sarà realizzato a campata unica di lunghezza netta pari a 75 m pertanto la luce agli appoggi sarà pari a 76,5 m.

Le spalle saranno formate da strutture in c.a. di larghezza pari a 680 cm, spessore 160 cm con plinti di fondazione aventi dimensioni in pianta pari a 600 cm x 680 cm, spessore 140 cm, fondati su micropali Ø355 armati con profili tubolari Ø273 sp.12 mm.

La passerella sarà in carpenteria metallica in acciaio formata da n.7 campate fondate su plinti in c.a. e sulle superfetazioni esistenti in c.a. e impalcato in lamiera grecata con getto di completamento in cls. Il tutto come riportato a scopo esplicativo nelle immagini seguenti estratte dalla tavola grafica di progetto.

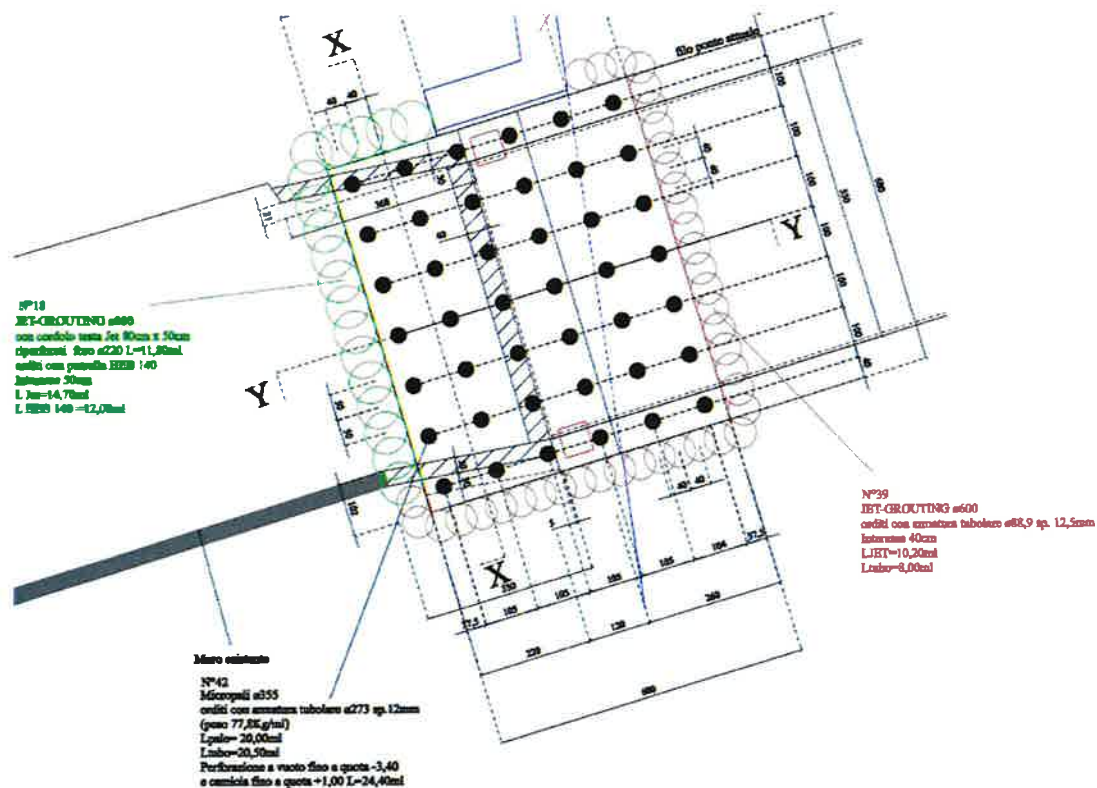


Planimetria di progetto definito passerella provvisoria

- **tappo di fondo e paratie provvisionali** da realizzare preliminarmente alle operazioni di scavo per la realizzazione delle due spalle.

Dovendo lavorare in ambiente fluviale ed essendo inoltre al di sotto del livello medio del mare per prevenire la risalita dell'acqua e contrastare la spinta idrostatica per ogni spalla sarà realizzato un tappo di fondo formato da n.45 colonne in jet-grouting Ø1200 di lunghezza pari a 6m.

Si prevede altresì la realizzazione di paratie provvisionali anch'esse formate da colonne in jet-grouting Ø800 e Ø600 rispettivamente di lunghezza 14,70 m e 10,20 m armate rispettivamente con profili HEB140 L=12m e tubolari Ø88,9 sp.12,5 L=8m.



