



Città Metropolitana di Bologna

Via Zamboni, 13 - 40126 Bologna (BO)

IL RUP:

P.I.E. Stefano Romagnoli

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

Ing. Jonathan Manzi

INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA

(CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELABORATI GENERALI

-

Relazione Generale

PROGETTAZIONE:
Mandataria:

SYSTRA S.p.A.

Via della Stazione, 27 38123 Trento (TN), Italy - www.systra.com/italy

Mandanti:



SETECO Ingegneria S.r.l.



ITEC Engineering S.r.l.

SCALA: ---	IL PROGETTISTA:	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
FORMATO: A4	DATA: Mag 2026	Ing. Erica Calatizzo

REV	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
r01	Emissione del 15.05.2026	RTP	Mag 2026	M. Ravelli	Mag 2026	P. Pellegrini	Mag 2026
r00	Emissione	RTP	Mag 2026	M. Ravelli	Mag 2026	P. Pellegrini	Mag 2026

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.
24V25	PF	R	GN	100	r01

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	5
1.1	IL PONTE DEL 1958	6
1.2	PRINCIPI E OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE	7
1.3	INQUADRAMENTO NORMATIVO E COERENZA CON I LIVELLI SUPERIORI DI PROGETTAZIONE (DOCFAP)	7
1.4	IL NUOVO PONTE	8
2.	NORME DI RIFERIMENTO	11
2.1	QUADRO NORMATIVO	11
2.2	RISPETTO DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)	11
2.1	VINCOLI URBANISTICI E AMBIENTALI	11
3.	MATERIALI COMPONENTI IL PONTE DI NUOVA COSTRUZIONE	14
3.1	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	14
3.2	CLASSE DI ESECUZIONE	14
3.3	BULLONI	15
3.4	PIOLI	15
3.5	PERNO	15
3.6	SALDATURA	16
3.7	CALCESTRUZZO	17
3.7.1	ACCIAIO PER BARRE DA C.A.	17
3.8	NOTE GENERALI	18
4.	INQUADRAMENTO FISICO E MODELLAZIONE DEL TERRITORIO	19
4.1	ASSETTO GEOLOGICO	19
4.2	ASSETTO GEOMORFOLOGICO	20
4.3	ASSETTO IDROGEOLOGICO	20
4.4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	21
4.5	ASSETTO SISMICO	22
4.5.1	CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO	22
4.5.2	PARAMETRI SISMICI	23
4.6	IDROLOGIA E IDRAULICA	23
4.6.1	INTRODUZIONE	23
4.6.2	CALCOLO DELLE PORTATE	24
4.6.2.1	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico	24
4.6.2.2	Considerazioni relative agli effetti del cambiamento climatico	26
4.6.2.3	Normativa idraulica vigente	27
4.6.2.3.1	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) del 2002 e s.m.i.	27

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

4.6.2.4	Articolo 5.1.2.3. "Compatibilità idraulica" delle NTC2018	30
5.	PROGETTO STRADALE E TRACCIAMENTO	33
5.1	STATO DI FATTO DELLA VIABILITÀ	33
5.2	GEOMETRIA STRADALE DI PROGETTO	34
5.2.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	34
5.2.2	ANDAMENTO PLANIMETRICO E ALTIMETRICO ASSE TRACCIATO PRINCIPALE	35
5.2.3	ANDAMENTO PLANIMETRICO E ALTIMETRICO ASSE TRACCIATO SECONDARIO	38
5.2.4	SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA	41
5.3	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	42
5.3.1	ANALISI IDROLOGICA	42
5.3.2	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA	45
5.3.3	DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO	46
5.3.3.1	Ponte di progetto	47
5.3.3.2	Rilevato principale lato Budrio: RI.01	47
5.3.3.3	Rilevato principale lato Molinella: RI.02	48
5.3.3.4	Rilevato viabilità secondaria: VS1	50
5.3.3.5	Rilevato strade secondarie AV1 – AV2	51
6.	PROGETTO DELLE STRUTTURE	52
6.1	PONTE	52
6.1.1	IMPALCATO METALLICO	52
6.1.2	APPOGGI, GIUNTI E ARREDI	53
6.1.3	SOTTOSTRUTTURE E FONDAZIONI	53
6.1.3.1	Spalle e fondazioni	53
6.1.3.2	Muro di sottoscarpa	55
6.1.3.3	Consolidamento rilevati	57
6.1.4	MONTAGGIO DEL PONTE	60
6.2	TOMBINO IDRAULICO	62
7.	GESTIONE DELLE TERRE DA SCAVO	64
7.1	PIANO UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO	64
7.1.1	VOLUMETRIE ATTESE	64
7.1.2	OPERAZIONI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	67
7.1.2.1	Condizioni di utilizzo	67
7.1.2.2	Natura delle terre da scavo	68
7.1.2.3	Necessità della stabilizzazione con CaO	69
7.1.2.4	Procedura per la stabilizzazione con CaO	69
7.1.2.5	Prevenzione ambientale nelle operazioni di stabilizzazione	71
7.1.3	INDIVIDUAZIONE DEI SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E RECUPERO/SMALTIMENTO	73
7.1.4	GESTIONE RIFIUTI	75
7.2	MONITORAGGIO AMBIENTALE	76
7.2.1	SCOPI E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PMA	76
7.2.1.1	Obiettivi e requisiti	76
7.2.1.2	Fasi di monitoraggio	77
7.2.1.3	Metodi, criteri e indicazioni	77
7.2.1.4	Codifica dei punti di monitoraggio e delle misure	77
7.2.2	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	78

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

7.1	REQUISITI ACUSTICI E AMBIENTALI	79
8.	IMPIANTI TECNOLOGICI	81
8.1	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	81
8.2	SCHEMA GENERALE ELETTRICO	81
9.	INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI	82
9.1	CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE	82
9.2	SOLUZIONI ADOTTATE	82
10.	TEMPISTICHE E FASI REALIZZATIVE	83
11.	DIFFERENZE DEL PFTE RISPETTO AL DOCFAP	84
11.1	ADEGUAMENTO DELLA SEZIONE STRADALE	84
11.2	OTTIMIZZAZIONI STRUTTURALI E TECNOLOGICHE	84
11.3	INTERVENTI SUI PIANI DI POSA DEI RILEVATI	86

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Generale relativa al progetto di ricostruzione del ponte sul fiume Idice in località La Motta, sulla SP 6 "Zenzalino", in corrispondenza del km 13, che collegherà il comune di Budrio (BO) ed il Comune di Molinella (BO).

L'intervento si rende necessario a seguito del crollo causato dagli eventi alluvionali del 16-17 maggio 2023.

L'elaborato delinea il quadro tecnico, normativo e realizzativo dell'intervento, volto a ripristinare il collegamento viario tra i territori di Budrio e Molinella nel rispetto delle NTC 2018 e in coerenza con i livelli superiori di progettazione (DOCFAP).

In Figura 1-1 viene individuata l'area di intervento con inserito il ponte prima del crollo.



Figura 1-1: Inquadramento dell'area di intervento prima del crollo

La relazione descrive l'inquadramento fisico del territorio, la riorganizzazione della geometria stradale, le caratteristiche geometriche e strutturali del nuovo impalcato metallico e delle relative opere di fondazione, gli interventi di consolidamento delle opere in terra e le infrastrutture minori correlate.

La sostenibilità ambientale è presidiata da un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, che prevede la stabilizzazione a calce per il riuso dei materiali in situ e specifici protocolli di monitoraggio (PMA). Completano il quadro tecnico gli impianti di illuminazione e le interferenze con i sottoservizi.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

1.1 Il ponte del 1958

Il ponte sull'Idice, costruito nel 1958, era un manufatto in conglomerato cementizio armato, composto da un sistema di impalcato a graticcio con travi principali a sezione variabile, a configurazione iperstatica su 5 campate, di luce complessiva di 87 m e larghezza 8 m.

Il sistema costruttivo a campate multiple prevedeva la presenza di 4 pile e delle spalle in alveo, oblique rispetto al deflusso delle acque, inserite nelle strutture in terra arginali. In questa configurazione, pile e spalle costituivano un ostacolo puntuale al libero deflusso delle acque e di eventuali trasporti solidi e un elemento di discontinuità delle stesse strutture arginali.

Tale aspetto, unitamente all'assenza di franco idraulico dell'impalcato (piano ponte a quota 21.4 m slm) rispetto alla piena duecentennale (22.40 m slm), hanno determinato elevate criticità, con particolare riferimento allo scalzamento delle fondazioni che, unitamente all'erosione delle sezioni idrauliche, ne hanno determinato il crollo.

Nell'attuale contesto normativo, le disposizioni per i ponti, a tutela dei corsi d'acqua (cfr. § 5 NTC 2018), non renderebbero possibile l'inserimento di tale tipologia strutturale in un corso fluviale. In Figura 1-2 si riporta un'immagine storica delle fasi costruttive dell'impalcato del ponte crollato ed in Figura 1-3 quella riferita alle fasi immediatamente successive al crollo.



Figura 1-2: Fasi costruttive del ponte crollato (1958)

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



Figura 1-3: Vista dell'attraversamento a seguito del crollo (16/17 maggio 2023)

Il periodo di costruzione del ponte crollato si inseriva in un contesto normativo di minore rigore rispetto a quello odierno. Al tempo, ad esempio, non erano previste le verifiche sismiche, e le azioni da traffico imposte erano di diversa entità e distribuzione.

1.2 Principi e obiettivi della progettazione

Il principio che ha accompagnato la progettazione del nuovo ponte è stato quello di:

1. eliminare ogni possibile interdipendenza tra corso d'acqua e struttura, ovvero di evitare che la nuova costruzione risultasse di ostacolo alle acque di piena ed agli eventuali trasporti solidi del corso d'acqua
2. riutilizzare il materiale scavato all'interno del cantiere al fine di ottenere il giusto ritorno ambientale - eliminando i transiti sulla viabilità locale - ed economico, evitando i costi di trasporto e discarica
3. riutilizzare il conglomerato bituminoso fresato dell'attuale pavimentazione reimpiegandolo per strati rigenerati a freddo ed additivati con emulsione bituminosa e cemento a formare strati di base di maggiore efficienza.

1.3 Inquadramento normativo e coerenza con i livelli superiori di progettazione (DOCFAP)

In fase di redazione del presente Progetto di Fattibilità Tecnico Economica è stata condotta un'analisi puntuale circa l'abrogazione del Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po n. 13 del 7 marzo 2025, avvenuta per effetto della Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 13 del dicembre 2025.

Tale mutamento del quadro regolatorio interviene sul presupposto normativo utilizzato in sede di redazione del DOCFAP (documento posto a base di gara), il quale prevedeva la possibilità di operare in deroga alla distanza minima di 10 m dall'argine ai sensi dell'art. 96 del R.D. n. 523/1904.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

A seguito del confronto tecnico con la Stazione Appaltante, si è ritenuto di procedere nello sviluppo del PFTE in continuità con gli indirizzi programmatici già definiti al paragrafo 5.2.1.2 della “Relazione tecnico descrittiva” del DOCFAP.

Il presente progetto è dunque redatto in conformità alle linee guida del precedente livello di progettazione, garantendo la necessaria coerenza procedurale e il rispetto del cronoprogramma delle attività.

1.4 Il nuovo ponte

I principi che hanno indirizzato la progettazione del nuovo ponte sono stati espressi al § 1.2.

Tali obiettivi sono stati raggiunti con i seguenti interventi:

- alzando la livelletta dell'attuale tracciato stradale in modo da garantire adeguati franchi rispetto ai livelli stimati di piena bisecolare ed a garantire la completa manutenzione della struttura arginale in sommità (il franco risulta di 3.50 m rispetto alla sommità arginale)
- il dislivello tra il fondo alveo e l'intradosso del nuovo impalcato è di oltre 13.50 m, mitigando sensibilmente il rischio di ostruzione da alberi ad alto fusto (valore raccomandato dal PSP: 6÷7m)
- ampliando la lunghezza di impalcato a più di 200 m eliminando i supporti intermedi (pile), prevedendo quindi una struttura a luce unica con spalle poste al di fuori dei corpi arginali.

La scelta operata in fase progettuale, supportata anche da considerazioni tecnico-economiche e di utilizzo del territorio, è stata quella di ripercorrere l'attuale sede della SP6 “Zenzalino”, che attraversa in obliquo l'Idice con una variazione angolare di circa 52° rispetto allo scorrimento del torrente.

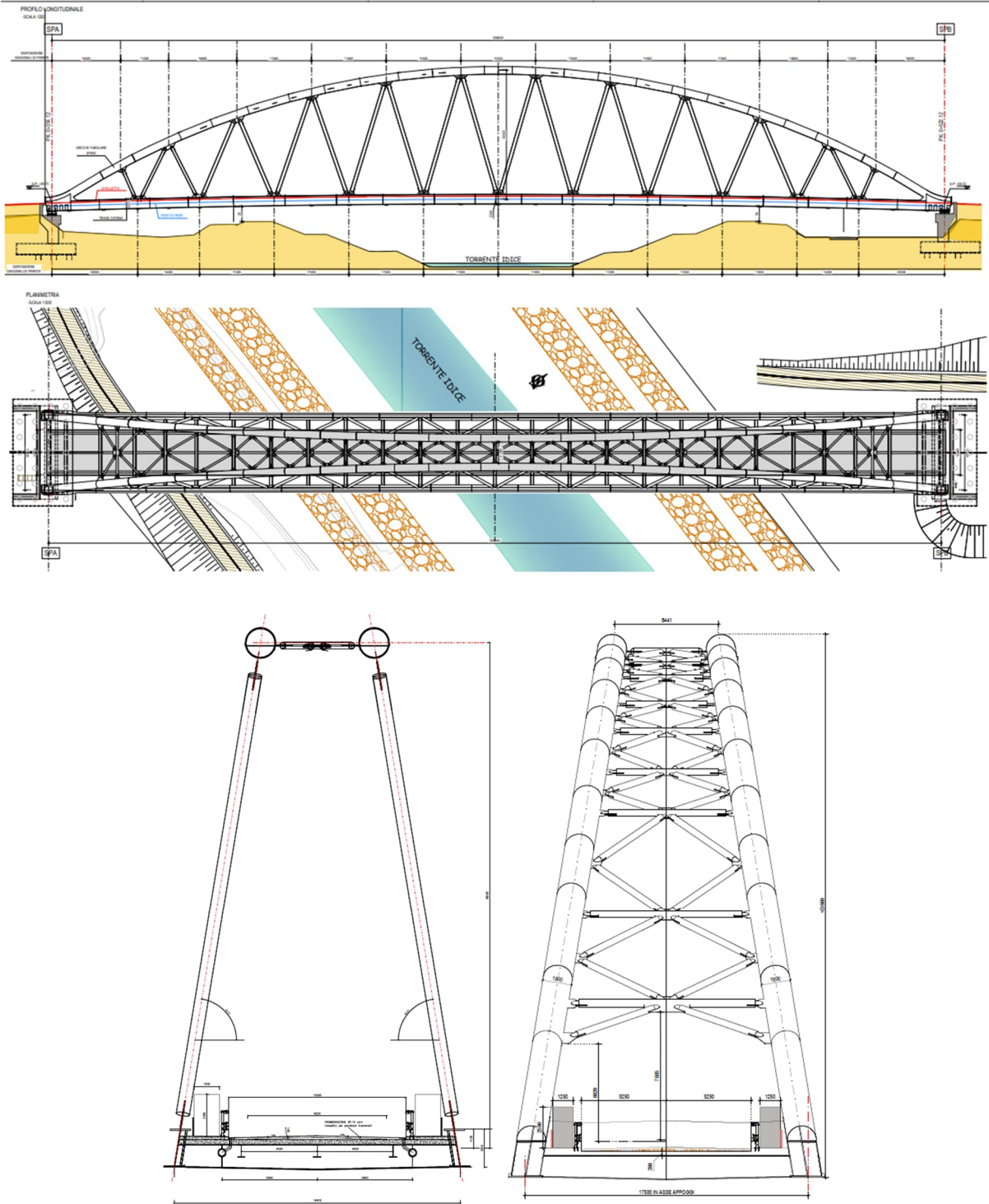
Il profilo del nuovo ponte rispetto a quello crollato permette un miglioramento idraulico conseguente:

- all'eliminazione delle pile intermedie al rispetto del franco idraulico sopra la quota di piena bicentennale
- all'arretramento delle spalle per evitare l'interazione con gli argini, garantendo una distanza di 4.00 m in proiezione dal piede dell'argine; tale soluzione, oltre a ottimizzare il rapporto tra efficienza strutturale e costi di realizzazione, minimizza l'ostacolo al flusso idrico.

Per garantire la durabilità dell'opera nei confronti degli eventi di piena, si prevede il rivestimento delle scarpate della sezione interna del torrente fino alla sommità dell'argine mediante la formazione di scogliere in massi lapidei per una stesa complessiva di 100 m (50 m a monte e 50 m a valle rispetto all'asse del ponte), estese anche alle piastre di fondazione delle spalle.

Il nuovo ponte a via inferiore si presenta a luce netta unica di 208.0 m e ospita una strada di categoria C1, con due corsie, una per senso di marcia, di larghezza 5,25 m ciascuna per una larghezza carrabile di 10,50 m. I cordoli laterali presentano una larghezza di 3,20 m ed ospitano la barriera sicurvia e uno spazio tecnico destinato alla manutenzione di larghezza tipica 1,50 m.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

2. NORME DI RIFERIMENTO

2.1 Quadro normativo

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 17 gennaio 2018. - Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n. 42 del 20/01/2018 SO)
- C.S.LL.PP. Circolare n°7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17/01/2018 (GU n. 35 del 11/02/2019 SO)”
- Legge 09.01.1989, n. 13 - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati
- D.M. 14.06.1989, n. 236 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizio residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
- DPR 24/07/1996 n. 503 “Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”
- Circolare del Min. dell'Ambiente e Tutela del Territorio del 15.07.2005, n. 5205 - Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203.
- D.M. 05.04.2006, n. 186 - Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22”.
- Legge 29 luglio 2021, n. 108, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante “governance de”I Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 “Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata”
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137”
- Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume PO n. 13 del 7 marzo 2025
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) del 2002 e s.m.i.
- Piano Speciale e Preliminare (PSP) della Regione Emilia-Romagna

2.2 Rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)

Il progetto prevede il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi, in conformità al decreto DM 5 agosto 2024 “Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali”.

Si rimanda alla relazione tecnica sui Criteri ambientali minimi per una descrizione dettagliata sulle scelte progettuali che garantiscono la conformità ai criteri.

2.1 Vincoli urbanistici e ambientali

L'analisi del quadro vincolistico è stata finalizzata alla verifica delle eventuali interferenze tra le opere in progetto e i sistemi di tutela ambientale, paesaggistica, culturale e idrogeologica presenti nell'area

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

di intervento. A tal fine sono stati considerati i beni culturali e paesaggistici disciplinati dal D.Lgs. 42/2004, le aree naturali protette e i siti appartenenti alla Rete Natura 2000, nonché i principali strumenti di pianificazione territoriale e ambientale vigenti.

Per quanto riguarda i beni culturali ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004, le verifiche effettuate non hanno evidenziato la presenza di beni di interesse culturale dichiarato nell'area interessata dal progetto. Inoltre, il tracciato non risulta ubicato in prossimità di aree soggette a vincolo archeologico ai sensi della normativa vigente.

Le analisi sono state condotte mediante consultazione delle principali banche dati e strumenti cartografici ufficiali, tra cui il portale ministeriale relativo alla Rete Natura 2000, il database ISPRA-IFFI, il SITAP del Ministero della Cultura e il Sistema Informativo degli Ambiti Paesaggistici regionali.

Con riferimento alle aree naturali protette e ai siti della Rete Natura 2000, l'area di studio ricade parzialmente all'interno della ZSC IT4050022 "Biotopi e ripristini ambientali di Medicina e Molinella", mentre altri siti Natura 2000 risultano localizzati a distanze superiori ai 4 km dall'intervento. In base alla normativa regionale vigente, l'opera è classificabile come intervento di modesta entità e non necessita di Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.), purché siano rispettate le specifiche condizioni ambientali previste. Non sono invece presenti interferenze dirette con aree naturali protette; il Parco regionale del Delta del Po rappresenta l'area protetta più prossima, posta a circa 13 km di distanza.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area non risulta soggetta a vincolo ai sensi del R.D. 3267/1923. Tuttavia, le analisi relative al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) evidenziano che il progetto ricade in aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata (scenario P3 – elevata probabilità di alluvione) e media (scenario P2). Le cartografie di rischio individuano inoltre la presenza di aree classificate a rischio moderato e molto elevato. Il progetto prevede comunque il ripristino di un ponte preesistente crollato durante gli eventi alluvionali del maggio 2024, adottando soluzioni progettuali finalizzate a ridurre l'interferenza tra la struttura e il corso d'acqua.

Per quanto concerne il rischio geomorfologico, la consultazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) non ha evidenziato la presenza di fenomeni franosi nell'area di intervento.

L'area risulta inoltre marginalmente interessata dal sistema delle aree forestali individuato dal PSC del Comune di Budrio, configurando quindi una limitata interferenza con il vincolo boschivo.

Dal punto di vista paesaggistico, il progetto ricade all'interno della fascia di tutela di 150 metri dalle sponde del fiume Idice, ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004. Le verifiche sono state effettuate mediante consultazione del SITAP e degli strumenti urbanistici locali, considerando il carattere ricognitivo e non certificativo delle banche dati ministeriali.

L'area di intervento si inserisce nel contesto della pianura agricola bolognese, caratterizzata da una forte antropizzazione, dalla presenza diffusa di aree coltivate e da un sistema infrastrutturale consolidato. Nonostante ciò, persistono elementi naturali residui quali corsi d'acqua, zone umide e aree boscate. Secondo gli strumenti di pianificazione territoriale, l'intervento ricade all'interno del territorio urbanizzato.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.
	24V25	PF	R	GN	100	r01

Nel complesso, il rapporto tra il progetto e il sistema dei vincoli evidenzia l'assenza di interferenze con beni culturali tutelati, mentre risultano presenti limitate interferenze con vincoli paesaggistici, aree forestali e siti Natura 2000. Tali interferenze sono considerate compatibili con l'intervento previsto, anche in considerazione delle caratteristiche progettuali adottate e del rispetto delle prescrizioni ambientali vigenti.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

3. MATERIALI COMPONENTI IL PONTE DI NUOVA COSTRUZIONE

I materiali previsti per la costruzione del nuovo ponte e i dettagli sono stati studiati per garantire una durabilità dell'intera struttura.

Tutti i materiali dovranno comunque essere approvvigionati in accordo con D.M. 17/01/2018.

La realizzazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle tolleranze previste dalla UNI EN 1090.

In ogni caso dovrà essere rispettato sia quanto previsto nel Capitolato Speciale di Appalto che nelle specifiche tecniche fornite dalla Direzione Lavori laddove queste siano più restrittive.

3.1 Acciaio per carpenteria metallica

Tutte le parti metalliche della struttura sono realizzate in acciaio autoprotetto tipo "CORTEN" S335J0W/J2W/K2W.

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Qualità in funzione degli spessori ai sensi della UNI EN 1993-1-10

- Elementi saldati in acciaio con sp. ≤ 20mm S355J0W
- Elementi saldati in acciaio con 20mm < sp. ≤ 40mm S355J2W
- Elementi saldati in acciaio con sp. > 40mm S355K2W
- Elementi non saldati, angolari e piastre sciolte, S355J0W
- Imbottiture con Sp.<3mm (S355J0W)

La tensione di snervamento nelle prove meccaniche nonché il CEV nell'analisi chimica dovranno essere nei limiti della UNI EN 10025-5.

Le tolleranze dimensionali per lamiere e profilati dovranno rispettare i limiti prescritti dalla UNI EN 10029 con classe di tolleranza minima A o B.

Tutti i materiali dovranno essere corredati di certificati e documenti di tracciabilità.

REALIZZAZIONE ARCO

L'arco tubolare deve essere sigillato e reso stagno. Si deve prevedere un adeguato sistema di valvole disposte in numero di almeno una tra due diagonali successivi per il controllo della pressione interna.

3.2 Classe di esecuzione

Con riferimento alle UNI EN 1090-2 § 4.1.2, e all'Appendice C della UNI EN 1993-1-1 (2014) si stabilisce per la carpenteria metallica classe di esecuzione EXC3.

L'elenco dei requisiti relativi alle classi di esecuzione è fornito nel punto A.3 della. Si UNI EN 1090-2, al quale si rimanda per i dettagli.

Si evidenzia che per la EXC3 è richiesta la completa tracciabilità e la marcatura dei prodotti.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

3.3 Bulloni

BULLONI: NOTE E PRESCRIZIONI

– Secondo DM 17/01/2018 – UNI EN 14399-1-2-4-5-6

In ogni caso i collegamenti bullonati ad attrito devono essere a serraggio controllato.

– Per i collegamenti ad attrito si dovrà adottare la classe di controllo K2

Viti e dadi: riferimento UNI EN 14399: 2005, parti 3 e 4.

Rosette e piastrine: riferimento UNI EN 14399: 2005, parti 5 e 6.

MATERIALI

Viti 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1: 2001

Dadi 10 secondo UNI EN 20898-2: 1994

Rosette in acciaio C50 temperato e rinvenuto HRC32÷40, secondo UNI EN 10083-2: 2006

Piastrine in acciaio C50 temperato e rinvenuto HRC32÷40, secondo UNI EN 10083-2: 2006

I bulloni disposti verticalmente, se possibile, avranno la testa della vite verso l'alto ed il dado verso il basso ed avranno una rosetta sotto la vite ed una sotto il dado.

Il piano di taglio, se non diversamente indicato, interesserà il gambo non filettato della vite.

Tutti i collegamenti soggetti ad inversione di sforzi dovranno essere previsti ad attrito

Precarico secondo DM 17/01/2018 (la coppia dovrà essere quella riportata sulle targhette delle confezioni)

Per il metodo di applicazione della coppia ed il controllo del precarico si rimanda a quanto previsto dalla UNI EN 1090-2

Per le giunzioni a taglio la coppia di serraggio dovrà essere la stessa prevista per le giunzioni ad attrito (secondo UNI EN 1993-1-1). In caso si adottino coppie minori dovranno essere previsti opportuni sistemi antisvitamento.