Estratto elaborato grafico di progetto definitivo – pianta fondazioni e paratie spalla dx

Ai fini di realizzare le spalle in condizioni di sicurezza si prevedono le seguenti fasi:

- 1) REALIZZAZIONE JET-GROUTING TIPO A
- 2) RIPERFORAZIONE JET-GROUTING TIPO A PER POSIZIONARE PUTRELLE HEB 140 L=12,00ml
- 3) REALIZZAZIONE TIRANTI TESTA JET-GROUTING TIPO A
- 4) REALIZZAZIONE CORDOLO TESTA JET-GROUTING TIPO A
- 5) TESATURA TIRANTI
- 6) SCAVO FINO A QUOTA +1,00
- 7) REALIZZAZIONE JET-GROUTING TIPO B CON INSERIMENTO A FRESCO DI ARMATURA TUBOLARE ø88,9 sp. 12,5mm L=8,00ml
- 8) REALIZZAZIONE DA QUOTA +1,00 PALI FONDAZIONE ø355 ARMATI CON TUBOLARE ø273 sp.12mm, UTILIZZANDO CAMICIA DI ACCIAIO A TUTTA ALTEZZA (DA QUOTA +1,00 A QUOTA -23,00) E PERFORAZIONE " A VUOTO " DA QUOTA +1,00 A QUOTA -3,00
- 9) REALIZZAZIONE TAPPO DI FONDO DA QUOTA -3,20 A QUOTA -9,20, COSTITUITO DA JET-GROUTING ø1200 POSTI AD INTERASSE 90cm (N°45 JET-GROUTING PER SPALLA),LUNGHI 6,00ml E CON PERFORAZIONE A VUOTO DA QUOTA +1,00 A QUOTA -3,20.
- 10) SBANCAMENTO FINO A QUOTA -3,20
- 11) GETTO DI MAGRONE DI SOTTOFONDAZIONE E SPIANAMENTO SPESSORE 20cm
- 12) REALIZZAZIONE SPALLA IN CALCESTRUZZO ARMATO
- 13) RIEMPIMENTO A TERGO SPALLA CON MATERIALE ARIDO COMPATTATO
- 14) DEMOLIZIONE JET-GROUTING TIPO B FINO A QUOTA -1,25 E RIEMPIMENTO ANTERIORMENTE ALLA SPALLA CON MATERIALE DI FIUME

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Alla base del calcolo statico delle strutture e delle verifiche di stabilità, si è tenuto conto della seguente normativa:

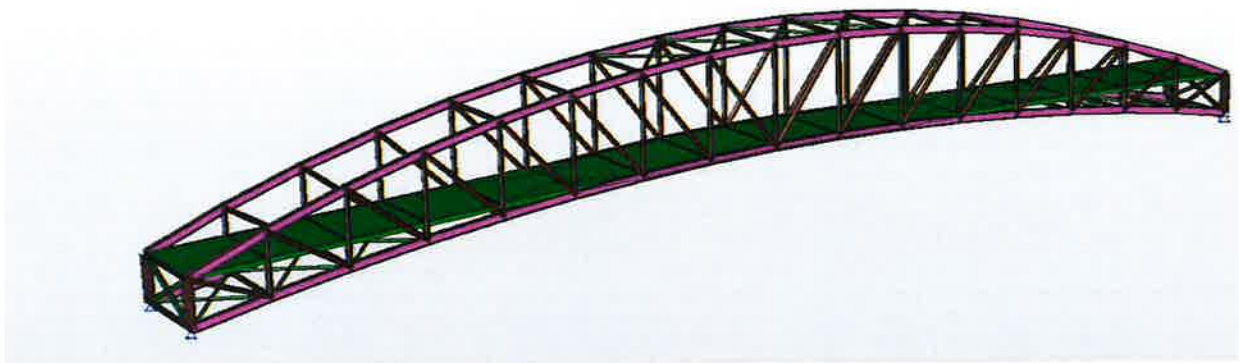
- Legge nr. 1086 del 05/11/1971: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)**
- **Circolare 21-01-2019, n.7 C.S.LL.PP:** istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 Gennaio 2018
- Eurocodice 7: progettazione geotecnica
- Eurocodice 8: indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Raccomandazioni sul jet grouting – AGI (Associazione Geotecnica Italiana)

4. CRITERI E METODI DI ANALISI DELLE STRUTTURE

La compatibilità strutturale dell'intervento descritto in premessa dovrà rispondere ai seguenti imprescindibili requisiti:

- i sovraccarichi dovuti alla tubazione definitiva non dovranno comportare alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica del ponte della ciclovia (profili principali, montanti, diagonali e traverse di collegamento delle travature reticolari, elementi di sostegno dell'impalcato, controventature, ecc.), come individuati nel progetto definitivo posto a base di gara e definitivamente sviluppati nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto;
- i sovraccarichi dovuti alla tubazione provvisoria non dovranno comportare alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica della passerella provvisoria, come risulteranno definiti nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto.