BULLONE	PRECARICO
M20-10.9	170 KN
M24-10.9	250 KN
M27-10.9	320 KN

3.4 Pioli

PIOLI

Secondo UNI EN ISO 13918 e DM 17/01/2018

Pioli tipo NELSON $\phi=19$ – H=0,6 * Hsoletta (se non diversamente indicato)

Acciaio ex ST 37-3K (S235J2+C450)

$f_y > 350$ MPa

$f_u > 450$ MPa

Allungamento $> 15\%$

Strizione $> 50\%$

3.5 Perno

Acciaio tipo 36CrNiMo16 (UNI EN 10083-3:2006)

Tensione di snervamento $R_e = 800$ MPa (min)

Tensione a rottura a trazione $R_m = 1000$ MPa

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

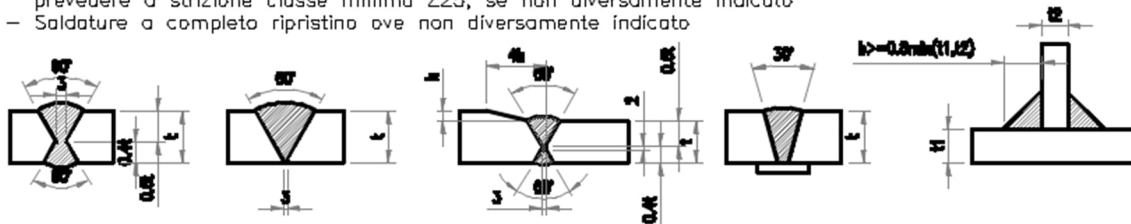
3.6 Saldatura

SALDATURE

Secondo DM 17/01/2018

I giunti delle travi principali, se non diversamente indicato, sono previsti saldati a piena penetrazione di 1° classe

- Procedimenti di saldatura omologati e qualificati secondo D.M. 17/01/2018
- Saldature a doppio cordone d'angolo continuizzate sul perimetro del pezzo da saldare, ove non diversamente indicato
- Dovrà essere assicurata la completa fusione dei vertici dei cordoni d'angolo nelle saldature di forza ed in ogni caso ne dovranno essere asportate le irregolarità
- Dovranno essere adottate le più opportune cautele per evitare la possibilità di formazione di strappi lamellari (per lamiere soggette a sforzi di trazione nel senso trasversale alla laminazione (es. giunti a croce) prevedere a strizione classe minima Z25, se non diversamente indicato
- Saldature a completo ripristino ove non diversamente indicato



- I cordoni indicati sono verificati secondo le necessità statiche. Per i cordoni in deroga alle indicazioni della CNR 10011/97, il costruttore dovrà garantire la qualifica del procedimento, che se previsto dal Capitolato, dovrà essere approvata dall'Ente di controllo incaricato.

La saldatura deve girare intorno agli irrigidenti.

Se non diversamente indicato le giunzioni delle travi principali realizzate mediante saldatura a piena penetrazione di 1° cl. dovranno essere effettuate da entrambi i lati, molate in direzione degli sforzi e soggette a controlli non distruttivi (circolare 21/01/2019 n°7 c.s. II. pp. par. c4.2.4.1.4.3, tab c4.2.xiv dett. 2)

N.B.: i dettagli di saldatura (giunti travi principali e irrigidenti trasversali) saldati alla piattabanda inferiore dovranno essere controllati mediante ispezione minimo ogni 25 anni.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

3.7 Calcestruzzo

CALCESTRUZZO

Secondo EN206 – CNR UNI 11104.
 Aggregati secondo UNI 8520
 Acqua secondo UNI 8981/7
 Cemento secondo UNI/ENV 197/1
 Additivi secondo UNI 8145 – ASTM C494/G

CALCESTRUZZO PER SOLETTA (non esposta)

- Classe C35/45
- Classe di esposizione XC4
- Massimo rapporto a/c ≤ 0.50
- Contenuto minimo di cemento 340 kg/mc
- Classe di consistenza S4
- Diametro massimo inerti 25 mm
- Copriferro nominale C 40 mm

Per il copriferro si prescrivono dei controlli di qualità speciali della produzione del calcestruzzo (UNI EN 1992-1-1, punto 4.4.1.2, prospetto 4.3N).

CALCESTRUZZO PER CORDOLI

- Classe C35/45
- Classe di esposizione XC4–XD3–XF4
- Massimo rapporto a/c ≤ 0.45
- Contenuto minimo di cemento 360 kg/mc
- Classe di consistenza S4
- Diametro massimo inerti 25 mm
- Copriferro nominale C 55 mm

Aggregati secondo UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo. Impiego di cementi resistenti ai solfati.

Si prescrivono i controlli di qualità sulle misure dei copriferri (UNI EN 1992-1-1, punto 4.4.1.3(3)–4.3N).

PREDALLES

- Classe C32/40
- Classe di esposizione XC4
- Massimo rapporto a/c ≤ 0.50
- Contenuto minimo di cemento 340 kg/mc
- Classe di consistenza S4
- Diametro massimo inerti 20 mm
- Copriferro nominale C 35 mm

Per il copriferro si prescrivono dei controlli di qualità speciali della produzione del calcestruzzo (UNI EN 1992-1-1, punto 4.4.1.2, prospetto 4.3N).

Si prescrivono i controlli di qualità sulle misure dei copriferri (UNI EN 1992-1-1, punto 4.4.1.3(3)–4.3N).

3.7.1 Acciaio per barre da c.a.

ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

Secondo NTC 2018 (DM 17/01/2018)
 Barre ad aderenza migliorata saldabili in acciaio B450C

$$\begin{aligned} f_{yk} &\geq 450 \text{ MPa} \\ f_{tk} &\geq 540 \text{ MPa} \\ 1.15 &\leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35 \end{aligned}$$

Reti elettrosaldate in acciaio B450A.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

3.8 Note generali

- Misure e dimensioni in mm.
- Quote altimetriche in mt.
- E' necessario movimentare la trave con bilancini di presa in modo da evitare svergolamenti anomali in fase di sollevamento.
- Per la manutenzione degli appoggi per sollevamenti sino a 40mm si può operare sulla singola pila.
- Prima della tracciatura dei pezzi devono essere definiti gli eventuali interventi sulla carpenteria imposti dal sistema di montaggio e varo.
- La manutenzione degli appoggi, se non diversamente indicato, sono previste in assenza di traffico.

I DIAMETRI DELLE FORATURE PER LE GIUNZIONI BULLONATE DOVRANNO RISPETTARE LE SEGUENTI PRESCRIZIONI PER ACCOPPIAMENTI DI PRECISIONE:

- PER FORI FINO A 20mm = +1mm
- PER FORI OLTRE A 20mm = +1.5mm

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

4. INQUADRAMENTO FISICO E MODELLAZIONE DEL TERRITORIO

4.1 Assetto geologico

La zona sulla quale insiste l'area di studio si colloca alle quote comprese fra circa 10 e 17 m s.l.m. e mostra nel complesso una superficie topografica pianeggiante, con pendenza blanda verso NE.

Dal punto di vista litologico, l'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali di bassa pianura, come mostrato in Figura 4-1. I terreni di fondazione dei rilevati sono pertanto costituiti nel complesso da argille limose e limi argillosi da poco consistenti a consistenti. Nel Pleistocene medio, l'orogenesi ed il sollevamento del margine appenninico ha comportato il definitivo instaurarsi della deposizione continentale e ha iniziato inoltre a sedimentarsi il Supersistema Emiliano Romagnolo. Questo Supersistema è articolato in due sintemi: il Sintema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI), ed il Sintema Emiliano-Romagnolo superiore (SERS). Si tratta di depositi alluvionali formati dall'attività deposizionale del Po, dei suoi affluenti di destra e dei fiumi romagnoli. I depositi che appartengono al SERI sono prevalentemente costituiti da argille limose di piana alluvionale con intercalazioni di sabbie di canale e ghiaie di conoide alluvionale. I depositi del SERS sono invece costituiti da prevalenti ghiaie e sabbie di terrazzo e conoide alluvionale.

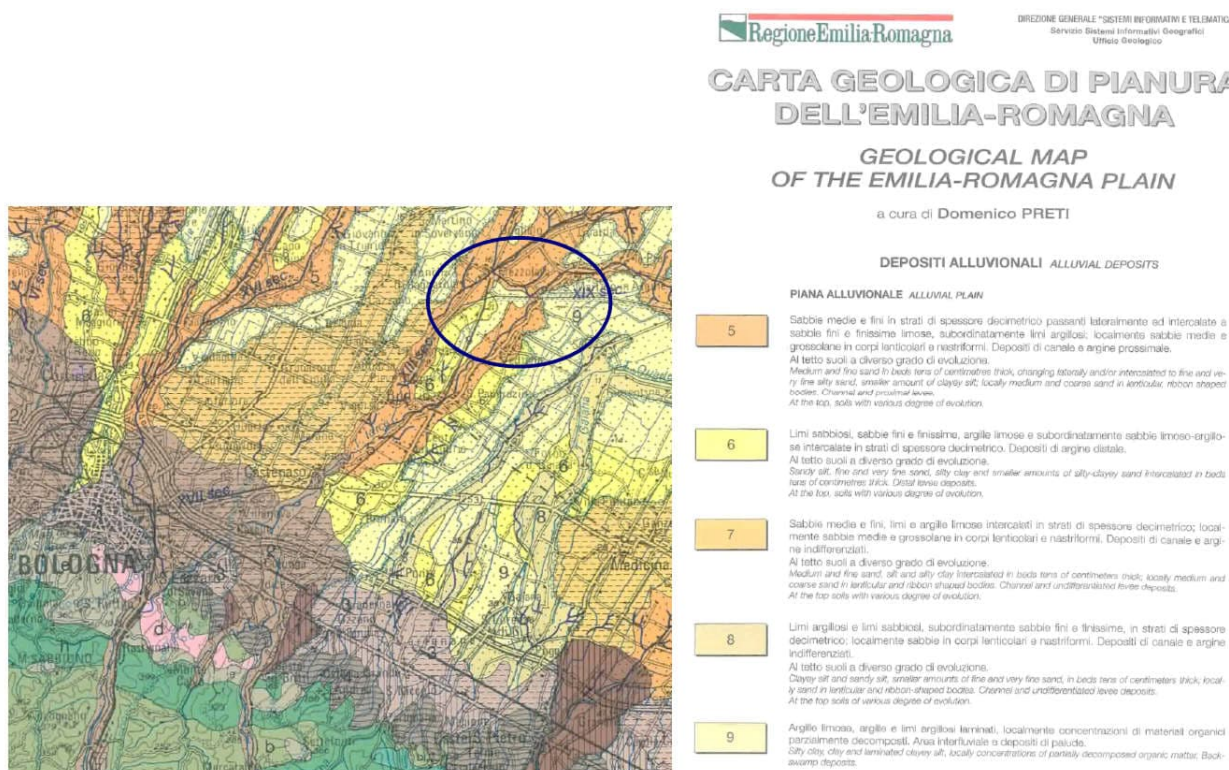


Figura 4-1: Stralcio carta geologica di Pianura d'Emilia-Romagna - scala 1:250.000 (particolare non in scala)

Il sistema strutturale della Pianura Padana meridionale, che costituisce la parte più esterna dell'Appennino Settentrionale, è caratterizzato da una struttura tettonica sepolta in pianura per circa una quarantina di chilometri fino a N di Ferrara. Essa si articola in un sistema di faglie inverse con superfici di sovrascorrimento a basso angolo, circa 30°, immergenti verso S- SO. Da ciò deriva che la zona appenninico - padana è stata sottoposta ad un cospicuo affossamento strutturale. L'ingente deposizione rappresenta soltanto una componente dell'accumulo totale, in quanto questa fascia è

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

stata sede di ingenti duplicazioni tettoniche per faglie inverse e sovrascorrimenti a basso-medio angolo che hanno contribuito a intensificarne la tendenza all'affossamento.

4.2 Assetto geomorfologico

L'andamento morfologico della zona oggetto di studio conferma il fatto che l'area è stata interessata da una dinamica deposizionale molto variabile, frutto delle variazioni che hanno nel tempo interessato il corso del Torrente Idice. A partire dal 1950 in tutto il territorio della pianura emiliana si è avuto un incremento dell'abbassamento del suolo, con valori anche molto diversi da zona a zona, che è stato messo in relazione con l'intensificarsi dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee per fini idropotabili ed industriali (Preti & Ruggeri, 2007). Per una pianura alluvionale come quella dell'Emilia-Romagna i valori di subsidenza naturali attesi sono dell'ordine di 1÷3 mm/anno. Nell'area di progetto si sono registrati, tra il 2006 ed il 2011, velocità di movimento verticale del suolo inferiori a 2.5 mm/anno (dati Arpa Emilia-Romagna, Figura 4-2), quindi in linea con le attese.

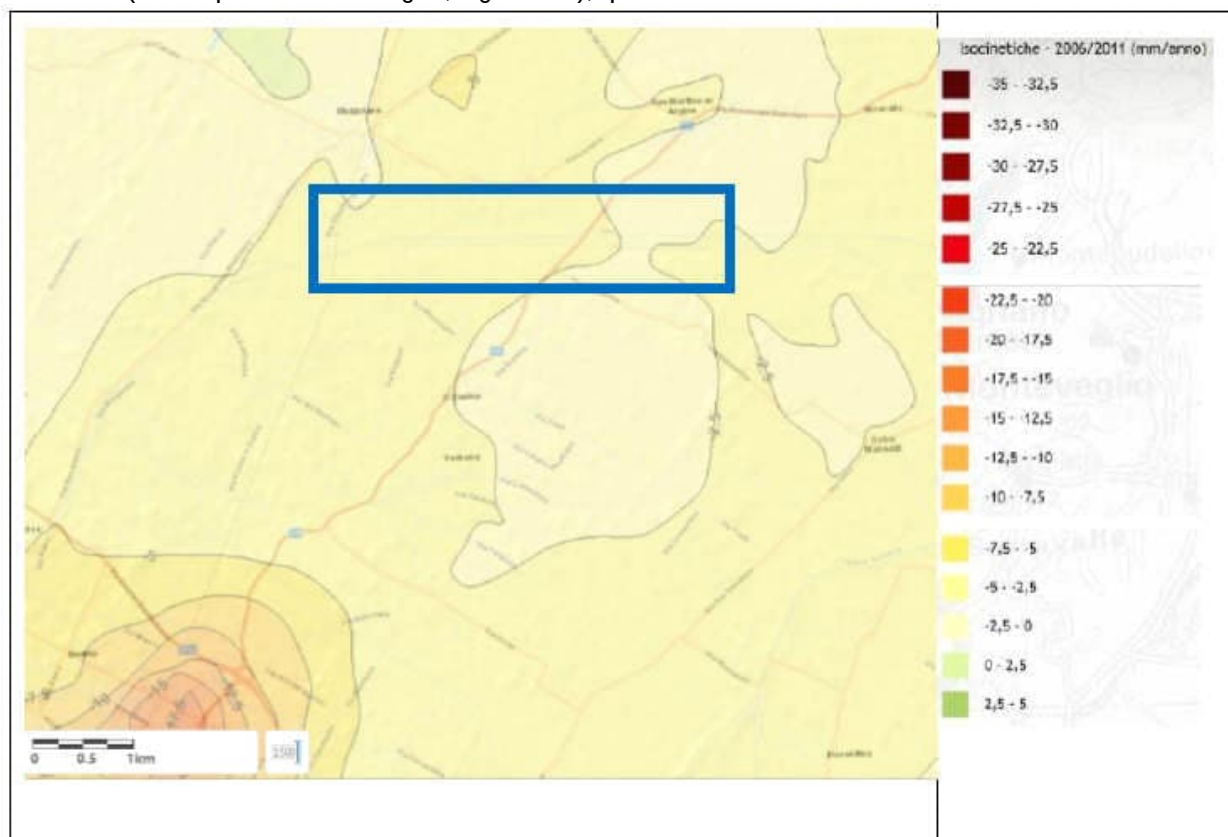


Figura 4-2: Distribuzione della subsidenza nel periodo 2006-2011. Velocità di movimento verticale del suolo (Arpa Emilia-Romagna)

4.3 Assetto idrogeologico

L'evoluzione del territorio comunale di Budrio è frutto di una complessa rete di interazioni fra la realtà geologica e lo sviluppo antropico ed economico dell'area. I processi geomorfologici e sedimentologici che hanno agito sul territorio hanno determinato la distribuzione dei corpi sedimentari acquiferi e delle falde idriche in essi contenute.

A grandi linee si distinguono tre unità stratigrafiche a cui corrispondono altrettante unità idrostratigrafiche che sono:

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

- Sistema Emiliano-romagnolo superiore ☐ Unità idro-stratigrafica "A"
- Sistema Emiliano-romagnolo inferiore ☐ Unità idro-stratigrafica "B"
- Supersistema del quaternario marino ☐ Unità idro-stratigrafica "C"

Dal punto di vista idrogeologico, le tre unità principali sono state identificate come grandi unità idrogeologiche della pianura emiliano-romagnola e denominate "Gruppo Acquifero". Tutti i Gruppi acquiferi in coincidenza delle aree pedecollinari, dove i fiumi sboccano in pianura, sono spesso formati solo da corpi ghiaiosi, il cui spessore complessivo raramente supera i 20-25 m. Spostandosi verso nord invece, verso la pianura, la subsidenza ha permesso la sedimentazione di successioni di maggiore spessore. La falda di interesse ingegneristico in questo settore di pianura è contenuta nel gruppo acquifero "A", in particolare nei complessi A0 e A1, che in questo transetto di pianura si riferiscono a corpi acquiferi "indipendenti" (ossia paleoalvei/argini), sia corpi acquiferi connessi alle propaggini più distali delle conoidi fluviali.

In relazione alla natura dei terreni del primo sottosuolo e alla morfologia pianeggiante dell'area, che rende lento il drenaggio delle acque superficiali, il livello freatico può essere soggetto a rapide e sensibili oscillazioni in relazione alle precipitazioni meteoriche; è pertanto ragionevole attendersi anche livelli della falda sospesa temporaneamente prossimi al piano di campagna in concomitanza di periodi maggiormente piovosi e/o eventi meteorici particolarmente intensi.

La falda si assume pertanto compresa tra 0 e 1 m dal p.c.

4.4 Indagini geognostiche

Per la caratterizzazione geologica, geomeccanica e sismica dell'area di intervento è stata predisposta una campagna di indagini geognostiche eseguita tra il mese di aprile e il mese di maggio del 2024. Tale campagna ha previsto le seguenti prove:

- Due sondaggi a carotaggio continuo, S1 in sponda dx ed S2 in sponda sx, spinti fino alla profondità di 50 m
- Prove SPT, per ogni sondaggio, ogni 2 m fino alla profondità di 30 m dal pc
- Una prova con dilatometro Marchetti e modulo sismico
- Due prove penetrometriche statiche a punta elettrica e piezocono, rispettivamente fino alla profondità di 29.63 m dal pc e 33.09 m dal pc
- Due indagini sismiche MASW e due letture a stazione singola HVSR

Il foro del sondaggio S2 è stato strumentato per eseguire una prova sismica Down Hole.

Il sondaggio S1 è stato strumentato con due piezometri di Casagrande tramite i quali è stato possibile attestare la presenza della falda alla profondità di ≈ 11 m dal pc (circa 9 m slm).

Lungo la verticale dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni indisturbati (4 per ogni sondaggio) e rimaneggiati (4 lungo la verticale del sondaggio S1 e 3 lungo la verticale del sondaggio S2) al fine di sottoporli a prove di laboratorio.

Le indagini in sito hanno permesso di ricostruire la stratigrafia locale in esame. Nella verticale del sondaggio S1, in sponda dx, al di sotto della pavimentazione stradale, si intercettano sabbie limose sciolte ($N_{spt} = 7 \div 10$ colpi/300 mm) fino alla profondità di 6.50 m dal pc, che formano il corpo del rilevato, successivamente si ha un aumento di addensamento ($N_{spt} = 22$ colpi/300 mm). Al di sotto dei 9 m fino alla profondità di 13 m dal pc, si intercettano frammenti di laterizio che individuano una condotta idraulica. Seguono poi strati di sabbia limosa e successivamente sabbia grossolana e ghiaia

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

con dimensione dei clasti di circa 2-5 cm con letto alla profondità di ≈ 19 m dal pc. Infine, fino alla profondità indagata (50 m dal pc), prevalgono limi argillosi e/o argille limose, caratterizzati da valori di c_u compresi tra 50 e 160 kPa, con lenti di limi sabbiosi di consistenza variabile da compatta a molto compatta ($N_{spt} = 8 \div 26$ colpi/300 mm).

Per quanto riguarda la stratigrafia relativa alla sponda sx, lungo la verticale del sondaggio S2, analogamente al sondaggio S1, si intercettano subito sabbie sciolte e sabbie limose mediamente addensate ($N_{spt} = 10$ colpi/300 mm) che formano il corpo del rilevato. Segue poi un banco di sabbia e ghiaia di spessore ≈ 1 m con tetto alla profondità di 13.60 m dal pc ($q_c = 2.8 \div 13.41$ MPa, $R_f = 0.24 \div 8.33\%$). A profondità maggiori, si ha la presenza di limi argillosi che raggiungono la profondità di ≈ 21.4 m dal pc, risultano molto consistenti ($N_{spt} > 42$ colpi/300 mm) e di colore grigio. Seguono infine, diversamente dal sondaggio S1, litotipi caratterizzati prevalentemente da limi sabbiosi e sabbie limose, di colore da grigio a marrone, da sciolti a mediamente addensati con valori di q_c variabili ma generalmente > 4.0 MPa, fino alla profondità indagata (50 m dal pc) ad eccezione di un banco di limo argilloso molto consistente il quale si intercetta a profondità comprese tra i 40 e 45 m dal pc.

4.5 Assetto sismico

4.5.1 Categoria del sottosuolo

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, il calcolo del valore di $V_{s,eq}$ deve essere condotto in funzione dell'opera di riferimento. In particolare, per le opere fuori terra (ad esempio i rilevati) la profondità del substrato può essere riferita al piano campagna, per le fondazioni superficiali al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.

I valori di velocità delle onde di taglio $V_{s,30}$ calcolate rispetto ai 30m da piano campagna e $V_{s,eq}$ calcolate rispetto alla testa dei pali sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4-1: Risultati delle prove geofisiche

ID prova	$V_{s,30}$ (m/s)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria Sottosuolo
MASW1	188	-	C
MASW2	215	222	C
DH-S2	242	275	C

Il terreno risulta pertanto in categoria di sottosuolo C, come da definizioni delle NTC 2018.

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo l'opera in oggetto in un ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, l'area in esame è classificabile nella Categoria topografica T1 – superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media $< 15^\circ$, cui è associato un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1.0.

Considerando i risultati ottenuti dalle verifiche e tenendo presente che le prove CPT e DownHole risultano più affidabili rispetto alle prove SPT in quanto forniscono un dato continuativo e volumetrico piuttosto che puntuale, si ritiene che su entrambe le sponde sussista un rischio non trascurabile di liquefazione.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

4.5.2 Parametri sismici

Come detto, la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite le prove MASW e DownHole eseguite ed è risultante una categoria di sottosuolo C.

Considerando poi le seguenti caratteristiche:

- Vita nominale $V_N = 100$ anni
- Coefficiente d'uso $C_u = 1.5$
- Classe d'uso $C_u = III$
- Periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_u = 100 \cdot 1.5 = 150$ anni
- Classe di sottosuolo = Tipo C
- Classe topografica = T1
- Magnitudo = 6.0 (considerando eccedenza del 10% in 50 anni)
- Coefficiente MSF pari a 1.482, calcolato con relazione di Idriss e Boulanger (2004)
- Parametri a_g , F_0 e T_c^* riportati in tabella 8.

si ottiene $a_{max} = 0.339$

Tabella 4-2: Valori dei parametri sismici calcolati

STATO LIMITE	SLV
a_g (g)	0.256
F_0 (-)	2.445
T_c^* (s)	0.295
S_s (-)	1.324
C_c (-)	1.571
S_T (-)	1.0
q (-)	0.800
a_{max} (g)	0.339

4.6 Idrologia e idraulica

4.6.1 Introduzione

Il presente paragrafo tratta gli aspetti idrologici relativi alle verifiche idrauliche svolte per il ponte sul fiume Idice in località La Motta, sulla SP 6 "Zenzalino", che collegherà il comune di Budrio (BO) ed il Comune di Molinella (BO), a seguito del crollo, conseguente agli eventi di piena del 16/17 maggio 2023, del ponte esistente.

Si riporta di seguito un inquadramento dell'area di intervento su base CTR per una maggiore comprensione.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

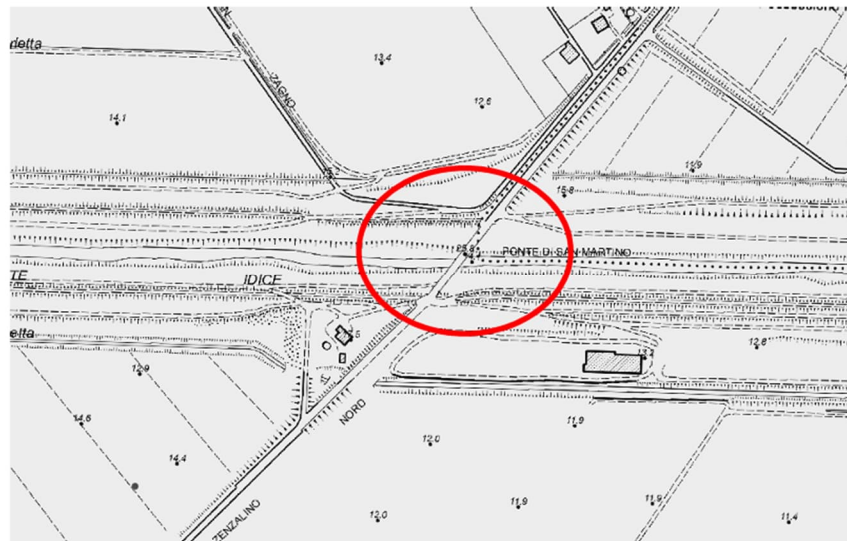


Figura 4-3: Corografia di inquadramento su CTR Regione Emilia-Romagna

4.6.2 Calcolo delle portate

Per la valutazione delle portate da utilizzare per lo svolgimento della modellazione idraulica sono state utilizzate le seguenti portate:

1. Portata 50-ennale dedotta dal PSAI considerando l'effetto dei cambiamenti climatici
2. Portata 200-ennale dedotta dal PSAI considerando l'effetto dei cambiamenti climatici
3. Massima portata transitante in alveo valutata mediante l'utilizzo di una scala di deflusso trapezia equivalente alla sezione tipo del T. Idice nell'area oggetto di intervento

4.6.2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Al fine di valutare il valore delle portate di riferimento da impiegare per lo svolgimento delle verifiche idrauliche, si è fatto riferimento alla pianificazione vigente, con particolare riguardo al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI).

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) costituisce uno strumento di pianificazione territoriale orientato alla tutela del territorio dal rischio idrogeologico: esso si configura come un dispositivo di natura conoscitiva, normativa e tecnico-operativa attraverso cui vengono definite e programmate azioni, interventi e regole d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del territorio.

In particolare, il PSAI individua gli scenari di rischio associati a fenomeni franosi e alluvionali, delimitando le aree soggette a rischio idrogeologico e stabilendo le relative misure di salvaguardia volte alla mitigazione dei potenziali danni.

A supporto delle presenti analisi, si riporta la tabella estratta dalla "Relazione / m1" del PSAI, nella quale sono indicate le portate e i livelli idrici relativi a tutte le sezioni trasversali d'alveo considerate negli studi e nelle perimetrazioni del piano, con specifico riferimento alla sezione di interesse del "ponte di San Martino".

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

CODICE	SEZIONI			PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
	Distanza Progr. (m)	Localizzazione	Descrizione	L _{max} 50 [m s.l.m.]	Q _{max} 50 [m³/s]	L _{max} 200 [m s.l.m.]	Q _{max} 200 [m³/s]	Quota sommità argine dx (m s.l.m.)	Quota del fondo (m s.l.m.)	Quota sommità argine sx (m s.l.m.)
5bis	36993.81	Ponte della Riccardina	m.ponte	25.7	631.4	26.7	783.0	26.3	15.9	25.8
5bis v	37010	Ponte della Riccardina	v.ponte	25.5	631.3	26.3	782.8	26.3	15.9	25.8
6	37177	Riccardina		25.5	630.5	26.3	782.3	25.6	15.5	25.6
7	37658.47			25.1	631.4	25.9	781.7	25.3	15.5	25.3
8	38183.34	C. Emiliano-Romagnolo		24.7	630.3	25.5	781.2	24.9	14.5	24.8
9	38708.96			24.3	629.7	25.1	780.7	25.1	13.7	25.0
10	39157.54			24.0	629.0	24.8	780.0	24.9	13.6	24.7
11	39691.79			23.5	628.3	24.4	779.2	24.6	13.5	24.7
12	40208.04			23.3	627.8	24.2	777.9	23.8	12.8	23.9
13	40715.24	Mezzolara		23.1	627.0	23.9	777.4	23.8	12.6	23.6
13bis m	41072	Ponte dell'Ercolana	m.ponte	22.9	626.0	23.8	777.7	22.8	12.7	22.9
13bis	41081.96	Ponte dell'Ercolana	v.ponte	22.8	625.4	23.7	777.2	22.8	12.7	22.9
14	41207.25	Mezzolara		22.8	625.1	23.6	776.7	23.0	12.2	23.2
15	41724.17	Mezzolara		22.5	625.0	23.3	776.0	23.0	11.8	22.9
16	42225.32			22.2	624.6	23.0	775.2	22.5	11.7	22.6
17	42721.47			21.9	623.9	22.8	774.4	22.2	11.8	22.2
18	43233.66			21.7	623.3	22.6	774.0	22.0	11.6	22.0
18bis m	43595	Ponte di S.Martino	m.ponte	21.6	622.1	22.4	773.8	22.1	11.4	22.1
18bis	43605.96	Ponte di S.Martino	v.ponte	21.5	621.3	22.4	773.7	22.1	11.4	22.1
19	43731.14	S.Martino in argine		21.4	623.4	22.3	773.4	21.9	10.9	21.9
20	44237.49	S.Martino in argine		21.2	625.2	22.0	772.9	21.3	10.5	21.2
21	44725.48	S.Martino in argine		20.9	620.3	21.7	772.4	21.0	10.4	21.0
22	45198.38	S.Martino in argine		20.6	620.4	21.4	772.0	21.1	10.3	21.1
23	45719.09	S.Martino in argine		20.3	620.3	21.1	771.9	21.2	9.3	21.2
24	46226.3	Miravalle		20.0	620.0	20.8	771.9	21.0	9.4	20.8
25	46711.57	Miravalle		19.8	619.5	20.6	771.8	21.0	9.0	21.0
26	47234.82			19.6	619.0	20.4	771.5	20.6	9.0	20.5
27	47732.86			19.4	618.6	20.2	771.2	19.6	8.7	19.5
28	48233.82			19.1	618.3	19.9	770.7	19.3	8.5	19.4
28bis m	48535		m.ponte	18.9	618.1	19.7	770.7	19.9	8.6	20.1
28bis	48546.77		v.ponte	18.9	617.9	19.6	770.8	19.9	8.6	20.1
29	48731.86			18.8	617.8	19.5	770.8	18.8	8.5	19.3
30	49252.27			18.5	617.7	19.2	770.8	19.0	8.3	19.2
31	49734.81			18.1	617.8	18.8	770.9	18.8	7.9	18.6
32	50211.57			17.8	617.9	18.5	771.1	18.5	7.9	18.4
33	50706.04	Punta della Barbana		17.4	618.1	18.0	771.4	18.0	7.7	18.1
34	51197.45	Punta della Barbana		16.8	618.3	17.4	772.5	17.8	6.9	17.8
35	51676.46	Punta della Barbana	Confluenza Quaderna	16.7	618.6	17.4	773.5	17.4	6.7	17.4
36	52219.22			16.5	704.9	17.1	883.1	17.3	6.3	17.0
36bis m	52515	Sant'Antonio	m.ponte	16.2	704.9	16.8	882.8	16.5	6.0	16.8
36bis	52515.9	Sant'Antonio	v.ponte	16.1	704.9	16.7	882.7	16.5	6.0	16.8
37	52686.6	Chiavica Accursi		16.0	704.8	16.5	882.5	16.9	6.2	16.7
38	53322.91	Sant'Antonio		15.4	487.3	15.7	551.5	16.7	5.7	16.8
39	53808.1	Sant'Antonio		15.1	486.9	15.5	551.0	16.6	5.6	16.6
40	54286.4			14.9	486.6	15.2	550.6	16.3	5.4	16.4
41	54658.36			14.7	486.3	15.0	550.3	16.1	5.2	16.2
42	55160.29			14.4	485.8	14.7	549.9	16.0	5.2	16.2
43	55717.65			14.0	485.4	14.4	549.4	15.9	5.0	15.7
44	56266.66			13.7	484.9	14.0	548.9	15.7	4.8	15.5
45	56778.39			13.4	484.4	13.8	548.6	15.3	4.9	15.6

In particolare, le sezioni considerate sono la “36bis m” e la “36 bis”, corrispondenti al ponte di San Martino, crollato in occasione dell'evento alluvionale di maggio 2023 e oggetto del presente intervento di ricostruzione.

Le portate associate alle piene eccezionali, riferite a differenti frequenze medie di accadimento (ovvero tempi di ritorno TR), desunte dal PSAI e arrotondate per eccesso, risultano per tali sezioni le seguenti:

- Portata cinquantennale - $Q_{50} = 625 \text{ m}^3/\text{s}$
- Portata duecentennale - $Q_{200} = 775 \text{ m}^3/\text{s}$

Per maggiori dettagli relativa alla stima di tali portate e alle metodologie utilizzate nelle simulazioni, si rimanda alla relazione di PSAI succitata.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

4.6.2.2 Considerazioni relative agli effetti del cambiamento climatico

In modo analogo a quanto riportato nel DOCFAP del giugno 2024, per la stima delle portate da utilizzare nella modellazione idrologica del tratto di interesse del Torrente Idice, è stata condotta un'analisi degli effetti del cambiamento climatico.

Tali valutazioni sono state sviluppate con l'obiettivo di adottare un approccio progettuale cautelativo, in linea anche con le recenti indicazioni metodologiche e strategiche di salvaguardia introdotte con l'Atto del Segretario dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 32/2024 del 06.05.2024.

Alla luce degli impatti particolarmente gravi che gli eventi alluvionali di maggio 2023 hanno prodotto su ampie porzioni del territorio emiliano-romagnolo, si è ritenuto opportuno considerare, seppur attraverso valutazioni di carattere preliminare, gli effetti dei cambiamenti climatici e le relative implicazioni sulle analisi idrologiche sviluppate.

La valutazione degli impatti e delle vulnerabilità ai cambiamenti climatici necessita in primis della conoscenza delle variazioni climatiche presenti e future che caratterizzano il territorio.

A tal proposito già nell'anno 2015 l'ISPRA ha pubblicato uno studio intitolato "Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali" nel quale vengono selezionate e analizzate le proiezioni del clima in Italia più aggiornate prodotte da modelli climatici differenti, allo scopo di riportare in sintesi gli elementi di conoscenza e le incertezze sulle proiezioni del clima futuro in Italia.

A tal proposito, sono state effettuate delle simulazioni le quali si fondano su differenti scenari di emissione, in particolare RCP4.5 e RCP8.5, definiti dall'IPCC, che rappresentano rispettivamente condizioni intermedie e ad alta intensità di forzante radiativa.

Le analisi sono state condotte considerando tre orizzonti temporali di riferimento (2021-2050, 2041-2070, 2061-2090) mediante l'utilizzo di quattro differenti modelli (ALADIN, CMCC, GUF, LMDZ), confrontati con il periodo storico 1971-2000. I risultati evidenziano che, per quanto riguarda le precipitazioni, i modelli mostrano generalmente un aumento delle precipitazioni massime giornaliere su gran parte del territorio nazionale, seppur di entità contenuta (generalmente inferiore a 10 mm), con alcune variazioni locali che includono anche lievi diminuzioni.

L'analisi complessiva (ensemble mean) indica comunque una tendenza a un incremento moderato e abbastanza uniforme delle precipitazioni intense, particolarmente rilevanti per i bacini idrografici dell'Emilia-Romagna. Tale incremento risulta progressivamente più marcato nei periodi futuri più lontani: nello scenario 2061-2090 si stima infatti un aumento medio di circa 5 mm (pari a circa l'8%) nello scenario RCP4.5 e di circa 7 mm (circa il 10%) nello scenario RCP8.5 rispetto ai valori osservati nel periodo di riferimento.

Nel complesso, pur in presenza di incertezze, emerge una tendenza verso un'intensificazione, seppur moderata, degli eventi di precipitazione estrema, elemento di particolare rilevanza nelle valutazioni idrologiche e nella pianificazione delle misure di mitigazione del rischio.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Sulla base delle indagini svolte relative alla zona di interesse per il presente studio idrologico, si evincono variazioni di precipitazione massima giornaliera generalmente inferiori ai 5-10 mm per entrambi gli scenari di sviluppo (RCP 4.5 – RCP8.5) come mostrato nella tabella seguente.

Precipitazione massima giornaliera (mm). Valori medi nazionali delle variazioni previste dai modelli ai tre orizzonti temporali; variazione dell'ensemble mean e minima e massima variazione prevista sul territorio nazionale tra tutti i modelli

	ALADIN	CMCC	GUF	LMDZ	Media nazionale- ensemble	Minimo nazionale	Massimo nazionale
RCP4.5							
2021-2050	4	4	1	2	3	-14	21
2041-2070	6	7	1	3	4	-19	55
2061-2090	8	8	0	4	5	-13	37
RCP8.5							
2021-2050	5	4	1	2	3	-17	30
2041-2070	5	7	4	2	4	-21	60
2061-2090	8	9	4	6	7	-18	52

Alla luce delle considerazioni sopra espone, si ritiene opportuno adottare, nelle verifiche idrauliche, un incremento delle portate impiegate nel modello, in relazione ai possibili aumenti futuri delle precipitazioni giornaliere.

Come già evidenziato, lo studio dell'ISPRA indica, per gli scenari futuri e in particolare per l'orizzonte temporale 2061-2090, un aumento della precipitazione massima giornaliera pari a circa 5 mm nello scenario RCP4.5 (corrispondente a circa l'8% del valore medio del periodo 1971-2000) e a circa 7 mm nello scenario RCP8.5 (pari a circa il 10%).

Pertanto, ai fini della verifica idraulica dell'intervento in progetto, e tenuto conto degli effetti attesi dei cambiamenti climatici sulle precipitazioni, si è scelto di adottare un approccio cautelativo incrementando del 10% le portate di picco ufficialmente definite dal PSAI. Le portate così modificate, assunte come input idrologico nel modello idraulico (HEC-RAS), risultano quindi le seguenti:

- Portata cinquantennale - $Q_{50} = 687.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Portata duecentennale - $Q_{200} = 852.5 \text{ m}^3/\text{s}$

4.6.2.3 Normativa idraulica vigente

La normativa idraulica di riferimento è la seguente:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) del 2002 e s.m.i.
- Articolo 5.1.2.3 "Compatibilità idraulica" delle NTC2018
- Piano Speciale e Preliminare (PSP) della Regione Emilia-Romagna

4.6.2.3.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) del 2002 e s.m.i.

Il quadro complessivo della pericolosità idraulica e del relativo rischio connesso alla rete idrografica principale del territorio, della quale fa parte il torrente Idice, è perfettamente delineato dal vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (nel seguito, PSAI) del 2002 e s.m.i.

Si riporta di seguito un estratto della tavola 2.11 A, riportante la perimetrazione dell'alveo attivo e delle fasce interessate dalle piene a diverso tempo di ritorno (Art. 16, TR 50 anni – Art. 18, TR 200 anni).

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

2. All'interno delle aree di cui al comma 1 è consentita esclusivamente, fatto salvo quanto previsto dal successivo comma 4, la realizzazione di opere di regimazione idraulica e di attraversamento trasversale. Può essere consentito inoltre lo svolgimento di attività che non comportino alterazioni morfologiche o funzionali, un apprezzabile pericolo di danno per le persone e le cose, di inquinamento delle acque e di fenomeni franosi. All'interno delle aree in oggetto non può comunque essere consentito: -

- l'impianto di nuove colture agricole, ad esclusione del prato permanente, nelle aree non coltivate da almeno due anni al 27 giugno 2001;
- il taglio o la piantumazione di alberi o cespugli se non autorizzati dall'autorità idraulica competente; - lo svolgimento delle attività di campeggio;
- il transito e la sosta di veicoli se non per lo svolgimento delle attività di controllo e di manutenzione del reticolo idrografico o se non specificatamente autorizzate dall'autorità idraulica competente;
- lo svolgimento di operazioni di smaltimento e recupero di cui agli allegati b) e c) del Dlgs 22/97 nonché il deposito temporaneo di rifiuti di cui all'art.6, comma 1, lett. m) del medesimo Dlgs 22/97.

4. All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente piano e con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile ...”

Di conseguenza, in merito alla rispondenza del progetto al Comma 4 dell'Art. 15, e in aderenza ai vincoli piano-altimetrici presenti al contorno, si prevede di impostare le spalle oltre il piede esterno d'argine e quindi all'esterno o al più a filo con i margini di “alveo attivo” di PSAI. Ciò ha condotto ad elevare la larghezza libera netta tra i due fili interni delle spalle da circa 87 m del punto precedente (crollato) a circa 208 m del nuovo ponte, con un incremento di oltre 115 metri.

Oltre a ciò, non si prevedono più pile in alveo (prima del crollo erano quattro) e l'impalcato, come si vedrà nel seguito, sarà alzato di oltre 350 cm, passando alla quota d'intradosso di progetto di 27.33 m slm.

Con tutti gli accorgimenti suindicati, le tutele assunte sull'alveo del torrente risultano del tutto coerenti e compatibili con gli obiettivi del PSAI.

4.6.2.4 Articolo 5.1.2.3. “Compatibilità idraulica” delle NTC2018

Si richiama inoltre un estratto dell'articolo 5.1.2.3 “Compatibilità idraulica” delle NTC 2018 (Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”) relativo alla verifica appunto della compatibilità idraulica dei ponti stradali di progetto il quale cita:

“Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto deve essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica costituito da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte. L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni ($T_r=200$).”

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:

- *l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile;*
- *la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;*
- *a definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;*
- *la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisorie e definitive, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;*
- *l'esame delle conseguenze di urti e abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.*

Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.

Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Per i ponti esistenti, eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore, è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti modifiche dimensionali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato. In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione all'Autorità competente, che si esprime previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.

Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo. Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m ...".

Nel caso qui studiato, la configurazione geometrica del nuovo ponte in progetto garantirà, come caratteristiche principali "non derogabili", le seguenti condizioni:

- Avere una quota dell'intradosso dell'impalcato superiore di almeno 1.50 metri rispetto alla quota raggiunta, al picco, dalla piena con tempo di ritorno pari a 200 anni
- Non interessare con le spalle ed i rilevati di accesso al ponte la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto TR 200 anni (il filo interno delle spalle e delle relative fondazioni risultano al di fuori della proiezione verticale dell'attuale piede esterno d'argine del torrente, e quindi a maggior ragione dei cigli interni d'alveo all'interno dei quali deve (dovrebbe) risultare confinata la dinamica di piena).

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>GN</td><td>100</td><td>r01</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	GN	100	r01
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	GN	100	r01								

Si segnala inoltre che:

- A differenza del ponte esistente crollato non sono più presenti pile in alveo
- Le spalle del ponte risultano esterne rispetto ai corpi arginali del Torrente Idice.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

5. PROGETTO STRADALE E TRACCIAMENTO

5.1 Stato di fatto della viabilità

La SP6 "Zenzalino" costituisce un importante collegamento tra il comune di Budrio e il comune di Molinella, permettendo il collegamento intermedio con la SP3 "Trasversale di Pianura".

L'intervento risulta localizzato alla chilometrica 11+800 (centro ponte).

A circa 1 km dal ponte in direzione Molinella è presente l'abitato di S. Martino in Argine.

Attualmente la SP6 in corrispondenza dell'area di intervento presenta una larghezza della piattaforma stradale inferiore di 6.0 m, presentando un allargamento a circa 6.50 m in corrispondenza delle rampe per l'attraversamento del torrente Idice. La strada funzionalmente è collocabile all'interno della tipologia di strada extraurbana secondaria (categoria C2 del DM 05/11/2001), ma le caratteristiche geometriche della sezione stradale risultano inferiori ai limiti inseriti nel DM 05/11/2001, che prevede per tale tipologia di strada una larghezza minima di 9.50 m.

Planimetricamente il tratto interessato dai lavori risulta costituito da due tratti rettilinei sui due lati del ponte, disassati e raccordati con una curva di lunghezza limitata in corrispondenza dell'ingresso al ponte sul lato sud (lato Budrio). Sul lato sud a circa 600 m dall'inizio del ponte è presente una curva con raggio di circa 350 m raccordata ai rettifili da curve a raggio variabile (clotoidi). Sul lato nord a circa 250 m dall'inizio del ponte è presente una curva con raggio di circa 500 m raccordata ai rettifili da curve a raggio variabile (clotoidi).

L'intervento inizia subito dopo l'intersezione con la strada via S. Zagno, che nel tratto compreso tra l'intersezione e l'argine del torrente Idice risulta parallela alla SP6 e collocata al piede del rilevato stradale. La larghezza della via S. Zagno è molto limitata (circa 4.00 m) e mantenendosi nel primo tratto a quota campagna permette l'accesso alle proprietà private presenti.

In corrispondenza della fine dell'intervento, a circa 350 m dal ponte in direzione Budrio, è presente una intersezione con la via Rondanina che permette il collegamento con l'abitato di Selva Malvezzi. L'intersezione è regolata attraverso il segnale di fermarsi e dare precedenza (Stop) con precedenza accordata alla SP6. La strada è di tipo locale extraurbana di larghezza molto limitata (circa 3.00 m nel tratto adiacente all'intervento).

Non risultano presenti marciapiedi e pista ciclabile nell'area di intervento.

Sul tratto di strada vige il limite di velocità di 70 km/h, compatibile con le caratteristiche geometriche della strada, con ulteriore limitazione in corrispondenza dell'abitato di S. Martino in Argine dove la presenza del limite di centro urbano impone l'obbligo della velocità di 50 km/h.

L'area di intervento risulta vincolata dalla presenza di edifici privati su entrambi i lati della strada, costituiti da edifici di civile abitazione ed edifici artigianali/industriali. Per l'accesso alle aree private sono presenti passi carrai di ingresso diretto e tramite viabilità private. In particolare, risultano presenti degli accessi in testa al rilevato arginale per l'attività commerciale sul lato sud-est del ponte e per l'accesso all'argine per i mezzi di manutenzione e un accesso a metà della rampa di salita per l'edificio sul lato sud-ovest del ponte.

Il tratto di strada non risulta illuminata e la raccolta delle acque è realizzata mediante fossi laterali.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

Nei tratti in rilevato sono presenti barriere di sicurezza metalliche bordo laterale, mentre sul ponte crollato erano presenti barriere laterali di tipo bordo ponte.

5.2 Geometria stradale di progetto

5.2.1 Descrizione del progetto

La sezione stradale di progetto è ascrivibile, in ottemperanza al D.M. 05/01/2001 "Norme funzionali e geometriche per la progettazione delle strade" a quella tipologica per strade di Categoria C1 Urbana come nel seguito rappresentata. Ne risulta avere le seguenti caratteristiche:

- Larghezza corsia: 3.75 m
- Larghezza banchina: 1.50m

riportando una larghezza totale della carreggiata di 10.50 m.

Conformemente a quanto richiesto dalle Norme verrà comunque prevista idonea sistemazione dei tratti di transizione tra i tratti non interessati dai lavori di adeguamento e i nuovi tratti.

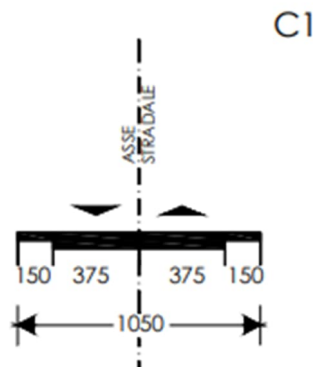


Figura 5-1: Sezione trasversale della strada di Cat. F1 Urbana secondo DM 05/11/2001.

Il tracciato presenta uno sviluppo longitudinale complessivo pari a 887 m circa, e nelle immagini seguenti se ne riporta il tracciato

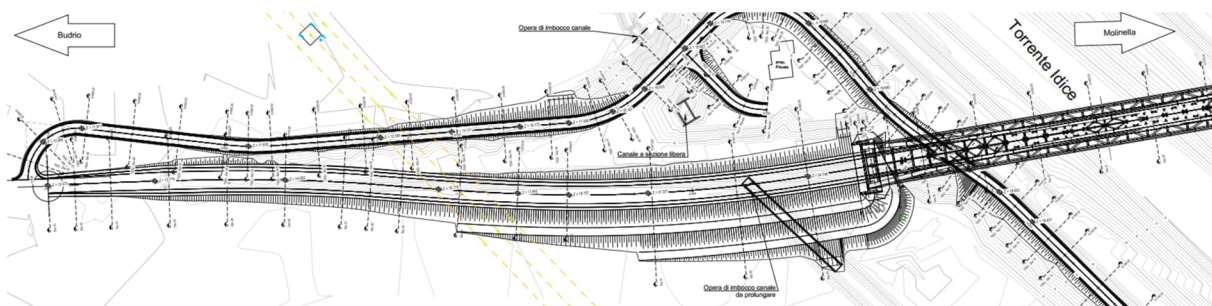


Figura 5-2: Planimetria del tracciato principale lato sponda destra idraulica

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

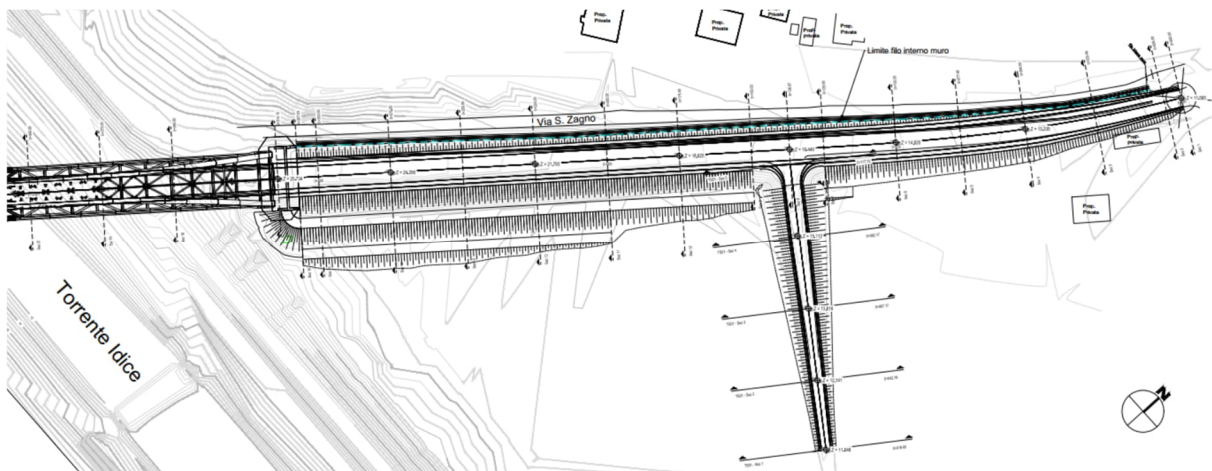


Figura 5-3: Planimetria del tracciato principale lato sponda sinistra idraulica

Per migliorare il livello di sicurezza dell'accesso all'area commerciale sul lato sud-est del ponte si è previsto di spostare l'attuale accesso in testa del rilevato sul lato opposto della strada, spostandolo in corrispondenza dell'attuale intersezione con la via Rondanina sfruttando lo spazio generato dallo spostamento delle spalle del nuovo ponte. Tale soluzione permette inoltre di coordinare l'accesso dell'attività con quello all'edificio sul lato sud-ovest, eliminando parte del vecchio rilevato del ponte situato a ovest del ponte crollato, riutilizzando il materiale presente per la costituzione dei nuovi rilevati. Il passaggio sotto il nuovo ponte permette inoltre di limitare il volume dei materiali necessari per la realizzazione del rilevato per l'accesso in caso fosse stato riproposto nella pozione attuale. Per la realizzazione di tale percorso è stato previsto un nuovo asse stradale della lunghezza di circa 697 m, che partendo dall'area dell'edificio sul lato sud-est del ponte collega il lato est della SP6 in corrispondenza dell'intersezione con via Rondanina.

Per l'accesso all'edificio di via Provinciale Superiore n.237 nel comune di Molinella, situato a nord-est del ponte, si prevede l'adeguamento dell'attuale rampa di accesso alla strada mantenendo lo stesso tracciato, ma incrementando le quote per adeguarlo a quelle della nuova strada.

L'incremento delle quote e delle dimensioni dell'impronta delle scarpate comporta le necessità di allungare l'attuale tombinamento dello Scolo Generale verso est. Il tombinamento esistente è costituito da una struttura ad arco in mattoni della larghezza di 2.00 m e altezza 3.00 m con rivestimento in massi ciclopici in corrispondenza dell'ingresso. Se ne prevede la sostituzione con scatolari prefabbricati.

5.2.2 Andamento planimetrico e altimetrico asse tracciato principale

Il nuovo tracciato mantiene l'asse attuale nel tratto a nord del torrente Idice, adeguando la sezione e le quote altimetriche, mentre si discosta dall'attuale spostandosi verso est nel tratto a sud. Lo scostamento massimo planimetrico del nuovo asse rispetto all'attuale risulta essere di circa 15.00 m in corrispondenza della sezione 31 del nuovo asse, mentre l'incremento delle quote risulta essere di circa 5.50-6.00 m.

Il nuovo asse si discosta leggermente dall'attuale sul lato sud, pur ripercorrendo l'attuale tracciato, per permettere il corretto sviluppo dell'asse.

La velocità di progetto massima è impostata a 80 km/h in considerazione del limite della velocità imposto per la strada di 70 km/h.

L'asse è costituito dai seguenti elementi geometrici:

L'andamento altimetrico dell'asse è vincolato dalle quote imposte per l'attraversamento del torrente Idice, per il quale occorre mantenere un franco minimo di 1.50 m dell'intradosso delle travi rispetto al livello di massima piena duecentennale e garantire un passaggio tra la testa dell'argine e l'intradosso della trave del ponte di almeno 3.50 m.

Per il nuovo tracciato si hanno 5 livellette, raccordati mediante raccordi verticali convessi e concavi come indicato nelle tabelle di seguito.

Di seguito si riporta il profilo longitudinale dell'intero intervento di progetto.



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

<i>Elemento Geometrico</i>	<i>Parametri Caratteristici</i>
<u>Inizio Strada</u>	
Livelletta 1	L= 131.52 m i=3.22% ΔH = 4.23 m
Raccordo Verticale concavo	R=2800m L=91.91m Δi = 3.28%
Livelletta 2	L= 286.54 m i=6.50% ΔH = 18.63m
Raccordo Verticale convesso	R=3350 m L=435.46 m Δi = -12.90%
Livelletta 3	L= 286.55 m i=-6.50% ΔH = 18.62 m
Raccordo Verticale concavo	R=2800m L=122.44 m Δi = 4.01%
Livelletta 4	L= 132.64 m i=-2.48% ΔH = 3.29 m
Raccordo Verticale convesso	R=2500 m L= 60.17m Δi = 2.40%
Livelletta 5	L= 39.70 m i=-0.08% ΔH = 0.30 m
<u>Fine strada</u>	

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

5.2.3 Andamento planimetrico e altimetrico asse tracciato secondario

La viabilità secondaria sarà collocata in sponda destra idraulica del fiume Idice, la quale consentirà il collegamento a privati con la nuova viabilità principale.