Per quanto riguarda il ponte, la struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.



Render modello strutturale del ponte

A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono

modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità.

Le piastre, ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi "shell" a comportamento flessionale e membranale.

I vincoli con il mondo esterno (ovvero con le spalle del ponte) sono stati rappresentati come apparecchi d'appoggio quali cerniere e carrelli, con elementi in grado di schematizzare le modalità di vincolo e le rigidzze nello spazio definite a seconda delle condizioni (statica e sismica) previste in progetto.

Questi elementi, coniugati con i precedenti, consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni, pali, platee nonché attraverso una combinazione di tali situazioni.

I carichi agenti sulla struttura, le combinazioni di carico e più in generale i dati di input della verifica rimangono invariati rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo della struttura.

Si ritiene pertanto che il modello utilizzato, realizzato con l'ausilio del software di calcolo Mastersap prodotto da AMV s.r.l. di Ronchi dei Legionari (GO), sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

E' stata impiegata anche per la verifica di cui alla presente relazione un'analisi dinamica modale in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 17.01.2018; agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite ultimo e di esercizio.

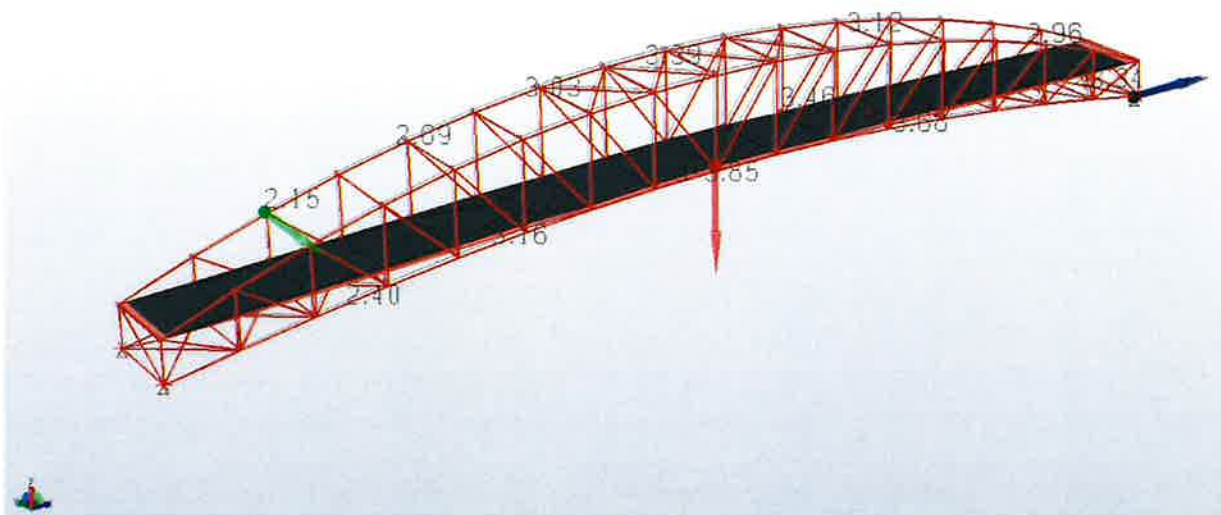
Si riportano in seguito in formato grafico i risultati delle analisi effettuate maggiormente significativi estrapolati direttamente dal software di calcolo, da cui è stato possibile verificare le risposta della struttura in termini di resistenza e deformazione delle singole membrature sia nella condizione di cui al progetto definitivo, sia nella condizione di verifica.