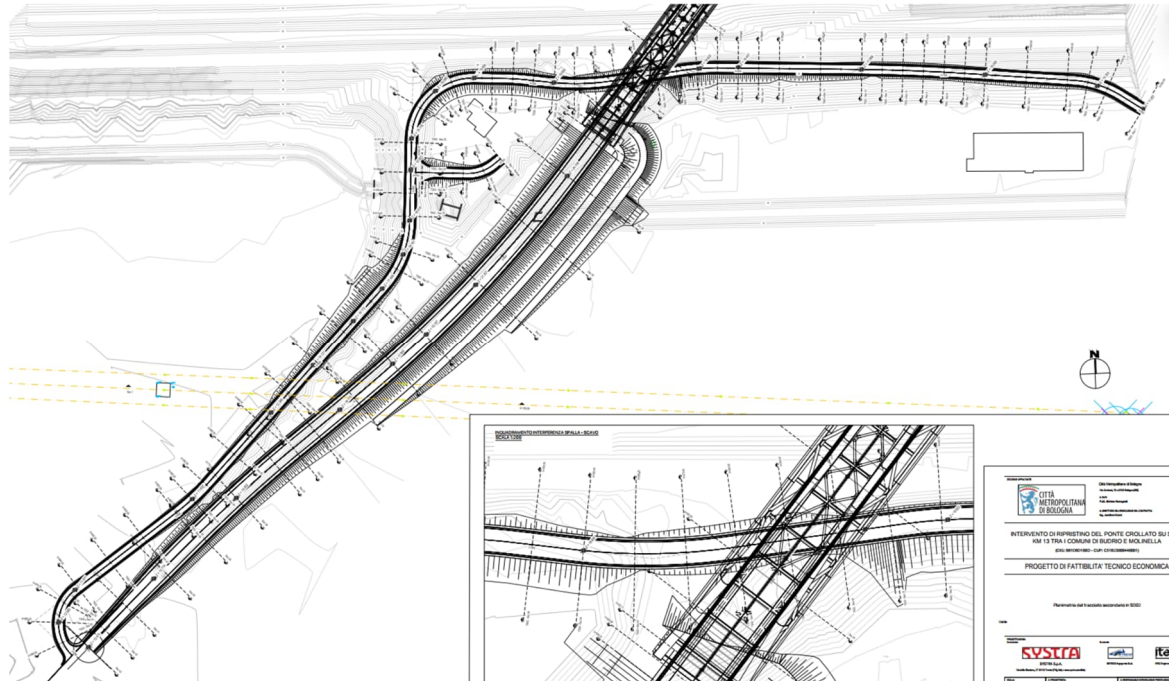


Figura 5-5: Planimetria del tracciato secondario in sponda destra idraulica

La velocità di progetto massima è impostata a 40 km/h.

La sezione trasversale è impostata con una larghezza complessiva di 5.00m

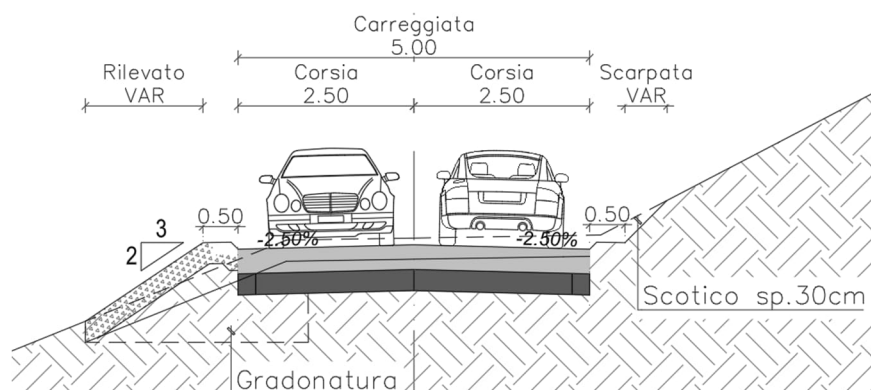


Figura 5-6: Sezione trasversale del tracciato secondario in sponda destra idraulica

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

L'asse è costituito dai seguenti elementi geometrici:

Elemento Geometrico	Parametri Caratteristici
<u>Inizio tracciato lato Molinella</u>	
Rettifilo 1	L=12.709m
Curva Circolare 2	R=50.00m – L=24.475m
Rettifilo 3	L=52.404m
Curva circolare 4	R=1000.00m – L=52.497m
Rettifilo 5	L=66.969m
Curva circolare 6	R=120.00m – L=19.242m
Rettifilo 7	L=33.118m
Curva circolare 8	R=120.00m – L=30.27m
Rettifilo 9	L=12.136m
Curva Circolare 10	R=120.00m – L=10.569m
Rettifilo 11	L=14.305m
Curva circolare 12	R=30.00m – L=46.888m
Rettifilo 13	L=39.879m
Curva circolare 14	R=50.00m – L=35.297m
Rettifilo 15	L=127.169m
Curva circolare 16	R=120.00m – L=22.898m
Rettifilo 17	L=60.534m
Curva circolare 18	R=21.00m – L=36.297m
Rettifilo 19	L=0.133m
<u>Fine tracciato lato Budrio</u>	

Per il nuovo tracciato si hanno 5 livellette, raccordati mediante raccordi verticali convessi e concavi come indicato nelle tabelle di seguito. Di seguito si riporta il profilo longitudinale dell'intero intervento di progetto.

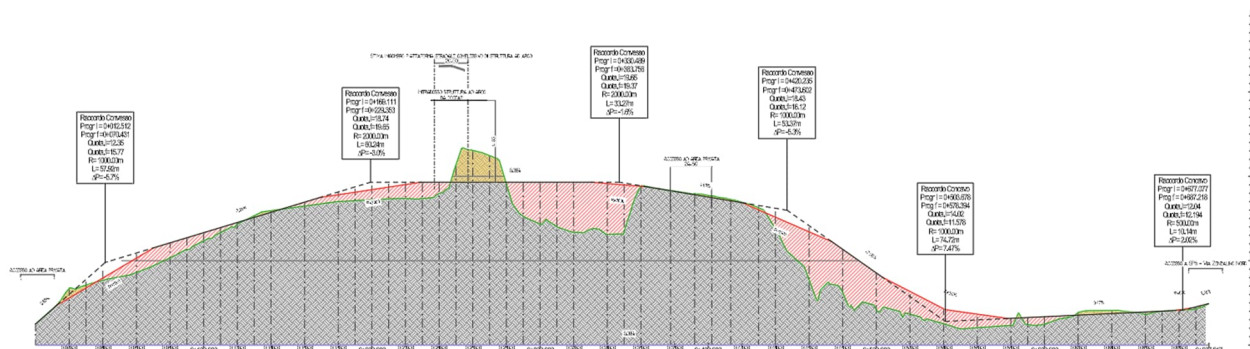


Figura 5-7: Profilo longitudinale del tracciato secondario

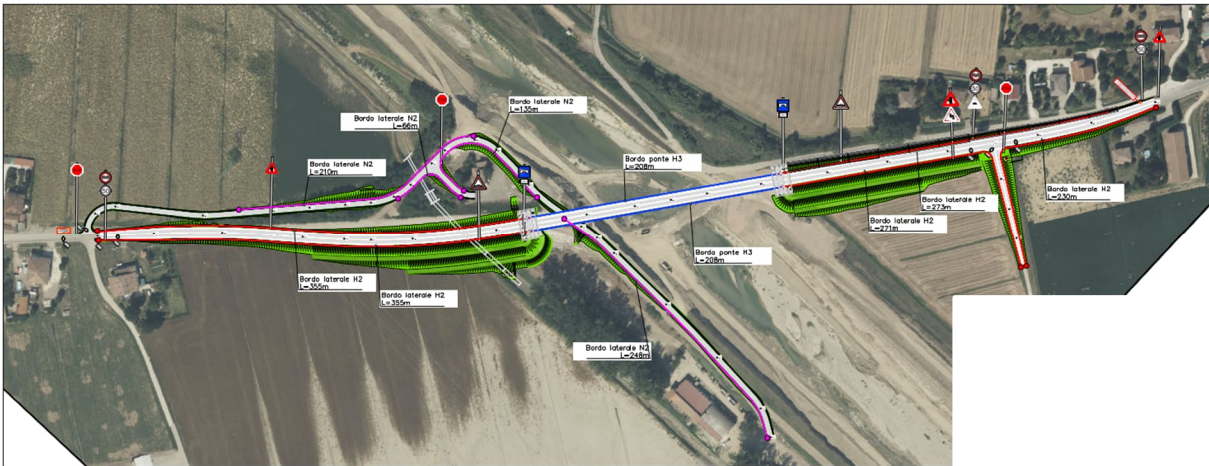
STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

<i>Elemento Geometrico</i>	<i>Parametri Caratteristici</i>
<u>Inizio Strada</u>	
Livelletta 1	L= 41.47 m i=8.80% ΔH = 36.51 m
Raccordo Verticale concavo	R=1000m L=57.92m Δi = -5.70%
Livelletta 2	L= 157.76m i=3.01% ΔH = 47.52m
Raccordo Verticale convesso	R=2000 m L=60.24 m Δi = -3.00%
Livelletta 3	L= 147.89 m i=0.00% ΔH = 0.00 m
Raccordo Verticale concavo	R=2000m L=33.27 m Δi = -1.60%
Livelletta 4	L= 99.80 m i=-1.66% ΔH = 16.60 m
Raccordo Verticale convesso	R=1000m L= 53.37m Δi = -5.30%
Livelletta 5	L= 94.12 m i=-7.00% ΔH = 65.88 m
Raccordo Verticale concavo	R=1000m L=74.72 m Δi = 7.47%
Livelletta 4	L= 141.11 m i=0.47% ΔH = 6.66 m
Raccordo Verticale convesso	R=500m L= 10.14m Δi = 2.02%
Livelletta 5	L= 15.67 m i=2.50% ΔH = 3.85 m

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

5.2.4
 Segnaletica e Barriere di Sicurezza

Nell’immagine di seguito si riporta lo schema della segnaletica prevista sul nuovo tracciato di progetto e lo sviluppo delle barriere



La tabella seguente rappresenta la legenda del tipo di barriere impiegate.

Legenda	
	Barriera Bordo Ponte - H3
	Barriera Bordo Laterale - H2
	Elemento di transizione tra bordo ponte - bordo laterale
	Elemento terminale a due onde bordo laterale
	Barriera bordo laterale - N2
	Elemento terminale a due onde - Bordo laterale

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

5.3 Gestione delle acque meteoriche

Nel seguito si riportano le principali considerazioni che sono state effettuate per la progettazione della rete di smaltimento acque meteoriche dell'area di intervento.

In particolare, la progettazione ha compreso le seguenti attività:

- Analisi idrologica e determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica
- Analisi delle superfici afferenti al sistema di smaltimento delle acque meteoriche
- Determinazione delle portate
- Dimensionamento del sistema di drenaggio dell'area in esame

5.3.1 Analisi idrologica

Ai fini dell'analisi idrologica sono stati adottati i dati pluviometrici derivanti dallo studio "Caratterizzazione del regime di frequenza degli estremi idrologici nel distretto del Po, anche considerando scenari di cambiamento climatico", pubblicato nel novembre 2023 dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (ADBPO), in collaborazione con DIATI Politecnico di Torino, DICAM Università di Bologna, DICA Politecnico di Milano, Università degli Studi di Brescia e Università degli Studi di Parma, contenente l'aggiornamento delle serie pluviometriche fino all'anno 2020.

Sulla base delle indicazioni riportate in tale studio è stata individuata la cella più rappresentativa dell'area di intervento, e valutati i relativi parametri di pioggia nella seguente forma:

$$h_{d,T} = K_{T(GEV)} \cdot a \cdot n$$

dove h [mm] rappresenta l'altezza di pioggia per la durata t [ore] dell'evento, mentre a ed n sono parametri rappresentativi della cella utilizzata come riferimento per l'area di intervento rappresentata nell'immagine seguente



Figura 5-8: Rappresentazione cella relativa area di intervento per caratterizzazione delle piogge

Nell'immagine e nella tabella seguenti si riportano i valori delle altezze di precipitazione associata ai vari periodi di ritorno analizzati nel suddetto studio, relativi alla zona di intervento.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Tabella 5-1: LSPP Area di intervento

Altezze pioggia $h_T(d)$								
T	2	5	10	20	50	100	200	500
KT (GEV)	0.92	1.23	1.46	1.70	2.05	2.33	2.65	3.11
d	a	24.13						
[min]	n	0.24						
5	12.09	16.16	19.19	22.38	26.97	30.78	34.92	40.97
10	14.31	19.13	22.72	26.49	31.92	36.42	41.32	48.48
15	15.79	21.11	25.07	29.24	35.22	40.20	45.60	53.51
20	16.94	22.64	26.88	31.35	37.78	43.11	48.91	57.38
25	17.88	23.90	28.38	33.10	39.88	45.51	51.63	60.58
30	18.69	24.98	29.67	34.60	41.69	47.57	53.97	63.33
40	20.05	26.79	31.82	37.11	44.71	51.02	57.88	67.91
50	21.16	28.28	33.59	39.18	47.20	53.86	61.11	71.70
60	22.12	29.57	35.11	40.95	49.34	56.30	63.88	74.95
120	26.18	34.99	41.56	48.47	58.39	66.64	75.60	88.70
180	28.89	38.62	45.86	53.49	64.44	73.54	83.43	97.89
240	30.99	41.41	49.18	57.36	69.11	78.86	89.48	104.98
300	32.71	43.72	51.92	60.56	72.96	83.26	94.46	110.83
360	34.20	45.70	54.28	63.30	76.27	87.03	98.74	115.85
420	35.50	47.45	56.35	65.72	79.18	90.36	102.51	120.28
480	36.67	49.01	58.21	67.89	81.79	93.34	105.90	124.24
540	37.74	50.44	59.90	69.86	84.17	96.05	108.97	127.85
600	38.72	51.74	61.45	71.67	86.35	98.54	111.80	131.17
660	39.62	52.96	62.89	73.35	88.37	100.85	114.42	134.24
720	40.47	54.09	64.24	74.92	90.26	103.00	116.86	137.11
780	41.27	55.15	65.50	76.39	92.04	105.03	119.16	139.81
840	42.02	56.15	66.69	77.78	93.71	106.94	121.33	142.35
900	42.73	57.10	67.82	79.09	95.30	108.75	123.38	144.76
960	43.40	58.01	68.89	80.35	96.80	110.47	125.33	147.04
1020	44.05	58.87	69.91	81.54	98.24	112.11	127.19	149.23
1080	44.66	59.69	70.89	82.68	99.61	113.67	128.97	151.32
1140	45.25	60.48	71.83	83.77	100.93	115.18	130.68	153.32
1200	45.82	61.24	72.73	84.82	102.20	116.62	132.32	155.24
1260	46.37	61.97	73.60	85.84	103.42	118.01	133.89	157.09
1320	46.89	62.68	74.44	86.81	104.59	119.36	135.42	158.88
1380	47.40	63.36	75.24	87.75	105.73	120.65	136.89	160.61
1440	47.90	64.02	76.03	88.67	106.83	121.91	138.31	162.28

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

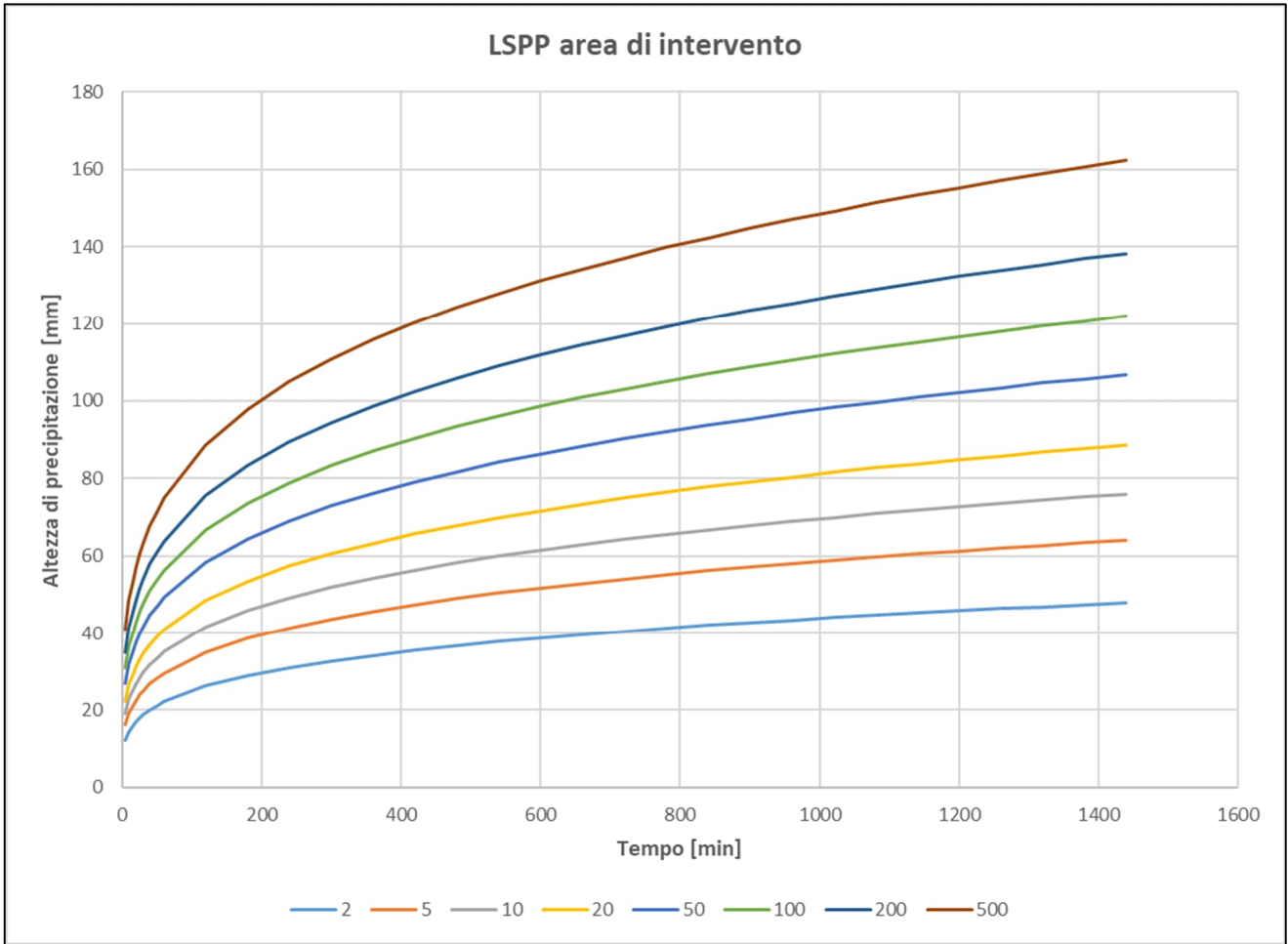


Figura 5-9: LSPP area di intervento

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

5.3.2 Determinazione della portata

Data la semplicità del sistema e l'esiguità delle superfici scolanti la portata affluente è valutabile in prima approssimazione attraverso l'applicazione della cosiddetta formula razionale:

$$Q = C \cdot i_c \cdot A$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e C è il cosiddetto coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino.

Il tempo di corrivazione t_c per lo smaltimento delle acque meteoriche può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, per individuare il tempo di corrivazione si deve far riferimento alla seguente formula:

$$t_c = t_a + t_r$$

t_a tempo di accesso è il tempo di percorrenza delle aree scolanti sino al punto di immissione nella rete. Fair (1966) suggerisce i seguenti valori:

- centri urbani intensivi con frequenti caditoie $t_a < 5$ min
- centri commerciali con basse pendenze $t_a = 10 \div 15$ min
- aree residenziali estensive con caditoie non frequenti $t_a > 20$ min

t_r , tempo di rete, è il tempo di percorrenza nelle canalizzazioni lungo il percorso idraulicamente più lungo:

$$t_r = \frac{L}{V}$$

L = lunghezza della tratta

V = velocità di moto uniforme

Nel caso in esame si è assunto $t_a = 5$ min. Di conseguenza nel presente progetto, essendo t_r pari a circa 5 min, trattandosi di un sistema semplice, con superfici di scolo modeste, è stato adottato un tempo di corrivazione uniforme pari a 10 minuti.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 1 per le superfici impermeabili e pari a 0.3 per quelle permeabili in conformità alle indicazioni riportate nel "Criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento".

Ai fini del dimensionamento della rete di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche si assume come riferimento un tempo di ritorno di 20 anni in accordo alle norme di buona tecnica reperibili in letteratura, da indicazioni progettuali fornite nel manuale/linee guida a cura dell'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane (2001).

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

5.3.3 Dimensionamento rete di drenaggio

Ai fini della progettazione della rete di drenaggio per lo smaltimento delle acque meteoriche, l'area di intervento è stata suddivisa in cinque distinte porzioni, relative ai rilevati previsti a progetto per la realizzazione della viabilità interna, le cui acque saranno smaltite mediante fossi di guardia e tubazioni interrato, e in un'ulteriore porzione relativa al ponte di progetto, per il quale è prevista l'installazione di tubazioni, aggraffate all'impalcato mediante apposita staffatura, e destinate allo smaltimento delle acque di piattaforma.

Per il convogliamento delle acque meteoriche all'interno dei fossi di guardia si prevede l'utilizzo di embrici di dimensioni pari a 50 x 50 x 20 cm posizionati con interasse costante pari a 15 m lungo le scarpate dei rilevati.

Nel seguito della presente relazione si riportano le considerazioni effettuate ai fini del dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche relative alle seguenti porzioni dell'area di intervento:

1. Ponte di progetto
2. Rilevato principale zona sud (lato Budrio): RI.01
3. Rilevato principale zona nord (lato Molinella). RI.02
4. Rilevato per viabilità secondaria: VS1
5. Rilevato per strada secondaria: AV1
6. Rilevato per strada secondaria: AV2

Nell'immagine seguente si riporta la planimetria dell'area di intervento con indicate il posizionamento dei rilevati di progetto.

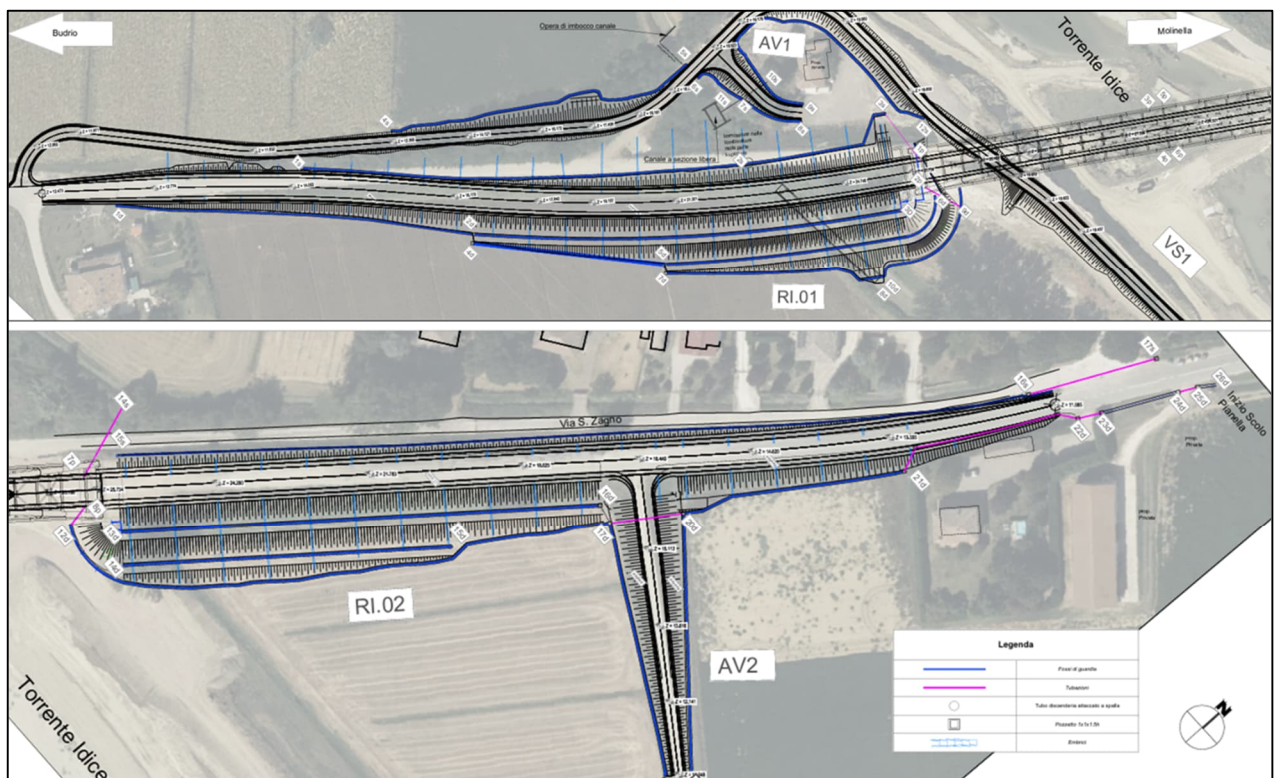


Figura 5-10: Planimetria area di intervento con indicata ubicazione rete di smaltimento

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

5.3.3.1 Ponte di progetto

Gli interventi a progetto riguardano la realizzazione di una rete di smaltimento delle acque meteoriche relative al nuovo impalcato di progetto.

La raccolta delle acque meteoriche è prevista mediante un sistema costituito da tubazioni in PVC DN 400 SN 8, posizionate in corrispondenza di apposite sagomature realizzate nella carpenteria metallica del ponte di progetto; inoltre, si prevede che le tubazioni siano fissate alla struttura mediante appositi collari, disposti tra una trave e l'altra

La raccolta delle acque di piattaforma dell'impalcato sarà invece assicurata mediante caditoie dedicate, di dimensioni esterne 30 cm x 50 cm, dotate di scarico orizzontale e installate con un interasse pari a 20 m.

Nella seguente tabella riassuntiva si riporta per ciascun tratto la portata defluente, le dimensioni di progetto e la pendenza del tratto

Tabella 5-2: Smaltimento ponte di progetto

Smaltimento ponte di progetto							
DN [mm]	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]	Qp [l/s]	if minima [-]
400	3p-1p	100	1000	0	1000	44.15	0.01
400	4p-2p	100	1000	0	1000	44.15	0.01
400	5p-7p	100	1000	0	1000	44.15	0.01
400	6p-8p	100	1000	0	1000	44.15	0.01

5.3.3.2 Rilevato principale lato Budrio: RI.01

Per la realizzazione della rete di smaltimento relativa al rilevato principale lato Budrio (RI.01), come anticipato in precedenza, si è optato per la realizzazione di fossi di guardia posti ai piedi delle scarpate di progetto. Le acque meteoriche saranno convogliate in tali elementi mediante embrici di dimensioni 50x50x20 cm, posizionati lungo le scarpate con un interasse pari a 15 m.

In combinazione con tali opere, è prevista l'installazione di tubazioni interrato in PVC di diverso diametro, necessarie per il collegamento tra i fossi di guardia e per il recapito finale nei corpi idrici recettori. Nel caso del rilevato RI.01, il recapito è individuato nello Scolo Corla, in corrispondenza della sezione terminale del nuovo tratto tombinato previsto a progetto.

Nella seguente tabella riassuntiva si riporta per ciascun tratto la portata defluente, le dimensioni di progetto e la pendenza del tratto relative sia alle tubazioni che ai fossi di guardia.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Tabella 5-3: Smaltimento Rilevato principale lato Budrio: RI.01

Smaltimento Rilevato principale lato Budrio: RI.01							
DN [mm]	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]	Qp [l/s]	if minima [-]
400	2d-4d	5	1927	1827	3754	109.28	0.01
400	5d-7d	5	1927	3351	5278	129.47	0.01
315	2p-9d	15	1000	0	1000	44.15	0.01
315	1p-3s	15	1000	0	1000	44.15	0.01
Tipologico fosso	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	Qp [l/s]	if minima [-]
B=1;b=0.8;H=0.8	1d-2d	145	922	558	1480	27.11	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	3d-2d	175	1050	1240	2290	50.51	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	4d-5d	80	1389	1547	2936	63.78	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	5d-6d	120	583	1774	2357	63.30	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	7d-8d	90	1972	3788	5760	142.26	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	9d-10d	50	547	392	939	18.06	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	1s-2s	250	1493	437	1930	28.74	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	3s-2s	65	894	447	1341	23.23	0.005

5.3.3.3 Rilevato principale lato Molinella: RI.02

Per la realizzazione della rete di smaltimento relativa al rilevato principale lato Molinella (RI.02), come anticipato in precedenza, si è optato per la realizzazione di fossi di guardia posti ai piedi delle scarpate di progetto. Le acque meteoriche saranno convogliate in tali elementi mediante embrici di dimensioni 50×50×20 cm, posizionati lungo le scarpate con un interasse pari a 15 m.

In combinazione con tali opere, è prevista l'installazione di tubazioni interrato in PVC di diverso diametro, necessarie per il collegamento tra i fossi di guardia e per il recapito finale nei corpi idrici recettori. Nel caso del rilevato RI.02, il recapito è individuato nello Scolo Pianella in corrispondenza di una sezione ubicata più nord dell'area di intervento.

Nella seguente tabella riassuntiva si riporta per ciascun tratto la portata defluente, le dimensioni di progetto e la pendenza del tratto relative sia alle tubazioni che ai fossi di guardia.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Tabella 5-4: Smaltimento rilevato principale lato Pianella: RI.02

Smaltimento Rilevato principale lato Pianella: RI.02							
DN [mm]	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]	Qp [l/s]	if minima [-]
315	7p-14s	30	1000	0	1000	44.15	0.01
315	8p-12d	10	1000	0	1000	44.15	0.01
400	17d-20d	30	2170	3890	6060	147.34	0.01
500	21d-22d	65	3160	4959	8119	205.21	0.01
500	22d-23d	10	3160	4959	8119	205.21	0.01
500	24d-25d	10	3160	4959	8119	205.21	0.01
400	16s-17s	50	1796	6345	8141	163.35	0.01
Tipologico fosso	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	Qp [l/s]	if minima [-]
B=1;b=0.8;H=0.8	12d-15d	115	1535	3118	4653	116.24	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	13d-16d	155	988	1172	2160	47.70	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	14d-15d	112	988	1980	2968	73.94	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	15d-17d	45	1535	3452	4987	127.09	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	15s-16s	300	1796	634	2430	38.09	0.005
B=1;b=0.8;H=0.8	20d-21d	75	2708	4953	7661	187.28	0.005
B=1;b=0.8;H=0.9	23d-24d	25	2708	4953	7661	187.28	0.005

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

5.3.3.4 Rilevato viabilità secondaria: VS1

Per la realizzazione della rete di smaltimento relativa al rilevato della viabilità secondaria VS1 si è optato per la realizzazione di fossi di guardia posti ai piedi delle scarpate di progetto. Le acque meteoriche saranno convogliate in tali elementi senza l'utilizzo di embrici ma solamente mediante la modellazione delle scarpate di progetto.

Per questa porzione dell'area di progetto non sono previste tubazioni interrato per il convogliamento delle acque meteoriche.

Nella seguente tabella riassuntiva si riporta per ciascun tratto la portata defluente, le dimensioni di progetto e la pendenza del tratto relative sia alle tubazioni che ai fossi di guardia.

Tabella 5-5: Smaltimento rilevato viabilità secondaria VS1

Smaltimento Rilevato viabilità secondaria VS1							
Tipologico fosso	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m²]	SUPERFICIE TOTALE [m²]	Qp [l/s]	if minima [-]
B=1;b=0.8;H=0.8	12s-10s	115	224	436	660	16.34	0.005

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

5.3.3.5 Rilevato strade secondarie AV1 – AV2

Per la realizzazione della rete di smaltimento relativa alle strade secondarie AV1 e AV2, come per i casi precedenti, si è optato per la realizzazione di fossi di guardia posti ai piedi delle scarpate di progetto. Le acque meteoriche saranno convogliate in tali elementi mediante embrici di dimensioni 50×50×20 cm, posizionati lungo le scarpate con un interasse pari a 15 m.

In combinazione con tali opere, è prevista l'installazione di tubazioni interrato in PVC di diverso diametro, necessarie per il collegamento tra i fossi di guardia e per il recapito finale nei corpi idrici recettori.

Nel caso del rilevato relativo alla strada AV1, il recapito è individuato nello Scolo Corla in corrispondenza del tratto tombinato, mentre per la strada secondaria AV2 lo scarico avverrà nello scolo Pianella mediante la medesima rete di smaltimento descritta per il rilevato principale lato Molinella RI.02.

Nella seguente tabella riassuntiva si riporta per ciascun tratto la portata defluente, le dimensioni di progetto e la pendenza del tratto relative sia alle tubazioni che ai fossi di guardia.

Tabella 5-6: Smaltimento rilevato strade secondarie AV1-AV2

Smaltimento Rilevato strade secondarie AV1 -AV2								
	DN [mm]	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m²]	SUPERFICIE TOTALE [m²]	Qp [l/s]	if minima [-]
AV1	315	10s-7s	15	224	436	660	15.66	0.01
	315	7s-11s	10	224	516	740	16.72	0.01
	Tipologico fosso	TRATTO	L [m]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m²]	SUPERFICIE TOTALE [m²]	SUPERFICIE PERMEABILE [m²]	Qp [l/s]	if minima [-]
AV1	B=1;b=0.8;H=0.8	9s-10s	20	0	50	50	1.62	0.005
	B=1;b=0.8;H=0.8	6s-7s	20	0	60	60	1.94	0.005
	B=1;b=0.8;H=0.8	8s-7s	20	0	20	20	0.64	0.005
	B=1;b=0.8;H=0.8	4s-5s	130	595	556	1151	23.80	0.005
AV2	B=1;b=0.8;H=0.8	18d-17d	85	182	438	620	16.00	0.005
	B=1;b=0.8;H=0.8	19d-20d	85	182	438	620	16.00	0.005

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

6. PROGETTO DELLE STRUTTURE

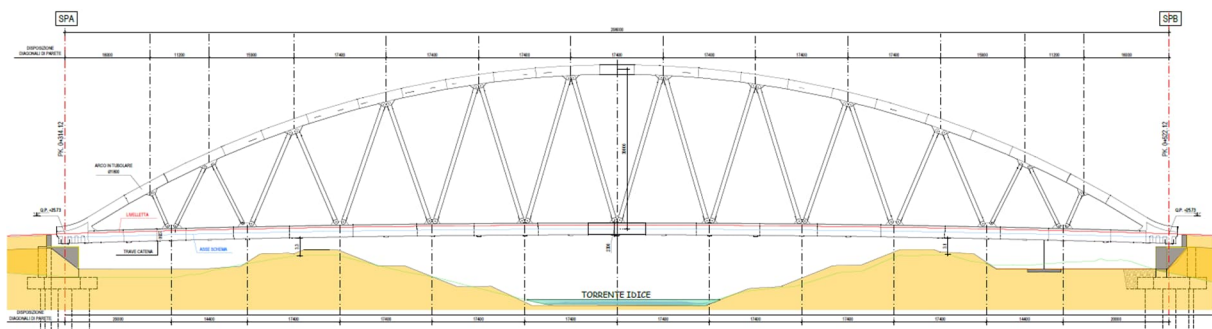
6.1 Ponte

6.1.1 Impalcato metallico

L'opera si configura come un ponte ad arco a via inferiore a spinta eliminata di lunghezza pari a 208 m che supera il torrente Idice.

La struttura presenta due archi tubolari posti in un piano inclinato rispetto alla verticale e collegamenti mediante traversi e controventi realizzati anch'essi mediante tubolari. La freccia degli archi rispetto alla trave catena d'impalcato è pari a 30 m misurati nella sezione di mezzeria.

L'impalcato si compone di due travi catena realizzate con profili composti saldati a doppio T, con anime inclinate dirette nel piano degli archi e a cui si ricollegano mediante elementi diagonali realizzati con tubolari disposti con uno schema tipo Nielsen.



Le travi principali sono connesse mediante traversi realizzati come profili a doppio T composti saldati piolati e resi collaboranti con la soletta in calcestruzzo.

L'orditura metallica dell'impalcato è completata da travi di spina longitudinali anch'esse realizzate come profili a doppio T composti saldati piolati e resi collaboranti con la soletta in calcestruzzo.

La soletta in calcestruzzo armato risultata gettata su predalles e ha un'orditura trasversale.

La soletta ha una larghezza di circa 17 m e uno spessore del pacchetto di 28 cm, realizzati con 7 cm di predalles in calcestruzzo e uno spessore di getto di 21 cm.

L'impalcato si completa di controventi orizzontali realizzati con angolari.

Ai fini prestazionali, con l'obiettivo di ottenere una soluzione che garantisca un elevato standard qualitativo, si sono preferite connessioni saldate per tutti gli elementi principali, per ottenere una soluzione con maggiore durabilità e risultato estetico del prospetto dell'impalcato.

Tutte le parti dell'impalcato metallico risultano facilmente ispezionabili, compreso la zona a tergo delle travi principali verso il muro paraghiaia, dove si garantisce un franco di 80 cm.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

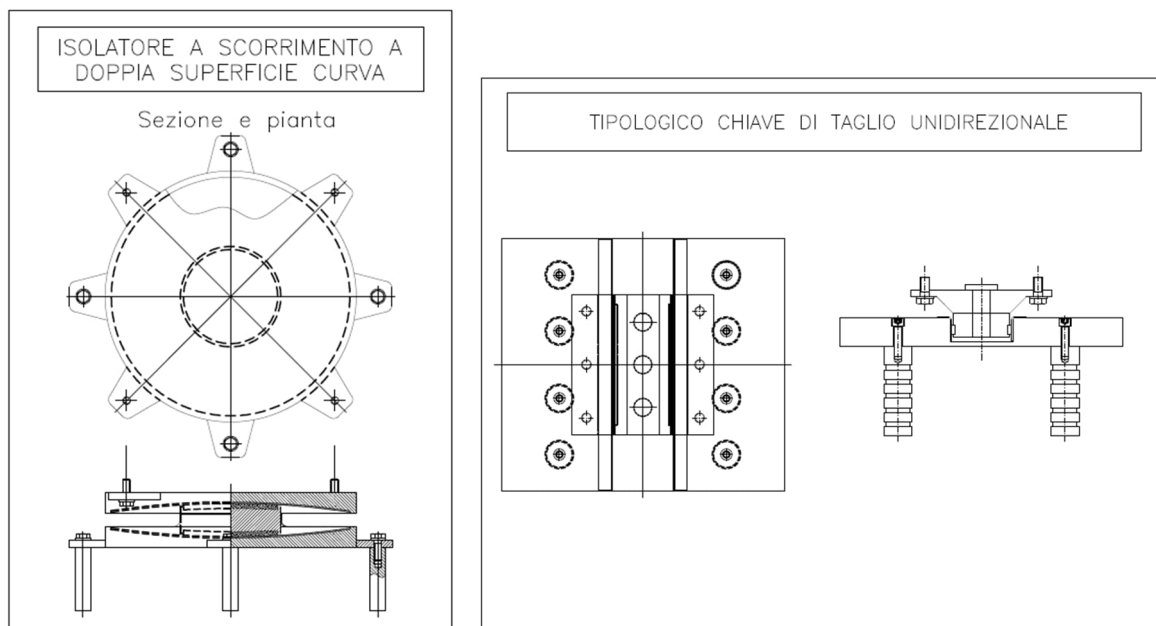
6.1.2 Appoggi, giunti e arredi

Lo schema di appoggio del ponte prevede apparecchi a scorrimento (tipo friction pendulum) e una chiave di taglio in ognuna delle due spalle. L'interasse appoggi è pari a 17.50 m.

Gli isolatori a scorrimento sono dispositivi di appoggio costituiti da una o più superfici curve che si basano sul principio di funzionamento del pendolo. Il periodo di oscillazione dipende quindi principalmente dal raggio di curvatura della superficie di scorrimento, mentre la dissipazione di energia è garantita dall'attrito che si verifica durante il movimento. La capacità di ricentraggio è assicurata dalla curvatura della superficie scorrevole.

I dispositivi isolatori sono caratterizzati da una ridotta rigidità orizzontale, per garantire il disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura da quello del terreno, da una elevata rigidità verticale, per sostenere i carichi verticali senza cedimenti apprezzabili.

Le guide unidirezionali costituiscono dei ritegni meccanici che consentono un libero movimento in direzione longitudinale e impediscono lo spostamento nella direzione trasversale.



6.1.3 Sottostrutture e Fondazioni

6.1.3.1 Spalle e fondazioni

Le spalle del ponte sono in calcestruzzo gettato in opera e possiedono entrambe analoga geometria. Il sistema di vincolo dell'impalcato, che prevede l'impiego di 2+2 isolatori a pendolo scorrevole, è infatti tale da ripartire in modo equo sulle due spalle le sollecitazioni derivanti dall'impalcato (con specifico riferimento alle azioni orizzontali statiche e sismiche).

Ciascuna spalla è realizzata da una platea di fondazione spessa 2.5 m con pianta rettangolare di dimensioni 13.80x24.70 m, rispettivamente nelle direzioni longitudinale e trasversale rispetto all'asse dell'impalcato. Dalla zattera spiccano un muro frontale spesso 2.5 m (nella sezione di base) e due muri di risvolto spessi 1.2 m e alti 9.15 m. Nella parte sommitale, lo spessore dei muri di risvolto si riduce a 0.6 m. Lo spessore del muro frontale è costante per i primi 2.9 m dallo spiccatto della fondazione e poi

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

aumenta fino ad un massimo di 4.35 m in corrispondenza del piano appoggi. Qui, lato impalcato, è presente un aggetto longitudinale lungo 0.55 m realizzato allo scopo di consentire l'alloggiamento dei martinetti di sollevamento del ponte.

Infine, al di sopra del muro frontale è presente un muro paraghiaia spesso 0.6 m e alto 2.65 m.

Le fondazioni delle spalle sono previste su pali in c.a. di grande diametro pari a 1200mm, interasse 3.60m, di lunghezza pari a 54m per Spalla A – Sud (Lato DX) e 46m per Spalla B – Nord (Lato SX).

Di seguito si riportano alcune immagini raffiguranti le viste in pianta e le sezioni longitudinali delle opere appena descritte.

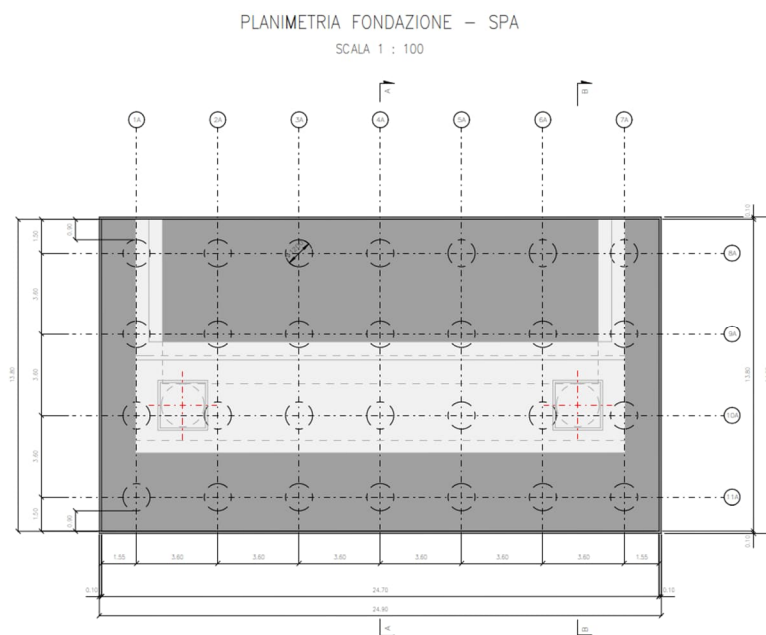
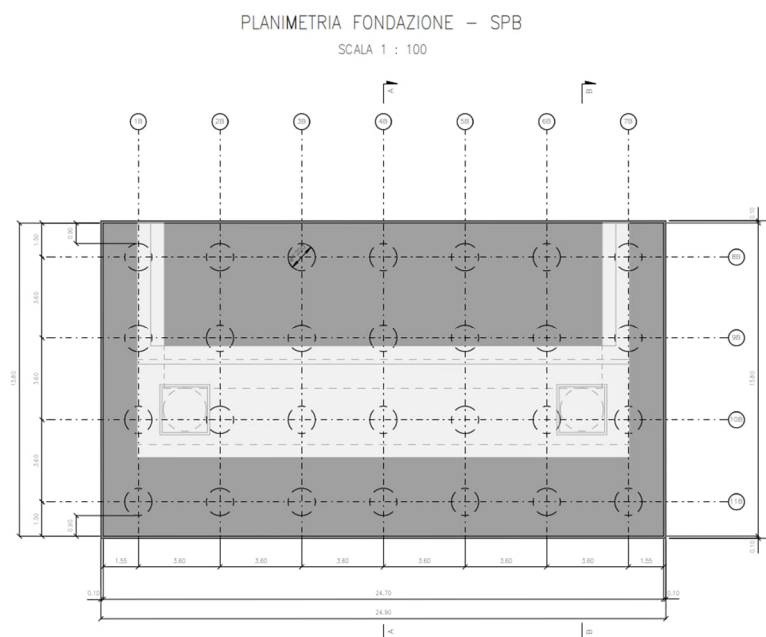


Figura 6-1: Vista in pianta SPA



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

Figura 6-2: Vista in pianta SPB

SEZIONE A – SPALLA SPA

SCALA 1 : 100

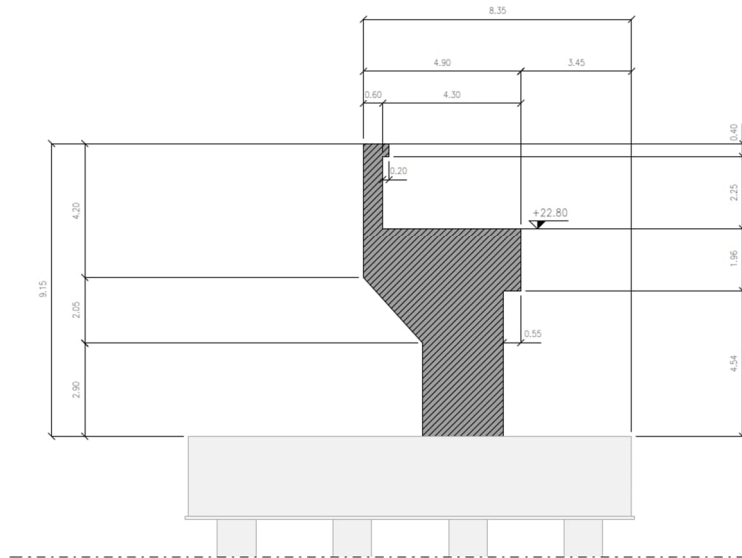


Figura 6-3: Profilo longitudinale SPA

SEZIONE A – SPALLA SPB

SCALA 1 : 100

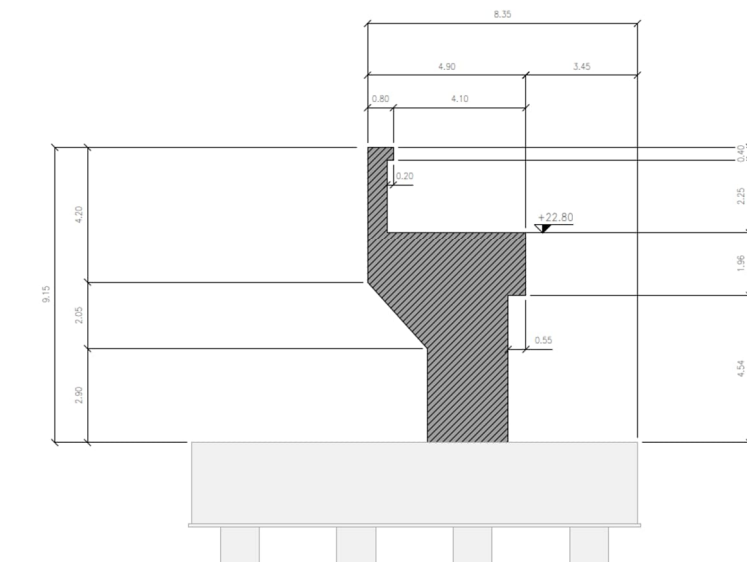


Figura 6-4: Profilo longitudinale SPB

6.1.3.2 Muro di sottscarpa

Nei tratti a maggiore rilevanza altimetrica del rilevato di approccio nord, sul lato di via Zagno, è prevista la realizzazione di un muro di sottscarpa in c.a., da km 0+030 fino alla spalla in km 0+306 circa, per un'estensione complessiva di circa 276m. Il paramento ha un'altezza variabile tra 2.50m e 8.90m.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>GN</td><td>100</td><td>r01</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	GN	100	r01
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	GN	100	r01								

L'opera si rende necessaria per garantire l'esercizio della strada locale il cui tracciato corre parallelamente a quello del ponte.

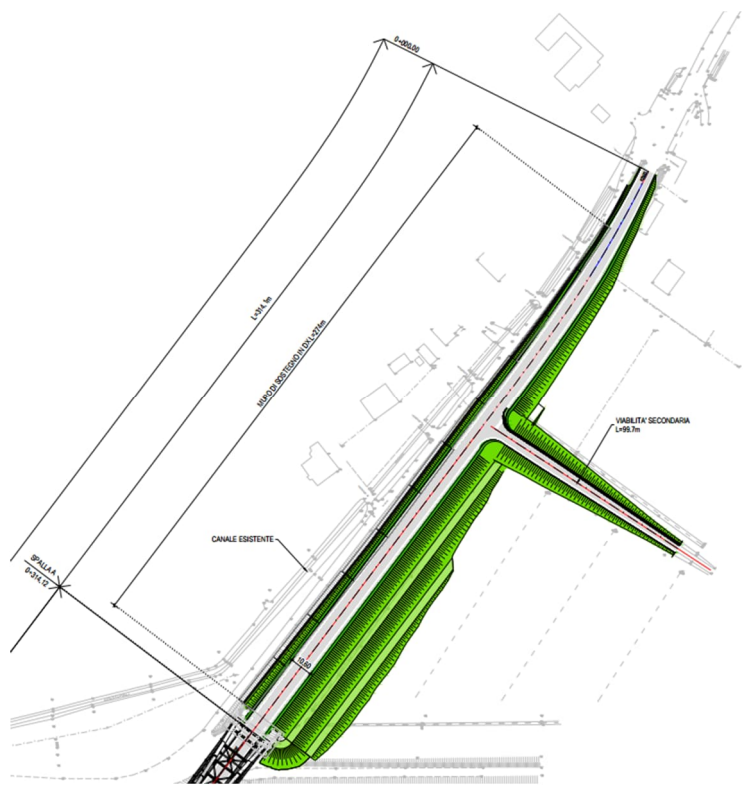


Figura 6-5: Stralcio planimetrico dell'approccio nord, con indicazione dell'estensione del muro di sottoscarpa

Nella figura sotto si riporta la sezione tipo “1”, la quale si applica nella zona più alta del rilevato. Le piante, sviluppate e le altre sezioni tipo sono presentate nell'elaborato 24V25_PF_T_ST_723.

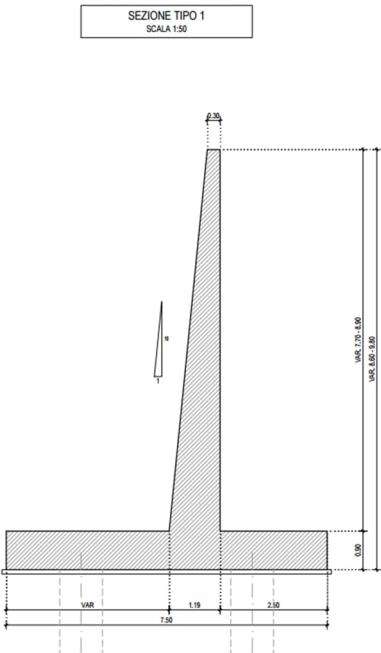


Figura 6-6: Sezione tipo “1”

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

6.1.3.3 Consolidamento rilevati

Il rilevato di approccio nord si sviluppa da inizio tracciato (km 0+000) fino alla spalla in km 0+314, per un'estensione complessiva di circa 314m. Nella tratta iniziale, caratterizzato da altezze di rilevato contenute, l'intervento previsto consiste sostanzialmente nell'allargamento e nel sopralzo del rilevato esistente. Nei tratti a maggiore rilevanza altimetrica, sul lato di via S. Zagno, è prevista la realizzazione di un muro di sottoscarpa in c.a. descritto al paragrafo precedente.

Il rilevato di approccio sud si sviluppa da km 0+825 circa con altezze molto contenute via via crescenti, fino alla spalla (km 0+522), per uno sviluppo complessivo di 300m circa.

Il rilevato di approccio sud è inoltre destinato a svolgere la funzione di area di varo dell'impalcato. A tal fine, in fase costruttiva, si rende necessaria la predisposizione di una piattaforma piana di dimensioni pari a circa 80m x 50m, con conseguente ampliamento del rilevato rispetto alla configurazione prevista in fase di esercizio, solo durante la fase di costruzione.

La realizzazione del nuovo rilevato richiede la preventiva rimozione di una porzione significativa del rilevato esistente. Tale operazione risulta necessaria al fine di predisporre un piano di posa regolare e omogeneo, opportunamente trattato e compattato, nonché superfici operative orizzontali idonee all'esecuzione degli interventi di miglioramento e consolidamento previsti.

Per i volumi di terreno derivanti dalle operazioni di scavo e per i materiali aggiuntivi necessari alla costruzione del nuovo rilevato, i quali possono essere ricavati dagli accumuli di terreno esondato nelle particelle prossime al cantiere, è previsto il ricorso al trattamento a calce, subordinatamente alla verifica di idoneità geotecnica e ambientale dei materiali, da effettuarsi sulla base delle risultanze delle prove previste nell'ambito della presente fase progettuale.

Considerando la presenza di terreni compressibili e soggetti a rischio liquefazione, è necessario utilizzare misure di consolidamento. In prossimità alle spalle, dove i rilevati hanno l'altezza maggiore, sono previsti pali non armati di diametro 1000mm e profondità 15m con maglia 4m x 4m per limitare i cedimenti di breve e lungo termine, e trasferire il carico negli strati più profondi, mitigando anche il fenomeno della liquefazione degli strati più superficiali. Inoltre, limitando i cedimenti in prossimità alle spalle, si mitiga il fenomeno di attrito negativo sulle fondazioni delle spalle.