Progetto definitivo : Deformata statica combinazione rara



Soluzione proposta: Deformata statica combinazione rara



Progetto definitivo : Deformata statica combinazione frequente



Soluzione proposta : Deformata statica combinazione frequente



Progetto definitivo : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte



Soluzione proposta : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte

5. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati sintetizzati e rappresentati i risultati ottenuti a seguito delle verifiche effettuate per la progettazione delle opere strutturali necessarie finalizzate a verificare che :

- c) i sovraccarichi dovuti alla tubazione definitiva non comportino alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica del ponte della ciclovia (profili principali, montanti, diagonali e traverse di collegamento delle travature reticolari, elementi di sostegno dell'impalcato, controventature, ecc.), come individuati nel progetto definitivo posto a base di gara e definitivamente sviluppati nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto;

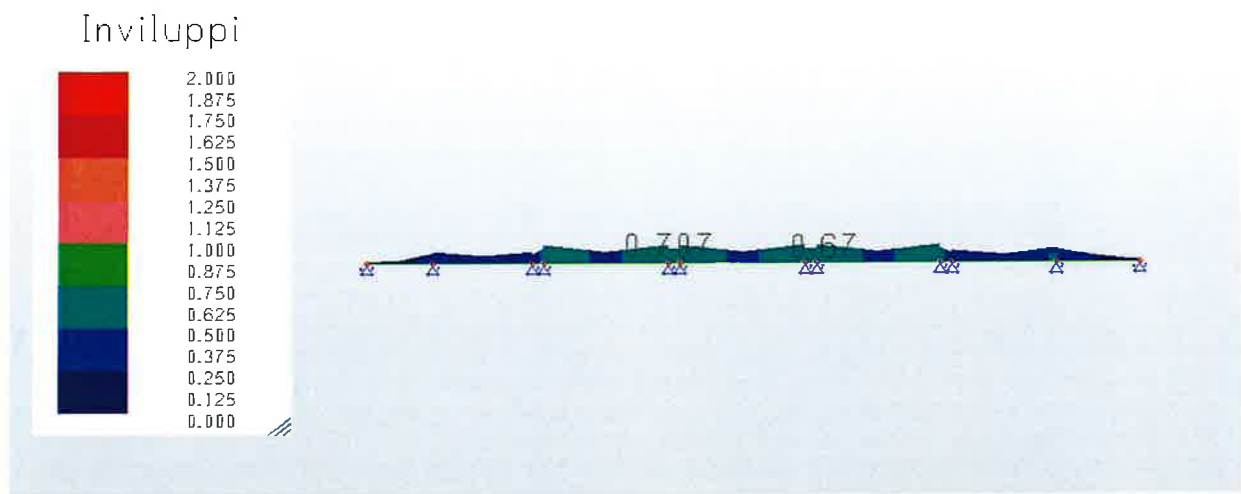


Progetto definitivo : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte

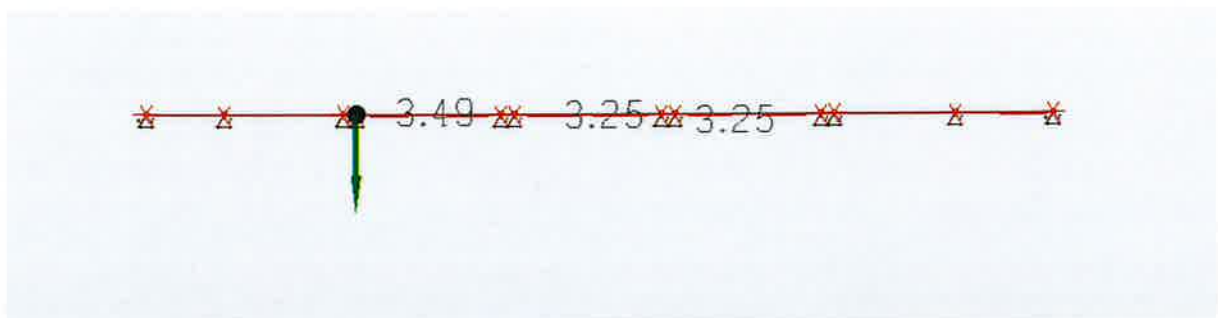


Soluzione proposta : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte

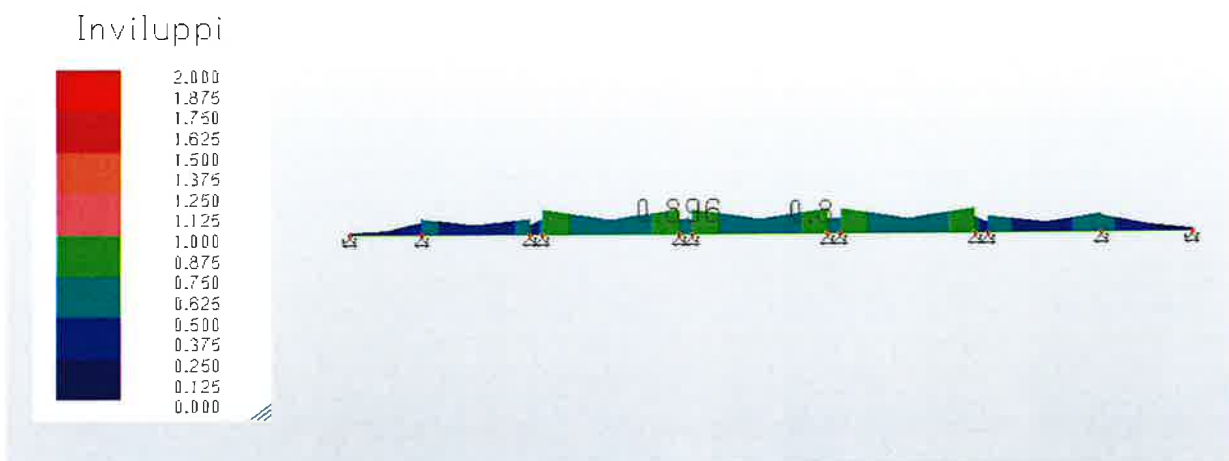
d) i sovraccarichi dovuti alla tubazione provvisoria non comportino alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica della passerella provvisoria, come risulteranno definiti nel progetto esecutivo in fase di redazione da parte dell'operatore economico affidatario dell'appalto.



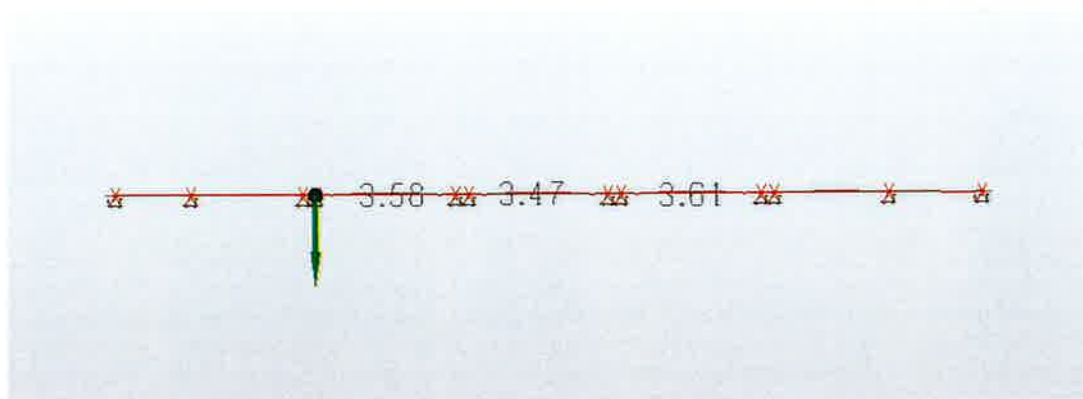
Progetto definitivo : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte provvisorio