Nella zona estesa del rilevato di varo nell'approccio sud, i pali vengono estesi fino a coprire il terreno di fondazione del nuovo tombino. In questo modo, si evitano anche cedimenti eccessivi che potrebbero altrimenti danneggiare la nuova struttura del tombino.

Le sezioni tipo sono riportate nelle figure seguenti.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

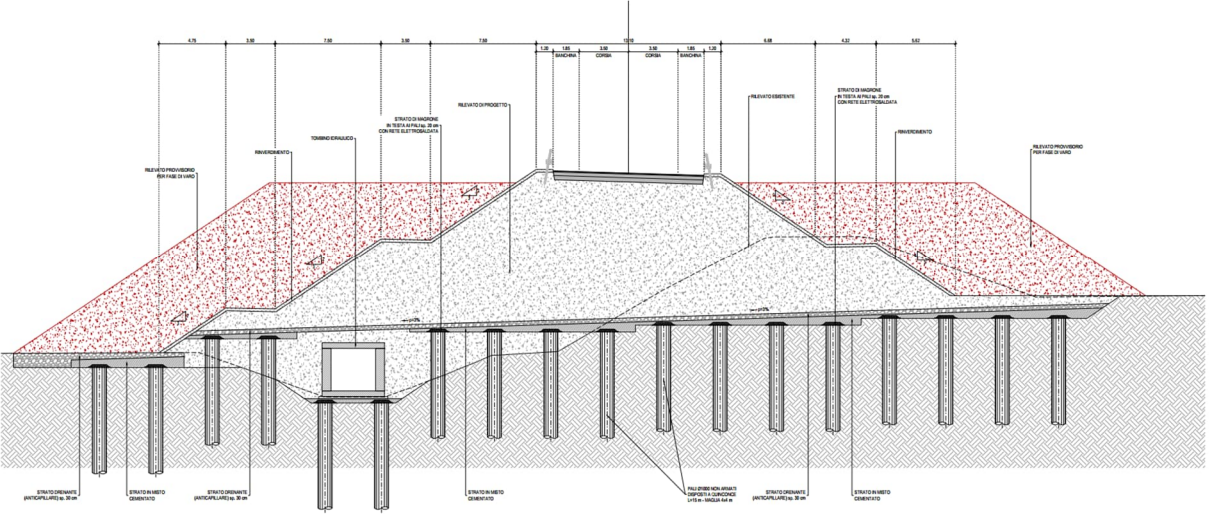


Figura 6-7: Sezione tipo approccio sud alla pk. 0+560

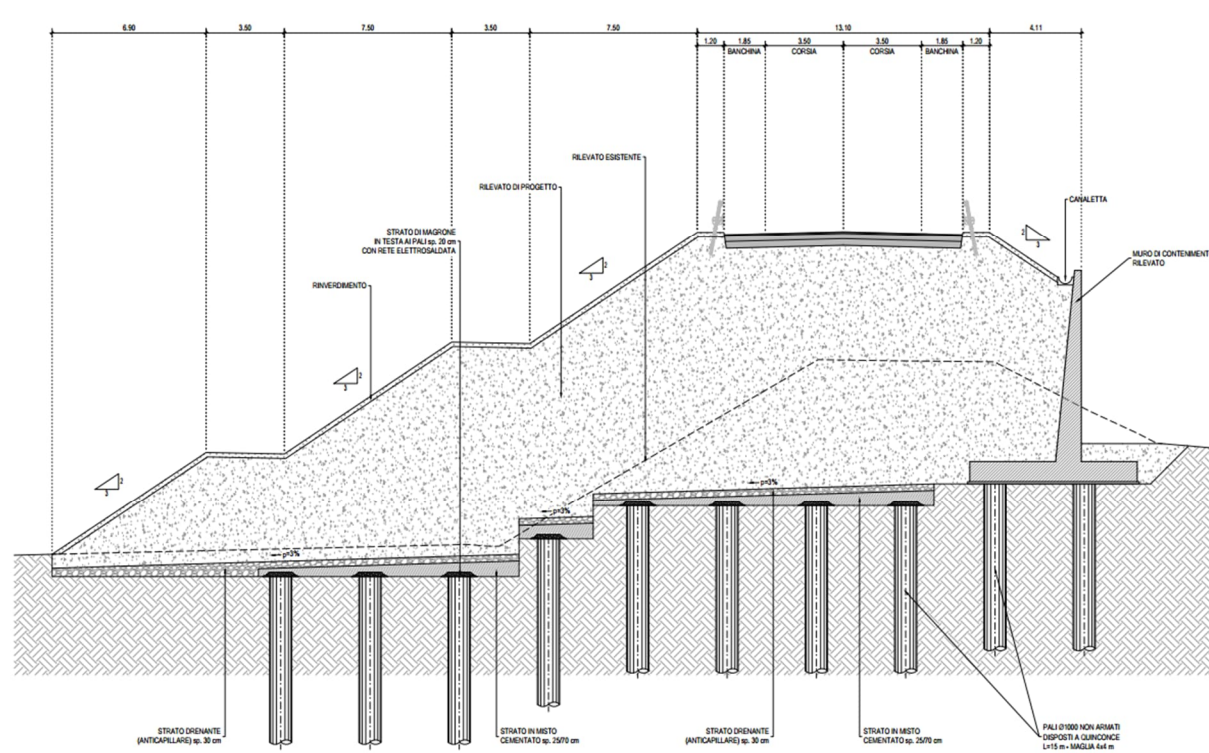


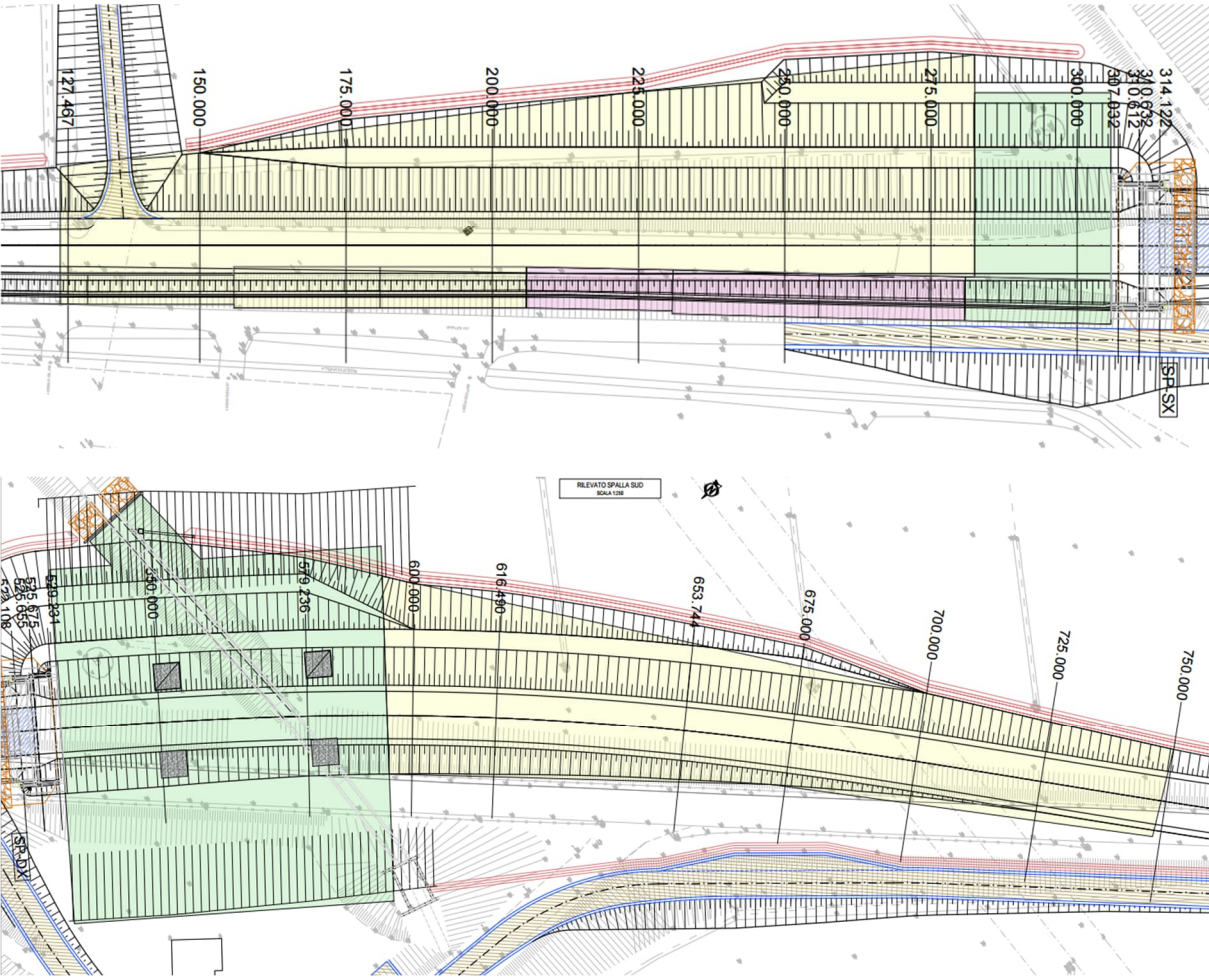
Figura 6-8: Sezione tipo approccio nord alla pk 0+290

Nell'approccio nord, i pali vengono utilizzati come riduttori dei cedimenti per le tratte più alte del muro.

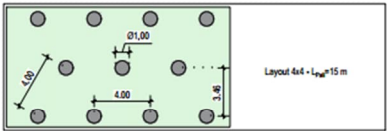
Nelle tratte rimanenti del rilevato, indicate in giallo nella figura successiva, viene applicata una maglia di pali in ghiaia di diametro 350mm. L'obiettivo dei pali in ghiaia è la mitigazione del rischio liquefazione negli strati granulari, e la velocizzazione dei tempi di consolidazione negli strati più coerenti.

Per le porzioni più superficiali dei rilevati non si prevedono interventi di consolidamento.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



DISPOSIZIONE IN PIANTA PALI Ø1000



DISPOSIZIONE IN PIANTA PALI IN GHIAIA Ø350

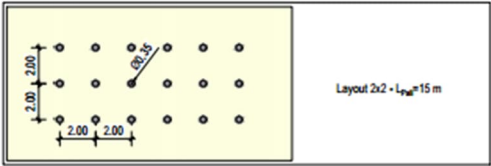


Figura 6-9: Planimetria dei consolidamenti

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

Nella successiva fase della progettazione, gli esiti delle indagini geotecniche integrative potranno consentire un'eventuale ottimizzazione delle misure di consolidamento.

6.1.4 Montaggio del ponte

L'impalcato metallico è previsto che venga varato a spinta. Si prevede di assemblare l'impalcato per macroconci a tergo della Spalla SP.A (Spalla Sud) in un campo varo appositamente realizzato, quindi spingerlo secondo diverse fasi di avanzamento fino a raggiungere la posizione finale.

Per la realizzazione del manufatto si prevede di realizzare elementi metallici di lunghezza massima inferiore a 13 m per garantire un trasporto ordinario. I suddetti elementi verranno assemblati in opera mediante giunzioni saldate a piena penetrazione per gli elementi principali.

L'assemblaggio del ponte è previsto per macroconci dell'arco e della trave catena insieme con gli elementi di collegamento diagonali, trasversali e controventi; quindi, il ponte viene varato di punta.

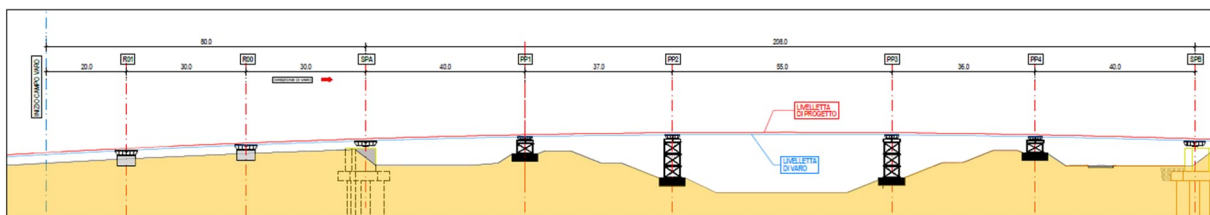
Durante le operazioni di varo si prevede di impiegare quattro pile provvisorie poste in adiacenza all'argine, determinando una scansione di campate circa regolare.

Il montaggio dell'impalcato prevede un varo a spinta a partire da spalla SP.A (Spalla Sud) verso spalla SP.B (Spalla Nord).

Il varo sfrutta due allineamenti di slitte disposte su terra in un campo realizzato a tergo spalla.

Le pile provvisorie sono quattro e disposte entro le spalle sono dislocate una al di sotto dell'argine fuori dal corso d'acqua e una all'interno sopra il rilevato arginale, per ciascun lato.

La scansione del campo varo è la seguente: 30+30+40+37+55+36+40 m. Il campo varo necessario a tergo spalla si ipotizza di lunghezza pari a 80 m.



Si prevede di realizzare il varo su una livelletta più bassa di quella di esercizio, per cui la spalla dovrà essere realizzata fino alla sua testa, senza realizzare il paraghiaia.

Per realizzare un piano di impalcato più rigido in fase di varo, si prevedono controventi orizzontali.

Per ridurre i pesi da movimentare vengono disposte in opera le predalles in cls solo su una porzione centrale dell'impalcato, in quanto più difficilmente raggiungibile per posizionare le coppele a varo completato con il ponte in posizione finale. Per le zone terminali si prevede invece di disporre le predalles al termine delle operazioni mediante una gru per ogni lato che sposta le coppelle fino alla loro posizione finale. La porzione varata senza predalles si estende per circa 54 m a partire dall'asse appoggi verso la mezzera del ponte.

Per varare a spinta il ponte si prevede di impiegare un avambecco di lunghezza pari a 60 m circa.

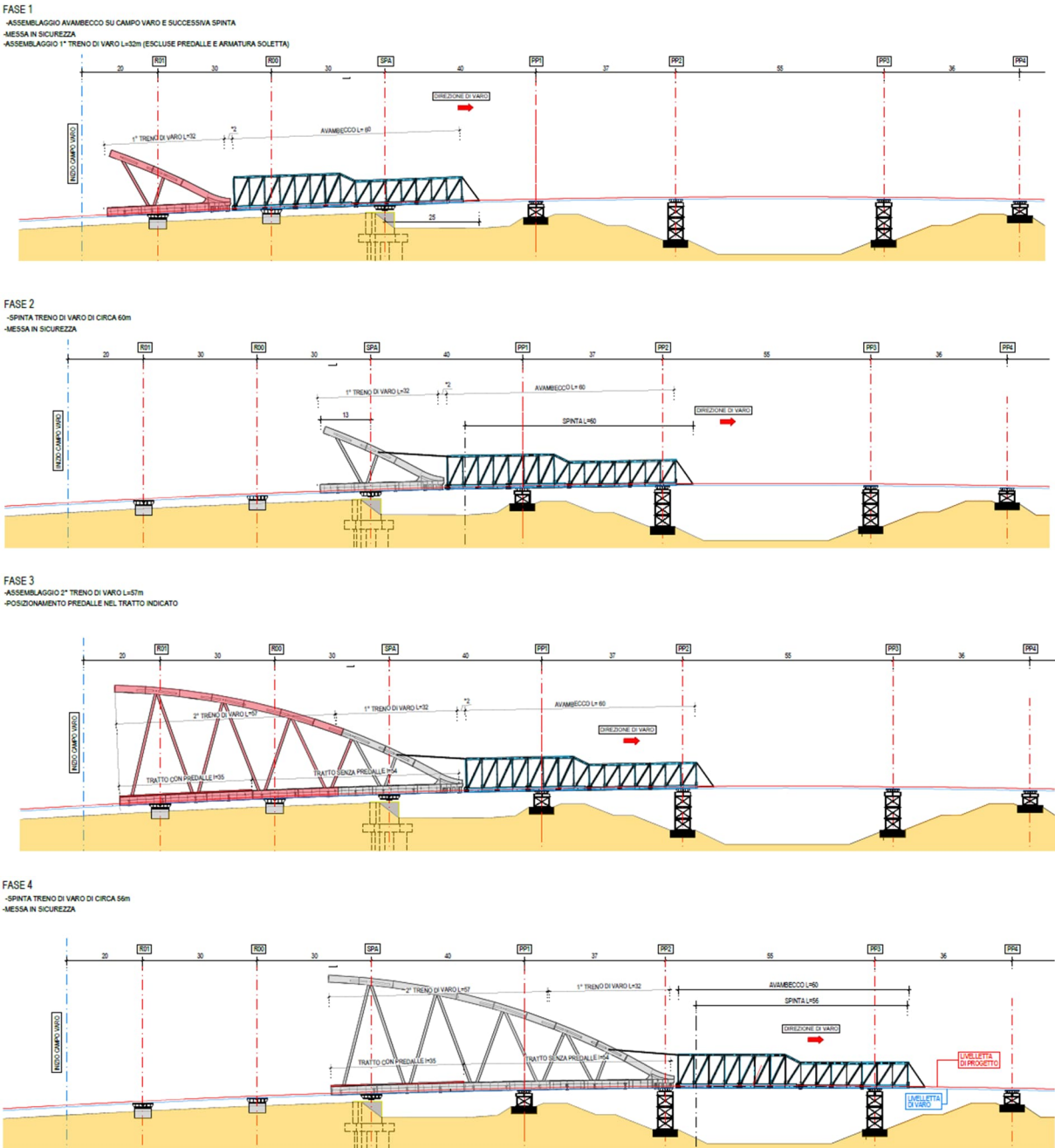
STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

L'avambecco sarà montato nella zona del campo varo a tergo di SP.A quindi verrà fatto avanzare fino ad una posizione stabile. Lo smontaggio dell'avambecco potrà avvenire quando è stata superata la spalla SP.B, per cui risulta necessario avere uno spazio sufficiente lungo anche dietro tale sezione. Si ipotizza una lunghezza di almeno 70m.

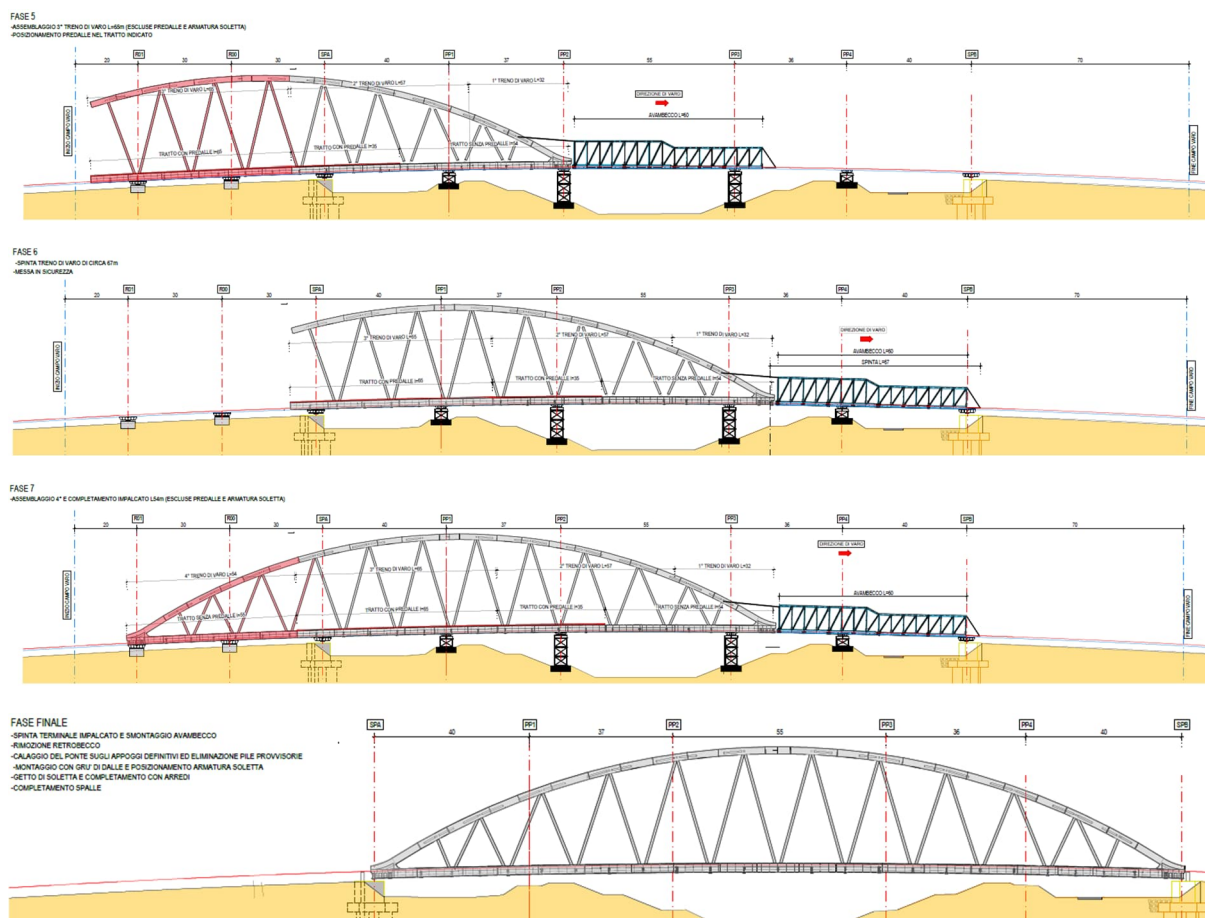
Il treno di varo è completato dal retrobecco posta in coda.

Sugli allineamenti sopra indicati nel profilo longitudinale di varo si dispongono slitte che permettono lo scorrimento del ponte. Ogni slitta è dotata di un ritegno trasversale che contrasta le forze orizzontali trasversali.

Le macrofasi di varo individuate sono riportate di seguito.



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>GN</td><td>100</td><td>r01</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	GN	100	r01
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	GN	100	r01								



Una volta completate le fasi di varo ed aver posto in posizione sugli appoggi il ponte si prevede di realizzare il getto in opera della soletta sulle coppelle prefabbricate autoportanti in c.a. Il getto verrà realizzato una volta posate le armature longitudinali e trasversali.

6.2 Tombino idraulico

Il tombino esistente dello Scolo Generale è costituito da una struttura ad arco in mattoni.

Nel DOCFAP era previsto il prolungamento dello stesso mediante la posa di scatolari prefabbricati proteggendolo sbocco con massi ciclopici.

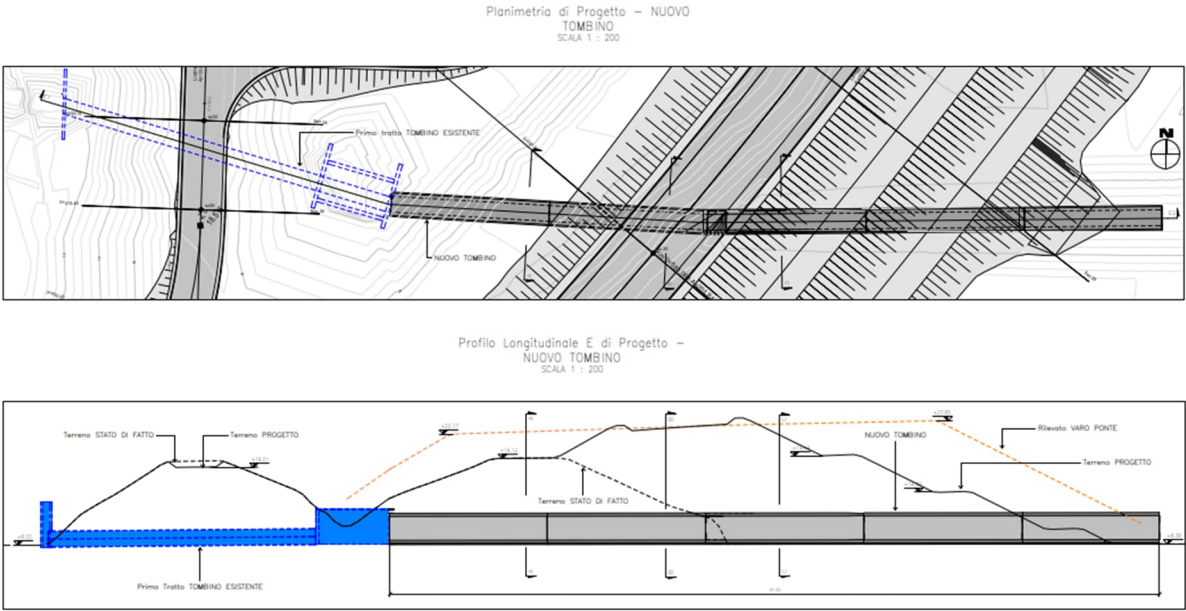
La nuova viabilità e l'incremento delle dimensioni del rilevato comportano un aumento dei sovraccarichi sul tombino che portano in certi punti ad un raddoppio delle sollecitazioni.

Considerato lo sviluppo planimetrico del canale in relazione a quello della nuova viabilità, considerato inoltre lo stato di vetustà dell'opera stessa, la tecnologia costruttiva mal si presta ad un così forte incremento dei sovraccarichi senza drastici ed onerosi interventi, considerati anche i problemi di raccordo ed impermeabilizzazione tra quella del canale ad arco e quella del nuovo scatolare rettangolare.

Per questo si è ritenuto opportuno prevedere la rimozione totale dei canali ad arco e la sostituzione integrale con opere prefabbricate.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

Tale approccio permette di evitare le indagini geometriche e strutturali sull'opera esistente, con un conseguente risparmio sia in termini di tempo sia di costi.



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

7. GESTIONE DELLE TERRE DA SCAVO

7.1 Piano utilizzo Terre e Rocce da Scavo

7.1.1 Volumetrie attese

Nella tabella che segue sono riassunti i volumi dei materiali previsti in movimentazione all'interno del cantiere, in particolare:

- quelli derivanti dallo scavo di sbancamento, l'inserimento di manufatti, l'ammorsamento dei rilevati di nuova costruzione su quelli esistenti, dai fossi di guardia;
- quelli derivanti dalla demolizione della rampa storica di accesso al vecchio ponte sostituito da quello crollato;
- quelli derivanti dallo scavo delle spalle e delle loro fondazioni;
- quelli derivanti dallo scavo dei pali in ghiaia;
- quelli derivanti dallo scavo per la condotta interferente;
- i volumi di materiale di nuovo apporto per la formazione dei rilevati.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Tabella 7-1 Volumi di scavo e di rilevato

Provenienza	Quantità (m³)	Lavorazione prevista	Destinazione
Scotico asse principale	1.593	nessuna	Rivestimento di scarpate
Scavi per ammorsamento su rilevato esistente	21.985	stabilizzazione a calce	Formazione corpo rilevato
Scotico asse secondario in dx	768	nessuna	Rivestimento di scarpate
Scavi per ammorsamento viabilità secondaria in dx	5.900	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scotico asse secondario in sx	128	nessuna	Rivestimento di scarpate
Scavi per inserimento viabilità secondaria in sx	820	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scotico per formazione scogliera in dx	598,8	nessuna	Rivestimento di scarpate
Scavi per formazione scogliera in dx	898,2	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scotico per formazione scogliera in sx	596	nessuna	Rivestimento di scarpate
Scavi per formazione scogliera in sx	894	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scavi per spalle e barrette di fondazione	6.627	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scavi per demolizione condotta in disuso sotto rilevato esistente	4.469	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Scavi per realizzazione pozzi drenanti	662	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Somma terre da stabilizzare per formazione dei rilevati	42.255,2	stabilizzazione a calce	Formazione corpo nuovo rilevato
Somma scavi per riutilizzo in rivestimenti	3.683,8	nessuna	Rivestimento di scarpate
Fabbisogno terre da rilevato A1/A2-4,A2-5			
Asse principale	88.078		
Asse secondario dx	4.548		
Asse secondario sx	2.105		
Riempimento cavo demolizione condotta interferente	5.669		
Totali	100.400		
Materiale da rilevato di cava o da demolizioni da reperire (*)	60.369		
(*) Si considera il materiale scavato con fattore di resa 0.947 per tenere conto della compattazione			

I materiali provenienti dagli scavi, qualora idonei secondo le indicazioni di cui alla delibera n. 54/2019 del Consiglio del SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale), saranno utilizzati per la formazione dei rilevati. I materiali dello scotico superficiale verranno riutilizzati per la protezione delle scarpate.

Da un punto di vista dei volumi scavati e delle movimentazioni di scavo previste nel cantiere (ca. 45.940 m³), il cantiere è configurabile, ai sensi dell'art. 2 comma 1 lettera v del Titolo I del DPR 120/2017 come:
“cantiere di grandi dimensioni non sottoposto a VIA o AIA ” : cantiere in cui sono prodotte terre e

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

rocce da scavo in quantità superiori a seimila metri cubi, calcolati dalle sezioni di progetto, nel corso di attività o di opere non soggette a procedure di valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale di cui alla Parte II del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.

Il progetto prevede di eseguire la formazione dei nuovi rilevati utilizzando tutto il materiale scavato, purché esso sia conforme, prima di ogni utilizzo diretto o trattamento conforme alla normale pratica industriale, ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso e possa pertanto essere qualificato come sottoprodotto ai sensi dell'Art. 184-bis del D. Lgs. 152/06 in quanto concorde ai seguenti punti richiamati:

- la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;
- è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;
- la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

In merito ai materiali da approvvigionare per la formazione di rilevati, si rappresenta che nelle particelle prossime al cantiere sono presenti quantità di terreni provenienti dal trasporto solido delle acque conseguentemente alla rotta dell'argine durante l'alluvione del maggio 2023, eccedenti il fabbisogno della Regione Emilia Romagna (Soggetto attuatore – Protezione Civile - Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile – Bologna), utilizzato per i lavori di sistemazione degli argini ai sensi dell'Ordinanza 17 art. 6 della struttura commissariale (Commissario straordinario alla ricostruzione nel territorio delle regioni Emilia-Romagna, Toscana e Marche), che cita:

Articolo 6

(Disposizioni speciali per i materiali dell'alluvione derivanti dai corsi d'acqua)

- 1) I materiali derivanti dagli eventi alluvionali a seguito del crollo delle arginature o trasportati dalle acque depositatisi anche su fondi privati, ove ritenuto necessario da parte dell'Autorità idraulica, saranno utilizzati per gli interventi di ripristino dell'officiosità dei corsi d'acqua. A tal fine l'Autorità idraulica ne dà comunicazione ai proprietari interessati, entro 45 (quarantacinque) giorni dall'emanazione della presente ordinanza.
- 2) Rientra tra le buone pratiche richiamate al punto 6) della richiamata ordinanza del Presidente della giunta dell'Emilia-Romagna, n. 78 del 1° giugno 2023, il riutilizzo dei materiali dell'alluvione derivanti da corsi d'acqua per i soli interventi di cui al comma 1, anche attraverso la valorizzazione in compensazione, nel caso di eccedenza degli stessi.

Si riportano in questa sede i dati del DOCFAP relativi alla quantità di terreno recuperabile per la formazione dei rilevati, che sono risultati formati da sabbie limose e limi sabbiosi e di cui è previsto il recupero mediante intima stabilizzazione a Calce, previa la verifica dei requisiti di cui alla Delibera 54/2019 del consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale (SNPA) che, allo stato attuale delle conoscenze, basate su indagini della qualità dei cumuli, sia sotto l'aspetto geotecnico che di determinazione dei contaminanti, eseguite da Laboratori autorizzati e certificati, su incarico della RER, risultano soddisfatti. Non si entra nel dettaglio e merito delle procedure amministrative necessarie per il riutilizzo dei materiali per la formazione dei rilevati, che sono tuttora in corso di definizione da parte degli Enti ed Uffici interessati.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Nella tabella che segue si riportano le particelle interessate, le superfici coinvolte e i volumi recuperabili per la formazione dei rilevati:

Tabella 7-2 Volumi presenti nei cumuli depositati a seguito della rotta dell'argine

Comune	Foglio	Mappale	Qualità	S (m ²)	S _A (m ²)	V _C (m ³)	V _R (m ³)
BUDRIO	61	22	SEMINATIVO	31316	26639	9300	7750.00
BUDRIO	61	30	SEMINATIVO	16824	5086	3700	3083.33
BUDRIO	61	32	SEMINATIVO	29430	5537		
BUDRIO	62	22	SEMIN IRRIG	58742(*)	14172	5414	4511.67
BUDRIO	62	24	SEMINATIVO	37876	8872	34500	28750.00
BUDRIO	62	33	SEMIN IRRIG	24138	11864		
BUDRIO	62	45	SEMIN IRRIG	57246	42737		
BUDRIO	62	171	SEMINATIVO	43043	19944		
TOTALI					137825	52914	44095
S = superficie della particella, S _A = superficie occupata dagli accumuli di terreno, V _C = volume stimato dei cumuli, V _R = volume reso dei cumuli (*) I cumuli afferenti a questa particella sono sotto la gestione della Bonifica.							

Si tratta pertanto di avere disponibili ulteriori 44.095 m³ di terreno lavorato e compattato da utilizzarsi per la formazione dei rilevati stradali, che sottratti al fabbisogno di 60.369 m³ di materiale richiesto dai lavori in fase di progettazione, ridurrebbero a 16.274 m³ il fabbisogno di materiale inerte da reperire sul territorio e proveniente da cava di prestito.

7.1.2 Operazioni di normale pratica industriale

Nell'ottica di minimizzare l'impatto del cantiere, in particolare il transito di mezzi d'opera lungo la viabilità locale, si è ritenuto di utilizzare il materiale scavato in sito incrementandone sia le caratteristiche geomeccaniche che la stabilità alle variazioni igrometriche conseguenti al succedersi dei cicli stagionali.

Le terre in sito recuperate e migliorate mediante intima miscelazione con calce (CaO) o cemento dovranno risultare sottoprodotti prima del trattamento di stabilizzazione. Il trattamento di stabilizzazione a calce o cemento delle terre e rocce da scavo è quindi una lavorazione che rientra nella normale pratica industriale, in quanto detto processo è finalizzato al miglioramento delle caratteristiche merceologiche delle terre e rocce da scavo per renderne l'uso maggiormente produttivo e tecnicamente efficace.

Il trattamento a calce consiste nel miscelare una terra con calce e acqua in quantità tali da modificarne, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico dell'eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

7.1.2.1 Condizioni di utilizzo

Con la delibera n. 54/2019, il Consiglio del SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale) ha precisato che il trattamento di stabilizzazione a calce o cemento delle terre e rocce da scavo potrà essere consentito come normale pratica industriale a condizione che:

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

- venga verificato, ex ante ed in corso d'opera, il rispetto delle CSC con le modalità degli Allegati 2, 4 ed 8 al DPR 120/2017 o dei valori di fondo naturale;
- sia indicata nel Piano di Utilizzo l'eventuale necessità del trattamento di stabilizzazione e siano altresì specificati i benefici in termini di prestazioni geo-meccaniche;
- sia esplicitata nel Piano di Utilizzo (o per il caso in esame, la presente relazione di gestione materie) la procedura da osservare per l'esecuzione della stabilizzazione con leganti idraulici (UNI EN 14227-1:2013 e s.m.i.) al fine di garantire il corretto dosaggio del legante idraulico stesso;
- siano descritte le tecniche costruttive adottate e le modalità di gestione delle operazioni di stabilizzazione previste (cfr. Allegato 1 alla Delibera n. 54/2019) al fine di prevenire eventuali impatti negativi sull'ambiente.

7.1.2.2 *Natura delle terre da scavo*

Le terre in sito recuperate, e migliorate mediante intima miscelazione con calce (CaO) o cemento dovranno risultare sottoprodotti prima del trattamento di stabilizzazione.

Ai fini del comma 1 e ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera gg), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale
- b) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 del DPR 120/2017 o della dichiarazione di cui all'articolo 21 del DPR 120/2017, e si realizza:
 1. nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali
 2. in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava
- c) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale
- d) soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).

Il rispetto delle CSC, di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con le modalità degli Allegati 2, 4 ed 8 al DPR 120/2017 o dei valori di fondo naturale verrà eseguito nelle successive fasi di progettazione e/o prima dell'inizio dei lavori.

In particolare, si segnala che il materiale di cui è previsto il riutilizzo per la formazione dei rilevati o il riempimento di scavi proviene principalmente da:

- scavi per l'esecuzione delle fondazioni delle spalle (cfr. art. 2 comma 1, lettera c del DPR 120/2017). Si ammette la presenza nelle terre e rocce escavate di bentonite, purché sia rispettata la conformità ai limiti delle CSC della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152
- scavi di sbancamento di relitti di rilevati per l'inserimento della nuova viabilità di collegamento delle proprietà private (purché sia rispettata la conformità ai limiti delle CSC della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152);

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

- scavi per ammassamento dei nuovi rilevati su quelli esistenti (purché sia rispettata la conformità ai limiti delle CSC della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152).

7.1.2.3 *Necessità della stabilizzazione con CaO*

La natura del materiale di scavo, salvo le coltri di rivestimento superficiale delle scarpate degli attuali rilevati che verranno riutilizzate per la protezione delle scarpate di nuova costruzione (purché conformi alle soglie di cui alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152), è formato, per quanto deriva dagli scavi di fondazione profonda, da successioni alluvionali di sabbie limose, limi sabbiosi ed argilla limosa.

Tali materiali non risulterebbero idonei per la formazione di rilevati utilizzati tal quali, poiché la presenza di materiale fine plastico (elevato o prevalente passante al setaccio 0.063 mm):

- Presenta caratteristiche di resistenza al taglio e deformabilità non adeguati a garantire la stabilità del rilevato.
- Pregiudica la stabilità dei materiali alle variazioni atmosferiche di umidità;

Tali modifiche vengono ottenute mediante l'intima miscelazione con Calce (stabilizzazione) del materiale, lavorazione che rientra nella normale pratica industriale qualora siano soddisfatti i requisiti richiamati al paragrafo 7.1.2.1. La stabilizzazione con calce (CaO) è finalizzata pertanto al miglioramento delle caratteristiche merceologiche delle terre e rocce da scavo per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace.

Si ottengono inoltre, aspetto non secondario nella logica della gestione di un cantiere odierno, i seguenti vantaggi sotto il profilo economico ed ambientale:

- Riduzione o eliminazione dell'approvvigionamento del materiale da cave. Il vantaggio deriva dalla riduzione della richiesta di risorse naturali, e dei relativi costi, e dall'eliminazione dei trasporti e dei costi afferenti, dalla cava al cantiere, eseguiti con mezzi d'opera estremamente impattanti;
- Reimpiego totale dei materiali. Il materiale scavato non verrà trasportato fuori dal cantiere, eliminando tale costo dai lavori ed eliminando l'impatto sulla viabilità e sull'ambiente del transito di mezzi d'opera. Eliminazione degli oneri di scarica;
- Risparmio energetico e riduzione dell'impatto sull'ambiente. Deriva dall'eliminazione dei trasporti e dai costi energetici delle attività, delocalizzate rispetto al cantiere, di cava e scarica, che sarebbero altrimenti dedicate al cantiere

7.1.2.4 *Procedura per la stabilizzazione con CaO*

La tecnica della stabilizzazione consiste nella miscelazione del terreno con leganti (calce e/o cemento), in modo da modificarne le caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica. L'effetto del trattamento è quello di migliorare le caratteristiche meccaniche di portanza di un terreno riducendone la plasticità intrinseca. Attraverso l'azione chimica e meccanica del legante (calce e/o cemento), il terreno viene reso meno sensibile all'azione degli agenti atmosferici quali sole, pioggia, e gelo; diminuiscono, inoltre, le alterazioni che esso può subire al variare della temperatura.

Le prestazioni dei materiali dovranno essere conformi alle Norme UNI EN 14277-1, UNI EN 14277-5 e UNI EN 14755-15, le attività di costruzione dovranno essere in linea con la Norma UNI 11531-1.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

In relazione alla quantità di calce e/o cemento aggiunta al terreno e in relazione al contenuto idrico di questo, si possono perseguire due scopi:

1. incrementare la lavorabilità della terra trattata tramite la riduzione dell'umidità naturale, la diminuzione della plasticità, l'aumento dell'indice di portanza immediata "IPI" e la possibilità di un adeguato costipamento.
2. migliorare le proprietà meccaniche dello strato di terreno con l'avvio di reazioni di indurimento pozzolanico (con l'utilizzo della calce) che portano nel tempo ad un considerevole aumento della resistenza meccanica del materiale ed a una stabilità di questo allo stato saturo.

Il materiale in sito scavato dovrà essere sottoposto a procedure di speditiva prequalifica al fine di valutarne l'idoneità alla miscelazione con Calce. Nella prequalifica (1 ogni 3000 mc scavati) dovranno essere verificati i seguenti indicatori:

- a) Valutazione dell'idoneità del materiale scavato alla stabilizzazione. Determinazione del passante al setaccio da 75 μ m (ASTM C136, UNI EN 933-12) e dell'indice plastico (ASTM D4318, UNI CEN ISO/TS 17892-12). Si
- b) richiede che il passante non sia inferiore al 25% e che l'IP sia non inferiore al 10% (si possono accettare valori inferiori dell'indice plastico qualora siano rispettati i successivi valori di pH e resistenza descritti). Verifica della presenza di sostanze organiche (ASTM D2974) che deve risultare inferiore al 2%. Contenuto in solfati non superiore allo 0,3%.
- c) Determinazione del valore minimo di CaO richiesto per la stabilizzazione. Determinazione del consumo iniziale di Calce (ASTM D6276, "Eades-Grim" test), determinando la percentuale di CaO che determina un pH di 12.3 definita quale percentuale minima per la miscelazione. Tale percentuale dovrà risultare inferiore al 2 % (percentuale minima prevista per la miscelazione in sito 3%);
- d) Determinazione della umidità ottima e della densità secca massima della miscela (ASTM D698 – "Standard compaction effort", UNI EN 13286-2, stampo Proctor B);
- e) Determinazione della resistenza alla compressione non confinata (UCS) della miscela secondo ASTM D5102 procedura B o UNI EN 13286-41. Dopo il confezionamento racchiudere il campione in un telo di plastica. Dopo 7 gg di maturazione immergere il campione in acqua per 24 h. Il valore di resistenza a compressione (media su tre provini) non dovrà risultare inferiore a 400 kPa.

La stabilizzazione delle terre prevede, in via generale, la seguente successione di attività:

- i. Scavo del materiale in sito e stesa nell'area di miscelazione o nel sito di utilizzo in strati non superiori a 0,40 m;
- ii. Trasporto del materiale dal sito di miscelazione (interno al cantiere) ed il sito di formazione del rilevato, qualora non direttamente miscelato nel sito di utilizzo;
- iii. Zollatura del materiale al fine di ridurre le dimensioni degli agglomerati fini al di sotto dei 40 mm;
- iv. Eventuale aggiunta d'acqua al fine di raggiungere la quantità stabilita in fase di studio della miscela;
- v. Spandimento, mediante spandi calce, di CaO nella misura minima del 3% rispetto al peso secco delle terre scavate sulla superficie di stesa del materiale;
- vi. Miscelazione della calce e del terreno mediante l'utilizzo di un pulvimixer;
- vii. Compattazione con rullo gommato statico (con peso non inferiore a 120 q.li).

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

Si susseguono quindi le medesime operazioni fino al raggiungimento delle quote previste per la formazione della base dei rilevati. Nel caso di materiale proveniente dagli scavi delle barrette, eseguite con liquidi di supporto, il materiale potrà essere riutilizzato dopo lo stazionamento in cantiere, in area da individuare per le lavorazioni di miscelazione e stoccaggio temporaneo, non inferiore a 1 settimana.

I controlli in corso d'opera prevedono:

- a) Prima della stesa, misura dell'umidità con igrometro digitale (l'umidità deve essere coincidente con l'umidità ottima (wopt) $\pm 1\%$).
- b) Dopo la stesa e compattazione, prove di carico con piastra dinamica (TP BF-StB sez B 8.3, RVS 08.03.04) a 2 gg dalla compattazione (3 prove ogni 1.000 m² di stesa) che devono fornire i seguenti risultati: $E_{vd} \geq 50$ MPa sul primo strato stabilizzato se coincidente con altezze non superiori a 300 mm dal pc, e $E_{vd} \geq 50$ MPa + 10 MPa/m x z dove $z \leq 10$ m, è l'altezza del rilevato in lavorazione rispetto al primo strato compattato (espressa in m) o dal piano campagna. Per $z > 10$ m si ammette $E_{vd} \geq 150$ MPa. Il rapporto temporale s / v (deflessione massima rapportata alla velocità massima misurate durante l'esecuzione della prova) deve risultare inferiore a 3.0 ms.

7.1.2.5 Prevenzione ambientale nelle operazioni di stabilizzazione

Di seguito si riporta integralmente il contenuto dell'allegato 1 della Delibera 54 del 09/05/2019 della SNPA.

“[...] Nel caso di utilizzo di calce viva per il trattamento di miglioramento delle caratteristiche geotecniche del materiale da stabilizzare, devono essere seguiti almeno i seguenti accorgimenti:

- *al fine di scongiurare la dispersione di calce in atmosfera, prevedere la simultaneità delle operazioni di spandimento della calce e successiva miscelazione con il materiale, evitando di superare i 15 minuti di latenza;*
- *in giornate particolarmente ventose non intraprendere le attività di uso della calce, particolarmente in aree sensibili: distanza inferiore a 100 m da edifici residenziali; centri industriali con presenza permanente di persone; strade di media e grande importanza; zone di orti, giardini e frutteti nei periodi di fioritura; zone di pascolo con presenza di mandrie; zone di parcheggi o, più in generale, zone con manufatti sensibili agli attacchi di sostanze alcaline;*
- *in caso di repentino aumento della velocità del vento a lavorazioni già avviate, limitatamente alle operazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, procedere all'immediata miscelazione rapida tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato, al fine di evitare eventuale spolvero;*
- *riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura (prima, seconda e terza fresatura), solo al ripristino di condizioni di vento ordinarie;*
- *non eseguire l'attività di stesa della calce in caso di pioggia intensa, al fine di evitare fenomeni di dilavamento del materiale;*
- *una volta iniziate le lavorazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, in caso di pioggia improvvisa e intensa sospendere immediatamente i lavori di stesa, procedere alla rapida miscelazione tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato non ancora miscelato, oltretutto alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, al fine di garantire l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni. Riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura, solo alla cessazione dei fenomeni di pioggia intensa;*

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

- *nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa e intensa durante la seconda e terza fresatura procedere alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il rilevato precedentemente miscelato;*
- *quale ulteriore misura di abbattimento del potenziale rischio connesso al dilavamento delle scarpate, al termine della prima fresatura procedere a rimuovere eventuali accumuli laterali detti "riccioli" (quantitativi di calce non legata e quindi oggetto di potenziale dilavamento in caso di pioggia intensa) tramite escavatore, portandoli al centro del rilevato e lavorandoli nuovamente;*
- *oltre all'indicazione precedente, al termine di ogni giornata lavorativa effettuare una nebulizzazione con acqua della parte di rilevato lavorato durante la giornata, allo scopo di fissare l'eventuale calce non reagita col materiale;*
- *registrare le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse condizioni meteorologiche in opportuna documentazione di cantiere;*
- *nel caso l'attività debba essere svolta in prossimità di recettori (posti a distanze inferiori a 50 m), posizionare ed attivare nebulizzatori di acqua e/o barriere di protezione dei recettori stessi.*

Per la valutazione della ventosità, al fine di modulare le misure di mitigazione, si suggerisce di scegliere una delle seguenti modalità:

- 1. dotare il cantiere di opportuna strumentazione anemometrica con registrazione automatica dell'intensità del vento, posizionata in maniera tale da evitare la copertura di edifici ed altri ostacoli al flusso del vento; la soglia della velocità del vento e le caratteristiche della misura cui fare riferimento potranno essere definite esplicitamente, se necessario, in accordo con l'Agenzia provinciale o regionale per la protezione ambientale competente per territorio;*
- 2. fare riferimento a misure anemometriche effettuate da stazioni meteorologiche pubbliche o private, se rappresentative per il sito in oggetto disponibili in tempo reale; anche in questo caso la soglia della velocità del vento e le caratteristiche della misura cui fare riferimento potranno essere definite esplicitamente, se necessario, in accordo con l'Agenzia provinciale o regionale per la protezione ambientale competente per territorio;*
- 3. consultare il bollettino di allerta meteorologico emesso dalla Regione, per la zona che ricomprende le aree in cui devono essere svolte le lavorazioni, e definire una procedura di modulazione delle misure di mitigazione nei giorni in cui il bollettino preveda un "rischio vento" di una qualche entità ovvero una situazione diversa da quella verde/nessuna criticità/normalità (cioè corrispondente ai colori/avvisi: giallo/vigilanza, arancio/allerta, rosso/allarme).*

.....“

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

7.1.3 Individuazione dei siti di approvvigionamento e recupero/smaltimento

Nell'ambito del presente studio è stata condotta un'analisi territoriale, sviluppata in un ambito sufficiente-mente esteso intorno all'area di interesse (raggio 40 km), volta all'individuazione di siti di recupero/smaltimento e di approvvigionamento, utilizzabili, rispettivamente, per il conferimento/recupero dei materiali non riutilizzabili nell'ambito dell'intervento stesso e per l'approvvigionamento di materiali utili per la realizzazione delle opere previste.

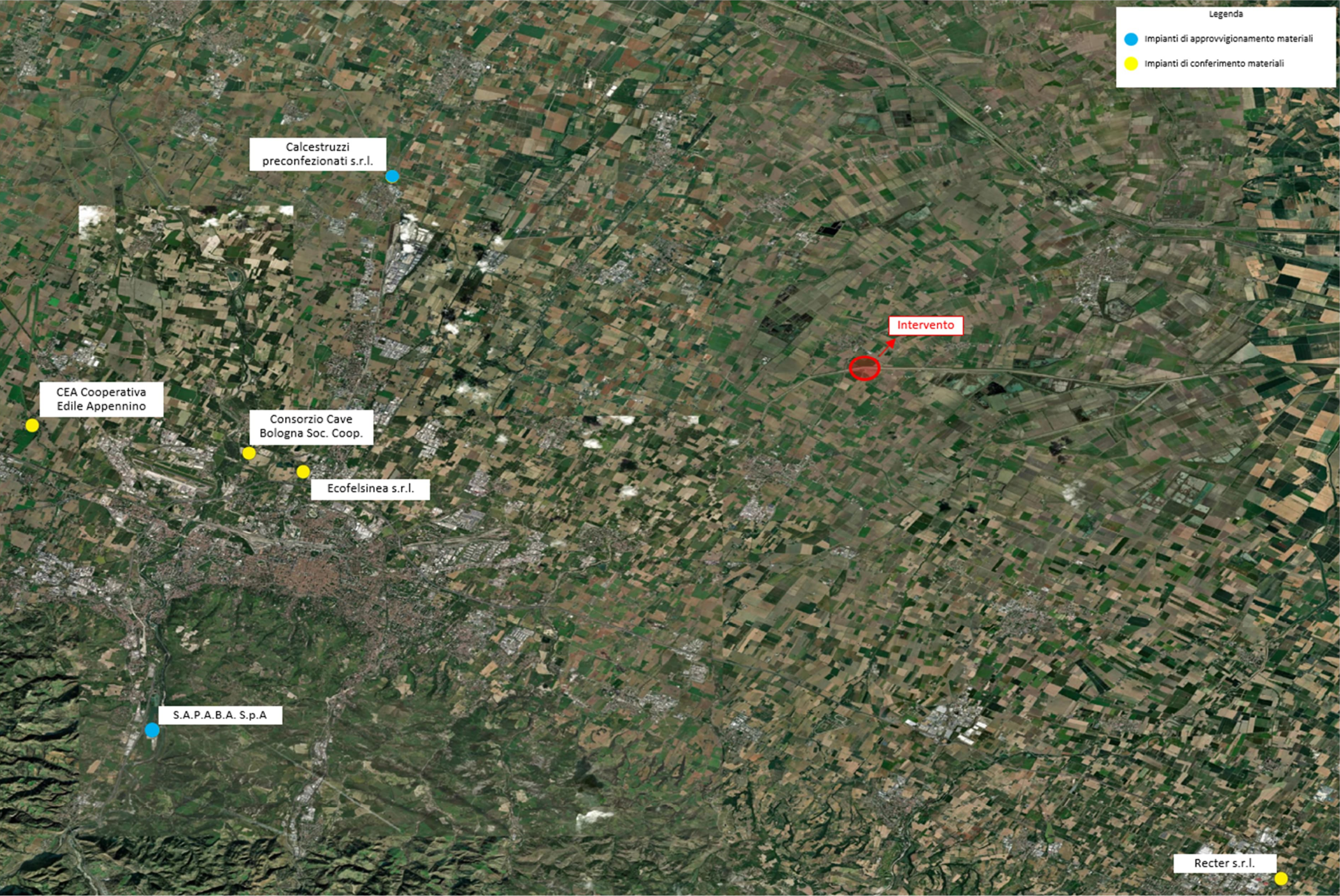
Tale individuazione è basata sulle considerazioni effettuate nella presente fase progettuale e non è vincolante per il proseguo della progettazione ed esecuzione delle opere. Nelle successive fasi progettuali e, in ogni caso, prima dei conferimenti sarà cura dell'Appaltatore verificare le disponibilità/autorizzazioni dei siti eventualmente utilizzati e/o aggiornare l'elenco con ulteriori impianti individuati.

SITI CONFERIMENTO RIFIUTI				
Ditta	Indirizzo	Attività	Autorizzazione	Distanza dal sito
Ecofelsinea s.r.l.	Via C. Colombo, 38 - Bologna	Recupero rifiuti speciali non pericolosi (R5)	DET-AMB-2025-4909 del 01/09/2025	ca. 30 km
CEA Cooperativa Edile Appennino	Via Bacciliera 10/12 - Calderara di Reno (BO)	Recupero rifiuti speciali non pericolosi (R5)	DET-AMB-2025-3622 del 23/06/2025	ca. 40 km
Consorzio Cave Bologna Soc. Coop.	Via Zanardi, 526 - Bologna	Recupero rifiuti speciali non pericolosi (R5)	AUA n.34384 del 18/11/2014	ca. 30 km
Recter s.r.l.	Via Laguna 27/A - Imola (BO)	Recupero rifiuti speciali non pericolosi (R5)	D.D.n. 716-2015-del-27/03/2015	ca. 40 km

SITI APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI			
Ditta	Indirizzo	Tipologia materiale	Distanza dal sito
Calcestruzzi Preconfezionati s.r.l	Via Poggio Renatico 13/2 - San Giorgio Di Piano (BO)	Calcestruzzo	ca. 30 km
S.A.P.A.B.A. S.p.A	Via Pila, 8 - Pontecchio Marconi (BO)	Materiali inerti, conglomerati bituminosi e calcestruzzo	ca. 40 km

Di seguito si riporta l'ubicazione planimetrica dei siti sopra individuati

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

7.1.4 Gestione Rifiuti

Tutti i rifiuti prodotti nel corso dell'intervento in oggetto saranno gestiti nel pieno rispetto della normativa in materia di recupero/smaltimento dei rifiuti, ai sensi di quanto disciplinato dalla parte IV del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

I rifiuti prodotti in cantiere, destinati sia ad operazioni di recupero che ad operazioni di smaltimento, prima del conferimento all'esterno del sito potranno essere raggruppati in cumuli omogenei per tipologia ed identificati da cartello indicante il codice CER in depositi temporanei rispettando i dettami dell'articolo 185bis del D. Lgs. 152/06 e nel rispetto delle seguenti condizioni:

- i rifiuti contenenti gli inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004, e successive modificazioni, saranno depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio e l'imballaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e gestiti conformemente al suddetto regolamento;
- i rifiuti saranno raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non avrà durata superiore ad un anno;
- i rifiuti sono raggruppati per categorie omogenee, nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;
- saranno rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose.