Progetto definitivo : Deformata statica combinazione rara ponte provvisorio



Soluzione proposta : Inviluppi verifiche elementi in acciaio ponte provvisorio



Soluzione proposta : Deformata statica combinazione rara ponte provvisorio

Con l'ausilio dei software di calcolo in dotazione allo scrivente è stato possibile rappresentare e riverificare ai sensi delle vigenti normative tecniche le diverse opere strutturali previste in progetto nella condizione di progetto, consistente nel posizionamento che la risoluzione della interferenza esistente con la condotta fognaria sia risolta mediante uno "staffaggio" di una tubazione DN 400 in acciaio al paramento di valle del realizzando ponte della ciclovia, protetta da un carter metallico avente la stessa tonalità della struttura in acciaio del ponte.

I risultati provenienti dalle verifiche di tutti gli elementi di cui si compongono i modelli di calcolo rappresentativi delle strutture in progetto nella condizione di verifica risultano

soddisfatte, senza che alcuna significativa variazione sia intervenuta per effetto dei nuovi carichi applicati.

Le variazioni intervenute rispetto alla soluzione proposta in sede di progettazione definitiva sono minime e pertanto trascurabili, i sovraccarichi dovuti alla tubazione definitiva non comportano alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica del ponte della ciclovia (profili principali, montanti, diagonali e traverse di collegamento delle travature reticolari, elementi di sostegno dell'impalcato, controventature, ecc.) ed i sovraccarichi dovuti alla tubazione provvisoria non comportano alcuna modifica qualitativa e quantitativa alle strutture di fondazione, agli appoggi e alla struttura in carpenteria metallica della passerella provvisoria.

Sanremo (IM), li aprile 2024

Il tecnico

(Dott. Ing. Valerio CHIARELLI)