In merito alle terre e rocce da scavo si farà riferimento anche a quanto previsto dall'art. 23 "Disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti" del DPR 120/2017.

La corretta gestione dei rifiuti avverrà applicando la procedura operativa che si può riassumere come segue:

- individuazione dei codici EER e definizione delle modalità di raccolta;
- identificazione per ogni rifiuto delle aree di deposito temporaneo e/o scarrabili appositamente predisposti e/o contenitori;
- definizione delle modalità di trasporto, recupero e/o smaltimento ed identificazione dei soggetti addetti a tali attività.

I rifiuti saranno trasportati da soggetti autorizzati ed iscritti all'Albo Gestori Ambientali come previsto da normativa e le autorizzazioni saranno verificate preventivamente al trasporto. Ogni trasporto verrà accompagnato da FIR – Formulario identificazione rifiuti.

Preliminarmente a qualsiasi smaltimento di materiale all'esterno del cantiere, saranno comunicati i riferimenti e le autorizzazioni dei siti di recupero/smaltimento, così da permettere alla Direzione Lavori e alla Committenza qualsiasi controllo preventivo di competenza.

Sui materiali gestiti in regime di rifiuto saranno eseguite le seguenti tipologie di analisi: caratterizzazione analitica sul tal quale ai fini dell'attribuzione del codice CER e test di cessione ai sensi

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

del D.M. 05/02/1998 e s.m.i.i. e/o del D. Lgs. 121/2020 e s.m.i. per l'ammissibilità dei materiali rispettivamente presso impianti di recupero o discarica.

7.2 Monitoraggio ambientale

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo alla realizzazione del nuovo ponte sul fiume Idice in località La Motta, sulla SP 6 "Zenzalino", in corrispondenza del km 13, tra i comuni di Budrio (BO) e Molinella (BO), a seguito del crollo, conseguente agli eventi di piena del 16/17 maggio 2023, del ponte esistente, si pone l'obiettivo di descrivere le procedure e l'organizzazione delle attività di rilievo finalizzate al monitoraggio ambientale del territorio interessato dalla costruzione e dal funzionamento dell'opera in esame e contiene per ciascuna componente e fase di monitoraggio:

- le finalità e gli obiettivi del monitoraggio della specifica componente;
- le tipologie di misura e i parametri da rilevare;
- la frequenza dei rilievi da effettuare;
- la durata dei campionamenti e dei rilevamenti;
- l'ubicazione preliminare dei punti di campionamento e le tipologie di misura da effettuare nelle differenti fasi;
- le metodologie di rilevamento, campionamento e analisi.

7.2.1 Scopi e caratteristiche generali del PMA

7.2.1.1 Obiettivi e requisiti

Scopo fondamentale del PMA è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione dell'opera fino alla sua entrata in esercizio e nella fase successiva all'entrata in esercizio, nonché l'efficacia delle opere di mitigazione.

Durante la fase di costruzione, il monitoraggio dovrà necessariamente essere organizzato in modo da poter tenere sotto controllo la situazione ambientale nel suo complesso. In tal modo eventi allo stato non prevedibili potranno essere tempestivamente rilevati e di conseguenza si potrà intervenire rapidamente con specifiche azioni correttive.

Nel dettaglio, il Piano di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nello Studio Preliminare Ambientale per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'adempimento delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate dagli Enti;
- contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio;
- definire il numero, le tipologie e la distribuzione delle stazioni di campionamento in modo da rappresentare efficacemente le interferenze dell'opera sul territorio;
- prevedere la restituzione periodica dei dati rilevati durante le attività di monitoraggio.
- I principali requisiti del piano di monitoraggio ambientale sono:
- programmazione delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

- coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione;
- tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie e criticità;
- utilizzo di metodologie validate e di comprovato valore tecnico e scientifico;
- restituzione delle informazioni in maniera strutturata, di facile utilizzo e con possibilità di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche concordate;
- utilizzo di parametri ed indicatori che siano facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- struttura sufficientemente flessibile affinché possa essere eventualmente rimodulato in fasi progettuali e operative successive.

Poiché è prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad un'eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio, a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori, sarà possibile in quella fase recepire ulteriori indicazioni provenienti dagli Enti di controllo.

7.2.1.2 Fasi di monitoraggio

Ai fini del presente piano si intende:

- Fase Ante Operam (indicata nel seguito con la sigla AO): il periodo precedente l'inizio dei lavori;
- Fase Corso d'Opera (indicata nel seguito con la sigla CO): periodo di realizzazione delle opere;
- Post Operam o fase di esercizio (indicata nel seguito con la sigla PO): il periodo di esercizio della infrastruttura, inteso come suo funzionamento a regime.

7.2.1.3 Metodi, criteri e indicazioni

I metodi, i criteri e gli indicatori sono compiutamente descritti nelle specifiche sezioni relative a ciascuna componente ambientale. Le componenti che saranno monitorate sono:

- Atmosfera (ATM)
- Rumore (RUM)
- Acque superficiali (SUP).

7.2.1.4 Codifica dei punti di monitoraggio e delle misure

Le stazioni di monitoraggio sono state identificate attraverso una codifica univoca, che consentirà una veloce individuazione ed aiuterà nella catalogazione delle rilevazioni effettuate.

Il codice è composto da una stringa di 6 caratteri (5 caratteri separati da un trattino) così organizzati:

Codice stazione monitoraggio	Campi	
	Componente	Prog. Stazione
XXX-01	XXX	01

Per ogni stazione possono essere previsti uno o più punti di monitoraggio, a seconda delle metodiche previste; questi sono identificati attraverso un sistema di codifica univoco e progressivo, utile alla

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

catalogazione delle rilevazioni. Il codice identificativo dei punti di monitoraggio viene riportato nelle schede di ogni singola stazione.

Per quanto riguarda le componenti ambientali le codifiche sono le seguenti:

Componente	Codice (XXX)
Atmosfera	ATM
Rumore	RUM
Acque superficiali	SUP

7.2.2 Struttura Organizzativa

Per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio risulta necessario un tipo di organizzazione ben strutturata e impostata secondo i seguenti criteri:

- uniformità e organicità delle risorse e delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- massima efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse qualificate in tutte le componenti del sistema operativo (in termini di personale, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione tra attività di campo e gestione dei dati nei diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- gestione unitaria di tutte le funzioni connesse con l'attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati, ai rapporti con enti esterni di controllo e di interscambio di informazioni, alla consulenza specialistica relativa ad interventi ed azioni preventive o mitigative degli impatti, alla gestione di situazioni di emergenza.

Il raggiungimento di tali obiettivi è possibile solo attraverso un'organizzazione in grado di coprire tutte le competenze necessarie alle diverse fasi dell'attività e alle diverse componenti ambientali considerate.

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio dovrà essere basata su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam.

La necessaria collaborazione con la Direzione Lavori dovrà consentire di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

A tal fine la struttura operativa dovrà essere così articolata:

- Responsabile del Monitoraggio Ambientale: con funzione di supervisore delle attività della squadra di campo e del gruppo di lavoro interdisciplinare, nonché con funzione di interfaccia con gli Enti di controllo e la Direzione Lavori. Il Responsabile del Monitoraggio Ambientale dovrà partecipare ad eventuali incontri da organizzarsi con gli Enti territoriali o con gli altri soggetti coinvolti (Associazioni ed eventuali altri portatori di interesse) e dare risposta alle loro eventuali interrogazioni o problematiche sollevate. Lo stesso dovrà rapportarsi (qualora la tempistica dei lavori si dovesse sovrapporre) anche con l'analoga figura, incaricata per il monitoraggio ambientale di eventuali altre opere che dovessero risultare interferenti;

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

- Squadra di campo e di laboratorio: costituita da tecnici specialisti per la raccolta dati e le analisi delle misure effettuate sui vari comparti ambientali da effettuarsi nelle fasi di ante operam, corso d'opera e post operam. La squadra di campo sarà costituita da più professionisti, distinti per singolo comparto;
- Gruppo di lavoro interdisciplinare: formato da personale qualificato per ciascuno dei macrocomparti in cui si struttura il monitoraggio.

Per quanto riguarda le attività operative, queste possono essere sintetizzate nei seguenti momenti salienti:

- esecuzione di misure – affidata alla squadra di campo e, in parte, al laboratorio di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- organizzazione dei dati – affidata al gruppo di lavoro interdisciplinare, in grado di gestire i dati provenienti dalle diverse campagne di misura e di organizzare e implementare la banca dati. Avrà inoltre il compito di acquisire dagli Enti territoriali competenti i dati raccolti dagli stessi nelle campagne di monitoraggio e nelle stazioni fisse già presenti sul territorio ed in parte già indicati nel PMA;
- analisi e commento dei risultati e delle informazioni raccolte – sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, verificato e validato dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale in grado di garantire l'esperienza necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di Controllo.

Nel corso dell'esecuzione del monitoraggio ambientale saranno redatti Rapporti periodici contenenti i seguenti argomenti:

- descrizione delle attività svolte;
- presentazione e commento dei risultati del monitoraggio e dei fenomeni correlati alle attività di costruzione dell'infrastruttura;
- descrizione di eventuali modifiche introdotte per alcune attività previste nel Piano in funzione delle mutate condizioni costruttive o ambientali;
- descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali ed indicazioni su interventi di minimizzazione o mitigazione messe in atto.

I Rapporti periodici saranno redatti sulla base degli esiti delle indagini condotte dalla squadra di campo sui singoli comparti ambientali, secondo le tempistiche prevista dal presente PMA.

7.1 Requisiti acustici e ambientali

Il ponte stradale ricade al confine dei territori comunali di Budrio e Molinella.

La classificazione acustica del Comune di Budrio approvata con delibera del Consiglio Comunale n. 46 del 15/11/2012 assegna alle aree prospicienti l'asse viario della SP6 la classe IV – Aree di intensa attività umana e per le restanti più distanti dalla strada la classe III - Aree di tipo misto.

I ricettori indagati si trovano all'interno della fascia A di pertinenza acustica infrastrutturale di una strada di tipo Ca di cui al DPR 142/2004, come indicato nella figura seguente, con i limiti di immissione per la sola sorgente stradale in fascia A pari a 70/60 dB(A) nel periodo diurno/notturno.

Con il ripristino del ponte crollato e dei tratti antistanti, l'infrastruttura ricostruita si configurerebbe come esistente, pertanto, i limiti rimangono gli stessi, ossia 70/60 dB(A) in fascia A (larghezza 100 m per lato) e 65/55 dB(A) in fascia B (larghezza 150 m per lato).

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

Ai fini dello studio sono stati individuati 13 ricettori a destinazione residenziale (con elevazione di uno/due piani fuori terra), posizionati in prossimità della sede stradale, tutti in classe acustica IV.

Non vi sono ricettori sensibili in classe I (scuole, ospedali, case di cura e riposo e simili) nelle immediate vicinanze del ponte.

Al fine della stima e successiva verifica dei livelli di immissione indotti durante (Fase cantiere - Corso d'Opera) e a seguito della realizzazione dell'opera in progetto (Fase Post Operam) sui ricettori compresi nell'area di studio, è stato realizzato un modello acustico che simula il comportamento delle sorgenti sonore e la propagazione del rumore nell'ambiente.

Per la valutazione previsionale di impatto acustico è stato realizzato un modello numerico dell'area in esame utilizzando il software previsionale SoundPlan versione 8.2, che consente la modellazione acustica in accordo con decine di standard internazionali predisposti per il calcolo delle sorgenti di rumore. Il software, basandosi sul metodo del Ray-Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti, fornendo i livelli globali ed il contributo delle varie sorgenti modellate.

Lo scenario Post Operam è stato elaborato inserendo nel modello l'infrastruttura di progetto secondo il nuovo tracciato e il relativo ponte, compresi i rilevati presso le due spalle.

Nel modello di PO sono stati inseriti i dati di traffico nel nuovo tratto di progetto, ricavati sostanzialmente dalla media dei dati rilevati da ANAS presso il tratto di SP6 da Molinella a Budrio prima del crollo del ponte tra il 2022 e 2023.

Dai valori ricavati dallo studio non emergono superamenti del limite di immissione diurno (70 dBA), di cui al DPR 142/2004, all'interno della fascia A di pertinenza acustica dell'infrastruttura.

Nel periodo notturno si stimano superamenti del limite di immissione notturno in fascia A (60 dBA), di cui al DPR 142/2004, in facciata ai ricettori R2, R3, R4, R9, R12 e R13.

Data l'entità dei superamenti notturni si prevede come intervento di mitigazione, la stesa di asfalto fonoassorbente sui tratti stradali antistanti ai ricettori interessati dai superamenti, al fine di rientrare nei limiti previsti dal DPR 142/2004 per le infrastrutture esistenti.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

8. IMPIANTI TECNOLOGICI

8.1 Impianto di Illuminazione pubblica

L'intervento prevede il rifacimento dell'illuminazione stradale in corrispondenza del nuovo ponte sul fiume Idice e degli innesti sulla S.P. 6 "Zenzalino" (Prog. 875.065 e 160.000). Il progetto, redatto in conformità alle norme UNI 11248 e UNI EN 13201, mira a garantire la corretta percezione dei punti di conflitto e la visibilità nelle ore notturne. Il sistema è basato su apparecchi a tecnologia LED ad alta efficienza (155 lm/W, 4000K) con potenza di 65W, installati su pali in acciaio da 8 metri. La scelta di ottiche asimmetriche stradali garantisce elevata uniformità e un inquinamento luminoso nullo (ULOR 0%), rispettando i rigorosi standard regionali e i Criteri Ambientali Minimi (CAM). Oltre all'illuminazione stradale, la struttura del ponte è dotata di segnalatori luminosi per ostacoli al volo (SOV).

8.2 Schema generale elettrico

Il sistema elettrico è progettato secondo la norma CEI 64-8/714 e prevede una separazione gestionale tra i due lati dell'opera: l'innesto Sud-Ovest sarà alimentato da una nuova fornitura dedicata, mentre il lato Nord-Est verrà derivato dalla linea esistente. La distribuzione avviene tramite cavidotti interrati in polietilene (Ø 110 mm) e pozzetti di derivazione in calcestruzzo con chiusini D400. Al fine di garantire la massima sicurezza, tutti i componenti (armature, morsettiere e cavi tipo FG16OR16) sono in Classe d'isolamento II; i pali fungono da dispersori naturali per le sovratensioni, protetti da scaricatori (SPD) da 10 kV. I quadri elettrici, in vetroresina con grado IP65, ospitano le protezioni magnetotermiche e differenziali, dimensionate per mantenere la caduta di tensione entro il 4% e garantire la selettività d'intervento.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>GN</td><td>100</td><td>r01</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	GN	100	r01
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	GN	100	r01								

9. INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI

9.1 Censimento delle interferenze

L'attività di progettazione ha compreso un accurato censimento dei sopra e sottoservizi interferenti con le opere in progetto, basato sull'analisi della cartografia tecnica (CTR), sui rilievi di sopralluogo e sui riscontri documentali forniti dagli Enti Gestori (aggiornati a dicembre 2025). Le interferenze individuate sono state codificate e riportate negli elaborati grafici di progetto, distinguendo tra parallelismi e attraversamenti rispetto al nuovo asse stradale e al ponte.

Di seguito si riepilogano le principali evidenze per singola rete tecnologica:

- **Reti Idriche e Gas:** È stata accertata la presenza di un gasdotto di media pressione (4^a specie) in acciaio lungo via S. Zagno; sebbene attualmente esterno all'area di impronta, la sua posizione sarà verificata nel dettaglio rispetto alle fondazioni dei muri di sostegno. Per quanto concerne la rete idrica, il progetto prevede il ripristino del collegamento tra le due sponde dell'Idice (interrotto dal crollo del precedente manufatto) mediante l'alloggiamento di una condotta in PE DN 200 all'interno della sezione del nuovo ponte. Tale linea sarà ispezionabile tramite appositi pozzetti, secondo quanto concordato con Hera S.p.A. Particolare attenzione sarà posta alle condotte esistenti in cemento amianto per la loro intrinseca fragilità.
- **Reti Elettriche e Illuminazione:** Sono presenti linee aeree e interrato di media e bassa tensione (E-Distribuzione) che necessitano di adeguamento plano-altimetrico per compatibilità con il nuovo corpo stradale. Per quanto riguarda l'alta tensione (Terna), i rilievi hanno confermato il rispetto del franco elettrico di sicurezza rispetto all'elettrodotto. Non sono state rilevate interferenze con reti di pubblica illuminazione esistenti.
- **Telecomunicazioni:** Risultano interferenti le linee telefoniche lungo gli argini e in corrispondenza della SP6. Le interferenze, incluse quelle relative alla rete Open Fiber, sono state identificate e saranno oggetto di specifica istanza di risoluzione agli Enti competenti in fase successiva.
- **Reti Fognarie:** Non si segnalano infrastrutture fognarie gestite da Enti terzi nell'area di intervento.
- **Interferenze Occulte:** Durante le indagini geognostiche in corrispondenza della spalla Sud (lato Budrio), è stata individuata una condotta/tombino in muratura di ampie dimensioni a una profondità compresa tra 9 e 13 metri. Il manufatto, presumibilmente abbandonato e parallelo all'alveo, costituisce un'interferenza occulta che è stata debitamente mappata per la corretta esecuzione delle opere di fondazione.

9.2 Soluzioni adottate

Nelle seguenti fasi progettuali saranno valutate le specifiche modalità di risoluzione interferenze, di concerto con la S.A. e gli Enti di competenza.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

10. TEMPISTICHE E FASI REALIZZATIVE

I tempi previsti per l'esecuzione dei lavori necessari alla realizzazione dell'opera ammontano a 1000 gg naturali e consecutivi, come indicato nel cronoprogramma.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO GN PROGRESSIVO 100 REV. r01

11. DIFFERENZE DEL PFTE RISPETTO AL DOCFAP

11.1 Adeguamento della sezione stradale

In linea con le indicazioni del Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP) e a seguito di confronti con la Committenza e gli Enti coinvolti, il PFTE recepisce l'aggiornamento della sezione trasversale dell'asse viario, che evolve dalla tipologia C2 (extraurbana secondaria con banchine ridotte), ipotizzata in fase di DOCFAP, alla tipologia C1. Tale passaggio garantisce standard di sicurezza superiori e una migliore fruibilità dell'infrastruttura, adeguando la piattaforma stradale ai flussi di traffico previsti e alle normative vigenti per le strade extraurbane secondarie di tipo principale.

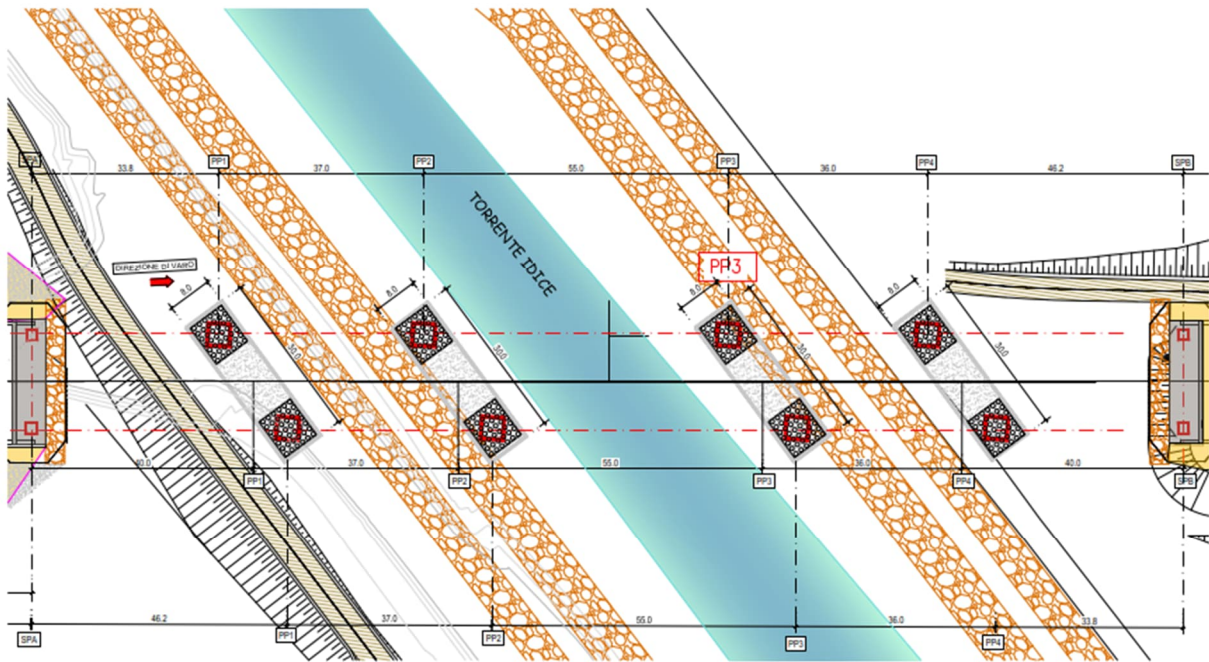
11.2 Ottimizzazioni strutturali e tecnologiche

La conformazione del sito presenta vincoli severi che incidono direttamente sulla cantierabilità dell'opera. Poiché l'intera luce del ponte interessa sia gli argini sia l'alveo attivo, è tecnicamente impossibile prevedere un assemblaggio da terra dell'impalcato.

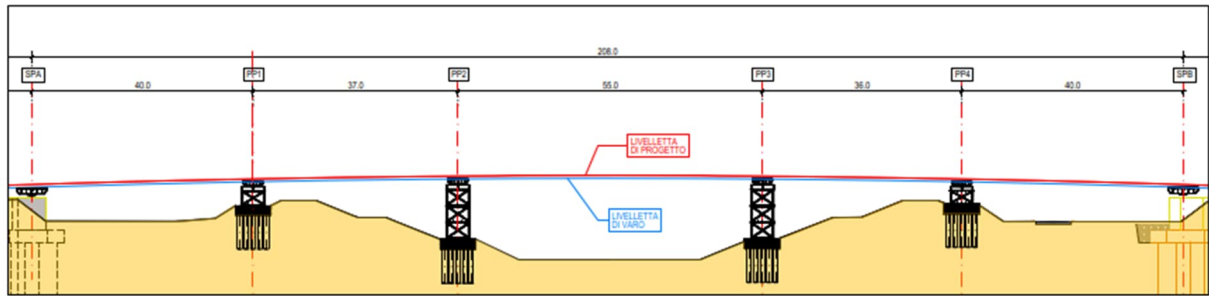
L'unica metodologia di montaggio e messa in opera strutturalmente e idraulicamente perseguibile è il varo di punta.

Per rendere il varo di punta sostenibile ed evitare strutture provvisorie impegnative in alveo, la soluzione ottimizzata prevede l'installazione di quattro pile provvisorie, di cui due posizionate sulle scarpate interne degli argini, in aree già destinate ad essere oggetto di sistemazione idraulica.

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01



VARO



Per superare le criticità sopra esposte, contenere i costi e migliorare la cantierabilità senza alterare l'impatto estetico dell'opera ad arco, in fase di PFTE è stata sviluppata un'ottimizzazione strutturale alternativa.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali differenze del PFTE rispetto al DOCFAP con riguardo alla soluzione strutturale dell'impalcato

Parametro	Soluzione DOCFAP	Soluzione PFTE	Beneficio/Motivazione
Tipologia Pendini	Funi d'acciaio	Elementi Tubolari rigidi	Sostituiscono le funi. Sono dimensionati per sostenere i carichi del varo di punta, eliminando la necessità di controventature provvisorie
Altezza in Chiave	22 m	30 m	Ottimizzazione statica dell'arco.
Sezione Catena	Cassone chiuso	Trave aperta	Semplificazione costruttiva, ispezionabilità e riduzione costi
Sezione Arco	Scatolare	Circolare	Ottimizzazione fluidodinamica ed estetica
Isolamento Sismico	Shock-Transmitters	Appoggi Friction Pendulum	Introduzione di isolatori a pendolo con riduzione dei carichi sismici trasferiti alle sottostrutture (spalle e fondazioni)

STAZIONE APPALTANTE: Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE: SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione Generale	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO GN	PROGRESSIVO 100	REV. r01

11.3 Interventi sui piani di posa dei rilevati

In merito al trattamento dei terreni di fondazione dei rilevati, il PFTE introduce variazioni rispetto alle ipotesi del DOCFAP, derivanti dalla necessità di mitigare congiuntamente il rischio di liquefazione e i tempi di consolidazione degli strati coesivi.

Mentre il DOCFAP prevedeva l'impiego di dreni prefabbricati a nastro per il consolidamento e l'installazione di complessi pozzi drenanti in lamiera zincata per la mitigazione del potenziale di liquefazione, il PFTE ha optato per l'adozione di dreni verticali in ghiaia. Tale scelta è supportata da una letteratura tecnica più consolidata e risulta maggiormente idonea per la tipologia di rilevati previsti. L'utilizzo della ghiaia permette di assolvere alla doppia funzione di accelerazione dei cedimenti e di dissipazione delle sovrappressioni interstiziali durante un evento sismico, evitando soluzioni manutentivamente onerose (come pozzi con pompe attive) o tecnologicamente complesse.

A completamento della strategia di consolidamento, e in considerazione della presenza di terreni compressibili, sono stati previsti i seguenti interventi nel terreno di fondazione:

- In prossimità delle spalle: data l'altezza massima raggiunta dai rilevati in questi punti, sono previsti pali non armati ($\varnothing$ 1000mm, profondità 15m) disposti con maglia 4x4m. Questi elementi hanno la duplice funzione di trasferire il carico agli strati profondi, limitando i cedimenti di breve e lungo termine, e di mitigare la liquefazione degli strati superficiali. L'intervento è funzionale anche per minimizzare il fenomeno dell'attrito negativo sulle fondazioni delle spalle stesse.
- Zona rilevato di varo: La maglia di pali viene estesa fino a coprire l'area di fondazione del nuovo tombino. Questa scelta progettuale è volta a prevenire cedimenti differenziali che potrebbero compromettere l'integrità strutturale del manufatto idraulico sotto il peso del nuovo rilevato.

L'insieme di queste misure garantisce un piano di posa stabile, riducendo le incertezze legate al comportamento dei terreni compressibili e mettendo in sicurezza sia l'opera d'arte principale che le opere minori.